

Struktur und Dynamik von Naturwäldern der Baumart *Austrocedrus chilensis* (Ciprés) in Argentinien

Gabriel A. Loguercio und Michael Weber
Lehrstuhl für Waldbau und Forsteinrichtung, TU München

1. Einleitung

Die Kordillerezyprisse (*Austrocedrus chilensis* (D.DON) FLORIN ET BOUTELJE; nachfolgend nur noch als Ciprés bezeichnet) ist die häufigste Nadelbaumart im andino-patagonischen Raum. In Abhängigkeit von der Niederschlagshöhe, der Orographie sowie der Art und Intensität von Störungen (v.a. Feuer), kommt sie in Rein- oder Mischbeständen vor. Die wichtigsten Mischbaumarten sind dabei "Coihue", *Nothofagus dombeyi* (MIRB.) OERST., "Radal" *Lomatia hirsuta* (LAM.) DIELS EX MACBR., "Maitén" *Maitenus boaria* MOL. und "Ñire", *Nothofagus antarctica* (G. FORSTER) OERST. Die von Ciprés in Argentinien insgesamt eingenommene Fläche erstreckt sich von dem Ort Huinganco in der Provinz Neuquen (36° 30' S) in einem 10-50 km schmalen Band entlang der Kordillere bis zu dem Dorf Corcovado (43° 35' S). Sie hat eine Größe von insgesamt etwa 150 000 ha (Tab. 1). In Chile kommt die Baumart vereinzelt auf kleinen Flächen vor und zwar in der Andenkordillere zwischen 32° 39' und 44° S (Donoso, 1981). Dort bedeckt eine Fläche von ca. 45.000 ha (CONAF-et al. 1997)

Lage	Waldtyp		
	überwiegend Ciprés	Mischung Ciprés-Coihue	Summe
Provinz Río Negro	13.200	2.900	16.100
Provinz Chubut	36.300	9.000	45.300
Nationalpark Lanín	21.500	6.200	27.700
Nationalpark Nahuel Huapi	25.200	11.000	36.200
Nationalpark Lago Puelo	4.200	600	4.800
Nationalpark Los Alerces	21.000	-	21.000
Summe	121.400	29.700	151.100

Tabelle 1: Flächengröße der Ciprés-Wälder (nach Dezzotti und Sancholuz, 1991; Cuello, 1996)

Das Holz der Ciprés hat ein sehr schönes Aussehen und ausgezeichnete Festigkeitseigenschaften, weshalb es in Argentinien wie Chile schon seit dem Ende des letzten Jahrhunderts intensiv genutzt wird (Tortorelli, 1956; Donoso C., 1983). Die Nutzung erfolgte jedoch stets ohne ein auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes waldbauliches Konzept. Intensive Waldweide sowie Feuer haben ein übriges dazu getan, dass heute große Teile der Wälder degradiert sind. Unberührte Ciprés-Wälder sind daher nur noch in sehr geringem Umfang vorhanden. Hinzu kommt, dass die Baumart massiv von einer Komplexkrankheit bedroht ist, die erstmals in den

fünfziger Jahren festgestellt wurde, sich mittlerweile aber über große Flächen ausgebreitet hat und eine echte Bedrohung für die Wälder darstellt.

Derzeit bestehen große Unsicherheiten, was den Umgang mit den Ciprés-Wäldern anbelangt. Zwar gibt es seit etwa 15 Jahren erste zaghafte Versuche, waldbauliche Konzepte in die Ciprés-Nutzung einzuführen (Chauchard et al. 1986; Schmidt 1985; van Konynenburg 1990). Sie beschränken sich jedoch im wesentlichen auf Aktivitäten zur Verringerung der Feueregefahr. Eine wirklich nachhaltige Bewirtschaftung der *Austrocedrus chilensis*-Wälder wird jedoch nur dann möglich sein, wenn die natürlichen Prozesse in solchen Wäldern verstanden sind und in das waldbauliche Konzept einfließen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden daher Struktur und Dynamik in bisher waldbaulich unberührten Beständen untersucht.¹ Dabei wurden vor allem Ciprés-Reinbestände in verschiedenen Entwicklungsstadien und auf unterschiedlichen Standorten erfasst, aber auch Mischbestände, vor allem mit Coihue.

2. Methode

Aufgrund des intensiven und vielfältigen Nutzungsdruckes, dem die Wälder bereits seit einem Jahrhundert ausgesetzt sind, war es schwierig, überhaupt Bestände zu finden, die bisher ungenutzt geblieben sind. Das gilt selbst für geschützte Flächen, wie Nationalparks. Für die Untersuchungen wurden solche Bestände ausgewählt, die keine unmittelbaren Anzeichen anthropogener Beeinflussung erkennen ließen. Ein mittelbarer Einfluss kann jedoch auch hier nicht ausgeschlossen werden, da in allen Beständen Spuren alter Brände gefunden wurden und es sich bei Waldbränden im Verbreitungsgebiet der Ciprés ganz überwiegend nicht um natürlich entstandene Feuer handelt sondern um solche anthropogenen Ursprungs.

Für die Untersuchungen kamen zwei unterschiedliche Aufnahmeverfahren zur Anwendung:

- Auf homogenen Flächen von >1 bis 6 ha, wurden systematische Erhebungen mit Hilfe von Probekreisen vorgenommen. Die Probekreisgröße war dabei so gewählt, dass in jedem von ihnen wenigstens 15 - 20 Bäume standen.
- Auf inhomogenen Flächen, bei denen das Schwergewicht v.a. auf der Erfassung der Struktur lag, wurden alle Bäume in rechteckigen Einheitsflächen von 1.000 bis 10.000 m² Größe erfasst. Die Flächengröße wurde so gewählt, dass etwa 500 Bäume pro Parzelle erfasst wurden.

Von allen Individuen wurden die Baumart, der BHD, die soziologische Stellung (herrschend, mitherrschend, zwischenständig, unterdrückt), der Gesundheitszustand (gesund, krank (I= leichte Entnadelung, II= mittlere Entnadelung, III= starke Entnadelung) sowie Anzeichen von

¹ Eine umfassende Darstellung und Analyse ist bei Loguercio (1997) gegeben

Fäule erhoben. Außerdem wurde die Stammform (gerade, krumm, grobastig, drehwüchsig, Kronenbruch) erfasst und festgehalten, in welchem Drittel der Stammhöhe ein Defekt auftrat. Von den herrschenden, mitherrschenden und zwischenständigen Bäumen wurden die weiblichen Exemplare anhand der Fruchtbildung bestimmt.

Die Altersbestimmungen wurden mit Hilfe von Pressler-Bohrern ausgeführt. Zur Herleitung der Höhenkurve jedes Bestandes wurden der BHD und die Höhe von mindestens 30 Bäumen in jeder Parzelle oder in jedem Bestand gemessen, wobei die ganze Durchmesserbreite erfasst wurde. Die Anpassung der Höhenkurven erfolgte mit Hilfe des Programms BSTINV, Version 1.0 (Inst. für Forsteinrichtung und Ertragskunde Univ. Göttingen, 1994). Mit der bestangepassten Funktion wurde dann die Höhe jedes Baumes im Bestand ermittelt. Das Volumen des stehenden Bestandes wurde mit der folgenden Gleichung bestimmt:

$$\text{Volumen pro Baum (m}^3\text{)} = 0,000088595 \text{ BHD}^2 \text{ Höhe (Loguercio G., unveröffentlicht).}$$

Verjüngungspflanzen < 1,3 m Höhe wurden in systematisch verteilten Aufnahmeflächen von 1 m² Größe erfasst.

Für jede typische Struktureinheit wurden Horizontal- und Vertikalprofile erstellt. Dazu dienten Transekte von 10 m Breite, die in Abhängigkeit von der Dichte zwischen 30 und 100 m lang waren.

3. Ergebnisse

3.1. Ciprés-Reinbestände

Wie vorangegangene Untersuchungen (Loguercio 1997) gezeigt haben, waren für die Dynamik des Ankommens der Verjüngung und deren spätere Entwicklung vor allem das Auftreten von Waldbränden sowie die Niederschläge bestimmend. Bei den Ciprés-Reinbeständen können gleichmäßig und ungleichmäßig aufgebaute Bestände unterschieden werden.

3.1.1. Bestände mit gleichförmiger Struktur

In allen untersuchten gleichförmigen Beständen waren Spuren alter Brände (Reste angebrannter Stämme, karbonisierte Wunden am Stammfuß) vorhanden, die offensichtlich die Ausgangsbasis für die gegenwärtige Struktur geschaffen haben. Abbildung 1 zeigt das Profil eines Bestandes dieses Typs.

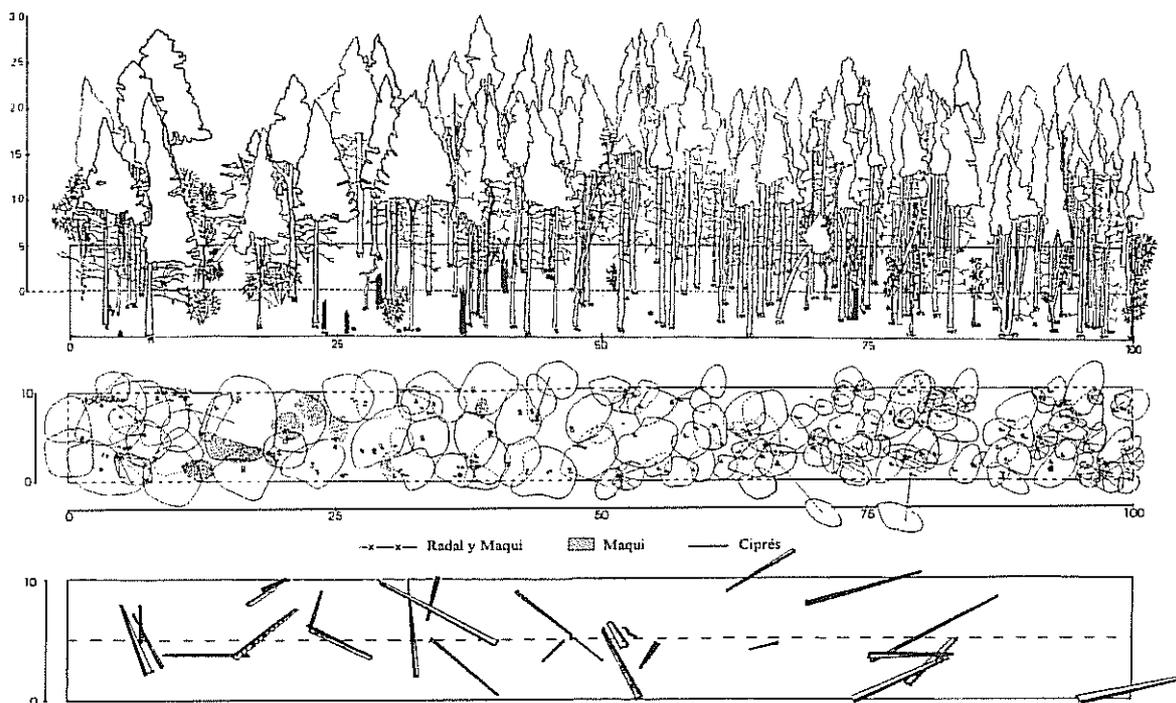


Abbildung 1: Auf - und Grundriss eines nach Brand entstandenen unberührten Ciprés-Bestandes (SP-1) (der untere Streifen zeigt die Lage des noch vom Brand übriggebliebenen Totholzes)

Etablierung der Verjüngung

In Abb. 1 ist zu erkennen, dass über die ganze Fläche verteilt Baumreste (hauptsächlich verkohlte Stöcke bis 5 m Höhe) aus dem Vorbestand vorhanden waren. Aus der Altersstruktur von Beständen dieses Typs kann geschlossen werden, dass der größte Teil der Verjüngung sich bereits innerhalb der ersten 5-20 Jahre nach einem Brandereignis etablierte (Abb. 2, Flächen SP-1, B-B und SP-4). Diese Entwicklung ist typisch für Bestände an Standorten mit Niederschlägen >1000 mm/Jahr. Allerdings wird das Aufkommen weiterer Verjüngung mit zunehmendem Schluss des Kronendaches verhindert. Auf noch vorhandenen kleineren Lücken mit höherem Lichtgenuss saamen sich vor allem Begleitbaumarten wie Radal und Sträucher wie z. B. Maqui an.

Auf Standorten mit weniger als 900-1000 mm Niederschlag pro Jahr und besonders auf Nordexpositionen, die der Sonnenstrahlung während der Trockenperioden stark ausgesetzt sind, ist das Ankommen und die Entwicklung der Verjüngung schwieriger. Dort dauert es etliche Jahre, bis es Büschen und ersten Exemplaren der Ciprés gelingt, sich zu etablieren. Diese Pflanzen bieten dann allerdings Schutz und erleichtern das Überleben neu ankommender Verjün-

gungspflanzen in den ersten 3-5 Lebensjahren. Auf der Fläche SP-Ber (Abb.2) dauerte es 35 Jahre, bis die Verjüngung richtig einsetzte. Nach 10-15 Jahren war dann die Verjüngung so dicht, dass sich keine neuen Pflanzen mehr ansamten. Der gesamte Verjüngungszeitraum betrug hier demnach etwa 50 bis 60 Jahre.

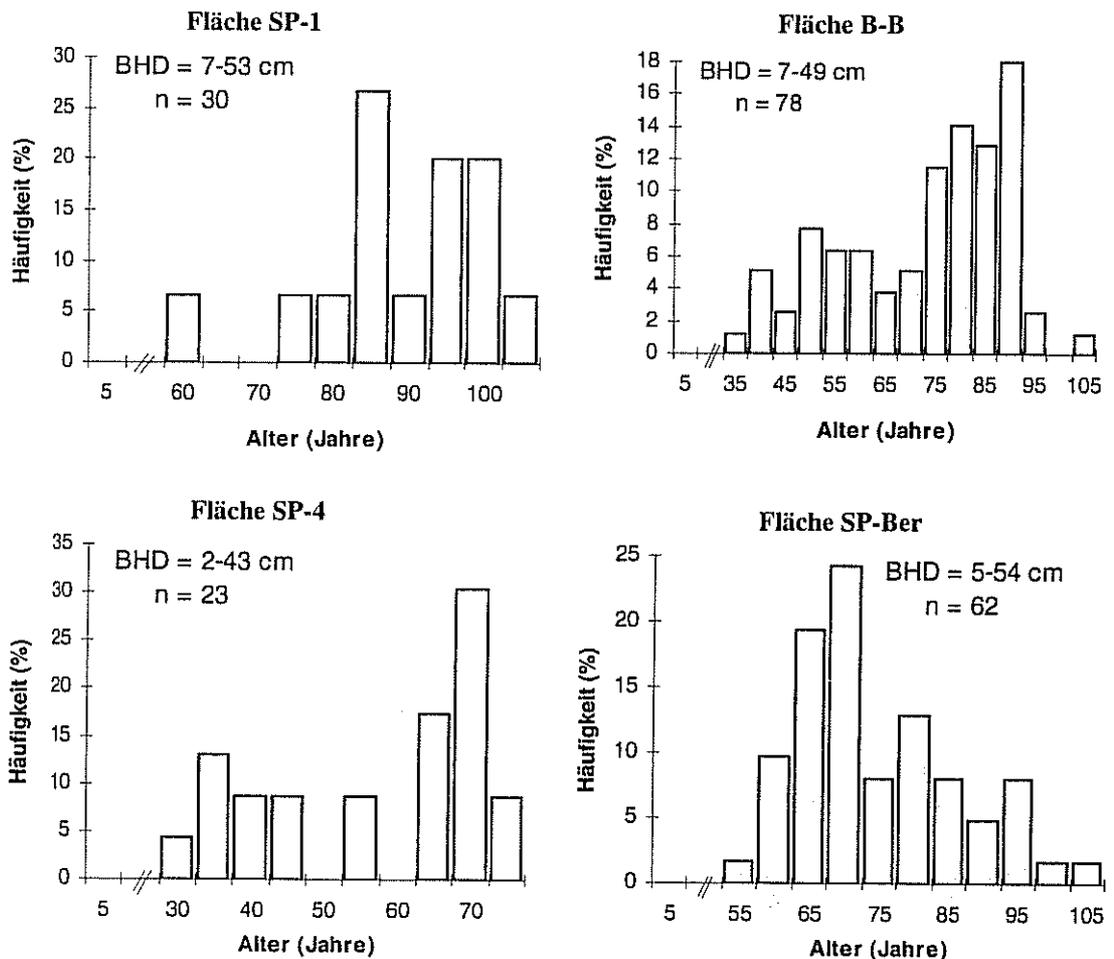


Abbildung 2: Altersverteilung in vier nach Bränden entstandenen Ciprés-Beständen

In Beständen mit gleichmäßiger Struktur entwickelt Ciprés relativ schmale Kronen. Eine natürliche Astreinigung findet nicht statt, so dass die Stämme fast bis an den Boden mit zahlreichen Totästen besetzt sind (s. Abb. 1). Ein weiteres Charakteristikum von Ciprés ist die Tendenz zur Gruppenbildung. Die Gruppen erscheinen, aus einiger Entfernung betrachtet, wie ein Stamm mit einer einzigen, sehr großen Krone. Diese Struktur verleiht ihnen hohe Widerstandskraft gegen Sturmdruck und Schneeeuflagen und damit dem Bestand ein hohes Maß an Stabilität. Allerdings nimmt die Bedeutung dieses Phänomens ab, je dichter ein Bestand ist.

Höhenentwicklung

Abb. 3 zeigt die Bestandeshöhenkurven aller untersuchten Bestände. Daraus lässt sich die weite Bandbreite, die Ciprés in dieser Hinsicht bietet, erkennen. Bei einem BHD von 40 cm reicht die mittlere Höhe dieser Durchmesserklasse beispielsweise von 15 bis 23 m (SP-4, mittleres Alter 59 J.; SP-1 mittleres Alter 89 J.).

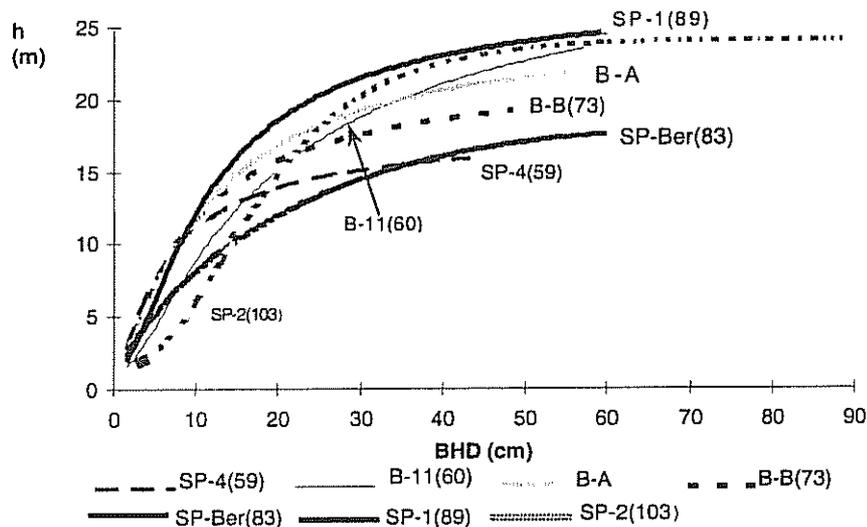


Abbildung 3: Bestandeshöhenkurven von gleichförmigen Beständen unterschiedlichen Alters auf verschiedenen Standorten (in Klammern: mittleres Alter des Bestandes)

Begleitarten

Als Begleiter der Ciprés in diesem Waldtyp kommen lediglich wenige Individuen anderer lichtbedürftiger Arten vor. Hauptsächlich handelt es sich dabei um Sträucher oder strauchartig sich entwickelnde Bäume, wie Maiten, Radal, Ñire, Laura und Maqui, die bei nur geringer Verstärkung des Konkurrenzdruckes rasch aus dem Bestand verschwinden (Abb. 4). Die einzige Nebenbaumart, die auch noch in dichten Reinbeständen von Ciprés zu finden ist und somit als schattenfest gelten kann, ist Radal.

Gesundheitszustand

Ein zunehmendes Problem in Ciprés-Wäldern stellt das sog. Ciprés-Sterben („Mal de Ciprés“) dar, eine Komplexkrankheit, die durch allmählichen Blattverlust mit Verharzungen am Stammfuß und starker Fruchtbildung gekennzeichnet ist (Loguercio 1997; Havrylenko et al. 1989). Der damit einhergehende Vitalitätsverlust endet mit intensiven Fäulniserscheinungen an Stammfuß und Wurzel (Varsavsky et al. 1975), die durch saprophytische Pilze hervorgerufen werden (Barrotaveña u. Rajchenberg 1996). Rosso et al. (1994) konnten eine gewisse

räumliche Aggregation unter den abgestorbenen und kranken Bäumen feststellen und vermutet deshalb die Existenz eines pathogenen Erregers. Cali (1996) hat anhand dendrochronologischer Untersuchungen eine Verringerung des Durchmesserzuwachses beobachtet lange bevor äußere Anzeichen an der Krone zu erkennen sind. Auch in den untersuchten Beständen traten die Symptome dieser Krankheit auf, so dass eine Ansprache des Gesundheitszustandes durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Zustandserhebung sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

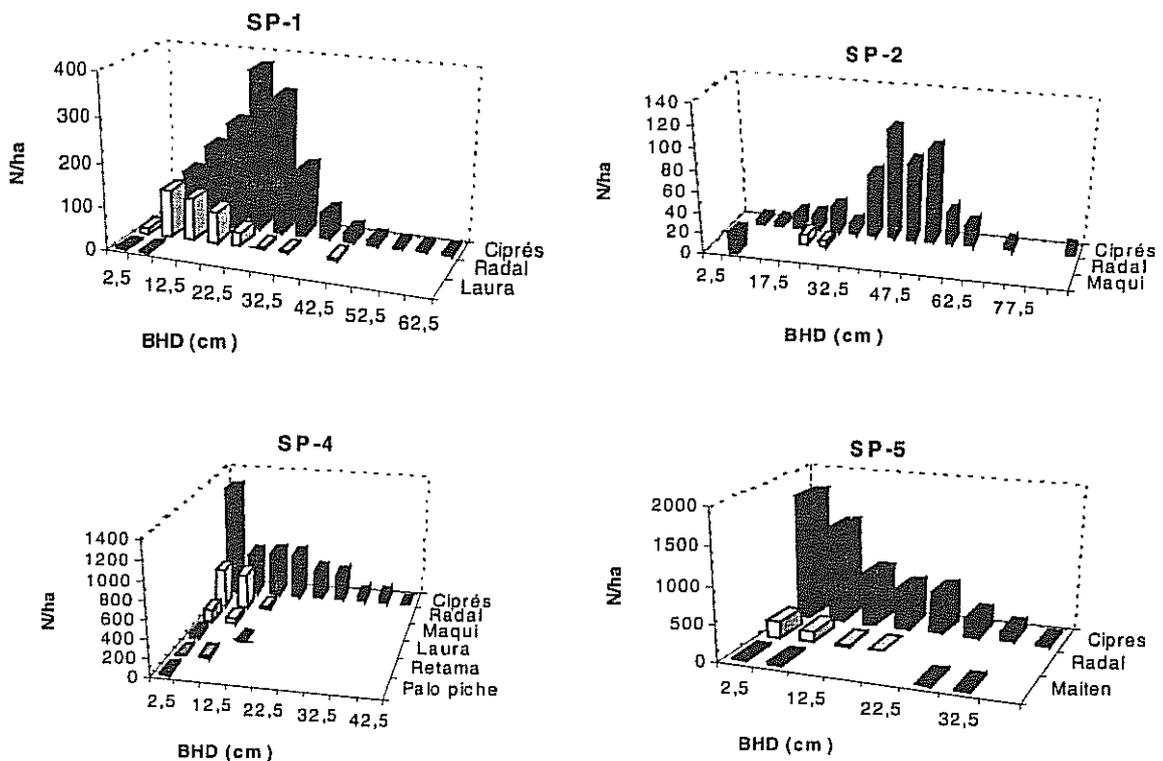


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der begleitenden Baumarten in 4 dichten Ciprés-Reinbeständen.

Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, weist in einigen Beständen bereits einer hoher Teil der Bäume Schäden auf. Die Befallsintensität äußert sich sowohl in der Zahl der abgestorbenen Individuen als auch solcher mit Entnadelungssymptomen verschiedener Ausprägung. Insgesamt waren die ausgewählten Bestände jedoch vergleichsweise wenig von der Krankheit befallen. Erwähnenswert ist, dass ein erheblicher Teil der Bäume mechanische Schäden an den Stämmen aufweist, die offensichtlich eine Folge des Zusammenbrechens von Nachbarbäumen (Streifschäden) bzw. des Umfallens von nach den Bränden verbliebenen Baumresten sind und zu Verletzungen der empfindlichen Rinde von Ciprés führen. Inwieweit ein Zusammenhang zwischen solchen Stammschäden und dem Auftreten bzw. der Intensität des Cipréssterbens besteht, ist jedoch noch ungeklärt.

Parzelle	dg (cm)	G/ha		Gesundheitszustand (N/ha)					
		gesund	krank+ tot (%)	gesund	Fäulnis- zeichen	krank I	krank II	krank III	Tot
SP-5	16,6	78	3 (4)	4.656	608	-	-	-	1024
SP-4	15,3	62	2 (3)	2.999	392	-	25	-	142
SP-Ber	15,3	30	14 (32)	1532	64	364	160	168	68
B-A	21,5	52	27 (34)	1.603	180	51	24	106	654
B-11	21,2	45	5 (10)	1136	96	52	16	8	80
SP-1	24,3	57	19 (25)	804	196	128	180	188	312
B-B	24,6	52	9 (15)	1.036	21	171	43	14	71
SP-2	45,6	73	7 (9)	240	190	5	20	20	40
B-72	20,9	32	6 (19)	956	8	112	72	12	88

krank I = Krone nicht geschlossen, Indizien beginnenden Nadelverlustes <25%; krank II = durchlässige Kronen, Benadelung zum Kroneninneren abnehmend, gelbliche Farbe, Entnadelung 25-59%; krank III = Krone verlichtet, Benadelung nur noch im äußeren Kronenbereich, braun-gelbe Verfärbungen, Nadelverlust 60-99%

Tabelle 2: Gesundheitszustand der Bäume in dichten Reinbeständen von Ciprés in unterschiedlichen Entwicklungsstadien

Fruchtbildung

Da Ciprés eine zweihäusige Art ist, hat der Anteil weiblicher Bäume eine besondere Bedeutung für die Naturverjüngungsprozesse und die waldbauliche Bewirtschaftung. Tabelle 3 zeigt die Anteile der weiblichen (fruchtbildenden) Individuen in den Probebeständen.

Fläche/ Parzelle	Gesamtbestand G/ha		Weiblicher Bestandesteil G/ha	
	Alle sozialen Klassen (1)	Herrschend + mitherrschend (2)	Alle sozialen Klassen (3)*	Herrschend + mitherrschend (4)**
SP-5	79	57	34 (43)	29 (85)
SP-4	63	50	24 (38)	23 (96)
SP-Ber	42	26	15 (36)	12 (80)
B-A	67	52	14 (21)	11 (79)
B-11	48	38	15 (31)	12 (80)
B-B	61	49	22 (36)	18 (82)
SP-1	71	60	22 (31)	20 (91)
SP-2	76	65	22 (29)	19 (86)
B-72	38	27	12 (32)	10 (83)

(*) in Klammern: Prozent von (1); (**) in Klammern: Prozent von (3)

Tabelle 3: Anteil fruktifizierender Individuen am Gesamtbestand sowie Zugehörigkeit zu sozialen Klassen bezogen auf die Grundflächen

Nach diesen Befunden betrug der Grundflächenanteil der weiblichen Bäume am Gesamtbestand zwischen 21 und 43 %. Für die Fruktifikation ist jedoch die soziale Stellung der Bäume von erheblicher Bedeutung. Aus dem Befund, dass es sich bei 79-96 % der fruktifizierenden Bäume um herrschende und mitherrschende Individuen handelt kann geschlossen werden, dass für den Fruchtsatz eine gute Bekronung und ausreichende Belichtung erforderlich sind. Für das Erreichen einer gesicherten Naturverjüngung sind daher gezielt solche Individuen zu fördern.

Verwertbarkeit der Stämme

Für die Beurteilung der Nutzungsmöglichkeiten in solchen Beständen sind Anzahl und Qualität der Stämme von Bedeutung. Deshalb wurde bei den Aufnahmen auch die Verwertbarkeit der Stämme anhand des potentiellen Anteils an Säge-Rohholz eingeschätzt. Abbildung 5 zeigt die Anteile der verschiedenen Schaftqualitäten nach Durchmesserstufen.

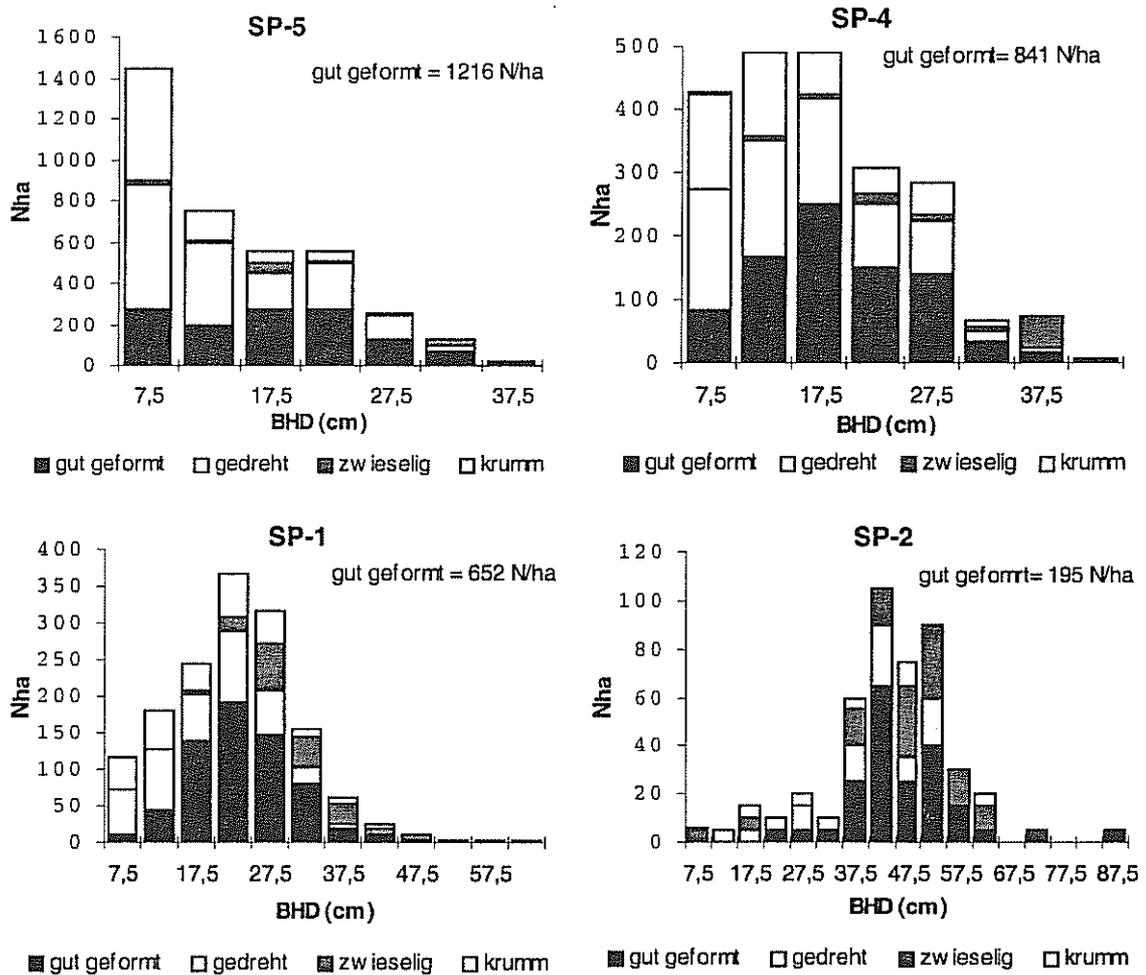


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der Schaftqualitäten.

Der Prozentsatz von Stämmen mit Sägeholzanteil steigt i.d.R. mit zunehmendem mittlerem Brusthöhendurchmesser des Bestandes zunächst rasch an. Ab einem mittleren BHD von ca. 18 cm weist meist die Hälfte der Individuen gute Schaftformen auf. In älteren Beständen ist jedoch der Anteil zwieseliger Stämme sehr hoch. Zwar konnten an diesen Bäumen keine Altersbestimmungen in ausreichender Zahl vorgenommen werden, jedoch lässt sich aus dem Rindenzustand schließen, dass es sich dabei um die ältesten Individuen handelt, also jene, welche die Flächen als erste besiedelt haben. Das bedeutet, dass die Zwieselbildung möglicherweise auf abiotische Schadfaktoren zurückzuführen ist, denen diese Individuen in beson-

derem Maße ausgesetzt waren. Insgesamt ist aber in allen Beständen ein Potenzial an gut geformten Stämmen vorhanden, das für eine Nutzung in Frage kommt bzw. durch entsprechende waldbauliche Maßnahmen entwickelt werden kann.

3.1.2. Bestände mit unregelmäßiger Struktur

Die große physiographische und klimatische Variation im Norden des andinen Patagoniens bewirkt hauptsächlich in W-O-Richtung auf kurze Entfernungen eine große Standortvielfalt. Ciprés kann sich an diese Standortvielfalt gut anpassen, wobei vor allem ihre Fähigkeit, in den ersten kritischen Lebensjahren Trockenperioden zu überstehen, von erheblicher Bedeutung ist. Auf Nordhängen und sandigen Böden führen hohe Temperaturen und starke Evapotranspiration im trockenen Sommer zu außerordentlich ungünstigen Bedingungen für die Verjüngung. Auf dieser Art von Standorten weisen Ciprés-Bestände in der Regel eine ungleichmäßige Struktur mit zwei oder mehr Altersklassen bzw. weiter Altersspreitung auf. Als Beispiel für diese Erscheinungsform wird ein Bestand vorgestellt, der in der Forstreserve "El Guadal" liegt und eine Fläche von 6 ha umfasst. Angekohlte Stammreste im Boden und alte, an Kohleresten erkennbare Brandwunden, die an einigen übriggebliebenen sehr starken Ciprés festgestellt wurden (BHD > 70 cm) deuten darauf hin, dass der Bestand nach einem Feuer entstanden ist. Abbildung 6 zeigt die Struktur dieses Bestandes.

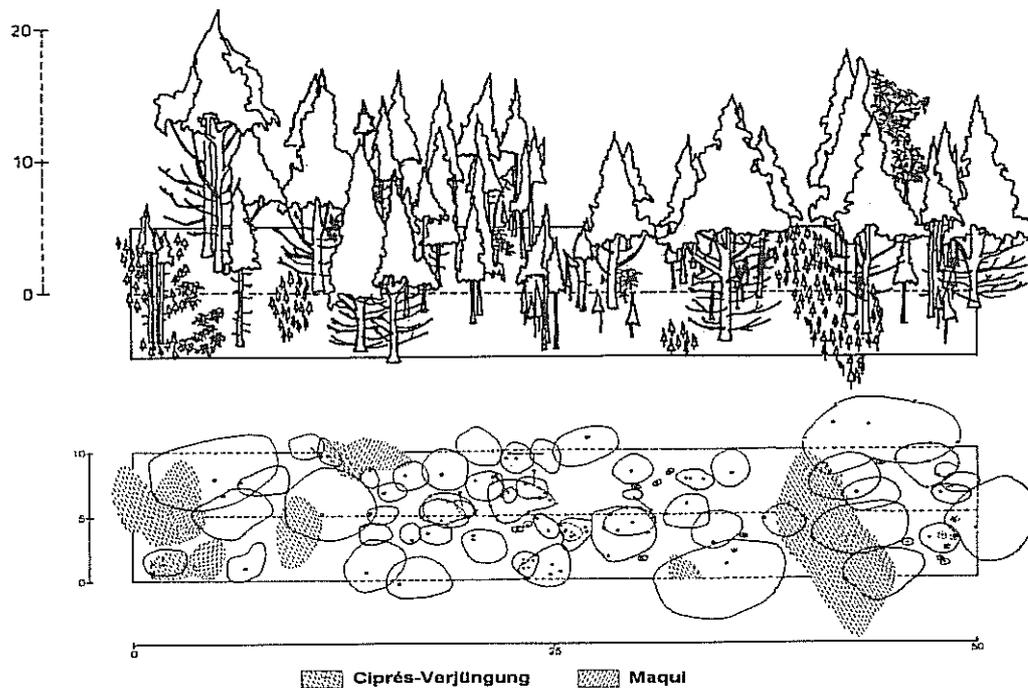


Abbildung 6: Auf- und Grundriss des ungleichmäßigen Ciprés-Reinbestandes 'El Guadal'

Die Niederschläge sind hier mit 800 mm/J. für ordentliche Wuchsleistungen durchaus ausreichend. Dennoch muss der Standort mit tiefgründigem Sand und einem geringen Anteil an organischem Material als arm und trocken bezeichnet werden. Die Höhe der herrschenden Bäume geht nicht über 20-22 m hinaus. Trotz der Standortsarmut kommen in dem Bestand sehr starke (> 60 cm BHD), großkronige und grobastige Individuen vor. Ihre Äste reichen fast, gelegentlich in Form von Kandelabern, bis an den Boden und können 15 bis 20 cm dick werden. Diese starken Ciprés waren die ersten, welche die Fläche nach dem Brand wiederbesiedelt haben. Sie sind jetzt zwischen 80 u. 90 Jahre alt. Wahrscheinlich kamen sie unter dem Schutz von Buschwerk und niedrigen Bäumen, wie Ñire und Radal, an. Die Überbleibsel dieser "Schutzbestockung" sind in Form von sich in fortgeschrittener Zersetzung befindlichen Stöcken noch erkennbar. Diese vereinzelt, heute starken Ciprés entwickelten sich, nachdem sie die Buschvegetation überwachsen hatten, frei von Konkurrenz, fast wie Solitärbäume. Dies lässt sich auch anhand der in Abb. 7 dargestellten Altersstruktur nachvollziehen.

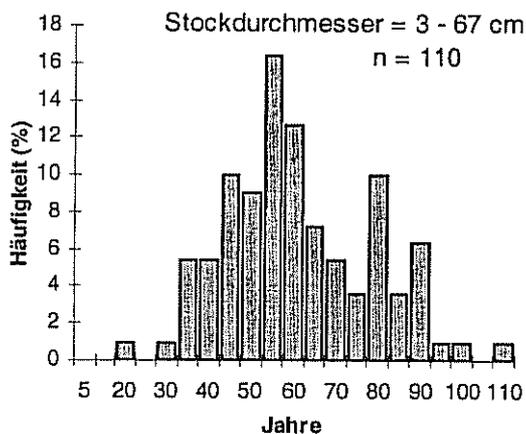


Abbildung 7: Altersstruktur im ungleichförmigen Reinbestand 'El Guadal'.

Die Verjüngung etablierte sich vor allem auf kleinen Freiflächen, unter den Mutterbäumen und an geschützten Stellen des Bestandes. Die Bestandesdichte ist mit 36 m²/ha und 1270 Stämmen/ha deutlich niedriger als in den vorgestellten gleichförmigen Reinbeständen. Wichtigste Begleitbaumart ist auch in Beständen dieses Typs Radal, der jedoch nie mehr als 1 m²/ha Grundfläche erreicht. Er ist auf die geringeren Durchmesserklassen beschränkt und entwickelt sich in kleinen Lücken zwischen den Ciprés.

Durchmesserverteilung und soziologische Stellung

Die Durchmesservertellung der Ciprés-Bestände dieses Typs weist eine große Spreitung auf und entspricht einer Plenterkurve, wobei die stärksten Individuen über 60 cm dick sind. Die soziale Einordnung von Bäumen in solchen Bestandesstrukturen richtet sich nicht nur nach der Stellung ihrer Kronen zur herrschenden Bestandesschicht sondern muss auch die Textur des Bestandes berücksichtigen. Das bedeutet, dass auch kleine Bäume bei entsprechendem Umfeld als herrschend angesprochen werden können. Dennoch war die Zahl der als herr-

schend und mitherrschend beurteilten Bäume deutlich niedriger als in den gleichmäßig aufgebauten Beständen. Sie überstiegen eine Anzahl von 200 Stück/ha nicht. Aufgrund des mit der geringeren Bestandesdichte verbundenen größeren Standraums der Individuen liegt die Mortalität in den Beständen mit unregelmäßiger Struktur, vor allem in den schwachen Durchmesserbereichen deutlich unter der in den gleichförmigen Beständen. Wie in Abbildung 8 zu sehen, ist auch die Zahl der Bäume mit Symptomen des Ciprés-Sterbens gering, vor allem in den stärkeren Durchmesserklassen.

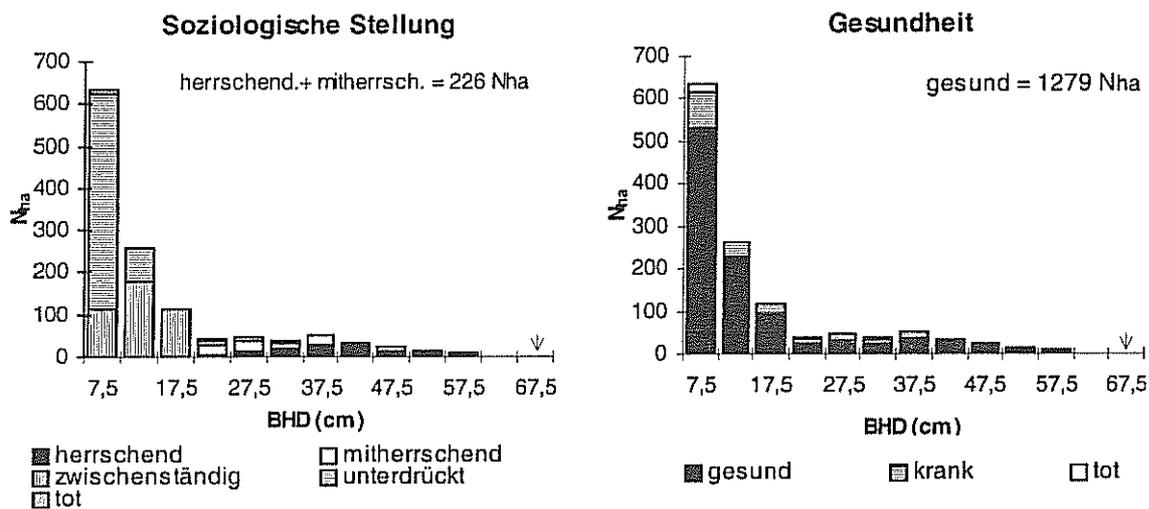


Abbildung 8: Durchmesser-Häufigkeitsverteilung unter Berücksichtigung der sozialen Klasse (links) und Gesundheitszustand (rechts) des Bestandes 'El Guadal' (Die Pfeile entsprechen 4 Bäumen mit BHD >60 cm).

Fruchtbildung und Verjüngung

	Gesamtbestand		Weiblicher Bestandesteil	
	Alle sozialen Klassen (1)	Herrschend und mitherrschend (2)	Alle sozialen Klassen (3)*	Herrschend und Mitherrschend (4)**
N_{ha}	1228	226	130 (11%)	69 (31%)
G_{ha}	28	25	9 (32%)	8 (32%)

In Klammern: * % von (1); ** % von (2)

Tabelle 4: Anteil fruktifizierender Bäume nach Stammzahl und Grundfläche

Trotz der geringeren Bestandesdichte im Vergleich zu den gleichmäßigen Reinbeständen ist der Anteil der fruktifizierenden Bäume an der Grundfläche praktisch gleich (Tab. 4). Allerdings ist zu bemerken, dass es unter den herrschenden und mitherrschenden Ciprés weibliche Individuen mit sehr großen Kronen gibt, an denen erhebliche Samenmengen gebildet werden können. Das große Verjüngungspotenzial der Bestände kommt auch in der Verjüngungsdichte zum Ausdruck, die im Bestand 'El Guadal' beispielsweise bei 20.000 Individuen pro Hektar

lag. Im Durchschnitt waren hier 8,2 Pflanzen/m² vorhanden, jedoch war das Vorkommen stark geklumpt (Klumpungsindex $q=6,6$).

Verwertbarkeit

Form und technische Qualität, v.a. der starken Bäume in Beständen dieser Struktur, sind durch den fehlenden Bestandesschluss geprägt. Abbildung 9 zeigt zum einen den hohen Anteil qualitätsmäßig unbefriedigender Stämme, zum anderen aber auch, dass in den schwächeren Durchmesserbereichen ein waldbauliches Potenzial von 250-300 Stämmen je Hektar mit guter Vitalität und Schaftqualität vorhanden ist, das durch gezielte Durchforstungseingriffe erschlossen werden könnte. Aus Stabilitätsgründen ist jedoch wichtig, dass eine Förderung solcher Bäume so rechtzeitig erfolgt, dass noch h:d-Werte unter 80 erreicht werden. Wie Aufnahmen in Beständen gezeigt haben, in denen waldbauliche „Verbesserungshiebe“ durchgeführt worden waren, sind Bäume mit geringeren h:d-Werten in erheblichem Umfang von Windwurf und Schneedruck betroffen.

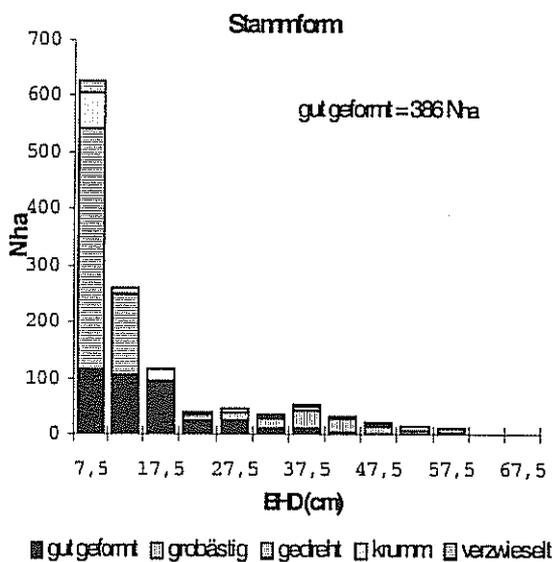


Abbildung 9: Durchmesserhäufigkeitsverteilung des Bestandes "El Guadal" unterteilt nach Qualitätsklassen

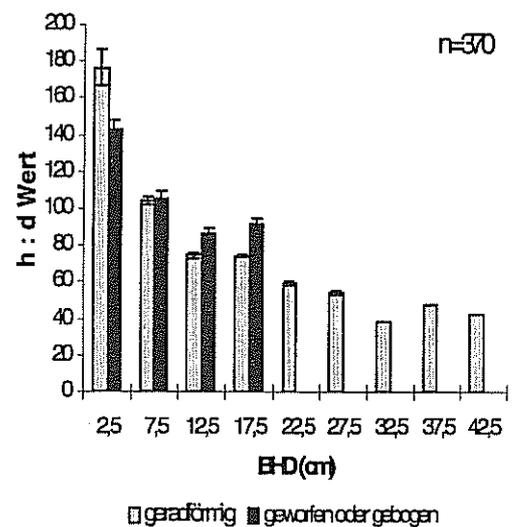


Abbildung 10: h:d-Werte von ungeschädigten ('gerad-förmig') und geschädigten Bäumen in Beständen der Forstreserve "El Guadal", in denen Verbesserungshiebe stattgefunden hatten.

3.2. Die Struktur von Ciprés-Coihue-Mischbeständen

In der Nähe des Lago Guillermo und des Lago Mascardi im Nahuel Huapi National Park wurden zwei Strukturparzellen von 3.000 bzw. 10.000 m² in Mischbeständen von Ciprés und Coihue eingerichtet (SP-6 und SP-7). Die dort hergeleiteten Profile sind in Abb. 11 darge-

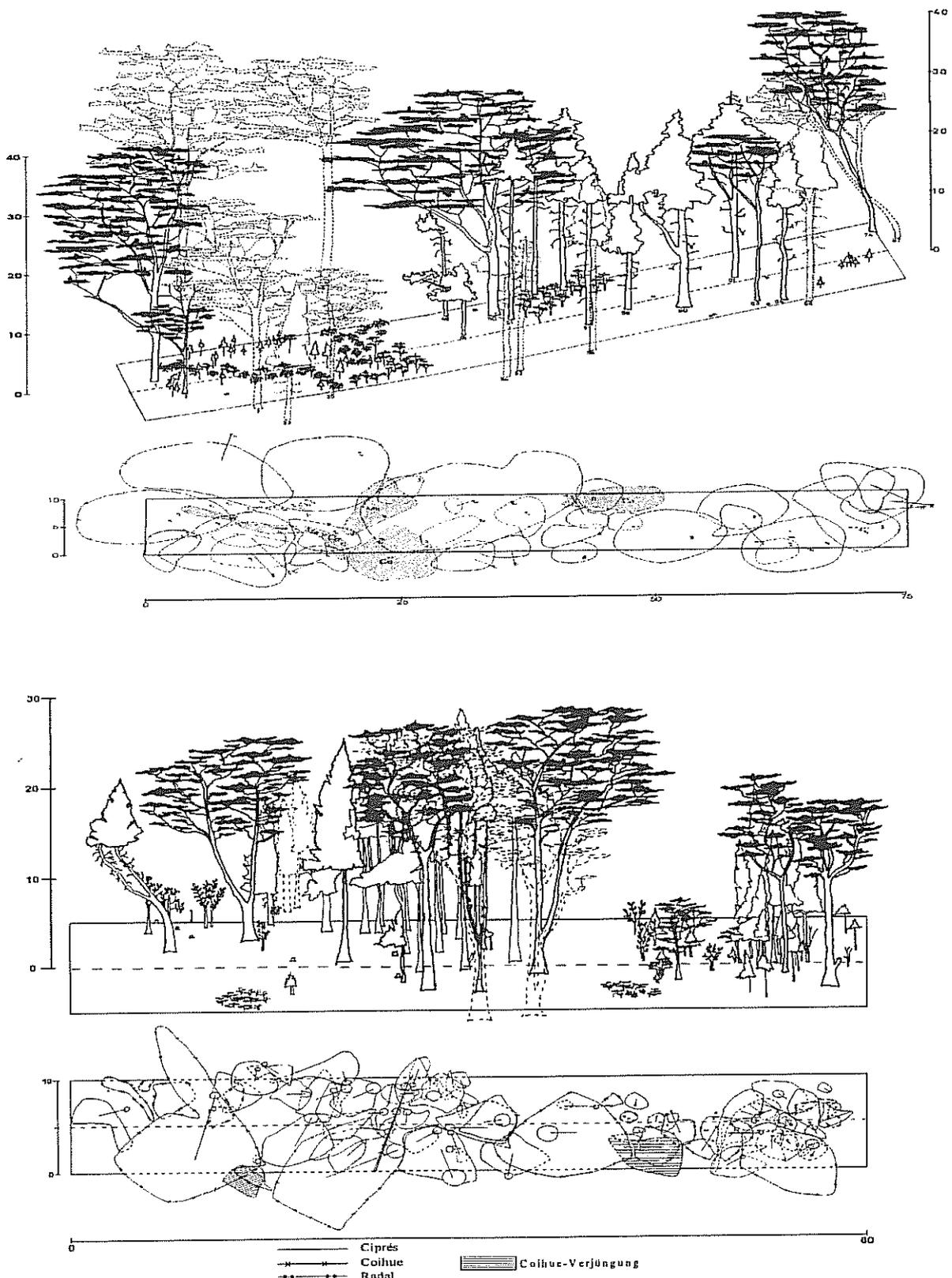


Figura : Perfil horizontal y vertical de la parcela 6, correspondiente a un rodal mixto de ciprés-coihue en la costa este del lago Guillermo, Parque Nacional Nahuel Huapi. Aclaración: Distancias en metros

Abbildung 11: Auf- und Grundrisse zweier Coihue-Ciprés -Mischbestände (oben SP-6; unten SP7).

stellt. Es ist zu sehen, dass der Charakterbaum dieser Bestände *Nothofagus dombeyi* ist, welche die obere Schicht beherrscht und dabei Höhen von 40 m erreichen kann. Die Ciprés erreichen nicht mehr als 35 m Höhe, was möglicherweise auch den Maximalwert dieser Art darstellt. Coihue bildet, wenn sie Ciprés überwachsen hat, sehr breite Kronen aus, so dass sie eine große Fläche überschirmen. Die Ciprés in der Mittelschicht reagieren darauf mit stark lichtwendigem Wachstum, was krumme Stämme zur Folge hat, die im Winter bei Schneefall zu Kronen- und Astabbrüchen neigen.

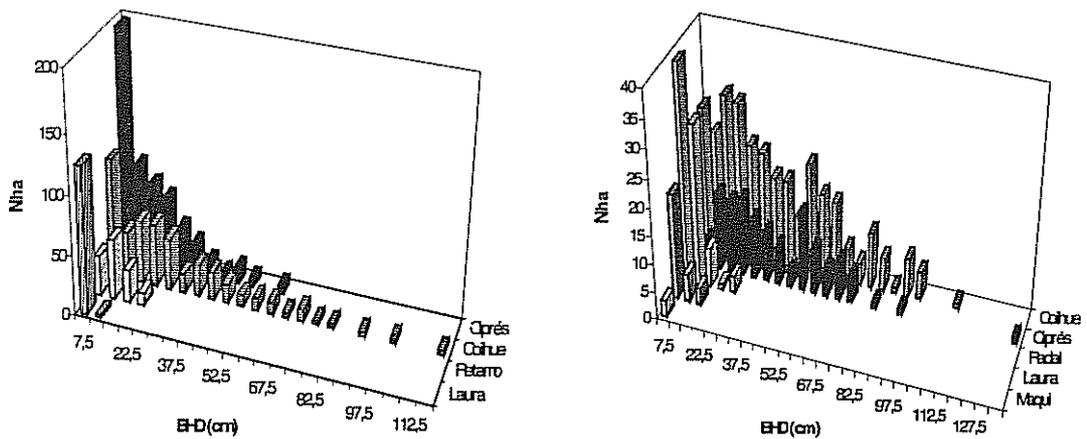


Abbildung 12: Durchmesser-Häufigkeitsverteilung nach Baumarten der Ciprés-Coihue-Mischbestände SP-6 (links) und SP-7 (rechts)

Die Verjüngung der Coihue ist auf Lücken konzentriert, während Ciprés-Jungpflanzen verteilt oder in kleinen Gruppen (diese dann aber mit geringerer Dichte) auch auf überschirmten Partien vorkommen, was auf eine größere Schattentoleranz der Ciprés schließen lässt. Neben diesen beiden Hauptbaumarten enthalten die Bestände einige Begleitarten (Radal, Laura, Retamro Maqui), die jedoch nur mit sehr geringer Grundfläche (<2 m²/ha) vertreten und auf die schwächeren Durchmesserklassen beschränkt sind (Abb.12).

SP-6 (Guillermo-See)					SP-7 (Mascardi-See)				
Art	Nha	Gha	Dg	Alter	Art	Nha	Gha	Dg	Alter
Ciprés	520	18,4	21,2	94(23)	Ciprés	138	19,2	42,1	101(30)
Coihue	433	42,6	35,4	49(20)	Coihue	277	44,9	45,4	76(24)
Laura	127	0,5	7,1	-	Radal	79	0,9	12,0	-
Retamo	120	1,8	13,8	-	Laura	27	0,2	9,7	-
Total	1200	63,3	25,9	-	Total	524	65,2	39,8	-

in Klammer Stichprobenanzahl

Tabelle 5: Ertragskundliche Parameter von zwei Aufnahmeflächen in Ciprés-Coihue-Mischbeständen

Die Durchmesserhäufigkeitsverteilungen der beiden Bestände unterscheiden sich dadurch, dass die Verteilung im Bestand SP-6 eher plenterartigen Charakter hat, während SP-7 durch

eine zweischichtige Verteilung und stärkere Durchmesser gekennzeichnet ist. Die Grundflächen der Bestände liegen bei 63 und 65 m², wobei der Anteil der Coihue mit 67 bzw. 76 % dominiert. Dass der höhere mittlere Durchmesser der Coihue nicht auf höhere Alter zurückzuführen ist, wird aus Tab. 5 ersichtlich. Das bedeutet, dass Coihue einen rascheren Durchmesserzuwachs hat als Ciprés.

Gesundheit und technische Qualität

In keinem der beiden untersuchten Bestände wurden ernsthafte Schäden durch das Ciprés-Sterben festgestellt. Wie bereits erwähnt, neigen die überwachsenen Ciprés zu lichtwendigem Wuchs mit Stammkrümmungen, welche die technische Verwertbarkeit der Stämme reduzieren. Coihue, die Ciprés in der Höhenentwicklung überholt haben, neigen dagegen zur Ausbildung großer Kronen, was wiederum Zwieselbildung, Grobastigkeit und Drehwüchsigkeit zur Folge hat, so dass sich die beiden Baumarten hinsichtlich der Qualitätsstruktur der Stämme kaum unterscheiden (Abb. 13).

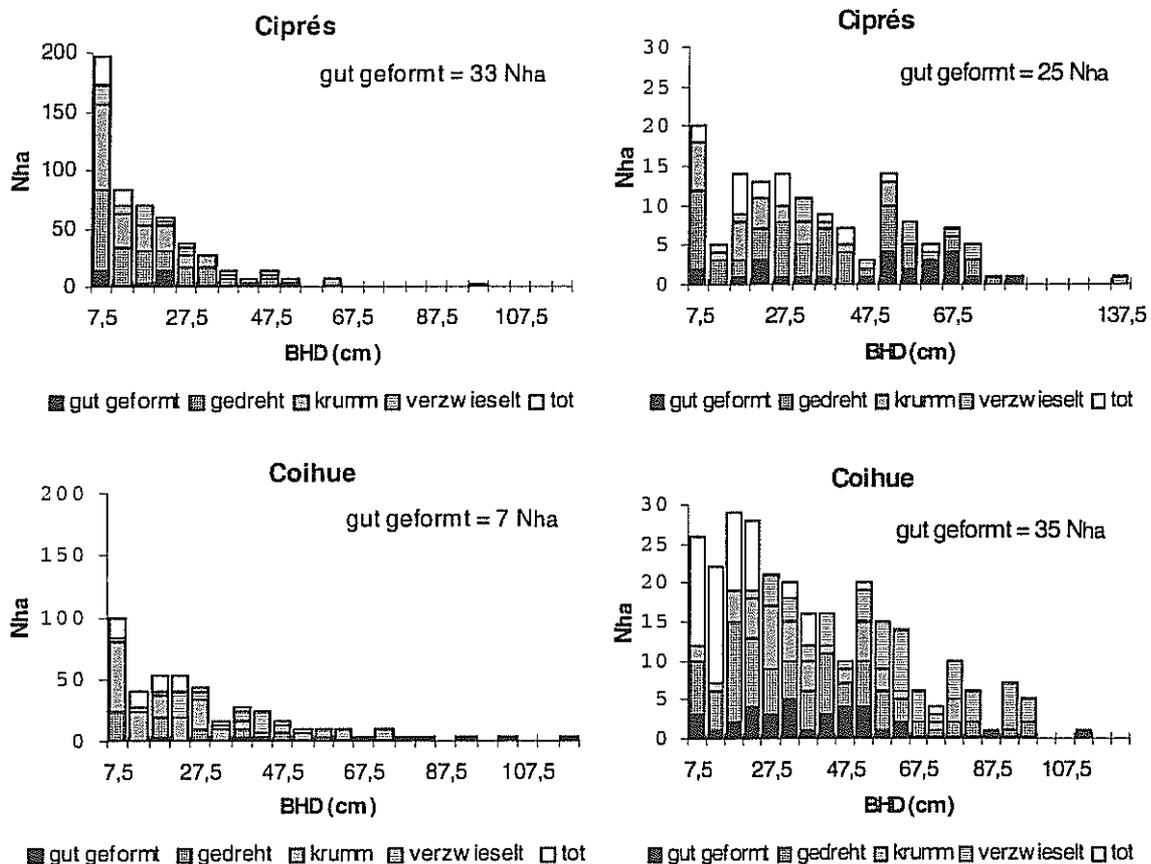


Abbildung 13: Stammqualität von Ciprés und Coihue in den Beständen SP-6 (links) und SP-7(rechts)

Wie Abbildung 13 zeigt, ist die Anzahl gut geformter Stämme bei beiden Baumarten eher gering. Eine befriedigende Astreinigung ist nur an den Individuen der Mittelschicht gegeben, bei denen das durch die herrschenden Bäume verringerte Lichtangebot das Absterben der Äste bedingt. Die Coihues der Parzelle SP-7 mit den besten Stammformen sind daher vor allem in dieser Schicht zu finden. Allerdings ist ihre Zahl mit 35 Stämmen/ha sehr gering. Die bereits zuvor erwähnte Lichtwendigkeit der Ciprés führt dazu, dass bei dieser Baumart sogar nur 25 gut geformte Individuen pro ha vorhanden sind. Sie waren fast ausschließlich in Gruppen, die sich alleine aus Ciprés zusammensetzten, zu finden. Die größten und ältesten Bäume dieser Art – es handelt sich dabei um jene, die die Fläche als erste besiedelt haben – sind in hohem Masse gezwieselt oder teilen sich gar in noch mehr Haupttriebe auf.

Die Befunde zeigen, dass Mischbestände dieser beiden Baumarten für Nutzungen durchaus geeignet sind, für eine Überführung in planmäßige Bewirtschaftung jedoch zunächst gezielte Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung nötig sind.

Verjüngung

Auch in diesen Beständen wurde die Anzahl fruchtbildender Ciprés erhoben, die für die Verjüngung von Bedeutung ist. Wie aus Tab. 6 hervorgeht, ist der absolute Anteil weiblicher Individuen am Gesamtbestand, verglichen mit den gleichmäßig strukturierten Beständen zwar sehr gering, prozentual liegt er jedoch in ähnlicher Größenordnung.

Parzelle	Einheit	Gesamtbestand		Weiblicher Bestandeteil	
		Alle sozialen Klassen (1)	Herrschend und mitherrschend (2)	Alle sozialen Klassen (3)*	Herrschend und Mitherrschend (4)**
SP-6	N _{ha}	503	30	53 (11)	13 (43)
	G _{ha}	18	5	6 (33)	3 (60)
SP-7	N _{ha}	70	30	18 (15)	11 (37)
	G _{ha}	17	11	6 (35)	5 (45)

In Klammern: * % von (1); ** % von (2)

Tabelle 6: Dichte - Anzahl und Grundfläche - fruktifizierender (weiblicher) Ciprés

Insgesamt war nur sehr wenig Verjüngung in den Beständen vorhanden. In Bestandeslücken war vor allem Verjüngung von Coihue in kleinen Gruppen zu finden, während die deutlich geringere Ciprés-Verjüngung locker über den Bestand hinweg verteilt war (Abb. 11 und Tab. 7). Wie aus der starken Abnahme der Stammzahl mit zunehmender Höhe der Verjüngung zu erkennen ist, stirbt ein großer Teil der Pflanzen, vor allem der Coihue, durch das zu geringe Lichtangebot wieder ab, so dass Ciprés in der Höhenklasse >2m (aber BHD < 5 cm) aufgrund ihrer etwas größeren Schattenfestigkeit prozentual wieder stärker vertreten ist.

Parzelle	Höhe	Ciprés		Coihue	
		N/ha	q	N/ha	q
6	<200 cm	400	1,3	1000	7,8
	>200 cm (BHD <5cm)	177	2,3	70	3,0
7	<200 cm	400	3,9	6000	15,2
	>200 cm (BHD <5cm)	131	1,7	87	9,7

Tabelle 7: Verjüngungsdichte der Baumarten in zwei Höhenklassen in den Beständen SP-6 und SP-7 (q = Klumpungsindex).

4. Schlussfolgerungen

Waldbrand und Struktur

Wie die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, haben Waldbrandereignisse eine wichtige Rolle in der Dynamik der Ciprés-Wälder gespielt. In allen Probebeständen wurden Brandspuren festgestellt. In den Reinbeständen konnten auch unmittelbar kausale Zusammenhänge zwischen Bränden und der Entstehung und Entwicklung der Folgebestände aufgezeigt werden. Nach den an einem Standort vorherrschenden Feuchtigkeitsverhältnissen können bei der Wiederbesiedlung der abgebrannten Flächen zwei Entwicklungslinien unterschieden werden, die zu Beständen unterschiedlicher Struktur führen: Auf feuchteren Standorten etabliert sich der Ciprés-Anflug im Verlauf weniger Jahre nach dem Feuerereignis und bildet Reinbestände mit gleichmäßiger Horizontal- und Vertikalstruktur. Nach 40-60 Jahren ist das Kronendach völlig geschlossen und der Naturverjüngungsprozess beendet. Die Dichte eines so entstandenen Bestandes im Alter von 100 Jahren liegt bei ca. 550 Bäumen je Hektar mit einer Grundfläche von 80 m². Auf trockeneren Standorten nimmt die Wiederbesiedlung einen längeren Zeitraum in Anspruch. Hier wird die Brandfläche zunächst von Sträuchern besiedelt, in deren Schutz sich anschließend einzelne Ciprés etablieren. In dem Maße, wie diese Verjüngungskerne an Höhe zunehmen kann sich weitere Verjüngung ansamen, so dass die Stammzahl nach und nach zunimmt und ein Bestand mit ungleicher Struktur und weiter Durchmesserspreitung entsteht. Die Grundfläche in solchen Beständen lag deutlich unter der gleichförmiger Bestände.

Nutzungspotenzial und Pflege

Hinsichtlich des waldbaulichen Potenzials dieser Wälder ist festzustellen, dass die Zahl qualitativ befriedigender Stämme in Reinbeständen mit zunehmendem Alter stark abnimmt. Ein Stangenholz (mittlerer BHD = 16 cm) enthielt beispielsweise 450 Stämme guter Qualität, während in einem vergleichbaren Baumholz des gleichen Waldtyps (mittlerer BHD = 45 cm) nur noch 125 wertvolle Stämme vorhanden waren. Das bedeutet, dass eine Bewirtschaftung

im Hinblick auf eine Qualitätsverbesserung nur dann wirtschaftlich sinnvoll erscheint, wenn Pflegeeingriffe bereits in einem frühen Stadium durchgeführt werden. Bereits in mittelalten Beständen ist das Potenzial an förderungswürdigen Stämmen stark eingeschränkt. Außerdem kann nur durch frühe Eingriffe gewährleistet werden, dass die für die Erhaltung ausreichender Einzelbaumstabilität erforderlichen h:d-Werte <80 erreicht werden.

Verjüngung

Die Naturverjüngung von Ciprés scheint in allen Beständen gesichert. Zwar wurde in den untersuchten Reinbeständen keine Naturverjüngung am Boden festgestellt, jedoch ist das auf das Fehlen von Licht zurückzuführen, da das Kronendach in den dichten Beständen vollständig geschlossen war. Es wird davon ausgegangen, dass die Verjüngung sofort ankommt, wenn durch Mortalität oder Entnahme von Bäumen im Zuge von Pflegemaßnahmen Bestandeslücken entstehen. In den ungleichmäßig strukturierten Wäldern war die Naturverjüngung üppig (20000 Pflanzen/ha). Sie konzentrierte sich auf kleine Lücken, war aber auch unter ausladenden Kronen von Mutterbäumen zu finden. Der Anteil weiblicher Individuen war in allen Beständen ausreichend, so dass eine Beeinträchtigung der natürlichen Verjüngung durch einen Mangel an fruchtbildenden Bäumen nicht gegeben ist.

Mischbestände

Die Mischbestände von Ciprés mit Coihue weisen eine markante Zweischichtigkeit auf, wobei die obere Baumschicht von Coihue dominiert wird. Das ist ein Ergebnis der höheren Wuchsleistung von Coihue, die durch das Zurückfallen der Ciprés mit zunehmendem Bestandesalter deutlicher zum Ausdruck kommt.

Obwohl die Datenbasis noch recht schmal ist, lassen die Konkurrenzvorteile der Coihue, die sich in ihrem überlegenen Zuwachsverhalten schon in jungen Jahren äußern, vermuten, dass diese Art in den Folgegenerationen die Oberhand gewinnen wird und die Ciprés auf Kleinflächen und skelettreichere Standortvarianten abdrängt. Vermutlich ist der heute vorgefundene relativ hohe Mischungsanteil von Ciprés darauf zurückzuführen, dass Coihue in der Vergangenheit durch Waldbrände zurückgedrängt wurde. Durch das Überleben einzelner Ciprés auf flachgründigen und skelettreichen Böden blieb – anders als bei Coihue – auch nach Bränden ein gut verteiltes Reservoir von Mutterbäumen erhalten, das eine rasche Besiedelung der Brandflächen sicher stellte. Die Wiederbesiedelung mit Coihue verlief dagegen eher langsam. Das bedeutet, dass zur langfristigen Erhaltung einer bedeutsamen Beteiligung von Ciprés am Hauptbestand, eine entsprechende waldbauliche Förderung notwendig ist.

Ciprés-Sterben

Wie weiterführende Untersuchungen von Loguercio (1997) gezeigt haben, erscheint es auf Grund des Schadverlaufes in vom Ciprés-Sterben stark befallenen Beständen nicht sinnvoll, anspruchsvolle waldbauliche Produktionsziele zu verfolgen. In solchen Fällen bleibt nur die Möglichkeit, mit der Nutzung dem fortschreitenden Befall zu folgen und gleichzeitig die natürliche Verjüngung dadurch sicher zu stellen, dass die schutzpendende Strauch- und Unterstandsschicht erhalten bleibt. Eine Möglichkeit, die zukünftige Produktionskraft solcher Wälder zu verbessern könnte z.B. darin liegen, sie mit Coihue zu unterbauen, wo dies standörtlich möglich erscheint.

5. Summary

Structure and regeneration dynamics of natural *Austrocedrus chilensis* (Ciprés) forests in Argentina

Austrocedrus chilensis (Ciprés) is the most common conifer in the northern part of the Argentinian Patagonia. Because of its valuable timber ciprés forests are under intensive utilisation since more than one century. As a consequence, most forests are degraded and primeval forests are only rare today. In addition, ciprés is heavily threatened by a disease ("mal de ciprés") of still unknown origin.

Aim of this study was to analyse the structure, regeneration, health and silvicultural potential of virgin ciprés forests as a basis for the development of sustainable management concepts. As the analyses revealed, all forest have been affected by forest fires. Three main forests types could be differentiated: a) pure ciprés forests with regular structure at sites with sufficient precipitation (>1000 mm/yr); b) pure forests with unregular structure at sites with temporal stress due to low precipitation (<900-1000 mm/yr) and high temperatures (North expositions); c) mixed forests with *Nothofagus dombeyi*. The natural regeneration is ensured in all stands: There is a sufficient number of female trees and regeneration is abundant where enough light is available on the ground. The intensity of the "mal de ciprés" was relatively low in all stands. As the number of trees with good stem quality decreases very fast with the mean diameter of the stands, silvicultural measures to improve the stand quality must be applied in the early phases (pole stands).

6. Literatur

Barrotaveña, C. y Rajchenberg, M. (1996): Hongos Aplyllophorales (Basidiomicetes) que causan pudriciones en *Austrocedrus chilensis* en pié. Bol. Soc. Argent. Bot. 31 (3-4): 201-216.

- Calí, S. G. (1996): *Austrocedrus chilensis* : estudio de los anillos de crecimiento y su relación con la dinámica del "Mal del ciprés" en el Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina. Trabajo para optar al Grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. CRUB, Univ. Nac. del Comahue.
- Chauchard, L. M. y Barnaba, J. C. (1986): Plan de Ordenación Cuartel de Loma del Medio- Río Azul. Comisión Mixta, convenio IFONA- Servicio Forestal Andino (unveröffentlichter Bericht).
- CONAF (Corporación Nacional Forestal), CONAMA (Comisión Naional del Medio Ambiente), BIRF (Banco Mundial) (1997): Catastro y evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Resultados finales y síntesis.
- Cuello, A. R. (1996): Evaluación de las masas forestales nativas en la zona andina de la Provincia de Río Negro. Informe final. Provincia de Río Negro - Consejo Federal de Inversiones.
- Dezzoti, A. y Sancholuz, L. (1991): Los Bosques de *Austrocedrus chilensis* en Argentina: Ubicación, estructura y crecimiento. Bosque 12.
- Donoso, C. (1981): Ecología forestal. El bosque y su medioambiente. Ed. Universitaria. Santiago de Chile.
- Donoso, C. (1983): Modificaciones del paisaje chileno a lo largo de la historia. Simposio Desarrollo y Perspectivas de las disciplinas forestales en la Universidad Austral de Chile. 5-7 octubre 1983. Valdivia.
- Havrylenko, M., Alonso, O., Fontenla, S., Rosso, P., Peredo, H., Godoy y Cabrera, A. (1991): Flora fúngica de rizósfera y raíces de *Austrocedrus chilensis*. II Congreso Nacional de Fitopatología. Noviembre 1991, Valdivia, Chile.
- Loguercio, G.A. (1997): Die Erhaltung der Baumart "Ciprés de la Cordillera", *Austrocedrus chilensis* (D.DON) FLORIN ET BOUTELJE, durch nachhaltige Nutzung. Dissertation Forstwissenschaftliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. 212 S.
- Loguercio, G.A. (1997): Funciones de Volumen para la especie „Ciprés de la cordillera“ (*Austrocedrus chilensis*) (unveröffentlich).
- Rajchenberg, M. y Cwielong, P. (1995): El mal del ciprés (*Austrocedrus chilensis*): su relación con las pudriciones radicales y el sitio. CIEFAP, Anales V. I.
- Rajchenberg, M., Barroetaveña, C., Cwielong, P. P., Rossini, M., Cabral, D. y Sívori, A. (1997): Fungal species associated with the decline of *Austrocedrus chilensis* in Patagonia, Argentina: preliminary results (unveröffentlich).
- Rosso, P., Havrylenko, M. y Fontenla, S. (1989): *Austrocedrus chilensis* : Asociación espacial entre individuos sanos y afectados por la mortalidad. Bosque 10(2): 85-88.
- Schmidt, H. (1985): Tratamientos silviculturales para el manejo de los bosques nativos en las provincias patagónicas de la Rep. Argentina. Proy. de Coop. Técnica para el Desarrollo de la región Sur de la Argentina. OEA.
- Tortorelli, L. (1956): Maderas y bosques argentinos. Editorial ACME. Buenos Aires.
- van Konyenburg, E. (1990a,b,c,d): Los bosques de ciprés en la provincia de Río Negro. Dendron, año II N° 7, N°8, N° 9 y N° 10.
- Varsavski, E., Bettucci, L., Rodríguez, D. y Gómez, C. (1975): Observaciones preliminares sobre la mortalidad del ciprés (*Austrocedrus chilensis*) en los bosques patagónicos. Publicación Fundación Bariloche N° 19, 11 S. Bariloche.