

LAWSONS Scheinzypresse (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. MURR) PARL.) – Zustand zweier Versuchsanbauten im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath

(Mit 7 Abbildungen und 8 Tabellen)

Von Th. KNOKE

(Angenommen Februar 1996)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

LAWSONS Scheinzypresse; Rundholzqualität; Grafrath.

Port-Orford-Cedar; timber quality; Grafrath.

1. EINLEITUNG

Von den Aspekten, die fremdländische Baumarten für die Forstwirtschaft und -wissenschaft interessant machen, können insbesondere 2 von großer Bedeutung sein: Zum einen kann die enorme Wuchsleistung mancher fremdländischen Baumart gepaart mit einer steigenden Wertschätzung ihres Holzes, wie im Falle der Douglasie, zu verblüffend günstigen ökonomischen Ergebnissen führen (KENK und EHRING, 1995). Zum anderen bildet die Erweiterung des Baumartenspektrums den 2., vielleicht noch wichtigeren Aspekt. Eine größere Baumartenvielfalt bedeutet eine bessere Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen an sich ändernde Umweltbedingungen (Enquete Kommission des Deutschen Bundestages, 1994). Denn von Natur aus liegen artspezifisch unterschiedliche Toleranzen gegenüber z. B. Luftschadstoffen vor, wie sie von GROSS (1994) am Beispiel von Ozon belegt werden. Die Einbringung von Gastbaumarten kann deshalb zu einer Streuung des Risikos beitragen.

Sehr wichtig ist in diesem Zusammenhang die eingehende Dokumentation von bereits existierenden Anbauversuchen mit fremdländischen Baumarten, die in Bayern eine lange Tradition haben (ROHMEDEK und LEDERHUBER, 1954; ERTL, 1989). Der folgende Bericht über den Zustand 2er LAWSONS Scheinzypressen-Bestände soll zu dieser Dokumentation beitragen. Er enthält eine ertragskundliche Beschreibung und die Ergebnisse einer Ansprache der Rundholzqualität.

2. DER FORSTLICHE VERSUCHSGARTEN GRAFRATH

Das Versuchsgelände liegt bei München und wird von der Bayerischen Staatsforstverwaltung (Bay. StFoV) betrieben. Es ist v. a. aus der älteren forstlichen Literatur unter dem Namen MAYRS Garten, nach seinem Begründer Prof. HEINRICH MAYR, bekannt (z. B. SCHENCK, 1939). SCHMIDT (1995) weist darauf hin, daß das forstliche Interesse an den dort angelegten Versuchsanbauten weiterhin sehr aktuell ist. Die standörtlichen Verhältnisse (Tab. 1) sind bereits vielfach beschrieben worden (z. B. ROHMEDEK und LEDERHUBER, 1954; STRASSER, 1982; ERTL, 1989; SANDIG, 1992; KÖGEL, 1995; SCHILDER et al., 1995). Hervorzuheben ist, daß es sich um Standorte der Grafrather Endmoräne aus kiesigem Gletscherschutt handelt, die zu kalkreichen, sandig-lehmigen Kiesen bis kiesig-sandigen Lehmen verwittert sind (SANDIG, 1992), auf denen viele Nadelholzarten deutliche Schäden durch Rotfäule zeigen (MENZINGER¹), mündlich). Zwar sind die Niederschlagswerte (Tab. 1) kein begrenzender Faktor für das Baumwachstum. Auf flachgründigen Kuppen und Rücken kommt es jedoch durchaus zu Trockenstreß-Erscheinungen.

3. METHODE

3.1. Ertragskundliche Aufnahmen

Um langfristig zuverlässige auf Einzelbäumen basierende Aussagen über den Zuwachs machen zu können, wurden die Stammfuß-

¹) Herr MENZINGER war bis Ende 1994 als Gartenmeister in Grafrath tätig. Für seine Unterstützung soll ihm herzlich gedankt werden.

Tab. 1

Standortsdaten des Forstlichen Versuchsgartens Grafrath (SANDIG, 1992)

Site data of Forest Experimental Area Grafrath (SANDIG, 1992)

Wuchsbezirk	Oberbayerische Jungmoräne und Molassevorberge (14.4)
Teilwuchsbezirk	Westliche kalkalpine Jungmoräne (14.4/1)
Höhe ü. NN (m)	557–592
Jahresdurchschnittstemperatur (°C)	
von 1881 bis 1930	7,2
von 1970 bis 1990 (Spannbreite)	7,8 (6,6 1985 bis 9,5 1972)
Jahresniederschläge (mm)	
seit 1963	950
davon in der Vegetationszeit	460

positionen²) jedes Baumes mit einem elektronischen Tachymeter (Fa. Wild TC 1010) eingemessen. Zur Messung der Durchmesser in 1,3 m Stammhöhe (BHD) wurden Umfangmeßbänder verwendet. Mit Hilfe von stichprobenartigen Höhenmessungen sind Höhenkurven für die Bestände konstruiert worden. Dabei wurden deutliche Unterschiede in der Beziehung zwischen Baumhöhe und BHD zwischen beiden Beständen, aber auch solche, die vermutlich kleinstandörtlich bedingt sind, offenkundig. Diesem Umstand wurde durch die Verwendung von Dummy-Variablen Rechnung getragen (BORTZ, 1985; EL KATEB, 1991). Zur Höhenmessung wurde ein Laserdendrometer (LEM 300-W) der Fa. Jenoptik verwendet (vgl. STUBENRAUCH und JENDRUSIAK, 1993). Um Aufschlüsse über die Baumform zu erhalten, wurde die unechte Formzahl $f_{1,3}$ nach Formeln von SCHIFFEL und KUNZE (zit. n. PRODAN, 1965) geschätzt. Dazu ist der Durchmesser in halber Stammhöhe mit Hilfe der Strichplatte des Laserdendrometers optisch gemessen worden. Die Schätzwerte für $f_{1,3}$ wurden zur Prüfung der Eignung von Formhöhenfunktionen des Forsteinrichtungsprogramms der Bay. StFoV und eines Volumentarifes für LAWSONS Scheinzypressen nach LEMBCKE (1973) verwendet.

Zwar tendiert man im ertragskundlichen Versuchswesen immer deutlicher zum Einzelbaum als Bezugsgröße (z. B. PRETZSCH, 1992 und 1995; KAHN, 1994). Für ökonomische Überlegungen und zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit fremdländischer Baumarten ist der Flächenbezug jedoch wichtig. Da die Bestandesfläche der Versuchsanbauten bei zurückliegenden Inventuren (STRASSER, 1982) nicht hinreichend genau erfaßt wurde, ist von KÖGEL (1995) ein Verfahren der Flächenberechnung entwickelt worden. Die verwendeten Flächenwerte beruhen auf diesem Verfahren. Zur Kontrolle wurde der Flächenbezug zusätzlich mit einem Alternativverfahren hergeleitet: Dazu wurde ein Gitternetz mit zufällig gewähltem Startpunkt auf die Stammfußkarte gelegt. Nur diejenigen Quadrate, die voll-

²) Herrn ZANDER (Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz, Universität München) wird an dieser Stelle für seine tätige Unterstützung gedankt.

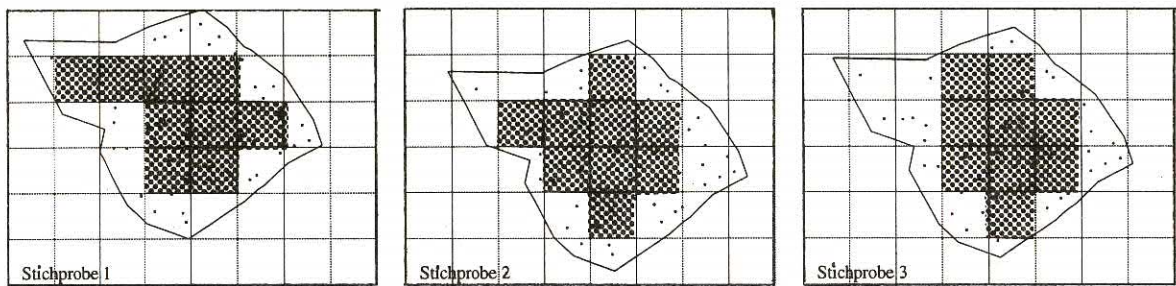


Abb. 1

Stichprobenverfahren zur Berechnung flächenbezogener Vorratswerte. Dunkel gefärbte Quadrate sind Stichprobenquadrate

Sampling procedure for calculating the volume of growing stock per hectare. Dark colored squares are sampling squares

ständig innerhalb der Bestandesgrenzen lagen, wurden zur Auswertung herangezogen (Abb. 1). Für die Scheinzypressen-Bestände wurden je 3 solcher Stichproben mit jeweils unterschiedlichem Ursprung des Gitternetzes gezogen, deren ha-Vorratswerte eine Zufallsvariable darstellen (es fallen bei jeder Stichprobe zufällig andere Bäume in die ausgewählte Stichprobenfläche, die auch selbst in Form und Größe variiert). Der Mittelwert der 3 Stichproben wurde als verlässlicher Schätzwert für den wirklichen Bestandsvorrat interpretiert.

Vergleichsbasis für beide Bestände bildete die britische Ertragstafel für den Riesenlebensbaum und LAWSON'S Scheinzypressen von HAMILTON und CHRISTIE (1971). Ihre Werte mußten z. T. graphisch extrapoliert werden, um sie auf die Grafrather Bestände anwenden zu können. Alle Volumen- und Vorratsangaben sind Vorratsfestmeter Derbholz mit Rinde (VfmD m.R.); Berechnungen des Vorrats setzen sich aus Einzelbaumvolumina zusammen. Die Flächenanteile der Baumarten wurden über das Verhältnis der berechneten Grundfläche zur Grundfläche der Ertragstafel hergeleitet (Methode von LAER, vgl. Bayerisches Staatsministerium ELF, 1990). Zur Berechnung der Vorratsveränderung gegenüber 1980 wurde das auch von STRASSER (1982) verwendete Mittelstammverfahren nach dem KRENNschen Tarif für Tanne herangezogen.

3.2. Qualitäts- und Schadensansprache

Die Beurteilung der Holzqualität spielt im langfristigen Versuchswesen eine bedeutende Rolle (SPELLMANN, 1995). Dies gilt auch für die Zustandserfassung von Versuchsanbauten mit fremdländischen Baumarten. Die vorliegende Ansprache der Rundholzqualität orientierte sich an den in der Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz (HKS) und an in Handelsgebräuchen (LOHMANN, 1985; LAMPSON, 1991) üblichen Begriffen und Definitionen.

3.2.1. Ästigkeit

Die Ästigkeit wurde qualitativ über die Einordnung der Bäume in 3 Klassen erfaßt. Dazu mußte der Inventurtrupp den jeweiligen Baum mit Zeichnungen von Standardbäumen vergleichen (Abb. 2) und ihn der Klasse zuordnen, der er am ähnlichsten erschien. Eine Kontrolle der Ästigkeitsansprache an 116 Bäumen erbrachte zufriedenstellende Ergebnisse (Tab. 2).

3.2.2. Säbelwuchs

Starke Krümmungen im unteren Stammteil sind oft mit deutlich exzentrischem Holzaufbau und damit starker Entwertung verbunden. Auch dieser Holzfehler wurde in 3 Klassen erfaßt:

- Klasse 0 Krümmung bis 2 cm/lfm
- Klasse 1 Krümmung 2 cm bis 4 cm/lfm
- Klasse 2 Krümmung über 4 cm/lfm.

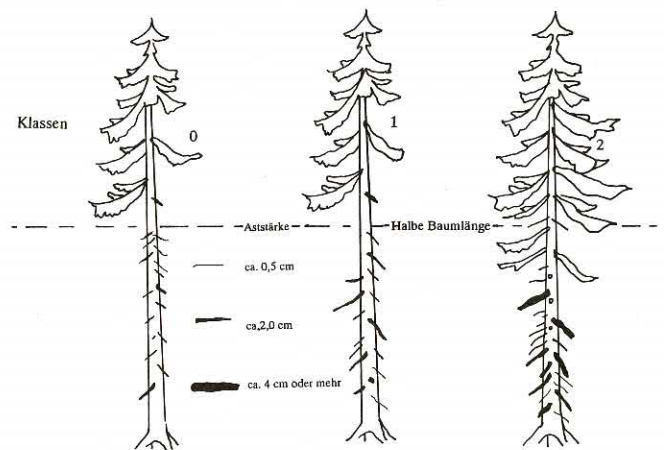


Abb. 2

Musterbäume zur Klassifikation der Ästigkeit
Specimen types of trees for classifying branchiness

Tab. 2

Kontrollerhebungen im Vergleich zur Ästigkeitsansprache der Inventurtrupps
Comparison of control results with the classification of branchiness by surveyors

Einschätzung des Inventurtrupps gegenüber der Kontrolle	Häufigkeit
2 Klassen besser	1
1 Klasse besser	13
identisch	84
1 Klasse schlechter	16
2 Klassen schlechter	2

Zur Klassifizierung der Bäume wurde an der Stelle der stärksten Krümmung der Abstand einer 2 m langen Prüflatte, die mit ihrem unteren Ende in etwa 0,5 m Höhe an den Stamm gehalten wurde, zum Stamm gemessen.

3.2.3. Abholzigkeit zwischen 1,3 m und 3,3 m Höhe

Zur Ermittlung dieses Wertes wurde mit einer Finnenkluppe ein zweiter Durchmesser in 3,3 m Höhe gemessen. Die Differenz zwischen BHD und diesem Durchmesser geteilt durch 2 stellte das Maß dar, anhand dessen die Abholzigkeit beurteilt wurde.

Ergänzend wird im folgenden über die Ergebnisse der okularen Ansprache von *Zwieseln* und *Aufbauchungen* im Bereich des Stammanlaufes berichtet.

4. ERGEBNISSE

Dem folgenden Kapitel liegt die Aufnahme von 750 Bäumen zugrunde, von denen es sich in 702 Fällen um LAWSONS Scheinzypressen handelt. Die Fläche beider Bestände umfaßte zum Zeitpunkt der Inventur im Frühjahr 1994 etwa 0,87 ha. Mit einem Alter von damals 86 bzw. 89 Jahren gehören die Scheinzypressen Bestände (Tab. 3) zu den ältesten Anbauversuchen in Grafrath. Der Schlußgrad des 86jährigen LAWSONS Scheinzypressen-Lärchen-Bestandes war geschlossenen bis gedrängt. Einzelne schwache Douglasien, Buchen, Bergulmen und Fichten sowie Stiel- und Roteichen beeinflussen das Bestandesbild kaum. Alle Bäume wirkten vital (vgl. Abb. 3). Die 89jährigen Scheinzypressen erschienen jedoch noch etwas vitaler als die 86jährigen. In der Stammzahl dieses Bestandes, der im Südosten eine Schneebruchlücke aufwies (Abb. 5), sind 5 Sawara Scheinzypressen (*Chamaecyparis pisifera* (SIEB. et ZUCC.)) enthalten. Außerdem waren eine starke Strobe und nebenständige Eiben, Roteichen sowie ein Spitzahorn einzeln beigemischt.

4.1. Ertragskundliche Ergebnisse

Die Stammzahl je ha lag im 89jährigen Bestand um 483 Stämme niedriger als im 86jährigen, dessen Grundflächenmittelstamm einen um 5 cm geringeren Durchmesser aufwies als der des etwas älteren Bestandes (Tab. 5).

Die Regressionsgleichung zur Schätzung der Baumhöhen wurde anhand von 65 Höhenmessungen konstruiert. Bei vergleichbarem BHD wiesen manche Bäume im selben Bestand bis zu 6 m unterschiedliche Höhen auf. Um die große Variabilität etwas zu reduzieren, sind die höhengemessenen Bäume nach dem h/d-Wert in 2 Gruppen geteilt worden: solche mit höherem und solche mit niedrigem h/d-Wert. Dazu wurde die Grenze bei etwa h/d 69 gezogen, da die so gebildeten Baumkollektive sich räumlich gut abgrenzen ließen (Abb. 5 zeigt dies am Beispiel des 89jährigen Bestandes). Das gewählte Regressionsmodell hat folgende allgemeine Form (die Unterschiede in der Beziehung zwischen Höhe und BHD werden durch die Dummy-Variablen Z1-Z3 (Tab. 4) berücksichtigt):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 Z1 + \beta_3 Z2 + \beta_4 Z3 + \beta_5 XZ1 + \beta_6 XZ2 + \beta_7 XZ3 + \epsilon$$

Y: Baumhöhe

X: BHD^{0,2}

Z1 - Z3: Dummy-Variablen (Kodierung vgl. Tab. 4)

β_0 bis β_7 : Parameter der unbekanntenen Grundgesamtheit, die durch b_0 bis b_7 geschätzt werden

ϵ : Zufallskomponente.

Die Regressionsrechnung erbrachte zufriedenstellende Ergebnisse (Tab. 6), auch die Analyse der Residuen ergab keine systematischen Abweichungen. Die mit Hilfe der Bäume, von denen Höhenmessungen vorliegen, gebildeten Teilflächen (Abb. 5) mit höheren bzw. niedrigeren h/d-Werten wurden dazu benutzt, um auch die übrigen (nicht höhengemessenen Bäume) entsprechend Tabelle 4 zu kodieren.



Abb. 3

Bestandessüdrand des 86jährigen LAWSON Scheinzypressen-Bestandes (Blick von Westen her)
Southern border of the 86 years old Port-Orford-Cedar stand (view from the west)

Tab. 3

Basisdaten der beiden Bestände
Base data for both stands

Bestand	Bestandesform	Alter	Fläche (m ²)	Stammzahl	Baumartenanteile (%)	Bestockungsgrad	Standortseinheit nach STRASSER (1982)
1	LAWSONS Scheinzypressen	86	5039	456	77	1,10	mittelgründiger, sandiger Lehm (Anmerkung: deutliche Kieskomponente, Kuppen- bis Hanglage Südexposition)
	Europäische Lärchen	108		17	23		
	sonstige			20	0		
2	LAWSONS Scheinzypressen	89	3639	252	100	0,78	flachgründiger, steiniger Kieslehm (Anmerkung: ebene Lage)
	sonstige			5	0		

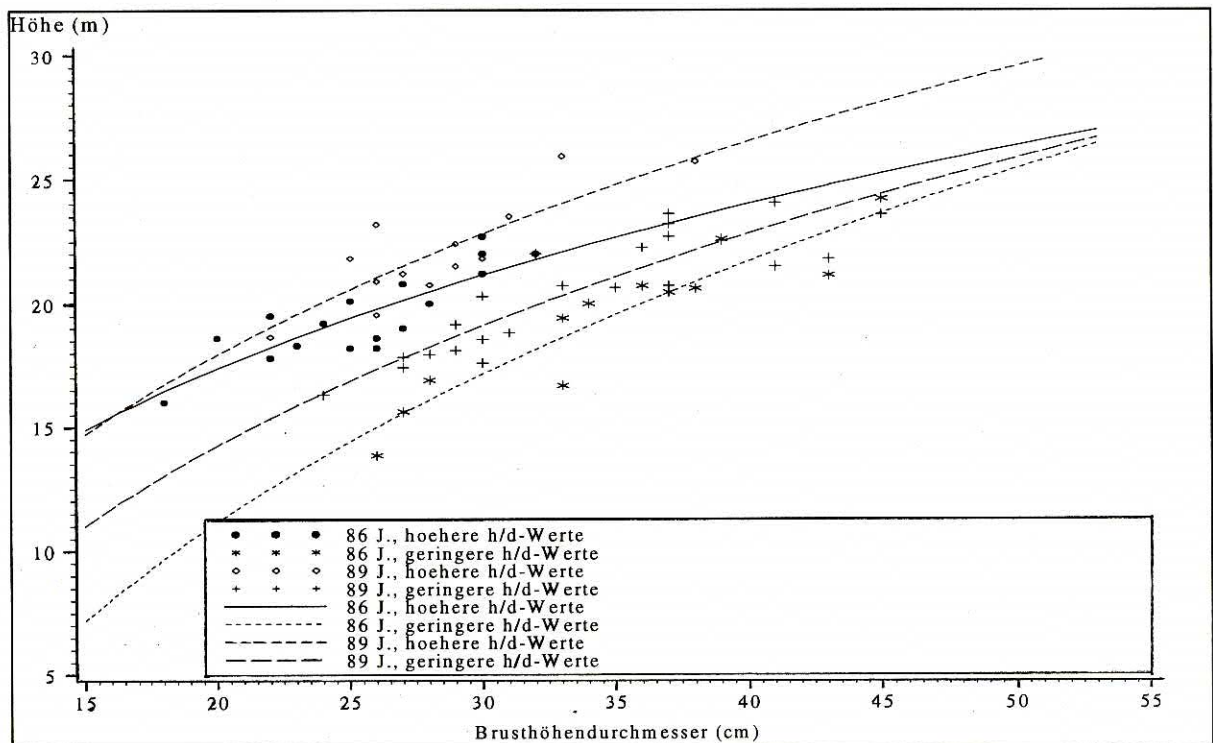


Abb. 4
Höhenmeßwerte und Bestandeshöhenkurven
Height values and height curves

Tab. 4
Kodierung der Dummy-Variablen
Codification of Dummy-Variables

Bestand	h/d-Verhältnis	Z1	Z2	Z3
86jähriger Scheinzypressen- Lärchenbestand	höher	-1	1	0
	niedriger	-1	-1	0
89jähriger Scheinzypressen Bestand	höher	1	0	1
	niedriger	1	0	-1

Die Schätzung der Formzahl ($f_{1,3}$) für je 5 zufällig gewählte Scheinzypressen erbrachte insbesondere im dichten 86jährigen Bestand sehr hohe Werte (Tab. 5). Ein Vergleich der geschätzten Formzahlen mit der Tarifgleichung von LEMBCKE (1973):

$$\lg(1000 V) = -1,4749 + 1,8385 \lg(\text{BHD}) + 1,2488 \lg(h)$$

(\lg = Logarithmus zur Basis 10; V = Volumen (VfmD m.R.); h = Höhe (m)) ergab, daß die Formzahlen der Probestämme um 4 % bis 5 % unterschätzt wurden. Die Tarifgleichung erbrachte jedoch im Vergleich mit den Formhöhenfunktionen des Forsteinrichtungsprogramms der Bayerischen StFoV für Kiefer, Lärche, Fichte, Douglasie und Tanne die besten Ergebnisse. Ebenfalls gute, nur geringfügig abweichende Ergebnisse, resultierten aus der Verwendung der Weißtannen-Formhöhenfunktion. Für die Berechnungen, die diesem Artikel zugrunde liegen, wurde die Tarifgleichung von LEMBCKE (1973) verwendet.

Die Einzelbaumvolumina schwankten in großem Rahmen (0,003 bis 2,002 VfmD bzw. 0,004 bis 3,054 VfmD). Sie waren im wuchskräftigeren 89jährigen Bestand im Durchschnitt um 0,323 VfmD hö-

her als im 86jährigen Bestand. Aus der Summe der Einzelwerte ergab sich ein Vorrat von 413 VfmD/ha bzw. 555 VfmD/ha (nur Scheinzypressen). Daraus resultiert für den 86jährigen Bestand ein Vorrat von 565 VfmD/ha Baumartenfläche (Tab. 5). Dieser Wert würde, handelte es sich um einen Fichtenbestand, etwa einer Oberhöhenbonität von 32 (ASSMANN und FRANZE, 1972; unteres Ertragsniveau) entsprechen. Im Vergleich zur Inventur 1980 hat sich der Vorrat der LAWSONS Scheinzypressen um 5,8 Vfm/J/ha im 86jährigen Bestand und um 8,6 Vfm/J/ha im 89jährigen Bestand erhöht. Berücksichtigt man den Baumartenflächenanteil, so ergibt sich für den 86jährigen Bestand ein Wert von 8,0 Vfm/J/ha. Diese Werte der Vorratsveränderung sollen nur als Größenordnung dienen. Sie stellen ohnehin keine Zuwachswerte dar, weil die in der Zwischenzeit erfolgten Nutzungen nicht bekannt sind.

4.2. Qualitäts- und Schadensansprache

4.2.1. Ästigkeit

Etwa 72 % aller LAWSONS Scheinzypressen (513 von 708 Bäumen) wurden als feinästig klassifiziert (Klasse 0, vgl. Abb. 6). Sie repräsentierten etwa 70 % des Vorrats der Scheinzypressen (Tab. 7). Die Unterschiede zwischen beiden Beständen waren nur gering. Wie günstig die qualitative Einstufung der Scheinzypressen gegenüber anderen im Zuge der Inventur 1994 aufgenommenen Baumarten ist, wird durch einen Vergleich deutlich (Tab. 7).

Keine der Vergleichsbaumarten erreichte einen Anteil feinästiger Stämme von mehr als 30 % am Vorrat. Zwar ist die Vergleichbarkeit der Bestände aufgrund unterschiedlicher Alter, Flächengrößen und -formen nur bedingt gegeben. Eine wesentliche Besserung der Qualitätsklassifizierung in Beständen höheren Alters kann, bedingt durch das bislang niederdurchforstungsartige Vorgehen, jedoch kaum erwartet werden (vgl. unterschiedlich alte *Abies grandis*-Bestände in Tab. 7). Auch die anderen Unterschiede, die die Vergleichbarkeit einschränken (Flächengröße und -form) können einen derart

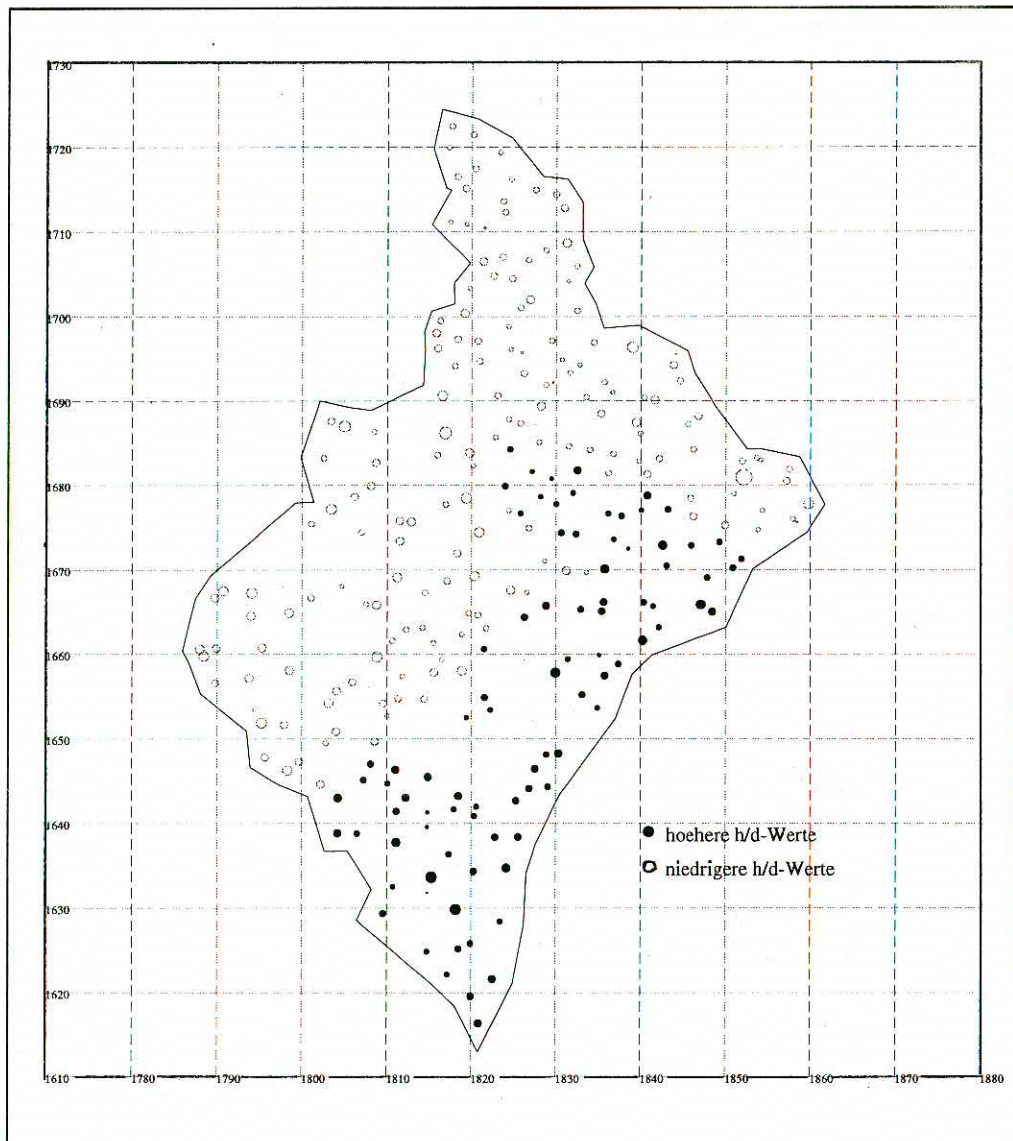


Abb. 5
Partien unterschiedlicher h/d-Werte im 89jährigen Bestand
Areas where trees with different height/diameter-relations occurred

großen Unterschied in der Qualitätsansprache nicht allein erklären. Es erscheint also zulässig, die Hypothese zu formulieren, daß artspezifische Unterschiede in der Qualitätsentwicklung vorliegen und daß die Scheinzypressen in diesem Zusammenhang besonders günstige Ergebnisse aufweisen. Die Ästigkeit schien von Osten nach Westen zuzunehmen (Abb. 7). Eine Berechnung des Anteils feinästiger Bäume für die von den senkrechten Gitternetzlinien gebildeten Streifen (Abb. 7) bestätigte diesen Trend für beide Bestände (Tab. 8).

Dieser Befund läßt sich mit den Ergebnissen von KLEBINGAT (1961) in Einklang bringen. Er stellte im Zuge einer Untersuchung ostdeutscher Kiefernbestände fest: „Die stärksten Astbeulen befanden sich ... an der Stammhälfte, die gegen NW, W oder SW gerichtet war.“ Er führt das darauf zurück, daß Äste auf der Wetterseite stärkeren Windbewegungen ausgesetzt sind. Dadurch bildet sich an ihrer Unterseite Reaktionsholz, welches dichter und widerstandsfähiger gegen Vermorschen ist. Abgestorbene Äste in stärker dem Wind ausgesetzten westlichen Bestandspartien fallen daher deutlich später als in vor dem Wind geschützten Bereichen ab.

4.2.2. Säbelwuchs und Abholzigkeit (zwischen 1,3 m und 3,3 m Höhe)

Krümmungen im unteren Schaftbereich spielten im 86jährigen Bestand keine Rolle (nur eine Scheinzypresse mit diesem Fehler wurde gefunden). Die durchschnittliche Abholzigkeit des unteren Schaftbereichs in diesem Bestand lag bei nur 0,4 cm/lfm. Dieses stellt damit keine Einschränkung der Rundholzqualität dar. Von den 252 89jährigen Scheinzypressen waren dagegen 16 „säbelwüchsig“. Aber nur 1,6 % (4 Bäume) wiesen eine Krümmung von mehr als 4 cm/lfm auf. Für Güteklasse B werden bis zu 5 cm/lfm toleriert (KNIGGE und SCHULZ, 1966).

Auch die Abholzigkeit stellte sich in diesem Bestand ungünstiger dar. Sie lag um durchschnittlich 1 cm höher als im 86jährigen Bestand (1,4 cm/lfm, Extremwert 7,0 cm/lfm). Der Durchschnittswert von 1,4 cm/lfm würde jedoch für die Güteklasse B noch toleriert. Man muß in diesem Zusammenhang bedenken, daß die Abholzigkeitswerte für länger ausgehaltene Sortenstücke sicher günstiger ausfallen würden. Dafür sprechen schon die auch im 89jährigen Bestand hohen Formzahlen (Tab. 5).

Tab. 5
Ertragskundliche Kennwerte der beiden Bestände
 (nur für Scheinzypresse)
Growth and yield data of both stands
 (only Port-Orford-Cedar)

Bestand	1		2	
Alter (Jahre)	86		89	
Stammzahl pro ha	905		692	
pro ha Baumartenfläche	1175		692	
Durchmesser (cm)				
minimal	9		12	
maximal	46		53	
des Grundflächenmittelstamms	25		30	
Höhen (m)				
Partie mit h/d-Wert	höher	niedri- ger	höher	niedri- ger
des Grundflächenmittelstamms	19,6	14,8	22,4	19,1
des Oberhöhenstamms	23,1	20,1	25,8	24,4
Bonität (dGZ max VfmD m.R.)	10	8	14	12
Grundfläche (m ²)				
absolut	23,65		18,24	
pro ha Mischbestand	46,93		50,12	
pro ha Baumartenfläche	64,29		50,12	
Formzahl f _{1,3} (Durchschnitt für je 5 Bäume)				
nach SCHIFFEL	0,601		0,517	
nach KUNZE	0,611		0,522	
deren mittl. Durchmesser (cm)	29		30	
Volumen Einzelstamm (VfmD m.R.)				
minimal	0,003		0,004	
maximal	2,002		3,054	
Durchschnitt	0,451		0,774	
Vorrat (VfmD m.R.)				
absolut	208		202	
pro ha	413		555	
Kontrollvorrat (± Standardfehler)	430 ± 1,5		505 ± 5	
pro ha Baumartenfläche	565		555	
Veränderung gegenüber 1980 (pro J. u. ha Baumartenfläche)	+ 8,0		+ 8,6	

1) Der Kontrollwert liegt um 50 VfmD unterhalb des Vorrates je ha. Das liegt daran, daß volumenreiche Bestandteile im Südosten (hohe h/d-Werte, vgl. Abb. 5) durch das Stichprobenverfahren weniger stark berücksichtigt werden.

4.2.3. Zwiesel und Aufbauchungen des Schaftes

Ein hoher Prozentsatz der LAWSONS Scheinzypressen war – meist im oberen Kronenbereich – verzwieselt (22 % bzw. 27 %). Häufig handelte es sich um benachbarte Bäume oder solche des Randbereiches, was auf Schneebruch zurückgeführt werden könnte. Aufbauchungen des Schaftes im Bereich des Stammanlaufes sind ein arttypisches Merkmal der LAWSONS Scheinzypressen (ZOBEL et al., 1985). Deshalb braucht es nicht zu beunruhigen, daß 38 % bzw. 60 % der Bäume diese Erscheinung zeigten. Laut MENZINGER (mündlich) ist sie nur in ganz seltenen Fällen, wenn die Aufbauchung sehr hoch reicht, mit Fäule verbunden.

5. DISKUSSION

„Wahrhaftig, die *Ch. Lawsoniana*-Rasse von der Mount Shasta-Gegegend würde sich in Deutschland so wohl fühlen wie der Mensch an der italienischen Riviera.“ schreibt SCHENCK (1939) zur klimatischen Eignung der „Lawsoniana“. Mount Shasta ist ein inselartiges

Tab. 6
Ergebnisse der Regressionsrechnung für die
Bestandeshöhenkurven
 (n.s. = nicht signifikant, * $\alpha = 0,05$, ** $\alpha = 0,01$, *** $\alpha = 0,001$)
Results of regression for height equations
 (n.s. = not significant, * $\alpha = 0,05$, ** $\alpha = 0,01$, *** $\alpha = 0,001$)

Variable	Parameter	Signifi- kanz- niveau	Parameter- schätzung	
	b ₀	***	-42,53598144	
X	b ₁	***	31,69901104	
Z1	b ₂	***	0,90701517	
Z2	b ₃	*	16,23250389	
Z3	b ₄	***	1,84823777	
X Z1	b ₅	n.s.		
X Z2	b ₆	*	-7,21115612	
X Z3	b ₇	n.s.		
	F-Wert global	***		53,91
	Mittlere quadratische Abweichung			1,1713445
	Bestimmtheitsmaß			82,04



Abb. 6
 Feinästige 89jährige Scheinzypressen
 89 years old Port-Orford-Cedars with tiny branches

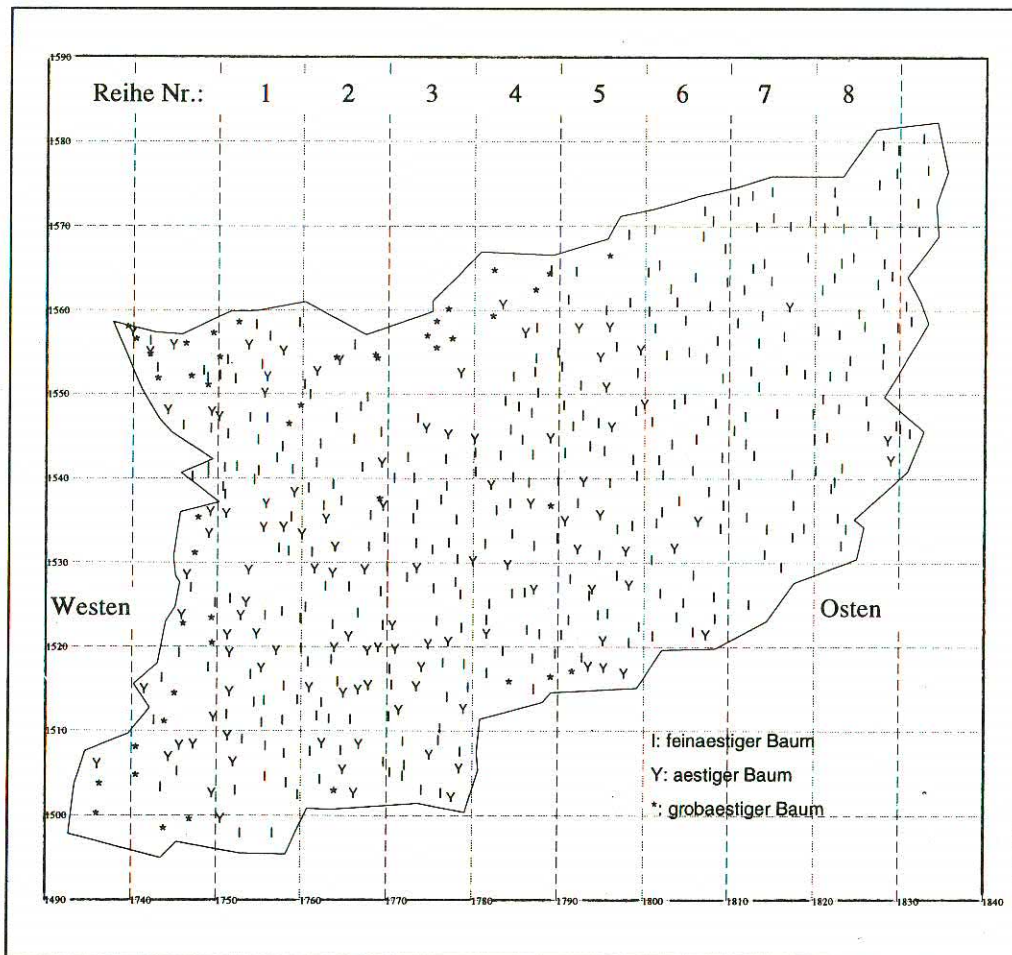


Abb. 7

Räumliche Verteilung der ästigkeitsklassifizierten Bäume (86jähriger Bestand)
 Spatial distribution of trees classified after their branchiness (86 years old stand)

Tab. 7

Ergebnisse der Ästigkeitsklassifizierung im Vergleich zu anderen Baumarten
 Results of classification of branchiness in comparison to other tree species

Baumart	% - Anteil						
	Alter (J.)	feinästig (Klasse 0)		ästig (Klasse 1)		sehr ästig (Klasse 2)	
		am Vorrat (V)	an der Stammzahl (N)	(V)	(N)	(V)	(N)
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	86	68,3	69,1	23,4	22,4	8,3	8,5
	89	72,3	78,6	22,6	17,5	5,1	3,9
<i>Abies grandis</i>	41	22,0	44,1	72,0	54,0	6,0	1,9
	42	27,8	51,5	38,9	35,6	33,3	12,9
	60	17,4	26,9	43,5	46,3	39,1	26,8
<i>Abies concolor</i>	42	0,0	5,6	72,7	77,8	27,3	1,7
Bastard Tannen (<i>A. concolor</i> x <i>A. nordmanniana</i>)	42	14,6	25,0	68,3	66,1	17,1	8,9
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (var. <i>viridis</i>)	45	21,4	38,2	47,9	46,7	30,7	15,1
<i>Pinus nigra</i>	42	1,9	1,0	75,5	86,5	22,6	12,5
var. <i>austriaca</i>	46	0,0	0,0	96,8	98,0	3,2	2,0

Tab. 8

Anteil feinästiger Bäume innerhalb von in Nord-Süd-Richtung verlaufenden 10 m breiten Streifen (Abb. 7) mit zunehmender Entfernung zum westlichen Bestandesrand in %
 Portion of trees with favourable branchiness properties within 10 m wide stripes following north-south direction (Fig. 7) with increasing distance to the western border of stands

Reihe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Anteil feinästig 86jährige Scheinzyypressen (%)	58	61	65	70	66	92	97	97
Anteil feinästig 89jährige Scheinzyypressen (%)		66	87	92	93			

Vorkommen des nordamerikanischen Binnenlandes. Die hier wachsenden Scheinzyypressen gelten als frosthärter (MAYER, 1992). SCHENCK hält sie, sofern man die richtige Rasse wählt (in Bayern wäre das die Gebirgsrasse) für anbauwürdig: „Die *Ch. lawsoniana* ist so wichtig für uns, daß eingehende Rassenstudien in ihrer Heimat sich bezahlt machen würden. Haben wir doch, außer der Tanne, kein hochwertiges, zum Unterbau geeignetes deutsches Nadelholz!“. Mit diesem Resümee schließt er das Kapitel *Chamaecyparis lawsoniana*. Er listet hierin zahlreiche Anbauversuche auf, was auf das große Interesse an dieser Baumart zu Beginn des 20. Jahrhunderts hinweist. Diese positive Einstellung gegenüber der LAWSONS Scheinzyypresse, die im übrigen auch SCHWAPPACH (1911) hegte, änderte sich jedoch im Laufe der Zeit: Die Beurteilung der Anbauwürdigkeit wurde im 20. Jahrhundert immer ungünstiger (SPELLMANN, 1994). STRATMANN (1988 und 1991) riet vom Anbau dieser Baumart sogar rundweg ab, hauptsächlich deshalb, weil ihre „... Höhenwuchsleistung ...“ nicht „... sehr beeindruckend ...“ sei. Relativ aktuelle Literatur über diese Baumart findet sich bei ZOBEL et al. (1985) und ZOBEL (1990). Sie geben eine umfassende Literaturübersicht über Publikationen zu dieser Baumart. Wichtige waldbauliche Eigenschaften wurden von HAYES (1958) und in sehr knapper Form von SAVILL (1992) zusammengestellt.

Unsere Untersuchungen ergaben beachtliche und mit einheimischen Baumarten durchaus vergleichbare Ergebnisse für den Bestandesvorrat (Größenordnung 560 Vfm/ha). Zwar liegen die von uns ermittelten Bonitäten (dGz max. 8 Vfm/J/ha bis 14 Vfm/J/ha) im unteren Bereich des – gemessen an britischen Verhältnissen – möglichen (dort werden Werte von dGZ max bis zu 24 Vfm/J/ha erreicht). Verglichen mit den von SPELLMANN (1994) zitierten Ergebnissen, ergibt einen dGZ_u von 6 Vfm/J/ha bei U = 80 für Freienwalder Anbauversuche (vgl. LEMBCKE, 1973) an, erweisen sich die Grafrather Scheinzyypressen vermutlich als deutlich wüchsiger (Vorratsveränderungen von 8 Vfm/ha/Jahr wurden berechnet). Die Ergebnisse der Qualitätsansprüche an LAWSONS Scheinzyypresse sind, v. a. im Vergleich zu anderen Fremdländeranbauten (Kap. 4.2.) sehr beeindruckend (ca. 70 % des Bestandesvorrates wurde von feinästigen Stämmen gebildet). Der hohe Wert des von ihr produzierten Holzes macht diese Baumart zudem wirtschaftlich interessant. Dieses ist meist sehr gleichmäßig aufgebaut, extrem dauerhaft und wird häufig aus Nordamerika nach Japan exportiert (ZOBEL, 1990). Zu SCHENCK's Zeiten wurde es dort bei Tempelreparaturen als Ersatz des japanischen *Chamaecyparis obtusa*-Holzes verwendet. Es ist schwerer als Thuja-Holz (mittleres Lufttrockengewicht 0,5 g/cm³, vgl. SCHENCK, 1939). In den USA erbringt es höhere Preise als fast jede andere Koniferenart (ZOBEL, 1990).

Fazit: Die Beurteilung der LAWSONS Scheinzyypresse sollte nicht allein auf ihre (Höhen-)Wuchsleistung abheben. Für den mitteleuropäischen Waldbau, der immer mehr zu intensiven Mischungen

und kleinflächig altersdifferenzierten Waldaufbauformen (Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung, z. B. 1991) sowie zur Erzeugung von Qualitätsholz (Bayerisches Staatsministerium ELF, 1982) tendiert, sollte ihre Eignung zur Mischbaumart und ihre hohe Holzqualität stärker berücksichtigt werden. LAWSONS Scheinzyypressen haben eine Ca-reiche Streu (ZOBEL et al., 1990), sie halten lange extremen Schatten aus und können ihre Krone selbst nach Jahrzehnte andauerndem Druckstand wieder ausbauen (STRATMANN, 1988). Zudem sollen LAWSONS Scheinzyypressen widerstandsfähiger gegen *Heterobasidion annosum* sein als andere Koniferen (SAVILL, 1992). Dies bestätigen die im Vergleich zu anderen Nadelholz-Anbauversuchen in Grafrath geringen Fäuleschäden. Wegen dieser Eigenschaft hält MAYER (1992) die LAWSONS Scheinzyypresse dort, wo die Fichte rotfaul wird, für zum Anbau geeignet. Die Produktion von Qualitätsholz kann erwartet werden. Diese Eigenschaften qualifizieren die LAWSONS Scheinzyypresse als Mischbaumart, deren Rolle sie auch in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet übernimmt (STRATMANN, 1988). Es erscheint also durchaus von Interesse, Untersuchungen an dieser Baumart fortzuführen, die zunächst einmal eine Klärung der Provenienzfrage (Schneebruch) umfassen sollten und auch z. B. die Auswirkung der Art der Mischung (eventuell negativer Einfluß langer Westfronten) auf die Holzqualität klären müßten.

Der Anbau von fremdländischen Baumarten wird von manchen Vertretern des Naturschutzes abgelehnt. So ist nach STURM (1995) auf den Flächen, die aus seiner Sicht überhaupt noch bewirtschaftet werden könnten, „Eine anthropogene Diversifizierung ...“ nicht „... vorzunehmen. Dies gilt auch für den Anbau nicht zur natürlichen Waldgesellschaft gehörender Baumarten ...“. Im Rahmen der „Grundlagen eines ökologisch orientierten Waldbaus“ (THOMASIU, 1992) werden dagegen fremdländische Baumarten durchaus toleriert, sofern u. a. „... ein berechtigtes Interesse an ihnen vorhanden ist ...“. Die Auffassung STURMS ist demnach nicht unumstritten.

Einschränkungen für einen etwaigen Anbau könnten sich u. a. aus folgendem ergeben: In Nordamerika richtet eine Wurzelfäule wirtschaftlich bedeutende Schäden an (ZOBEL, 1990). Es handelt sich um *Phytophthora lateralis*, die um 1952 in Coos County (USA) eingeschleppt wurde. Weder Resistenz noch Bekämpfungsmöglichkeiten sind bislang bekannt. In Baumschulen richtet *Phytophthora cinnamomi* erhebliche Schäden an (ZOBEL, 1990). Der Pflanzengattung *Phytophthora* wird im übrigen auch im Zusammenhang mit den derzeitigen Schäden an einheimischen Eichen eine zentrale Rolle zugewiesen (JUNG, 1996). Diese Pathogene stellen also nicht nur für Scheinzyypressen, sondern auch für einheimische Baumarten eine Bedrohung dar. Allerdings gibt es bislang weder in Grafrath noch in der britischen Literatur (MITCHELL, 1972 und 1985; SAVILL, 1992) Hinweise auf einen Befall. LAWSONS Scheinzyypressen weisen eine ausgeprägte Anfälligkeit gegen Hallimasch auf. Das muß bei der Kultur dieser Baumart berücksichtigt werden (nicht bei Laubholzvorbstand verwenden, (MAYER, 1992)). Ebenso wie in Grafrath, be-reiten in Großbritannien (SAVILL, 1992) und in Nordwestdeutschland (STRATMANN, 1988) Verzwieselungen Probleme.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Der Beitrag beschreibt 2 Versuchsanbauten im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath im Jahr 1994, die von 86- bzw. 89jährigen LAWSONS Scheinzyypressen dominiert werden. Sowohl ertragskundliche Aspekte als auch solche der Rundholzqualität werden vorgestellt.

Für einen relativ wuchskräftigen 89jährigen Bestand wurde ein Bestandesvorrat von 555 VfmD m.R. berechnet. Sein Vorrat hatte sich im Laufe der seit einer Inventur 1980 vergangenen 14 Jahre um 8,6 Vfm/J/ha erhöht. Eine Klassifizierung der Ästigkeit ergab einen Anteil von etwa 70 % feinästiger LAWSONS Scheinzyypressen am Vorrat.

7. Summary

Title of the paper: *LAWSON Cypress (Chamaecyparis lawsoniana (A. MURR) PARL.) – description of two experimental areas at the forest experimental garden Grafrath.*

This contribution describes two stands of Port-Orford-Cedar (age 86 and 89 years) located at the Forest Experimental Area Grafrath. Yield and growth characteristics as well as quality properties are reported.

For a reasonably well growing 89 years old stand a growing stock of 555 m³ was measured. A change in growing stock of 8.6 m³ per year and hectare was calculated. Based on a classification of branchiness an overall percentage of 70 % trees with tiny branches (in relation to growing stock) was found.

8. Résumé

Titre de l'article: *Le cyprès de LAWSON (Chamaecyparis lawsoniana (A. MURR) PARL.) – situation de deux plantations expérimentales dans l'arboretum de Grafrath.*

Cette communication décrit en 1994, 2 plantations expérimentales de l'arboretum de Grafrath, constituées essentiellement de cyprès de LAWSON âgés de 86 et 89 ans. On présente l'aspect production ainsi que celui de la qualité du bois.

Pour un peuplement de 89 ans, de croissance relativement bonne, on a calculé un volume sur pied de 555 m³ sur écorce. Au cours des 14 années écoulées depuis l'inventaire de 1980 l'accroissement courant a été de 8,6 m³ par ha et par an. Une classification basée sur la grosseur des branches montre qu'en volume, 70 % des Cyprès de LAWSON ont des branches fines.

J. M.

9. Literatur

- Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung – Arbeitskreis Zustandserfassung und Planung –: Erfassung von Waldaufbauformen und Waldstrukturen in der Forsteinrichtung. Bericht über die Jahrestagung 16. bis 18. Oktober 1991 in Fulda/Hessen. 160 S., 1991
- ASSMANN, E. und FRANZ, F.: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. 2. Auflage. Institut für Ertragskunde der Forstlichen Versuchsanstalt München. 104 S., 1972
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Richtlinien für die mittel- und langfristige Forstbetriebsplanung in der Bayerischen Staatsforstverwaltung: (Forsteinrichtungsrichtlinien). FER, 1982
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Hilfstafeln für die Forsteinrichtung: Zusammengestellt für den Gebrauch im Bayerischen Staatswald. 334 S., 1990
- BORTZ, J.: Lehrbuch der Statistik: Für Sozialwissenschaftler. Zweite Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 898 S., 1985
- EL KATEB, H.: Der Einfluß waldbaulicher Maßnahmen auf die Sproßgewichte von Naturverjüngungspflanzen im Bergmischwald. Forstliche Forschungsberichte München. Band 111. 193 S., 1991
- Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Schutz der Grünen Erde: Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder. Economia Verlag, Bonn. 702 S., 1994
- ERTL, D.: Die geschichtliche Entwicklung des forstlichen Versuchsgartens in Grafrath von 1880 bis 1988. Dipl. Arb., Forstwissenschaftliche Fakultät LMU, München. 77 S., unveröffentlicht, 1989
- GROSS, K.: Ozon – eine Gefahr für den Wald? Eine kritische Bestandsaufnahme. Forst und Holz 49: 655–661, 1994
- HAMILTON, G. J. and CHRISTIE, J. M.: Forest management tables (metric). Great Britain Forestry Commission, London. Booklet No. 34, 201 S., 1971
- HAYES, G. L.: Silvical Characteristics of Port-Orford-Cedar. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Silvical Series No. 7. 11 S., 1958
- JUNG, T.: Das derzeitige Eichensterben, verursacht durch Phytophthora-Infektion. Vortrag im Rahmen des Kolloquiums Forstbotanik am 31. 1. 96. Unveröffentlicht, 1996
- KAHN, M.: Modellierung der Höhenentwicklung ausgewählter Baumarten in Abhängigkeit vom Standort. Forstliche Forschungsberichte München, Band 141. 204 S., 1994
- KENK, G. und EHRING, A.: „Naturnähe“ bei der Baumartenwahl: Tanne-Fichte-Buche oder Douglasie? AFZ 50: 567–569, 1995
- KLEBINGAT, G.: Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Kultur-Verbandsweiten auf Wachstum und qualitative Entwicklung der Kiefer mit besonderer Berücksichtigung der äußeren und inneren Ästigkeit. Diss., Institut für Forstwissenschaften Tharandt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. 213 S., 1961
- KNIGGE, W. und SCHULZ, H.: Grundriß der Forstbenutzung. Parey Verlag, Hamburg und Berlin. 584 S., 1966
- KÖGEL, M.: Inventur im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath (Laubholz): *Acer saccharum* (MARSH.), *Betula platyphylla* var. *japonica* (MIQ.) HARA, *Liriodendron tulipifera* L., *Pterocarya rhoifolia* STEB. ZUCC., *Quercus rubra* L., Dipl. Arb., Forstwissenschaftliche Fakultät LMU München. 156 S., unveröffentlicht, 1995
- LAMPSON, P.: Handelsübliche Güteklassen für Kieferschnittholz nach den Tegernseer Gebräuchen. DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co., Leinfelden-Echterdingen, 1991
- LEMBCKE, G.: Der gegenwärtige Stand der unter SCHWAPPACH begründeten Freienwalder Anbauversuche mit ausländischen Baumarten. Beiträge für die Forstwirtschaft 7, S. 24–37, 1973
- LOHMANN, U.: Handelsübliche Güteklassen für Nadelnschnittholz nach den Tegernseer Gebräuchen. Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verlag Weinbrenner-KG, 1985
- MAYER, H.: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4. Auflage. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 522 S., 1992
- MITCHELL, A. F.: Conifers in the British Isles. Forestry Commission Booklet No. 33. Her Majesty's Stationary Office, London. 315 S., 1972
- MITCHELL, A. F.: Conifers. Forestry Commission Booklet No. 15. Third Edition. Her Majesty's Stationary Office, London, 65 S., 1985
- PRETZSCH, H.: Konzeption und Konstruktion von Wuchsmodellen für Rein- und Mischbestände. Forstliche Forschungsberichte München, Band 115. 332 S., 1992
- PRETZSCH, H.: Zum Einfluß des Baumverteilungsmusters auf den Bestandeszuwachs. AFJZ 166: 190–201, 1995
- PRODAN, M.: Holzmeßlehre. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M. 644 S., 1965
- ROHMEDEY, E. und LEDERHUBER, M.: Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath. Deutsche Baumschule 6: 233–247, 1954
- SANDIG, S.: Der Internationale Phänologische Garten Grafrath – langjährige Beobachtungen und Ergebnisse. Dipl. Arb., Forstwissenschaftliche Fakultät München. 89 S., unveröffentlicht, 1992
- SAVILL, P. S.: The Silviculture of Trees used in British Forestry. CAB International, Wallingford. 143 S., 1992
- SCHENCK, C. A.: Fremdländische Wald- und Parkbäume. Zweiter Band. Parey Verlag, Berlin. 645 S., 1939
- SCHILDNER, P., SCHMIDT, O., HEILANDER, M., MENZINGER, J. und PRÖBSTLE, P.: Führer durch den Forstlichen Versuchsgarten Grafrath. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. (1. Auflage Gaudlit, 1982). Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 47 S., 1995
- SCHMIDT, O.: Die Japanische Flügelnuß *Pterocarya rhoifolia*: Beobachtungen an einem Kleinbestand im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath. Forst und Holz 50: 677–678, 1995
- SCHWAPPACH, A.: Die weitere Entwicklung der Versuche mit fremdländischen Holzarten in Preußen. Mitt. d. DDG 20: 3–37, 1911
- SPELLMANN, H.: Ertragskundliche Aspekte des Fremdländeranbaus. AFJZ 165: 27–34, 1994
- SPELLMANN, H.: Holzqualität als Beurteilungskriterium im langfristigen Versuchswesen. Forst und Holz 50: 743–747, 1995
- STRASSER, W. J.: Der Forstliche Versuchsgarten Grafrath – geschichtliche Entwicklung, Zustandserfassung und kritische Würdigung des Exotenanbaus. Dipl. Arb., Forstwissenschaftliche Fakultät LMU München. 90 S., unveröffentlicht, 1982
- STRATMANN, J.: Ausländeranbau in Niedersachsen und den angrenzenden Gebieten – Inventur und waldbaulich-ertragskundliche Untersuchungen. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 91. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 131 S., 1988
- STRATMANN, J.: Ausländer-Anbau in Niedersachsen. Forst und Holz 46: 235–237, 1991
- STUBENRAUCH, K. und JENDRUSIAK, A.: Einsatz des Lasermeßgerätes LEM 300-W in der Forsteinrichtung Thüringens. AFZ 48: 110, 1993
- STURM, K.: Naturnähe Waldnutzung in Mitteleuropa. Der Dauerwald, Nr. 12: 6–21, 1995
- THOMASIU, H.: Grundlagen eines ökologisch orientierten Waldbaus. Der Dauerwald, Nr. 7: 2–21, 1992
- ZOBEL, D. B.: *Chamaecyparis lawsoniana* (A. MURR) PARL. Port-Orford-Cedar. In: Silvics of North America. Volume 1. Conifers. Forest Service, United States Department of Agriculture, 88–96, 1990
- ZOBEL, D. B., ROTH, L. F. and HAWK, G. M.: Ecology, Pathology, and Management of Port-Orford-Cedar (*Chamaecyparis lawsoniana*). Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. General Technical Report PNW-184. 161 S., 1985

Sturmschäden in Fichtenbeständen

(Mit 3 Abbildungen und 2 Tabellen)

Von J. RICHTER

(Angenommen Januar 1996)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Sturmschäden; Windwurf; Windbruch; Fichte.

Winddamage; uprooting; breakage; Norway spruce.

1. EINLEITUNG

Sturmschäden in Fichtenbeständen stellen eine der größten Verlustquellen in der Forstwirtschaft dar. In einer Zusammenstellung von Angaben über Schadholzanfälle seit 1837 kommt ROTTMANN (1986) zu dem Ergebnis, „daß Stürme mit verheerenden Folgen nicht als außerordentliche, seltene Naturereignisse, sondern als periodisch auftretende Erscheinungen eine permanente Gefahr für die Forstwirtschaft bedeuten.“ Sturmschäden werden nie völlig vermieden werden können. Aber es muß Wege geben, sie zu begrenzen.

Bei den Bemühungen, die Widerstandskraft von Fichtenbeständen gegen Sturmwirkungen zu erhöhen, ist zunehmend die Verbesserung der Einzelbaumstabilität in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Dabei werden hohe Erwartungen an die Biegefestigkeit von Bäumen mit niedrigem HD-Wert gestellt (ROTTMANN, 1986; NIELSEN, 1990). Daß durch niedrige HD-Werte die Schneebruchgefahr in jungen Beständen erheblich herabgesetzt wird, steht außer Frage (ROTTMANN, 1985). Darüberhinaus wird vielfach für Bäume mit niedrigem HD-Wert auch eine geringere Sturmgefährdung angenommen. Für Bruchschäden ist diese Annahme naheliegend, da mit „linearer Abnahme der HD-Werte die Biegefestigkeit des Stammes exponentiell ansteigt“ (NIELSEN, 1990). Fraglich ist es aber, ob das gleiche für die Wurfestigkeit gilt.

Für diese Annahme spricht zunächst einmal die Tatsache, daß eine höhere Biegefestigkeit nicht nur die Bruch- sondern auch die Wurfgefahr herabsetzt, da ein geringerer Teil der Windenergie auf die Wurzeln übertragen wird. Außerdem gibt der größere Standraum, den die stärkeren Stämme benötigen, die Möglichkeit, ein überdurchschnittliches Wurzelsystem auszubilden. Gleichzeitig bietet eine lange Krone dem Wind aber eine größere Angriffsfläche, und wenn die Bewurzelung mangels Platz im Boden nicht im gleichen Maße zunehmen kann wie das Kronenvolumen, ist eine Erhöhung der Windwurfgefahr bei zunehmender Kronengröße und abnehmendem HD-Wert durchaus denkbar. Aus diesen Überlegungen läßt sich die Hypothese ableiten, daß in älteren Fichtenbeständen großkronige Bäume mit niedrigem HD-Wert zwar kaum durch Windbruch, wohl aber durch Windwurf gefährdet sind.

In diese Richtung deuten auch mehrere Veröffentlichungen, indem von einer höheren Sturmgefährdung der Bäume der Kronenklassen 1 und 2 berichtet wird (FLEDER, 1990; RICHTER, 1990; PREUHLER, 1991). Zur Überprüfung der Frage, ob vorherrschende Bäume stärker sturmgefährdet sind als herrschende und mitherrschende, bieten Orkane, die ganze Bestände flächig zu Boden bringen, weniger Gelegenheit als Stürme geringerer Intensität, die hauptsächlich zu Einzelwürfen und -brüchen führen. Stürmen dieser Intensität werden vor allem Bäume mit geringerer Resistenz zum Opfer fallen.

Ein Sturm dieser Kategorie, der im Januar 1995 in den älteren Fichtenbeständen des Sauerlandes eine begrenzte Zahl von Einzelstämmen zu Boden brachte, gab Anlaß, die Frage nach möglichen Beziehungen zwischen Baumgrößen und Sturmgefährdung zu überprüfen.

2. METHODE

Die Aufnahmen erfolgten in den Forstämtern Meschede, Schmalenberg, Olpe, Obereimer und Rüthen. Die einbezogenen Bestände waren 50- bis 100-jährig und wuchsen in Höhenlagen zwischen 300 m und 700 m > NN.

Insgesamt wurden 107 Stämme aufgenommen, die bei den Stürmen im Januar 1995 zu Boden gekommen waren. Hinzu kamen 14 Stämme aus einem früheren Sturm, von denen noch so lange Stümpfe vorhanden waren, daß der Brusthöhendurchmesser (BHD) ermittelt werden konnte. An jedem geworfenen bzw. gebrochenen Stamm wurde der BHD und soweit möglich die Baumhöhe gemessen. Bei gebrochenen Bäumen wurde die Bruchhöhe geschätzt. Anschließend wurde der BHD der 6 nächsten Nachbarn gekluppt und der Abstand des sechstnächsten vom geworfenen oder gebrochenen Baum gemessen.

Die Kluppfung der Nachbarn ermöglichte den BHD-Vergleich zwischen den zu Boden gekommenen Bäumen und ihren Nachbarn, die Abstandsmessung zum sechstnächsten die Berechnung der Dichte der Gruppe, aus der der Kalamitätsstamm kam. Dabei wurde die Dichte im Anhalt an die 6-Baum-Stichprobe nach PRODAN (1968) als 7-Baum-Stichprobe berechnet.

Zum Vergleich der Kalamitätsstämme mit ihren Nachbarn wurde ihr BHD mit dem arithmetischen Mittel der BHDs der 6 nächsten Nachbarn verglichen. Für die weitere Analyse wurde der Vergleich nach Windwurf und Windbruch und nach 3 Grundflächengruppen ($< 30 \text{ m}^2/\text{ha}$ = niedrig, $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ bis $45 \text{ m}^2/\text{ha}$ = mittel und $> 45 \text{ m}^2/\text{ha}$ = hoch) untergliedert. Für alle Gruppen und für die Gesamtheit der gefallenen Stämme wurde die Regression zwischen dem BHD der Kalamitätsstämme und dem ihrer Nachbarn berechnet. Da der quadratische Ausgleich nur zu geringfügigen Veränderungen des Korrelationskoeffizienten führte, sind in der nachfolgenden Auswertung nur die Ergebnisse des linearen Ausgleichs dargestellt.

In einem weiteren Auswertungsschritt wurde die Gesamtheit der Kalamitätsstämme mit ihren Nachbarn zu einem Gesamtkollektiv zusammengefaßt. Dazu wurde zunächst für jede 7-Baum-Gruppe der mittlere BHD berechnet. Dann wurden die einzelnen Bäume (in 4-cm-Stufen) entsprechend ihrem Zusammenfallen mit dem mittleren BHD oder ihrer Abweichung von ihm in eine Strichliste eingetragen. Das Ergebnis ist die relative Durchmesserverteilung um den (numerischen) Mittelstamm. Diese Zusammenstellung gibt Hinweise, wie weit Bäume der verschiedenen relativen Durchmesserklassen unterschiedlich gefährdet sind.

3. ERGEBNISSE

In Abbildung 1 sind die Ergebnisse des Durchmesservergleichs dargestellt. In den Abbildungen ist jeweils die 45°-Linie als Vergleichsmaßstab gestrichelt eingezeichnet. Fällt der Durchmesser des Kalamitätsstammes mit dem seiner 6 nächsten Nachbarn zusammen, so liegt sein Wert auf dieser Linie. Ist er größer, liegt er darüber, und umgekehrt. Abbildung 1a stellt die Ausgleichsgerade für alle Kalamitätsstämme dar, Abbildung 1b für die geworfenen, Abbildung 1c für die gebrochenen.

Die Ausgleichsgerade für die Gesamtheit der Kalamitätsstämme verläuft parallel zur Referenzlinie, liegt aber um 1,45 cm über ihr. Das ist der Betrag, um den der durchschnittliche BHD der zu Boden