

# Langzeitmonitoring im Ökosystem Wald: Das waldwachstumskundliche Versuchsflächennetz in Bayern

Hans-Joachim Klemmt und Hans Pretzsch\*

## Zusammenfassung

Wälder sind komplexe Ökosysteme mit speziellen Systemeigenschaften. Zur Erforschung des Waldwachstums sind daher spezielle Forschungsansätze und Datenquellen von Nöten. In Bayern existiert mit dem langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächennetz seit mittlerweile über 130 Jahren ein einzigartiges Flächennetz, welches echtes ökologisches Langzeitmonitoring ermöglicht. Dieses Flächennetz wird nachfolgend kurz vorgestellt. Exemplarisch wird für den Standort Schwabach gezeigt, wie bei einem Langzeitvergleich von Kiefern fünf verschiedener Herkünfte erst nach über 70 Jahren Unterschiede in der Wuchsleistung zutage treten. Als verallgemeinertes Ergebnis für die Bedeutung der kontinuierlichen Versuchsführung zur Gewinnung waldwachstumskundlicher Erkenntnisse ist festzuhalten, dass waldbauliche Maßnahmen auf den periodischen Volumenzuwachs zwar einen positiven Einfluss nehmen können, dass aber letztendlich der Umwelteffekt auf verschiedenen Standorten diesen Durchforstungseffekt überlagert.

## Summary

**Long-term monitoring in the ecosystem forest: the forest growth network of experimental plots in Bavaria.** Forest ecosystems are very complex systems with specific properties. Therefore, forest growth research needs special methodological approaches and data sources. In Bavaria a unique network of long-term experimental plots exists, that enables real long-term ecological research. This network was established about 140 years ago. Within this article, this network is shortly introduced. As an example, at the site Schwabach differences in growth performance of five different pine provenances appear only after more than 70 years of long-term monitoring. As a non-specific result of research within this network, it is shown that silvicultural treatment can have a positive effect on the periodic increment of volume. However, at various sites environmental effects superimpose this effect. This result shows the impact of continuity in conservation and development of this long-term experimental plot network for generating forest growth knowledge.

---

\* Klemmt, Hans-Joachim, Dr., Forstoberrat; Pretzsch, Hans, Prof. Dr., TU München, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Wissenschaftszentrum Weißenstephan, 85350 Freising.  
E-Mail: h-j.klemmt@lrz.tu-muenchen.de

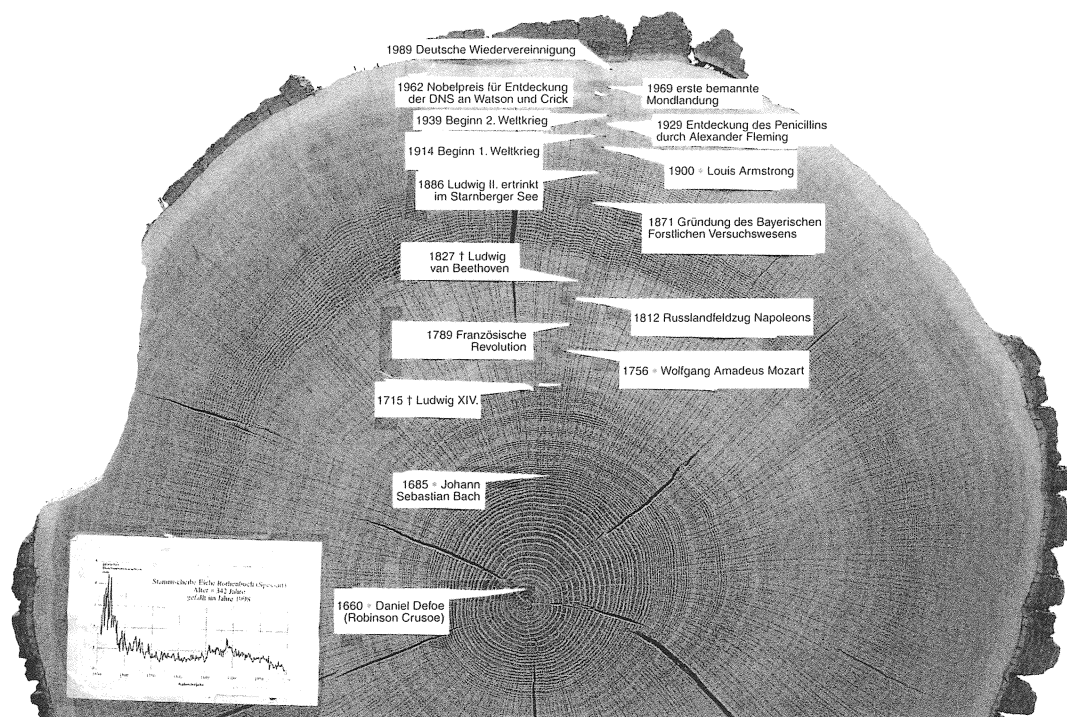


Abb. 1. Stammscheibe einer ca. 360-jährigen Eiche der Versuchsfläche Rohrbrunn 620 in Unterfranken; Durchmesser ca. 1,1 m. Markiert sind wichtige historische Ereignisse zu Lebzeiten des Baumes, die anhand der Jahrringsstruktur zeitlich genau datiert werden können (Diagramm: jährlicher Durchmesserzuwachs im mm von 1650-2000).

### Systemeigenschaften des Ökosystems Wald

Wälder stellen in Deutschland und Bayern flächenbedeutsame Ökosysteme dar. Nach den Ergebnissen der zweiten Bundeswaldinventur belegen sie 31 % der Fläche Deutschlands, in Bayern beträgt der Anteil ca. 36 % (LWF 2005). Wälder erfüllen sowohl Nutz- als auch Schutz- und Erholungsfunktionen und haben damit eine herausragende soziokulturelle Bedeutung für unsere Gesellschaft. Sie sind Teil unserer natürlichen Lebensgrundlagen. Zur Sicherung dieser Grundlagen ist ein umfassendes Verständnis um das Funktionsprinzip des Ökosystems Wald von Nöten. Zur Erforschung von Waldökosystemen sind Forschungsansätze aus anderen Fachdisziplinen aufgrund der speziellen Systemeigenschaften nur bedingt anwendbar. Wälder sind langlebige, offene, strukturdeterminierte, kybernetische Systeme, die hierarchisch organisiert und geschichtlich geprägt sind. Diese Einzelaspekte sollen nachfolgend in Anhalt an Pretzsch (2001, 2002) kurz erläutert werden.

Waldbäume haben in unseren Breiten die Eigenschaft, dass sie im Laufe ihres Lebens in Form von einzelnen Jahrringen ihre Lebens- und Umweltbedingungen aufzeichnen, sie also quasi ihre eigene Autobiografie erstellen. Anhand von Stammscheiben oder Bohrspänen lassen sich so das Alter des Baumes und seine Lebensbedingungen retrospektiv darstellen. In Abbildung 1 ist die Baumscheibe einer Eiche dargestellt, die kurz nach dem Ende des 30-jährigen Krieges gekeimt ist, ergänzt mit wichtigen historischen Ereignissen, die dieser Baum im Laufe seines ca. 360-jährigen Lebens »erlebt« hat. Dies zeigt die große Lebensspanne von Waldbäumen im Vergleich zur Lebensspanne von Menschen, es verdeutlicht aber auch die Notwendigkeit einer kontinuierlichen forstwissenschaftlichen Beobachtung und Versuchsführung zur Aufdeckung von natürlichen Gesetzmäßigkeiten und Erkenntnissen im Zusammenhang mit dem Wachstumsverhalten unserer Waldbäume. Zur Illustration dieses Sachverhaltes sind in Abbildung 2 wichtige Forscherpersönlichkeiten der

Wie schnell verändert sich unsere Umwelt?

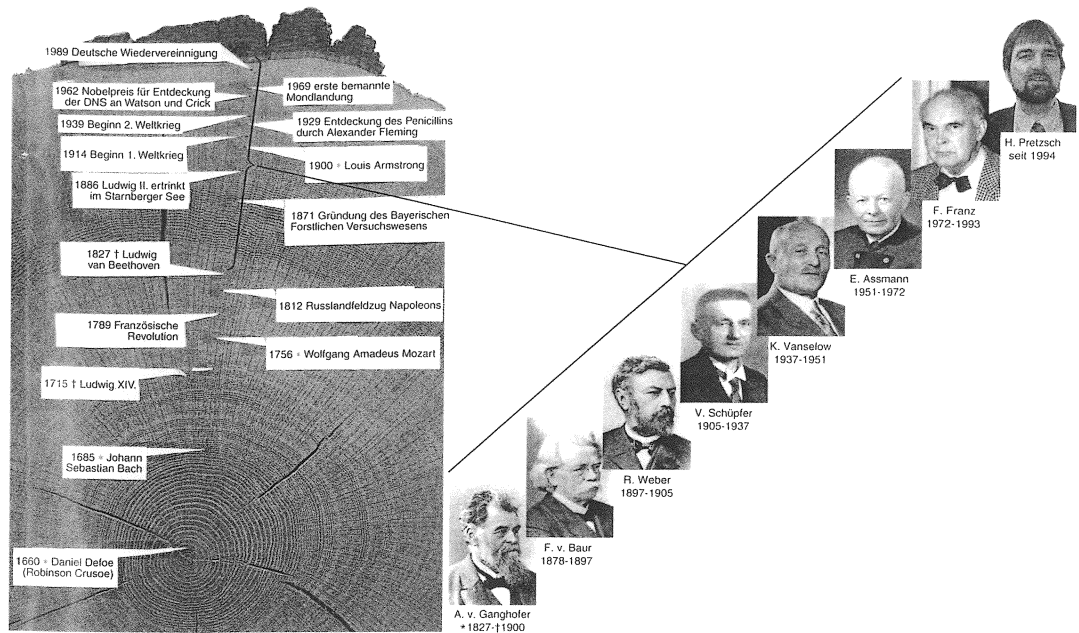


Abb. 2. Waldwachstumskundliche Forscherpersönlichkeiten, die mit der Beobachtung dieses Baumes auf der Versuchsfläche Rohrbrunn 620 im Laufe ihres Berufslebens betraut waren und sind.

Waldwachstumforschung in Bayern dargestellt, die u.a. mit der wissenschaftlichen Beobachtung der Versuchsfläche Rohrbrunn, aus der die dargestellte Eichenscheibe entstammt, betraut waren bzw. sind. Der Faktor Zeit spielt demnach für den lebenden Organismus »Waldbaum« als Teil des Ökosystems Wald eine andere Rolle als für den Menschen.

Bäume weisen allerdings nicht nur in ihrer maximal möglichen Lebensspanne einen Unterschied zu den Menschen auf, sondern sie besitzen auch ein anderes Alterungsverhalten. Abbildung 3 veranschaulicht dies am Beispiel dreier Bäume aus dem Bergmischwald. Diese besitzen in der Jugendphase das gleiche physikalische Alter. Betrachtet man den Alterungsprozess, so erkennt man, dass die physikalische Zeit für alle drei Bäume gleich verrinnt, die Größenentwicklung sich hingegen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit vollzieht. Baum 1, dessen lebensnotwendige Ressourcen Licht und Nährstoffe aufgrund seiner sozialen Stellung deutlich limitiert sind, wächst viel langsamer als Baum 3 (mäßiges Lichtangebot) bzw. Baum 2 (gute Versorgung an Licht und Nährstoffen). Dies verdeutlicht, dass Bäume nicht in Abhängigkeit von der physikalischen Zeit, sondern in Abhängigkeit vom individuel-

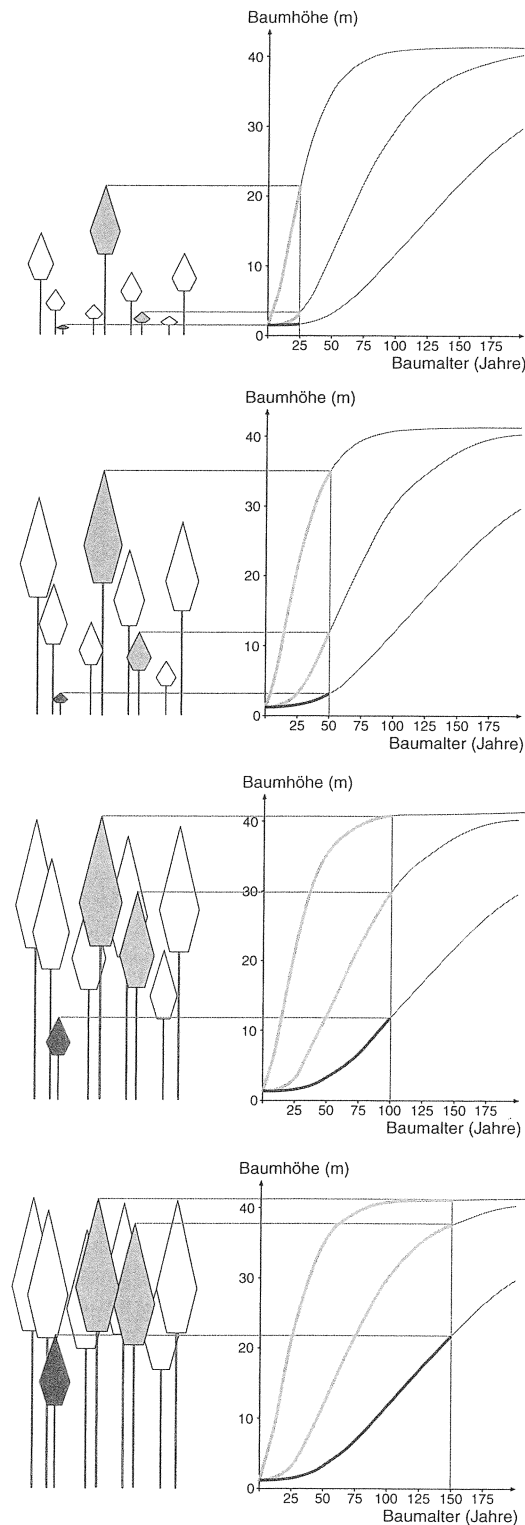
len Angebot an lebensnotwendigen Ressourcen altern. Physikalisches Alter und Wachstum sind demnach bei unseren Waldbäumen weitgehend entkoppelt. Zur Bestimmung der ontogenetischen Lebensphase eines Baumes ist daher seine aktuelle Größe besser geeignet als sein physikalisches Alter. Magin (1959) hat in diesem Zusammenhang unterschieden zwischen physikalischem Alter und physiologischem Alter.

Bei Waldökosystemen handelt es sich weiterhin um offene Systeme. Sie tauschen mit ihrer Umgebung Stoffe und Energien aus, was das Experimentieren sowie die Gewinnung von Kausalzusammenhängen erschwert.

Weiterhin sind Wälder strukturdeterminierte Systeme. Bäume sind ortsfeste Lebewesen, sie sind festgewachsen. Dies bedeutet, dass Waldbäume kurzfristig herantretenden Schadfaktoren nicht durch räumliches Ausweichen entgehen können. Aus Forschungssicht hat diese Ortsgebundenheit den Effekt, dass ein Verstehen der Wachstumsprozesse insbesondere in gemischten Waldbeständen eine Berücksichtigung der räumlichen Bestandesstruktur erfordert.

Wälder sind darüber hinaus geschichtlich geprägte Systeme. In biologischen Systemen prägt die Individual- und Stammesgeschichte in ganz

Das waldwachstumskundliche Versuchsflächennetz in Bayern



entscheidendem Maß die Altersentwicklung. Beispiele für derartige, historisch erworbene Eigenschaften sind die Kronengröße oder die soziale Stellung eines Baumes.

Schließlich sind Waldbestände kybernetische Systeme, d.h. sie besitzen Regelmechanismen zur Selbstorganisation und zur Stabilisierung. Grundlegendes Funktionsprinzip ist dabei das Prinzip der Rückkoppelung. Wälder sind dementsprechend in den Regelkreisen, in denen sie sich befinden, in der Lage, bestimmte Störungen durch anthropogene Eingriffe oder abiotische und biotische Schadfaktoren abzupuffern, solange diese nicht über ein bestimmtes Maß hinausgehen.

### Grundlegende Forschungsansätze

Wie nähert sich die Wissenschaft einem Ökosystem, das durch die eben skizzierten Eigenschaften charakterisiert ist? Hierzu bestehen prinzipiell drei Möglichkeiten.

Stammanalysen nutzen die eingangs angeführte autobiografische Funktion der Bäume. Mit Hilfe von Stammscheiben oder Bohrkernen können so die individuellen Entwicklungsgänge von Waldbäumen retrospektiv ermittelt werden und Rückschlüsse auf den Versorgungszustand und die Entwicklung der Bäume gezogen werden. Stammanalysen in Form von Stammscheibenanalysen besitzen allerdings den entscheidenden Nachteil, dass sie nicht zerstörungsfrei erfolgen können. Demnach können im Bestandesleben nur für bestimmte, durchforstungsbedingt auscheidende Individuen Erkenntnisse gewonnen werden. Für alle Individuen wäre lediglich bei einem einheitlichen Erntezeitpunkt einmalig auf diese Weise eine rückblickende Analyse der Bestandesentwicklung und der Bestandesdynamik möglich.

Künstliche Zeitreihen in Form von Wuchsreihen bieten einen zweiten Ansatzpunkt zur Erforschung des Waldwachstums. Auf einer gegebenen Standorteinheit werden hierbei Probeflächen mit

◁ **Abb. 3.** Entkopplung von Wachstum und Zeit im Bergmischwald: Entwicklung von drei Bäumen mit unterschiedlicher Ressourcennutzung über der Zeit. Mit wachsendem Alter (von oben nach unten) erreichen die drei dunkler dargestellten Bäume Höhen, die weniger vom physikalischen Alter als vielmehr von der Verfügbarkeit an Ressourcen wie Licht, Nährstoffen oder Wasser abhängen (verändert nach Pretzsch 2006).

gleichartigen Waldbeständen unterschiedlicher Altersphasen angelegt und dendrometrisch aufgenommen. Das räumliche Nebeneinander unterschiedlicher Entwicklungsphasen dient dabei als Ersatz für das unbekannte zeitliche Nacheinander von Bestandesentwicklungsphasen. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass ohne langes Warten für eine bestimmte Fragestellung *ad hoc* eine künstliche Zuwachszeitreihe aufgebaut werden kann. Ein Nachteil liegt allerdings darin, dass derartige künstliche Zeitreihen nicht in jedem Fall die wirklichen Wuchsbedingungen widerspiegeln. Dies gilt besonders für den Fall, in dem junge, mittelalte und alte Bestände der Wuchsreihe unterschiedlichen Wuchsbedingungen ausgesetzt sind.

Den dritten und wichtigsten Ansatz zur wissenschaftlichen Erforschung des Waldwachstums stellen echte Zeitreihendaten dar, die auf langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächen gewonnen werden.

### Das langfristige ertragskundliche Versuchsflächennetz in Bayern

Es gibt in Bayern ein für Deutschland und für weite Bereiche der Welt einzigartiges Netz ertragskundlicher Versuchsflächen. Die ältesten Flächen dieses Flächennetzes wurden 1878 unter Beobachtung genommen und werden seither in regelmäßigen Abständen von fünf Jahren aufgenommen. Jede Versuchsfläche dieses Flächennetzes wird dabei unter dem Aspekt einer zu Beginn der Beobachtung formulierten Versuchsfrage beobachtet. Abbildung 4 zeigt eine Übersicht über die Versuchsflächen des langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächennetzes in Bayern. Insgesamt existierten im Jahr 2007 160 langfristige ertragskundliche Versuchsflächen, die aus insgesamt ca. 1000 Versuchspartzen aufgebaut sind. In Abhängigkeit von der Versuchsfrage lassen sich die Versuchsflächen thematisch zu sog. Versuchsarten gruppieren. Hierbei werden aktuell Verjüngungsversuche, Durchforstungs- und Standraumversuche, Düngungsversuche, Naturwaldbeobachtungen, Sonderversuche, Mischwald- und Plenterversuche sowie Provenienz- und Anbauversuche unterschieden. Nach Baumarten werden vornehmlich die in Bayern aktuell wichtigen Baumarten Fichte und Kiefer sowie Lärche und Douglasie bzw. Buche und Eiche sowie sonstige Laubhölzer gruppiert.

Das waldwachstumskundliche Versuchsflächennetz in Bayern

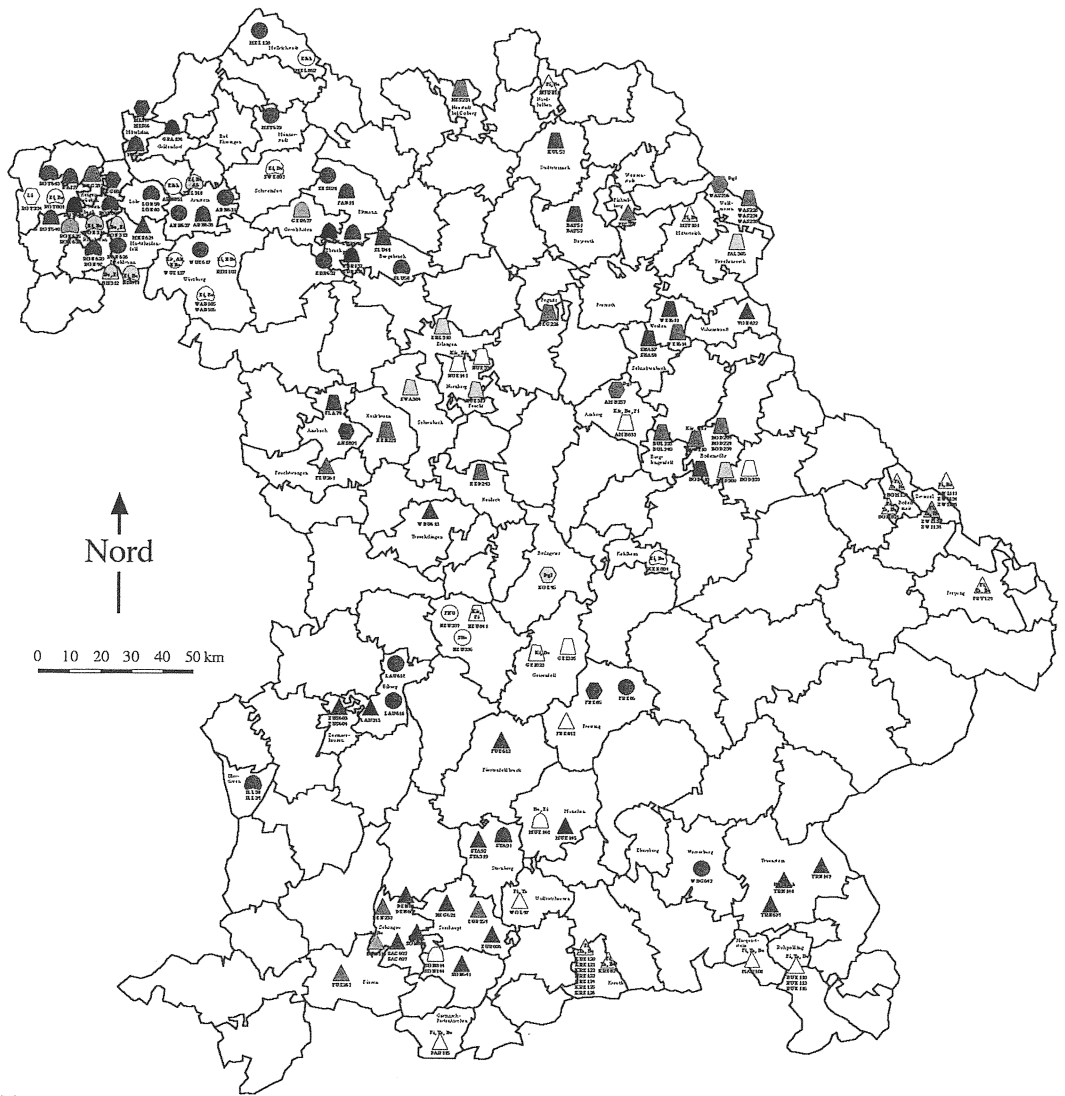
Die Versuchsflächen sind im Wald dauerhaft markiert. Bei Versuchsbeginn wird für jeden Baum seine Position innerhalb des Bestandes ermittelt. Jeder Baum der Versuchsfläche ist dauerhaft mit einer eigenen Zahl zur Identifikation bei Folgeaufnahmen markiert. Weiterhin erhält jeder Baum, der einen Mindestdurchmesser in Brusthöhe von 6,5 cm überschritten hat, eine Markierung in Brusthöhe, die sicherstellt, dass bei ertragskundlichen Aufnahmen zu jedem Zeitpunkt in der gleichen Höhe am Stamm der Durchmesser ermittelt wird.

Bei jeder ertragskundlichen Aufnahme wird eine Vielzahl von ertragskundlichen Kenngrößen aufgenommen. In jedem Fall erfolgt zu jedem Aufnahmezeitpunkt die Ermittlung des aktuellen Durchmessers in Brusthöhe, der aktuellen Baumhöhe sowie des Kronenansatzes. Weiterhin werden in Abhängigkeit von der Versuchsfrage beispielsweise Größen zur Charakterisierung der Kronendimension, zur Verjüngungssituation oder zur Holzqualität aufgenommen.

Nachfolgend werden exemplarisch die Ergebnisse der Versuchsflächenaufnahme des Kiefern-Herkunftsversuches in Schwabach kurz dargestellt. Eine detailliertere Darstellung der Ergebnisse findet sich bei Steinacker et al. (2007).

### Exemplarische Ergebnisdarstellung am Beispiel der Versuchsfläche Schwabach 304

Bei dem Kiefern-Herkunftsversuch Schwabach 304 handelt es sich um den ältesten, noch unter Beobachtung stehenden Kiefern-Provenienzversuch Deutschlands. Er wurde bereits vor dem Zweiten Weltkrieg im Jahr 1927 angelegt und steht bis heute unter Beobachtung. Damals wurden 5 Parzellen von jeweils etwa 0,1 ha angelegt und mit Kiefern verschiedener fränkischer Herkünfte (Bamberg, »Unterfranken«, Schwabach, Rinnebrunn und Sackdilling) bepflanzt. Durch die ertragskundliche Beobachtung dieser Flächen wollte man in Erfahrung bringen, ob die als wüchsig bekannte Herkunft Bamberg auch auf den relativ schlechten Standorten in Mittelfranken mit anderen, zum Teil heimischen Herkünften konkurrieren kann. Vom Standort her handelt es sich um feinsandigen Schluff über rötlichem Tonlehm (Pseudogley-Braunerde). Der Bodenwasserhaushalt wird als wechsellöschend charakterisiert. Die Versuchsfläche liegt im Bayerischen Wuchsbezirk 5.6 (»Südliche Keuperabdachung«).



Versuchsarten

- Verjüngungsversuche
- Durchforstungs-, Standraumversuche
- Düngungsversuche
- Naturwaldbeobachtungen
- Sonderversuche
- Mischwald-, Plenterversuche
- Provenienz-, Anbauversuch

Baumarten

- △ Fichte
- △ Kiefer
- sonstiges Nadelholz
- ◐ Buche
- ◑ Eiche
- sonstiges Laubholz

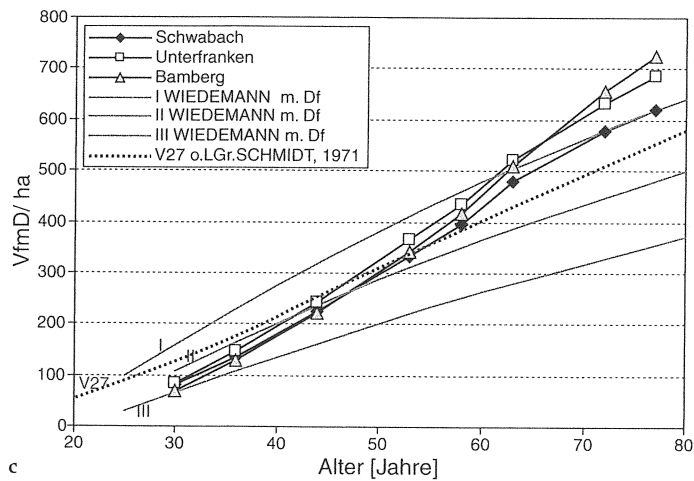
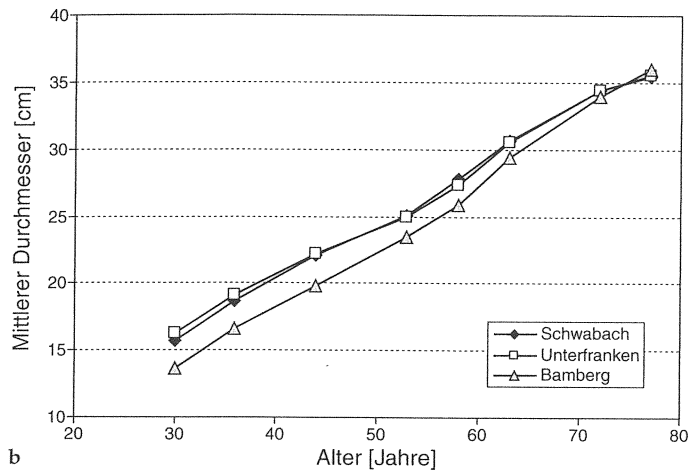
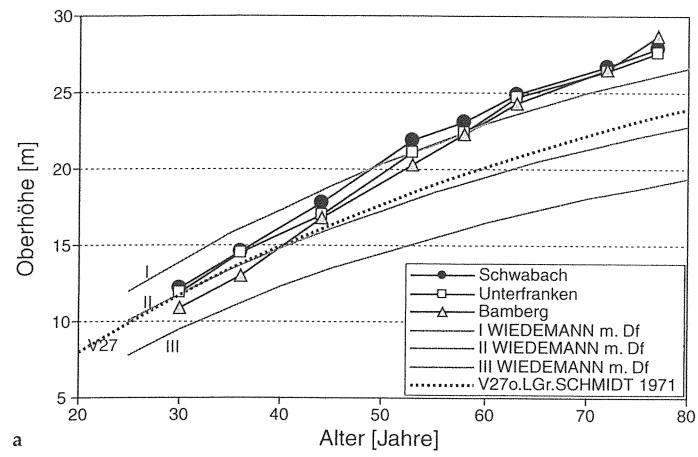
Abb. 4. Langfristige ertragskundliche Versuchsflächen in Bayern (Stand: 23.10.2007).

Der Niederschlag ist mit etwa 700 mm/Jahr leicht unterdurchschnittlich. Die Fläche liegt im Kommunalwald der Stadt Schwabach.

Die ersten 30 Jahre des Versuches erfolgten

Niederdurchforstungen, danach gab es mehrere Eingriffe, die die Stammzahlen anglichen. Der Versuch wird seither nach genau definierten, zahlenmäßigen Konzepten behandelt, sodass

Wie schnell verändert sich unsere Umwelt?



**Abb. 5.** a, Oberhöhen (in Meter); b, Durchmesser der Oberhöhenstämme (in cm); c, Gesamtwuchsleistung (in Vorratsfestmeter Derbholz pro Hektar) von Kiefern dreier verschiedener Herkünfte auf der Versuchsfläche Schwabach 304 im Vergleich zu Referenzwerten aus den Ertragstafeln von Wiedemann (1943) und Schmidt (1971).

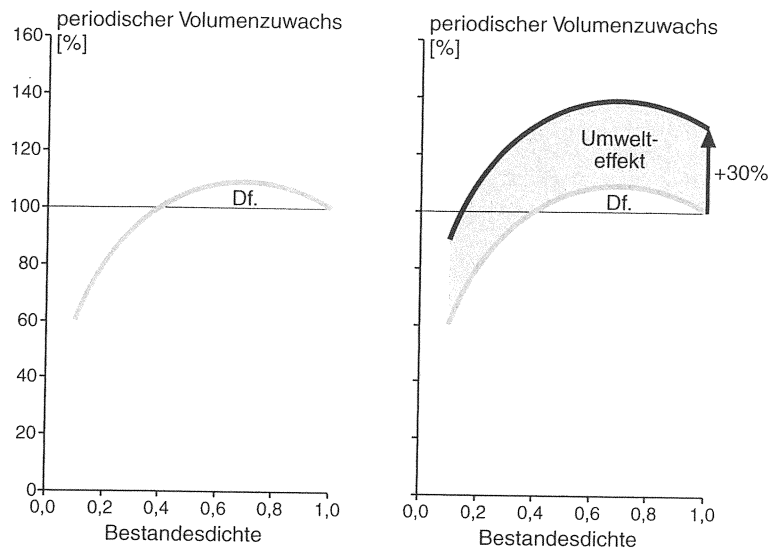


Abb. 6. Einfluss von Durchforstung (Df.) und Umwelt auf den periodischen Volumenzuwachs in Abhängigkeit von der Bestandesdichte.

die Vergleichbarkeit gegeben ist. Zwischen 1927 und 2003 fanden insgesamt acht ertragskundliche Aufnahmen statt.

In Bezug auf die Oberhöhenentwicklung – d.h. die Höhen der 100 stärksten Bäume, einer relativ behandlungsunabhängigen Größe – waren bei der ersten Erhebung, 1927, die Provenienzen Schwabach und »Unterfranken« in etwa gleich, die Herkunft Bamberg war leicht unterdurchschnittlich (Abb. 5 oben). Bei der bisher letzten Erhebung, 2003, zeigt sich ein leichter Trendwandel, jetzt ist die Herkunft Bamberg in der Oberhöhe den anderen Herkünften überlegen. Daneben zeigt die Darstellung einen weiteren Aspekt. Die Kurven I bis III zeigen die Referenzlinien aus der Ertragstafel »Wiedemann« von 1943, zusätzlich ist die Referenzlinie aus der Ertragstafel »Schmidt« von

1971 für die Oberhöhenbonität 27 (*Vaccinium vitis-idaea*) eingetragen. Über die ersten 20 Jahre der Beobachtung verliefen die Wuchskurven weitgehend so, wie es Forstpraktiker und Forstwissenschaftler in diesem Tafelwerk niedergelegt haben, danach setzte ein positiver Wachstumstrend ein, der bis heute anhält. Waren die Kiefern zu Beginn im Bereich der zweiten Bonität, liegen sie jetzt deutlich über der ersten Bonität nach Wiedemann (1943). Diese Überschreitung der Ertragstafelwerte zeigt sich in allen ertragskundlichen Kenngrößen, so auch für die Stammdurchmesser der 100 stärksten Bäume (Abb. 5b) und für die Gesamtwuchsleistung (Abb. 5c). Die Ergebnisse dieses Versuchs decken sich sehr gut mit den Ergebnissen des Bayerischen Kiefernherkunftsversuchs von 1950/1951 (Bachmann 2002). Nur die langfristige Beobachtung über 70 Jahre konnte zeigen, dass die Bamberger Herkunft auf diesem schlechten Standort gegenüber den anderen Herkünften letztendlich im Wachstum aufholt bzw. den anderen Herkünften überlegen ist.

Tab. 1. Einfluss von Durchforstung und Umwelt (in % vom Volumenzuwachs) für verschiedene Baumarten (n: Anzahl der Versuchsflächen).

	Fichte n=15	Buche n=16	Kiefer n=8	Eiche n=15
Durchforstungseffekt	+9 (±4)	+18 (±9)	+20 (±19)	+11 (±6)
Umwelteffekt	+27 (±5)	+12 (±10)	+33 (±7)	+13 (±4)
Gesamteffekt	+38	+32	+60	+25

### Aktuelle, verallgemeinerbare Ergebnisse

Aus derartigen Beobachtungen auf einzelnen Versuchsflächen versucht die Waldwachstumsforschung Hypothesen zu generieren, sie zu

Wie schnell verändert sich unsere Umwelt?



prüfen, und, wenn die Hypothesen haltbar sind und sich nicht falsifizieren lassen, daraus Gesetzmäßigkeiten abzuleiten. Die Vielzahl der abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten soll anschließend mit Hilfe von Modellen zu einer Gesamtsicht vereinigt werden. Diese Modelle bilden in Verbindung mit den ermittelten Gesetzmäßigkeiten das Bindeglied zwischen forstlicher Wissenschaft und Praxis. Sie ermöglichen realitätsnahe »wenn-dann«-Aussagen, die forstliche Praktiker sowie Lehrende und Forschende in ihren Entscheidungen unterstützen bzw. deren Meinungen und Aussagen bekräftigen können.

Ein Beispiel für ein aktuelles übergreifendes Ergebnis waldwachstumskundlicher Forschung ist die Trennung und Quantifizierung von Umwelt- und Durchforstungseffekten auf das Wachstum der Hauptbaumarten in Bayern (Abb. 6). Dies ist nur auf Basis langfristiger ertragskundlicher Versuchsflächen möglich, da diese auch unbehandelte »Nullflächen« als Referenz enthalten. Die Abbildung zeigt, dass waldbauliche Maßnahmen auf den periodischen Volumenzuwachs einen positiven Einfluss nehmen können, dass aber letztendlich der Umwelteffekt zumindest in Teilbereichen auf verschiedenen Standorten den Durchforstungseffekt massiv überlagert. Die dazugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle 1 eingetragen.

#### Fazit

Wälder sind Ökosysteme mit besonderen Systemeigenschaften, die spezielle Forschungsansätze zur Aufdeckung waldwachstumskundlicher Gesetzmäßigkeiten erfordern. In Bayern existiert seit 1878 ein in Flächenausdehnung und -umfang weltweit einzigartiges Flächennetz, welches es ermöglicht, das Ökosystem Wald zu erforschen. Dieses gilt es auch in Zukunft im Sinne einer

kontinuierlichen Versuchsführung zu erhalten und auszubauen. Aktuell wird das Netz von der Forstverwaltung in Bayern sowie den Bayerischen Staatsforsten finanziell, ideell und personell dankenswerterweise unterstützt. Die Auswertungsergebnisse von Versuchsflächendaten tragen dabei zum Verständnis des Ökosystems Wald bei und erbringen neue waldwachstumskundliche Gesetzmäßigkeiten. In Zeiten zunehmender Heterogenität der Umweltbedingungen sind diese Erkenntnisse unabdingbare Voraussetzung zur nachhaltigen Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen.

#### Literatur

- Bachmann, M. 2002. Der Bayerische Kiefern-Herkunftsversuch von 1950/1951. – Allg. Forst- und Jagdzeitung, 173 (6): 104-114.
- LWF (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft). 2005. Die zweite Bundeswaldinventur 2002. – LWF Wissen, 49, 117 S.
- Magin, R. 1959. Struktur und Leistung mehrschichtiger Mischwälder in den bayerischen Alpen. – Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, München, 30, 161 S.
- Pretzsch, H. 2001: Modellierung des Waldwachstums. – Blackwell-Wissenschaftsverlag, 341 S.
- 2002. Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Blackwell-Wissenschaftsverlag, 404 S.
- 2006: Der Zeitfaktor in der Waldwachstumsforschung. – LWF Wissen, 47: 11-30.
- Schmidt, A. 1971. Wachstum und Ertrag der Kiefer auf wirtschaftlich wichtigen Standorteinheiten der Oberpfalz. – Forstl. Forschungsber., München, Bd. 1, 187 S.
- Steinacker, L., H.-J. Klemmt, & H. Pretzsch. 2007. Der Kiefern-Herkunftsversuch Schwabach 304. – AFZ-Der Wald, 24: 1320-1323.
- Wiedemann, E. 1943. Ertragstafel für die Baumart Kiefer (mäßige Durchforstung). – In: Schober, R. 1967. Ertragstafeln wichtiger Baumarten. 3., neu bearbeitete Aufl., J. D. Sauerländers Verlag, Frankfurt a.M.

## Diskussion

**K. E. Rehfuess:** Besonders interessant im Hinblick auf die von Herrn Riederer in seinem Einführungsvortrag angesprochene schwierige Situation für Institute, die auf zeitlich begrenzte Drittmittel angewiesen sind, finde ich den Hinweis, dass es zur Realisierung und Finanzierung eines solchen langfristigen Programmes besonderer Institutionen oder Organisationen bedarf, die sicherstellen, dass die Kontinuität gewahrt bleibt, die Daten gut dokumentiert und für die weitere Auswertung zur Verfügung gehalten werden.

**W. Weisser:** Haben Sie auch zoologische Daten bzw. Kalamitäten aufgezeichnet?

**H.-J. Klemmt:** Die Ausstattung an Zusatzinformationen ist nicht bei allen Flächen gleich. Aber wir haben Flächen, auf denen wir Kalamitäten untersucht haben, zum Teil referenziert an Nachbarflächen. Zoologische Daten stellen bei uns aber Mangelware dar. Wir haben praktisch auf keiner Versuchsfläche eine direkte Verknüpfung mit zoologischen Daten.

**W. Weisser:** Aber Sie lassen grundsätzlich Biologen auf Ihre Versuchsflächen?

**H.-J. Klemmt:** Wir arbeiten interdisziplinär mit mehreren Forschungsrichtungen zusammen. Herr Priezel wird im folgenden Beitrag zum Beispiel über bodenkundliche Analysen auf Versuchsflächen berichten. Wir sind auch jederzeit offen für Forschungsvorhaben mit anderen Fachdisziplinen. Für uns ist jedoch wichtig, dass das Versuchsflächennetz in der Substanz erhalten bleibt und kontinuierlich weitergeführt wird. Wir sind daher nicht bereit, weitere Daten aufzunehmen, die bestehende Flächen gefährden würden.

**G. Nemrava:** Es gab einmal den unwissenschaftlichen Begriff der »Angsttriebe«, d.h. Triebe, die von Fichten unsystematisch gebildet worden sind, um Wachstumseinbußen auszugleichen. Könnte die höhere Wuchsleistung der Kiefern mit Herkunft Bamberg auch auf solche Reaktionen auf Kalamitäten zurückgehen, d.h. dass letztlich auf Kosten der Substanz eines Waldbestandes in einzelnen Jahren mehr Masse produziert wird?

**H.-J. Klemmt:** Das Ergebnis von Schwabach bestätigt sich auch bei groß angelegten deutschlandweiten Herkunftsversuchen auf einer Vielzahl von Flächen, ist also kein singuläres Ergebnis. Die Bamberger Herkunft legt relativ langsam los, ist aber dann im Alter, wo physiologische Grundprozesse bei manchen Baumarten nachlassen, den anderen Herkünften überlegen. Selbst wenn Angsttriebe oder allgemein die Reaktion auf Kalamitäten beim Höhenwachstum mitwirken würden, würde das auch wieder bedeuten, dass es innerhalb der verschiedenen Herkünfte Unterschiede geben würde.

**K. E. Rehfuess:** Dazu kommt, dass auch die Oberhöhenentwicklung bei der Bamberger Herkunft deutlich aufgeholt hat. Die Angsttriebe betreffen normalerweise nicht den Leittrieb, sondern erscheinen bevorzugt an horizontal wachsenden Zweigen. Das ist im Übrigen der Vorteil, wenn man die Oberhöhenentwicklung beobachtet: Sie wird relativ wenig beeinträchtigt durch Durchforstungen und andere Behandlungen – im Unterschied zum Beispiel zum Brusthöhendurchmesser.

**A. Fischer:** Sie haben gezeigt, dass die Bäume sich ab einem Alter von etwa 50 oder 60 Jahren »umentschieden« haben und nicht mehr der Erwartung der Forstleute gefolgt sind, sondern besser gewachsen sind. Warum haben sich die Kiefern auf einmal »umentschieden«?

**K. E. Rehfuess:** Zu diesem Punkt darf ich auf den folgenden Beitrag von Herrn Priezel über die Ernährungstrends der Kiefer verweisen. Ein Nachteil des eben vorgestellten Programmes ist, dass im Normalfall nur das Wachstumsverhalten beobachtet wird, aber nicht zusätzliche steuernde Faktoren wie Bodenveränderungen, Stoffeintrag oder Klima. Ohne die Mithilfe der Standortskundler, die im normalen Programm nicht zwingend vorgeschrieben ist, können solche Entwicklungen nur schwer erklärt werden.

**O. Siebeck:** Bei der Aufzählung der Systemeigenschaften des Ökosystems Wald haben Sie an letzter Stelle auch »multikriterielle Interessen« genannt. Das sind aber eindeutig Faktoren, die

gewissermaßen von außen auf das Ökosystem einwirken und damit die systeminternen Eigenschaften mehr oder weniger verändern. Dementsprechend müsste man sie als »Störfaktoren« bezeichnen.

**H.-J. Klemmt:** Im engeren Sinne stellen nur die erstgenannten Punkte Systemeigenschaften dar, die aus dem System selbst abzuleiten sind. Das andere sind Interessen, die von außen an den Wald herangetragen werden, die aber letztendlich den Prozess der Waldwachstumsforschung beeinflussen und die wir bei der Aufnahme von Daten mit berücksichtigen müssen. Wir erheben auf den Versuchsflächen Daten und haben den stringenten Auswertungsstrang hinterhergeschaltet, der letztendlich koordiniert ist mit anderen Forschungseinrichtungen, sodass die Vergleichbarkeit der Ergebnisse über Bayern hinausgeht. Diesbezüglich ist es wichtig, zusätzliche Anforderungen aus den Interessenschwerpunkten verschiedener Träger zu kennen und schon beim Aufnahmeprogramm der Versuchsflächen zu

berücksichtigen, um zu gewährleisten, dass nicht nur naturale Ergebnisse herauskommen, sondern zum Beispiel auch sozioökonomische.

**J. H. Reichholf:** Habe ich Sie richtig verstanden, dass am gleichen Standort ganz unterschiedliche Jahreszuwächse zustande kommen können, obwohl die Bäume den gleichen Außenbedingungen unterworfen sind? Beruht dies auf Wurzel- oder Lichtkonkurrenz?

**H.-J. Klemmt:** Konkurrenz ist ein wesentlicher Faktor, diese resultiert in der sozialen Stellung des Baumes. Das Wachstum von Waldbäumen ist zwar maßgeblich durch den Standort geprägt, daher kommen die zum Teil großen Unterschiede zwischen einzelnen Standorten, aber auch auf dem gleichen Standort sind das Gefüge, die Struktur und der Zuwachs des Bestandes sowie der Zustand des Einzelbaumes entscheidend. So gibt es Bäume, die auf dem gleichen Standort ein ganz unterschiedliches Zuwachsverhalten zeigen können.