

## Waldbauliche Untersuchungen zur Überführung feuerländischer Lenga (*Nothofagus pumilio*)-Urwälder in Wirtschaftswald

José O. Bava und Michael Weber  
Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung, TU München

### 1. Einleitung

Lenga ist eine der wichtigsten Naturwaldbaumarten der Republik Argentinien. Reinbestände dieser Art bedecken über 1 Million ha, zu denen weitere 90000 ha an Mischbeständen hinzukommen (IFONA 1984, 1986 a, b, c). Sie erstrecken sich über einen Streifen von etwa 2000 km Länge, wobei der größte zusammenhängende Teil dieser Wälder auf Feuerland zu finden ist. Ganz überwiegend handelt es sich dabei um noch unberührten Naturwald. Es gibt jedoch einige praktische Beispiele dafür, dass es möglich ist, solche Urwälder in Wirtschaftswald zu überführen (Alonso et al. 1968; Mutarelli u. Orfila 1969 und 1973; Schmidt u. Urzúa 1982; Nuñez u. Peñaloza 1985). Eine Überführung in größerem Umfang könnte die Grundlage zur Entwicklung einer für Feuerland bedeutsamen nachhaltigen Forst- und Holzwirtschaft bilden. Weitere gute Gründe für die Einführung einer geregelten Waldbewirtschaftung sind die derzeit praktizierten degradierenden bzw. devastiven Nutzungen des Naturwaldes: Waldweide, Waldbrand und ungeplante Holznutzungen stellen eine zunehmende Bedrohung für die verbliebenen Wälder dar.

Vor diesem Hintergrund und im Hinblick auf die Unvermeidbarkeit der Exploitation großer Urwaldflächen ist es nötig, ökologisch wie ökonomisch nachhaltige Bewirtschaftungsmodelle auf der Grundlage der natürlichen Entwicklungsprozesse dieses Waldtyps zu entwickeln. Ziel der vorliegenden Studie war daher die Beantwortung einiger zentraler Fragen hierzu:

- 1) Welche Dynamik bestimmt die Lebensabläufe der unberührten Lengawälder in Feuerland?
- 2) Wie entwickelt sich die Naturverjüngung bei unterschiedlichen Eingriffsformen?
- 3) Welche Zuwächse sind in bewirtschafteten Lenga-Beständen zu erwarten?
- 4) Welche biotischen und abiotischen Gefährdungen müssen im Hinblick auf eine nachhaltige Bewirtschaftung der Lenga-Wälder beachtet werden?
- 5) Welche Erziehungseingriffe sind für eine gesicherte Wertholzproduktion erforderlich?
- 6) Welche Nutzungsergebnisse können bei unterschiedlichen waldbaulichen Eingriffen erwartet werden?
- 7) Wie können Lenga-Urwälder unter Wahrung ihrer natürlichen Dynamik genutzt werden, so dass nachhaltige Schäden an Boden und Bestand vermieden werden?

## 2. Methode

Die Vielseitigkeit der vorgenannten Fragestellungen erforderte die Anlage eines umfassenden Versuchsflächennetzes, das in den Wäldern zwischen der Stadt Ushuaia (im Südwesten am Beagle Kanal gelegen) und der Ortschaft Tolhuin (am Ostende des Lago Fagnano) realisiert wurde. An dieser Stelle kann daher nur eine sehr kurze schematisierte Darstellung der Methodik gegeben werden (Tab. 1). Eine ausführliche Beschreibung der Methodik findet sich bei Bava (1997).

| Fragestellung   | Ziele  | Methode   |
|---|--|---|
| 1) Welche Dynamik bestimmt die Lebensabläufe der unberührten Lenga-wälder Feuerlands?   | Darstellung von Struktur und dynamischen Prozessen in Gleichgewichts-Wäldern                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl einer 50 ha großen unberührten Naturwaldfläche</li> <li>• Inventur und Bestandesausscheidung nach Strukturmerkmalen</li> <li>• Erfassung der Naturverjüngung</li> <li>• Erstellung von Bestandesprofilen der Strukturtypen</li> </ul>  |
|   | Darstellung des Zustandes und der Entwicklung in jungen einförmigen Beständen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme und Beschreibung einschließlich Bestandesprofil zweier nach Katastrophen entstandener Bestände</li> </ul>   |
| 2) Wie entwickelt sich die Naturverjüngung nach unterschiedlichen Formen der Exploitation in Raum und Zeit?                     | Beschreibung des Zustandes von Dickungen, die nach verschiedenen Ausgangslagen entstanden sind | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl von 10 Dickungen, die durch Kahlhieb, natürliche Katastrophen, auf natürlichen Lücken und nach traditionellen Eingriffen entstanden sind</li> <li>• Einrichtung von 1000 m<sup>2</sup> großen Aufnahmeflächen, die unter verschiedenen Bedingungen entstanden sind. Bestimmung der Dichte; Auswahl, Entnahme und Vermessung der dominanten Individuen, Auswahl von Zukunftsbäumen, die auch entnommen und analysiert wurden</li> <li>• Klassifizierung der entnommenen Stämme nach technischen Kriterien (Stammform, Misodendron<sup>1</sup>-Befall, Fäule)</li> </ul> |
| 3) Welche Zuwächse sind in bewirtschafteten Beständen zu erwarten?  | Analyse von Modellbäumen   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entnahme von 18 dominanten Bäumen, die das maximale individuelle Zuwachspotential zum Ausdruck bringen: Signifikant besseres Wachstum als Nachbarn, gute Kronenentwicklung und eine Baumarchitektur, die durch Bewirtschaftung erreichbar ist: gereinigter unterer Schaftteil, nach Länge und Durchmesser gut entwickelte Krone</li> <li>• Erfassung der ertragskundlichen Charakteristika des Bestandes und der Konkurrenzsituation der Modellbäume</li> <li>• Entnahme der Modellbäume für die Stammanalyse und zur Erfassung von Fäulen</li> </ul>                          |
| 4) Welche biotischen und abiotischen Gefährdungen müssen für eine erfolgreiche Bewirtschaftung der Lengawälder beachtet werden? | Gesundheitszustand in reifen Naturwäldern  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschätzung des Zustandes und ggf. des Befallsgrades an stehenden Bäumen während der Inventur auf der 50 ha Fläche</li> </ul>   |
|   | Gesundheitszustand in Stangen- und geringen Baumhölzern  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung der Gründe für das Auftreten von Weißfäule in geringen Baumhölzern durch Stammanalysen</li> <li>• Herleitung der h:d-Werte zur Bestimmung der Sturmgefährdung unterschiedlicher Bestände</li> </ul>   |
|   | Gesundheitszustand der Naturverjüngung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der Wirkung des Befalls von Misodendron und von Fäulen in dominanten Individuen auf den 10 Stangenholzparzellen</li> </ul>  |

Tabelle 1: Schematische Darstellung der Fragestellungen und der zugehörigen Arbeitsmethoden

<sup>1</sup> Hemiparasit, der Stammverformungen verursacht

| Fragestellung  | Ziele   | Methode  |
|--|---|--|
| 5) Welche Erziehungseingriffe sind notwendig, um das Wachstum des Waldes auf maximale Wertholzerzeugung auszurichten?                                | Erster Eingriff in Dickungen  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl einer Dichtung von 5 m Höhe</li> <li>• Einrichtung einer Parzelle, auf der schlecht geformte herrschende und vorherrschende Bäume entnommen werden</li> </ul>   |
|  | Zweiter Eingriff in Stangenhölzern  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl von Stangenhölzern, um die 12 m hoch, in denen sich ein astreiner Schaftteil von 6 - 8 m herausgebildet hat.</li> <li>• Bestimmung der Dichte, Auswahl der zu fördernden und der zu entnehmenden Bäume</li> </ul>   |
|  | Durchforstung in geringen Baumhölzern   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl und Einmessung von drei Beständen im geringen Baumholzalter und Auszeichnung von Durchforstungseingriffen</li> <li>• Einrichtung einer Infrastruktur und gerichtetes Fällen der ausgezeichneten Stämme</li> <li>• Vermessung der angefallenen Holzmenge</li> </ul>  |
| 6) Welche Nutzungsergebnisse können bei unterschiedlichen Waldbaulichen Eingriffen erwartet werden?  | Beurteilung des Anfalls im Wald   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung der Stammabschnitte, die bei den verschiedenen Eingriffsformen anfallen</li> <li>• Klassifizierung der angefallenen Abschnitte anhand äußerlich erkennbarer Fehler</li> </ul>   |
|  | Beurteilung der Produkte im Sägewerk  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport von Abschnitten unterschiedlicher Qualität zum Sägewerk und Einschnitt</li> <li>• Quantifizierung und Klassifikation der hergestellten Brettware</li> <li>• Beurteilung der Sägewerksausbeute nach Güteklasse der Abschnitte</li> </ul>   |
| 7) Wie können Primärwälder unter Wahrung ihrer natürlichen Dynamik genutzt werden, so dass dauerhafte Schäden an Boden und Bestand vermieden werden? | Nutzungsformen im reifen Wald: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektive Eingriffe traditioneller Art</li> <li>• Löcherhiebe</li> <li>• Schirmhiebe</li> <li>• Plenterhiebe</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterteilung der 50 ha Arbeitsfläche für verschiedene Hiebsformen unter Belassung einer Kontrollfläche</li> <li>• Ausscheidung von Wegen und Lagerplätzen für Holz</li> <li>• Einrichtung einer Infrastruktur für die Lochhieb-, und Schirmhiebflächen. Im Bereich des traditionellen Einschlags wurde der Zugang zu den geschlagenen Stämmen durch den Fahrer des Rückegerätes festgelegt</li> <li>• Auszeichnung der Hiebe und deren Ausführung (Schulung des Personals für gerichtetes Fällen, für die Eingriffsformen Löcherhieb und Schirmhieb)</li> <li>• Holzrücken zu den Lagerplätzen, Beurteilung der Infrastruktur-Dichte im Vergleich mit der traditionellen Methode</li> </ul> |

Tabelle 1: Fortsetzung

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Natürliche Dynamik

Die natürliche Dynamik in den Lenga-Primärwäldern Feuerlands ist durch zwei grundlegend verschiedene Prozesse gekennzeichnet: Zunächst einmal wurde festgestellt, dass sehr große Flächen des Lenga-Waldes sich im Gleichgewicht befinden und einer Dynamik unterliegen, die durch Lücken bestimmt ist. Diese entstehen durch den Wurf oder das Absterben einzelner reifer Bäume. Dadurch herrschen Bestände mit einer Plenterstruktur vor, in denen Individuen aller Altersstufen auf kleinen Flächen nebeneinander auftreten (Abb. 1 li.). Eingebettet in die große Fläche solcher Gleichgewichtswälder finden sich jedoch auch immer wieder einschichtige gleichförmige Bestände, die aus dem zweiten bedeutsamen dynamischen

Prozess hervorgehen: Flächiger Wurf von Bäumen durch Sturm. Nach der Altersverteilung, die in den gleichförmigen Beständen ermittelt wurde, kann der Sturmwurf ein einziges drastisches Ereignis sein, durch das ein intensiver Verjüngungsprozess eingeleitet wird. Er kann aber auch eher weniger drastisch vonstatten gehen und in der Folge zu Nachwürfen im verbliebenen Bestand führen, wodurch Verjüngungsschübe ausgelöst werden. In beiden Fällen ist das Ergebnis eine einförmige neue Generation (Abb. 1 re.). Das bedeutet, dass sich eine junge Schicht unter dem mehr oder weniger offenen Schirm verbliebener Altbäume entwickelt. Basierend auf diesen Prozessen konnten im Untersuchungsbestand sechs verschiedene Strukturtypen unterschieden werden (Abb. 2).

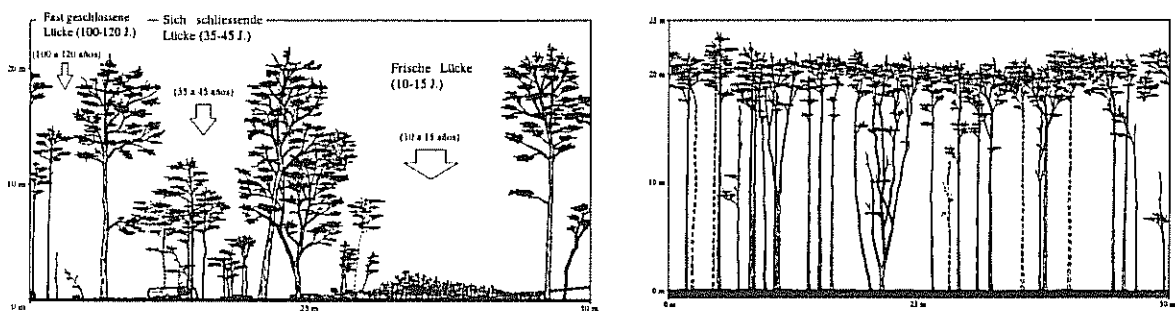


Abbildung 1: Profil eines Bestandes vom Typ 2 (links) und vom Typ 6 (rechts)

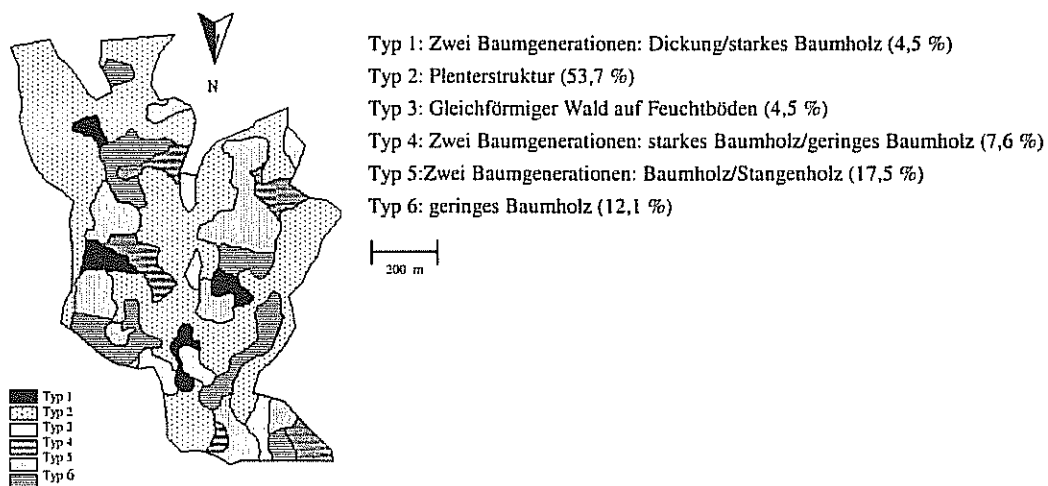


Abbildung 2: Verteilung der Strukturtypen im Versuchsgebiet Rio Valdez (in Klammern angegeben ist der prozentuale Anteil des jeweiligen Typs an der Gesamtfläche).

### 3.2. Entwicklung der Naturverjüngung bei verschiedenen Eingriffsformen

Grundlage für beide vorgenannten Prozesse ist das permanente Vorhandensein einer Verjüngungsschicht am Boden, wie sie auf allen Flächen gefunden wurde. Wie aus Abbildung

3 zu ersehen ist, waren auf ca. 60% der Probekreise mehr als 5 Verjüngungspflanzen vorhanden.

Für die Entwicklung waldbaulicher Verfahren ist jedoch neben dem Vorhandensein der Verjüngung von Bedeutung, ob und wie sich diese bei unterschiedlichen Eingriffsformen entwickeln kann. In kommerziell genutzten Lenga-Wäldern sind vor allem Schirmhiebe und Floreo, das ist die traditionelle selektive Entnahme hochwertiger Bäume, gebräuchlich. In Feuerland wurden außerdem auch Streifenkahlhiebe getestet.

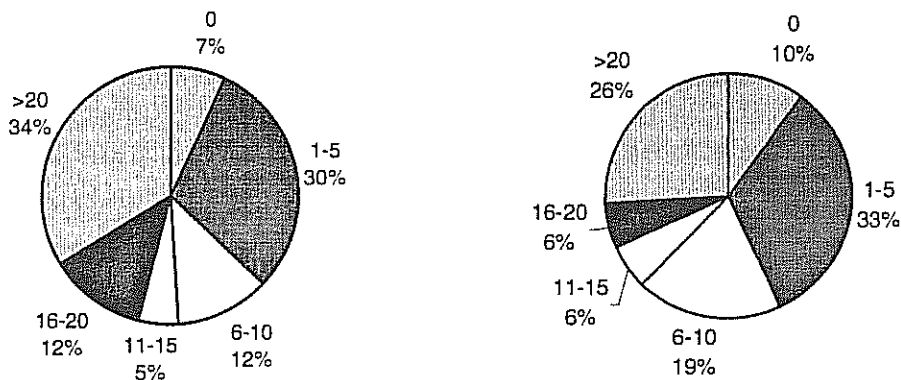


Abbildung 3: Verjüngungsdichtestufen ( $N/m^2$ ) auf der Versuchsfäche Rio Valdez. Links: ungleichmäßig aufgebaute Bestandesteile ( $\emptyset$  Dichte: 22 Pflanzen/ $m^2$ ; Klumpungsindex: 68); Rechts: Bestandesteile mit gleichförmiger oder zweischichtiger Struktur ( $\emptyset$  Dichte: 16 Pflanzen/ $m^2$ ; Klumpungsindex: 51).

Die Aufnahmen der aus unterschiedlichen Ausgangssituationen hervorgegangenen Probeparzellen erbrachten, dass Dichte und Zuwachs in den Stangenhölzern am größten sind, die durch drastische Öffnungen des Kronendaches entstanden waren (Sturmwurfflächen mit Kahlhiebcharakter oder mit Erhaltung von mehr oder weniger zahlreichen Bäumen des Vorbestandes, wodurch waldbaulichen Schirmhieben ähnliche Situationen entstanden). Die Verjüngung auf Lücken und Kleinflächen, die durch das Floreo oder vereinzelt den Ausfall von Altbäumen entstanden sind, etabliert sich deutlich langsamer. Deren Entwicklung hängt davon ab, ob es durch den Wurf von Randbäumen zur Vergrößerung oder durch Kronenausbreitung der randständigen Bäume zur Verkleinerung der entstandenen Lücken kommt. Die große intraspezifische Konkurrenz, die sich in den nach starken Eingriffen oder natürlichen Schadereignissen entstandenen Stangenhölzern herausbildet, ist zugleich Voraussetzung für die Entstehung qualitativ - im technischen Sinne - hochwertiger Bäume. Nur in Stangenhölzern, die durch diese Art von Ereignissen entstanden sind, ist eine ausreichende Zahl von erstklassigen Bäumen zu finden, die sich vital und unter Erhaltung

einer guten Ausgangsqualität weiterentwickeln werden. Die Stangenhölzer, die sich nach traditionellen Exploitationsmaßnahmen herausgebildet haben und altersmäßig stark differenziert sind, sind dagegen häufig durch Individuen geprägt, die ihre Entwicklung unter geringem Konkurrenzdruck begonnen haben und deshalb in erheblichem Maße zwieselig sind oder schlechte Form aufweisen.

### 3.3. Potentielle Zuwächse in bewirtschafteten Lenga-Beständen

Zu den in überführten Lenga-Beständen Feuerlands erzielbaren Zuwächsen liegen bisher keine längerfristigen Erfahrungen vor. Deshalb wurde für die Herleitung von Informationen zum Wachstumspotential bewirtschafteter Bestände auf die Analyse von Modellbäumen zurückgegriffen. Als Modellbäume wurden herrschende Individuen mit gutem Wachstum ausgewählt, die sich im Bestandesganzen durch ihre Vitalität und hervorragende technische Eigenschaften auszeichnen sowie solche, die durch natürliche oder anthropogene Einflüsse nach einer langen Zeit des Dichtstandes plötzlich freigestellt worden waren.

Die analysierten 18 Modellbäume lassen sich drei unterschiedlichen Wachstumstypen zuordnen (Abb. 4): Der erste ist durch gleichmäßig schnelles Wachstum mit Durchmesserzuwächsen um 4 mm pro Jahr gekennzeichnet. Der zweite ist ebenfalls durch ein gleichmäßiges, aber insgesamt langsames Wachstum von etwa 0,3 mm pro Jahr charakterisiert. Der letzte Typ von Modellbäumen zeigt die mögliche Wachstumsreaktion auf waldbauliche Eingriffe (Abb. 5): Auf eine Periode langsamer Entwicklung unter Konkurrenzdruck folgt eine starke Freistellung (im Falle der untersuchten Bäume war das entweder eine Folge menschlicher Eingriffe (Exploitation) oder des Zusammenbruchs konkurrierender Bäume). In jedem Fall folgte der Freistellung ein Zeitraum sehr schnellen Wachstums, das bis zum Moment der Fällung für die Stammanalyse anhielt. Dabei wurden laufende Durchmesserzuwächse von 6 mm pro Jahr für eine Periode von 10 Jahren beobachtet (s. Tab. 2).

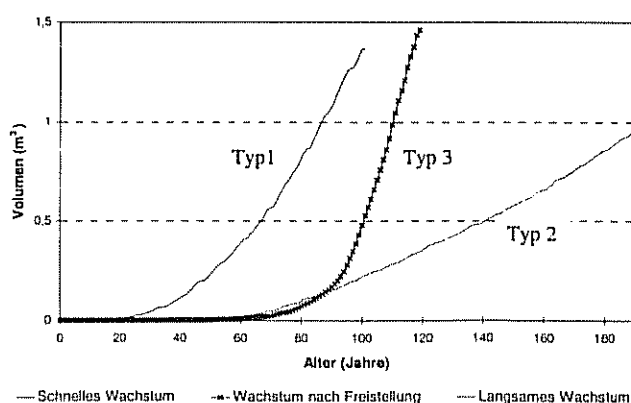


Abbildung 4: Volumenzuwachs von Modellbäumen: Schnelles Wachstum während des ganzen Lebens, schnelles Wachstum nach Freistellung und langsames Wachstum während der ganzen Lebensspanne.

Die Kronen, die diesen Zuwachs ermöglichten, hatten im Mittel eine Kronenschirmfläche von 43 m<sup>2</sup>. Wird eine Überschirmung des Bodens von 80 % angenommen, so könnte der zukünftige Wald ungefähr 190 Bäume mit Kronenprojektionen zwischen 40 und 45 m<sup>2</sup> enthalten. Von solchen Individuen kann ein Zuwachs von etwa 0,6 cm pro Jahr erwartet werden.

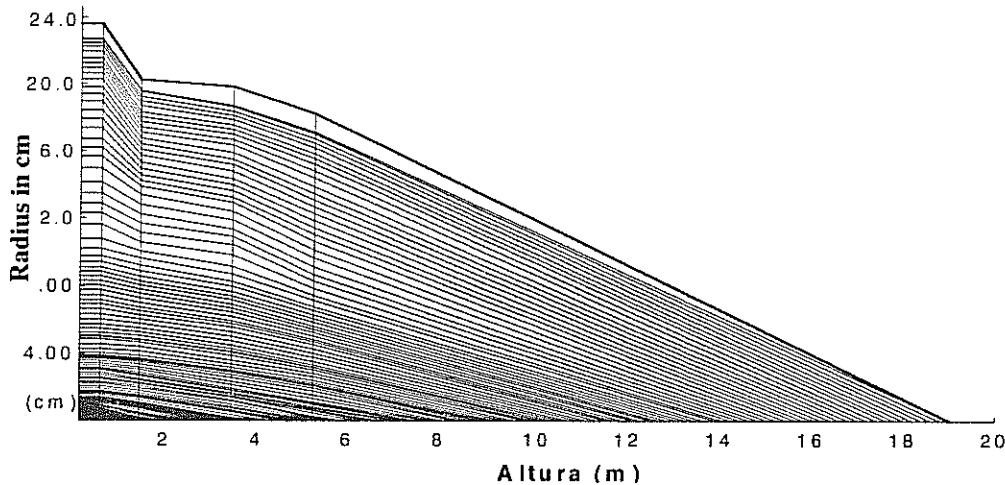


Abbildung 5: Stammanalyse eines Baumes, der mit 86 Jahren freigestellt wurde.

Um astreine Schäfte zu produzieren, ist es nötig, dass die Bäume in der ersten Entwicklungsphase dicht aufwachsen. Haben die dominanten Bäume unter solchen Bedingungen Astfreiheit an einem geraden Schaft von etwa 8 - 9 m Länge erreicht, so wird es notwendig, die besten Stämme des Bestandes so zu stellen, dass sie eine große Krone ausbilden und einen hohen Durchmesserzuwachs anlegen können. Diese Art der Entwicklung entspricht dem Wachstumstyp, der in Abb. 5 dargestellt worden ist. Danach ermöglichen Kronen mit einer Projektionsfläche von 43 m<sup>2</sup> einen Durchmesserzuwachs von 0,6 cm/J. an 110-jährigen Bäumen.

| Wachstumstyp | M. j. Z. (1) | D.l.Z. (2) | BHD (cm) | Alter | Kronenprojektionsfläche (m <sup>2</sup> ) |
|--------------|--------------|------------|----------|-------|---|
| Langsam      | 0,277        | 0,232      | 41,8     | 178   | 34,7                                      |
| Schnell      | 0,409        | 0,89       | 38,2     | 106   | 29,8                                      |
| Freigestellt | 0,469        | 0,587      | 41,0     | 112   | 42,6                                      |

(1) Mittlerer jährlicher Durchmesserzuwachs (cm).

(2) Durchschnittlicher laufender Durchmesserzuwachs für die letzte 10 Jahresperiode (cm)

Tabelle 2: Durchschnittliche Durchmesserzuwächse der analysierten Modellbäume in Abhängigkeit vom Wachstumstyp

Diese Befunde erlauben es, eine Vorstellung davon zu entwickeln, welchen Standraum ein Baum benötigt, der gegen Ende der Umtriebszeit einen jährlichen Durchmesserzuwachs von 5 mm pro Jahr leisten soll. Wie die Analysen zeigten, ist die Kronenschirmfläche von Einzelbäumen in diesen Urwäldern nicht so eng mit ihrem laufenden Zuwachs korreliert, wie

dies in bewirtschafteten Beständen der Fall ist. Straffere Beziehungen zwischen der Schirmfläche und dem Zuwachs ergeben sich, wenn die Konkurrenzsituation, in der sich ein Baum befindet, in die Betrachtung einbezogen wird. Dies kann durch die Angabe des konkurrenzfreien Anteils des Kronenumfangs erreicht werden (Abb. 6). Damit die gewünschte Durchmesserleistung von 6 mm/a erreicht wird, muss der Einzelbaum zu 80 % einen konkurrenzfreien Kronenumfang haben.

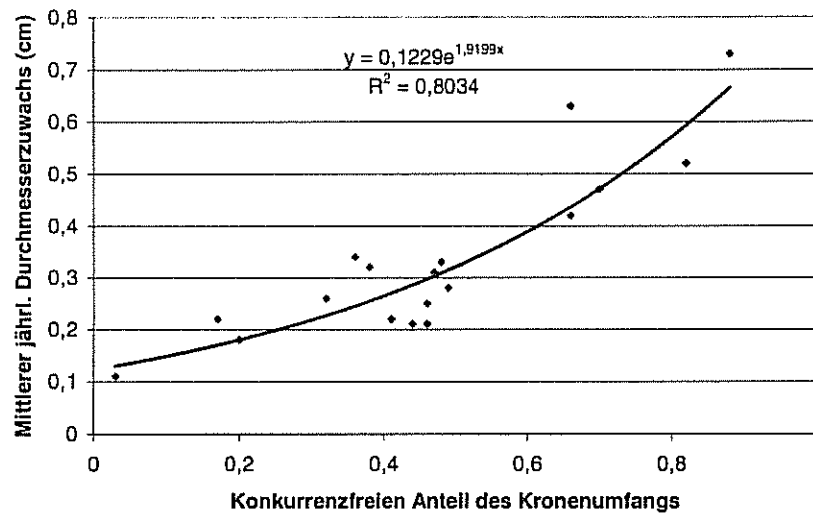


Abbildung 6: Beziehung zwischen den konkurrenzfreien Anteilen des Kronenumfangs und dem laufenden Durchmesserzuwachs der 18 untersuchten Modellbäume.

### 3.4. Biotische und abiotische Gefährdungen

Nach den Ergebnissen der Schadensanalysen in verschiedenen alten Beständen (Dickungen, Stangenhölzer, mittlere Baumhölzer zwischen 90 und 140 Jahren und starke Baumhölzer mit reifen Bäumen) sind vor allem folgende Gefährdungen in Betracht zu ziehen:

- **Fäulen** (Braun- wie Weißfäulen): Braurfäule im Stammfußbereich tritt an praktisch allen Individuen auf, die Sägeholzdurchmesser erreichen. Sie entwickeln sich aus Wunden im Wurzelbereich, aber auch nach Schäden an Stamm und Krone. Die wichtigsten Verursacher sind *Postia pelliculosa* und *Piptoporus portentosus* (Cwielong und Rajchenberg 1995). Im Altersbereich von 90 bis 140 Jahren, in denen Durchforstungseingriffe ausgeführt wurden, gab es kaum Befall mit Fäule. Erst bei Baumhölzern von 140 Jahren wurden Fäulen bedeutsam. Dabei war die wichtigste Form Weißfäule, die durch *Phellinus andinopatagonicus* (Rajchenberg und Cwielong 1995) verursacht wurde. Als wichtigste Eintrittspforten der Infektion erwiesen sich Astabbrüche, Stammwunden und grobe Tot-äste. Für die Bewirtschaftung ergibt sich daraus, dass Umtriebszeiten oder Zieldurchmesser so anzusetzen sind, dass die Alter unter 140 Jahren bleiben.
- **Misodendron-Befall**: der Hemiparasit ruft eine charakteristische Verformung des Stammes hervor. Die Befallswunden können außerdem Fäulen und Brüche der Stämme



bedingen. Bei Misodendron-Befall scheidet deshalb der betreffende Baum für die Auswahl als Zukunftsbaum aus.

- **Weidevieh und Guanacos:** Dichte Urwaldbestände haben nur einen geringen Unterwuchs und sind daher für Weidevieh und Guanacos (*Lama guanicoe*) unattraktiv. Umso mehr werden alle Bestände, die, auf welche Weise auch immer, in Verjüngung gebracht werden, sofort beweidet und dabei so stark durch Verbiss geschädigt, dass eine spätere Bewirtschaftung nicht mehr in Frage kommt. Das Guanaco kann bei hoher Populationsdichte ähnlich gravierende Beeinträchtigungen der Verjüngung hervorrufen wie das Weidevieh.
- **Sturm:** bestimmt als abiotischer Faktor die Dynamik der Lenga-Wälder Feuerlands auf großen Flächen. Dieses Faktum muss bereits bei den ersten Eingriffen in die Urwaldbestände berücksichtigt werden, denn in etlichen Beständen beruht deren Stabilität auf dem kollektiven Nebeneinander der jungen bzw. nicht sehr starken Bäume. In anderen Fällen, wie z.B. in zweischichtigen Beständen, können die Individuen der zweiten Schicht  $h : d$ -Werte von mehr als 100 haben. Dann sichern die verbliebenen Altbäume mit  $h : d$ -Werten  $< 60$  die Stabilität des Bestandes. Die Stabilität der Wirtschaftswälder sollte auf der individuellen Stabilität aufbauen, die in einschichtigen Beständen durch frühe Durchforstungseingriffe gefördert werden kann, in mehrschichtigen Beständen durch Wahrung der vertikalen Struktur.

### 3.5. Erforderliche Erziehungseingriffe für gesicherte Wertholzproduktion

Das Höhen- und Durchmesserwachstum von Lenga-Jungbeständen ist unmittelbar mit dem Grad der Überschirmung verbunden (Guasp 1993; Loguercio 1995; Rechene 1995). Höhen- und Durchmesserwachstum sind am höchsten in Stangenhölzern, die durch großflächige Sturmwürfe oder durch Kahlhiebe entstanden sind. Stangenhölzer dieser Art waren erheblich jünger als vergleichbare, die sich in kleinflächigen Bestandeslücken entwickelt haben (Abb. 7). Außerdem war die Astreinigung in letzteren weit weniger fortgeschritten. Nur Verjüngungsverfahren, die starken natürlichen Störungen entsprechen, wie Kahl- oder Schirmhieb, lassen eine ausreichende Zahl von gleichzeitig vitalen und gut geformten Individuen ohne Stammschäden erwarten.

Eine Qualitätsanalyse in den Untersuchungsbeständen erbrachte, dass in sich natürlich entwickelnden Stangenhölzern von 6 - 12 m Höhe nur 100 bis 150 herrschende Individuen zu finden sind, die den Anforderungen der 1. Qualitätsklasse entsprechen. In Stangenhölzern, die aus traditioneller Nutzung hervorgegangen sind, liegt die Anzahl häufig sogar noch niedriger. Zur Verbesserung der Auswahlbasis für Zukunftsbaume sollte daher bei einer Bestandesmittelhöhe von 4 - 6 m eine Läuterung vorgenommen werden, bei der schlecht geformte herrschende Individuen entfernt werden. Der zweite Eingriff sollte bei einer Mittelhöhe von etwa 12 m erfolgen und etwa 200 vitale und gut geformte Individuen durch Entnahme von 2-3 Bedrängern gezielt fördern. Zu diesem Zeitpunkt dürfte eine astreine Schaftlänge von 6 - 8 m erreicht sein. Zwar sind deutlich längere astfreie Schäfte erreichbar -

bei den Modellbäumen mit schnellem Wachstum lag der Kronenansatz im Mittel bei 12,2 m -, jedoch ist dafür Dichtschluss über mehr als 100 Jahre erforderlich.

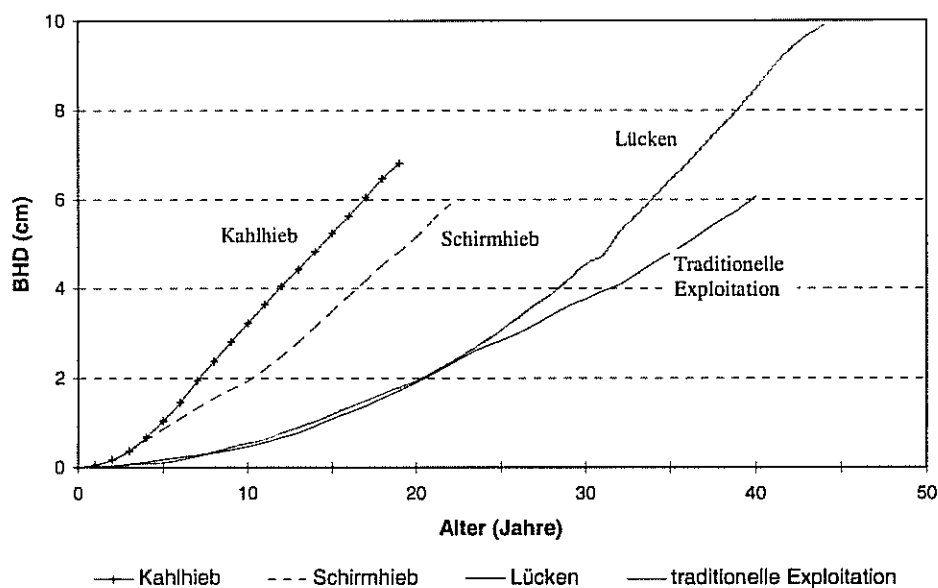


Abbildung 7: Durchmesserentwicklung herrschender Bäume von Stangenhölzern unterschiedlichen Ursprungs.

### 3.6. Nutzungsergebnisse bei unterschiedlichen waldbaulichen Eingriffen

Zur Ermittlung der bei verschiedenen waldbaulichen Überführungsmethoden anfallenden Nutzungsergebnisse wurden unterschiedliche Eingriffe in reife Urwaldbestände durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Nutzungsergebnisse vor allem durch die hohen Fäuleanteile sowie sonstige Defekte des Holzes aus dem Primärwald gekennzeichnet sind. Die Folge ist, dass der Anteil sägetauglichen Holzes an der Gesamterntemasse sehr gering ist. Der größte Teil des Erntevolumens eignet sich lediglich zur Chipperzeugung (Tab. 3).

|   | Schirmhieb | Lochhieb |
|---|------------|----------|
| Gesamtausgangsdichte (N/ha)                           | 643        | 690      |
| Entnommener Bestand (N/ha)                            | 540        | 57       |
| Gesamtvolumen (m <sup>3</sup> /ha)                    | 683        | 632      |
| Einschlagsintensität (% G)                            | 58         | 10       |
| Sägeholz (m <sup>3</sup> /ha)                         | 33         | 17       |
| für Chips geeignet (m <sup>3</sup> /ha)               | 278        | 52       |
| mittlerer BHD des ausscheidenden Bestandes(cm)        | 35         | 33       |
| Gesamtgrundfläche (m <sup>2</sup> /ha)                | 61         | 63       |
| Grundfläche verbliebener Bestand (m <sup>2</sup> /ha) | 26         | 56       |

Tabelle 3: Ertragskundliche Charakteristika des Schirmhiebes

Die Anzahl der Erntestämme, die als Sägeholz geeignet sind, hängt überdies auch stark von der Bestandesstruktur und der Art des Eingriffes ab. Der höchste Anteil an sägefähigem Holz wurde in reifen, aber einschichtigen Beständen gefunden, die sich nach starken Sturmwürfen

entwickelt haben. Zur Beurteilung der Holzausbeute wurden die bei verschiedenen Eingriffsarten anfallenden Sägeholzabschnitte nach Qualitätsklassen sortiert. Die Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Selbst bei traditionellem Nutzungseingriff, bei dem die Erntestämme von den Motorsägenführern gezielt nach Sägeauglichkeit ausgewählt werden, beträgt der Anteil von Abschnitten der A-Qualität nur 23 %. Eine Qualitätsanalyse in den Untersuchungsbeständen erbrachte, dass in sich natürlich entwickelnden Stangenhölzern von 6 - 12 m Höhe nur 100 bis 150 herrschende Individuen zu finden sind, die den Anforderungen der 1. Qualitätsklasse entsprechen. In Stangenhölzern, die aus traditioneller Nutzung hervorgegangen sind, liegt die Anzahl häufig sogar noch niedriger. Zur Verbesserung der Auswahlbasis für Zukunftsbäume sollte daher bei einer Bestandesmittelhöhe von 4 - 6 m eine Läuterung vorgenommen werden, bei der schlecht geformte herrschende Individuen entfernt werden. Der zweite Eingriff sollte bei einer Mittelhöhe von etwa 12 m erfolgen und etwa 200 vitale und gut geformte Individuen durch Entnahme von 2-3 Bedrängern gezielt fördern. Zu diesem Zeitpunkt dürfte eine astreine Schaftlänge von 6 - 8 m erreicht sein. Zwar sind deutlich längere astfreie Schäfte erreichbar - bei den Modellbäumen mit schnellem Wachstum lag der Kronenansatz im Mittel bei 12,2 m -, jedoch ist dafür Dichtschluss über mehr als 100 Jahre erforderlich.

| Eingriffsart          | Qualitätsklasse |    |    |
|-----------------------|-----------------|----|----|
|                       | A               | B  | C  |
| Traditionelle Nutzung | 23              | 45 | 32 |
| Schirmhieb            | 11              | 45 | 44 |
| Lochhieb              | 17              | 49 | 34 |

Tabelle 4: Anteil der Qualitätsklassen der Sägeholzabschnitte (in %) bei verschiedenen Eingriffsarten

Zusätzlich wurde die Sägeholzausbeute durch den Einschnitt von 60 Abschnitten jeder Qualitätsklasse im Sägewerk ermittelt. Wie in Tabelle 5 zu sehen, verschlechtert sich die Ausbeute mit abnehmender Qualität von 52 auf 40 Prozent.

| Qualitätsklasse                            | A     | B     | C     |
|--|-------|-------|-------|
| Anzahl der bearbeiteten Abschnitte         | 59    | 60    | 61    |
| Volumen (m <sup>3</sup> ) Rundholz         | 32,6  | 27,5  | 26,7  |
| Volumen (m <sup>3</sup> ) Sägeholz         | 17,0  | 12,8  | 10,8  |
| Ausbeute Sägeholz %                        | 52,0  | 46,5  | 40,5  |
| Ausbeute Einschnitt (Fuß/m <sup>3</sup> )* | 220,6 | 197,1 | 171,9 |
| Variationskoeffizient %                    | 17,4  | 26,5  | 46,0  |

\* Fuß = 1 Square foot x 1 Zoll. Amerikanisches, auch in Argentinien übliches Schnittholzmaß.

Tabelle 5: Einschnittsergebnisse nach Qualitätsklassen

### 3.7. Bewirtschaftungsalternativen für Lengawälder

Basierend auf den durchgeführten Untersuchungen können verschiedene Alternativen bzw. Konzepte für die Überführung der Primärwälder und die waldbauliche Behandlung der Folgebestände vorgeschlagen werden. Die wichtigsten Merkmale der unterschiedlichen

Konzepte sind in Tabelle 6 auf schematische Weise zusammengefasst wiedergegeben. Eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Produktionsmodelle ist bei Bava 1997 gegeben.

Die vorgeschlagenen Alternativen erlauben es, unterschiedlich strukturierte Bestände in Wirtschaftswald zu überführen. Die Konzepte können jedoch keinesfalls die Entscheidung der lokalen Forstleute ersetzen. Jeder Bestand erfordert eine Beurteilung seiner Besonderheiten. Nachfolgend seien jedoch einige Überlegungen angeführt, die grundsätzlich immer der Berücksichtigung bedürfen:

- Zweischichtige Bestände, mit einer Oberschicht im Baumholzstadium und einer Unterschicht im Stangenholzstadium, können nur als solche bewirtschaftet werden, wenn ihre Dichte ausreichend ist, um eine nachhaltig qualitativ gute Entwicklung zu garantieren. Die Dichte sollte in der Stangenholzschicht bei einer Höhe von ca. 6 m mindestens 20.000 Individuen pro ha betragen; bei Erreichen einer Oberhöhe von 12 m sollten davon noch etwa 2.000 übrig sein.
- Eingriffe in geringe Baumhölzer müssen sehr sorgfältig ausgeführt werden. Es ist empfehlenswert, Überhälter aus dem Mutterbestand nicht zu entfernen, bevor der mittlere BHD des Baumholzes 30 cm erreicht hat. Erst dann ist zu erwarten, dass die h:d-Werte der herrschenden Individuen der 2. Schicht ungefähr 70 betragen und damit eine ausreichende Stabilität gesichert ist.
- In Beständen mit Plenterstruktur empfiehlt es sich, Femelhiebe auszuführen. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass die ungleichmäßige Bestandesstruktur erhalten bleibt. Außerdem erlaubt sie die Ernte einer größeren Zahl von sägeholzhaltigen Bäumen als das bei klassischen Plentereingriffen der Fall wäre, die mit Zieldurchmessern, z.B. 50 cm, arbeiten.
- Soll die Überführung eines Primärwaldes in Wirtschaftswald im Rahmen einer Sägewerkskonzession erfolgen, so kann aus Rentabilitätsgründen die Durchführung eines Schirmhiebes nur für Baumhölzer mit einem hohen Anteil an Sägeholz im Durchmesserbereich von 35 - 50 cm empfohlen werden.

| Struktur   | Erster Eingriff  | Zukünftige Behandlung  |
|--|--|--|
| <p>1. Plenterstruktur oder mehr als 2 Schichten</p>  | <p><b>Option 1.1:</b> Femel-(Loch-)hieb. Mit jedem Baum, der vom Motorsägenführer auf traditionelle Weise ausgewählt wird, werden 2-3 herrschende Nachbarbäume mitgefällt. Die so entstehenden Löcher können zusammenfließen, wenn der Eingriff in-<br/>folge des Vorhandenseins vieler sägeholzhaltiger Bäume stark ist. In jedem Fall werden auf diese Weise kleine oder größere Verjüngungseinheiten geschaffen.</p> <p><b>Option 1.2:</b> Plenterhieb<br/>Entnahme (Ringelung) aller Bäume im Durchmesserbereich 50-90 cm sowie einige schlecht geformte Individuen geringerer Stärke. Bei diesem ersten Eingriff fällt wenig Sägeholz an, da hauptsächlich Starkholz mit hohem Fäuleanteil entfernt wird.</p> | <p><b>1.1.1:</b> 30 Jahre nach dem ersten Eingriff wird ein zweiter mit ähnlichen Charakteristika vorgenommen, der durch eine Läuterung in den Lücken (Entfernung sehr dominanter, aber schlecht geformter Individuen der Verjüngung) ergänzt wird. Mit etwa 60 Jahren wird das Vorgehen wiederholt, wobei jetzt allerdings auch Auslesedurchforstungsmaßnahmen (3.1) in den Verjüngungsgruppen ausgeführt werden müssen, die dann eine Höhe von etwa 12 m erreicht haben.</p> <p><b>1.1.2:</b> 30 Jahre nach dem ersten Eingriff werden die Femelgruppen durch Rändelungshiebe erweitert. Diese Maßnahme wird durch eine Läuterung (1.1.1) in der Verjüngung ergänzt. Noch einmal 30 Jahre später ist es dann nötig, auf der verjüngten Fläche eine Auslesedurchforstung (3.1) vorzunehmen. Diese Option kann bisher nicht quantifiziert werden.</p> <p><b>1.2.1:</b> 25 Jahre nach dem ersten Plentereingriff wird ein erneuter Hieb nach den gleichen Kriterien geführt. Dabei fallen ca. 50 Bäume mit einem Durchmesser von mehr als 50 cm an, die dann einen nutzbaren Sägeholzanteil enthalten.</p>  |
| <p>2. Starkes Baumholz, aus dem Vorbestand stammend (BHD &gt;50 cm; H &gt;16 m); geringes Baumholz (BHD &lt;30 cm; H &gt;16m) den Hauptbestand bildend</p> | <p><b>Option 2.1:</b> Aus Stabilitätsgründen werden die verbliebenen Schirmbäume aus dem Vorbestand nicht geringelt. Durchforstung in einem Baumholz von etwa 70 - 140 Jahren und mit einer Dichte von 1000 bis 2000 Bäumen/ha. Es werden dazu 150 - 200 herrschende Individuen von guter Qualität ausgewählt und durch die gezielte Entnahme von 200 - 300 Konkurrenten gefördert</p> <p><b>Option 2.2:</b> Keine Eingriffe</p>   | <p><b>2.1.1:</b> Wenn die herrschenden Bäume einen Durchmesser von &gt;30 cm erreicht haben, erfolgt eine 2. Durchforstung, wobei die bereits ausgewählten 150 - 200 technisch besten Bäume durch den Aushieb von 200 - 300 starken Bedrängern erneut gefördert werden. Der Rest des Vorbestandes wird ebenfalls entnommen oder verbleibt aus übergeordneten Gründen. Der nach etwa 30 weiteren Jahren folgende Eingriff besteht bereits aus Erntehieben, bei dem Sägeholzbäume mit einem BHD von mehr als 40 cm anfallen.</p> <p><b>2.1.2:</b> Es finden keine Durchforstungseingriffe mehr statt. Der nächste Eingriff stellt einen reinen Erntehieb dar. Er wird ausgeführt, wenn der mittlere BHD der herrschenden Bäume mindestens 40 cm beträgt ca. 40 - 60 Jahre nach Eingriff 2.1.1).</p> <p><b>2.2.1:</b> Die erste zu ergreifende Maßnahme ist eine Durchforstung der Art, wie unter 2.1.1 vorgestellt. In diesem Fall muss der Erntehieb schon bei einem mittleren Durchmesser der herrschenden Individuen von 40 cm ausgeführt werden. Werden höhere Enddurchmesser angestrebt, so wäre die Umtriebszeit zu lang und das Vorkommen von Fäulen zu ausgeprägt.</p> <p><b>2.2.2:</b> Der erste Eingriff ähnelt einem Schirmhieb, wie unter 5.1. beschrieben. Das anfallende Holz ist durch fehlende Erziehungseingriffe nicht sehr stark.</p> <p><b>2.2.3:</b> Der erste Eingriff ist ein Femelhieb in Anhalt an 1.1.</p> |

Tabelle 6: Vorschläge für erste Eingriffe in Lengabestände und darauf folgende waldbauliche Behandlungskonzepte.

Waldbauliche Untersuchungen zur Überführung feuerländischer Lenga (*Nothofagus pumilio*)-Urwälder in Wirtschaftswald

| Struktur   | Erster Eingriff   | Zukünftige Behandlung  |
|--|---|--|
| <p><b>3.</b> Leichtes starkes Baumholz in der Oberschicht, Garten- u. Stangenholz (BHD &gt; 10 cm) i. d. Unterschicht</p>                  | <p><b>Option 3.1:</b> Im lockerem Schirmbestand werden aus Gründen der Stabilität und der Kosten keine Eingriffe vorgenommen. Im Hauptbestand Auslesedurchforstung zur Förderung der technisch besten Individuen auf der Basis von Vitalität und Qualität. Auf diese Weise werden in einem starken Stangenholz mit mehr als 5000 Individuen/ha 200 Bäume ausgewählt und massiv durch den Hieb von 400 starken Bedrängern gefördert.</p> <p><b>Option 3.2:</b> Keine Eingriffe</p> | <p><b>3.1.1:</b> Der Altbestand bleibt aus Gründen der Stabilität unberührt. Die folgende Maßnahme ist eine Durchforstung, die ausgeführt wird, wenn die Bäume des Hauptbestandes 20 cm BHD erreicht haben, was mit 60 - 80 Jahren der Fall sein dürfte. Dabei werden erneut die 200 besten Individuen gefördert. Infolge der Schäden, die durch den Zerfall der Oberschicht entstanden sind, und durch den geringeren Zuwachs als Folge des verbliebenen Altholzschirmes kann damit gerechnet werden, dass 100 - 150 Bäume mit Sägeholzqualität in einem Zeitraum von 120 - 140 Jahren anfallen.</p> <p><b>3.2.1:</b> Es wird ein Eingriff in der neuen Baumschicht vorgenommen, und zwar in Form einer Durchforstung, wie in 3.1 vorgestellt.</p> <p><b>3.2.2:</b> Die Umwandlung in Wirtschaftswald wird etwa im Altersbereich von 150-170 Jahren mit einem Schirmhieb eingeleitet, wie er in 5.1 beschrieben wird.</p> |
| <p><b>4.</b> Starkes Baumholz mit einer Schicht Gartenholz (&lt; 10 cm) darunter</p>   | <p><b>Option 4.1:</b> Ringelung der Altbäume (es gibt kaum sägefähiges Holz in der Oberschicht, deren Fällung wäre außerdem destruktiv für die Unterschicht)</p>  | <p><b>4.1.1:</b> Nach der Ringelung der Altbäume wird der nächste Eingriff ausgeführt, wenn das sich aus der Verjüngung entwickelnde Stangenholz ca. 12 m hoch ist (Alter je nach Standort und Dichte des verbliebenen Schirmes 35 bis 60 Jahre). Aus 5000-7000 Bäumen/ha werden die 200-250 besten nach Vitalität und Form ausgewählt und von je 2 Konkurrenten befreit. Der 3. Eingriff findet statt, wenn die Pflanzen etwa 20 m Höhe erreichen (Alter 60 - 80 Jahre; Dichte ca. 1200-1500 Stk./ha). Es werden erneut die 200 besten Exemplare durch Entnahme von 300-350 Konkurrenten gefördert. Der 4. Eingriff (Alter ca. 100 J.) ist bereits den Ernte der zweiten Generation gewidmet. Er kann in zwei Schritten (Schirmhieb) oder auch auf andere Weise (z.B. Kahnhieb oder Plenterung) vorgenommen werden. Es fallen ca. 200 Sägeholzstämme zwischen 45 und 50 cm Durchmesser an.</p>                            |
| <p><b>Option 4.2:</b> Die Schirmbäume werden geringelt und sehr dominante, aber schlecht geformte Individuen der Unterschicht entfernt</p> | <p><b>Option 4.3:</b> Keine Eingriffe (auch keine Ringelung in der Oberschicht)</p>   | <p><b>4.2.1:</b> Ähnlich Option 4.1.1, jedoch kann durch den zusätzlichen sehr frühen Eingriff in die Unterschicht erwartet werden, dass die Auswahl gut geformter herrschender Individuen auf einer größeren Stammbasis vorgenommen werden kann. Damit wird erreicht, dass die besten 200 Bäume, die bei einer Bestandeshöhe von 12 m Höhe als Zukunftsbaum ausgewählt wurden, tatsächlich 1. Qualität repräsentieren.</p>  |
|  |   | <p><b>4.3.1:</b> Traditionelle Exploitation wie Schirmhieb würden große Schäden an der neuen Waldgeneration verursachen. Deshalb ist es, sofern es nicht möglich ist Kapital in Erziehungshiebe zu investieren, bei dieser Struktur richtiger, überhaupt keine Eingriffe vorzunehmen. Später können erste Auslesedurchforstungen, wie in 3.1 beschrieben, ergriffen werden. Der folgende 2. Eingriff entspricht einer Durchforstung nach 2.1. Dabei werden 150 - 200 Bäume 1. Qualität gefördert. Auf diese Weise werden ca. 150-200 Individuen mit Sägeholzeigenschaften bis zum Alter 100 herausgearbeitet. Qualitätsbeeinträchtigungen sind bei diesem Vorgehen unvermeidlich als Folge des Abständigwerdens und der damit verbundenen Kronen- und Astbrüche, welche Verletzungen in der zweiten Baumschicht mit sich bringen.</p>  |

Tabelle 6: Fortsetzung

| Struktur   | Erster Eingriff   | Zukünftige Behandlung   |
|--|---|---|
| 4. Fortsetzung   | 4.3 Fortsetzung   | <p><b>4.3.2:</b> Der 1. Eingriff kann erst spät erfolgen, da keine Läuterungseingriffe oder Auslesedurchforstung vorausgegangen sind. Das Auswahlpotential an guten Bäumen ist gering. Es wird eine Durchforstung ausgeführt, wie in 3.1 beschrieben. Mit dieser Vorgehensweise können 100-140 Bäume mit Sägeholzabschnitten in einem Zeitraum von 120-140 Jahren erzo-gen werden.</p> <p><b>4.3.3:</b> Es sind keine Eingriffe in die lockere Oberschicht aus dem Vorbestand vorgenommen worden. Die 2. Schicht hat sich aber zu einem dichten mittleren Baumholz entwickelt, das so hoch ist wie die Überhälter des Vorbestandes. Mit etwa 140-170 Jahren erreichen etwa 100-120 Stämme einen BHD von 40 cm. In dieser Situation wird ein Schirmhieb geführt, bei dem etwa 100 Stämme mit Sägeholzanteil anfallen dürfen. Die Auffichtung schafft die Voraussetzungen für das Ankommen einer neuen Verjüngungsschicht.</p>  |
| 5. Mittleres Baumholz (Baumholz über 35 cm BHD) mit einigen Überhältern, (Oberhöhe > 20 m) | <p><b>Option 5.1:</b> Schirmhieb. Bei einer Bestandesdichte von 400-600 Bäumen/ha werden 120-150 Individuen belassen, die auf der Grundlage von Vitalität und Stabilität ausgewählt wurden. Der Rest kann entnommen werden, wobei ein großer Anteil an Sägeholz zu erwarten ist. Durch diese Art des Vorgehens wird der Verjüngungsprozess auf der ganzen Fläche aktiviert.</p> | <p><b>5.1.1:</b> Etwa 5- 10 Jahre nach dem Schirmhieb wird der Räumungshieb zur Entnahme der noch verbleibenden Bäume aus dem Vorbestand ausgeführt. Dabei hat die Verjüngungsschicht eine Höhe von 0,4 bis 1 m. Im Alter 15 erfolgt eine Läuterung, in deren Verlauf vitale herrschende, aber schlecht geformte Individuen entnommen werden. Im Altersbereich 30-35 wird eine Auslesedurchforstung mit Auswahl und Förderung von 200 Bäumen. Die Baumhöhe beträgt ca. 12 m und es haben sich astreine Schäfte bis 8 m Höhe ausgebildet. Im Alter 60-70, wenn die Bäume etwa 20 cm dick sind, wird ein erneuter Eingriff zur Förderung der ausgewählten Individuen durchgeführt, in dessen Verlauf etwa 400-600 Bäume entnommen werden. Der Schirmhieb als Teil der Erntennutzung wird im Alter 90 geführt, wobei im ersten Schritt etwa 100 sägeholztaugliche Individuen mit einem BHD von 50 cm geerntet werden. Für den Räumungshieb bleibt zunächst noch ein Schirm, der aus 100 qualitativ hochwertigen Bäumen besteht. Es sei darauf hingewiesen, dass die Erntehiebe nicht notwendigerweise als Schirmhiebe ausgeführt werden müssen, sondern auch als Plentereingriffe oder Streifenkahlschläge denkbar sind.</p> |
|  | <p><b>Option 5.2:</b> Femelhieb<br/>Vorgehensweise wie 1.1</p>  | <p>5.2.1: wie 1.1.1<br/>5.2.2: wie 1.1.2</p>  |
| 6. Starkes Baumholz ohne oder mit sehr niedriger Verjüngung                                | <p><b>Option 6.1:</b> Femelhieb, wie in 1.1 beschrieben.<br/>Es handelt sich um Bestände mit einem geringen Anteil an sägeholzhaltigen Bäumen. Durch deren Entnahme und die einiger nicht sägeholzhaltiger Nachbarn entstehen Femellöcher unterschiedlicher Größe zur Aktivierung der Verjüngung.</p>   | <p>5.1.1: wie 1.1.1<br/>5.1.2: wie 1.1.2</p>  |

Tabelle 6: Fortsetzung

#### **4. Schlussbetrachtung**

Die Lenga-Wälder Feuerlands stellen für Argentinien eine bedeutende forstliche Ressource dar. Es ist daher nahezu unausweichlich, dass zumindest Teile der vorhandenen Primärwälder in Wirtschaftswälder umgewandelt werden. Überdies sind viele Waldflächen durch Weide, Feuer und unplanmäßige Nutzungen bedroht. Es erschien daher notwendig, den vielfältigen Strukturen dieser Wälder angepasste waldbauliche Verfahren zu entwickeln, die es ermöglichen, die Wälder unter weitgehender Wahrung ihrer natürlichen Dynamik auf nachhaltige Weise zu nutzen.

Im Rahmen dieser Studie wurden einige Fragestellungen untersucht, deren Beantwortung für die Planung und Durchführung einer Überführung sowie die waldbauliche Behandlung der daraus hervorgehenden Wirtschaftswaldbestände von besonderer Bedeutung sind. Bei der Beurteilung bzw. Anwendung der vorgeschlagenen Konzepte ist jedoch zu beachten, dass sie vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Situation Feuerlands entwickelt wurden, die durch folgende Faktoren charakterisiert ist:

- Exploitation des Waldes durch kleine und mittlere Sägewerke mit Sitz in der Provinz Feuerland und mit kurzzeitig angestelltem Personal für die Waldarbeit
- Vorlage eines Wirtschaftsplanes und Genehmigung durch die Forstverwaltung. Dieser Wirtschaftsplan muss Angaben und Bewirtschaftungsvorschläge für jeden Bestand enthalten und bezieht sich auf einen Exploitationszeitraum von 5 Jahren.
- Fehlen eines Marktes für Hackschnitzel, wodurch die Nutzung des Hiebsanfalls auf Sägeholzabschnitte beschränkt ist.

Trotz der Unsicherheiten, die angesichts der zeitlichen und räumlichen Beschränkungen der Untersuchungen zwangsläufig bestehen, zeigen die Ergebnisse, dass es möglich ist, die Wälder in enger Anlehnung an die natürlich ablaufende Dynamik wirtschaftlich zu nutzen und mit ihren flächenwirksamen Funktionen weitgehend zu erhalten. Auszunehmen davon ist allerdings ausdrücklich die Bedeutung der Primärwälder als Kohlenstoffspeicher. Wie Weber 2001<sup>1</sup> dargelegt hat, kann die Überführung in Wirtschaftswald zu einer drastischen Freisetzung von CO<sub>2</sub> führen, die selbst unter Berücksichtigung aller positiven CO<sub>2</sub>-ökologischen Wirkungen der Holznutzung erst nach mehreren Jahrzehnten kompensiert werden kann.

---

<sup>1</sup> Siehe auch Beitrag von Weber in diesem Heft



## 5. Summary

### **Silvicultural study on the conversion of Lenga (*Nothofagus pumilio*) primeval forest into managed forest in Tierra del Fuego**

The paper investigates concepts for the conversion of primeval forests of Lenga (*Nothofagus pumilio*) in Tierra del Fuego into managed forests and the silvicultural treatment of the subsequent stands. The results are based on the analysis of a series of stands in primeval forests as well as silvicultural experiments.

It is shown that in the primeval forests two different types of natural dynamics can be found: a gap dynamic caused by the collapse of single old trees leading to uneven-aged stands in an equilibrium phase and large scale catastrophic wind breaks resulting in huge even-aged stands with a uniform structure. Although natural regeneration was abundant under both conditions a sufficient number of stems with good timber quality could be found only in even-aged stands. As threats by biotic and non-biotic factors (wood rot, wind) are increasing remarkably in stands older than 140 years, rotation length in managed forests should not exceed this age. As could be concluded from stem analyses, it is possible to reach target diameters of about 45 to 50 cm within that period if adequate silvicultural treatment is applied. Based on the different results, concepts for adequate conversion of primeval forests of different structure into managed stands are presented.

## 6. Literaturverzeichnis

- Alonso, O., Mutarelli, E. y Orfila, E. (1968): Resultados de los tres primeros años del plan de investigaciones silviculturales y dasométricas necesarias para la organización.
- Bava, J. (1997): Ökologische und waldbauliche Beiträge zur Überführung von Urwäldern der Baumart *Nothofagus pumilio* (POEPP. et ENDL.) KRASSER in Wirtschaftswald im argentinischen Teil Feuerlands. Diss. Forstw. Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München. 149 S.
- Cwielong, P. and Rajchenberg, M. (1995): Wood-Rotting fungi on *Nothofagus pumilio* in Patagonia, Argentina. *Eur. J. For. Path.* 25:47-60
- Guasp, J. A. (1993): Influencia de la cobertura en el crecimiento de la regeneración en un lengal del N.O. del Chubut. Inf. práctica laboral. AUSMA. Univ. Nac. del Comahue. S. M. de los Andes. 30 S.
- IFONA (1984): Pre Carta Forestal Nacional. Territorio Nacional de Tierra del Fuego. 18 S.
- IFONA (1986a): Pre Carta forestal Nacional. Provincia del Chubut. 17 S.
- IFONA (1986b): Pre Carta forestal Nacional. Provincia de Río Negro. 22S.
- IFONA (1986c): Pre Carta forestal Nacional. Provincia de Santa Cruz. 16 S.
- Loguercio, G. A. (1995): Crecimiento de la Regeneración Natural de la Lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser), y su dependencia de las condiciones dominantes de radiación. *Publ. Téc. N° 21. CIEFAP.* 1-47. Esquel.
- Mutarelli, E. y Orfila, N. (1969a): Los bosques de Tierra del Fuego y los primeros ensayos de tratamientos para su regeneración, conducción y organización. *Rev. For. Arg. Año XIII, 4.* 123-137.

- Mutarelli, E. y Orfila, N. (1969b): Plan de investigaciones silvopastorales en las etapas de ordenación, recuperación y reproducción económica de los bosques andino-patagónicos. Actas del 1º Cong. For. Arg. S. 722. Buenos Aires.
- Mutarelli, E. y Orfila, E. (1973): Algunos resultados de las investigaciones de manejo silvicultural que se realizan en los bosques Andino Patagónicos de la Argentina. Rev. For. Arg. T. 13 (3):69-75.
- Núñez, P. y Peñaloza, R. (1985): Evaluación y primeros resultados del ensayo de tratamientos silvícolas aplicados al bosque de lenga en Coyhaique, XI Región. Inf. de convenio N° 94, Fac. Cs. For., U. Austral de Chile. 193 S. Valdivia.
- Rajchenberg, M. and Cwielong, P. (1995): The infection of 'Lenga' (*Nothofagus pumilio*) by *Phellinus andinopatagonicus*.
- Rechene, D. C. (1995): Establecimiento y Desarrollo de Renovales de Lenga en Situaciones de Baja Cobertura. Publ. Téc. N° 21. CIEFAP P.75-114. Esquel.
- Schmidt, H. y Urzua, A. (1982): Transformación y manejo de los bosques de lenga en Magallanes. Univ. de Chile, Fac. de Cs. Agr., Vet. y For; Corp. Nac. For. y Servicio de Planificación y Coord. XII Región Magallanes y Antártida Chilena. Ciencias Agrícolas N° 11. 62 S. Santiago, Chile.
- Weber, M. (2001): Kohlenstoffspeicherung in Lenga- (*Nothofagus pumilio*) Primärwäldern Feuerlands und Auswirkungen ihrer Überführung in Wirtschaftswald auf den C-Haushalt. Verlag Dr. Norbert Kessel, Remagen ([www.forstbuch.de](http://www.forstbuch.de)) 119 S.