

Bedeutung ertragskundlicher Versuchsflächen für neue Waldbaukonzepte

Bayerische Staatsforsten, Forstbetrieb Wasserburg

(Mit 7 Abbildungen und 1 Tabelle)

HEINZ UTSCHIG^{*)}

(Angenommen Dezember 2012)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Waldbaukonzepte; Wachstumstrend; Durchforstungsreaktion; Versuchsflächen; Nullfläche; Mischbestand; Plenterwald; Wachstumsmodelle.

Silvicultural concepts; long term experimental plots; growth trend; thinning effect; untreated reference plot; mixed stand; selection forest; growth models.

1. ANFORDERUNGEN AN MODERNE WALDBAU KONZEPTE

Waldbau soll „die Pflanzenformation Wald so gestalten, dass ihre biologischen Eigenarten erhalten bleiben, aber dem Menschen auf nachhaltige Weise nutzbar werden“ (BURSCHEL und HUSS, 1987, S. 13). Im Laufe der Forstgeschichte haben sich sowohl die technischen Möglichkeiten der Gestaltung als auch die Bedürfnisse der Gesellschaft an den Wald stark verändert (DENGLER, 1990). Daher müssen tradierte Waldbehandlungsprogramme immer wieder neu überdacht und optimiert werden. Darüber hinaus verstärkt der Klimawandel die Notwendigkeit zum Umbau von Reinbeständen zu ungleichaltrigen, angepassten Mischbeständen, für die erst Behandlungsempfehlungen entwickelt werden müssen (UTSCHIG, NEUFANGER und ZANKER, 2011).

Bisher waren Waldbaukonzepte für Altersklassenwälder gültig, wobei es jeweils eigene Konzepte für die Durchforstung und die Verjüngung der Bestände gab. Sie waren jeweils optimiert für einzelne Baumarten. Häufig wurde eine hohe Massenleistung angestrebt, wobei die Stabilität ein wichtiges Erziehungsziel war. Die Einzelbaumdimension sollte gesteigert werden und der Vermeidung von Defizitsortimenten kam eine hohe Bedeutung zu (DENGLER, 1990).

Neue Anforderungen an Waldbaukonzepte kommen durch die Erfordernisse zum Waldumbau und die Prinzipien eines naturnahen Waldbaus hinzu. Die Konzepte sollen sowohl für die Überführung gleichaltriger Reinbestände als auch für Mischbestände geeignet sein und

die Entwicklung zu einer stärkeren Ungleichaltrigkeit ermöglichen. Dementsprechend kommt der Integration der Verjüngungsphase in die Konzepte eine große Bedeutung zu. Darüber hinaus wird Strukturreichtum angestrebt. Die Eingriffsstärke soll hinsichtlich Wertleistung und Zuwachs optimiert sein, zugleich stetige Nutzungen ermöglichen und Naturschutzaspekte adäquat berücksichtigen (UTSCHIG, NEUFANGER und ZANKER, 2011).

Die Bayerischen Staatsforsten erstellen derzeit für die wichtigsten Baumartenmischungen neue Behandlungskonzepte, die diese Anforderungen möglichst wirksam integrieren. Die Entscheidungen werden durch aktuelle Daten aus dem forstlichen Informationssystem der Versuchsflächen über die Auswirkung von Klimawandel, Eingriffsstärke und Baumartenmischung wesentlich unterstützt (BaySF, 2009, 2011).

2. AKTUELLER INFORMATIONSGEHALT VON KLASSISCHEN VERSUCHSFLÄCHENDATEN

2.1 Bedeutung von Nullflächen

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts gibt es systematische Versuchsflächenanlagen in Deutschland (PRETZSCH, 2009). Ein Teil dieser Flächen wird bis heute beobachtet (PRETZSCH, UTSCHIG, BACHMANN, 2002). Diese klassischen Versuchsflächen haben meist einen dreigliedrigen Versuchsaufbau, eine Parzelle ohne Behandlung (Nullfläche oder A-Grad) und mindestens zwei unterschiedlich stark behandelte Parzellen, z.B. mäßige und starke Niederdurchforstung (B- und C-Grad) zur Beobachtung der Auswirkung der Durchforstung.

Ein Beispiel ist die Grundflächenentwicklung auf der Versuchsfläche Fabrikschleichach 015 im Steigerwald (s. Abb. 1). Im Beobachtungszeitraum von 1870 bis 2010 verläuft die Entwicklung der Nullfläche (A-Grad) bis 1950 (Alter 48 bis 128 Jahre) etwa parallel zur Buchen-Ertragstafel SCHOBER mäßige Durchforstung (1975), bei einer Obergrenze von 40 m² Grundfläche. Dann beginnt ein steiler Anstieg auf nahezu 60 m² Stammgrundfläche bis zum Jahr 2010 (Alter 188 Jahre). Dies ist ein eindeutiger Beleg dafür, dass sich die Wuchsbedingungen auf der Versuchsfläche im Beobachtungszeitraum erheblich verbessert haben. Dieses Beispiel spiegelt einen allgemeinen Trend wider (ZINGG, 1996; PRETZSCH, 1996; UTSCHIG, 2000). Einschränkend muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass SCHOBER (1972) bei der Konstruktion der Ertragstafel die Grundflächenhaltung mit Blick auf die Wertleistung der Bestände bei 32 m² Grundfläche gekappt hat.

^{*)} Der Autor: HEINZ UTSCHIG hat von 1986 bis 1989 am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde promoviert. Als Mitarbeiter der Bayerischen Staatsforstverwaltung war er von 1989 bis 2005 an den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde abgeordnet und dort zuständig für die Betreuung des Versuchsbereich A: Ertrags-, Durchforstungs- und Mischbestandsversuche; in den Jahren 1989 bis 1993 unter Leitung von Prof. Dr. Dr. h.c. FRANZ und von 1994 bis 2005 unter Leitung von Prof. Dr. Dr. h.c. PRETZSCH. Seit 2005 ist er bei den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) tätig, derzeit Leiter des Forstbetriebes Wasserburg und Mitglied in der Arbeitsgruppe Waldbau der BaySF. E-Mail: heinz.utschig@baysf.de.

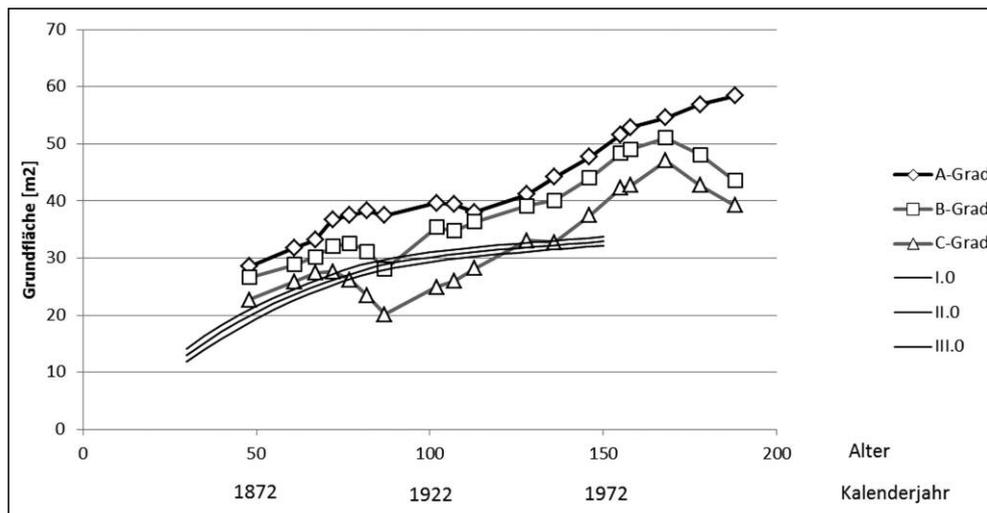


Abb. 1

Grundflächenentwicklung Fabrikschleichach 015 von 1870–2010, Alter 48 bis 188 Jahre, für die drei Behandlungsvarianten A-, B- und C-Grad im Vergleich zur Ertragstafel SCHOBERS (1975).

Development of the stand basal area on the European beech thinning trial Fabrikschleichach 015 for the A, B and C grade are presented respectively. The curve of SCHOBERS's (1975) European beech yield tables, moderate thinning for the I., II., and III. site classes is provided for reference.

Ertragstafeln sind somit heute nur noch bedingt für die Beurteilung von langfristigen Wachstumsreaktionen geeignet, da sie aktuelle Wachstumstrends nicht abbilden können. Vor diesem Hintergrund sind Nullflächen unentbehrliche Referenzflächen für eine ungestörte oder zumindest eine nicht von Durchforstung beeinflusste Bestandsentwicklung (Kenngrößen: Höhe, Durchmesser, Grundfläche, Vorrat, Zuwachs).

2.2 Trennung von Durchforstungsreaktion und großräumigem Wachstumstrend

Der Mitführung von Nullflächen als Interpretationshilfe für Wachstumsreaktionen kommt eine große Bedeutung zu (ASSMANN, 1961, PRETZSCH, 2002). Im Lichte des Klimawandels zeigen sie sich als besondere wichtig (PRETZSCH und UTSCHIG, 2000; PRETZSCH, 2004),

da sich das Waldwachstum großräumig ändert. Nur mit ihrer Hilfe ist es möglich, die Durchforstungsreaktion in einem Waldbestand von dem großräumigen Wachstumstrend zu trennen (PRETZSCH, 2004). Ohne Berücksichtigung des Wachstumstrends wird die Durchforstungsreaktion überschätzt (PRETZSCH, UTSCHIG und BACHMANN, 2002). Ohne A-Grad gibt es keine echte Referenz.

In einer zusammenfassenden Studie hat PRETZSCH (2004) versucht, auf allen verfügbaren bayerischen Versuchsflächen, die sowohl über unbehandelte als auch behandelte Versuchspartellen verfügen, eine Trennung von Wachstumstrend und Durchforstungsreaktion vorzunehmen. Als Ergebnis (Tab. 1) kann man festhalten, dass der Gesamteffekt der Zuwachsänderung bei der Kiefer mit +42% am höchsten und bei der Eiche mit

Tab. 1

Steigerung des mittleren Stammvolumens über Durchforstung bzw. Umweltveränderung (Alter 100) (PRETZSCH, 2004).

Increase of the mean stem volume in relation to thinning effect respectively environmental change (tree age 100 years) (PRETZSCH, 2004).

	Fichte <i>n</i> = 15	Buche <i>n</i> = 16	Kiefer <i>n</i> = 8	Eiche <i>n</i> = 15
Durchforstungseffekt in %	+ 9 (±4)	+18 (±9)	+ 9 (±19)	+10 (±7)
Umwelteffekt in %	+27 (±5)	+12 (±10)	+33 (±7)	+12 (±9)
Gesamteffekt in %	+36	+30	+42	+22
Versuchsflächen	SAC 2, SAC 3, DEN 5, SAC 67, SAC 68, EGL 72, EGL 73, DEN84, WES 87, ADE 96, WOL 97, EGL 98, MIT 101, ZWI 111, WBU 613	WAB 14, FAB 15, ELM 20, LOH 24, HAI 25, ROT 26, HAI 27, WAB 41, STA 91, MIT 101, WAB 105, WAB 106, ZWI 111, HEG 232, BIS 312	SLU 49, SLU 50, BAY 52, KUL 53, SNA 56, SNA 57, SNA 58, FLA 79	ILL 38, ILL 39, LOH 60, ELM 62, ELM 63, WAL 88, ROH 90, RIM 102, WAB 105, WAB 106, BIS 311, ROH 620

+22% am niedrigsten ausfällt. Fichte und Kiefer zeigen einen besonders hohen Anteil des Umwelteffektes an der Gesamtveränderung während bei der Buche der Durchforstungseffekt am stärksten ausgeprägt ist. Einschränkend muss hierzu aber angemerkt werden, dass die Mehrzahl der langfristig beobachteten Versuche in einem relativ späten Bestandesalter angelegt wurden, so dass die Durchforstungseffekte in diesen Flächen eher unterschätzt werden (vgl. NAGEL und SPELLMANN, 2008).

2.3 Abschätzung der Durchforstungswirkung in Beständen

Es gibt eine Vielzahl von Einzeluntersuchungen über die Auswirkung der Durchforstung auf das Einzelbaum- und Bestandswachstum. In einer Querschnittsauswertung haben NICKEL, KLEMMT und PRETZSCH (2007) den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen Standortsgüte und Reaktion eines Buchenbestandes auf unterschiedliche Eingriffsstärken dargestellt (Abb. 2). Auf einem guten Standort können starke Eingriffe durch Mehrzuwachs der verbleibenden Bäume in einem weiten Bereich kompensiert werden. Auf schlechteren Standorten hingegen ist dies wegen der Nährstofflimitierung nur eingeschränkt möglich.

2.4 Erweiterung des Informationsgehaltes von Versuchsflächen

Auf modern geführten Versuchsflächen werden heute neben den flächenbezogenen Informationen auch zahl-

reiche auf den Einzelbaum zielende Informationen wie z. B. x-y-Koordinaten oder Kroneninformationen (Kronenansatzhöhe, Kronenradien) erhoben. Häufig wurden ältere Versuchsflächen um diese Informationsgehalte ergänzt und damit erheblich aufgewertet. Die Informationen, die die Wuchskonstellation des Einzelbaumes

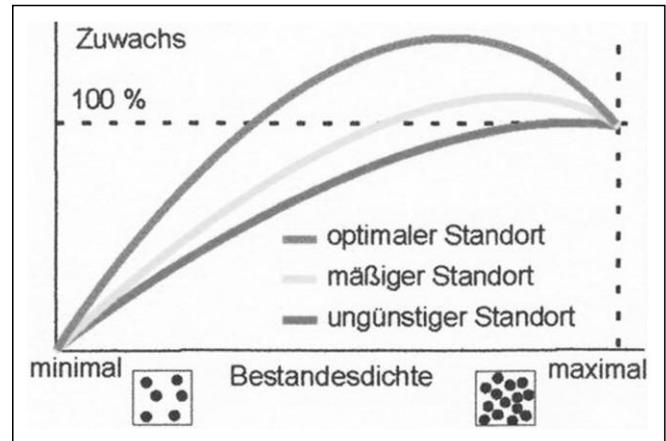


Abb. 2

Zusammenhang zwischen Bestandesdichte und Zuwachs in Abhängigkeit von den standörtlichen Verhältnissen (NICKEL, KLEMMT und PRETZSCH, 2007).

Correlation between stand density and stand increment in dependence to site quality (NICKEL, KLEMMT und PRETZSCH, 2007).

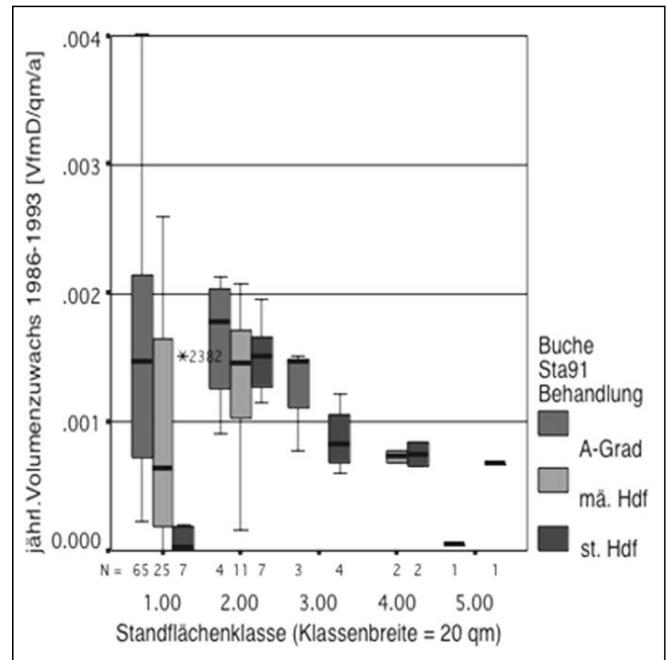
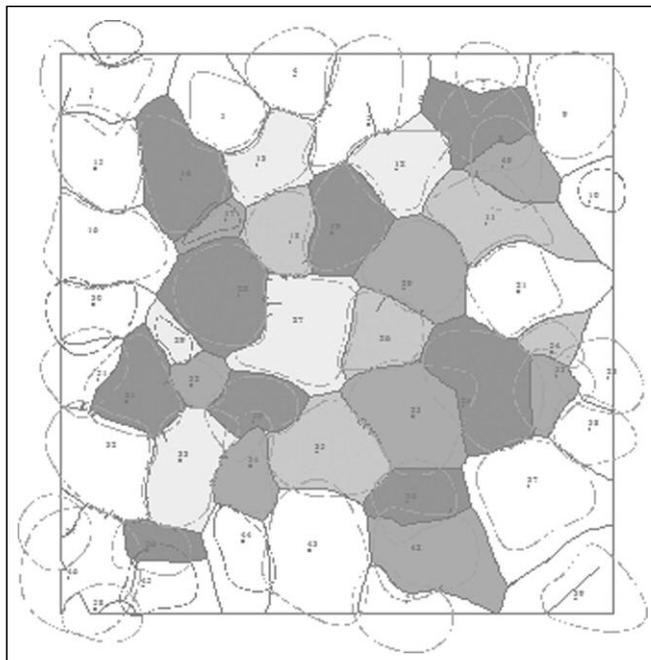


Abb. 3

Links: Standflächenkarte Fabrikschleichach Parzelle 4 Lichtung. Rechts: Buchen-Versuchsfläche Starnberg 91 (Sta91). Dargestellt ist die Standraumeffizienz für unterschiedliche Standflächenklassen bei unterschiedlich starker Behandlung.

Die Standfläche der Einzelbäume wurde in Klassen mit einer Breite von jeweils 20 m² eingeteilt. (1=0_19,9 m², 2=20_39,9 m², 3=40_59,9 m², 4=60_79 m², 5=≥ 80 m²) (aus UTSCHIG, 2002).

Left side: Map detail of the long-term trial Fabrikschleichach 15, plot 4, the calculated ground area for each stem is shown. Right side: Long-term trial Starnberg 91: Current annual volume increment of trees within different growing space classes in dependence on thinning intensity. The growing space classes are distinguished as follows: 1=0_19,9 m², 2=20_39,9 m², 3=40_59,9 m², 4=60_79 m², 5=≥ 80 m² (from UTSCHIG, 2002).

beschreiben (Abstand zu den benachbarten Bäumen, Kronendimension), können dazu genutzt werden, die Frage der Standraumeffizienz auf Einzelbaumbasis zu untersuchen (UTSCHIG, 2002).

Der Standraum wird dabei als die einem Einzelbaum zur Verfügung stehende Fläche verstanden, die sich aus der Summe seiner Kronenschirmfläche und den proportional zu seinen Dimensionen und denjenigen seiner Nachbarn verteilten freien Restflächen im Bestand ergeben, abzüglich der mehrfach überschirmten Teilflächen (s. Abb. 3, links). Setzt man den Einzelbaumzuwachs in einer Periode ins Verhältnis zu seinem Standraum, so lässt sich daraus seine Standraumeffizienz herleiten (UTSCHIG, 2002). Kleinere und mittlere Kronen haben in der Regel eine höhere Standflächeneffizienz als großkronige Bäume (Abb. 3 rechts).

2.5 Bewertung der Durchforstungswirkung in Beständen

Bei der Auswertung von Durchforstungsversuchen ist die Wechselwirkung zwischen dem Grad der Durchmessersteigerung am Einzelbaum und den ggf. festzustellenden flächenbezogenen Zuwachsverlusten durch geringere Stammzahlhaltungen zu beachten (UTSCHIG, 2000; PRETZSCH, UTSCHIG, BACHMANN, 2002). Der Begriff des Trade-offs (PRETZSCH und SCHÜTZE, 2005, UTSCHIG, NEUFANGER und ZANKER, 2011) hilft diese gegensätzlichen Tendenzen einzuwerten. Das Resultat ist die Abwägung des „Gewinnes“ auf der Einzelbaumseite (Wertsteigerung, Dimensionssteigerung, Stabilitäts-erhöhung) und des „Verlustes“ auf der Bestandsebene (Standraumeffizienz, flächenbezogener Zuwachs, Flächenproduktivität). Die Resultate der Auswertungen sind je nach Alter, Baumart, Standortgüte und Eingriffsstärke recht unterschiedlich (NICKEL et al., 2008; Nickel, KLEMMT, PRETZSCH, 2006, 2004). Die beschränkte Wirkung von Durchforstungseingriffen (PRETZSCH, UTSCHIG und BACHMANN, 2002) beeinflusst sowohl den Grad der zweckmäßigen Eingriffsstärke als auch die Durch-

forstungsintensität (Beginn und Wiederkehr der Durchforstungen) in Waldbaukonzepten (BaySF, 2009, 2011).

Für eine umfassende Beurteilung der Bestandesbehandlung sind neben den ertragskundlichen Kenngrößen Überlegungen zur Wertleistung von großer Bedeutung. So ist es möglich, dass Zuwachsverluste durch die Erhöhung der Wertleistung kompensiert werden können (ZINGG, 2011).

3. INFORMATIONEN AUS MISCHBESTANDS- UND PLENTERWALDVERSUCHEN

Klassische Versuchsflächen untersuchen das Wachstum einer Baumart bei unterschiedlicher Behandlung. Bereits ASSMANN (1961) hat auf die Bedeutung von Mischbestands- und Plenterwaldversuche hingewiesen. Von besonderem Interesse ist dabei die Auswirkung der Struktur und Mischung auf die Bestandesdynamik.

Im Buchen-Edellaubholz-Plenterwald Langula (GEROLD und RÖHLE, 2007) konnten die Autoren zeigen, welche Auswirkung die unterschiedlichen Strukturen der Parzellen auf die Bestandesdynamik haben. Die Auswertung des Volumenzuwachses der verschiedenen strukturierten Parzellen zu verschiedenen Aufnahmezeitpunkten über der mittleren Vorratshaltung in den Zuwachsperioden ergab bei einer mittleren Vorratshaltung von 300 bis 400 m³ (Vorratsfestmeter Derbholz) eine optimale Höhe des Volumenzuwachses (Abb. 4). Liegt die mittlere Vorratshaltung über oder unter diesem Wertebereich sinkt der Zuwachs in dieser Untersuchung deutlich ab. Diese Zuwachsabnahme konnte ZINGG et al. (2009) in schweizerischen Plenterwäldern allerdings nicht feststellen. Bestätigt wird durch ZINGG et al. (2009), dass in strukturierten Wäldern relativ unabhängig von der Vorratshöhe ein hoher Zuwachs geleistet wird.

Für Fichten-Buchen-Mischbestände haben PRETZSCH et al. (2012) die Auswirkung der Mischung auf die Bestandsdynamik quantifiziert. Datengrundlage hierfür

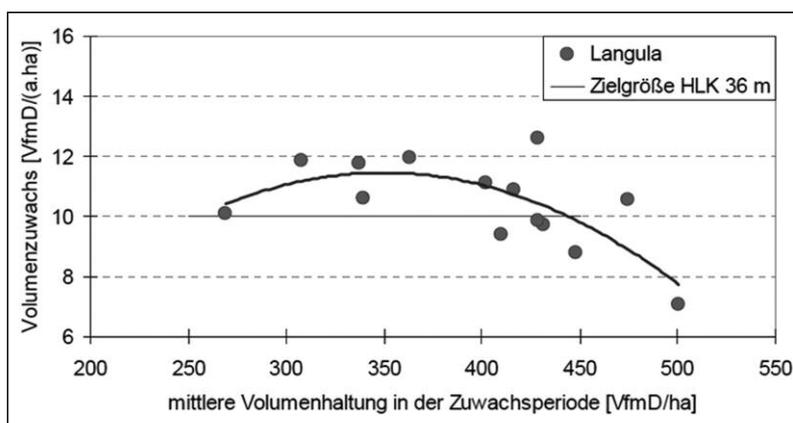


Abb. 4

Buchen-Edellaubholz-Plenterwald Langula, dargestellt ist der Volumenzuwachs in Abhängigkeit von der mittleren Vorratshaltung (aus GEROLD und RÖHLE, 2007).

Beech- and deciduous tree selection forest Langula, the volume increment in dependence to the mean average standing timber volume in a survey period is shown (from GEROLD und RÖHLE, 2007).

waren alle verfügbaren Mischbestandsversuchsflächen in Deutschland und seinen Nachbarländern. Damit konnte ein Datensatz ausgewertet werden, der ein sehr breites Mischungsspektrum aufweist. Als Ergebnis dieser Studie lässt sich festhalten, dass die Produktivität an Trockensubstanz im Mischbestand um bis zu 20% höher ist als in den jeweiligen Reinbeständen (Abb. 5). Die Fichte zeigt eher einen neutralen Mischungseffekt während die Buche deutlich von der Mischung profitieren kann. Dies ist an der positiven Abweichung der Buche von der gestrichelten Linie erkennbar.

Welche Hinweise zur Behandlung von strukturierten Beständen ergeben sich daraus? Der Sicherung einer hohen Produktivität in strukturierten Beständen durch angemessene Vorratshöhen kommt eine große Bedeutung zu. Gleichzeitig muss durch eine Vorratsobergrenze der Strukturerthalt und die Verjüngungsmöglichkeit für weniger schattenertagende Baumarten als der Buche gesichert werden (SCHÜTZ, 2001). Ist bekannt, ob die beteiligten Baumarten durch Mehr- oder Minderleistung in der Mischung reagieren (Trockensubstanz oder Volumenleistung) kann zusätzlich die Mischungsform optimiert werden. Sie hat einen entscheidenden Einfluss auf die Qualitätsentwicklung der Bestände und den Pflegeaufwand, da es i. d. R. keine spannungsfreien Mischungen gibt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Erhöhung der Resilienz (Reaktionsvermögen auf Störungen) durch Strukturierung und Mischung von Beständen (PRETZSCH, 2003).

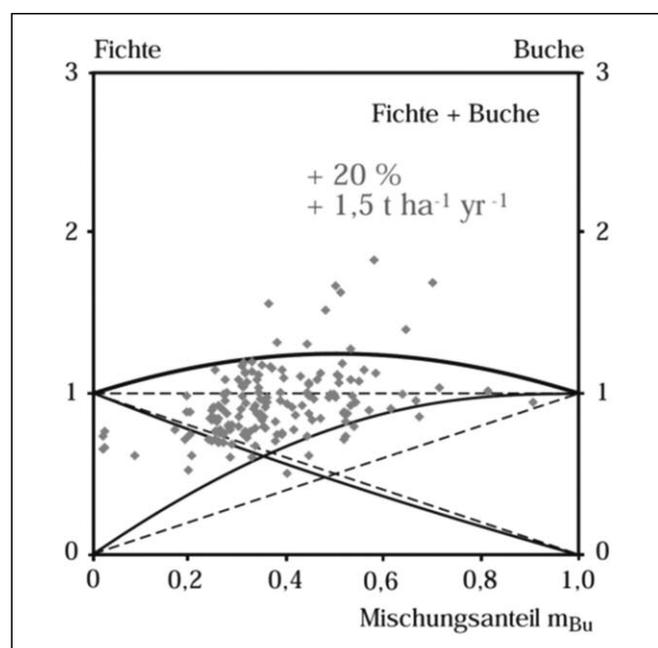


Abb. 5

Auswirkung der Mischung auf die Bestandesdynamik von Fichten-Buchen Mischbeständen (PRETZSCH et al., 2010).

Die gestrichelten Linien zeigen den Verlauf bei neutralem Mischungseffekt, Abweichungen davon nach oben bedeuten einen Mehrzuwachs durch Mischung.

Mixture effects in mixed stands of Norway spruce and European beech (PRETZSCH et al., 2010). The dashed lines show a neutral mixture effect, deviation above this line show a beneficial response to species mixing.

4. VALIDIERUNG VON WALDBAUKONZEPTEN

Bereits seit Anfang der neunziger Jahre laufen am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU-München die Entwicklungsarbeiten am Waldwachstumsmodell SILVA. Mit diesem computergestützten Wuchsmodell ist es möglich, die Bestandsentwicklung von Waldbeständen auf der Grundlage des Wachstums von Einzelbäumen für Rein- und Mischbestände zu prognostizieren (PRETZSCH, 2001). Das Wuchsmodell SILVA wird im Unternehmen Bayerische Staatsforsten für die Überprüfung und Beurteilung von waldbaulichen Nutzungsstrategien eingesetzt (BaySF, 2011).

Die langfristigen Versuchsflächen sind Teil der Datengrundlage für die Parametrisierung von Wuchsmodellen, die in den letzten Jahren durch die Anlage zahlreicher Mischbestandswuchsreihen wesentlich erweitert wurde. In letzter Konsequenz sind in den Wuchsmodellen Einzelbefunde und Erkenntnisse aus Versuchsflächen zu Gesetzmäßigkeiten verdichtet, die bestimmten Theorien folgen (PRETZSCH, 2009).

Mit einem Wuchsmodell kann sowohl die Entwicklung typischer flächenbezogener Kenngrößen (Grundfläche, Vorrat, laufender Volumenzuwachs) als auch die Entwicklung von Einzelbaumgrößen (Durchmesser, Höhe, Kronendimension) für ein vorgegebenes waldbauliches Behandlungsprogramm berechnet werden (Abb. 6). Damit ist es möglich, bereits in der Entwicklungsphase eines Behandlungsprogramms Optimierungs- und Validierungsschritte durchzuführen (PRETZSCH, 2009; BaySF, 2011).

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Versuchsflächen haben zunächst das Ziel, das Wachstum von Waldbeständen unter definierten Bedingungen zu beschreiben. Wegen der langen Laufzeit von Versuchsflächen kommen in der Beobachtungszeit viele neue Fragestellungen hinzu, ohne dass die alten Fragen endgültig beantwortet sind. Deswegen dürfen Versuchsflächenauswertungen nicht im Bereich der Deskription stecken bleiben. Nur eine periodische umfassende Querschnittsauswertung ermöglicht, dass durch Generalisierung und Abstraktion Gesetzmäßigkeiten herausgearbeitet, Modelle entwickelt und Theorien bestätigt oder verworfen werden (Abb. 7), die über die eigentliche Versuchsfragestellung hinaus das Wachstum in Waldbeständen erklärbar machen (PRETZSCH, UTSCHIG, BACHMANN, 2002).

Der Wert langfristiger Versuchsreihen steigt mit zunehmender Beobachtungsdauer und Auflösung der erhobenen Daten. Informationen zu Wachstumstrend, Wirkung der Durchforstung oder Analyse der Gesamtproduktion können erst nach längerer Beobachtung gewonnen werden. Aus den gewonnenen Daten kann z. B. eine umfassende Lebenszyklusanalyse der oberirdischen Holzproduktion erstellt werden. Mischbestandswuchsreihen und Versuche in strukturierten Waldbeständen sind eine wichtige Informationsquelle für die Behandlung unserer heranwachsenden Mischbestände. Wuchsmodelle sind somit ein unverzichtbarer Baustein zur Erkenntnisverdichtung walddachstumskundlicher Ein-

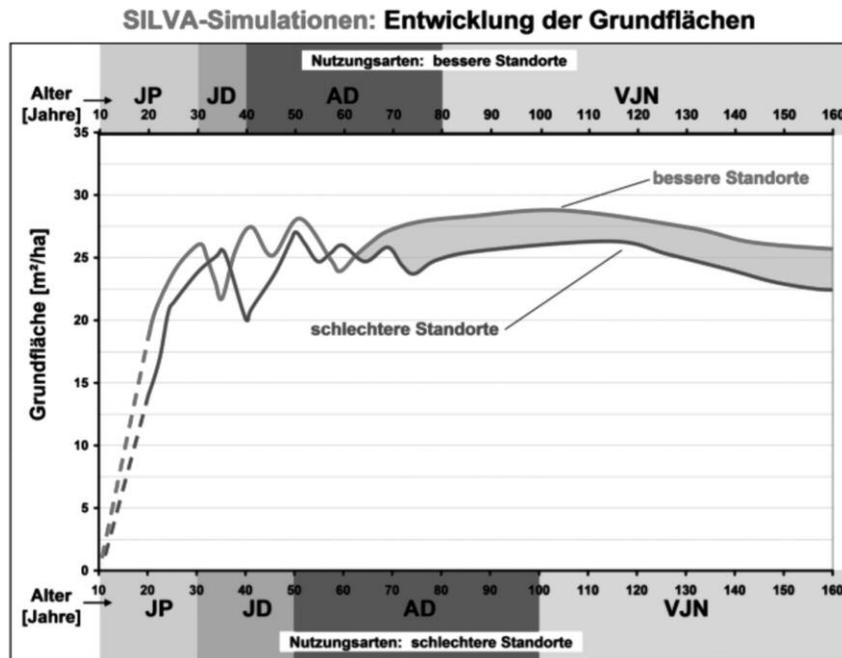


Abb. 6

Validierung des Buchenkonzepts der BaySF (2011) mit dem Wuchsmodell Silva. Beispielhaft dargestellt ist die prognostizierte Entwicklung der Grundflächenhaltung für bessere und schlechtere Standorte über dem Bestandesalter und in den einzelnen Nutzungsarten (aus BaySF, 2011).

Validation of the BaySF management concept for European beech (2011) with the growth model Silva. For an example the prognosis for stand basal area development is shown over production time for lower and higher site quality.

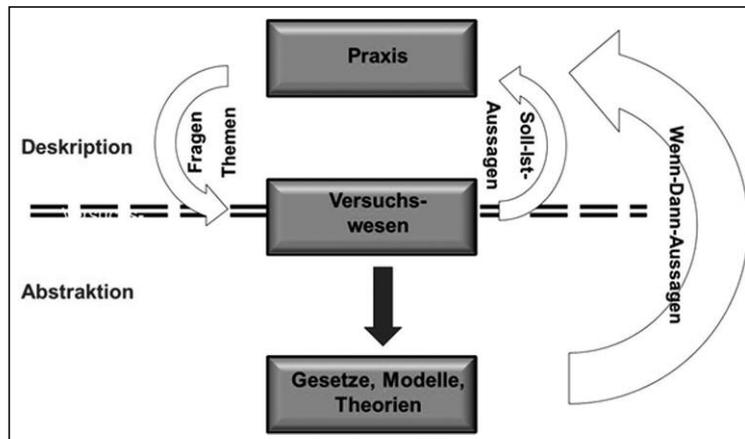


Abb. 7

Wechselwirkung zwischen ertragskundlichem Versuchswesen und der Praxis (verändert nach PRETZSCH, UTSCHIG, BACHMANN, 2002).

Interaction between long-term growth and yield research and forest practice (from PRETZSCH, UTSCHIG and BACHMANN, 2002, modified).

zelfunde (PRETZSCH, 2009). Neben der reinen Prognose können Wuchsmodelle auch zur Fortschreibung von definierten Bestandsentwicklungen, z.B. von Versuchsflächen mit bereits längerer Laufzeit verwendet werden, um die Ergebnisse der Versuchsreihe rascher abschätzen zu können.

Betrachtet man den Erkenntnisfortschritt der letzten Jahrzehnte (PRETZSCH, 2009), dann können optimierte

Behandlungsprogramme nur mit Berücksichtigung aktueller Wachstumstrends und der neuen Erkenntnissen zu Standraum und Produktivität im Rein- und Mischbestand erstellt werden. Eine ausreichende finanzielle und personelle Ausstattung der Institutionen, die Versuchsflächen beobachten, ist unerlässlich, um die aufwändige Betreuung, Datenerhebung und Auswertung sicherzustellen.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung von neuen Waldbaukonzepten muss auf veränderte Rahmenbedingungen Rücksicht nehmen. Der Übergang zu strukturierten und gemischten Beständen, die Stetigkeit der Nutzungen, die Reaktion von Waldbeständen auf den Klimawandel und die geänderten Bedürfnisse der Gesellschaft sind Beispiele hierfür. Dazu ist es notwendig, dass aktuelle Erkenntnisse aus dem forstlichen Informationssystem der Versuchsfelder über die Auswirkung von Klimawandel, Eingriffsstärke, Struktur und Baumartenmischung vorliegen.

Klassische Versuchsfelder in Reinbeständen werden seit ca. 140 Jahren angelegt und beobachtet. Häufig ist eine unbehandelte Vergleichsparzelle integriert, die wertvolle Informationen zum Wachstumstrend der jeweiligen Baumart liefert. Davon zu unterscheiden ist der Durchforstungseffekt, der nur von der Eingriffsstärke des Behandlungsprogramms abhängt. Erfolgt keine Trennung von Wachstumstrend und Durchforstungseffekt wird die Durchforstungswirkung deutlich überschätzt.

Querschnittsauswertungen zeigen, dass die Durchforstungsreaktion stark von der Standortgüte abhängt. Das Reaktionsvermögen von Waldbeständen auf Durchforstungseingriffe nimmt mit sinkender Standortgüte ab. Werden Versuchsfelder durch einzelbaumorientierte Informationen erweitert (Stammfußposition und Kronengröße) ist es möglich, auf Einzelbaumbasis die Standraumeffizienz unterschiedlicher Baumkollektive zu bewerten.

Mischbestands- und Plenterwaldversuche zeigen, wie das Wachstum der Bestände von der Bestandesstruktur, der Mischung und dem aufstockenden Holzvorrat beeinflusst wird. Im Plenterwald gibt es einen breiten Vorratsbereich, in dem hohe Zuwächse geleistet werden können. In Mischbestandsversuchen kann der Frage nachgegangen werden, ob die Mischung bestimmter Baumarten zu Mehr- oder Minderleistungen im Bestand führt. Bei der Mischung Buche und Fichte ist eine Mehrleistung an Trockenmasse von bis zu 20% im Vergleich zu den Reinbeständen zu beobachten.

Versuchsfelderdaten dienen der Konstruktion oder der Validierung von Wachstumsmodellen. Diese Wachstumsmodelle sind eine wichtige Grundlage zur Überprüfung von Handlungsoptionen bevor sie in der Praxis umgesetzt werden.

Bei der Auswertung von Versuchsfeldern ist es besonders wichtig, dass die Ergebnisse von Versuchsfeldern nicht in „wenn-dann-Aussagen“ stecken bleiben, sondern dass sie genutzt werden, um allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten herauszuarbeiten und Theorien abzuleiten. Dann haben Versuchsfelder auch weiterhin für den Erkenntnisgewinn eine sehr hohe Bedeutung.

Für die Erstellung moderner Waldbaukonzepte sind die aktuellen Erkenntnisse aus den Versuchsfeldern ein unverzichtbarer Baustein. Eine ausreichende finanzielle und personelle Ausstattung der Institutionen, die Versuchsfelder beobachten ist hierfür unerlässlich.

7. SUMMARY

Title of the paper: *Relevance of Long Term Experimental Plots for the Design of New Silvicultural Concepts.*

The design of silvicultural concepts requires the consideration of altered surrounding conditions. Examples for changed conditions are the transition to more structured and mixed stands, the continuity in exploitation, the response of forest stands to climatic change and the shift of public demands on the forest. Up to date findings from the forest information system of long term experimental plots about impacts of climatic change, cutting intensity and tree species composition are needed to evaluate these changes.

Conventional long term experimental plots in pure stands are established and monitored since 140 years. Frequently an untreated reference plot, that delivers valuable information about the growth trend of the species, is integrated (*Fig. 1*). The growth trend has to be distinguished from the thinning effect, which only depends on the thinning intensity of the treatment program. Without separation of growth trend and thinning effect the impact of thinning is overestimated (*Tab. 1*).

Cross sectional studies show that the growth reaction after thinning strongly depends on the site properties (*Fig. 2*). The reactivity of forest stands on thinning is reduced with decreasing site quality. Extending long term experimental plot information by single-tree data (position of the root collar and crown dimension) enables the evaluation of growing space efficiency of different tree collectives on single-tree level (*Fig. 3*).

Tests in mixed stands and selection forests show the influence of stand structure, mixture and standing timber volume on stand growth. In selection forests there is a wide range of standing timber volume where increment is on a high level (*Fig. 4*). Mixed-stand tests offer the opportunity to investigate if the mixture of certain species leads to increasing or decreasing growth performance. In mixed stands of beech and spruce an increase of growth rate up to 20% in comparison to pure stands can be expected (*Fig. 5*).

Data of long term experimental plots are used for the design or validation of growth models. These models are fundamental for the validation of silvicultural concepts before testing them in practice (*Fig. 6*).

In the data analysis of long term experimental plots it is crucial not to get stuck in "if-then"-statements but using them to deduct generally valid norms and theories (*Fig. 7*). If this is achieved the long term experimental plots stay of high relevance for research.

Recent findings from the long term experimental plots are essential for the design of modern silvicultural concepts. Hopefully the forest research facilities stay equipped with sufficient personnel and funds to ensure future maintenance, data acquisition and analysis.

8. RÉSUMÉ

Titre de l'article: *Importance de parcelles de recherche en production forestière pour de nouveaux concepts sylvicoles.*

Le développement de nouveaux concepts sylvicoles doit prendre en considération des conditions de base modifiées. La transition vers des peuplements structurés et mélangés, la permanence des récoltes, la réaction des peuplements forestiers au changement climatique et aux besoins modifiés de la société en sont des exemples. Dans cette optique il est nécessaire de présenter les connaissances actuelles issues du système d'information forestier des parcelles de recherche au sujet des retentissements du changement climatique, de l'intensité du marquage en éclaircies, de la structure et du mélange d'espèces.

Les parcelles de recherche classiques en peuplements monospécifiques ont été installées il y a environ 140 ans et suivies depuis lors. Souvent il y est intégré une parcelle témoin non exploitée qui livre une information précieuse sur la dynamique de croissance de chaque espèce. De cela il faut différencier l'effet d'éclaircie qui dépend seulement de l'intensité du marquage du programme de gestion. L'absence de distinction entre la dynamique de croissance et l'effet d'éclaircie revient à surestimer l'action de l'éclaircie.

Un aperçu de l'analyse des données montre que la réaction de l'éclaircie est fortement liée à la fertilité de la station. La capacité de réaction de peuplements forestiers aux interventions en éclaircie diminue avec la diminution de la fertilité stationnelle. Si les parcelles de recherche sont réutilisées pour une nouvelle prise de mesures concernant chaque arbre (plan de situation des arbres avec leurs coordonnées et taille des houppiers), il est possible d'évaluer, sur la base de chaque arbre, l'efficacité spatiale de différents collectifs d'arbres.

Les essais réalisés dans des peuplements mélangés et en futaie jardinée montrent comme la croissance des peuplements est influencée par la structure du peuplement, le mélange et le volume de bois sur pied en réserve. En futaie jardinée il y a une large fourchette de réserves dans lesquels de hauts accroissements peuvent se réaliser. Dans les essais en peuplements mélangés il peut en découler la question de savoir si le mélange de certaines espèces ligneuses entraîne un accroissement ou une diminution de production. Avec le mélange hêtre-épicéa on observe une augmentation de production de substance sèche jusqu'à 20% de plus que dans les peuplements monospécifiques.

Les données des parcelles de recherche servent à la construction ou à la validation de modèles de croissance. Ces modèles de croissance représentent une base importante pour le contrôle des options d'actions avant qu'elles soient transférées à la pratique.

Au moment de l'analyse des parcelles de recherche il est particulièrement important que les résultats des parcelles de recherche ne restent pas enfermés dans un «si-alors-on dit», mais qu'elles soient utilisées pour faire naître des légitimités valables de manière générale et pour en déduire des théories. Alors, en plus, les parcelles de recherche prennent une très grande importance pour un gain en connaissances également.

Pour la mise au point de concepts sylvicoles modernes, les connaissances actuelles issues des parcelles de recherches sont une pierre de base incontournable. Une

dotation suffisante en finances et en personnel des institutions qui suivent les parcelles de recherche, est pour cela indispensable.

9. LITERATUR

- ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft München, 490 S.
- BAYSF (2009): Waldbauhandbuch Bayerische Staatsforsten. Bewirtschaftung von Fichten- und Fichtenbuchenmischbeständen im Bayerischen Staatswald. Bayerische Staatsforsten, Regensburg, 81 Seiten.
- BAYSF (2011): Waldbauhandbuch Bayerische Staatsforsten. Bewirtschaftung von Buchen- und Buchenmischbeständen im Bayerischen Staatswald. Bayerische Staatsforsten, Regensburg, 98 S.
- BURSCHEL, P. und J. HUSS (1987): Grundriss des Waldbaus, Paul Parey, Hamburg und Berlin, 352 S.
- DENGLER, A (1990): Waldbau Band 2, Paul Parey, 314 S.
- GEROLD, D. und H. RÖHLE (2008): Wuchsdynamik von Buchen-Plenterwäldern im Hainich. Mitteilungen der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, S. 26–41.
- NAGEL, R.-V. U. und H. SPELLMANN (2008): Wachstum, Behandlung und Ertrag von Reinbeständen der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) in Nordwestdeutschland. In: Nordwestdt. Forstl. Versuchsanstalt (Hrsg.) 2008: Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche. Beiträge aus der Nordwestdt. Forstl. Versuchsanstalt, Band 3, 221–265.
- NICKEL, M., H. J. KLEMMT, TH. SEIFERT, E. UHL und H. PRETZSCH (2008): Wachstum der Fichte je nach Ausgangsstammzahl und Behandlung. AFZ-Der Wald, H. 21, S. 1146–1151.
- NICKEL, M., H. KLEMMT und H. PRETZSCH (2007): Durchforstungsreaktionen der Buche. AFZ-DerWald, H. 13, S. 676–679.
- PRETZSCH, H. (2009): Forest dynamics, growth and yield. From measurement to model, Springer, Berlin, Heidelberg, 664 p.
- PRETZSCH, H. (2003): Diversität und Produktivität von Wäldern. AFJZ, Jg. 174, H. 5–6, S. 88–98.
- PRETZSCH, H. (2006): Von der Standflächeneffizienz der Bäume zur Dichte-Zuwachs-Beziehung des Bestandes. Beitrag zur Integration von Baum- und Bestandesebene. AFJZ, Jg. 177, H. 10, S. 188–199.
- PRETZSCH, H., H. UTSCHIG und M. BACHMANN (2002): Innovation durch Kontinuität – Das ertragskundliche Versuchswesen in Bayern. In: BLEYMÜLLER, H. et al. (Hrsg.). 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung – Rückblicke, Einblicke, Ausblicke. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, Seiten 425–443.
- PRETZSCH, H. (2004): Gesetzmäßigkeiten zwischen Bestandesdichte und Zuwachs. Lösungsansatz am Beispiel von Reinbeständen aus Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.) und Buche (*Fagus sylvatica* L.). Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. 175. Jg., Heft 12, S. 225–234.
- PRETZSCH, H. and G. SCHÜTZE (2005): Crown allometry and growing space efficiency of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) in pure and mixed stands. Plant Biol. 7: 628–639.
- PRETZSCH, H. (1996): Growth Trend of Forests in Southern Germany. In: SPIECKER, H., MIELIKÄINEN, K., KÖHL, M., SKOVSGAARD, J. P. (eds) Growth Trends in European Forests. European Forest Institute Research Report No. 5. Berlin, Heidelberg, Springer. 107–131.

- PRETZSCH, H. (2001): Modellierung des Waldwachstums, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 341 S.
- PRETZSCH, H. (2002): Grundlagen der Waldwachstumsforschung, Blackwell Verlag, S. 414
- PRETZSCH, H. (2004): Der Zeitfaktor in der Waldwachstumsforschung, in LWF Wissen Nr. 47, S. 11–30.
- PRETZSCH, H., J. BLOCK, J. DIELER, P. H. DONG, U. KOHNLE, J. NAAGEL, H. SPELLMANN und A. ZINGG (2010): Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Annals of Forest Science* 67: 712.
- PRETZSCH, H. und H. UTSCHIG (2000): Wachstumstrends der Fichte in Bayern., Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten, München H. 49, 170 S.
- SCHOBER, R. (1975): Ertragstabellen wichtiger Baumarten. JD Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- SCHOBER, R. (1972): Die Rotbuche 1971. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nds. Forstlichen Versuchsanstalt, Bd. 43/44, 333 S.
- SCHÜTZ, J. P. (2001): Der Plenterwald, Paul Parey, 207 Seiten.
- UTSCHIG, H. (2002): Analyse der Standraumökonomie von Einzelbäumen auf langfristig beobachteten Versuchsfeldern – Methoden, Programmentwicklung und erste Ergebnisse, *Forstw. Cbl.* 121 (2002), S. 335–348.
- UTSCHIG, H. (2000): Wachstum vorherrschender Buchen in Abhängigkeit von Standort und Behandlung, *Forst und Holz*, Jg. 55, H. 2, S. 44–50.
- UTSCHIG, H., M. NEUFANGER und TH. ZANKER (2011): Das 100-Baum-Konzept als Einstieg für Durchforstungsregeln in Mischbeständen, *AFZ*, H. 21, S. 4–6.
- ZINGG, A. (1996): Diameter and Basal Area Increment in Permanent Growth and Yield Plots in Switzerland. In: SPIECKER, H., MIELIKÄINEN, K., KÖHL, M., SKOVSGAARD, J. P. (eds). *Growth Trends in European Forests*. European Forest Institute Research Report No. 5. Berlin, Heidelberg, Springer. 239–265.
- ZINGG, A., F. FRUTIG, A. BÜRGI, R. LEMM, V. ERNI und H. BACHOFEN (2009): Ertragskundliche Leistung in den Plenterwald-Versuchsfeldern der Schweiz, *Schweizerische Zeitung für das Forstwesen*, Jg. 160 H. 6, S. 162–174
- ZINGG, A. (2011): Warum Plentern?. *Wald+Holz* 2011, 12: 23–27.

Kontinuität durch Flexibilität – Standardisierte Datenauswertung im Rahmen eines waldwachstumskundlichen Informationssystems

(Mit 4 Abbildungen)

PETER BIBER^{*)}

(Angenommen April 2013)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Waldwachstumskundliches Informationssystem; Datenauswertung.

Forest growth and yield; scientific information system; data evaluation.

1. WANDEL ALS HERAUSFORDERUNG

Anlässlich einer akademischen Festveranstaltung des Forstwissenschaftlichen Fachbereichs der Universität Göttingen skizziert FRIEDRICH FRANZ am 27. Mai 1987 den technischen und inhaltlichen Rahmen zum Aufbau eines neuzeitlichen Informationssystems für die Forstwirtschaft. Vor dem Hintergrund der Waldschadensdiskussion der 80er Jahre und dem wieder auflebenden

Interesse an Mischbeständen identifiziert er neu entstandenen Informationsbedarf, dem mit den seinerzeit verfügbaren Arbeitsgrundlagen und technischen Mitteln nicht entsprochen werden kann. Daraus entwickelt er das Konzept eines umfassenden Informationssystems, dessen Fertigstellung er in wesentlichen Komponenten nicht vor 2010 für realistisch hält.

Waren die Überlegungen von FRANZ noch hauptsächlich an der forstlichen Produktion und verwandten Zielgrößen orientiert, sieht PRETZSCH schon fünfzehn Jahre später die „... Forstwirtschaft [...] auf dem Weg [...] zu einem umfassenden Waldökosystemmanagement ...“, für das „... Aussagen über Holzqualität, Wertleistung, Stabilität, Naturnähe, Strukturvielfalt, Biodiversität oder Erholungswert ebenso wichtig wie Zuwachs- und Ertragswerte“ sind (PRETZSCH, 2002; S. 14). In kurzer Zeit ist ein Paradigmenwechsel, der sich bei FRANZ schon andeutet, geradezu zu einem Leitthema geworden.

Als Brückendisziplin zwischen Grundlagen- und angewandten Wissenschaften ist die Waldwachstumsfor-

^{*)} Korrespondierender Autor: Dr. PETER BIBER, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Technische Universität München, Hans-Carl-von-Carlowitz Platz 2, D-85354 Freising. E-Mail: peter.biber@lrz.tum.de.