

# Wachstum im Dunkel

Eckdaten einer Literaturstudie zur Vorbereitung des Waldbautrainings zum Thema »Vorانبau«

Hans-Joachim Klemmt

**Den heimischen Baumarten Buche und Tanne kommt auf Grund ihrer Klimatoleranz aktuell und zukünftig eine wichtige Rolle für Aufbau und Verjüngung großer Waldlandschaften in Europa zu. Ein erster Schritt zur Vorbereitung von Schulungen zum Thema »Vorانبau von Buche und Tanne« ist eine umfassende Aufbereitung der waldwachstumskundlichen Literatur. Die Kenntnisse über das Wachstumsverhalten beider Baumarten unter übershirmten Verhältnissen helfen, den Schulungserfolg zu sichern und zu verbessern.**

Verjüngungsaufnahmen auf ertragskundlichen Versuchsflächen, Aufnahmen im Rahmen von Forstinventuren sowie Verjüngungsaufnahmen im Rahmen spezieller Studien liefern wichtige Datengrundlagen für die Aus- und Fortbildung des forstlichen Fachpersonals.

Im Rahmen des Klimaprogramms Bayern 2020 werden im Projekt KLIP 7 im Sachgebiet »Waldbau« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft waldbauliche Bewirtschaftungs- und Pflegekonzepte zur Prävention und Schadensbewältigung an die sich rasch ändernden Klimabedingungen bearbeitet. Dabei werden Beratungshilfsmittel für die Forstverwaltung entwickelt. Zu Beginn dieses Projektes stand auch eine Literaturstudie, die sich intensiv mit Ergebnissen waldwachstumskundlicher und waldbaulicher Forschungsarbeiten befasste. Nachfolgend werden für die Baumarten Buche (*Fagus sylvatica*) und Tanne (*Abies alba*) quantitative Erkenntnisse aus derartigen Studien zum Wachstumsverhalten in der Verjüngungsschicht unter dem Schutz des Altbestandsschirms dargestellt. Der vorliegende Beitrag ist keine vollständige Darstellung aller 120 in die vorbereitende Literaturstudie einbezogenen wissenschaftlichen Arbeiten. Vielmehr werden Eckdaten für Verjüngungsentwicklungen exemplarisch angeführt und damit der Wert für die Vorbereitung und Durchführung von Voranbauschulungen aufgezeigt.

## Buche

### Belichtungssituation

Die weitaus größte Zahl waldwachstumskundlicher Arbeiten zur Verjüngungsentwicklung der Buche befasst sich mit der Steuerung der Verjüngungsentwicklung über die Veränderung der Belichtungssituation. Burschel und Schmaltz (1965) beschreiben als kritische Belichtungsgrenze zehn Prozent der relativen Beleuchtungsstärke des Freilandes, unterhalb derer das Wachstum von Buchen in der Verjüngungsschicht unterdrückt bis ganz unterbunden wird. Aranda et al. (2004) beschreiben am anderen Ende der Verteilung eine Obergrenze des lichtlimitierten Wachstums bei 40 Prozent des entsprechenden Freilandwertes, über deren Grenze sich die Höhenzuwachswerte nicht mehr von entsprechenden Freilandwerten unterscheiden.

Tabelle 1: Relative Lichtintensitäten am Waldboden in einem hundertjährigen Fichtenbestand im Verhältnis zu Grundfläche und Kronenbedeckung

Überschirmung	Grundfläche [m <sup>2</sup> /ha]	Kronenbedeckung [%]	Relative Lichtintensität ~ PFD rel [%]
geschlossen	45	90	3
dicht	40	80	5
	35	60	8
	30	53	12
lückig	25	40	17
	20	30	25
	15	18	38

verändert nach Oleskog und Löf 2005

den. Nach v. Lüpke (1998) ist diese Belichtungsgrenze typisch für Bestände mit Lückengrößen von 125 bis 1.000 Quadratmetern pro Hektar. Paci und Ciambelli (1996) halten relative Anteile an photosynthetisch aktiver Strahlung zwischen vier und 50 Prozent der vergleichbaren Freilandwerte als optimal für das Wachstum der Buche in der Verjüngungsschicht. Das EU-Projekt SUSTMAN ermittelte zwischen 2002 und 2005 in einem europäischen Forschungsverbund die ökologischen und waldbaulichen Grundlagen für Buchenvoranbauten unter Fichtenschirm (Tabelle 1). Tabelle 1 ermöglicht eine Einwertung der Beziehungen zwischen der relativen Lichtintensität und den Bestockungsverhältnissen am Beispiel eines hundertjährigen Fichtenbestandes. In Abbildung 1 ist nach einer Arbeit von Franz et al. (1989) der auf der nordbayerischen Versuchsfläche Rothenbuch 640 ermittelte Zusammenhang zwischen Höhenzuwachs, Überschirmungssituation und Alter der Buchenverjüngung dargestellt. Collet et al. (2002) erforschten ebenso das Wachstum von Buchennaturverjüngung unter variierenden Belichtungsverhältnissen im Nordosten Frankreichs. Die Naturverjüngung wurde in im Jahre 1995 angelegten Bestandeslücken mit Durchmesser zwischen zehn und 20 Metern untersucht. Die Pflanzen in den Lücken wiesen dabei Alter zwischen ein und 24 Jahren auf. Der Grad des

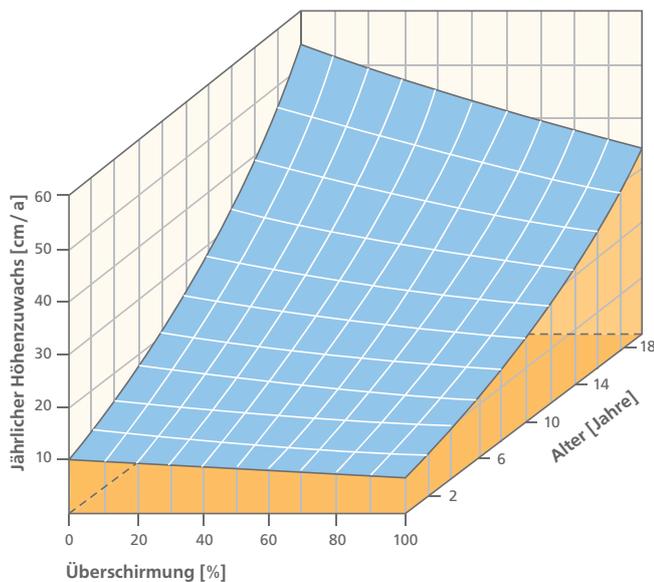


Abbildung 1: Zusammenhänge zwischen Höhenzuwachs, Beschirmungsgrad und Alter der Buchenverjüngung auf der Versuchsfläche Rothenbuch 640 verändert nach Franz et al. 1989

Kronenschlusses wirkte sich nachweisbar auf das Wachstum der Sämlinge aus. Keimlinge in Lücken (ca. 25–50 % der Freilandbelichtung) waren größer (im Mittel 29,1 cm Höhe und 5,1 mm Wurzelhalsdurchmesser) und hatten zudem größere sekundäre Zuwächse als Sämlinge unter geschlossenem Schirm mit 5 bis 15 Prozent der Freilandbelichtung (im Mittel 19,8 cm Höhe und 3,1 mm Wurzelhalsdurchmesser).

### Nährstoffversorgung

Kazda und Heinen (2006) gingen dem Einfluss der Nährstoffversorgung auf einem mäßig trockenen, nährstoffarmen Standort ( $T_{\text{mittel}}$  im Jahr 7 °C, Höhe zwischen 850 und 910 m ü. NN, NS. 700 mm/a) in Niederösterreich auf das Wachstum von 2.000 gepflanzten Buchenwildlingen nach. Eine Calcium-Magnesium-Düngung hat dabei sowohl zu einem statistisch nachweisbar größeren Zuwachs an den Wurzelhälsen als auch bei den Höhenzuwächsen geführt. Dieser Effekt hielt im Vergleich zu Kontrollpflanzen zwei bis drei Jahre an. Sie folgern, dass eine verbesserte Nährstoffversorgung sich positiv auf Schattentoleranz und Wachstum der Buchen auswirkt. Auf Standorten, die über eine geringe Basenausstattung verfügen und auf denen eine Stickstoffsättigung anzunehmen ist, kann für den Waldumbau mit Laubholzeinbringung eine Calcium-Magnesium-Düngung eindeutig empfohlen werden.

### Trockenstress

Czajkowski et al. (2005) durchleuchteten die Auswirkungen von Trockenstress auf das Wachstum der Buchennaturverjüngung am östlichen Rand des aktuellen Verbreitungsgebietes (Polen) auf trockenen Sandstandorten (mittlere Jahresniederschläge zwischen 513 und 625 mm/Jahr). Sie ermittelten, dass sich die Trockenheit 2003 statistisch nachweisbar negativ auf Längen- und Durchmesserzuwachs in den Jahren 2003 und 2004 auswirkte.

### Saat und Pflanzung

Leder et al. (2003) widmeten sich dem Themenkomplex »Keimerfolg/Saat, Pflanzung«. Sie verfolgten die Entwicklung von Buchensaaten unter Fichtenschirmen unterschiedlicher Dichte (Grundflächenhaltungen zwischen 35 und 55 m<sup>2</sup>/ha) auf Standorten in Arnberg (NRW), Tharandt (Sachsen) und Freising (Bayern). Unter anderem beobachteten sie eine Abnahme der Pflanzenzahlen mit dichter werdendem Schirm nach drei Jahren. Die Versuchsstandorte unterschieden sich dabei untereinander signifikant. Die unterschiedlichen Grundflächenhaltungen des Oberstandes der Versuchspartellen erklärten die Varianz der Buchenlängen (26–33 cm in der dritten Vegetationsperiode nach der Saat). Dagegen konnte weder ein Effekt der Kalkung noch des unterschiedlichen Standortes auf die Höhenentwicklung der Buchen nachgewiesen werden. Ammer und El Kateb (2006) verglichen gesäte und gepflanzte Buchen (5.000 Buchen/ha) in Fichtenaltholzbeständen in Freising und Landshut. Nach sieben Beobachtungsjahren standen dabei die gesäten Buchen den gepflanzten in der Höhenentwicklung nicht nach (mittlere Höhen zwischen 70 und 110 cm). Daraus wurde abgeleitet, dass sich beide Verfahren zum Voranbau von Buchen in besonderer Weise eignen. »Eine gelungene Saat bietet dabei eine höhere Ausgangsdichte (ausgebracht wurden im Mittel 112.500 Bucheckern mit Keimlingszahlen zwischen 11.180 und 28.700/ha bzw. mit Pflanzenzahlen nach sieben Vegetationsperioden zwischen 8.350 und 24.750 Buchen/ha), die gesäten Buchen stehen den gepflanzten im Höhenwachstum in keinem Fall nach. Saat eignet sich allerdings nicht in allen Ausgangssituationen und bedarf der intensiveren Vorbereitung und Ausführung«.

Gemmel et al. (1997) befassten sich mit den unterschiedlichen Effekten der Pflanzortvorbereitung, der Altbestandsdichte sowie der Pflanztiefe auf Überlebenswahrscheinlichkeit bzw. Mortalität und das Wachstum gepflanzter Eichen und Buchen in Südschweden. Bei der Buche wirkte sich die Einrichtung von Pflanzhügeln positiv auf das Wachstum und die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pflanzen aus, bei der Eiche dagegen konnte weder für ein Verfahren der Pflanzortvorbereitung noch für eine spezielle Pflanztiefe ein Effekt nachgewiesen werden. Mit zunehmender Überschirmung stiegen auch die Mortalitätsraten für die Buche von 1,5 Prozent auf der Freifläche über 3,1 Prozent unter lichtem Schirm bis 6,8 Prozent unter dichter Überschirmung.

### Tanne

Für die Tanne standen deutlich weniger waldwachstumskundliche Arbeiten zum Wachstumsverhalten in der Verjüngungsschicht für die Literaturstudie zur Verfügung.

### Belichtungssituation

Brunner und Huss (1994) betrachteten die Entwicklung von Bergmischwaldkulturen auf 26 Versuchsparzellen in den Chiemgauer Alpen (850–1.200 m ü. NN). 13 Jahre lang wurde unter anderem das Wachstum gepflanzter Tannen und anderer Baumarten in verschieden stark aufgelichteten Altbeständen (voll überschirmt, schwacher Schirmhieb=Entnahme von 30 % der Grundfläche, starker Schirmhieb=Reduktion der Grundfläche um 50 %, Lochhieb mit 30 m Durchmesser, Freifläche auf 0,5 ha) beobachtet. Die mittleren jährlichen Höhenzuwächse der Tannen lagen dabei zwischen 0 und 30 Zentimetern. Zwischen Lichtangebot und Höhenzuwachs wurde ein hochsignifikanter Einfluss festgestellt. In den unbehandelten, geschlossenen Altbeständen wurden Spitzhöhen in der Verjüngung gemessen, die kaum höher lagen als zu Versuchsbeginn. Auf den Freiflächen hingegen erreichten die Tannen Spitzhöhen von knapp zwei Metern, allerdings waren sie von Tannentrieblausbefall gefährdet. Auch nach 13 Jahren konnte im Bergmischwald bei den gegebenen Höhenzuwächsen der Tanne noch nicht von einer gesicherten Verjüngung ausgegangen werden.

### Wildlinge und Baumschulpflanzen

Nörr (2006) verglich den Kulturerfolg von Tannen- und Buchenwildlingen mit Baumschulpflanzen. Der Versuch wurde 2002 im Tertiären Hügelland (800 mm Niederschlag, 7,5 °C Durchschnittstemperatur) in vollbestockten 60- bis 80jährigen Fichtenbeständen (mäßig frische Sande, frische, sandige Lehme) angelegt. Die insgesamt eher schlechten Verjüngungsergebnisse, insbesondere bei der Tanne, sind vermutlich vor allem auf die Trockenheit im Jahr 2003 zurückzuführen. Tannenwildlinge (26 cm) und Tannenbaumschulpflanzen (28 cm) wiesen zu Beobachtungsbeginn gleiche Sprosslängen auf. Der Wurzelhalsdurchmesser der Tannenbaumschulpflanzen überschritt mit einem Mittelwert von elf Millimetern den der Wildlinge um mehr als die Hälfte. Bereits nach dem ersten Jahr fielen bei den Tannen 19 Prozent der Wildlinge und 16 Prozent der Baumschulpflanzen aus. Beide Tannensortimente wuchsen nur sehr langsam und wiesen maximale Triebblängen zwischen drei und acht Zentimetern auf. Im Jahr 2004 waren bereits 47 Prozent der Tannenwildlinge und 58 Prozent der Baumschulpflanzen abgestorben. Im Jahr 2006 konnten nach dieser Studie nur noch acht Prozent der ursprünglich eingebrachten Tannenwildlinge und drei Prozent der Baumschulpflanzen als sehr vital angesprochen werden. Eine endgültige Beurteilung soll allerdings frühestens zu Beginn des Dickungsschlusses getroffen werden.

### Folgerungen für die Voranbauschulungen

Nach Durchführung der Voranbauschulungen im Rahmen des KLIP 7-Projektes für alle Revierleiter in Bayern zeigt sich, dass waldwachstumskundliche Literaturstudien sowohl für die Vorbereitung von Schulungsveranstaltungen als auch für ihre Durchführung selbst einen großen Wert besitzen. Zum einen dienen sie der Festlegung von Programmen und Beratungshil-

fen. Zum anderen liefern sie den forstlichen Praktikern quantitative Grundlagen für ihre Beratungstätigkeit. Diese helfen, lokale Beratungssituationen zu entwickeln und verbessern die Beratungssicherheit, da sie Kenntnis über grundlegende quantitative Beziehungen und Größenordnungen erhöhen. Sie sollten daher auch weiterhin einen festen Bestandteil für die Vorbereitung und Durchführung eines Waldbautrainings bilden.

### Literatur

Eine detaillierte Literaturliste zu dieser Literaturstudie, die über die angeführten Arbeiten hinaus weitere waldwachstumskundliche Arbeiten zum Wachstum unter Schirm enthält, kann auf der Internetseite der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft abgerufen werden: [www.lwf.bayern.de/mitarbeiterverzeichnis/j-m/klemmt/](http://www.lwf.bayern.de/mitarbeiterverzeichnis/j-m/klemmt/)

Dr. Hans-Joachim Klemmt ist Mitarbeiter im Sachgebiet »Waldbau« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft im Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan.  
[Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de](mailto:Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de)

### Waldbau: Fördermittel rechtzeitig beantragen

Im Mittelpunkt der Förderung wird auch in diesem Jahr der wegen des Klimawandels erforderliche Waldbau vor allem in klimatolerante Mischwälder stehen. Von den 260.000 Hektar akut gefährdeten Fichtenwäldern sollen bis 2020 etwa 100.000 Hektar in klimatolerante Wälder umgebaut werden. In den Jahren 2008 und 2009 konnte die durch Beratung und Förderung aktivierte Waldumbaufläche auf insgesamt 14.000 Hektar gesteigert werden. Auch für das Jahr 2010 wird mit einer Fläche von über 6.000 Hektar gerechnet.

Der Freistaat Bayern steht den Waldbesitzern bei ihren Anstrengungen mit einem umfassenden Leistungspaket aus Beratung, finanzieller Förderung sowie Aus- und Fortbildung weiterhin zur Seite.

Die Förderanträge müssen vor Beginn der Maßnahmen gestellt werden. Die Sätze für Pflanzungen liegen zwischen 1.900 und 5.200 Euro pro Hektar. Gemischte Naturverjüngung wird mit 1.000 Euro pro Hektar unterstützt, Jungbestandspflege mit 400 Euro pro Hektar. Zum Ausgleich der schwierigen Arbeitsbedingungen im Schutz-, Berg- und Erholungswald wird dort ein Zuschlag von 50 Prozent gewährt. Ansprechpartner für die Förderabwicklung sind die Försterinnen und Förster an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Die Kontaktdaten finden sich im Internet unter [www.forst.bayern.de](http://www.forst.bayern.de). stmelf