Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 131 (1980)

Heft: 1

Artikel: Bestandesaufbau und Verjüngungsdynamik unter dem Einfluss natürlicher Wilddichten im kroatischen Urwaldreservat orkova Uvala / Plitvicer Seen

Autor: Mayer, H. / Neumann, M. / Sommer, H.-G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766521

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bestandesaufbau und Verjüngungsdynamik unter dem Einfluss natürlicher Wilddichten im kroatischen Urwaldreservat Čorkova Uvala / Plitvicer Seen[1]

Von *H. Mayer, M. Neumann* und *H.-G. Sommer †* Oxf.: 228.81 : (497.1)
(Aus dem Waldbau-Institut der Universität für Bodenkultur in Wien)

Vorwort

In den Jahren 1962 begann Dr. *H. G. Sommer* vom Münchner Waldbau-Institut aus mit waldbaulichen Strukturuntersuchungen im Urwald Čorkova Uvala, die infolge des tragischen Unfalltodes von H. G. Sommer nicht abgeschlossen werden konnten. Aufbauend auf den zur Auswertung übergebenen Unterlagen konnte das Wiener Waldbau-Institut im Rahmen von Seminaren 1974 und 1977 eine Gesamtaufnahme des Urwaldes unter Berücksichtigung der inzwischen weiterentwickelten Methodik durchführen. Dabei leisteten wertvolle Mithilfe die Studenten: *J. Baumgartner, Chr. Eiselt, H. Erhard, P. v. Hepperger, J. Lödl, A. Pitterle, W. Pröll, F. Scheibenreif, F. Singer, W. Stubenberg, H. Wallentin* und Herr Doz. Dr. *H. P. Lang,* Lehrbeauftragter für speziellen Waldbau. Die Auswertung der Stichprobeninventur und die Zusammenstellung der Ergebnisse führte *M. Neumann* (1978) durch. Für die Bereitstellung von Mitteln wird dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung gedankt. Dank der grundsätzlichen Erlaubnis durch die Kroatische Naturschutzbehörde in Zagreb und der wiederholten grosszügigen Hilfestellung durch Ing. *J. Movčan* waren die Arbeiten im Urwaldrest erst möglich geworden.

In der Kernzone des Urwaldes (38 ha) wurde eine Stichprobeninventur mit einem 50-m-Raster und 153 Probeflächen von 20 × 10 m durchgeführt, die Baumarten nach der IUFRO-Klassifikation angesprochen, die Zugehörigkeit zur Entwicklungsphase bestimmt und von repräsentativen Beständen für jede Entwicklungsphase ein Bestandesaufriss angefertigt. An zwei Eckpunkten der Probeflächen wurde auf einer 4 m² grossen Fläche die Verjüngung analysiert und der Verbiss erhoben. Anschliessend wurde die Waldtextur kartiert.

[1] Gedruckt mit Unterstützung des Waldbau-Instituts, Wien.

1. Das Untersuchungsgebiet

a) Lage

Der Urwald befindet sich am Rande des 19 200 ha grossen kroatischen Naturschutzgebietes der Plitvicer Seen. Die Kernzone des Urwaldes liegt an einem windgeschützten Osthang (850—1000 m). Hangneigung ist am Oberhang mässig steil bis steil und verflacht allmählich am Unterhang. Das kesselartige Gelände weist Karstcharakter auf mit anstehendem Gestein und zahlreichen bis zu 30 m tiefen Dolinen ohne Wasserläufe und Quellen.

b) Geologie und Boden

Das stark klüftige Grundgestein setzt sich im oberen Teil aus geschichtetem Kreidekalk mit Dolomiteinlagerungen und dolomitischer Breccie zusammen, im unteren flacheren Teil stehen geschichtete Kalke mit Dolomit an. An Böden treten humusreiche Kalksteinbraunlehme, verbraunte Rendzinen und Rendzinen von sehr unterschiedlicher Bodenmächtigkeit auf.

c) Klima

In dem klimatischen Übergangsbereich vermischen sich die Einflüsse von mässig kontinentalem und submediterranem Klima. Nach der Wetterstation Čorkova Uvala (880 m Seehöhe) beträgt das Jahresmittel zwischen 6 und 7 °C, Mitteltemperatur des kältesten Monats um —3 °C und die des wärmsten Monats um 19 °C. Die Jahresniederschlagssumme beläuft sich auf 1750 mm, die Frühjahrs- und Herbstmaxima weisen auf den mediterranen Einfluss hin. Knapp 3 Monate ist mit einer Schneedecke von über 1 cm zu rechnen. Die Luftfeuchtigkeit ist während des ganzen Jahres sehr hoch, dadurch wird die Tanne begünstigt.

d) Die Waldgesellschaft

Der Fichten-Tannen-Buchen-Urwald zählt zum *Abieti-Fagetum illyricum (Horvat-Glavač-Ellenberg* 1974). Die artenreiche Gesellschaft besitzt manche Parallelen zu reifen ostalpinen Karbonat-Bergmischwäldern mit *Cardamine bulbifera et trifolia.* Durch die Dominanz von Zahnwurz-Arten *(Dentaria bulbifera, polyphylla, enneaphyllos)* kann sie als *Dentario*-Einheit angesprochen werden. Eine Reihe von illyrischen Arten im weiteren Sinne betonen die vegetationskundliche Eigenständigkeit wie *Rhamnus fallax, Lamium orvala, Vicia oroboides* und besonders die Charakterart der illyrischen Buchenwälder *Cardamine savensis.* Auf dem vielfach anstehenden Kalkgestein siedeln häufig *Phyllitis scolopendrium* und *Asplenium trichomanes.* Die Bodenvegetation zeigt einen spaltengründigen, nachhaltig frischen, basen- und nährstoffreichen Standort von ausgezeichnetem Streuumsatz an, wie auch die seltene *Cardamine chelidonia* beweist.

Tabelle 1. Aufbaumerkmale der Entwicklungsphasen im Urwald Čorkova Uvala (Werte je ha).

Phasen	*Sa*	*Vorrat (Vfm)*		*Stamm-zahl*	*Kreisfl. m²*	*Vorratsanteil in %*			*Schichtung in % Stammzahl*			*Mortalität m² in %*
		8—50 cm	*51— cm*			*Fi*	*Ta*	*Bu*	*OS*	*MS*	*US*	
Verjüngungsphase	402	139	263	628	29,1	—	45	55	7	12	81	79
Optimalphase	765	212	553	711	52,5	22	37	41	15	18	67	20
Terminalphase	849	161	688	568	55,5	15	48	37	18	18	64	18
Zerfallsphase	618	177	441	510	41,6	8	52	40	17	23	60	16
Regenerationsphase	456	171	285	537	33,2	2	34	64	10	26	64	32
Plenterphase	633	163	470	637	43,2	5	49	46	14	23	63	1
Gesamt	678	177	501	599	46,0	13	44	43	14	20	66	19

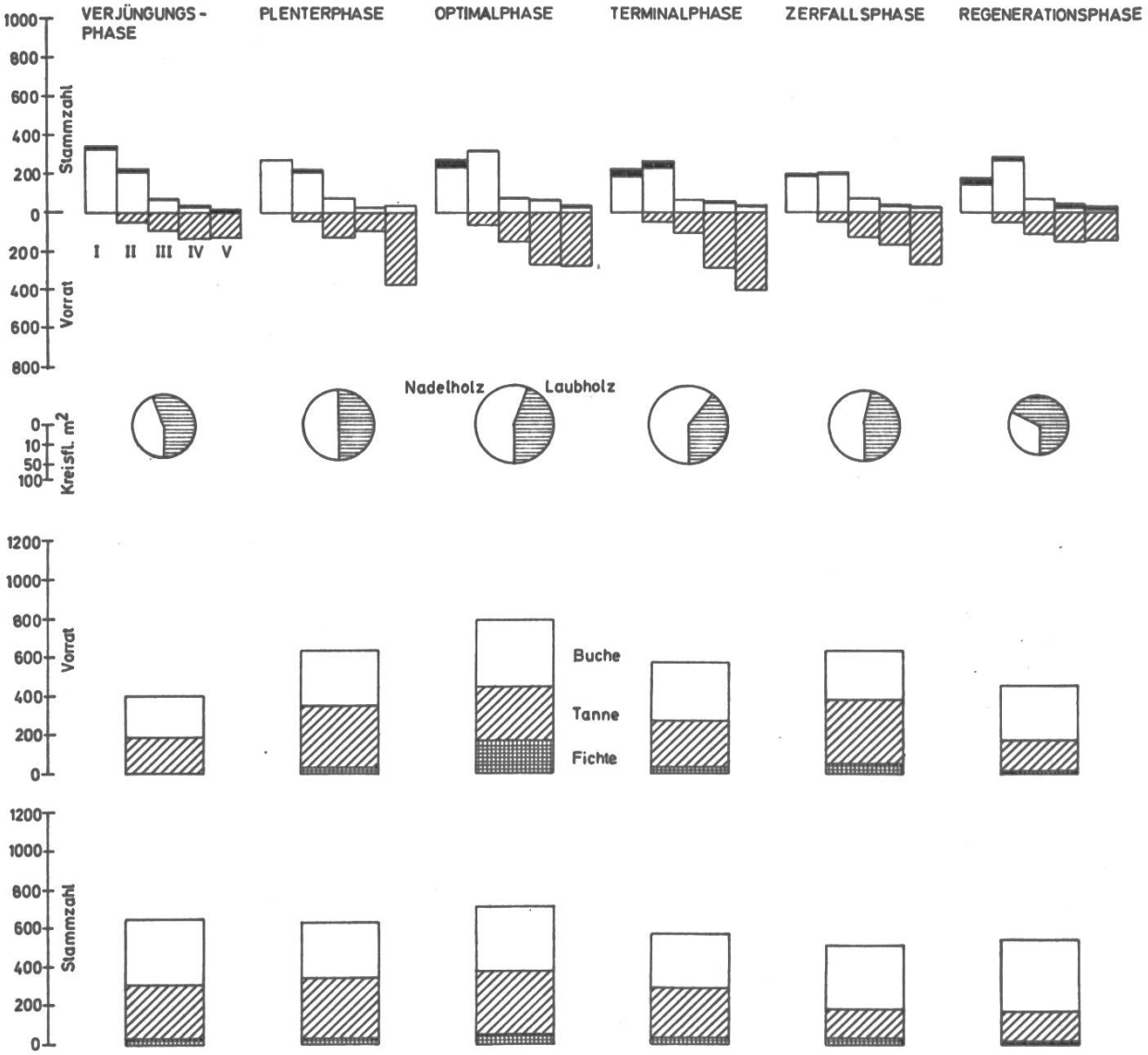

Abbildung 1. Baumzahlverteilung und Vorratsstruktur nach Stärkeklassen, Grundfläche und Baumartenanteilen am Vorrat und an der Stammzahl in den verschiedenen Entwicklungsphasen (Stärkeklasse I = 1—7 cm, II = 8—30 cm, III = 31—50 cm, IV = 51—80 cm, V = > 81 cm).

2. Der Bestandesaufbau

a) Verjüngungsphase (Flächenanteil 6 %, Abbildung 2)

Verjüngungsphasen treten nur kleinflächig auf. Unter wechselnd aufgelockerter Oberschicht findet sich überdurchschnittlich Jungwuchs mit Tannendominanz. Bei vermehrtem Lichtgenuss erreicht hier Fichte die relativ höchsten Ansamungswerte. Fichte fehlt in der Mittel- und Oberschicht und ist auch in der Unterschicht nur spärlich vertreten. Tannen und Buchen der Oberschicht besitzen gute Vitalität und gute Kronen. Die restlichen Ober-

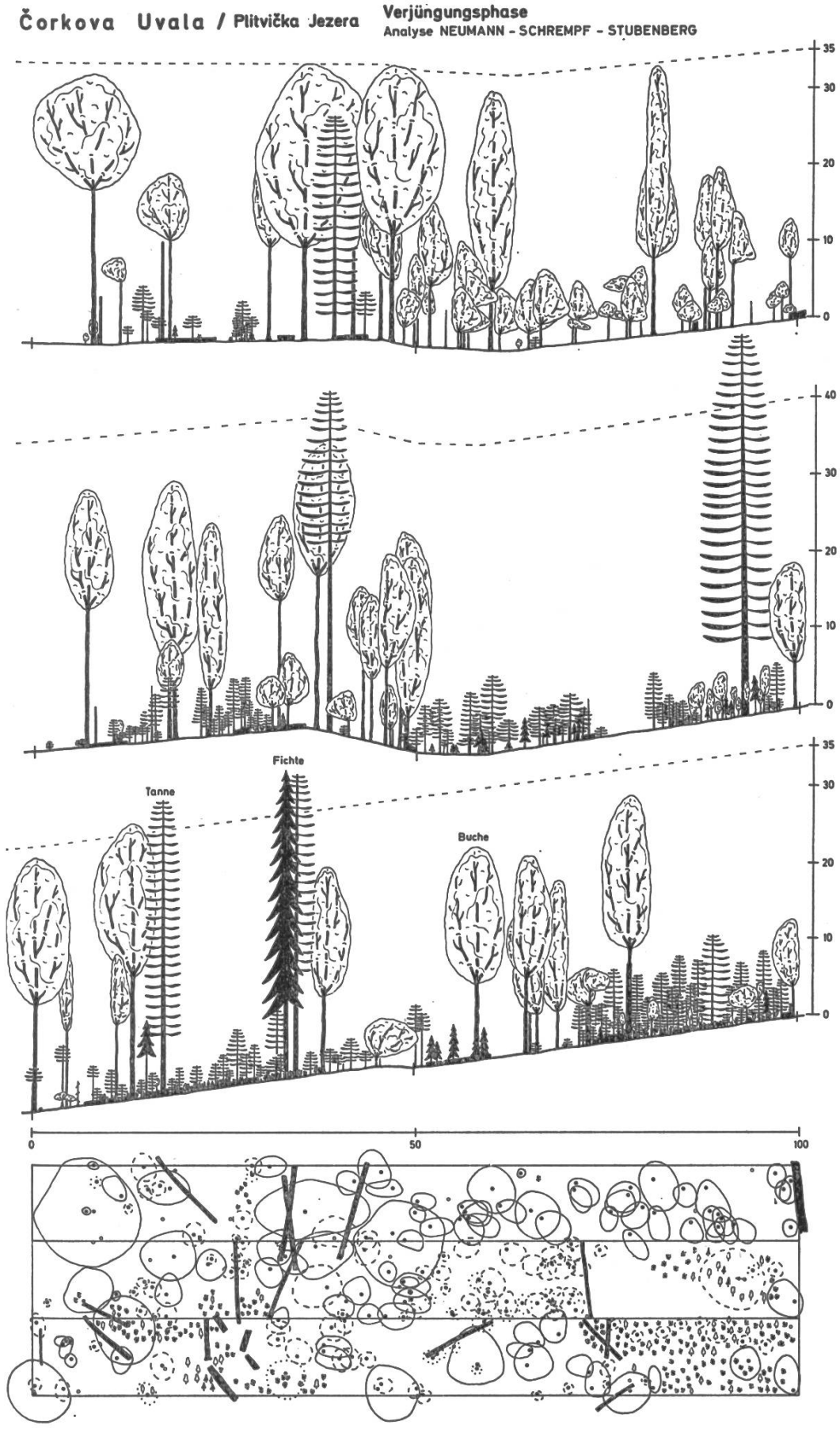

Abbildung 2. **Verjüngungsphase.**

ständer werden noch längere Zeit vital bleiben. Stellenweise geht ein flächiger Baumartenwechsel vor sich *(Mayer* 1975). Die Vorratshöhe erreicht ein Minimum, die Stammzahl ist überdurchschnittlich, nur in der Optimalphase werden etwas höhere Stammzahlen erreicht. Die sehr tannenreiche Unterschicht überwiegt mit über 80 % in der Verjüngungsphase eindeutig. In der Mittelschicht dominiert Buche mit 93 %. Die Stammzahlverteilung ist plenterartig, ebenso die Vorratsverteilung. Buche erreicht, ähnlich wie in der Regenerationsphase, den grössten Vorratsanteil. Die weitere Entwicklung führt zur Optimalphase, da für die Ausbildung von Initialphasen die Flächen zu klein sind und sich die Altbestandsreste noch länger erhalten.

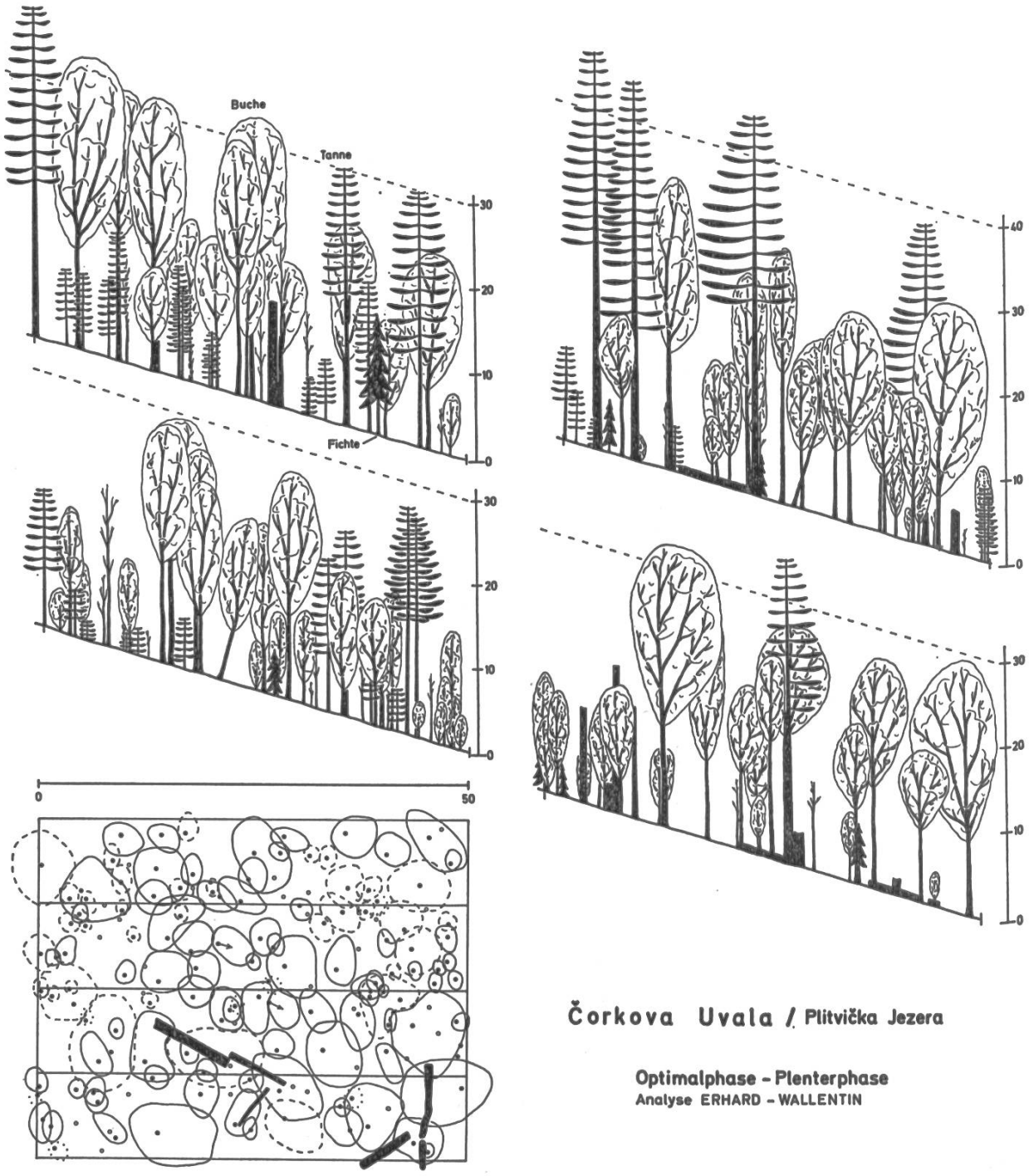

Abbildung 3. Optimalphase — Plenterphase.

Da die *Initialphase* (3 %) nur sehr kleinflächig auftritt und daher nur wenige Stichproben anfielen, konnten keine repräsentativen Daten erhoben werden.

b) Optimalphase (28 %, Abbildungen 3, 4)

Optimalphasen dominieren gemeinsam mit Terminalphasen im Urwald. Eine auffallend grosse Mortalität und die nur mehr durchschnittliche Vitalität (Tanne) belegen eine späte Optimalphase. Infolge der windabgeschirmten Kessellage können Optimal- und Terminalphasen wesentlich länger ausdauern als im windausgesetzten Niederösterreichischen Urwald/Rothwald. Die Optimalphasen, in denen die Stammzahl kulminiert, sehen plenterartig aus. Nur in der Terminalphase werden noch höhere Vorratswerte erreicht; Fichte mit dem höchsten Vorratsanteil. Unterdurchschnittlich ist überstarkes Holz vertreten, dagegen bereits sehr viel Starkholz (51—80 cm). Buche dominiert in der Oberschicht und Mittelschicht, in der Unterschicht dagegen die Tanne. Fichte ist nur in der Oberschicht stärker vertreten. Die Mortalität

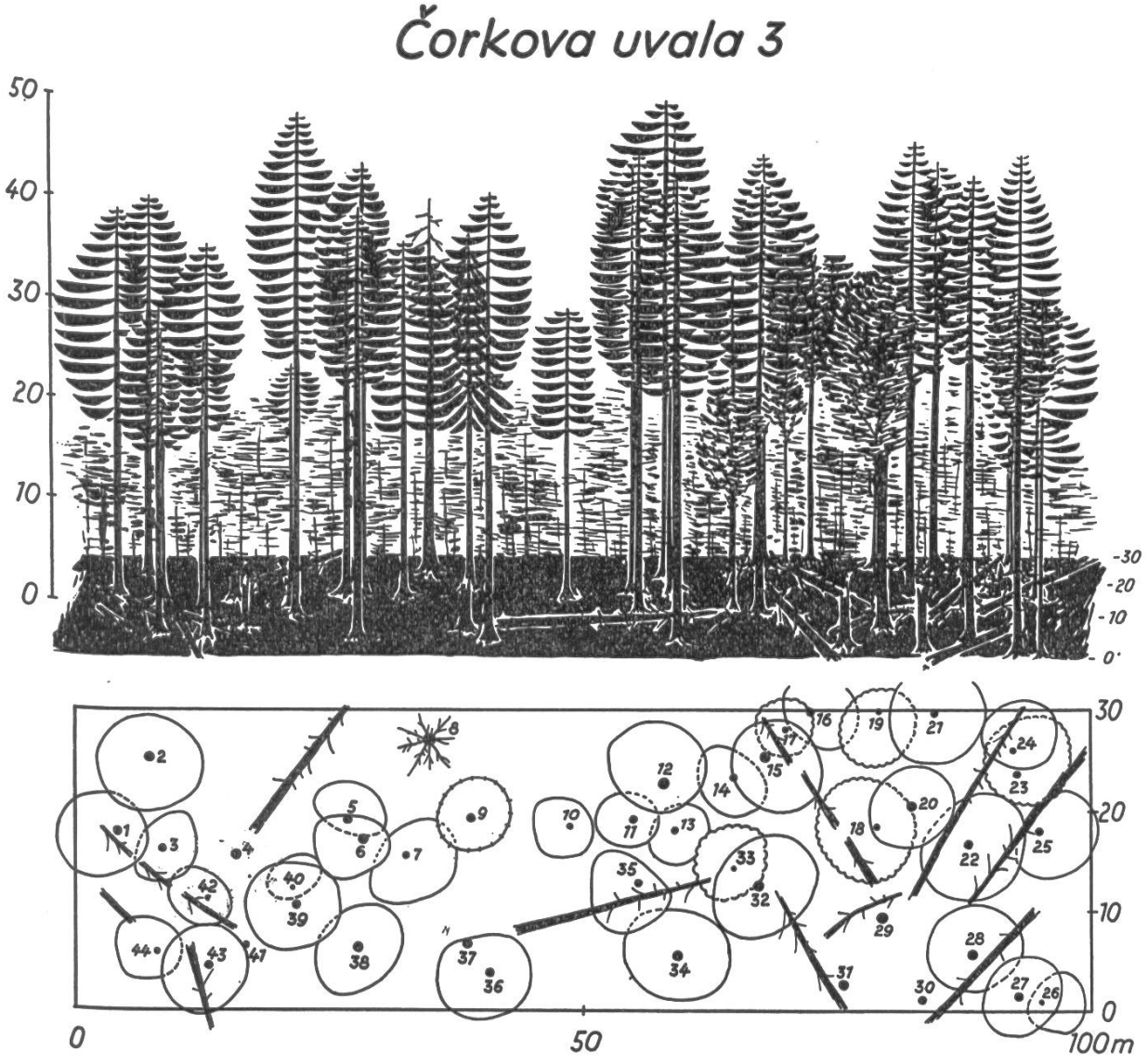

Abbildung 4. Tannenreiche Optimalphase (Analyse H. und H.-G. Sommer).

ist zwar hoch, doch stammt der Grossteil der Abgestorbenen aus der Unterschicht. Die kontinuierliche Entwicklung der Optimalphase geht zur Terminalphase. Auch eine vorübergehende Regeneration der Optimalphase ist denkbar, da durch den hohen, unterschichtigen Tannenanteil noch umsetzungsfähiger Nebenbestand vorhanden ist. Gegenüber Windkatastrophen ist die Optimalphase nicht ausreichend stabil und dürfte flächiger zerfallen, da jüngere und damit auch stabilere Stadien nur verhältnismässig kleinflächig vorkommen.

c) Terminalphase (34 %, Abbildung 5)

Die Terminalphase ist am grossflächigsten ausgebildet, da sich infolge geringer Gefährdung durch Sturm oder Insekten terminale Stadien sehr lange

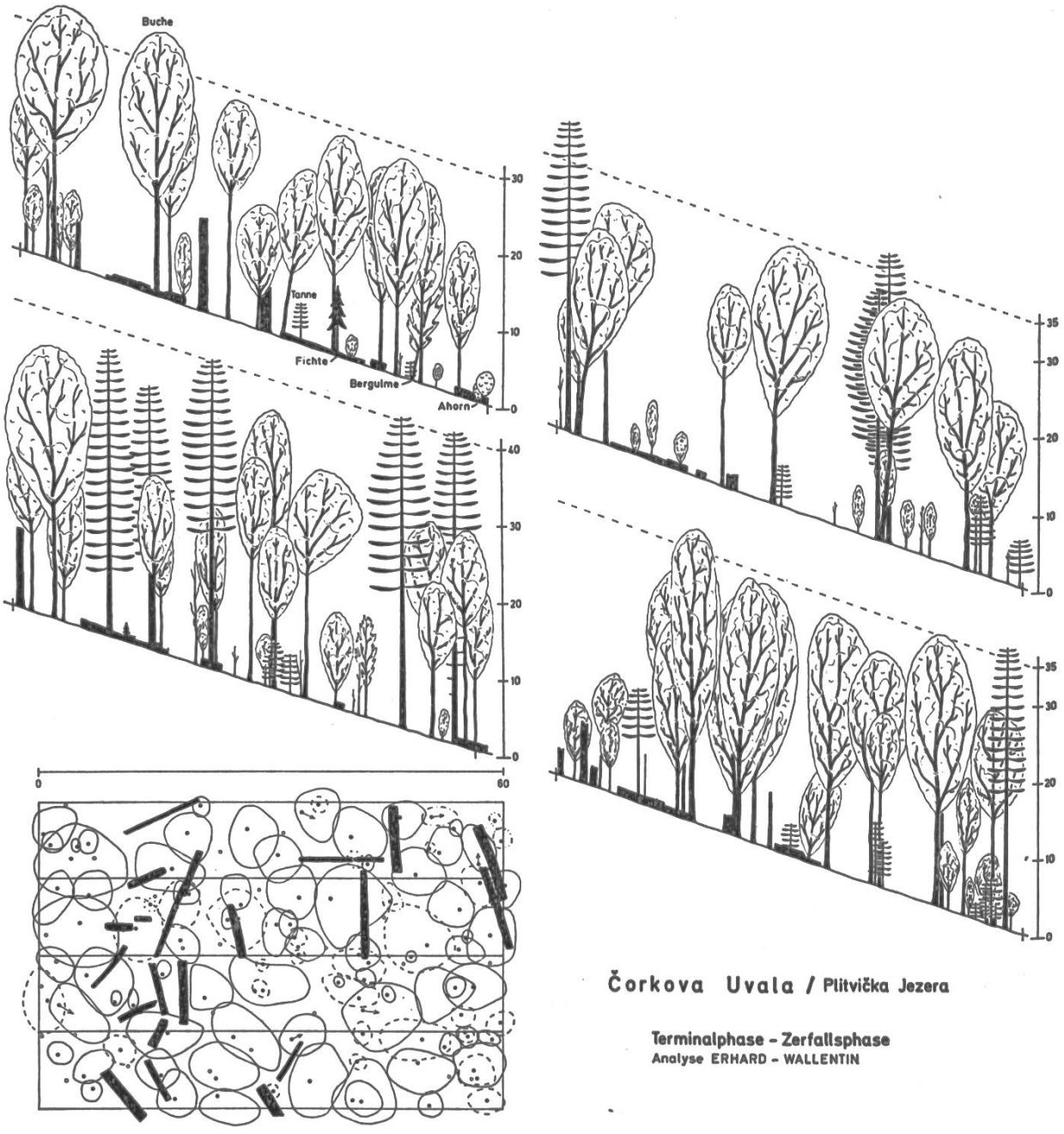

Abbildung 5. Terminalphase — Zerfallsphase.

halten können. Der geringere Schlussgrad der Terminalphase erklärt auch die höheren Verjüngungszahlen. Charakteristisch sind einzelne sehr starke Oberständer mit Höhen bis zu 58 m *(Mayer* 1975), daraus resultiert auch der grosse Starkholzanteil (81 % des Vorrats).

Bei den Aufnahmen 1977 wurden folgende maximale Wuchsleistungen registriert:

Fichte	124 cm ⌀	48 m	21 Vfm
Tanne	138 cm ⌀	47 m	24 Vfm
Buche	112 cm ⌀	36 m	13 Vfm

Durch fehlenden Druckstand werden Unter- und Mittelschicht schnell in den Hauptbestand durchwachsen. In der Terminalphase finden sich die höchsten Vorräte und Kreisflächen, die Stammzahl entspricht dem Durchschnitt. Beinahe die Hälfte des Vorrates wird von der Tanne gebildet. Die Schichtung ist ähnlich wie in der Optimalphase. Tanne und Buche kommen in der Unterschicht gleich häufig vor, in den anderen Schichten überwiegt die Buche. Die Mortalität ist mit knapp 10 m² noch gering, auch der mittlere Durchmesser der Toten ist mit 26,7 cm niedrig, die zum Hauptteil aus der Unterschicht stammen. Symptome des in Slowenien und in Mitteleuropa verbreiteten Tannensterbens fehlen im Urwald. Hinsichtlich der Weiterentwicklung unterscheiden sich einzelne Flächen erheblich. Bei umsetzungsfähigem Nebenbestand können sich Terminalphasen regenerieren und plenterartige Regenerationsphasen entstehen. Fehlt der Nebenbestand oder ist er nicht mehr ausreichend vital, so wird eine vorratsreiche Zerfallsphase folgen, die von Verjüngungs- bzw. auch von einer Regenerationsphase abgelöst werden wird.

d) Zerfallsphase (15 %, Abbildung 6)

Die meist noch vorratsreichen Zerfallsphasen sind nur kleinflächig ausgebildet. Von Terminalphasen unterscheiden sie sich durch die bereits schlechtere Vitalität der Oberschicht. Die Bestandesauflösung beginnt oft einzelstammweise bis gruppen- und truppweise. Die Stammzahl erreicht die geringsten Werte und der Vorratsabbau ist weit fortgeschritten. Tanne besitzt den höchsten Vorratsanteil von allen Phasen, während Buche ähnlich wie in der Terminalphase unterrepräsentiert ist. Der Anteil von starkem und überstarkem Holz ist bereits geringer als in der Terminalphase. In der Unterschicht und Mittelschicht dominiert Buche, in der Oberschicht sind Buche und Tanne etwa gleich häufig vertreten. Die höchsten Verjüngungszahlen erklären sich durch den geringen Schlussgrad. Durch weitgehendes Fehlen von Käferbefall und Windwurf erreichen die Bäume zum überwiegenden Teil ihre physiologische Altersgrenze, die mit etwa 600 Jahren für die Nadelbäume und mit 400—500 Jahren für Buche angenommen werden kann. 1974 konnten an stärkeren (60—80 cm ⌀), gefällten Fichten und Tannen unmittelbar an der Urwaldgrenze 400—550 Jahresringe gezählt werden. Die Zerfallsstadien werden langsam in die Verjüngungsphase übergehen, auch eine direkte Regeneration zu einer Optimal- oder Regenerations- bzw. Plenter-

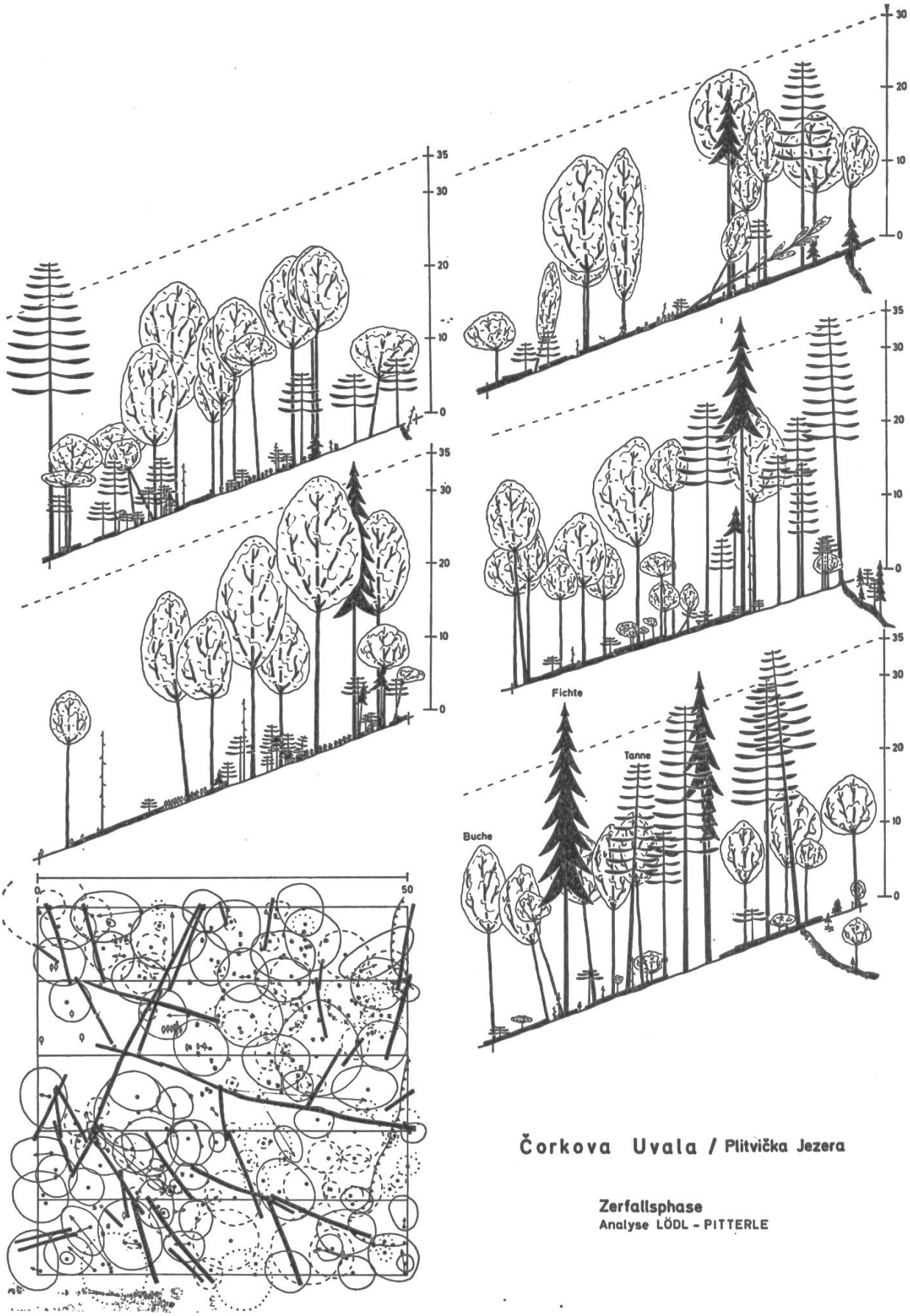

Abbildung 6. Buchenreiche Zerfallsphase.

phase ist aufgrund der noch guten Schichtung und der zum Teil noch ausreichenden Stammzahl möglich.

e) Regenerationsphase (11 %, Abbildung 7)

Die Regenerationsphase ist gekennzeichnet durch Buchenreichtum und weitgehenden Ausfall des Nadelholzes. Dieses Übergangsstadium entsteht aus Terminal- oder Zerfallsphasen, wenn sich buchenreiche Bestände wieder schliessen können. Da Buche kein so hohes Alter erreicht, dauern Regenera-

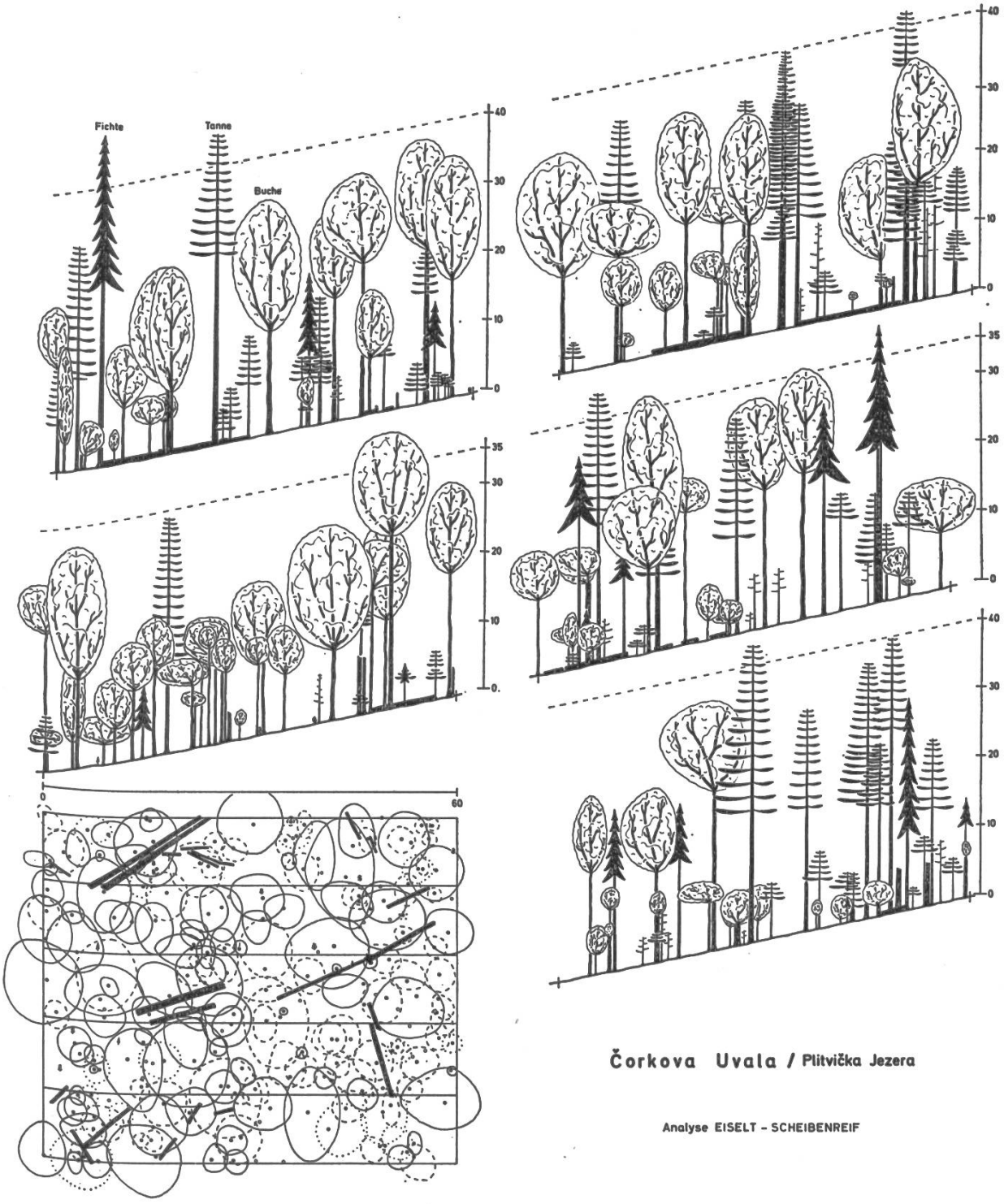

Abbildung 7. Regenerationsphase.

tionsphasen kürzer und gehen entweder in optimale Stadien über oder zerfallen vollständig. Der unterdurchschnittliche Vorrat ist nur mehr unwesentlich höher als in der Verjüngungsphase. Buche hat sowohl nach Stammzahl wie auch nach Masse den relativ grössten Anteil in allen Schichten. Fichte ist nur äusserst gering vertreten. Die Vitalität von Buche und Fichte ist gut, jene von Tanne unterdurchschnittlich. Mortalität ist überdurchschnittlich hoch (32 % der Kreisfläche). Tote der Ober- und Mittelschicht sind ausschliesslich Nadelbäume, während in der Unterschicht zum überwiegenden Teil Buchen absterben. Die weitere Entwicklung ist unbestimmt, da dieses vorübergehende Stadium durch den hohen Anteil relativ gleichaltriger Buche plötzlich und vollständig zerfallen kann, ebenso altersbedingt einzelne Tannen. Es ist aber auch möglich, dass sich die Bestände unter Buchenschirm mit Tanne verjüngen und dann wieder optimale Stadien aufbauen können.

f) Plenterphase (5 %, Abbildung 8)

Die kleinflächige Plenterphase ist nach Aussehen und Entstehung ähnlich wie die Regenerationsphase zu beurteilen. Der grössere Vorrat resultiert aus einem höheren Nadelholzanteil. Plenterphasen treten in Fichten-Tannen-Buchen-Urwäldern kleinflächig auf und sind nur ein vorübergehendes Entwicklungsstadium, da die Bestände zum Zusammenwachsen tendieren *(Mayer* 1976) und in Čorkova Uvala edaphische Extremstandorte, die plenterartige Strukturen fördern würden, fehlen. Eine nähere Analyse der Plenterphase war infolge der sehr kleinen Aufnahmeflächen nicht möglich.

g) Durchschnittlicher Bestandesaufbau

Ähnlich wie den Urwald Rothwald *(Neumann* 1978) kann man das Urwaldreservat insgesamt einer mehr terminalen Phase zuordnen. Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen treten weniger deutlich hervor als im Urwald Rothwald. Die Stammzahlverteilungskurven sind bei Tanne und Buche ausgeprägt plenterartig. Fichte ist in den schwachen Durchmessern unterrepräsentiert (Abbildung 9). Der Durchschnittsvorrat mit 680 Vfm ist relativ hoch, der durchschnittliche Vorrat der 1974 aufgenommenen Flächen (Mayer 1975) beträgt ebenfalls 680 Vfm/ha. Nach *Plavsič* (1969) beläuft sich der Vorrat in der zentralen muldigen Terminalphase mit den wüchsigsten Nadelbäumen auf über 1100 Vfm/ha (Aufnahmefläche 3,2 ha). Die gut ausgebildete Unterschicht (Anteil von $^2/_3$) ist besonders buchenreich. Nach dem Vorratsanteil haben Tanne und Buche etwa den gleichen Anteil, Fichte nur 13 %. In den von Plavsič aufgenommenen Flächen hatte die Tanne einen Anteil von 66 %, Buche 30 %, Fichte und Ahorn 4 %. Die Fichte erscheint in ihrer Konkurrenzkraft (in der Jugendphase) geschwächt, die Wuchsleistungen sind aber der Tanne vergleichbar. Buche erreicht gegenüber dem Nadelholz eine durchschnittlich um 5—10 m niedrigere Oberhöhe. Ahorn ist sporadisch vertreten. In Zukunft wird die Stabilität durch die grosse Höhe einzelner Bäume und die örtlich bereits einsetzende Überalte-

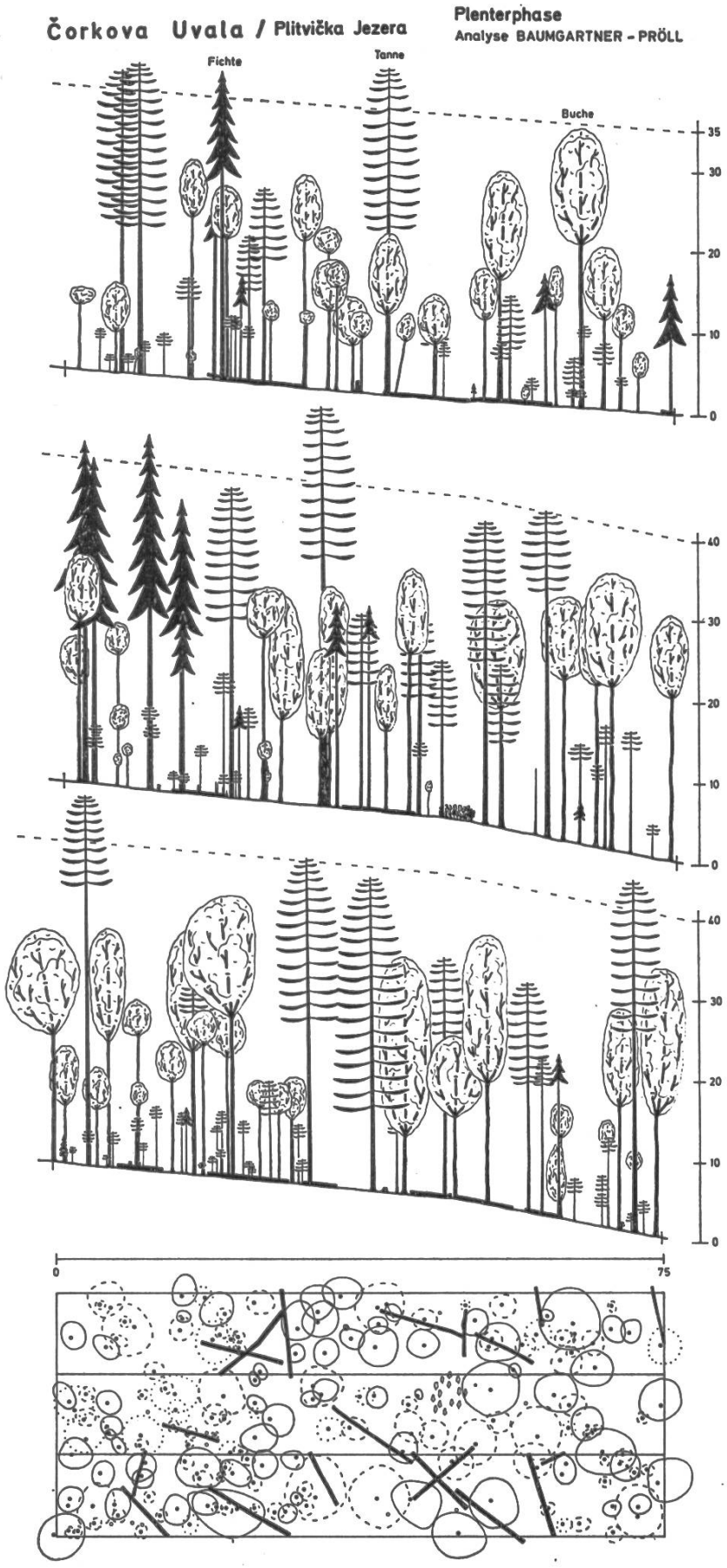

Abbildung 8. Plenterphase.

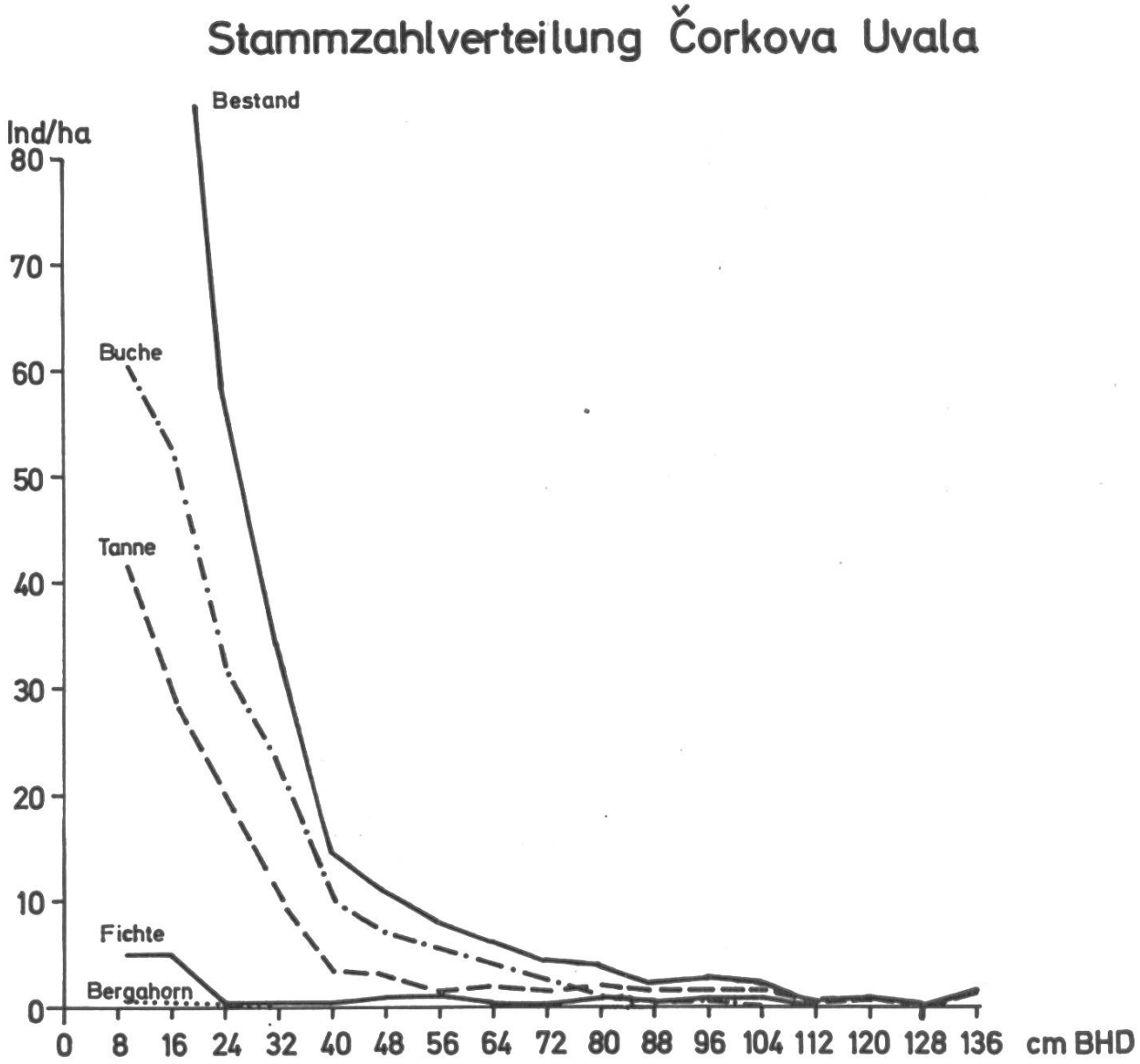

Abbildung 9. Stammzahlverteilungs-Kurven für den Gesamtbestand, Buche, Tanne, Fichte und Bergahorn.

rung zurückgehen und ein flächigerer Zerfall kann bei Sturmkatastrophen möglich werden.

3. Waldtextur

In der noch unberührten Kernzone des Reservates (etwa 38 ha) wurde die Verbreitung der Verjüngungs-, Initial-, Optimal-, Terminal-, Zerfalls-, Regenerations- und Plenterphase kartiert, deren durchschnittliche Grössen sowie die Gesamtverteilung ermittelt. Die Durchschnittsgrösse der einzelnen Phasen ist wenig aussagekräftig, da die dominierenden grossflächig zusammenhängen, so dass Einzelwerte stark schwanken, zum Beispiel Terminalphase 0,02—5,1 ha, Optimalphase 0,03—2,2 ha. Typisch und bestandesstrukturell wesentlich ist die Vielfalt der meist unregelmässigen Flächenfor-

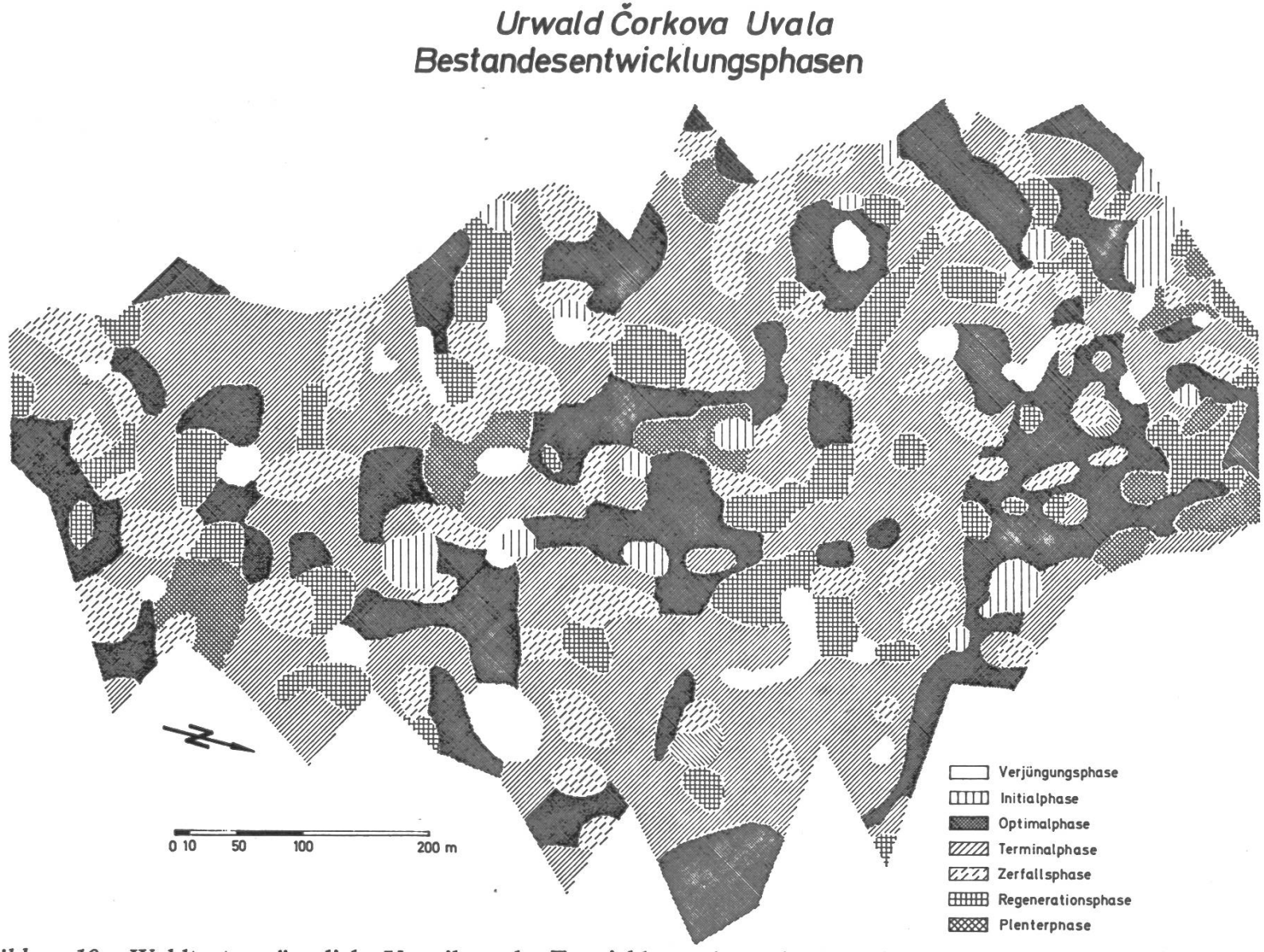

Abbildung 10. Waldtextur, räumliche Verteilung der Entwicklungsphasen in der unberührten Kernzone von Čorkova Uvala.

men. Den relativ grössten Flächenanteil besitzt die Terminalphase, gefolgt von der Optimalphase. Die windgeschützte Kessellage fördert eine längere Erhaltung der Altersstadien. Aus diesem Grund sind die Verjüngungsphase und Regenerationsphase schwach vertreten. Die Phasenverteilung in Čorkova Uvala dürfte einer ungestörten Dynamik entsprechen, während im Urwald Rothwald die Windwurfkatastrophen der vergangenen Jahre (vor allem 1966) eine stärkere Störung verursachten.

Entwicklungsprognose: Durch die zunehmende, aber langsame Alterung der Bestände wird sich die Fläche der Verjüngungsphase allmählich vergrössern. Die Fläche der Altersphasen wird sich nur wenig ändern. Da örtlich auch frühe Optimalphasen vorkommen, wird auch der Anteil der Optimalphase gleichbleiben. Die Plenterphase, mehr zufällig und kurzfristig existierend, wird weiterhin auf wenige kleine Flächen beschränkt bleiben. Bei überdurchschnittlicher Belastung durch extremen Überfallwind, könnte auf grösserer Fläche der Bestandeszerfall ausgelöst werden.

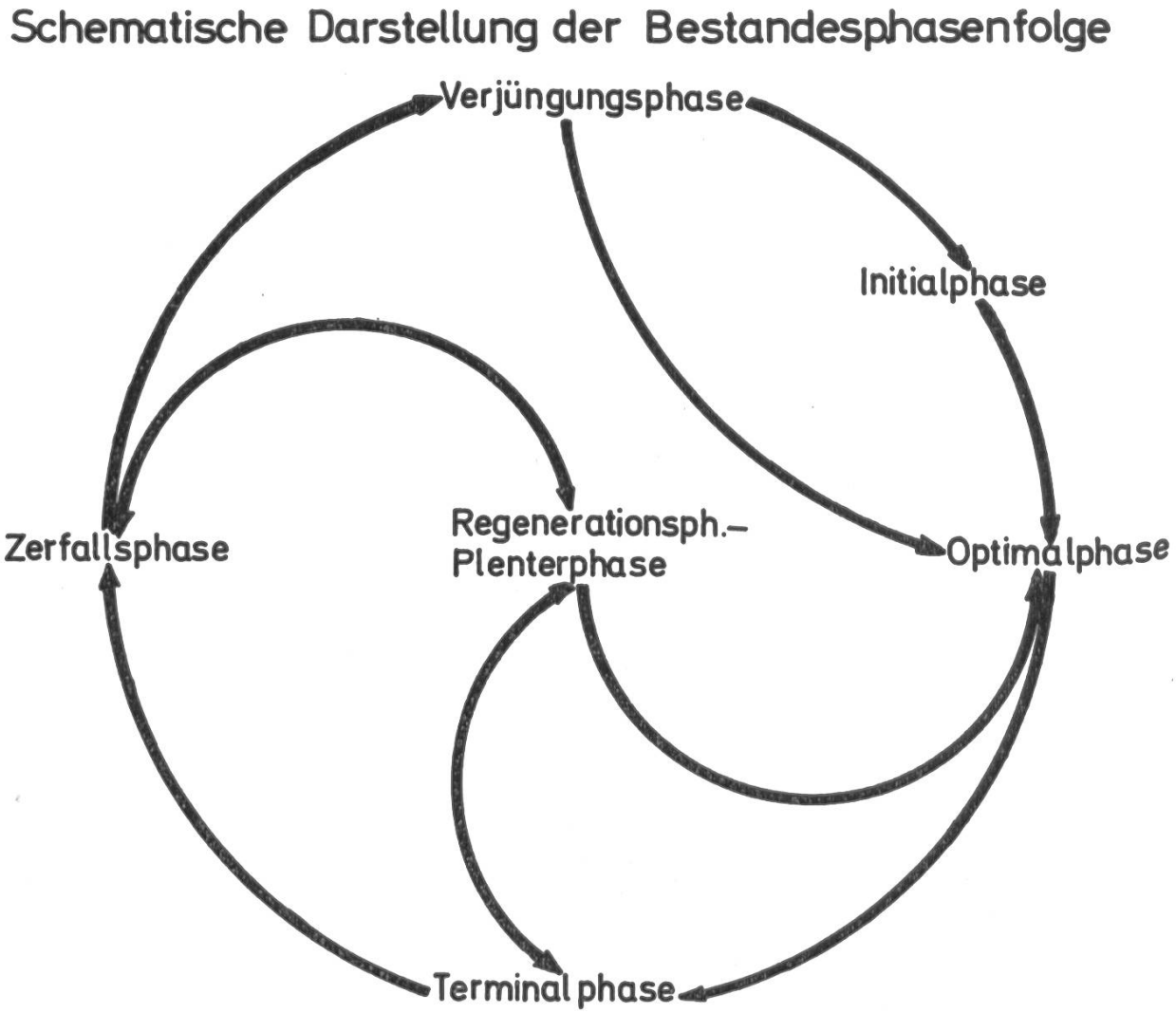

Abbildung 11. Schematisierte Darstellung der Bestandesphasenfolge in montanen Fichten-Tannen-Buchen-Urwäldern.

Unter der Voraussetzung, dass die Flächenverteilung im wesentlichen ungestört ist, kann ein Altersrahmen für die Entwicklungsphasen abgeleitet werden. Im montanen Bergmischwald erreichen Nadelbäume ein erhebliches Alter von bis zu 600 Jahren, in Slowenien wurden 300—450 Jahre alte Buchen analysiert *(Mlinšek* 1967). Unter Zugrundelegung eines erreichbaren Maximal-Durchschnittsalters von 500—600 Jahren wurde für den montanen Fichten-Tannen-Buchen-Urwald folgender Altersrahmen ermittelt:

	durchschn. Alter in J.	durchschn. Dauer in J.	Flächenverteilung in % aktuell	nachhaltig
Verjüngungsphase	25— 50	25— 50	5	7
Initialphase	40—110	15— 60	4	7
Optimalphase	160—280	120—170	33	29
Terminalphase	330—480	170—200	40	36
Zerfallsphase	400—600	80—130	18	21

Plenter- (5 %) und Regenerationsphase (11 %) bleiben als sich erneuernde Zwischenstadien innerhalb des Zyklus bei dieser Kalkulation ausser Ansatz. Es ist ein annähernd nachhaltiges Phasengefüge gegeben.

Entwicklungsdynamik: Leibundgut (1959) analysierte die Grundzüge der Urwaldentwicklung. *Zukrigl-Eckhart-Nather* (1963) konnten die Bestandesphasen-Sukzession noch differenzierter darstellen, denn Übergangs- oder Regenerationsphasen können den Lebenszyklus verlängern oder verkürzen. Unter Einbeziehung der auftretenden Regenerations- und Plenterphase ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 11) der Bestandesphasenabfolge, wobei die Darstellung für reife Klimax-Fichten-Tannen-Buchen-Wälder gilt, also Stadien mit Pionierbesiedlern nicht berücksichtigt wurden.

4. Verjüngungsdynamik

a) Verjüngungsverhältnisse

Verjüngung: Im Durchschnitt aller Probeflächen (Tabelle 2) wurden nicht mehr als 8200 Individuen/ha bis 130 cm Höhe gezählt, das ist weniger als ein Stück/m². Wenn man nur die gesicherten Pflanzen über 5 cm berücksichtigt, so sind es knapp 1000/ha. Die Tanne überwiegt ganz deutlich mit 83 % Anteil; lässt man allerdings die Sämlinge weg, so geht der Tannenanteil schon stark auf rund ein Viertel zurück. Über 5 cm Höhe sind die Baumarten relativ gleichmässig vertreten. Ein Viertel aller Fichten, zwei Drittel aller Buchen und ein Drittel der Ahorne sind grösser als 5 cm, aber nur 4 % der Tannen.

Nach dem Vergleich der Verjüngung mit dem Altbestand (Abbildung 12, Tabelle 2) erreicht die Tanne, die mit 21 % in der Mittelschicht am schwächsten vertreten ist, den höchsten Prozentsatz in der Klasse der Sämlinge mit 96 %. Die Fichte fehlt in der Höhenstufe 50—130 cm, die 10 %

Tabelle 2. Individuenzahl und Mischungsanteil der Baumarten in der Verjüngung (getrennt nach Höhenstufen) und in der Unterschicht (US), Mittelschicht (MS) und Oberschicht (OS) des Urwaldes.

	Verjüngung					*Bestand*		
	0—5 cm	*6—20 cm*	*21—50 cm*	*51—90 cm*	*91—130 cm*	*US*	*MS*	*OS*
Fichte	160	34	17	—	—	19	4	11
	2 %	10 %	7 %	—	—	5 %	3 %	13 %
Tanne	6554	153	61	9	35	174	24	31
	96 %	44 %	25 %	50 %	66 %	44 %	21 %	38 %
Buche	161	161	170	9	18	201	90	45
	2 %	46 %	68 %	50 %	34 %	51 %	76 %	49 %

Grenze überschreitet sie nur in der Oberschicht. Die im Vergleich zum alpinen *Abieti-Fagetum* nur eine sekundäre Rolle spielende Fichte tritt bereits in der Verjüngung zurück. Am stärksten wechselt der Anteil der Buche. Sie erreicht im Bestand 50 %, in der Mittelschicht sogar 76 %, dagegen bei den Sämlingen nur 2 %, obwohl keine verjüngungshemmenden Laubstreuschichten vorhanden sind. Eine schubweise Verjüngung zeichnet sich ab. In den verschiedenen Entwicklungsphasen kommt die Verjüngung relativ gleichmässig an. Da die Phasen kleinflächig und mosaikartig verteilt sind, wird durch Seitenlicht fast überall genügende Helligkeit erreicht.

In aufgelockerten Strukturen (Terminal- und Zerfallsphase) ist die Verjüngung individuenreicher als in der sehr dichten Initialphase. Die günstigsten Ansamungsbedingungen findet Fichte in der Verjüngungsphase, Tanne tritt in Zerfallsphasen am häufigsten auf, Buche in der Initialphase und Bergahorn in der Regenerationsphase. Die relativ geringen Individuenzahlen der Verjüngungsphase (vergleichbar der Optimalphase) erklären sich durch das späte Jungwuchsstadium. Es bestehen keine entscheidenden verjüngungshemmenden Faktoren, wenn man vom etwas reduzierten Lichtgenuss durch die geschlossenere Waldstruktur absieht, die primär die geringen Verjüngungszahlen verursacht.

Jungwuchsstruktur (Abbildung 13): Als Jungwuchs wurde das Nichtderbholz von 1—7 cm Durchmesser in Brusthöhe zusammengefasst. Aus der Stammzahlverteilung kann die Entwicklung der letzten Jahrzehnte rekonstruiert werden. Insgesamt beträgt die Stammzahl 207 Stück/ha, davon 5 % Fichte, 49 % Tanne, 45 % Buche und 1 % Bergahorn. Tanne erreicht die höchsten Werte in der 1-cm-Stufe mit 26 Stück und sinkt relativ gleichmässig auf 6 Stück in der 7-cm-Stufe. Bei Buche ist die Stammzahlabnahme ungleichmässiger, das Maximum mit 16 Stück liegt bei 6 cm, ein Minimum bei 7 cm und ein zweites wiederum bei 4 cm (11 Stück). Fichte erreicht nirgends mehr als drei Stück in den Stärke-Stufen und zeigt ebenso wie der nur in schwachen Durchmessern vertretene Bergahorn, keine klare Tendenz. Die Baumzahl nimmt fast linear mit steigendem Durchmesser ab, nur bei 4 cm Durchmesser sind Buche und Tanne unterdurchschnittlich vertreten. In den verschiedenen Entwicklungsphasen ist der Jungwuchs unterschiedlich zahlreich: hohe Jungwuchszahlen in der Verjüngungs- und in der Plenterphase (322), alle übrigen zeigen ähnlich niedrigere Werte (156—237). In der Regenerations- und Zerfallsphase überwiegt die Buche die Tanne, sonst dominiert Tanne. Die Aufnahme 1974 (Mayer 1975) ergab 276 (89—880) Individuen pro ha, davon 8 % Fichte, 49 % Tanne und 43 % Buche. Nur auf etwa 3 % der Fläche wurde individuenreichere Ansamung mit 1000 (2000) Stück/ha festgestellt. Vereinzelt finden sich in der Verjüngungsphase individuenreiche, vitale, tannenreiche Trupps und Gruppen, die günstige ansamungsökologische Verhältnisse belegen. Trotz baumzahlarmen Jungwuchses und individuenarmer Ansamung ist die Verjüngungsdynamik in ihrer Kontinuität

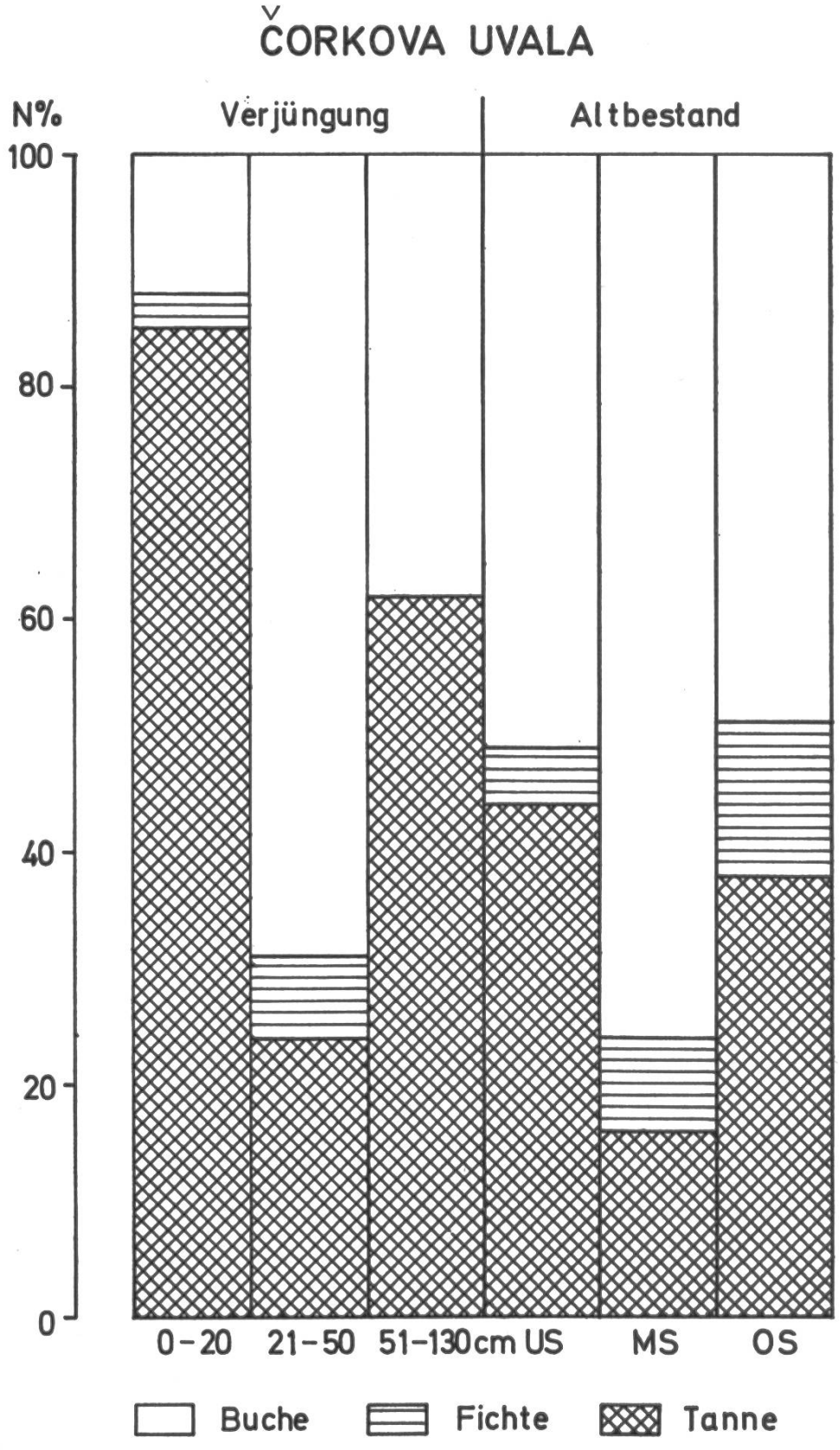

Abbildung 12. Baumartenverteilung in der Verjüngung (in drei Höhenklassen aufgegliedert) und in der Unter-, Mittel- und Oberschicht.

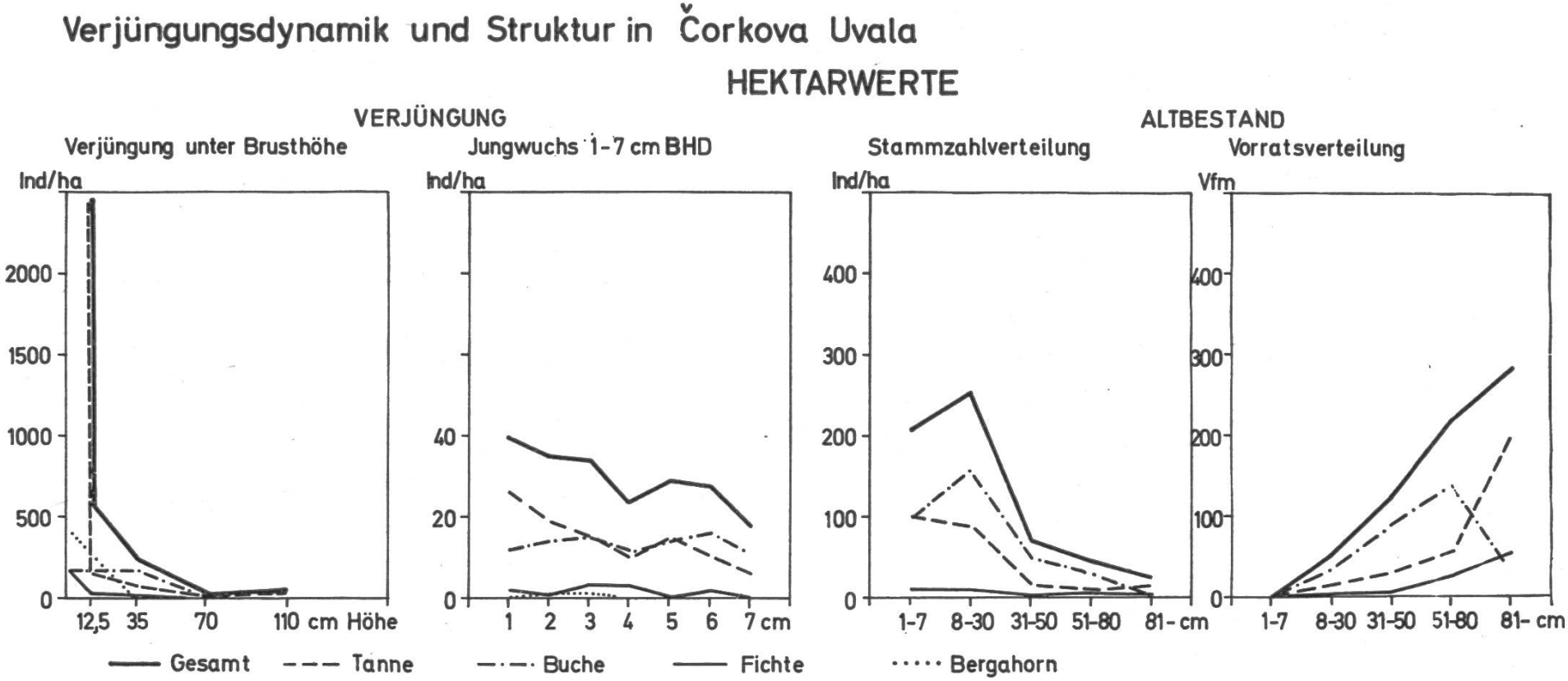

Abbildung 13. Verjüngungsdynamik und Baumartengefüge in verschiedenen Stärkeklassen (Höhenschichten).

nicht gestört, da alle Baumarten in ausreichender Menge in die Unterschicht einwachsen können. Entscheidend ist also nicht allein die Ansamungspotenz, sondern die ungehinderte Entwicklung im Jungwuchsstadium.

b) Wilddichte

Der tatsächliche Wildstand ist nicht genau feststellbar, da Zählungen in unübersichtlichen Beständen des ausgedehnten Waldgebietes nicht durchzuführen sind. Die natürlichen Wilddichten in Urwäldern der Karpaten lagen einst unter 0,5 Stück/100 ha. Die natürliche Wilddichte ist jedenfalls unter 1 Stück/100 ha anzunehmen (Mayer 1977). Auch in der näheren Umgebung des Nationalparks existieren keine wesentlich überhöhten Wildstände. Ausser Reh-, Rot- und Schwarzwild kommen auch Bär, Wolf (und Luchs) in zum Teil beachtlichen Populationen im Gebiet der Plitvicer Seen vor. Im gesamten Bereich des Nationalparks wird keine Jagd betrieben und auch nicht gefüttert. Das Urwaldreservat liegt allerdings unmittelbar an der Nationalparkgrenze, so dass eine Beeinflussung von aussen nicht völlig auszuschliessen ist. Die Wildstandregulierung erfolgt vor allem durch Wölfe, die speziell bei hoher Schneelage und einer tragfähigen Harschschicht für eine starke Dezimierung des einbrechenden Schalenwildes sorgen. Da in den letzten Jahren strenge und schneereiche Winter ausblieben, erreichte derzeit der Wildstand wieder ein Maximum. Dadurch bedingt, schwanken die Wildstände über Jahre hinweg in gewissem Masse. In jüngster Zeit wird das Wild im Seenbereich durch den immer stärker werdenden Touristenstrom zunehmend beunruhigt und weicht in die höheren Ruhezonen des Nationalparks aus, wodurch sich die Verbissgefährdung für die Verjüngung im Urwald erhöht.

c) Verbissanalyse (Tabelle 3, Abbildung 14)

Bei den Aufnahmen 1974 (Mayer 1975) war der Verbiss äusserst gering. Spezielle Verbissaufnahmen wurden nicht durchgeführt, sondern nur der Jungwuchs ab Kniehöhe erfasst. Dabei wurden Verbissprozente von 1—2 % festgestellt. Stellenweise traten Schäden in kleinflächigen lichten Verjüngungsstellen oder in der Nähe von «Ruhelagern» auf (Rehwild). Insgesamt fiel der Verbiss nur bei Fichte und weniger bei Tanne auf, die Verjüngungskontinuität wurde aber durch die minimale Verbissintensität nicht gefährdet. Drei Jahre später, im Jahre 1977, waren bereits 38 % aller Tannen über 6 cm Höhe verbissen, 60 % aller Buchen; bei Fichte wurde kein Verbiss festgestellt, da keine Fichte grösser als 50 cm in den Probeflächen registriert wurde. Bei einem Kontrollbegang 1978 wurde keine nicht verbissene Tanne angetroffen. Der Verbiss hat also in den letzten Jahren deutlich und stark zugenommen, offensichtlich in Zusammenhang mit einer (periodischen) Wildstandsschwankung. Nach der Verbisssituation ist die Entwicklung von Tanne und Buche derzeit noch nicht akut gefährdet. Ein Viertel der Tannen und die Hälfte aller Buchen über 90 cm Höhe sind nicht verbissen und dürften

Tabelle 3. Zusammenhang zwischen Individuenhöhe und Verbissprozent (0 = kein Verbiss, I—II = schwacher Verbiss, III—V = starker bis totaler Verbiss).

	Fichte			*Tanne*			*Buche*		
cm	*0*	*I—II*	*III—V*	*0*	*I—II*	*III—V*	*0*	*I—II*	*III—V*
0— 5	100	—	—	100	—	—	100	—	—
6— 20	100	—	—	88	6	6	63	37	—
21— 50	100	—	—	28	29	43	20	65	15
51— 90	—	—	—	—	—	100	—	—	100
91—130	—	—	—	26	74	—	50	50	—

damit gesichert sein. Auch tritt über 90 cm kein Stark- oder Totalverbiss auf. Für die Zukunft bahnt sich eine gefährliche Entwicklung an, denn alle Individuen, sowohl Tannen wie Buchen, zwischen 51 und 90 cm sind stark bis total verbissen. Die Situation bei Fichte ist, nach der Zufallsverteilung der Stichprobenflächen, unklar. Nach Beobachtungen ausserhalb der Aufnahmeflächen besteht eine ähnliche Lage wie bei Tanne, jedoch noch verschärft durch die deutlich geringeren Verjüngungszahlen. Der Verbiss nimmt im allgemeinen mit der Entwicklungshöhe zu und erreicht sein Maximum zwischen 50 und 90 cm Höhe, um dann wieder abzunehmen (Rehwild). In der Verjüngungsphase sind alle Buchen verbissen (lockerer Schlussgrad, sonniger Einstand), ebenfalls sehr stark ist der Verbiss in der Terminalphase, während in der Initial- und Zerfallsphase kein Verbiss verzeichnet wurde. Typisch ist, dass Tannen mit mehr Lichtnadeln in Lichtlücken wesentlich stärker und öfter verbissen sind, als Tannen mit ausgeprägteren Schattennadeln.

5. Waldbauliche Beurteilung

Die Entwicklung in Fichten-Tannen-Buchen-Urwäldern ist vielschichtig und differenziert, da der Lebenszyklus (Verjüngungsphase-Optimalphase-Terminalphase-Zerfallsphase-Verjüngungsphase) durch Regenerations- und Plenterphasen unterbrochen und verlängert werden kann. In gleicher Weise kann durch Katastrophenereignisse die natürliche Entwicklung abrupt unterbrochen oder beschleunigt werden. In montanen Bergmischwäldern muss also mit vielfältigen Entwicklungsabläufen und sehr langen Zeiträumen von mehreren hundert Jahren gerechnet werden, wenn die biologische Produktionsautomatisierung für den Gebirgswald speziell bei der Schutzwaldpflege ausgenützt werden soll. Sowohl im Urwald Čorkova Uvala als auch im Urwald Rothwald treten mosaikartig und kleinflächig differenzierte bestandesstrukturell verschieden standfeste Entwicklungsphasen auf, die durchweg einen gemischten Aufbau zeigen, wobei die einzel- bis truppweise stehenden, gut bekronten Oberständer von besonderer Stabilität sind. Daraus erklärt sich die relativ grosse Widerstandsfähigkeit der montanen Fichten-Tannen-

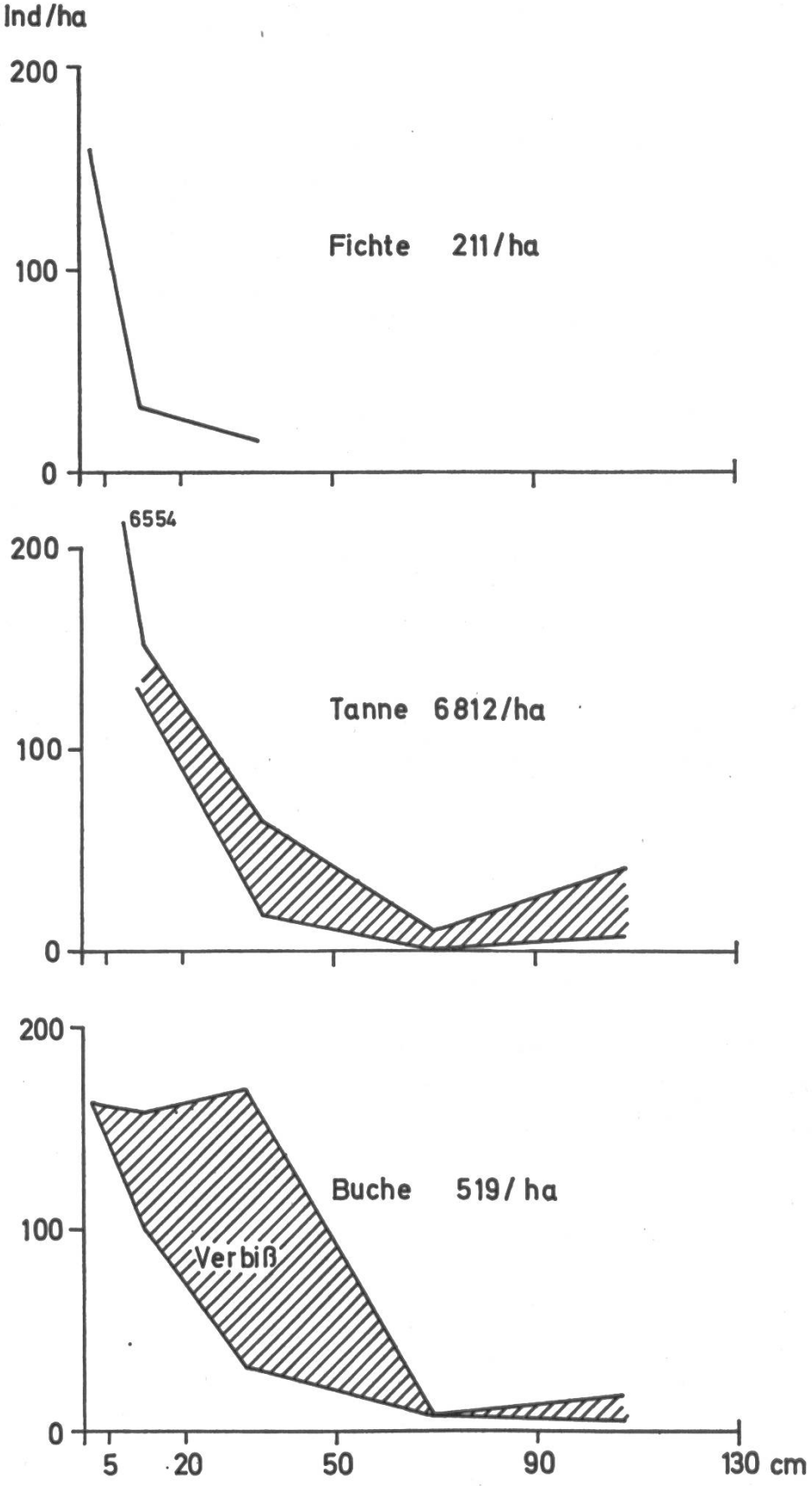

Abbildung 14. Höhenentwicklung der Verjüngung von Fichte, Tanne und Buche sowie Auswirkungen des Wildverbisses.

Buchen-Urwälder gegen Wind, Sturm und Insekten. Gegen Sturmkatastrophen besteht weitgehende Resistenz, wie der geringe Anfall von Lagerholz von 50—100 fm/ha im Urwald Rothwald zeigte (Mayer-Neumann-*Schrempf* 1979), als in der unmittelbaren Nachbarschaft in fichtenreichen Wirtschaftswäldern 700 000 fm Sturmholz auf ausgedehnten Kahlflächen anfielen. Für dauerwirksame Schutzwälder ist also ein naturnaher Aufbau unerlässlich.

Bei natürlicher Waldstruktur und im ökologischen Gleichgewichtszustand kann der natürliche Generationswechsel mit sehr geringen Individuenzahlen vollzogen werden (Mayer 1975). Durch natürliche Wilddichten wird dieser Verjüngungsprozess nicht wesentlich gestört, wenngleich es zeitweise bei umweltbedingten Wildstandsschwankungen zu starkem Verbiss kommen kann. Gerade montane Urwälder, die bei differenziertem Schirmstand mit äusserst geringen Ansamungszahlen auskommen, sind durch überhöhte Wilddichten extrem gefährdet. Die ökologisch stabilen Naturwaldreservate besitzen nur geringe Resistenz gegenüber jagdwirtschaftlichen Wilddichten (Mayer 1975), wie der standörtlich und bestandesstrukturell vergleichbare Urwald Rothwald beweist (Schrempf 1978). Trotz reichlicher Verjüngung (20 000/ha) bewirkten dort stark überhöhte Wilddichten in den letzten hundert Jahren (heute 4,6 Stück Rotwild/100 ha), dass nur Buche ungefährdet ist, die Fichte gerade noch dem Äser entwachsen kann und Tanne nicht mehr als 50 cm Höhe erreicht, wobei die Tanne im Jungwuchs bis 7 cm ϕ bereits fehlt. Durch den Ausfall auch nur einer Baumart wird das Ökosystem entscheidend geschwächt. Ohne entsprechende Regulierung der jagdwirtschaftlichen Wilddichten geht in montanen Urwaldreservaten die natürliche Entwicklungsdynamik verloren. Selbst im Urwald Čorkova Uvala des grossflächigen Nationalparkes kann zukünftig eine Wildstandsregulierung notwendig werden, wenn randliche Einflüsse zunehmen. Die Lösung der Wildfrage wird damit zu einer naturschutzkundlichen und landschaftskundlichen Aufgabe ersten Ranges (Mayer 1975).

Résumé

Structure des peuplements et dynamique de rajeunissement sous l'influence de densités naturelles de gibier dans la réserve de la forêt vierge Čorkova Uvala/ Plitvicer Seen en Croatie

La structure des peuplements de la forêt vierge à épicéas, sapins blancs et hêtres du parc national croate Plitvicer Seen a fait l'objet d'une analyse. Les différentes phases de développement se répartissent sur des petites surfaces en mosaïque; il s'agit des phases de rajeunissement, initiale, optimale, terminale, de

décomposition, de régénération et jardinée. Ceci explique la grande stabilité de la forêt vierge vis-à-vis du vent, de la neige et des insectes. Le cycle de développement, qui se déroule de façon discontinue, dure environ 500 à 600 ans. Vu la composition encore trop fermée des peuplements, le rajeunissement n'est pas constitué d'un nombre de tige spécialement élevé, mais suffisant pour la pérennité du développement. La densité du gibier est naturelle; elle s'est légèrement élevée ces dernières années à cause d'hivers peu enneigés. Pour cette raison l'abroutissement s'intensifia sensiblement, sans pour autant éliminer des essences isolées comme le sapin blanc, ce qui est le cas dans la zone de la forêt vierge Rothwald/ Basse-Autriche, où la densité du gibier est adaptée à la chasse.

Traduction: *R. Beer*

Literatur

Horvat, I., Glavač, V., Ellenberg, H. (1974): Vegetation Südeuropas. Stuttgart.

Leibundgut, H. (1959): Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Z. Forstwes., *110.*

Leibundgut, H. (1978): Über die Dynamik europäischer Urwälder. Allg. Forstzeitschrift, *33.*

Mayer, H. (1975): Der Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung und Erhaltung von Naturwaldreservaten. Forstwiss. Centralblatt. *94.*

Mayer, H. (1975): Die Tanne, ein unentbehrlicher ökologischer Stabilisator des Gebirgswaldes. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere. *40.*

Mayer, H. (1976): Gebirgswaldbau — Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zum Umweltschutz und zur Landschaftspflege. Stuttgart.

Mayer, H. (1978): Über die Bedeutung der Urwaldforschung für den Gebirgswaldbau. Allg. Forstzeitschrift, *33.*

Mayer, H., Neumann, M. und *Schrempf, W.* (1979): Der Urwald Rothwald in den niederösterreichischen Kalkalpen. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Bergwelt, *49.*

Mlinšek, D. (1967): Verjüngung und Entwicklung der Dickungen im Tannen-Buchen-Urwald «Rog» (Slowenien). IUFRO-Tagung, München.

Neumann, M. (1979): Bestandesstruktur und Entwicklungsdynamik im Urwald Rothwald (Niederösterreich) und im Urwald Čorkova Uvala (Kroatien). Diss. BOKU, Wien.

Plavsič, N., Plavsič, M. und *Golubovič, U.* (1970): Ein Beitrag zur Kenntnis der pflanzensoziologischen Zusammensetzung und Aufbauelemente des Urwaldreservates «Čorkova Uvala» (Plitvicer Seen-Nationalpark). Symposium Sarajevo.

Schrempf, W. (1978): Der Einfluss des Schalenwildes auf die Verjüngung im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald «Rothwald», Niederösterreich. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, *95.*

Zukrigl, K., Eckhart, G. und *Nather, J.* (1963): Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanstalt, Mariabrunn 62, Wien.