

Untersuchungen über den Einfluß starker Weichlaubholzkonkurrenz auf das Wachstum und die Qualität junger Stieleichen

CH. AMMER und CORDULA DINGEL

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. P. BURSCHEL zur Vollendung des 70. Lebensjahres

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung werden die in der forstlichen Praxis gängigen Hypothesen überprüft, daß das Wachstum junger Laubhölzer und deren Qualität durch die Konkurrenz von Weichlaubhölzern negativ beeinflußt wird. Auf zwei jeweils 500 m² großen, im Wald der Universität München bei Landshut gelegenen Versuchsflächen, wurden dazu 1995 an den 300 höchsten, aus Saat hervorgegangenen achtjährigen Stieleichen deren mittlere Höhe, der im Vorjahr geleistete Höhenzuwachs und der Sproßdurchmesser erhoben. Darüber hinaus fand eine qualitative Ansprache der Stamm- und Kronenform dieser Eichen statt. Die Eichen unterliegen der starken Konkurrenz von 22500 Salweiden und Aspen pro Hektar, deren Höhe etwa das Doppelte der höchsten Eichen beträgt. Aus der Aufnahme der Höhe und des Abstands von maximal sechs bedrängenden Weichlaubhölzern je betrachteter Eiche wurden sieben Konkurrenzindizes berechnet. Vier dieser Indizes legen den Schluß nahe, daß der von den Stieleichen geleistete Höhenzuwachs durch die Konkurrenz der Weichlaubhölzer negativ beeinflußt wird. Dabei scheint ein Grenzkonkurrenzwert zu existieren, bis zu dem eine Beeinträchtigung des Höhenwachstums kaum erfolgt. Im Gegensatz zum Höhenwachstum konnte ein negativer Einfluß der Weichlaubhölzer auf die Qualität der jungen Stieleichen mit dem hier gewählten Verfahren der Dosis - Wirkungs - Analyse nicht nachgewiesen werden. Vorschläge zur waldbaulichen Behandlung entsprechender Bestände werden diskutiert.

Summary

1 Einleitung

Bis in die jüngste Vergangenheit hinein wurde den Weichlaubhölzern, d.h. vor allem Aspen, Birken und Weiden bereits bei mäßigem Auftreten in Kulturen und Jungwüchsen ein negativer Effekt auf das Wachstum und die Qualität der Hauptbaumarten nachgesagt (vgl. z.B. RÖHRIG und GUSSONE 1990). Dies führte zu einer mit seltener Konsequenz betriebenen und in vielen Fällen vollständigen Beseitigung der Weichlaubhölzer aus zahlreichen jungen Beständen.

Im Gegensatz zu Nordamerika, wo sich aus wirtschaftlichen Gründen (Vermeidung kostenintensiver Pflegemaßnahmen) eine ganze Reihe von Untersuchungen der Frage widmete, ab welchem Punkt das Wachstum der Hauptbaumarten durch die Weichlaubholzkonkurrenz beeinträchtigt ist und konkurrenzregelnde Maßnahmen tatsächlich notwendig werden (vgl. z.B. BELLEFLEUR und LAROQUE 1983; CARTER et al. 1984; HOWARD und NEWTON 1984; TESCH et al. 1993; ELLIOT und VOSE 1995), liegen entsprechende Studien im deutschsprachigen Raum erst mit den von v. LÜPKE (1991) und LAMATSCH (1997) publizierten Befunden sowie den grundlegenden Arbeiten von LEDER (1992 und 1996) vor. Aus den genannten Veröffentlichungen wird deutlich, daß eine nicht zu starke Konkurrenz durch Weichlaubhölzer weder auf das Wachstum, noch auf die Qualität der untersuchten Jungpflanzen einen derartigen Nachteil hat, daß aufwendige Pflegeeingriffe zu rechtfertigen wären. Im Gegenteil: in einigen Fällen (vgl. LEDER 1992) ließen sich sogar günstige Wirkungen z. B. auf den Prozeß der natürlichen Astreinigung von Buchen und Eichen nachweisen. Sowohl v. LÜPKE (1991), als auch LEDER (1992) und LAMATSCH (1997) weisen jedoch darauf hin, daß die von den Weichlaubhölzern ausgeübte Konkurrenz nicht „zu groß“ sein darf. Als Beitrag zur Klärung der Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen der biologischen Rationalisierung durch Tolerierung bzw. gezielte Berücksichtigung von Weichlaubhölzern bei der Bestandserziehung, erschien es uns von Interesse, anhand eines Beispiels extremer Konkurrenz durch Weichlaubhölzer - gemessen an deren Dichte und der Höhendifferenz zu den Individuen der Hauptbaumart Stieleiche - folgende Hypothesen zu überprüfen:

Hypothese 1: Konkurrenz durch Weichlaubhölzer beeinträchtigt das Höhenwachstum der jungen Stieleichen

Hypothese 2: Konkurrenz durch Weichlaubhölzer beeinträchtigt die Qualität (d.h. die Kronen- und die Stammform) der jungen Stieleichen

2 Versuchsfläche und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet und Versuchsfläche

Die Fläche, auf der die folgenden Untersuchungen durchgeführt wurden, liegt etwa 25 km westlich von Landshut, im Distrikt II des Stiftungswaldes der Universität München. Sie ist Teil einer insgesamt 8,5 ha großen Rekultivierungsfläche, auf der zwischen 1978 und 1986 im Tagebau Bentonit abgebaut wurde. Im Jahre 1987 wurden im Rahmen eines Anbauversuchs Teile der Abbaufäche mit verschiedenen Baumarten bepflanzt (vgl. AMMER et al. 1994). Im Herbst 1988 wurden auf einer Teilfläche von insgesamt 0,58 ha von Hand Eicheln gesät. Anschließend wurde die Saatfläche gezäunt.

Die gesamte, ca. 490 m über NN liegende Abbaufäche zeichnet sich durch einen besonders hohen Tongehalt und einen sehr hohen pH-Wert (im Mittel 7,25; H₂O) im Oberboden aus

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

(LÜDEMANN 1988). Die Jahresmitteltemperatur beträgt ca. 7,7° C, an Niederschlägen fallen zwischen 700 und 800 mm/Jahr. Detaillierte Angaben zum Untersuchungsgebiet, eine Karte aus der die Lage und Größe des Baumartenanbauversuchs sowie erste Ergebnisse hinsichtlich der Eignung der ausgebrachten Baumarten zur Rekultivierung tonreicher Abbauflächen entnommen werden können, finden sich bei AMMER et al. (1994). Die im folgenden vorgestellten Untersuchungen wurden auf der bereits erwähnten Eichensaatfläche durchgeführt. Dort hatten sich bis 1993 neben den aus der Saat hervorgegangenen ca. 30000 Eichen pro Hektar etwa ebenso viele auf natürlichem Wege angekommene Weichlaubhölzer, im wesentlichen Salweiden, eingefunden (AMMER et al. 1994).

Im Zentrum des durch Saat von Stieleichen wiederbestockten Teils der Abbaufläche wurde im Januar 1995 eine Versuchsfläche von insgesamt 0,2 ha Größe angelegt. Diese ist in zwei Parzellen unterteilt (Abb. 1). Jede dieser Parzellen besteht aus einer Kernfläche von jeweils 0,05 ha Größe (20 x 25 m) und einem Umfassungstreifen, der die Kernfläche umgibt und dessen Fläche sich auf ebenfalls 0,05 ha beläuft (Abb. 1).

Abb. 1

2.2 Aufnahmekollektiv und Meßgrößen

Auf beiden Kernflächen wurden zunächst die jeweils höchsten 150 Eichen (das sind 3000/ha) bestimmt, eingemessen (x- und y- Koordinaten) und nummeriert (vgl. DINGEL 1996). Die Beschränkung der weiteren Untersuchungen auf diese Individuen bzw. der sie beeinflussenden Weichlaubhölzer, erfolgte aus zwei Gründen. Zum einen sollte der Umfang der Aufnahme überschaubar bleiben. Zum zweiten ging es in der vorliegenden Untersuchung um die Beschreibung des Einflusses der Weichlaubholzkonkurrenz auf die jungen Eichen. Für viele der hier nicht weiter berücksichtigten kleineren Eichen sind jedoch auch höhere Artgenossen bedeutsame Konkurrenten.

An den ausgewählten insgesamt 300 Individuen bzw. den sie umgebenden Konkurrenten wurden im Frühjahr 1995 die in Tab. 1 zusammengestellten Messungen durchgeführt.

Tab. 1.

Die Beschränkung der Zahl der vermessenen Konkurrenten auf 6 Individuen erfolgte in Anhalt an v. LÜPKE (1991). Die Größe des die Eichen umgebenden Probekreises zur Aufnahme der Konkurrenten wurde nach einem Begang des Bestandes gutachtlich bestimmt. Es wurde davon ausgegangen, daß alle Pflanzen innerhalb des Probekreises potentielle Konkurrenten darstellen. In einer Untersuchung mit ähnlicher Fragestellung wählte auch LAMATSCH (1997) zur Erfassung der Weichlaubholzkonkurrenz von jungen Eichen eine 4 m² große Aufnahme- fläche. Die Ansprache der Qualität der Eichen orientierte sich an den von GOCKEL (1994) gemachten Vorschlägen (Abb. 2). Abweichend davon wurden die Kronentypen 5 und 6, sowie die Stammformen 3a und 3b zusammengefaßt.

Abb. 2

2.3 Konkurrenzindizes

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

Durch die Verwendung von Konkurrenzindizes wird in der Regel versucht, das individuelle Baumwachstum als Funktion der Störung durch andere Individuen zu beschreiben (BURTON 1993). Sie eignen sich damit zur Überprüfung der Hypothese 1. Bei der Konstruktion entsprechender Indizes geht man entweder davon aus, daß die Konkurrenzsituation in der sich ein Baum befindet, durch die Größe und Nähe seiner Nachbarn bestimmt wird, oder man untersucht, inwieweit der Raum, der von einem betrachteten Baum eingenommen wird (oder potentiell eingenommen werden könnte) sich mit der Einflußzone anderer Bäume überlappt (DANIELS 1976; DANIELS et al. 1986). Beides liefert im Ergebnis ein Maß für den durch Konkurrenz ausgelösten Streß (HOLMES und REED 1991). Daneben läßt sich auch die Quantifizierung der zur Verfügung stehenden Ressourcenmenge als Konkurrenzindex verwenden (HOLMES und REED 1991).

Nahezu alle der betreffenden Indizes sind an Altbeständen entwickelt worden. Viele davon sind wegen der hohen Pflanzendichten und des damit verbundenen Meßaufwandes in Jungbeständen nicht anwendbar. Dort haben sich bisher die „size-ratio-distance-indizes“, die die Entfernung zwischen dem betrachteten Baum und jedem einzelnen Konkurrenten, sowie die entsprechenden Höhen- oder Durchmesserdifferenzen berücksichtigen, am besten bewährt. In zahlreichen Studien stellte sich nämlich heraus, daß diese relativ einfach zu berechnenden Indizes stets mindestens ebenso befriedigende Resultate erbrachten wie die bisher entwickelten Alternativlösungen, die auf der Berechnung von Einfluß- oder Überlappungszonen beruhen (LORIMER 1983; DANIELS et al. 1986; MACDONALD et al. 1990; HOLMES und REED 1991; MORRIS und FORSLUND 1991).

Zur Quantifizierung des Einflusses der Konkurrenz durch Weichlaubhölzer wurden unter Berücksichtigung der in Tab. 1 angegebenen Meßgrößen sieben verschiedene Konkurrenzindizes berechnet (Tab. 2). Jeder der 300 Eichen ließen sich also sieben unterschiedliche Konkurrenzwerte zuordnen. Im Anhalt an DANIELS et al. (1986) und KIPFER et al. (1994) wurden bei den meisten Indizes anstelle der bei Altbäumen üblicherweise gebildeten Durchmesser-Verhältnisse Höhenrelationen berechnet (Tab. 2).

Tab. 2

In der sich daran anschließenden Regressionsanalyse wurde versucht, die Variation der gemessenen Höhenzuwächse durch die aktuelle Konkurrenzsituation, ausgedrückt durch die Konkurrenzindizes, zu erklären. Eventuelle flächenbedingte Unterschiede wurden durch die Kodierung einer Dummy-Variablen (vgl. EL KATEB 1991) berücksichtigt. Für die Regressionsrechnungen mit schrittweiser Variablenauswahl und die sich anschließende Residualanalyse zur Überprüfung der Modellannahmen wurde auf Empfehlungen und Programmbeispiele von MUSSONG (1989), EL KATEB (1991) und GOGOLOK et al. (1992) zurückgegriffen. Sämtliche Rechenoperationen wurden mit dem Programmpaket SAS (Version 608) durchgeführt.

2.4 Dosis - Wirkungs - Analyse

Neben der nur begrenzt nachprüfbar, weil subjektiven Ansprache hat das von GOCKEL (1994) entwickelte und hier verwendete Verfahren zur Qualitätsansprache junger Bäume den Nachteil, daß die dabei erzielten Ergebnisse nicht metrisch sondern nur ordinal skaliert sind. Dies erschwert die Anwendung von Methoden der schließenden Statistik. Um den Einfluß der Konkurrenz der Weichlaubhölzer auf die Qualität der Eichen dennoch abschätzen zu können, wurde das Verfahren der Dosis - Wirkungs - Analyse (vgl. UNKELBACH und WOLF 1985) ge-

wählt. Unter einer Dosis wird dabei allgemein „die Stärke oder der Grad einer Einflußgröße verstanden, die eine interessierende Wirkung verursacht“ (UNKELBACH und WOLF 1985). Eine entsprechende Dosis kann also dazu führen, daß sich bei einem betrachteten Individuum ein bestimmter Effekt einstellt. Die Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieses Effektes wird als Wirkung definiert (UNKELBACH und WOLF 1985). Bei sehr niedrigen Dosen reagieren wenige Individuen, d.h. die Wirkung liegt nahe 0, bei sehr großen Dosen liegt dieser Wert näher an 1 (UNKELBACH und WOLF 1985). Im vorliegenden Fall ließ sich ein Konkurrenzwert als Dosis auffassen. Trifft Hypothese 2 zu, erhöht sich mit ansteigendem Konkurrenzwert die Wahrscheinlichkeit, daß die davon betroffene Eiche eine schlechte Qualität aufweist.

Die der Dosis - Wirkungs - Beziehung zugrundeliegende Funktion wird als Probitmodell bezeichnet. Die Probitkurven sind durch die Parameter μ (Lage des Kurvenmittelpunktes) und σ (Maß für die Steilheit der Kurve) bestimmt (UNKELBACH und WOLF 1985). Diese Parameter müssen anhand der erhobenen Daten geschätzt werden. Um die entsprechenden Rechenoperationen durchführen zu können (vgl. SCHUEMER et al. 1990), wurden folgende Einteilungen getroffen: Zunächst wurden die Werte jedes Konkurrenzindex in 10 Klassen eingeteilt, deren Klassenweite in Abhängigkeit der Spannweite der Werte des betreffenden Index festgelegt wurde (vgl. Tab. 3). Sodann wurden aus der Ansprache der Kronen - und der Stammform zwei Qualitätsklassen gebildet. Die Klasse „gute Qualität“ bildeten dabei alle Eichen, deren Stammform den Klassen „gerade“ oder „schwach knickig“ (Stammformklassen 1 und 2 nach GOCKEL (1994)) zuzuordnen war und die gleichzeitig auch eine Kronenform aufwies, die mindestens als „Zwiesel mit Tendenz zur Wipfelschäftigkeit“ angesprochen worden war (Kronenklassen 1 und 2 nach GOCKEL (1994)). Alle übrigen Eichen fielen in die Kategorie „schlechte Qualität“. Im nachfolgenden Schritt wurde nun - getrennt für jeden Konkurrenzindex - die Zahl an gut bzw. schlecht geformten Eichen bestimmt, die sich bei einem Konkurrenzwert bestimmter Größe (Dosis) ergab. Tab. 3 zeigt dies am Beispiel des Konkurrenzindex CI_3 .

Tab. 3

3 Ergebnisse

3.1 Situation

Einen Eindruck von den Verhältnissen im Untersuchungsbestand vermittelt Tabelle 4. Wie sich zeigt, sind die auf den beiden Teilflächen geleisteten Wuchsleistungen keineswegs einheitlich. So liegen sowohl die bislang erreichten Höhen als auch die Höhenzuwächse des Jahres 1994 auf Fläche 2 höchst signifikant über den entsprechenden Werten von Fläche 1. Keine Unterschiede ließen sich dagegen bei den mittleren Sproßdurchmessern der Eichen feststellen. Auf beiden Versuchsflächen ist die Streuung der gemessenen Höhenzuwächse deutlich größer als die der Höhen- und Durchmesserwerte.

Hinsichtlich der Qualität der Eichen ergeben sich beim Vergleich der Häufigkeitsverteilungen mit Hilfe des χ^2 - Tests keine statistisch absicherbaren Unterschiede zwischen den Versuchsflächen. Auf beiden Flächen weisen rund 55 % aller beurteilten Eichen eine akzeptable Kronen- und knapp 80 % eine ausreichende Qualität der Stammform auf (Summen der Klassen 1 und 2).

Nur 5 von insgesamt 1516 erfaßten Konkurrenten sind keine Weiden oder Aspen. Beide Arten erreichten - analog zur Eiche - auf Fläche 2 größere Höhen. Die Zahl der Weichlaubholzkonkurrenten ist dort allerdings signifikant geringer; allerdings ist auch der mittlere Abstand zu

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

den Eichen weniger groß. Insgesamt sind die Hauptkonkurrenten im Mittel beinahe doppelt so hoch wie die betrachteten höchsten Eichen. Diese sind der Konkurrenz von ca. 22500 Weiden und Aspen pro Hektar ausgesetzt. Die Aspen, deren Anteil an der Gesamtzahl der Hauptkonkurrenten zwischen ca. 26 % (Fläche 1) und ca. 14 % (Fläche 2) schwankt, sind auf Fläche 1 signifikant höher als die Weiden.

Tab. 4

3.2 Höhenwachstum der Eichen

Die Ergebnisse der Regressionsrechnungen zur Überprüfung der Hypothese, daß die von den Weichlaubhölzern ausgeübte Konkurrenz das Höhenwachstum der Eichen beeinträchtigt, sind in Tabelle 5 und Abb. 3 dargestellt.

Tab. 5.

Wie sich zeigt, läßt sich ein Teil der Variation der geleisteten Höhenzuwächse bereits durch Unterschiede zwischen den beiden Versuchsflächen (Dummy-Variable z), in vier von sieben Fällen aber auch durch die verwendeten Konkurrenzindizes erklären. In jedem dieser vier Fälle ist mit der Zunahme des Konkurrenzwertes eine Abnahme des Höhenzuwachses verbunden. Unterschiedlich ist dagegen das Ausmaß, in dem sich diese Abnahme vollzieht. Dennoch läßt sich bei allen vier Konkurrenzmaßen, ganz besonders bei den Indizes CI_2 und CI_3 , nach Erreichen eines bestimmten Grenzwertes ein überproportional starker Rückgang des Zuwachses erkennen.

Insgesamt sprechen drei Konkurrenzindizes dafür und vier Indizes dagegen Hypothese 1 abzulehnen.

Abb. 3

3.3 Qualität der Eichen

Mit dem unter Punkt 2.4 vorgestellten Verfahren, bei dem die Konkurrenzwerte als Dosen und der Anteil qualitativ unbefriedigender Eichen als Wirkung aufgefaßt wurden, konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Stärke der Konkurrenz und der Qualität der Eichen nachgewiesen werden. Unter der Annahme, daß das gewählte Vorgehen eine ausreichende Trennschärfe besitzt, um eventuell vorhandene Abhängigkeiten auch wirklich aufzudecken, muß Hypothese 2 eindeutig abgelehnt werden. Einen Hinweis auf die prinzipielle Eignung der Methode der Dosis-Wirkungs-Analyse gibt Abb. 4. Als Dosis wurde hier die Dichte der die Eichen umgebenden Weichlaubhölzer verwendet. Es zeigt sich, daß die Wahrscheinlichkeit Eichen unbefriedigender Qualität zu finden mit zunehmender Dichte an benachbarten Weichlaubhölzern sinkt.

Abb. 4

4 Diskussion

„The effect of intertree competition on individual growth is a very difficult concept to quantify“. Dieser Einschätzung von HOLMES und REED (1991) kann im Hinblick auf die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beigepflichtet werden. So ließ sich der das Höhenwachstum der Stieleichen hemmende Einfluß der Weichlaubholzkonzurrenz nicht in der erwarteten Deutlichkeit nachweisen, obwohl der von den Pioniergehölzen ausgeübte Konkurrenzdruck gewaltig ist (vgl. Tabelle 4). Dieser Befund hat vermutlich verschiedene Ursachen. Diese betreffen zum einen die Schärfe der Abbildung der tatsächlich herrschenden Konkurrenzverhältnisse durch die Konkurrenzindizes. Wie sich aus den je nach dem verwendeten Index höchst unterschiedlichen Ergebnissen ablesen läßt, wird die um eine betrachtete Eiche herrschende Konkurrenzsituation durch die verschiedenen Indizes unterschiedlich interpretiert. Darin kommt zum Ausdruck, daß die systemimmanente Reduktion der komplexen Interaktionen innerhalb einer Pflanzengemeinschaft auf möglichst einfache mathematische Gleichungen nicht unproblematisch ist (DANIELS et al. 1986). Die Ableitung waldbaulicher Maßnahmen auf der Grundlage nur eines Index erscheint daher fragwürdig. Auch BURTON (1993) weist darauf hin, daß sich individuenbezogene Konkurrenzindizes zur Erklärung der Variation von Wachstumparametern zwar prinzipiell eignen, aber nicht ohne Einschränkung zu gebrauchen sind. So kann Konkurrenz zwar intensiv und daher meßbar, aufgrund anderer auf die betrachteten Pflanzen wirkender Faktoren (z.B. Verbiß) jedoch bedeutungslos sein (vgl. WELDON und SLAUSON 1986). Noch immer liegen viel zu wenige Untersuchungen vor, die - z.B. durch Lichtmessungen über den betrachteten Bäumchen - überprüft haben, inwieweit Konkurrenzindizes in der Lage sind, den durch Konkurrenz herbeigeführten Lichtentzug tatsächlich widerzuspiegeln. Beispiele für derartige Studien wurden von COMEAU et al. (1993) sowie ELLIOTT und VOSE (1995) vorgelegt.

Erstaunlicherweise ließ sich die Variation der Höhenzuwächse durch die Indizes CI_1 , CI_4 und CI_7 , die neben Höhenrelationen bzw. -differenzen auch die Entfernungen zwischen den betrachteten Eichen und den Konkurrenten berücksichtigen, nicht erklären. Dieser Befund überrascht insofern, als daß distanzabhängige Modelle durch die Berücksichtigung einer weiteren räumlichen Dimension (WIMBERLY und BARE 1996) einen höheren Erklärungsgrad erwarten lassen. BIGING und DOBBERTIN (1995) haben allerdings darauf hingewiesen, daß die Einbeziehung von Distanzen, deren Bestimmung in der Regel mit einem hohen Meßaufwand verbunden ist, nicht unbedingt erforderlich sei. Entsprechend erzielten LORIMER (1983) und MUGASHA (1989) bei der Analyse von Durchmesserzuwachsen in Stangenhölzern mit distanzunabhängigen Indizes die besten Ergebnisse. Im vorliegenden Fall scheint die Einbeziehung der Distanzen die „wahre“ Konkurrenzsituation sogar verschleiert zu haben. Dies könnte dadurch entstanden sein, daß Weichlaubhölzer, die zwar einen großen Abstand zur Triebspitze der betrachteten Eiche aufweisen und deren Beitrag zum berechneten Konkurrenzwert damit gering war, in Wirklichkeit sehr wohl erhebliche Konkurrenzwirkungen auf die betreffende Eiche ausüben. Möglicherweise ergibt sich diese Situation in jenen Fällen, in denen die Krone des Weichlaubholzes den Kronenraum oberhalb der Triebspitze der Eiche (d.h. oberhalb des Bereichs in dem die Messungen stattfanden) beherrscht.

Betrachtet man die Ausgleichskurven derjenigen Indizes genauer (CI_2 , CI_3 , CI_5 und CI_6), mit denen sich eine signifikante Beziehung zwischen den Höhenzuwachsen und der von Weichlaubhölzern ausgeübten Konkurrenz nachweisen ließ, so fällt auf, daß der Rückgang der Höhenzuwächse mit dem Ansteigen der Konkurrenzwerte nach Erreichen eines bestimmten „Grenzkonkurrenzwertes“ überproportional verläuft. Dies deckt sich mit den von LAMATSCH (1997) vorgestellten Befunden, der bei der Erklärung der Variation der Triebblängen junger Eichen durch einen sehr aufwendig zu berechnenden Konkurrenzindex (vgl. BIGING und DOBBERTIN 1992) dieselbe Feststellung machte. Sofern sich in künftigen Untersuchungen

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

diese Ergebnisse bestätigen lassen und Methoden zur einfachen Bestimmung eines solchen Grenzwertes entwickelt werden können, ließen sich daraus - wie von SPELLMANN (1996) gefordert - Kriterien für eine objektive Abschätzung der Pflegedringlichkeit solcher Bestände ableiten.

Ein weitaus höheres Maß an Erklärung der Variation der Höhenzuwächse hätte sich durch die Einbeziehung der Höhe der Stieleichen als erklärender Variable erreichen lassen (vgl. DINGEL 1996). Die Höhe kann als das Ergebnis von in der Vergangenheit wirksamer Konkurrenz aufgefaßt werden. In der vorliegenden Untersuchung sollte jedoch die Bedeutung des aktuellen Konkurrenzgeschehens auf das Wachstum der jungen Eichen abgeschätzt werden. Da die Höhe der Eichen den Einfluß der Konkurrenzwerte auf die Höhenzuwächse überlagerte, wurde sie als Regressor im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

Eine weitere Ursache für den eingangs erwähnten relativ schwachen Zusammenhang zwischen Konkurrenzwert und Höhenzuwachs ist die bereits häufig beschriebene Erkenntnis, daß der Höhenzuwachs von Bäumen auf Konkurrenzdruck bei weitem nicht so sensibel reagiert wie der Durchmesserzuwachs. Eine ausführliche Literaturübersicht hierzu findet sich bei AMMER (1996). So haben z.B. ELLIOTT und VOSE (1995) eine Untersuchung vorgelegt, in der es ihnen nicht gelang den Höhenzuwachs junger Bäume durch einen Konkurrenzindex zu erklären, obwohl dies mit dem selben Index für den Durchmesserzuwachs sehr gut möglich war. Vor diesem Hintergrund sind die hier vorgestellten Ergebnisse plausibel.

Einen relativ hohen Anteil zur Erklärung der Variation der Höhenzuwächse trug die Dummy - Variable z bei. Dies bedeutet, daß die Wachstumsbedingungen auf den beiden Teilflächen statistisch signifikant unterschiedlich sind. Dieser Befund könnte sich durch eine unterschiedlich starke Verdichtung des Bodens im Zuge des Abbaus erklären. Zwischen der Konkurrenz durch Weichlaubhölzer auf der einen und den standörtlichen Vorgaben auf der anderen Seite bestehen allerdings keine Wechselwirkungen. Dies wäre dann der Fall, wenn sich der Abstand der beiden Kurven in Abb. 3 mit der Veränderung der unabhängigen Variable vergrößern oder verkleinern würde. Nach GRACE (1995) ist - bei gleichem Konkurrenzdruck - ein entsprechender überproportionaler Rückgang des Wachstums auf schlechten Standorten nicht zu erwarten. Auch MACDONALD et al. (1990) konnten keinen Einfluß der Bodentextur auf die Beziehung von Konkurrenz und Wachstum feststellen.

Bis zu einem gewissen Grad hat der schwache Zusammenhang zwischen dem Höhenzuwachs der Eichen und den Konkurrenzwerten ihren Grund möglicherweise auch darin, daß die Stieleichen in der bisherigen Wachstumsphase weitaus mehr Beschattung vertragen, als gemeinhin angenommen wird (vgl. auch LAMATSCH, 1997). MACDONALD et al. (1990) stellten beim Vergleich der Reaktion unterschiedlich schattentoleranter Baumarten auf die Konkurrenz durch Pappeln fest, daß sich zwischen Höhenzuwachs und Konkurrenz ein umso engerer Zusammenhang ergab, je intoleranter die betreffende Baumart gegenüber der Beschattung durch die Konkurrenten war.

Nur spekulativ kann die Frage beantwortet werden, welche der beiden hier auftretenden Weichlaubholzarten den für das Wachstum der Eichen bedeutsameren Konkurrenten darstellt. Angesichts der meist mehrstämmigen Individuen und der größeren Zahl darf jedoch angenommen werden, daß die Salweiden die Hauptkonkurrenten sind.

Wesentlich einfacher als die Interpretation der Ergebnisse der Wachstumsanalyse ist der Einfluß der Weichlaubhölzer auf die Qualität der Stieleichen zu beurteilen. Zumindest mit dem hier verwendeten Verfahren der Dosis - Wirkungs - Analyse ließ sich ein negativer Einfluß der Weichlaubhölzer auf die Qualität, d.h. die Stamm- und die Kronenform nicht nachweisen. Möglicherweise konnten eventuell vorhandene Unterschiede durch die Zusam-

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

menfassung verschiedener Qualitätsklassen und die Auswertungsmethodik nicht aufgedeckt werden. Für künftige Untersuchungen wird daher empfohlen zur quantitativen, gleichwohl sehr aufwendigen Erfassung der Qualität junger Eichen (vgl. z.B. MOSANDL et al. 1991; SCHMALTZ et al. 1997) zurückzukehren. Die Ergebnisse der Qualitätsuntersuchung sind trotz dieser Einschränkungen plausibel, da sie sich mit den von v. LÜPKE (1991) und LEDER (1992) vorgestellten Befunden decken. Letzterer weist darauf hin, daß die Astreinigung der Wirtschaftsbaumarten nicht notwendigerweise durch Individuen der selben Art erfolgen muß.

Aus den vorgestellten Ergebnissen läßt sich unseres Erachtens ableiten, daß bei der waldbaulichen Behandlung entsprechender Jungbestände keines der beiden derzeit praktizierten bzw. diskutierten Extreme das Mittel der Wahl darstellt. So erscheint weder das bisher übliche Vorgehen der restlosen Entfernung jeglichen Weichlaubholzes ein waldbaulich sinnvoller Weg zu sein, noch trifft dies auf das völlige „Sich - selbst - überlassen“ dieser Bestände zu, wie es sowohl das Waldbewirtschaftungskonzept von Greenpeace als auch diejenigen nahelegen, die Pflegemaßnahmen ausschließlich unter dem Kostengesichtspunkt bewerten. Rationalisierungsmöglichkeiten zu nutzen, darf aus unserer Sicht nicht bedeuten in Dickungen auf waldbauliche Steuerungseingriffe ganz zu verzichten (vgl. auch MOSANDL, 1997). Für die waldbauliche Praxis wird in Übereinstimmung mit LEDER (1992) und HUSS (1993) empfohlen, den durch die Weichlaubhölzer ausgeübten Seitendruck zur natürlichen Astreinigung der Wirtschaftsbaumart zu nutzen. Aus Gründen der Erhaltung einer ausreichenden Zahl mitherrschender vitaler Eichen - also nicht aus Gründen der Qualitätssicherung - erscheint es uns darüber hinaus notwendig zu sein spätestens dann steuernd einzugreifen, wenn die herrschenden Eichen von mehr als etwa 3 maximal doppelt so hohen Weichlaubhölzern bedrängt werden. Eine ähnliche Empfehlung gibt LEDER (1992). Der hierbei zu führende Eingriff kann in Übereinstimmung mit den von LAMATSCH (1997) gegebenen Hinweisen durch den Aushieb der Weichlaubhölzer in der Umgebung einer begrenzten Anzahl von Eichen sehr extensiv sein. LEDER (1996) empfiehlt hierzu das Abknicken der Konkurrenten im Spätsommer, was den Vorteil bietet, daß den meist schlanken, teilweise spindeligen (LAMATSCH 1997) Eichen ein Stützgerüst verbleibt, während die Konkurrenten langsam zugrunde gehen. LAMATSCH (1997), der verschiedenen Pflegevarianten verglich, hält dieses Vorgehen jedoch für die kostenintensivste Maßnahme.

Wie LEDER (1993) darlegt, werden Weichlaubhölzer in Laubholzkulturen häufig noch immer ausschließlich als Konkurrenten angesehen. Im Gegensatz zur Birke, deren Bedeutung als Mischbaumart allmählich erkannt wird, gilt dies ganz besonders für die Salweide. Über einhundert Jahre nach v. FISCHBACH, der einen Beitrag im Jahre 1892 überschrieb mit dem Titel „ein Wort zugunsten der Salweide“, sollte nunmehr die Erkenntnis wachsen, daß Weichlaubhölzer die waldbaulichen Möglichkeiten mehr erweitern als beschränken. Intelligent geführte Pflegeeingriffe nehmen darauf Rücksicht und kommen deshalb mit einem Minimum an Arbeit und Energie aus - nach HUSS (1992) ein Kennzeichen naturnahen Waldbaus.

Literatur

AMMER, Ch., 1996: Konkurrenz um Licht - Zur Entwicklung der Naturverjüngung im Bergmischwald. Forstl. Forschungsberichte München Nr. 158.

AMMER, Ch., BURSCHEL, P., BRUNNER, A., 1994: Erste Ergebnisse einer Untersuchung über die Eignung verschiedener Baumarten zur Rekultivierung von Tonerdeabbauflächen. Forstw. Cbl. **113**, 175-193.

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

- BELLEFLEUR, P. LAROQUE, G., 1983: Compétition pour le rayonnement solaire en début de succession secondaire dans une érablière a bouleau jaune et hêtre. *Can. J. For. Res.* **13**, 514-521.
- BIGING, G.S., DOBBERTIN, M., 1992: A comparison of distance-dependant competition measures for height and basal area growth of individual conifer trees. *For. Science* **38**, 695-720.
- BIGING, G.S., DOBBERTIN, M., 1995: Evaluation of competition indices in individual tree growth models. *For. Science* **41**, 360-377.
- BURTON, P.J., 1993: Some limitations inherent to static indices of plant competition. *Can. J. For. Res.* **23**, 2141-2152.
- CARTER, G.A., MILLER, J.H., DAVIS, D.E., PATTERSSON, R.M., 1984: Effect of vegetative competition on the moisture and nutrient status of Loblolly Pine. *Can. J. For. Res.* **14**, 1-9.
- COMEAU, P.G., BRAUMANDL, T.F., XIE, C.-Y., 1993: Effects of overtopping vegetation on light availability and growth of Engelmann Spruce (*Picea engelmannii*) seedlings. *Can. J. For. Res.* **23**, 2044-2048.
- DANIELS, R.F., 1976: Simple competition indices and their correlation with annual Loblolly Pine tree growth. *For. Science* **22**, 454-456.
- DANIELS, R.F., BURKHART, H.E., CLASON, T.R., 1986: A comparison of competition measures for predicting growth of Loblolly Pine trees. *Can. J. For. Res.* **16**, 1230-1237.
- DINGEL, C., 1996: Untersuchungen über den Einfluß der Konkurrenz von Weichlaubhölzern auf das Wachstum junger Stieleichen. Unveröffentl. Diplomarbeit, Forstwiss. Fakultät d. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- DUFNER, J., JENSEN, U., SCHUMACHER, E., 1992: Statistik mit SAS. Stuttgart: Teubner.
- ELLIOTT, K.J., VOSE, J.M., 1995: Evaluation of the competitive environment for White Pine (*Pinus strobus* L.) seedlings planted on prescribed burn sites in the Southern Appalachians. *For. Science* **41**, 513-540.
- EL KATEB. H., 1991: Der Einfluß waldbaulicher Maßnahmen auf die Sproßgewichte von Naturverjüngungspflanzen im Bergmischwald. *Forstl. Forschungsberichte München* Nr. 111.
- FISCHBACH, C.v., 1892: Ein Wort zugunsten der Salweide. *Cbl. ges. Forstwesen* **18**, 382-384.
- GLOVER, G., HOOL, J.N., 1979: A basal area ratio predictor of Loblolly Pine plantation mortality. *For. Science* **25**, 275-282.
- GOCKEL, H.A., 1994: Soziale und qualitative Entwicklungen sowie Z- Baumhäufigkeiten in Eichenjungbeständen. Die Entwicklung eines neuen Pflanzschemas „Die Trupppflanzung“. Diss. Forstwiss. Fachbereich d. Georg-August-Universität Göttingen.
- GOGOLOK, J., SCHUEMER, R., STRÖHLEIN, G., 1992: Datenverarbeitung und statistische Auswertung mit SAS. Band 1: Einführung in das Programmsystem, Datenmanagement und Auswertung. Stuttgart, Jena, New York: G. Fischer.
- GRACE, J.B., 1995: On the measurement of plant competition intensity. *Ecology* **76**, 305-308.
- HOLMES, M.J., REED, D.D., 1991: Competition indices for mixed species Northern Hardwoods. *For. Science* **37**, 1338-1349.
- HOWARD, K.M., NEWTON, M., 1984: Overtopping by successional coast-range vegetation slows Douglas-fir seedlings. *J. Forestry* **82**, 178-180.
- HUSS, J., 1992: Was ist Waldbau auf ökologischer Grundlage. *Allg. Forst Z.* **47**, 56-64.
- HUSS, J., 1993: Waldbau vor neuen Herausforderungen bei Waldverjüngung und Jungbestandspflege. *Forstw. Cbl.* **112**, 278-286.
- KIPFER, T., HANSEN, K., MCCAUGHEY, W., 1994: Competition and crown characteristics of Whitebark Pine following logging in Montana, U.S.A. In: *Proceedings - international workshop on subalpine Stone Pine and their environment: the status of our knowledge*, St. Moritz, 1992. Hrsg: SCHMIDT, W.C., HOLTMEIER, F.-K. US Forest Service General Technicl Report INT-GTR-309.

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

- LAMATSCH, K., 1997: Konkurrenz von Birken in Eichenkulturen auf oberbayerischen Grundmoränenstandorten und Möglichkeiten der Konkurrenzregulierung. Unveröffentl. Diplomarbeit, Forstwiss. Fakultät d. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- LEDER, B., 1992: Weichlaubhölzer - Verjüngungsökologie, Jugendwachstum und Bedeutung in Jungbeständen der Hauptbaumarten Buche und Eiche. Schriftenreihe d. Landesanstalt f. Forstwirtschaft Nordrhein-Westfalen. Sonderband. Balve: Zimmermann.
- LEDER, B., 1993: Zur Geschichte einer Einbeziehung von Weichlaubhölzern in die waldbauliche Praxis. Forst u. Holz **48**, 337-342.
- LEDER, B., 1996: Weichlaubhölzer in Eichen- und Buchenjungbeständen. Empfehlungen zur Einbeziehung in die waldbauliche Konzeption bei der Pflege von Jungbeständen. Forst u. Holz **51**, 340-344.
- LORIMER, C.G., 1983: Tests of age-independent competition indices for individual trees in natural hardwood stands. For. Ecol. Manage. **6**: 343-360.
- LÜDEMANN, K.-M., 1988: Rekultivierungsplanung für eine Tonerde - Abbaufäche im Forstdistrikt Bocksberg des Forstreviers Niederlippach. Unveröffentl. Diplomarbeit, Forstwiss. Fakultät d. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- LÜPKE, B.v., 1991: Einfluß der Konkurrenz von Weichlaubhölzern auf das Wachstum junger Traubeneichen. Forst u. Holz **46**, 166-171.
- MACDONALD, B., MORRIS, D.M., MARSHALL, P.L., 1990: Assessing components of competition indices for young boreal plantations. . Can. J. For. Res. **20**, 1060-1068.
- MORRIS, D. M., FORSLUND, R.R., 1991: A field oriented competition index for young Jack Pine plantations and a computerized decision tool for vegetation management. New Forests **5**, 93-107.
- MOSANDL, R. (1997): Waldbau zwischen Ökonomie und Ökologie. Rundgespräche d. Kommission f. Ökologie **12**, 107-117.
- MOSANDL, R., EL KATEB, H., ECKER, J., 1991: Untersuchungen zur Behandlung von jungen Traubeneichenbeständen. Forstw. Cbl. **110**, 358-370.
- MUGASHA, A.G., 1989: Evaluation of simple competition indices for the prediction of volume increment of young Jack Pine and Trembling Aspen trees. For. Ecol. Manage. **26**, 227-235.
- MUSSONG, M., 1989: Multiple Regressionsmodelle maximaler Treffsicherheit für die Anwendung im SAS-System. Forstarchiv **60**, 236-238.
- RÖHRIG, E., GUSSONE, H.A., 1990: Waldbau auf ökologischer Grundlage. Bd. 2, Baumartenwahl, Bestandesbegründung und Bestandespflege. 6. neubearb. Aufl. Hamburg, Berlin: Paul Parey.
- SCHUEMER, R., STRÖHLEIN, G., GOGOLOK, J., 1990: Datenverarbeitung und statistische Auswertung mit SAS. Band 2. Komplexe statistische Analyseverfahren. Stuttgart, New York: G. Fischer.
- SCHMALTZ, J., FRÖHLICH, A., GEBHARDT, M., 1997: Die Qualitätsentwicklung in jungen Traubeneichenbeständen im hessischen Spessart. Forstarchiv **68**, 3-10.
- SPELLMANN, H., 1996: Waldbau im Wandel. Forst u. Holz **51**, 3-9.
- TESCH, S.D., KORPELA, E.J., HOBBS, S.D., 1993: Effects of sclerophyllus shrub competition on root and shoot development and biomass partitioning of Douglas-fir seedlings. Can. J. For. Res. **23**, 1415-1426.
- UNKELBACH, H.D., WOLF, T., 1985: Qualitative Dosis-Wirkungs-Analysen: Einzelsubstanzen und Kombinationen. Stuttgart, New York: G. Fischer.
- WELDON, C.W., SLAUSON, W.L., 1986: The intensity of competition versus its importance - an overlooked distinction and some implications. Q. Rev. Bio. **61**, 23-44.
- WIMBERLY, M.C., BARE, B.B., 1996: Distance-dependent and distance-independent models of Douglas-fir and Western Hemlock basal area growth following silvicultural treatment. For. Ecol. Manage. **89**, 1-11.

Manuskriptversion

publiziert in Forstw.Cbl. 116 (1997), S. 346-358.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken wir Herrn Prof. Dr. R. MOSANDL, Frau Dr. S. AMMER und Herrn FR Th. KNOKE.

Anschrift der Verfasser: Dr. Ch. AMMER, Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung der Ludwig-Maximilians-Universität München, Am Hochanger 13, 85354 Freising und Forstreferendarin CORDULA DINGEL, Gartenstr. 4a, 85354 Freising