

Mischbestandseffekte in semi-naturalen Wiesenaufforstungen Mittelchiles¹

Andreas Hahn

Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung,
Technische Universität München, Am Hochanger 13, 85354 Freising,
andreas.hahn@forst.tu-muenchen.de

Im Rahmen des Projektes „Bosques Seminaturales“ sucht das Instituto de Investigación Forestal (INFOR) in Valdivia (Chile) nach Möglichkeiten, die Attraktivität von Naturwäldern für die Gesellschaft und die Eigentümer zu erhöhen. Das Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung ist Projektpartner und untersucht Mischungseffekte zwischen den einheimischen *Nothofagus*-Arten und der exotischen Douglasie auf der naturalen und der finanziellen Ebene. Untersuchungsobjekte sind Mischwaldaufforstungen in der IX. und der X. Region Chiles

Plantagenwälder exotischer Baumarten spielen in der Forst- und Holzwirtschaft Chiles eine überragende Rolle. Entsprechend hängt der Erfolg der Forstwirtschaft überwiegend von wenigen exotischen Gattungen (68% *Pinus*, 24% *Eucalyptus*, 8% „Andere“) ab (INFOR 2005). Die Bewirtschaftung der Naturwälder ist hingegen von untergeordneter Bedeutung: gerade einmal 2% der genutzten Rundhölzer entfallen auf einheimische Baumarten, das entspricht einer jährlichen Menge von 640.000 m³ ohne Rinde. Hinzu kommen rund 7,5 Mio. m³ Brennholz aus einheimischen Baumarten, was etwa 60% des jährlichen Brennholzbedarfes entspricht (INFOR 2005). Im Gegensatz zu der wirtschaftlichen Bedeutung überwiegt der Naturwald mit rund 13,5 Mio. ha die Plantagenfläche (etwa 2,1 Mio. ha) um mehr als das sechsfache (INFOR 2005, CONAMA, CONAF 1999).

Die Ursachen für dieses Missverhältnis liegen in der aktuell höheren wirtschaftlichen Attraktivität der Plantagen (POKORNY 1997). Der Großteil der Naturwälder wurde in der Vergangenheit selektiv und exploitativ genutzt (POKORNY 1997, UEBELHÖR 1994). Die Entnahme guter und marktfähiger Holzsortimente und die darauf folgende Besiedelung der gestörten Flächen mit einheimischen Bambusarten (*Chusquea ssp.*) führte zu Wäldern, die eine verminderte funktionelle und naturale Leistungsfähigkeit aufweisen. So entstanden Sekundärwälder von geringem ökonomischen Wert, die heute als „degradiert“, „exploitiert“ oder „entrahmt“ bezeichnet werden („bosque degradado“, „bosque explotado“, bei MÜLLER-USING (1973) „bosque descremados“). Abbildung 1 zeigt im Vordergrund einen solchen übernutzten Waldbestand.

Aber auch fehlende wissenschaftliche Untersuchungen über eine nachhaltige Bewirtschaftung wurden als Grund für das Schattendasein des chilenischen Natur- und Sekundärwaldes genannt (INFOR 2004).

¹ Der Beitrag wird Anfang 2007 in ähnlicher Form auch in der Allgemeinen Forstzeitschrift / Der Wald veröffentlicht.



Abbildung 1: Im Vordergrund degradiertes Wald in der Region Los Lagos mit Bambus der Gattung *Chusquea* ssp.

Das Projekt „Bosques Seminaturales“

Das chilenische Instituto de Investigación Forestal (INFOR) sucht im Rahmen des Projektes „Bosques seminaturales: Opción tecnológica para la rehabilitación de bosques nativos (Halbnatürliche Mischwälder: Eine technologische Alternative für die Sanierung und Förderung der Naturwälder)“ nach Wegen, um zum Erhalt und der Sanierung von Sekundär- und Naturwäldern beizutragen. Während in einem Projektteil nach Möglichkeiten einer Stärkung der Natur- und Sekundärwälder aus Rauli (*Nothofagus alpina*), Roble (*N. obliqua*) und Coigue (*N. dombeyi*) gesucht wird, werden in dem hier vorgestellten Projektteil Mischungseffekte in Wiesenaufforstungen aus den drei genannten *Nothofagus*-Arten und einer exotischen Baumart untersucht. Dabei wird als exotische Baumart ausschließlich die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) betrachtet, da die standörtlichen Verhältnisse denen ihres nordamerikanischen Herkunftsgebietes gleichen und sie nach ersten Erfahrungen als wenig invasiv eingestuft wird. Dieser Aspekt ist von großer Bedeutung, da eine Unterwanderung der Naturwälder vermieden werden soll.

Auch von der Verwendungsseite gibt es gute Argumente für die Wahl der Douglasie als Mischungselement: Sie liefert ein nachgefragtes Holz für einen etablierten internationalen Holzmarkt. Auf nationaler chilenischer Ebene kann Douglasienholz im Baubereich zudem das rückgängige Angebot von Südbuchenholz der *Nothofagus*-Arten kompensieren.

Es geht also um ein „Schützen durch Nutzen“, mit dessen Hilfe der Naturwald in seiner riesigen Flächenausdehnung wieder mehr Bedeutung erlangen soll. Da Wald in Chile überwiegend in privater Hand ist, bedeutet eine Verbesserung der Rentabilität neben dem Erhalt des Naturwaldes auch eine Sicherung von Arbeitsplätzen und Einkommensquellen.

Rentabilität von Mischwaldaufforstungen

Die Arbeiten am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung konzentrieren sich bisher auf Aufforstungen unter Freiflächenbedingungen. Solche Aufforstungen könnten für die ländliche Bevölkerung alternative Einnahmequellen darstellen. Im Ge-

gensatz zu den wirtschaftlich bedeutenden Plantagenanpflanzungen aus *Pinus ssp.* und *Eucalyptus* wurde den einheimischen Baumarten in wissenschaftlicher und in wirtschaftlicher Hinsicht bislang kaum Beachtung geschenkt. Es wird davon ausgegangen, dass mit der Anlage von gemischten Plantagen unter der überwiegenden Beteiligung einheimischer *Nothofagus*-Arten ein Beitrag zum Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Sicherung von Biodiversität geleistet werden kann.

Ziel des Teilprojektes ist die Ermittlung der Rentabilität für solche gemischt angelegten Plantagen. Im Rahmen einer Diplomarbeit wird dazu zunächst ein konkurrenzabhängiges Wachstumsmodell für gemischte Plantagen entwickelt. Als Basis dienen Feldaufnahmen an rund 250 Zukunftsbäumen und über 2.000 Nachbarbäumen (jeweils die 7 dem Zukunftsbäum am nächsten stehenden Bäume).

Die Daten wurden in Aufforstungsflächen aus den Jahren 1979 bis 1997 erhoben. Diese bestehen überwiegend aus Mischungen aller vier Baumarten (vgl. Abbildung 2). Darüber hinaus wurden Mischungen aus Rauli-Douglasie, Rauli-Roble-Douglasie und Aufforstungen aus reinem Rauli aufgenommen.



Abbildung 2: 11-jährige Wiesenaufforstung aus wechselnden Reihen mit Roble (*Nothofagus obliqua*) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*), sowie Rauli (*N. alpina*) und Coige (*N. dombeyi*)

Bei den Aufnahmen wurden neben der Baumart, dem BHD und der Höhe eine Reihe weiterer Parameter erfasst. Den Zukunftsbäumen wurden zudem in 1,3m Höhe Bohrkernentnommen. Über die Abstände der 7 Nachbarbäume zum jeweiligen Zukunftsbäum konnte nachfolgend baumartenspezifische Konkurrenzindices nach Hegyi (AMMER ET AL. 2005) errechnet und in Regressionsgleichungen zur Erklärung des Durchmesserzuwachses verwendet werden. Nun sollen mit Hilfe der Durchmesserentwicklungen der Einzelbäume unter Berücksichtigung der Mortalität flächenbezogene Daten abgeleitet werden. Abschließend werden diese Daten finanziell bewertet, wobei Risiken in Form von Holzpreisschwankungen und der Mortalität Berücksichtigung finden sollen.

Erste Ergebnisse

Zur Erklärung der Durchmesserzuwächse wurden Regressionsanalysen mit Hilfe einer Statistiksoftware der Firma SAS (SAS Version 8) durchgeführt. Für alle *Nothofagus*-Arten wurde ein gemeinsames Regressionsmodell aufgestellt. Die Arten wurden mit

Indikator-Variablen kodiert, so dass nachfolgend Aussagen auf der Arten-Ebene getroffen werden können. Für Douglasie wurde eine separate Regressionsanalyse durchgeführt. Im Wesentlichen wurden in beiden Fällen das Alter, der BHD, der Hegyi-Konkurrenzindex und eine Kodierung der Baumart des stärksten Nachbars („stae = Baumart XY“) als erklärende Variablen einbezogen.

Die Abbildungen Abbildung 3 bis Abbildung 6 veranschaulichen die Ergebnisse der Regressionsgleichungen graphisch. Abgebildet ist stets der Durchmesserzuwachs in mm in Abhängigkeit von der Baumart des stärksten Konkurrenten und dem Alter.

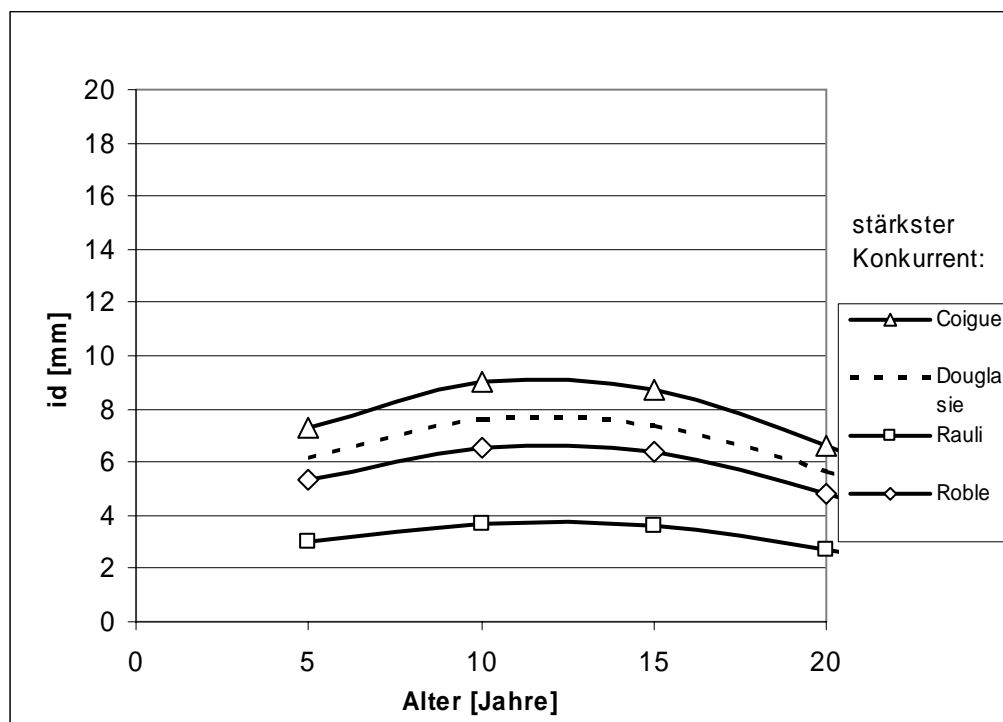


Abbildung 3: Durchmesserzuwachs von Rauli (*Nothofagus alpina*) in Abhängigkeit der stärksten Konkurrenten

Der Verlauf der Durchmesserzuwächse des Rauli erscheint plausibel (Abbildung 3): gut 90 Rauli-Zukunftsbäume in Altern von bis zu 17 Jahren gingen als Datenbasis in die Regressionsanalyse ein. Mit Hilfe von Literaturswertungen und der Einbeziehung älterer Daten muss noch geklärt werden, ob der hier abgebildete Kulminationspunkt mit anderen Erkenntnissen übereinstimmt.

Interessant ist die Rangfolge der Kurven: das beste Wachstum ergibt sich, wenn der stärkste Konkurrent ein Coigue ist, gefolgt von Douglasie, Roble und Rauli als stärksten Konkurrenten.

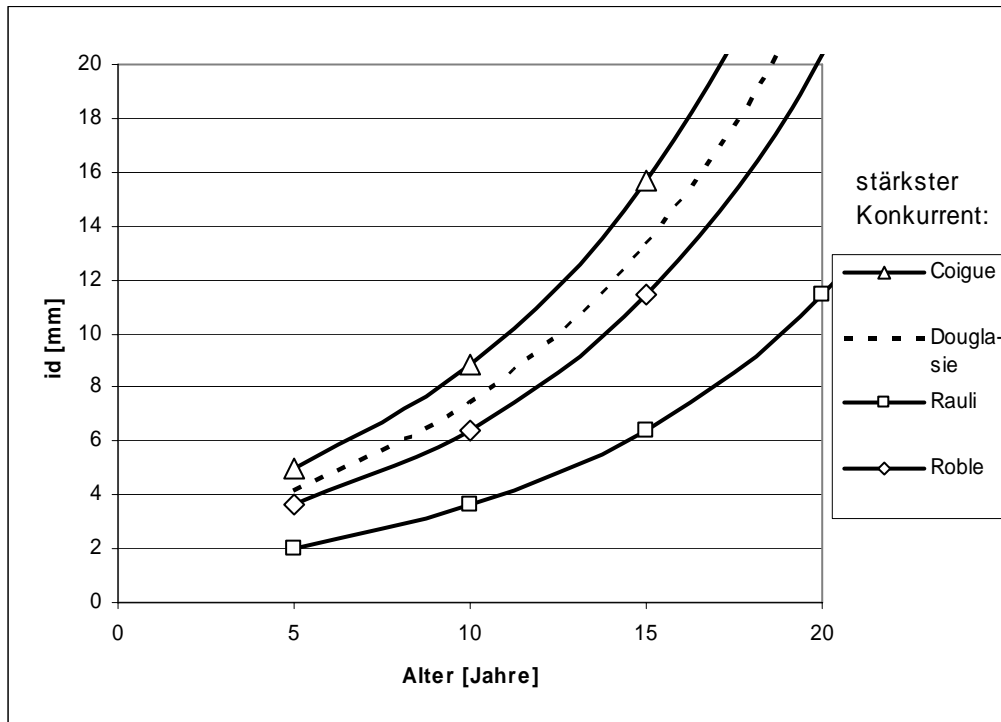


Abbildung 4: Durchmesserzuwachs von Coigue (*Nothofagus dombeyi*) in Abhängigkeit der stärksten Konkurrenten

Im Vergleich zum Rauli ist der exponentiell anmutende Kurvenverlauf des Coigue (Abbildung 4) biologisch nicht plausibel. Dieser bedingt sich durch die begrenzte Datenbasis: die ältesten der aufgenommenen Coigues sind 14 Jahre alt. Das Datenmaterial muss nun noch erweitert werden, um hier gesicherte Aussagen treffen zu können.

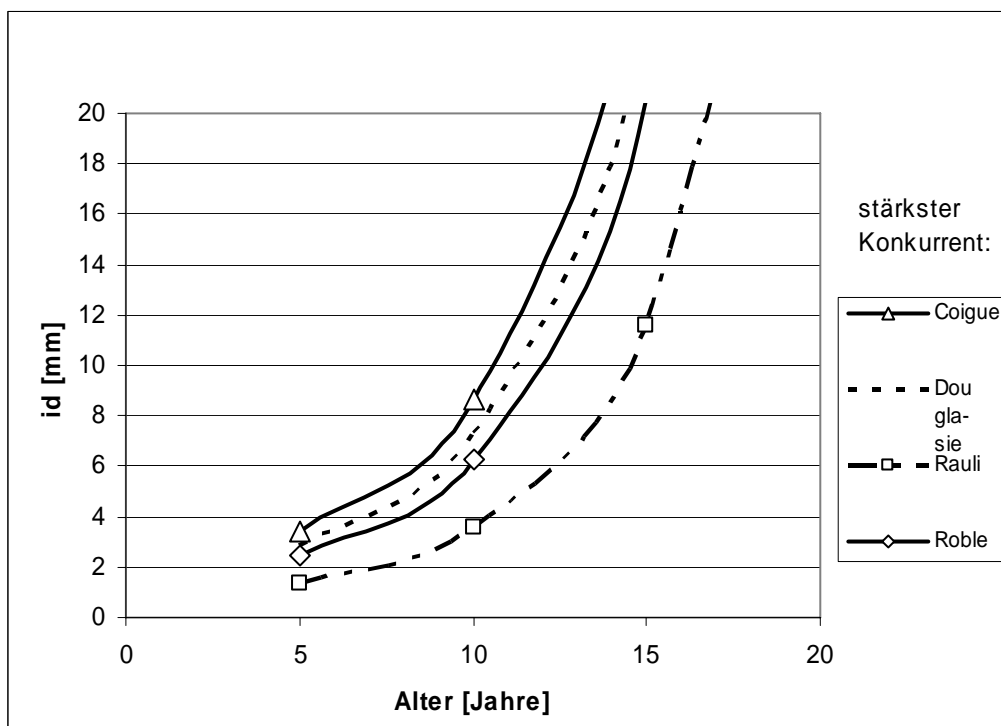


Abbildung 5: Durchmesserzuwachs von Roble (*Nothofagus obliqua*) in Abhängigkeit der stärksten Konkurrenten

Bei der Baumart Roble zeigt das gleiche Bild: die Durchmesserzuwächse sinken von der Konkurrenzbaumart Coigue über Douglasie zu Roble und Rauli. Der Kurvenverlauf ist aufgrund ebenfalls beschränkter Daten für die Baumart Roble im jetzigen Stadium noch nicht plausibel.

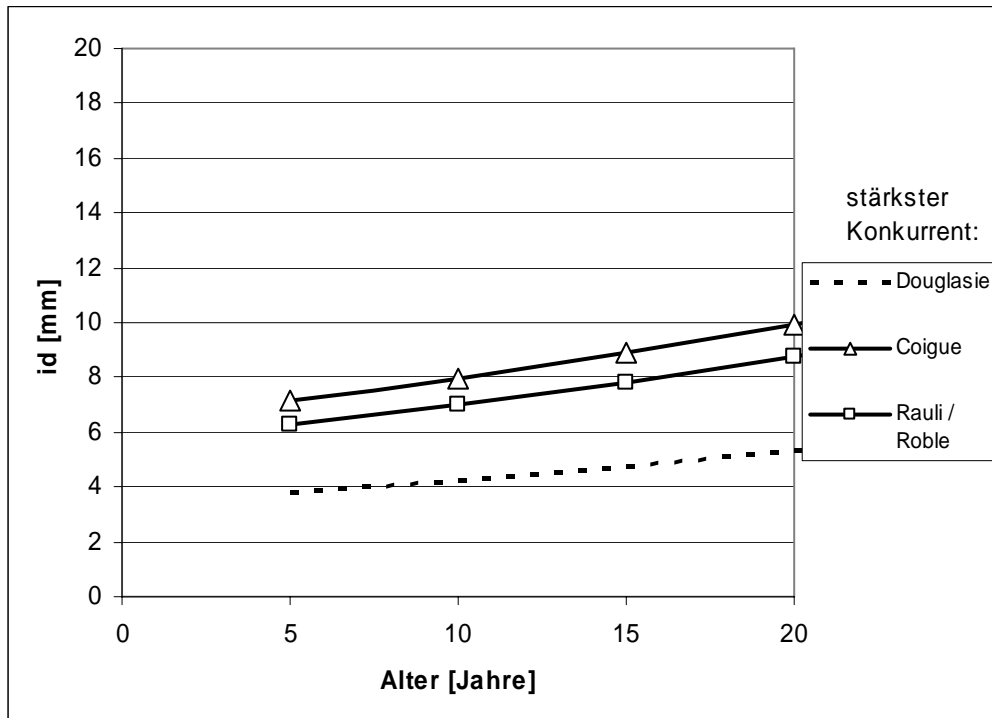


Abbildung 6: Durchmesserzuwachs von Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) bei verschiedenen stärksten Konkurrenten

Die Datenbasis für die Baumart Douglasie umfasst derzeit 96 Zukunftsbäume, die bis zu 18 Jahren alt sind. Diese Zeitspanne reicht bei Douglasie nicht aus, den Kulminationspunkt des Durchmesserzuwachses abzubilden.

Um die Ergebnisse der einzelnen Baumarten nebeneinander vergleichen zu können, werden im Folgenden erste Ergebnisse für das Durchmesserwachstum bei einem Pflanzenalter von zehn Jahren betrachtet. In diesem Alter liegt für alle Baumarten eine gesicherte Datenbasis vor.

Abbildung 7 zeigt die geschätzten jährlichen Durchmesserzuwächse 10-jähriger Probebäume in Abhängigkeit von der Baumart des stärksten Konkurrenten. Betrachtet man die Konkurrenzbaumarten, fällt auf, dass die simulierten Zuwachsdaten der Zukunftsbäume stets in Abhängigkeit der Nachbarbaumarten von Rauli über Roble zu Coigue ansteigen. Steht die Douglasie den Nothofagus-Arten als stärkste Konkurrentin in der Nachbarschaft gegenüber, führt dies jeweils zum zweithöchsten Durchmesserzuwachs.

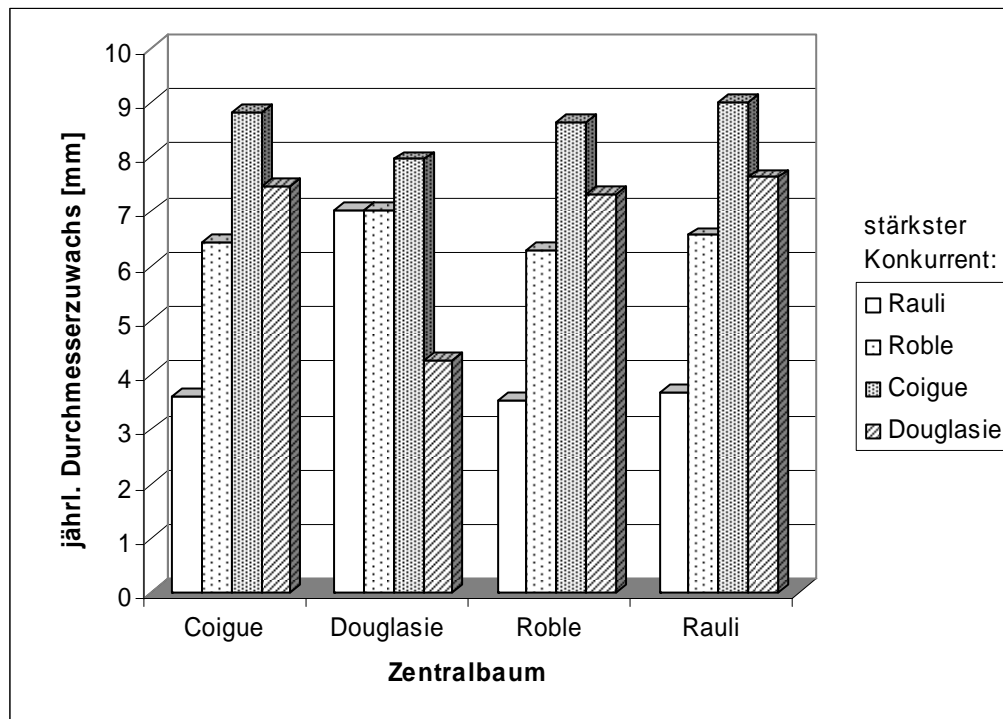


Abbildung 7: Durchmesserzuwachs in Abhängigkeit vom stärksten Konkurrenten im Alter von 10 Jahren

Interessanterweise ändert sich das Bild, wenn Douglasie mit sich selbst konkurriert. Ihr Durchmesserzuwachs vermindert sich um über 40% im Vergleich zu den in Mischung mit den drei *Nothofagus*-Arten geleisteten Durchmesserzuwachs. Entsprechend kann abgeleitet werden, dass die innerartliche Konkurrenz bei Douglasie das Durchmesserwachstum stärker dämpft, als die zwischenartliche Konkurrenz zu den drei genannten *Nothofagus*-Arten.

Ein besonderes Interesse wird in der chilenischen Forstpraxis Mischungen aus Rauli mit Douglasie entgegengebracht. Während Rauli ein weltweit begehrtes Holz liefert, spendet die Douglasie dem sonnenbrandanfälligen Rauli Schatten. Zugleich fallen bei der Douglasie bereits im Rahmen der ersten Durchforstung verkaufbare Holzsortimente an. Aus diesen Gründen haben einige Forstpraktiker vor nahezu 20 Jahren bereits erste Aufforstungen aus Rauli und Douglasie etabliert. Mit Durchmesserzuwachsen um 7 mm im Alter von 10 Jahren liegt diese Kombination in der Spitzengruppe. Diese wird nur durch Konkurrenzsituationen mit der meist sperrwüchsigen und groben Coigue übertrumpft. Reine Bestände aus Rauli oder Douglasie fallen dagegen deutlich ab.

Um die Datenbasis für alle Baumarten zu verbessern, sollen in einem nächsten Schritt weitere Aufnahmen einer anderen Forschergruppe aus dem Projekt *Bosques Seminatales* in die Betrachtungen miteinbezogen werden. Somit können die Altersspannen für Rauli und Roble bis auf 28 Jahre, für Coigue auf 19 und für Douglasie auf 20 Jahre ausgedehnt werden. Darüber hinaus sollen standörtliche Charakteristika in die Regressionsanalyse eingebaut werden.

Folgerungen

Die ersten Ergebnisse zeigen bereits deutliche Unterschiede im Zuwachsverhalten der Baumarten in Abhängigkeit von Ihren Konkurrenzbaumarten auf. Für die bislang favorisierte Mischung von Rauli und Douglasie können nun auch aus waldwachstumskundlicher Sicht erste Ergebnisse geliefert werden. Da die innerartliche Konkurrenz bei Rauli und Douglasie die zwischenartliche Konkurrenz übersteigt, erweist sich die Mischung gegenüber entsprechenden Reinbeständen mit Blick auf den Durchmesserzuwachs der Einzelbäume als vorteilhaft. In den weiteren Untersuchungen soll geklärt werden, ob diese positiven Mischungseffekte auch auf Bestandesebene und unter finanziellen Gesichtspunkten erhalten bleiben.

Literaturhinweise:

- AMMER, C.; ZIEGLER, C.; KNOKE, T. (2005): Zur Beurteilung von intra- und interspezifischer Konkurrenz von Laubbaumbeständen im Dickungsstadium. AFJZ, 176. Jg., S. 85-94.
- CONAMA, CONAF (1999): Catastro y Evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. Santiago, 88 S.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL (INFOR) (2004): Concurso nacional de proyectos de innovation precompetitiva e interes. FDI, Bosques seminaturales: Opción tecnológica para la rehabilitación de bosques nativos. Valdivia.
- INSTITUTO DE INVESTIGACION FORESTAL (INFOR) (2005): Boletín Estadístico 101, Estadísticas Forestales 2004. 159 S.
- MÜLLER-USING, B. (1973): Untersuchungen über die Verjüngung von *Nothofagus alpina* und ihrer wichtigsten Begleitbaumarten in der chilenischen Anden- und Küstenkordillere. Dissertation, Ludwigs-Maximilians-Universität München, 229 S.
- POKORNY, B. (1997): Zur Überführung mittelchilenischer *Nothofagus*-Sekundärwälder in Wirtschaftswälder. Forstarchiv, S. 109-117.
- UEBELHÖR, K. (1994): Struktur und Dynamik von *Nothofagus*-Urwäldern in den Mittelagen der validivianischen Anden Chiles. Forstliche Forschungsberichte München Nr. 58, 230 S.

(Fotos: A. Hahn)