

Beitrag zur
Kenntnis der Waldverhältnisse im
Schweizerischen Nationalpark

Von
A. Kurth, A. Weidmann
und F. Thommen

HERAUSGEBER
PROF. DR. A. KURTH, DIREKTOR DER EIDGENÖSSISCHEN ANSTALT
FÜR DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN

Bd./Vol. 36 Heft/Fasc. 4 1960

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	223
Einleitung	225
<i>Planung und Durchführung der Waldaufnahmen</i>	229
1 Auftrag und generelle Planung	229
11 Die Flächengliederung des Waldgebietes	230
12 Disposition, Größe und Anzahl der Probeflächen	231
13 Die Lochkarte als Mittel der Protokollierung, Analyse und Synthese	233
14 Tarifiermittlung und Verwendung von Zuwachstarifen zur Zuwachsberechnung	234
2 Vorbereitung	237
21 Die Präparation der Luftphotos	237
22 Der Entwurf der Lochkarten, Formulare und Instruktionen	238
23 Die Ausrüstung	243
3 Organisation und Durchführung der Aufnahmen	245
31 Die Organisation und der zeitliche Ablauf der Aufnahmen	245
32 Die Bestimmung des Probeflächenmittelpunktes und die Arbeit in der Probefläche	246
33 Erfahrungen	248
4 Auswertung der Aufnahmen und Erfahrungen	251
41 Die maschinelle Auswertung	251
42 Tarife, Streuungs- und Fehlerberechnung	252
43 Erfahrungen und Folgerungen	258
<i>Aufnahmeergebnisse</i>	259
1 Flächenübersicht	259
11 Das Parkgebiet	259
12 Gemeinde- und Eigentumsgebiete	262
13 Geographische Teilgebiete	262
14 Überbestände als kleinste Flächeneinheiten	264
2 Waldaufbau, Waldzustand und Waldwachstum	264
21 Allgemeine Übersicht für das gesamte Parkgebiet	264
22 Der Anteil der Eigentümergemeinden	266
23 Gebietsweise und bestandesweise Betrachtung	267
231 Die Holzartenzusammensetzung	268
232 Waldaufbau und Walddichte	274
233 Vorratshöhe, Stärkeklassenanteil und Mittelstamm	280
234 Die Zuwachsleistung	285
235 Waldzustand und Waldschäden	291
3 Waldstandorte und Waldentwicklung	W 5
31 Die Waldgesellschaften	295
311 Verwendete Grundlagen	295
312 Charakterisierung der Pflanzengesellschaften	295
313 Die Verbreitung der Pflanzengesellschaften	298
32 Pflanzengesellschaft und Waldaufbau	303
321 Die Bestandeshöhe als Ausdruck für die Standortsgüte	303
322 Die Abhängigkeit der Volumen- und Zuwachstarife von der Holzart und von der Pflanzengesellschaft	304
323 Stammzahl, Vorrat und Zuwachs in den Pflanzengesellschaften	309

	Seite
33 Bestandesentwicklung , Generationswechsel und Waldentwicklung	314
331 Entstehung und Alterung der Bestände	315
332 Zerfall und Verjüngung	322
333 Tendenzen der Wald- und Vegetationsentwicklung	327
4 Wirtschaftlicher Wert	332
41 Wertbestimmende Faktoren und ihre Berücksichtigung	332
411 Der Nutzholztarif	332
412 Der Werttarif	334
42 Das verwertbare Holz des Nationalparks	338
421 Die Verwertbarkeit auf Grund des Gesundheitszustandes	338
422 Der Nutzholzvorrat	338
423 Der Nutzholzzuwachs	341
43 Der Wert des Nutzholzes	341
431 Der Wert des Nutzholzvorrates	342
432 Der Wert des Zuwachses	345
44 Möglichkeiten und Erfolgsaussichten einer Benutzung	347
441 Ergebnisse der Aufnahme, betrachtet nach Eigentumsgebieten	347
442 Gesetzliche, technische und organisatorische Gegebenheiten	347
443 Folgerungen	350
Schlußwort	351
Zusammenfassung	353
Résumé - Riassunto - Reassunt - Summary	355
Anhang (Tabellen I-XV)	361

. . . 314
 . . . 315
 . . . 322
 . . . 327
 . . . 332
 . . . 332
 . . . 334
 . . . 338
 . . . 338
 . . . 338
 . . . 341
 . . . 341
 . . . 342
 . . . 345
 . . . 347
 . . . 347
 . . . 347
 . . . 350
 . . . 351
 . . . 353
 . . . 355
 . . . 361

In den skandinavischen Ländern werden die Stichprobenverfahren seit langem für die Erfassung des **Waldzustandes** mit **Erfolg angewendet**. Dabei wurden auf Grund theoretischer Untersuchungen und **praktischer** Erprobungen Verfahren entwickelt, welche **sowohl** der **Betriebseinrichtung** wie auch den Landesinventaren dienen. In **Mitteleuropa** sind die **Stichprobenverfahren** erst in neuester Zeit und nur in Einzelfällen angewendet worden. In der Schweiz haben sie bis jetzt keinen Eingang in die Praxis gefunden.

Zweifellos gibt es aber auch in unserem Lande Aufgaben, welche sich zweckmäßig mit diesen Verfahren lösen ließen. So wird wohl zum Beispiel früher oder später eine umfassende Landesaufnahme des Waldes nicht mehr zu umgehen sein. **Aber** auch in der **Forsteinrichtung** dürften die Verfahren in gewissen Fällen wertvolle Dienste leisten und die **traditionellen** Methoden ersetzen oder ergänzen.

Aus dieser Erkenntnis heraus habe ich im Jahre 1954 in einem generellen **Versuchs-**programm der Professur für Forsteinrichtung das Studium der Stichprobenverfahren aufgenommen. In diesem war beabsichtigt, methodische Fragen abzuklären, die Planung und die Aufnahmetechnik zu studieren und die Auswertung und Interpretation an Beispielen darzulegen. Im Zusammenhang mit der **Übernahme** der Leitung der forstlichen **Versuchsanstalt** war es mir möglich, die Arbeiten zu intensivieren und einen größeren Mitarbeiterstab an der Lösung dieser umfangreichen Aufgabe zu beteiligen. Die Erfassung der **Waldverhältnisse** im Nationalpark bot **sodann** eine willkommene Gelegenheit, in einem ausgedehnten Waldgebiet vielseitige Erfahrungen zu sammeln. Die vorliegende Schrift gibt Kunde von den Ergebnissen

Bei der Planung und Organisation der Aufnahme sowie bei der rechnerischen Verarbeitung der Aufnahme-Daten und der **Abfassung** eines Teiles der Veröffentlichung hat sich Forstingenieur **Alois Weidmann** außerordentliche Verdienste erworben. Dafür gebührt ihm ganz besondere Anerkennung. Die Leitung der eigentlichen Feldaufnahmen unterstand Forstingenieur **Felix Thommen**, der sich auch an den Auswertearbeiten maßgebend beteiligte. Kreisoberförster **Eduard Campell** in Zuoz erstellte eine **pflanzensoziologische** Instruktion und überließ **uns zuvorkommenderweise** für die **Aufnahmearbeiten** seine noch unveröffentlichten Vegetationskarten. Mit ihm zusammen haben **Peter Niggli**, Direktor der Selva in Chur, und Gemeindeoberförster **Jachen Könz** in Zernez die für die Wertberechnungen verwendeten **Holzpreise** festgesetzt. Den **beiden** Oberförstern sind wir auch für die **Vermittlung** von **Arbeitskräften** zu großem Dank verpflichtet. Unermüdlich und mit lobenswertem Einsatz haben die **beiden** Förster der Versuchsanstalt, **Jakob Werner** und **Erich Müller**, in zuverlässiger Weise als Leiter der **Aufnahmegruppen** gewirkt. Ihre **Arbeitsgruppen** setzten sich aus einheimischen Waldarbeitern sowie aus vier österreichischen, zwei finnischen und einem schweizerischen **Forststudenten** zusammen, die weder körperliche Anstrengungen noch Unbill der **Witterung** scheuten, um die Messungen mit der verlangten Genauigkeit auszuführen.

Eine große Arbeit leistete Forstingenieur **Bruno Rhody**, indem er die für die Außen-**aufnahmen unerläßlichen** Luftphotographien entzerrte und zu einer Art von Bildplänen

zusammenstellte. Bei der Auswertung der durch Lochkartenmaschinen verarbeiteten Daten haben sich die Forstingenieure *Reinhard Stettler* und *Ulrich Zürcher* besonders ausgezeichnet. Mit Eifer und Hingabe verlieh der zeichnerisch begabte Förster *Bruno Schmidli* den graphischen Darstellungen, Karten und Tabellen ihre ansprechende Gestalt. Durchsicht und Bereinigung der Manuskripte besorgten in vortrefflicher Weise Forstingenieur *Oskar Reinhard* und Bibliothekar *Walter Strub*. Die zurückhaltende, aber um so umsichtiger Arbeit der Lenkung und Beratung in allen rechnerischen Belangen durch den Mathematiker der Versuchsanstalt, Dr. *Paul Schmid*, sei besonders anerkannt.

Leider weilen zwei liebe Mitarbeiter nicht mehr unter uns. Zur Zeit der Vorbereitungsarbeiten befiel cand. Forsting. *Kurt Blumenstein* eine heimtückische Krankheit, welcher der überaus fähige und liebenswürdige junge Forstmann nach langem Leiden erlag. Während der ganzen Aufnahme betätigte sich *Thomas Bek* als initiativer Gruppenleiter. Seine damals deutlich erkennbare und auffallende Naturverbundenheit und Bergbegeisterung wurde ihm später leider zum Verhängnis, indem der hoffnungsvolle Forststudent einem Lawinenunfall zum Opfer fiel.

Es gehört sich, hier auch die Unterstützung derjenigen Stellen zu würdigen, deren Entgegenkommen wir uns erfreuen durften und uns die Untersuchung überhaupt ermöglichte. Anregung und ständige Hilfe erhielten wir von der *Eidgenössischen Nationalparkkommission*, insbesondere von deren Präsidenten, Altoberforstinspektor *Albert Jakob Schlatter*. Der Präsident des *Schweizerischen Schulrates*, Prof. Dr. *Hans Pallmann*, bewilligte in großzügiger Weise die Verwendung von Spezialkrediten. Die mit der Aufnahme verbundenen grundlegenden Arbeiten konnten nur dank der Beiträge des *Fonds zur Forderung der Wald- und Holzforschung* durchgeführt werden. Weitere finanzielle Unterstützung liehen uns die *Eidgenössische Inspektion für Forstwesen*, das *Kantonsforstinspektorat Graubünden* und die *Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks*. Besondere Erwähnung verdienen sodann der *Schweizerische Militärflugdienst* und die *Eidgenössische Landestopographie*, die uns jederzeit und hilfsbereit ihre Dienste zur Beschaffung von Luftbildern zur Verfügung stellten. Eine große Hilfe bedeutete uns aber auch die bereitwillige Überlassung von Material und Fahrzeugen seitens der *Eidgenössischen Kriegsmaterialverwaltung* und der *Direktion der Armee-Motorfahrzeugsparks*.

All denen, die durch ihr Entgegenkommen die *Untersuchungen* im Nationalpark ermöglichten oder sich an ihnen beteiligten, sei hier herzlich gedankt!

Alfred Kurth

Einleitung-

Der Schweizerische Nationalpark liegt an der südöstlichen Peripherie unseres Landes und des Kantons Graubünden. Politisch zum weitaus größten Teil zum Unterengadin gehörend, umfaßt er ein Gebiet, welches das Engadin und Inntal im Norden von der Val Müstair und der Valle di Livigno im Süden durch seine Unwegsamkeit seit jeher deutlich trennt. Der zentrale Teil des **Parkes** wird vom Spöl durchflossen, dessen **wilde, langgezogene** Schlucht schon wenig hinter Zernez ein schwer zu umgehendes Hindernis bildet. Die Gebirgsformen des Nationalparks sind für schweizerische Verhältnisse ungewohnt, bestehen sie doch aus zahlreichen klotzig-markanten Felsstöcken mit eindrucksvollen Schutthalden, welche mit weichgeformten, mächtigen Buckelbergen wechseln. Einzig gegen Westen hin schließen vertrautere, scharfzackige **Gratformen** an. Tektonisch gehört das Gebiet zum oberostalpinen Deckensystem. Bodenbildend sind vor allem **Dolomite, Kalk** und Mergel, seltener Verrukano, **Gehängeschutt**, Moränen oder andere Gesteine. Auch das Klima weicht vom schweizerischen Durchschnitt beträchtlich ab, ist doch das Parkgebiet zum eigenartigen inneralpinen Trockengebiet zu zählen. Trotz der Höhenlage werden in 2000 m ü. M. im Durchschnitt nur wenig mehr als 900 mm Niederschlag gemessen. Die geringe Regenmenge, zusammen mit geringer mittlerer Bewölkung, langer Sonnenscheindauer und ausgesprochenen jahreszeitlichen **Temperaturextremen** charakterisieren das herrschende **Kontinentalklima**. Die Erhebungen erreichen fast nirgends die dauernde Schnee- und Eisregion. Deren Grenze verläuft, ähnlich wie die obere Waldgrenze, durch die Wirkung der Massenerhebung höher als in anderen Teilen der Schweizer Alpen. Einige Schneefelder und Hängegletscher in **Nordlagen** bilden eine Ausnahme. Überall, wo nicht **Dolomitfelsen** anstehen oder mächtige Schuttströme, Schutthalden oder Rutsche eine Vegetation verunmöglichen, ist der Boden mit Graswuchs, Kleinsträuchern, Legföhren oder hochstämmigem Wald bedeckt. Die wenig fruchtbaren Böden lassen die Bäume nicht hoch werden. Die imposante Wirkung des Waldes ist vor allem durch seine Ausdehnung und die eigenartige Zusammensetzung aus Bergföhren, etwas **Waldföhren**, Lärchen, Tanne und Fichten bedingt. Obgleich die **Vegetationsbedeckung** verhältnismäßig stark ist und dauernder Schnee fehlt, gibt es hier auf einem Gebiet von 200 bis 300 km² zwischen Inntal einerseits und Münstertal und **Livigno** andererseits keine ständig bewohnten Siedlungen. Dies ist trotz der Höhenlage und den Gebirgsverhältnissen für die Schweiz außerordentlich. Minenbetriebe haben allerdings im Mittelalter ein reges Treiben in die abgelegene Gegend gebracht, um so mehr als sie mit einem intensiven **Paßverkehr** über den Ofenpaß vom Münstertal nach Zernez und vom **Veltlin** nach **Schuls** verbunden waren. Die Alpweiden waren bis weit ins 19. Jahrhundert hinein stark bestoßen, und zahlreich sind die Stellen, wo inmitten wiedererstandener **Wälder** die Reste einstiger **Alpstadel** auf frühere **Weideflächen** deuten. Das 18. Jahrhundert brachte mit einer intensiven, für die Tiroler Salinen bestimmten **Holznutzung** erneut regen Betrieb in die weiten Waldgebiete. Mit der im 19. Jahrhundert einsetzenden und im 20. Jahrhundert ungeahnte Ausmaße erreichenden Zunahme der **Beschäftigungsmöglichkeiten** in Gastgewerbe und Verkehr und der dadurch bedingten Abkehr von der Landwirtschaft

schwand und erlosch das Interesse an den mageren Alpweiden des späteren Parkgebietes. Gleichzeitig verschaffte der im 19. Jahrhundert aufkommende Bahnverkehr den bisher auf das Holz angewiesenen Industriegegenden die Kohle, so daß auch der **Holzschlag** im unwegsamen **Waldgebiet** der Engadiner Dolomiten jede Bedeutung verlor. In **den** sich über weite Flächen erstreckenden Gemeinden mußte der Weide- und Forstbetrieb auf die besten Standorte konzentriert werden. Damit aber lag ein großes Areal **inmitten** eines aufstrebenden Touristengebietes wirtschaftlich **unbenützt** da.

Der mit einem Ausbau der Industrie, einer Intensivierung des Verkehrs und einer zunehmenden Erschließung aller wichtig erscheinenden Naturschätze verbundene wirtschaftliche Aufschwung löste nicht nur Freude über den zunehmenden Wohlstand aus, sondern brachte auch Sorgen um die Erhaltung der Natur. Weitsichtige Naturfreunde suchten Mittel und Wege, um schützenswerte Naturobjekte der Zukunft zu erhalten. Es entstand daraus die Idee eines Reservates. Das umfangreiche, von der Urproduktion unbenützte Gebiet rings um den Ofenpaß erregte die Aufmerksamkeit von Naturwissenschaftlern und Naturfreunden und ließ den Gedanken reifen, diese Idee dort zu verwirklichen. Den Gemeinden mochte die Aussicht, aus den fast wertlos erscheinenden, entlegenen Gebieten ohne Aufwendungen und Risiko einen dauernden Ertrag erwarten zu dürfen, nicht unwillkommen gewesen sein. Dank eifrigem Bemühen weniger Pioniere konnte dann kurz vor dem Ersten Weltkrieg der Schweizerische Nationalpark als völlige Naturrereservation entstehen und bis auf den heutigen Tag erhalten bleiben. Die gesamte Tier- und Pflanzenwelt ist in ihm vor allen menschlichen Eingriffen geschützt. Der Wissenschaft ist hier die Möglichkeit geboten, die Erscheinungen und Vorgänge der Natur zu erforschen. Die zahlreichen Beiträge, welche in den %Ergebnissender **wissenschaftlichen** Untersuchungen des Schweizerischen Nationalparks> innert 40 Jahren erschienen, zeugen von intensivster Forschertätigkeit. Es handelt sich ausnahmslos um **grundlegende** Untersuchungen der Flora und der Fauna, der Gewässer, der Gesteine, des Bodens und des Klimas; angewandte forstliche oder alpwirtschaftliche Erhebungen fehlen. Dem Naturfreund **wurde** ein Gebiet erschlossen, in dem er Erbauung und Ruhe finden kann. Die ersten Jahrzehnte der Reservatsgeschichte sind durch stilles Begehen, **Be**wundern und Beobachten, durch stilles Forschen und Beschreiben gekennzeichnet. Die meisten Besucher haben, wie **Br un i e s** in seinem Buche vorschlug, von **Chur** aus die Rhätische Bahn benützt, um dann von **Scanfs**, von Zernez oder **Schuls** aus das **Park**gebiet zu durchwandern. Die Zahl dieser stillen Wanderer blieb stets **verhältnismäßig** klein. Abgesehen von der bescheidenen Werbung des Gastgewerbes umliegender Ortschaften, wurde von den beteiligten Stellen keine **großaufgezogene** Propaganda betrieben. Der Park blieb damit nicht nur von der Benutzung, sondern praktisch auch von der Durchwanderung unberührt. Seit den dreißiger Jahren wird die Stille der Natur längs der Ofenbergstraße durch einen ständig wachsenden Motorfahrzeugverkehr mehr **und** mehr **beeinträchtigt**. Hatte die Bahn den Verkehrsstrom von den alten Paßübergängen **weggelenkt**, so brachte ihn das Motorfahrzeug in ungeahnt dichter Form wieder zurück.

Der **Holz**mangel und die dadurch bedingten wirtschaftlichen Notmaßnahmen der **Kriegszeit** und der nachfolgende konjunkturelle Aufschwung der Nachkriegszeit ließen

den Wert der Waldungen und der Gewässer in einem völlig neuen Lichte erscheinen. Schon während des Krieges gaben die **«Holzreserven»** des Nationalparkes da und dort **Anlaß** zu Diskussionen. Mit Hilfe **neuer** technischer Einrichtungen ließ sich ja nunmehr das Holz auch aus unwegsamem **Gebirgswäldern** rationell abtransportieren. Die Preise waren hoch und der Bedarf nicht zu befriedigen. Trotzdem unterblieb im Park jeder Eingriff. Der Bedarf wurde in der Nachkriegszeit wohl nicht kleiner, hingegen verlagerte sich das Interesse vom Brennholz weg zum **Industrieholz**, so daß sich der gestiegene Wert der **Gebirgswälder** nicht **verminderte**. Der stets zunehmende Energiebedarf bewirkte eine intensiviertere Benützung der verfügbaren **Wasserkräfte**. Auch die Fassung des **Inns** und seiner Nebenflüsse, einschließlich des Spöls, erschien **lohnenswert**. Es ist begreiflich, daß **sich** in den Gemeinden des **Untereengadins**, welche **am** allgemeinen wirtschaftlichen und industriellen Aufschwung unseres Landes nur wenig teilhatten, die Stimmen mehrten, welche einen besseren Ertrag aus dem weiten Nationalpark verlangten. Konkrete Vorstellungen über die Möglichkeiten und **fundierte** Projekte entstanden nur bei **der Wassernutzung**; die **Waldnutzung** blieb strittig. Da keine Grundlagen **für** eine forstwirtschaftliche Bewertung, Zielsetzung und Planung vorhanden waren, gingen die Meinungen weit auseinander, und es fehlte nicht an **Übertreibungen** in der einen und der andern Richtung. So wurde bald von völliger Wertlosigkeit des Parkgebietes, bald von hohen ungenutzten und ungenügend **entschädigten** Walderträgen gesprochen. Da die Waldungen des Nationalparks bisher nie **gesamthaft** inventarisiert worden waren, konnten Fachleute keine Stellung beziehen. Das **Schicksal** des Parks **beschäftigte** bald eine breitere Öffentlichkeit. Die Auffassungen gingen demzufolge erst recht auseinander. **Infolge** der daraus entstandenen Spannungen hatte sich auch das Eidgenössische Departement des Innern und in dessen Auftrag die Eidgenössische **Nationalparkkommission** mit der Angelegenheit zu befassen.

Ba seit Jahren beabsichtigt war, das Areal bei Gelegenheit zu erweitern und gewisse ablaufende Verträge erneuert werden mußten, leitete der Bundesrat Verhandlungen mit den beteiligten Gemeinden ein und trachtete gleichzeitig **darnach**, die **Wassernutzung** und die **Gebietsentschädigung** für entgehende Wald- und **Weidennutzung** neu zu regeln. Dazu mußten aber geeignete Unterlagen für die Beurteilung der Waldungen beschafft werden. Der Präsident der Eidgenössischen Nationalparkkommission, alt **Oberforstinspektor** A. J. **Schlatter**, ersuchte deshalb die Leitung der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, im **Parkgebiet** eine geeignet erscheinende **forstwirtschaftliche** Erhebung durchzuführen. Die Angaben sollten umfassend und erschöpfend sein und mußten innerhalb **zweier** Jahre bereit sein. Dieser Auftrag konnte übernommen und **fristgemäß** erfüllt werden. Mit der Planung der Aufnahme wurde im Herbst 1956 begonnen, die Messungen im **Gelände** nahmen Sommer und Herbst des Jahres 1957 in Anspruch; die Auswertungen konnten **im** Sommer 1958 **provisorisch** abgeschlossen werden.

Gemessen, abgeleitet und dargestellt wurden dieselben Größen (Argumente), welche in forstlichen **Wirtschaftsplänen üblicherweise** Verwendung finden. Ihr **Aussagewert** wurde aber durch zahlreiche Ergänzungen erhöht. Dadurch konnten einerseits der **Eidgenössischen Nationalparkkommission** detaillierte Angaben für die Bewertung des **Wal-**

des gemacht werden, und andererseits wurde es möglich, eine forstwissenschaftliche **Darstellung** der **Waldverhältnisse** auszuarbeiten. Diese Arbeit war im vergangenen Jahr beendet. Deren Ergebnisse finden ihren Niederschlag in der vorliegenden **Veröffentlichung**.

Es ist zu betonen, daß sich alle Angaben in dieser Arbeit vor allem auf das Ganze beziehen; die Darstellung hat, bedingt durch das angewandte Stichprobenverfahren, vor allem den Charakter einer Übersicht. Aus demselben Grunde sind alle Zahlenwerte, von der großen zur kleinen Einheit fortschreitend, mit einem statistischen Fehler **behaftet**. Diese Besonderheiten des **Aufnahmeverfahrens** waren bei der Auswertung zu berücksichtigen. Zahlreiche **forstwirtschaftliche** und naturwissenschaftliche Fragen, die sich teilweise erst bei der Übersicht aufdrängen, bleiben noch offen, und ihre Beantwortung **muß** mit **andern** Methoden gesucht werden. Damit eröffnet sich ein weites **Feld** zukünftiger forstlicher Forschung im Nationalparkgebiet.

Planung und Durchführung der Waldaufnahmen

1 Auftrag und generelle Planung

Für die Planung und Durchführung der Bestandesaufnahmen im Schweizerischen Nationalpark waren in erster Linie folgende Gesichtspunkte maßgebend: Im Vordergrund der Aufnahmen standen laut Auftrag praktische Fragen betreffend den Wirtschaftswert der Waldungen, die **innert** einer Frist von **1 bis 1½ Jahren** beantwortet werden mußten. Konkret wurden folgende Aufgaben gestellt, die durch die Erhebungen gelöst werden sollten:

- a) die Waldflächen im Nationalpark sind zu ermitteln, aufgegliedert nach **verschiedenen** Beständen für 16 Teilgebiete des **Gesamtareals** (ca. 5000 ha);
- b) der Vorrat ist für den ganzen Nationalpark mit einem statistischen Höchstfehler von $\pm 7\%$ und für die Teilgebiete von $\pm 10\%$ bis $\pm 15\%$ zu bestimmen. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit einer zutreffenden Aussage mit **95%** angenommen, **Flächenfehler** sowie systematische Fehler sind nicht berücksichtigt;
- c) der Holzzuwachs ist für den ganzen **Nationalpark** mit einem statistischen Höchstfehler von $\pm 10\%$ und für die Teilgebiete von $\pm 10\%$ bis $\pm 20\%$ zu errechnen;
- d) der Zustand der Waldungen im Nationalpark ist allgemein zu erfassen und in bezug auf Gesundheitszustand, Produktion, Nutzholzmenge, Wert des stehenden Bestandes
■ und des liegenden Materials zu untersuchen.

Die **sinnmäßige** Beantwortung der gestellten praktisch-wirtschaftlichen Fragen wurde durch den Naturschutzcharakter der Waldbestände etwas erschwert, weil einerseits bei den Aufnahmen größtmögliche Schonung der Bestände verlangt wurde und andererseits die für den Wirtschaftswald gültigen Grundsätze der Bestandesaufnahme nicht ohne weiteres auf solche Naturbestände übertragbar sind. Für die Erfüllung dieses Auftrages hätte prinzipiell die Erhebung der in der Forsteinrichtung üblichen Argumente genügt. Die Verwendung von Lochkarten ermöglichte jedoch eine besondere Berücksichtigung der Wertfragen, wie sie im allgemeinen bei Wirtschaftsplan-Erhebungen nicht üblich ist.

Als zweiter Gesichtspunkt für die Planung der Aufnahme **mußte** der Charakter des Nationalparks berücksichtigt werden. Laut Gründungsstatut ist er als **Naturschutzobjekt** jeglicher menschlicher Beeinflussung möglichst entzogen und soll dem Studium der **Entwicklungsvorgänge** und der Gleichgewichtszustände dienen. Eine große Zahl von wissenschaftlichen Problemen ist im Laufe der Zeit an diesen Beständen untersucht worden, doch fehlte bisher eine Gesamtuntersuchung über die forstlichen Verhältnisse im Park. Die Aufnahme sollte deshalb eine erste **Übersicht** und Gliederung der Waldbestände ermöglichen und allgemeine Entwicklungstendenzen aufzeigen. Die sich daraus ergebenden Einzelprobleme sind durch zukünftige Spezialuntersuchungen abzuklären. Um diese mehr naturwissenschaftlichen Fragen zu beantworten, war es notwendig, in Ergänzung

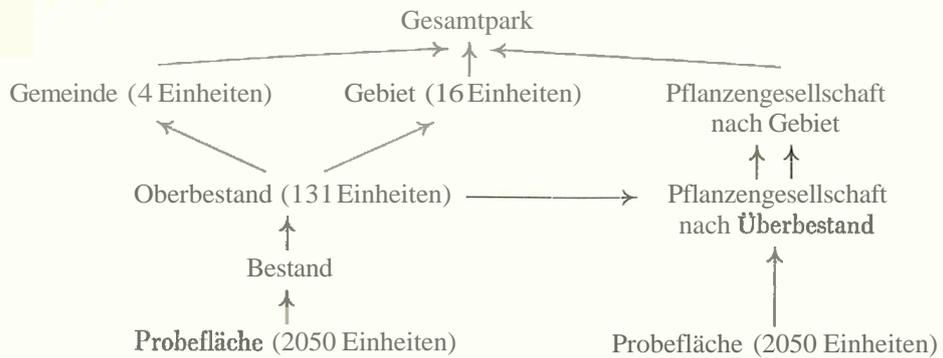
zu den in der Forsteinrichtung üblichen Aufnahmeargumenten zusätzliche Erhebungen anzustellen, die für den Park als Naturschutzobjekt von speziellem Interesse sind. Es betrifft dies Fragen der Pflanzensoziologie, der Entwicklungstendenzen der Waldbestände, Holzarten-, Alters- und **Stärkeklassenaufbau** der Bestände und ihre **Zuwachsleistung**, Schäden verschiedener Art (Wild, Schnee) u. a. m.

Eine dritte **Art** von Problemen in meßkundlicher, instrumenteller und **auswertetechnischer** Richtung ergab sich aus der Art und Größe der Aufgabe, welche für schweizerische Verhältnisse bisher ungewohnt war. Dies bot eine günstige Gelegenheit, auch methodische und praktische Fragen von künftigen regionalen **Waldaufnahmen** (**Wald- und Holztagung** in Bern 1956) abzuklären. Als wichtigste Punkte seien in dieser Beziehung genannt: der Einsatz der **Luftphotographie** bei den Außenaufnahmen und bei der **Flächenermittlung**, die Verwendung **maschineller Lochkarten** bei der **Protokollierung** im Feld und für die Auswertung, die Erprobung verschiedener **Instrumente** im praktischen Gebrauch, sowie die Anwendung modifizierter **Methoden** für die Berechnung von Vorrat und Zuwachs. Diese Probleme meßkundlicher und ertragskundlicher Art stehen im Rahmen eines allgemeinen Forschungsprogramms und können in der vorliegenden Publikation nur teilweise behandelt werden; sie werden in einer späteren Arbeit zusammen mit den Aufnahmen an anderen Objekten vergleichend **dargestellt**.

Die Erhebungen als Ganzes haben deshalb den Charakter eines Kompromisses. Der praktische Auftrag, der Charakter des Objektes und die zu untersuchenden **meßkundlichen** und **ertragskundlichen** Probleme bildeten den Rahmen für die generelle und die Detailplanung der Bestandsaufnahme. Für die Vorratsaufnahme kam eine **Vollklappierung** des gesamten **Waldbestandes** im Sinne der Kontrollmethode aus Kosten- und **Zeitgründen** nicht in Frage; um so mehr, als sie unter den Gegebenheiten des Nationalparks Beschränkungen unterworfen wäre, welche die Lösung der meisten praktischen und naturwissenschaftlichen Probleme sehr erschweren würden. Es wurde deshalb eine **Stichprobenmethode** für die Messung der Bestände gewählt. Für die **Zuwachsermittlung** stand nur die stichprobenweise **Zuwachsbohrung** zur Diskussion. Die Ergebnisse zeigen, wie weit es gelungen ist, stets im Rahmen der Gesamtaufgabe, gleichzeitig den verschiedenartigen Gesichtspunkten gerecht zu werden.

11 Die Flächengliederung des Waldgebietes

Die Einteilung des Waldgebietes ergibt die Flächeneinheiten, für die bestimmte Auswertungen gewünscht werden. Da die einzelnen Auswertungen für die verschiedenen Einheiten nicht von gleichem Interesse sind, wurde von Anfang an unterschieden **zwischen** den natürlichen Vegetationseinheiten (Pflanzengesellschaften) und den künstlichen Einheiten (geographisch oder politisch). Nachträglich erwies es sich als wünschbar, die **«Überbestände»** den in ihnen vorherrschenden Pflanzengesellschaften zuzuordnen, wodurch die **beiden Einteilungsreihen** eine engere Verbindung erhielten. Die endgültige, für die Auswertung verwendete Einteilung der Waldflächen des Parks ist aus dem **folgenden** Schema ersichtlich:



Hierzu sei auf die Erklärungen und Definitionen im Kapitel «1. Flächenübersicht» der Auswertungen verwiesen.

Die Lokalisierung und Flächenermittlung der Bestände konnte wegen der Ausdehnung des Areals und wegen der **Terrainschwierigkeiten** im Gebirge nur mit Hilfe von Luftphotos erfolgen. Die vorhandenen Karten dieses Geländes (neue Landeskarte 1:50 000) sind arm an eindeutigen künstlichen oder natürlichen Merkpunkten und das Gelände ist speziell im Bestandesinnern unübersichtlich. Deshalb mußten die Luftphotos auch für das Aufsuchen der Stichprobenpunkte dienen, da sie durch ihren **Detailreichtum** eine Menge von Anhaltspunkten und Orientierungsmöglichkeiten bieten und damit die Feldarbeit wesentlich erleichtern.

Die gegenüber den klassischen Methoden der **Photogrammetrie** stark reduzierten Genauigkeitsanforderungen bei der **Flächenermittlung** der Bestände und die Notwendigkeit, die **Luftphotos** unter schwierigen Feldbedingungen zur Orientierung und Messung direkt zu benützen, führten dazu, eine an unserer Versuchsanstalt entwickelte Methode zur partiellen Entzerrung von Luftphotos anzuwenden.

12 Disposition, Größe und Anzahl der Probeflächen

Für die Disposition der **Probeflächen** über die Waldfläche des Nationalparks wurde eine gleichmäßig-systematische Verteilung in Form eines Gitternetzes gewählt. Die Untersuchungen von Hasenkamp über «Die Genauigkeit der systematischen **Stichproben**nahme bei forstlichen Vorratsinventuren, (Mitteilungen der Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek bei Harnburg, Oktober 1954) läßt dieses Vorgehen gerechtfertigt erscheinen. Die Streuungsberechnungen und Fehlerschätzungen dürfen deshalb mit den für die zufällige Probenahme gültigen Formeln durchgeführt werden. Infolgedessen kann man, bei vorgeschriebener Genauigkeit und gewünschter statistischer Sicherung des Resultates (Wahrscheinlichkeit von 95%) die Anzahl der benötigten Proben schätzen. Die Streuung der **Einzelwerte** (s_x), die Streuung des Mittelwertes ($s_{\bar{x}}$), die Anzahl der erhobenen Proben (N) und der statistische Sicherheitsfaktor ($t_{0.5}$) stehen in folgender Beziehung zueinander:

$$s_{\bar{x}} = \pm \frac{s_x \cdot t}{\sqrt{N}}$$

Unter der Streuung s_x , oder Variationskoeffizient, wird die mittlere quadratische Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert verstanden:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Die Streuung oder der Variationskoeffizient wird berechnet aus der Summe der **Meßargumente**, welche auf einer bestimmten Probefläche erhoben werden. Es **handelt** sich dabei je nach der Betrachtungsweise um die Streuung der **Stammzahl**, des **Volumens**, des **Zuwachses** usw. Bei einer bestimmten Probeflächengröße sind die Variationskoeffizienten für jedes der betrachteten Argumente verschieden, woraus folgt, daß die **Genauigkeit** der Erhebung des Mittelwertes ebenfalls verschieden ist, obwohl es immer die **selben Bäume** sind, die in die Rechnungen gehen.

Die Streuung bestimmter Argumente in den verschiedenen bei uns vorhandenen Bestockungen ist sehr wenig, in unberührten Waldungen gar nicht bekannt. Bei **einer** bestimmten **Probeflächengröße** bildet sie ein Charakteristikum einer Bestockung, ein Maß für ihre Homogenität. Sind Variationskoeffizienten verschiedener Probeflächengrößen miteinander zu vergleichen, so stehen sie annähernd im Verhältnis

$$s^2 = \frac{F_x}{F_y}, \text{ wobei } F_{x/y} \text{ die Größe der Probefläche darstellt.}$$

Alle diese Formeln sind nur im Sinn einer Schätzung zu gebrauchen. Mit diesem Rüstzeug ausgestattet, kann bei gegebener Stichprobengröße und **geschätztem Variationskoeffizienten** die Anzahl der benötigten Probeflächen bestimmt und bei bekannter **Waldfläche** ihre **Anordnung** vorgenommen werden. Jedenfalls ergeben diese Formeln bei der Berechnung nach erfolgter Probenahme die effektiven Streuungen und Fehler.

Für die **Stichprobeflächen** wurden Probekreise gewählt, die direkt der schwedischen Praxis entnommen wurden. Dabei wurde berücksichtigt, daß die Bestände im Nationalpark gewisse Ähnlichkeit mit den Föhren- und Fichtenbeständen Schwedens haben und daß die **Baumdimensionen** ungefähr den dortigen Verhältnissen entsprechen. Im Nationalpark überwiegen steile **Hanglagen**, welche die genaue Bestimmung der **Horizontalfläche** einer Stichprobe erschweren. Unter diesen Umständen wurden die in der schwedischen Praxis gebräuchlichen Meßstangen aus Aluminium für die Begrenzung der Stichproben **am** vorteilhaftesten erachtet. Durch Aneinanderfügen erlauben sie, horizontale Probekreise mit verschiedenen Radien und Flächeninhalten abzugrenzen. Eine Voruntersuchung in den nahen Ofenbergwäldungen mit vergleichbaren **Bestandesverhältnissen im Jahr 1955**¹ hat über die zu erwartenden Mittelwerte und Streuungen einigermaßen Auskunft gegeben. Für die **Zuwachsberechnung** und die **Fehlerschätzung** wurde **im** Rahmen eines **meßkundlichen** Forschungsprogrammes die Anwendung einer neuen **Berechnungsmethode** vorgesehen, so daß unter zusätzlicher Berücksichtigung vieler anderer Faktoren die **Anzahl** der Probeflächen mit 49 Proben je km², entsprechend einem gleichmäßigen Gitternetz von ca. 143 m × 143 m, gewählt wurde. Diese Verteilung

Weidmann, A.: Über die Stichprobenerhebungen in den Ofenbergwäldungen der Gemeinde Tschierv. Bündner Wald 1956, Nr. 7.

von 7 mal 7 Proben je km² ermöglichte ein einfaches schematisches Vorgehen bei der Bestimmung der Stichprobenpunkte und zuverlässige Kontrollen der Arbeit. Für die Legföhrenflächen wurde angeordnet, daß jede zweite Probe entfallen sollte. Mit dieser Einteilung konnte eine gute Repräsentation der gesamten Waldfläche des Nationalparks erzielt werden.

13 Die Lochkarte als Mittel der Protokollierung, Analyse und Synthese

In den Stichprobenflächen waren der gesamte Baumbestand, sein struktureller Aufbau, seine wirtschaftliche Bedeutung sowie die mutmaßlichen Entwicklungstendenzen zu erfassen und nach standörtlichen, geographischen und orographischen Einheiten darzustellen. Dies verlangt, daß eine eingehende Analyse der Bestockung nach diesen verschiedenartigen Gesichtspunkten erfolgt und daß eine Auswertung zu Tarifen, Stammzahlverteilungen, Vorrat, Zuwachs und Wert absolut und relativ, je Bestand, Überbestand und Pflanzengesellschaft möglich ist. Um eine derart eingehende Analyse durchführen zu können, mußte mit Hilfe der Einzelprotokollierung der Erhebungsdaten eine äußerst starke Aufgliederung des Zahlenmaterials erstrebt werden. Die üblichen Protokollierungs- und Auszählungsmethoden sind für eine intensive Auswertung nach vielen Gesichtspunkten unzureichend und verlangen einen übermäßig großen Arbeits- und Zeitaufwand für Sortier- und Umrechnungsarbeiten. Deshalb wurde die direkte Protokollierung jeder Meßeinheit (jedes Einzelbaumes) auf Lochkarten gewählt. Die erwähnten Aufnahmen in Tschierv waren auch in dieser Beziehung sehr positiv verlaufen. Durch den Einsatz der Lochkarte als Hilfsmittel konnte die Analyse auf viele Gesichtspunkte ausgedehnt werden. Das Vorgehen bei der Planung von Stichprobenuntersuchungen unter spezieller Berücksichtigung des Einsatzes von Lochkarten ist in einer früheren Publikation unserer Anstalt¹ beschrieben worden. Trotz der Verwendung von Lochkarten sind den Erhebungen natürlich Grenzen gesetzt, und es gilt, bei der Planung Maß zu halten. Um gerade diese Grenzen abtasten zu können, wurden bei den Aufnahmen im Nationalpark erheblich mehr Argumente erhoben, als für die Erfüllung der Aufgabe erforderlich gewesen wäre. Die Volumen- und Zuwachsermittlung konnte nur an einer beschränkten Zahl von Probestämmen erfolgen. Es war deshalb notwendig, eine Möglichkeit zu einer einwandfreien objektiven Bestimmung dieser Stichprobenbäume zu haben, wozu die Lochkarte ebenfalls geeignet war.

Eine derart extreme Aufgliederung der Erhebungsdaten in kleinste Einheiten ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn gleichzeitig für die Synthese der Zahlen gesorgt wird. Es muß angestrebt werden, eine beschränkte Anzahl einfache, aber wesentliche zahlenmäßige Aussagen über das Gesamte zu gewinnen. Wäre eine nach kleinsten Einheiten

¹ Weidmann, A., und Thommen, F.: Das maschinelle Lochkartenverfahren als Rationalisierungsmittel in der Forstwirtschaft. Mitteilungen der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 1959, Vol. 35, 4.

aufgegliederte **Protokollierung** noch mit verschiedenen Mitteln denkbar, so sind alle komplizierten Berechnungen, **Übertragungen** von Werten, alles Sortieren **nach** diversen Gesichtspunkten, Umrechnungen, Summieren und Tabellieren der Resultate in großem Umfang nur mit dem maschinellen Lochkartenverfahren rationell zu bewältigen. Die Planung der Aufnahme und Auswertung hatte zum Ziel, unter Ausnutzung der Möglichkeiten des Lochkartenverfahrens, bei tunlichster Unterlassung von manuellen **Rechenarbeiten**, auf direktem Weg synthetische Gesamtzahlen für Teilgebiete und die gesamte Waldfläche des Nationalparks zu erhalten. Dabei spielt die Einführung von **Werteinheiten** an Stelle von Sortimenten und Holzarten eine Rolle, weil **dadurch** bei den Wertfragen als einheitliche Maßzahl einzig die Geldeinheit in Erscheinung tritt. Die Einführung von Wertfaktoren in dieser Art ist durch die Verwendung von maschinellen Lochkarten ermöglicht oder mindestens sehr erleichtert worden.

14 **Tarifiermittlung und Verwendung von Zuwachstarifen zur Zuwachsberechnung**

Da **zuverlässige**, in ihren Grundlagen bekannte Massentafeln oder **ähnliche** Hilfsmittel für die Volumenbestimmung in diesen Gebieten unbekannt sind, sollte die **Massenermittlung** durch direkte Messungen am stehenden Baum erfolgen. Fällungen im notwendigen Umfang und in repräsentativer Verteilung über die **Gesamtfläche** mußten aus Zeit-, Kosten- und Naturschutzgründen unterbleiben. Bei der Ermittlung der Tarife war nicht beabsichtigt, die **absolut genauesten** Werte für deren Konstruktion zu finden, sondern es sollten Werte bestimmt werden, die der verwertbaren **Handelsmasse** dieser Bäume **gerecht** werden.

Da Höhe und **Durchmesser** der **Probebäume** wegen der geringen Dimensionen mit Hilfe spezieller Meßgeräte **leicht** gemessen **werden** können, sollte durchwegs die **Walzenformel** zur Volumenbestimmung Verwendung finden. Es ist **dies** auch die **Kubierungsformel**, die zur Bestimmung des Verkaufsvolumens angervandt wird. Daraus resultiert ein **«Schaftholztarif»**. Die relativ einfachen Verhältnisse betreffend Holzarten, Qualitäten und Dimensionen im Nationalpark erleichterten die Ansprache und Messung von **Nutzholzsortimenten** am stehenden Stamm. Aus diesen Messungen sollte analog zum **Schaftholztarif** ein Nutzholztarif konstruiert werden. Durch die Einführung von Wertfaktoren wird es möglich, Relativwerte für jeden Probebaum zu bestimmen. Diese **Einzelwerte** waren analog zu den Volumentarifen auszugleichen und zu einem Werttarif zu verarbeiten.

Diese drei **«Zustandstarife»**, die für verschiedene Holzarten und Pflanzengesellschaften aufzustellen waren, sollten mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage (IBM 650) aus den Einzelwerten nach einer **Ausgleichsformel** $y = f(x)$ ermittelt werden, wobei x den **Brusthöhendurchmesser** des Probebaumes in cm und y je nach der Tarifart das Schaft- oder **Nutzholzvolumen** oder den **Relativwert** darstellt. Der Werttarif selbst sollte dabei in der modifizierten Form des Wertdifferenztarifes in die weiteren Berechnungen eingehen.

so sind alle
nach diversen
te in großem
wältigen. Die
der Möglich-
ellen Rechen-
d die gesamte
n Werteinhei-
n Wertfragen
e Einführung
n Lochkarten

en

he Hilfsmittel
Massenermitt-
notwendigen
en aus Zeit-,
rife war nicht
n, sondern es
er Bäume ge-

ensionen mit
s die Walzen-
Kubierungs-
aus resultiert
arten, Quali-
Messung von
analog zum
ng von Wert-
n. Diese Ein-
Werttarif zu

gesellschaften
(650) aus den
den Brust-
Schaft- oder
dabei in der
gen eingehen.



Bild 1 Aufnahme der Eidg. Landestopographie, Bern, 1946

Große Flächen des Nationalparkes **bestehen** aus vegetationslosen Felsen, Geröllhalden und **Schutt-**strömen. In der wilden Val **Cluozza** bedeckt der Wald nur einige **Schuttkegel**, **geschützte** Rippen und Einhänge.

Das Flugbild zeigt links einen Teil der bewaldeten Val Cluozza, rechts unten Val **Sassa**, in der Mitte Val **dal Diavel** und oben Val **dal Acqua**. Zwischen Val **dal Diavel** und Val **dal Acqua** die Bergkette Piz **dal Diavel**–Piz **Murtèr**.



Bild 2 Aufnahme der Eidg. Lsndedopographie. Bern, 1946

Der zentrale Teil des Nationalparkes ist verhältnismäßig stark bewaldet. Nur wenige ehemalige **Weideflächen**, Lawinenzüge, Rutsche und Geröllhalden unterbrechen die Bestockung. Das Flugbild zeigt von links unten **nach rechts** oben den Flußlauf des Spöl, von unten zur Mitte denjenigen des Fuornbacles. Die Ofenbergstraße durchzieht das Bild diagonal von oben **rechts nach unten** Mitte.

enige ehemalige
g. Das Flugbild
denjenigen des
ch unten Mitte.

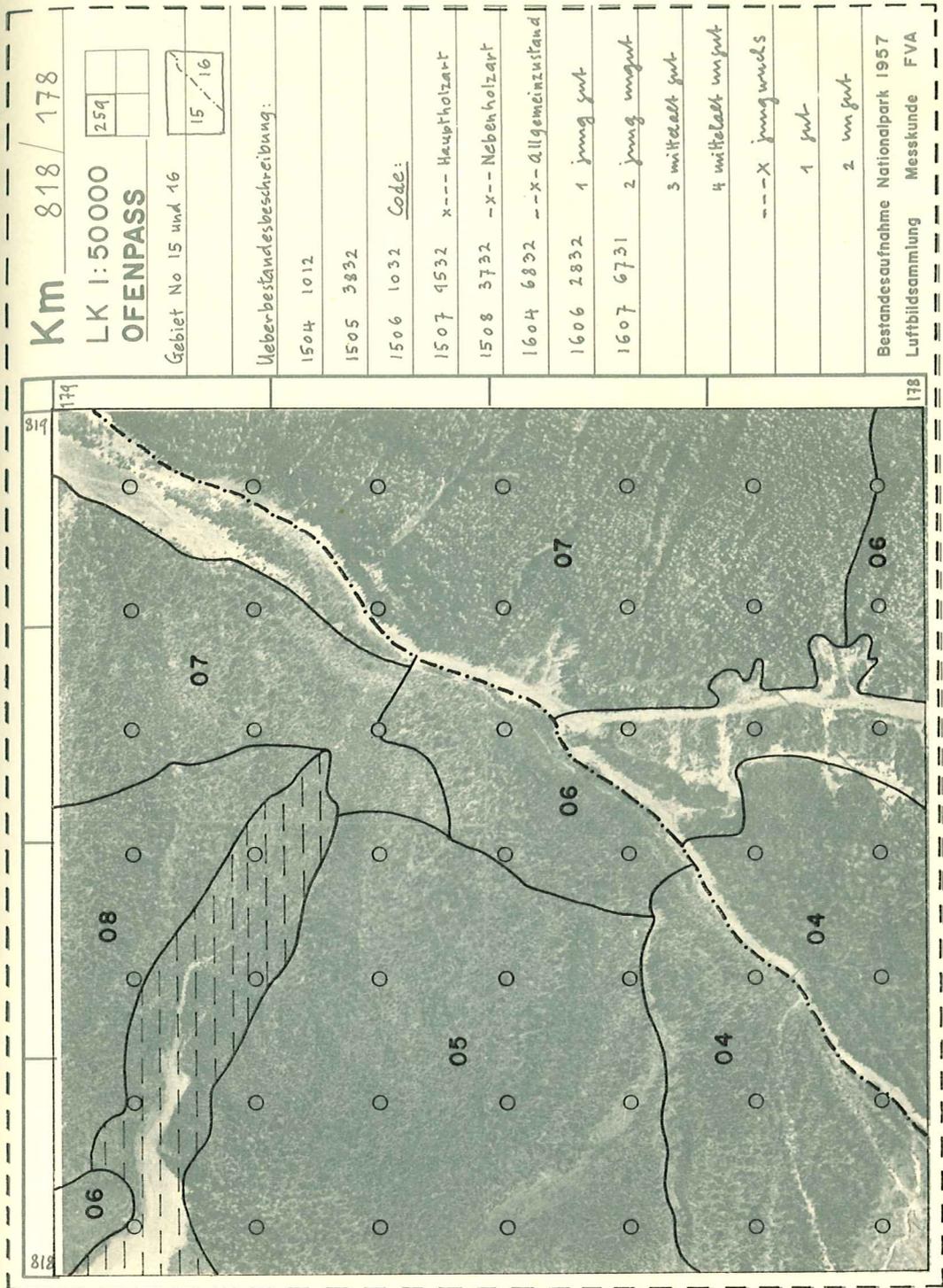


Bild 3 Nach Aufnahmen des Photodienstes der Abteilung für Flugwesen und Fliegerabwehr
Arbeitsblatt für Außenaufnahmen mit Deckfolie und Bestandesgrenzen; Originalformat A4; Bildformat 20 x 20 cm im Maßstab 1:5000.

nige ehemalige
g. Das Kreisbild
denjenigen das
ll unten Mitte.



Km 818 / 178

LK I: 50000

OFENPASS

Gebiet No 15 und 16

259	

15	16

Ueberbestandesbeschreibung:

1504 1012

1505 3832

1506 1032 Code:

1507 4532 x--- Hauptholzart

1508 3732 -x-- Nebenholzart

1604 6832 --x-||gemeinzustand

1606 2832 1 jung gut

1607 6731 2 jung unguet

3 mittelalt gut

4 mittelalt unguet

--x jungwuchs

1 sub

2 unguet

Bestandesaufnahme Nationalpark 1957

Luftbildsammlung Messkunde FVA

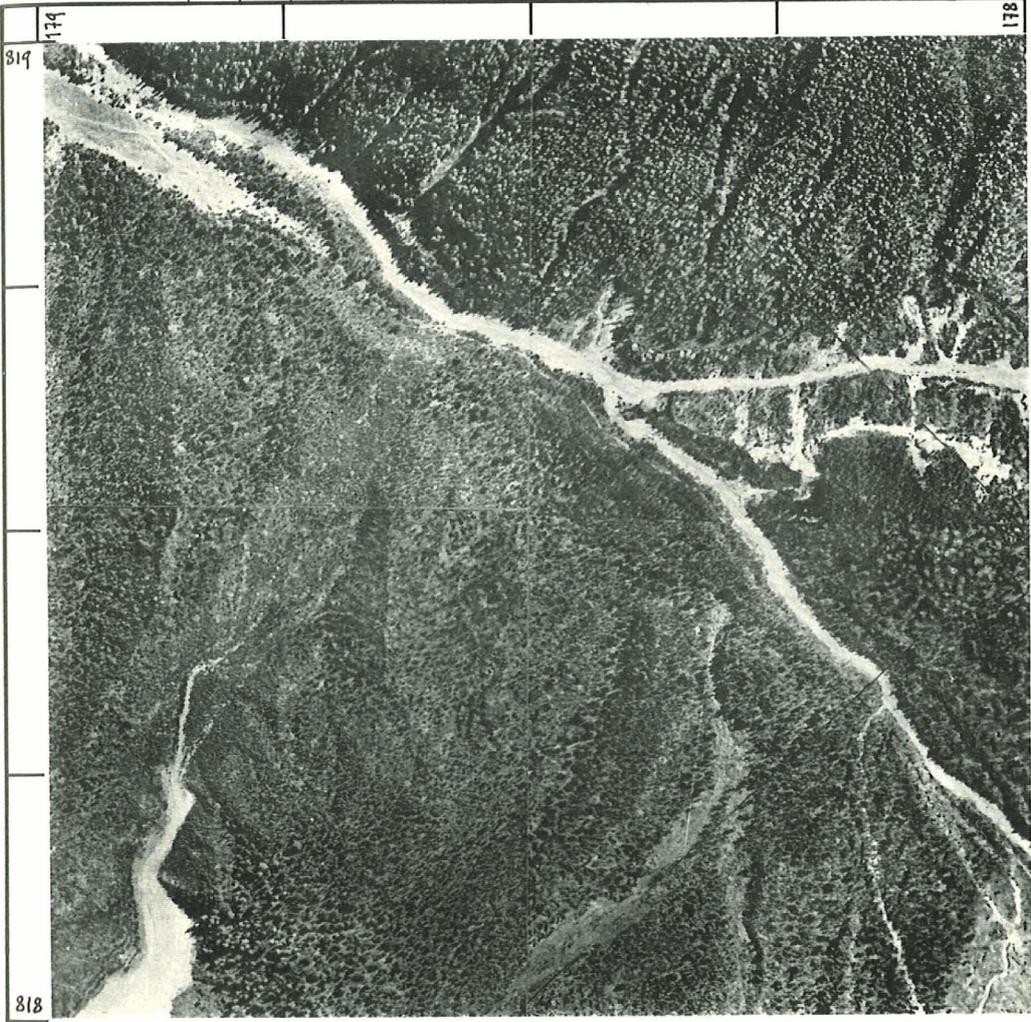


Bild 3 Nach Aufnahmen des Photodienstes der Abteilung für Flugwesen und Fliegerabwehr Arbeitsblatt für Außenaufnahmen mit Deckfolie und Bestandesgrenzen; Originalformat A4; Bildformat 20 x 20 cm im Maßstab 1:5000.

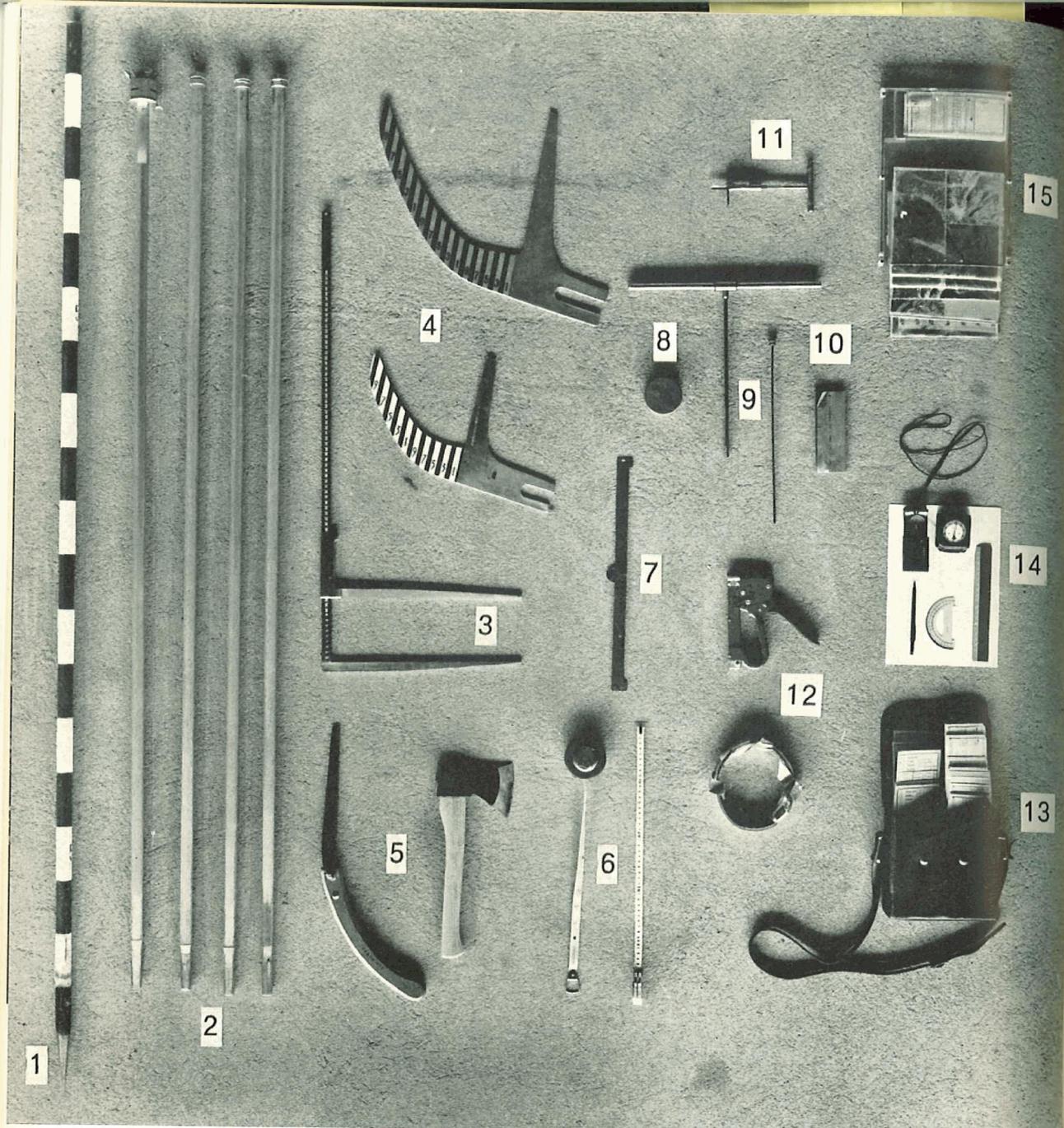


Bild 4 P. Scherrer

Aufnahmematerial einer Arbeitsgruppe

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Jalon 2. Zusammensteckbare Aluminiumstangen zur Abgrenzung von Kreisprobestflächen 3. Stahlkluppe 4. Kurvenkluppen 5. Säge und Beil 6. Umfangbandmaß und Rollmeter 7. Christen-Höhenmesser 8. Baumwachs | <ol style="list-style-type: none"> 9. Zuwachsbohrer mit Zunge 10. Papiertüte für Bohrkern 11. Rindenmeßgerät 12. Schnellhefter und Aluminiumfolien 13. Ledertasche mit Lochkarten 14. Kompaß, Höhenbarometer usw. 15. Schreibunterlage aus Plexiglas, mit Luftphotomontagen und Lochkarten |
|---|---|

Die «Wertdifferenz» einer bestimmten Nutzholzmenge entspricht der Anzahl Wert-**einheiten**, vermindert um die Anzahl Kubikmeter Nutzholz, also $W_D = WE - V_N$. Da die **Werteinheit** dem Verkaufswert eines Kubikmeters Brennholz gleichgesetzt ist und das als Nutzholz angesprochene Holzvolumen mindestens brennholztauglich ist, kann die Wertdifferenz auch als Wertüberhöhung oder Mehrwert gegenüber Brennholz aufgefaßt werden. Dieser Wert dürfte wesentlich geeigneter sein als **irgendwelche** andern Zahlenangaben, um die wirtschaftlich interessanten Gebiete des **Parkes** hervortreten zu lassen. Da die zugehörigen Nutzholzvolumina sowieso stets bekannt sind, ist es auch ein Leichtes, den Bruttowert der Bestände durch die Addition $WE = W_D + V_N$ zu errechnen. Durch Zuordnung der entsprechenden Tarifwerte zu den **Einzelbäumen**, natürlich maschinell, kann für jede Probefläche das Schaftholz und **Nutzholzvolumen** und der Relativwert errechnet, die Streuung der Einzelwerte und daraus die statistische Genauigkeit der Erhebung bestimmt werden. Nebenbei sind noch verschiedene andere Momente von **Re- deutung**: Die Streuung der Einzelwerte um den Tarif, systematische Fehler, die in der Art der Messung oder der **Ausgleichsmethode** liegen usw.

Die Zuwachsberechnung bei Stichprobenerhebungen dieser Art und deren **Fehler-** schätzung bereitet besondere Probleme und Schwierigkeiten methodischer und **auswert-** technischer Art. Diese liegen speziell in der großen Heterogenität der Bestockung be- gründet. Ferner ist keine künstliche «**Vorordnung**» in Form von Beständen vorhanden, wie dies in den Wirtschaftswaldungen der Fall ist. Wohl sind deutlich verschiedene Be- stände vorhanden, aber ihre äußeren Grenzen sind oft sehr unbestimmt, es sind nur relativ geringe graduelle Unterschiede zwischen den Beständen festzustellen, und die innere Streuung ist so groß, d. h. die Bestockungen sind derart heterogen, daß eine Stratifikation äußerst wenig wirksam ist. Untersuchungen, die demnächst in diesen Mit- teilungen publiziert werden, zeigen, daß die Streuung, das Maß der Homogenität, je nach dem betrachteten Argument, in ein und derselben Bestockung verschieden ist. Es handelt sich demnach bei der Wahl der Zuwachsberechnungsmethode und der **Schät-** zung der Genauigkeit darum, eine sinnvolle Kombination von Meßargumenten zu be- nützen, die ein Minimum an Streuung aufweist und den geringsten statistischen Fehler ergibt.

Von den verschiedenen Möglichkeiten der Zuwachsberechnung (erweitert zur **Wert-** zuwachsberechnung) wurde nach eingehender Diskussion die im folgenden skizzierte Methode gewählt, deren Anwendung ein Versuch im Rahmen eines allgemeinen **For-** schungsprogramms darstellt.

In **ungleichaltrigen** Waldungen (die Bestände des Nationalparks dürfen hierzu ge- rechnet werden) kann für die Zuwachsberechnung von einem festen Tarif ausgegangen werden. Dazu dienen die Formeln der **Kontrollmethode**, wenn zwei Inventare vorhanden sind, oder die daraus ableitbaren Formeln der **Tariffdifferenzmethode**¹, wenn nur ein Inventar erhoben wird, wie dies bei Stichprobenerhebungen im allgemeinen der Fall ist.

¹ Loetsch, F.: Massenzuwachsermittlung durch Bohrspanproben unter Anwendung mathema- tisch-statistischer Methoden. Zeitschrift für Weltforstwirtschaft, 16 (1953). II.: Das Tariffdiffe- renzverfahren zur Massenzuwachsermittlung. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 3/4/5, 1954.

Lescaffette¹ und Weidmann² haben, unabhängig voneinander, gezeigt, daß der «Steigungsfaktor», gleichbedeutend mit der «Tarifdifferenz» oder der «Ableitung der Tarifkurve», als selbständiger Meßwert interpretiert werden kann. Wird nämlich die Ableitung oder Differenziation der Tarifkurve nach dem Baumradius vorgenommen, so kam das Steigungsmaß der Tarifkurve als «Mantelfläche» des Baumes oder als «Kambiumfläche» aufgefaßt werden. Analog den Formeln von Meyer und Loetsch erfolgt die Zuwachsberechnungen nach der Formel

$$zv = v' \cdot j, \text{ dabei gilt: } zv = \text{Volumenzuwachs in m}^3$$

$$v' = \frac{dv}{dr} = \text{Kambiumfläche in m}^2$$

$$j = \text{Jahrringbreite in Brusthöhe in m}$$

Der so berechnete Zuwachs entspricht dem Begriff der «Zuwachspotenz» nach Krutzsch-Loetsch: *Die Zuwachspotenz stellt die im Zeitpunkt der Inventur in einem Baum bzw. der Summe von Bäumen ruhende Zuwachsmöglichkeit bei Annahme eines durchschnittlichen Klimaeinflusses dar.*

Da die Tarife (Schaftholztarif, Nutzholztarif und Werttarif) in der Form $y = f(x)$ vorliegen, ist die Bestimmung ihrer Ableitung $y' = f'(x)$ einfach, wenn für x der Radius des Baumes eingesetzt wird. Für den Schaftholztarif (V_S) können wir diese Ableitung als **Kambiumfläche** bezeichnen, während die Ableitung des Werttarifes besser **Wertsteigungsfaktor** genannt wird. Eine **Wertfolge** der Ableitungen des Schaftholz-, Nutzholz- und Werttarifes, nach dem Durchmesser geordnet, kann gleichfalls als Tarif bezeichnet werden. Untersuchungen in Stichprobenflächen oder Teilflächen von Beständen mit großer Varition haben gezeigt, daß die Kambiumfläche i. a. eine weit geringere Streuung um den Mittelwert aufweist, als beispielsweise das Volumen oder die Stammzahl. Die Streuung der verschiedenen Größen (N , V , V') in den Beständen des Nationalparks sollte anhand dieser Aufnahmen untersucht und verglichen werden.

Mit Hilfe der **Tarifableitungen** kann die **Zuwachsberechnung** nach folgenden Formeln vorgenommen werden:

$$zv_S = v'_S \cdot j \text{ (Schaftholzzuwachs)}$$

$$zv_N = v'_N \cdot j \text{ (Nutzholzzuwachs)}$$

$$zw = w' \cdot j \text{ (Wertzuwachs)}$$

(Der Rindenfaktor kann dabei in einem der beiden Faktoren enthalten sein.) Um für die **Zuwachsberechnung** von Beständen sowie deren **Fehlerschätzung** ähnlich einfache **Formeln** zu erhalten wie für die Berechnung des Vorrates und Wertes, sollte der Zuwachs der **Einzelbäume** ebenfalls in Form von Tarifen vorliegen. Mit Hilfe der oben angegebenen Formel ist der Zuwachs der Probestämme einzeln zu berechnen. Die Streuung der Einzelwerte, hervorgerufen durch die Streuung von j , ist sehr groß. Diese sind deshalb

¹ Lescaffette, J.: Une propriété des arbres et des peuplements; la surface génératrice. Bulletin trimestrielle de la Soc. forest. de Franche-Comté, Tome 26, no 1, mai 1951.

² Weidmann, A.: Die waldbauliche Bedeutung von Untersuchungen über Kambiumfläche und Zuwachs. Unveröffentl. Semesterarbeit, 1952, ETH Zürich.

ebenfalls mit Hilfe einer Beziehung $y^{**} = f^{**}(x)$ auszugleichen. Bei dieser Art Ausgleichung erhalten die einzelnen Meßwerte das ihnen zukommende Gewicht. Die tabellarische **Zusammenstellung** der **Funktionswerte** nach dem Durchmesser geordnet, kann als **Zuwachstarif** bezeichnet werden, und zwar je nach der betrachteten Zuwachsgröße als **Schaffholzzuwachs-, Nutzholzzuwachs- oder Wertzuwachstarif**. Werden die **Funktionswerte** des **Volumenzuwachses** durch diejenigen der entsprechenden Ableitungen dividiert, so erhalten wir ausgeglichene Werte von j gemäß der Formel:

$$\bar{j} \text{ gewichtet} = \frac{y^{**}}{y^*} = \frac{zv_s}{v_s}$$

2 Vorbereitung

21 Die Präparation der Luftphotos

Der Hauptteil des Nationalparks wurde 1956 zum Zwecke der **Neukartierung** im Zusammenhang mit Kraftwerkstudien photographiert. Bereitwillig wurden uns von der Eidgenössischen Vermessungsdirektion Kopien und Negativmaterial zur Verfügung gestellt. **Ergänzungsflüge**, hauptsächlich des Val **Mingèr**, wurden im Frühjahr 1957 durch den Photodienst der **Flieger- und Flabtruppen** ausgeführt.

Für Aufnahme und Auswertung wurde eine Methode angewandt, die rasch und billig ist und die bei geringem Aufwand an Material und Instrumenten den Anforderungen mit genügender Genauigkeit am besten entsprach. Die Flugphotos sollten, wie bereits erwähnt, sowohl für die Feldarbeit als auch für die Flächenermittlung im Büro genügen. Für die Lösung dieser Aufgaben wurde eine partielle Entzerrung der Luftphotos als zweckmäßig erachtet, so daß sie durch Aneinanderfügen eine Art Luftbildplan ergaben. Die vorhandenen guten **Kartengrundlagen** im Maßstab 1:50 000 (neue Landeskarte) ermöglichten es, die Entzerrung als empirischen Einpaßvorgang auf die bestehenden **Kartenunterlagen** durchzuführen.

Die Koordinatenschnittpunkte im Netzaabstand von 500 x 500 m wurden aus den bestehenden Karten auf die Luftphotos übertragen und auf eine Einpaßschablone von 10 x 10 cm projiziert. Eine befriedigende Übereinstimmung von je 4 Punkten beliebiger Höhenlage mit den Paßpunkten der Schablone ist mit der üblichen Projektion auf eine ebene Fläche nicht immer erreichbar. Es wurde deshalb zur Entzerrung der **Gebirgsaufnahmen** im Nationalpark ein weiterer Freiheitsgrad eingeführt, indem die Projektionsfläche gebogen wurde. Dieses Verfahren ist als empirischer Einpaßvorgang mit beschränkter Genauigkeit zu bezeichnen und entspricht nicht mehr den **Genauigkeitsanforderungen** der klassischen Photogrammetrie. Doch bewirkt die Methode, daß systematische Fehler für die Gesamtheit **infolge** des Einpassungsvorganges weitgehend ausgeschaltet werden und nur die zufälligen Fehler für die einzelnen Flächenteile übrig

bleiben. Auf jeden Fall gelang es auf diese Weise, die gesamte Waldfläche des Nationalparks in einem **runden** Maßstab von 1:5000 abzubilden. Die Art der partiellen Entzerrung erlaubt eine einfache Montage der Luftbilder über je einen Quadratkilometer **M** einheitlichen Format 20 × 20 cm. Ein Beispiel einer solchen Montage und des entsprechenden Arbeitsblattes mit der **Deckfolie** zum Einzeichnen der Bestandesgrenzen und des Stichprobennetzes, wie es für die Feld- und Büroarbeit gebraucht wurde, zeigt Bild 3. Da die Projektion direkt auf **Filmmaterial** erfolgte, war die **Vervielfältigung** durch einfaches Kopieren billig.

Die erforderliche Genauigkeit der Flächenermittlung kann durch einen Vergleich mit der Genauigkeit der übrigen Erhebungsdaten abgeschätzt werden. Bei einer **Stichprobenerhebung** von gleichmäßiger Probedichte ist das statistische Fehlerprozent eines Meßargumentes (Vorrat, **Stammzahl** usw.) nach folgender Formel von der **Fläche** des

aufzunehmenden Arealen abhängig: $E \% \sim \frac{a \cdot 100}{\sqrt{F}}$ (F = Fläche in Hektar, a = Kon-

stante). Die Werte von **a** sind ein Ausdruck für die relative Genauigkeit der Stichprobenerhebung. Soll das statistische Fehlerprozent der Vorratsermittlung bei einer **Gesamtfläche** von circa 5000 ha den Wert von $\pm 7\%$ nicht überschreiten, so wird

$a \sim \frac{E \% \cdot \sqrt{F}}{100} \sim 5$. Das **Vermessungswesen** kennzeichnet die Genauigkeit der **Flächen-**

ermittlung durch die Fehlertoleranzformel, welche (wenn sie auch begrifflich etwas anderes darstellt) derselben Gesetzmäßigkeit gehorcht: $E^* \% = \frac{a^* \cdot 100}{\sqrt{F}}$. Für Gebirgs-

verhältnisse schreibt die Instruktion **III** der Katastervermessung bei einem **Kartierungs-**maßstab 1:5000 (wie die Luftbilder) die Einhaltung des Toleranzfaktors $a^* = 0,02$ vor. Ein Vergleich der Werte von **a** und a^* zeigt, daß die Vermessung mit einer etwa **100-**bis **200mal** höheren Genauigkeit arbeitet als die vorgesehene Vorratsaufnahme. Der Gesamtfehler der **Vorratserhebung** ergibt sich durch statistische Fehleraddition aus dem Flächenfehler und dem Stichprobenfehler. Dabei ist wegen des großen **Genauigkeitsunterschiedes** praktisch nur der Stichprobenfehler wirksam. Es darf aus den großen Genauigkeitsunterschieden geschlossen werden, daß die angewandte **Entzerrungs-**methode, wenn sie **auch** relativ grob ist, Flächenfehler ergibt, die **vernachlässigt** werden können, besonders da systematische Fehler weitgehend ausgeschaltet sind.

Das oben skizzierte Verfahren resultierte aus früheren, in Gemeinschaftsarbeit an der Versuchsanstalt durchgeführten Versuchen; die technische Ausführung besorgte Forstingenieur Bruno R h o d y.

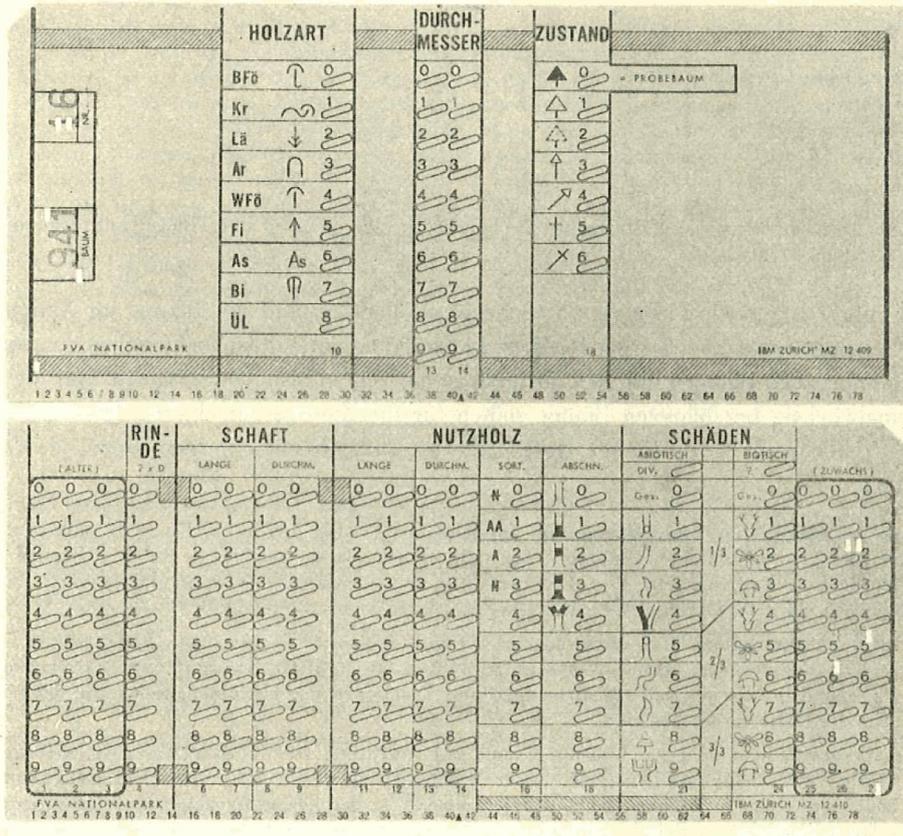
22 Der Entwurf der Lochkarten, Formulare und Instruktionen

Beim Entwurf der Formulare wurde auf größte Einfachheit geachtet. Für die **ganze** Aufnahme sind nur zwei Formulare entworfen worden, die Lochkarte zur Erfassung der Probebäume und das **Probeflächenkuvert**. Notizen zur Bestandesschreibung wurden auf den Arbeitsblättern der Luftphotomontagen angebracht.

Der Entwurf der Lochkarte

Die Figur 1 zeigt Vorder- und Rückseite der Lochkarte, die zur **Registrierung** eines jeden in der **Probefläche** vorhandenen Baumes über 1,3 m **Höhe** verwendet wurde. Es handelt sich um eine **Mark-Sensing-(MS)-Zeichenlochkarte**, d. h. Zahlen und Begriffe werden durch eine **Positionsschrift** eingetragen. Diese wird maschinell abgelesen und in Lochschrift übersetzt. Die **Markierung** erfolgt durch stark elektrisch leitende **Graphitstriche**, die genau in den vorgeschriebenen Feldern (je Zeichenkolonne ein Begriff) anzubringen sind.

Figur 1



Lochkarte. Oben: Vorderseite für alle Bäume über 1,3 m Höhe, links die fortlaufende Nummer gelocht und angeschrieben.
Unten: Rückseite für die Taxation der Zuwachsprobebäume.

Die Vorderseite übernimmt für jeden Baum über 1,3 m Höhe in der Stichprobenfläche Baumnummer, **Holzart**, Durchmesser und Zustand.

Die fortlaufende Nummer auf der Vorderseite der Baumkarten dient erstens zur Individualisierung jedes **Einzelbaumes** und zweitens zur Bestimmung der **Probebäume**. Sie wird **zum** voraus in die Karten gelocht und angeschrieben.

Die Kolonne **Holzart** enthält praktisch alle vorkommenden Holzarten im Nationalpark. Der Code lautet:

0 Bergföhre

In Gebieten, wo es nicht möglich ist, Engadiner Föhren (WFö) und BFö auseinander zu halten, besonders im **Jungwuchs**, sind alle zweifelhaften Stämme als BFö zu notieren. Nur ganz eindeutige WFö werden als solche angegeben.

1 Krummholz (Legföhre)

Keine deutliche Hauptachse, Tendenz zu horizontalem Wuchs. **Niedergedrückte** Stämme mit erkennbarem Bestreben, sich **aufzurichten**, fallen im allgemeinen unter BFö. Es ist auch **darauf** zu achten, ob man sich in einem Bestand aufrechter oder vorwiegend niederliegender BFö befindet.

2 Lärche

3 Arve

4 Waldföhre (**Engadiner Föhre**)

5 Fichte

6 Aspe

7 Birke

8 übriges **Laubholz**

Als Durchmesser ist der **Brusthöhendurchmesser** in 1,3 m Höhe über Boden mit **Abrundung** auf 1 cm eingetragen.

Unter Zustand wird der verschiedene Gesundheitszustand der Bäume im Nationalpark verstanden. Dabei wurde eine scharfe Trennung vorgenommen zwischen den sogenannten normalen Bäumen und den übrigen, geschwächten bis toten Stämmen. Nur die als normalwüchsig bezeichneten Bäume sollten für die Zuwachsberechnung (Bestimmung der Probestämme) sowie für die Herleitung der Tarife benützt werden. Der Code dazu lautet:

1 normalwüchsige, gesunde Bäume. Die Bestände des Nationalparks **dürfen** nicht mit den im **Wirtschaftswald** üblichen Maßstäben **beurteilt** werden, da sie ungepflegt und der Ungunst der Hochgebirgslage ausgesetzt sind. Der Begriff **«normal»** muß deshalb **weit** gefaßt werden, damit dennoch ein guter Durchschnitt durch die Zuwachsträger resultiert.

0 identisch mit Zustand 1. **Normalwüchsige**, gesunde Bäume von 1 bis 29 cm BHD mit der **Endzahl 0** und sämtliche Bäume vom Zustand 1 über **30 cm BHD** sind als Zuwachs-Probestämme **zu** behandeln; für sie sind die Messungen und Taxationen durchzuführen, welche auf der Rückseite der Karte vorgesehen sind;

2 stark geschädigte oder geschwächte Bäume mit wesentlich vermindertem Zuwachs, die gegenwärtig keine deutlichen Anzeichen einer Erholung zeigen und die somit nicht als **Zukunfts**-bäume in Frage **zu** kommen scheinen. Bestimmend ist der jetzige Aspekt, nicht eine vermutete spätere Entwicklung. Bei einer eventuellen Bestandespflege würde der größte Teil dieser Bäume einer Durchforstung **zum** Opfer **fallen**.

3 und 4 bezeichnen ein weiter fortgeschrittenes Stadium der Schwächung, d. h. Bäume, die deutlich absterbend sind, die jedoch unter den Verhältnissen des **Nationalparks** noch **jahrzehntelang** vegetieren können;

Zustand 3 enthält alle **Bäume**, welche noch verwertbares Holz besitzen,
Zustand 4 jene Bäume ohne verwertbares Holz;

5 und 6; darunter sind die toten Bäume **zu** verstehen, die noch mit dem Boden verbunden sind oder eindeutig auf der betreffenden Probestfläche **gestanden** haben.

Unter Zustand 5 **fallen** Baumleichen mit verwertbarem Holz.
unter 6 solche ohne verwertbares Holz.

Die *Rückseite* der Baumkarte nimmt die Messungen und Taxationen auf, welche an den Zuwachsprobeäumen (Zustand 0) zu erheben sind. Rinde, Schaft, Nutzholz und Schäden werden im Feld eingetragen, während Alter und Zuwachs anhand der Bohrkerne im Labor ermittelt und nachträglich notiert werden. Für die Bäume vom Zustand 26 ist kein Zuwachs zu berechnen, und es werden keine weiteren Taxationen vorgenommen. Von den liegenden, nutzholztauglichen Baumleichen werden nur Länge und Durchmesser des Nutzholzstückes beurteilt.

Zum Zweck der Tarifierleitung wird gemessen und notiert:

Die doppelte Rindendicke in **Brusthöhe** in cm,
die Schaftlänge (Baumhöhe) in m und sein Mittendurchmesser in cm,
die **Nutzholzlänge** in m und der zugehörige Mittendurchmesser in cm,

drei **Qualitätsklassen** geben über den Wert des Holzes nähere Auskunft, während eine weitere Angabe über die Lage des Nutzholzes am Stamm und allfällige **Fehlerstellen** orientiert. Infolge der einfachen Sortiments- und Dimensionsverhältnisse kann eine den **Marktverhältnissen** entsprechende Einschätzung leicht durchgeführt werden. Sind am gleichen Baum mehrere, getrennte **Nutzholzabschnitte** vorhanden, so erfolgt die Eintragung derart, daß eine möglichst gute Schätzung von Sortiment und Volumen resultiert. Bei sehr ungleich wertvollen Abschnitten werden die für den Totalwert unwesentlichen vernachlässigt.

Die an den Probeäumen festgestellten Schäden ermöglichen eine Beurteilung des Gesundheitszustandes der Bestände. Als abiotische Schäden werden bezeichnet: mechanische **Schädigungen** durch Steinschlag, Lawinen, Schnee, Sturm und Feuer. Als Ursache der biotischen Schäden werden Menschen, höhere **Tiere**, Pilze und Insekten unterschieden.

Zum Zweck der Alters- und **Zuwachsbestimmung** dienen die **Bohrkerne**. Als Alter wird das sogenannte Brustliöhenalter bestimmt. Das zehnjährige Mittel der Jahrringbreite in Hundertstelmillimeter **ohne** Rinde dient der Zuwachsrechnung.

Das Probeflächenkuvert (Figur 2)

Das Probeflächenkuvert hat zwei Zwecken zu dienen: erstens soll es die zu einer Probefläche gehörenden Baumkarten aufnehmen, schützen und durch die **Probeflächennummer** lokalisieren. Zweitens dient es als Probeflächenprotokoll, das die charakteristischen Merkmale der Probefläche in bezug auf Standort, Pflanzengesellschaft und Bestand sowie eine **Jungwuchsauszählung** aufnimmt. Die graphische Gestaltung des Formulars erlaubt eine leichte **Verschlüsselung** der Angaben in sogenannten **Probeflächen-«Meisterkarten»**. Die für die Auswertung benötigten Angaben können automatisch in beliebiger Zahl von den Probeflächenmeisterkarten in sämtliche Baumkarten eingestanzt werden. Dies **ermöglicht** eine eingehende Analyse der Bestockung nach verschiedenen Standorts- und Bestandesmerkmalen.

- 1 bezeichnet die Nummer der Probefläche, wobei sich die ersten zwei Ziffern auf die Nummer des betreffenden Quadratkilometers beziehen und die letzten **zwei** auf die Lage innerhalb dieser Fläche.
- 2 gibt an, auf welcher **Fläche** die Messung des Bestandes über 1,3 m **Höhe** erfolgt. In den hochstämmigen Beständen ist **es** der Vierstangenkreis, in den **Legföhrenflächen** der Zweistangenkreis. Nun in ganz seltenen Fällen waren Ausnahmen angezeigt.
- 3 ist die Nummer des Gebietes (siehe Figur 9, Flächeneinteilung).
- 4 entspricht einer siebenstelligen, verschlüsselten Bestandesbeschreibung, die für alle Probeflächen **desselben** Bestandes zutrifft und dementsprechend meistens erst nachträglich eingetragen werden kann.

Figur 2
 Probeflächenkuvert, Vorder- und Rückseite.

1	Fläche No				
2	Größe	1	2	3	4
3	Gebiet				
4	Bestand	1	2	3	4
5	Aspe	6	KEIN	0	Feuer
	Birke		Steinschlag	1	Pilze
	A-Erle		Lawinen	2	insekten
	Weide		Kriechschnee	3	Wild
	Sorbus		Wind	4	
7	0 - 20		20 - 130		
8	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5
10	N	NE	E	SE	S
11	17	18	19	20	21
12	1	2	3	4	5
13	0	10	40	70	100
Datum: 1957					
14	Zeit: von h bis h				
Unterschrift:					

15		
	<i>Piceetum subalpinum</i>	10
	<i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i>	21
	<i>Rhodoreto-Vaccinietum mugefosum</i>	22
	<i>Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidelosum</i>	23
	<i>Empetro-Vaccinietum</i>	30
	<i>Junipereto-Arctostaphyloetum</i>	40
	<i>Pineto-Caricetum humilis</i>	50
	„ mit <i>Pinus engadinensis</i>	51
	„ mit <i>Pinus mugo</i>	52
	<i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis</i>	61
	<i>Mugeto-Ericetum hylacomietosum</i>	62
	<i>Mugeto-Ericetum cladonietosum</i>	63
	<i>Mugeto-Rhodoretum hylacomietosum</i>	71
	<i>Mugeto-Rhodoretum cladonietosum</i>	72
	<i>Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae</i>	73
	Ges. auf ehemaliger Weide	80
	Alpine Gesellschaften	90

5 und 6 bedeuten Merkmale, die sich auf die Bestockung in der **Probefläche** und deren Umgebung gesamthaft beziehen. So werden vorkommende seltene Laubhölzer, die in der Probefläche nicht **erfaßt** werden, unter 5 angekreuzt, während 6 allgemein **feststellbare** Schäden im Bestand bezeichnet. Es wird nur der **für** den Bestand **wichtigste** Schaden notiert.

7, 8 und 9 dienen der **Jungwuchsauszahlung**.

Unter 8 **wird** die für die Auszahlung bestimmte **Fläche** angegeben, 9 bezeichnet die **flächenhafte** Anordnung (Gruppierung) des **Jungwuchses**, und 7 dient der Auszahlung der einzelnen **Holzarten im Detail** in zwei Größenklassen von 0 bis 20 cm und von 20 bis 130 cm Höhe.

10, 11, 12, 13 und 15 dienen zur **Charakterisierung** der Probefläche. So bedeuten: 10 = Exposition der Fläche, 11 = Höhenlage über Meer in Hektometer, 12 = **kleinflächige** Orographie und 13 = **allgemeine Steillage** des Geländes in **Neigungsprozenten**. Als **wichtiges** synthetisches Kennzeichen des Standortes wird schließlich die **Pflanzengesellschaft** = 15 angesprochen.

14 dient der Arbeitskontrolle,

Die *Bestandesausscheidung* und *Bestandesbeschreibung* muß, dem Charakter der Bestände und der Aufnahme entsprechend, großzügig vorgenommen werden. Bestände von weniger als 1 ha **Fläche** (2×2 cm auf dem Luftbild) werden entweder vernachlässigt oder in die Beschreibung des umliegenden Bestandes aufgenommen. Sollen für Einzelbestände zutreffende Aussagen gemacht werden, so müssen diese bei der angewandten Stichprobenmethode eine entsprechende Größe aufweisen. Die Bestandesbeschreibung soll ermöglichen, Flächen mit gemeinsamen Merkmalen zu Typen (Überbestände) zusammenzufassen, die eine sinnvolle Auswertung gestatten. Die Beschreibung erstreckt sich auf sieben-(im Formular 6) **verschlüsselbare** Merkmale:

1. **Hauptholzart** und wichtigste Kombinationen,
2. Nebenholzart und wichtigste Kombinationen,
3. horizontale Struktur,
4. vertikale Struktur, ohne Jungwuchs,
5. mittlere Höhe der Oberschicht in Klassen,
6. Zustand der **Jungwuchsschicht**,
7. allgemeiner **Waldzustand**.

Bäumchen von 130 cm Höhe dienen der Gewinnung von Stammscheibchen. Diese **gewähren** einen Einblick in die **Jugendentwicklung** der Bestockung und ergänzen die Angaben über das Brusthöhenalter. Stammscheibchen werden von jeder vorkommenden **Holzart** in der Probefläche oder deren nächsten Umgebung gesucht.

Die *Pflanzengesellschaft* **kann** als Resultante der Standorts- und Bestandesverhältnisse angesprochen werden und verdient deshalb besondere, allgemeine Bedeutung. Im Nationalpark sind die **Verhältnisse** für eine Beurteilung der Pflanzengesellschaften besonders günstig. Erstens sind die wenigen vorkommenden Gesellschaften gut untersucht, und zweitens sind sie meistens in ziemlich reiner Form vorhanden, bilden jedoch oft ein **kleinflächiges** Mosaik. Die Beschreibung der Pflanzengesellschaften in Abschnitt 31 der Auswertung diene zur Ansprache der Gesellschaften.

23 Die Ausrüstung

Vier Gruppenausrüstungen mit genügendem Ersatzmaterial waren für die Außenarbeiten bereitzustellen. Meßgeräte, Verbrauchsmaterial für eine Tagesarbeit, Verpflegung, Sanitätsmaterial und einheitlicher Wetterschutz mußten je Dreiergruppe so zusammengestellt werden, daß sie auf langen und **schwierigen** Märschen bequem mitgetragen werden konnten.

1. Kartengrundlagen

Luftphotos, Arbeitsblätter mit Deckfolie 1:5000

Soziologische Karte 1:10 000

Topographische Karte 1:50 000

Feldbüchlein, Instruktionen

2. Geräte und Instrumente je Gruppe

Stahlkluppe

Zuwachsbohrer 250 mm
Höhenmesser Christen ca. 30 cm
Komaß Recta
Höhenmesser (Höhenbarometer Thommen)
Stahlmeßband 20 m
Flickzeug zu Meßband
Umfangmaße
Meßstangen mit **Befestigungsvor-**
richtung für Kluppen
Kurven-Kluppen
Schreibunterlagen aus Plexiglas
mit Lochkartenfach

Rindenmesser
Heftapparat
Signalhorn
Handbeil
Gummischutz für Beil
Handsäge
Jalon
Lupe
Meßkette aus Stahlkabel (Reserve)
Maßstab
Rollmeter
Lochkartentasche
Transporteur

3. Verbrauchsmaterial

Lochkarten 80–100 000
Probeflächenkuverts 3000
Haften (für Heftapparat) 4000
Baumwachs
Radiergummi
Lochkarten-Schachteln

Bleistifte
Spezialbleistifte für
Mark-Sensing mit Ersatzminen
Bohrkerntüten 1000
Aluminiumfolien 10 000

4. Übriges Material

Einheitlicher Regenschutz
Rucksäcke
Putzzeug
Reparaturmaterial und Instrumente
Zelt und Ofen

Luftmatratzen
Tourenkocher
Schlafsäcke
Wassersäcke
Sanitätsmaterial und Schlangenserum

5. In der Zentrale **Zuoz** war **Ersatzmaterial** aller Art, die Jahrringmeßmaschine (**Eklund-**Gerät) sowie zwei Binokularlupen vorhanden.

6. Große Dienste für die Verkürzung der Anmarschwege und den Materialtransport leisteten die **beiden** leihweise überlassenen Militärjeeps.

Mit den zusammensteckbaren **Aluminiumstangen** können vom Mittelpunkt der **Probe-**fläche aus (Jalon) horizontale Kreisflächen abgemessen werden. Mit Hilfe der Stangen werden folgende Kreisflächen abgegrenzt:

	Radius der Kreisprobe	Fläche der Kreisprobe
4-Stangenkreis	6,63 m	138,1 m²
3-Stangenkreis	4,99 m	78,2 m²
2-Stangenkreis	3,35 m	35,3 m²
1-Stangenkreis	1,71 m	9,2 m²

Bild 4 zeigt die hauptsächlichsten Instrumente für die Messungen in den Probe-

3 Organisation und Durchführung der Aufnahmen

31 Die Organisation und der zeitliche Ablauf der Aufnahmen

Die Aufnahmen über den Gesamtpark mußten auftragsgemäß in der kurzen Zeit vom Juni bis September vollständig durchgeführt sein. Dies erforderte ein vorsichtiges Disponieren, da mit Ausnahme der **Stichprobenerhebungen** in Tschierv wenig Erfahrungen über den Arbeits- und **Zeitaufwand** vorlagen. Während dieser ganzen Zeit waren drei Arbeitsgruppen vorgesehen, bestehend aus einem Gruppenführer und zwei Meßgehilfen. Diese Art der Gruppenarbeit hatte sich schon in Tschierv bewährt. Für die ganze Dauer der Aufnahme standen die Außenaufnahmen im Park unter der direkten Leitung eines Forstingenieurs. Dieser stand dauernd in Verbindung mit der Versuchsanstalt, die die administrativen Belange betreute und für den Nachschub sorgte. Zwei Förster konnten als Gruppenführer von unserer Anstalt zur Verfügung gestellt werden, während die dritte Gruppe durch den Aufnahmeleiter selbst oder in dessen Vertretung durch einen schweizerischen Forststudenten geführt wurde. Die sechs einheimischen Meßgehilfen für das vorgesehene Minimum von drei Gruppen wurden vom Gemeindeforstamt Zernez gesucht. Eine Ausschreibung durch das Internationale Praktikantenamt hatte Erfolg, so daß ab Mitte Juli zwei Finnen und vier Österreicher angestellt werden konnten. Je drei Mann bildeten abwechselnd eine vierte Gruppe, während die drei andern unter der Leitung eines Lehrers in Zuoz arbeiteten. **Abwechslungsweise** wurde an fünf oder sechs ganzen Tagen, bei einem Mittel von etwa 56 bezahlten Arbeitsstunden pro Woche gearbeitet.

Die Unterkunfts- und **Zugangsmöglichkeiten** waren für den Arbeitseinsatz entscheidend. Während der ganzen Dauer der Arbeit diente die Militärbaracke in **Zuoz** als Operationsbasis. Il Fuorn (Labor), La **Schera**, Murtarous und **Mingèr** sowie das Wegerhaus in Ova Spin dienten als Schlaf- und Kochstellen. Unterkünfte mit Pension, welche auch von Touristen beansprucht und deshalb nur zeitlich beschränkt benützt werden konnten, waren: Das Wegerhaus in Buffalora, das Blockhaus im Val Cluozza und ein Gasthaus in **S-charl**. An zwei Stellen wurden Zeltlager mit Armeematerial errichtet, um die Anmarschzeiten in tragbaren Grenzen zu halten.

Die verkehrstechnische Erschließung des aufzusuchenden Gebietes ist sehr gering. An öffentlichen Straßen sind nur die Ofenpaßstraße und das Sträßchen nach **S-charl** vorhanden. Für drei kleine Zufahrtswege konnte von den Gemeinden die Fahrerlaubnis erhalten werden. Es war deshalb nicht zu vermeiden, daß ein großer Teil der Arbeitszeit für die oft sehr mühsamen Märsche zwischen Arbeits- und Unterkunftsart aufgewendet werden mußte, für welche das weitmaschige Netz der offiziellen Spazierwege nicht genügte. Eine wesentliche Erleichterung brachte hingegen die Tatsache, daß stets ein oder zwei Gruppen motorisiert waren und sich wenigstens entlang der Ofenpaßstraße rasch bewegen konnten. Zwei Teilgebiete (Steilhänge gegen Spöl und Clemgia) waren für Gruppenarbeiten zu gefährlich und wurden deshalb als nicht begehbar ausgeschieden, und bei der Auswertung zu den angrenzenden **Legföhrengeländen** geschlagen.

Nach einigen vorbereitenden Begehungen im Frühjahr 1957 wurde vom 4. bis 8. Juni ein **Einführungskurs** mit den Gruppenleitern durchgeführt, um diese mit der Aufgabe vertraut zu machen. Das Instrumentarium, die Meßtechnik und der Arbeitsablauf wurden am **praktischen** Beispiel demonstriert und in schriftlichen Instruktionen festgehalten, da die einzelnen Gruppen nachher allein und teilweise in weit verstreuten Gebieten arbeiten **mußten** und der Kontakt mit dem Leiter der Aufnahme nur alle paar Tage möglich war. Besonders wichtig war auch die **Übung** in der Beschreibung und **Abgrenzung** von Beständen, im Gebrauch und im Lesen der Luftbilder und in der Ansprache der Pflanzengesellschaften. Die Einführung in die Pflanzensoziologie des Parks wurde in verdankenswerter Weise von Herrn Kreisoberförster E. Campbell vorgenommen. Am 11. Juni trafen **die** einheimischen Arbeiter in Il Fuorn ein, und die Außenarbeit **mit** drei Gruppen begann. Bis Ende Juni arbeiteten alle Gruppen vom Labor Il Fuorn aus. Auf diese Weise konnten alle auftretenden Probleme gemeinsam besprochen und geklärt werden. Die drei einheimischen Gruppen arbeiteten durchgehend vom 13. Juni bis 21. **September**. Ab Mitte Juli und bis Ende September wurde die vierte Gruppe eingesetzt. Nach der Durchführung der restlichen Bestandesbeschreibung durch den Leiter und zwei Forstpraktikanten **wurden** die Arbeiten im Parkgebiet am 5. **Oktober** abgeschlossen.

32 Die Bestimmung des Probeflächenmittelpunktes und die Arbeit in der Probefläche

Die Bilder 5 bis 10 veranschaulichen deutlich den Arbeitsvorgang. Die Ausrüstung des Gruppenleiters ist von besonderem Interesse. Sie ist trotz ihrer Vielfalt einfach (Bild 5) und ermöglicht eine zweckmäßige Arbeitsweise. Die Bilder 6 und 7 illustrieren die Gruppenarbeit bei der Einmessung des Bestandes. Die **Jungwuchsauszahlung** im Zweistangenkreis wird im Bild 8 gezeigt, während einzelne **Meßvorgänge** und die Handhabung von Instrumenten aus den Bildern 9 und 10 ersichtlich sind.

Die Bestimmung des Probeflächenmittelpunktes

Die **Probeflächen**, 49 je Quadratkilometer, bilden ein quadratisches Netz mit ca. 143 m Abstand (siehe Bild 3). In Legföhrenflächen fällt jede zweite Probe aus. Das Gelände und der Baumbestand verunmöglichen eine genaue Einmessung. Da das Luftbild die meisten Anhaltspunkte für die Orientierung **enthält**, wurde es auch zur Bestimmung der Probeflächenmittelpunkte benützt, die mit Hilfe von Schablonen eingestochen wurden. Fiel eine Probefläche auf eine Kunstbaute (Straße, Haus) im Waldgebiet, so wurde der Mittelpunkt bereits im Büro nach einem bestimmten System verschoben. Restliche **Bild-**Verzerrungen bewirken, daß die Verteilung der Flächen im Gelände nicht streng regelmäßig ist. Dies kann aber vernachlässigt werden, da die Abweichungen unter der Einmeßgenauigkeit liegen. Auf dem Luftbild wurde vorerst nahe der gesuchten Probefläche ein Fixpunkt (Gelände, Bestand, Baumgruppe oder Einzelbaum) bestimmt und **darauf** mit Transporteur und Maßstab Marschrichtung und Distanz ermittelt. Von diesem **Fix-**

punkt aus wurde mit Meßband, Schrittmaß oder **Staffelmessung** in der genauen Richtung die vorherbestimmte Distanz abgemessen und der erreichte Endpunkt mit einem Jalon bezeichnet. So wurde die einzelne **Probefläche** zwar nicht sehr genau, jedoch objektiv bestimmt. **Alle** während des **Aufsuchens anhand** des Luftbildes festgestellten Abweichungen wurden **sofort** korrigiert. Die Einmessung der ganzen Linie (beim Fehlen von sicheren Orientierungspunkten) war im Hochwald nur selten, dagegen öfters in den unübersichtlichen **Legföhrenbeständen** notwendig, wo größere Abweichungen keine Rolle spielen. Die **Aufnahmeroute** eines jeden Tages wurde so vorausgeplant, daß ein möglichst günstiges Verhältnis zwischen Arbeitszeit und Marschzeit resultierte.

Die Arbeit in der Probefläche

Die Meßgehilfen stellten zunächst das Meßgerät bereit und deponierten nicht benötigtes Material außerhalb der Fläche. Inzwischen erledigte der Gruppenführer die allgemeine Probeflächenbeschreibung auf dem **Probeflächenkuvert**. In einem ersten Arbeitsgang wurden alle Bäume über 1,3 m Höhe innerhalb der **Probefläche** wie folgt kluppiert: Ein Meßgehilfe zeigte mit den vier zusammengesteckten Stangen (zwei Stangen in den **Legföhrenflächen**) die zu messenden Bäume an. Die Stangen wurden streng horizontal gehalten und im Grenzfall wurde das Stangenende senkrecht auf den **Brusthöhenquerschnitt** des Baumes projiziert. Wenn möglich bestimmten die **beiden** Meßgehilfen gleich zu Beginn die in die **Fläche** gehörenden Bäume, z. B. durch Markierung der Randbäume. Damit wurden beide Meßgehilfen für die Kluppiierung und die Bohrung der Probebäume frei. Unter ständiger Kontrolle des Gruppenführers kluppierte ein Arbeiter die Bäume und machte die Ansprache des Zustandes, während der zweite mithalf, oder bereits weitere Arbeiten erledigte. Gemessen wurde radial zum Mittelpunkt, genau 1,3 m über Boden. Jeder Baum über 30 cm BHD vom Zustand **I** (normal wüchsig) war ein **Zuwachsprobbaum**. Die zugehörige Lochkartennummer wurde auf einen **Aluminiumstreifen** geschrieben und an den Baum geheftet. Bäume unter 30 cm BHD, denen eine Baumkarte mit der Endziffer 0 entsprach, wurden auf die gleiche Weise als Zuwachsprobäume **nummeriert**, sofern sie zum Zustand **I** gehörten. Damit die Taxation nicht **beeinflußt** wurde, durfte der Protokollführer dies erst nachträglich bekanntgeben. Eine **paketweise Mischung** der **Baumkarten** verhinderte eine bewußte Auswahl jedes zehnten Baumes.

Die Messung und Taxierung der **Zuwachsprobäume** folgte als zweiter Arbeitsgang. War der zweite Meßgehilfe während der **Kluppiierung** frei, so begann er sofort mit der Entnahme der Bohrkerne an den als Zuwachsprobäume bezeichneten Stämmen. Die Bohrung erfolgte senkrecht zu den Jahrringen bis ins Mark. Die Bohrkerne wurden in deutlich angeschriebene **Bohrkerntüten** versorgt, die je 20 Stück aufnahmen. **Darauf** folgten die übrigen Messungen. Die Kurvenkluppe wurde am Ende der vier Stangen montiert und an den Probestamm gestellt. Farbige Marken bezeichneten die Basis für die Höhenmessung. Ein Arbeiter suchte mit dem <Christen#-Höhenmessereinen günstigen Standort, während der andere die Nummer **des** Probebaumes laut ablas und die **Rindendicke** bestimmte. War die Baumhöhe bekannt, so konnte mit Hilfe der Kurvenkluppe auf halber Höhe der **Mittendurchmesser** gemessen werden. **Darauf** folgte die Schätzung der

Nutzholzlänge und des zugehörigen Mittendurchmessers. Der Protokollführer notierte fortlaufend alle Messungen auf der Rückseite der entsprechenden **Baumkarte**. Er bestimmte auch die **Nutzholzqualität** und die **Schäden**. Abschließend prüfte er die Protokolle auf Vollständigkeit und versorgte sie im Probeflächenkuvert.

Als dritte Teilarbeit in der **Probefläche** waren die Jungwuchspflanzen auszuzählen. Dies erfolgte auf einem Kreis von nur zwei Stangen Radius und erforderte größte Aufmerksamkeit. Tote und eindeutig absterbende Pflanzen wurden nicht gezählt. Da einwandfreie makroskopische Unterscheidungsmerkmale zwischen Berg- und **Engadinerföhre** nicht zu finden waren, wurden die **beiden Holzarten** in der Verjüngungsphase zusammen genommen. Legföhren waren in dieser Größe ebenfalls nur selten als solche ansprechbar und wurden als Bergföhren gezählt. War die Anzahl der **Jungpflanzen** im Zweistangenkreis zu groß, so konnte die Fläche reduziert werden. In der Probefläche oder deren Nachbarschaft wurden noch 1,3 m hohe Bäumchen ausgesucht, um **Stamm-**scheibchen zu entnehmen, wenn möglich von jeder vorkommenden **Holzart** je eines,

Schließlich signierte der Gruppenführer das **Probeflächenprotokoll** und machte die nötigen Eintragungen auf dem Luftbild. Notizen über den Bestand ermöglichten nach Aufnahme aller Flächen die endgültige Bestandesbeschreibung. Die **Pflanzengesellschaft** wurde für jede **Probefläche** separat bestimmt. Wegen dem kleinflächigen Mosaik der Gesellschaften konnte nur gerade die Kreisprobefläche berücksichtigt werden; sofern mehrere Gesellschaftenvorkamen, entschied der größere Flächenanteil. Die soziologische Karte von E. **Campell** gab Auskunft über die möglicherweise vorkommenden Gesellschaften.

33 Erfahrungen

Der **Arbeitsumfang** sei in den folgenden Zahlen kurz zusammengefaßt: Die **Vorbereitungszeit** in Zürich betrug insgesamt etwa sechs Monate. Die reinen Feldaufnahmen erfolgten während etwa 280 Gruppen-Arbeitstagen zu durchschnittlich 10 Stunden. Vier Monate entfielen auf die **Leitung und Überwachung** und weitere fünf auf die Kontrolle und Bohrkernauswertung in Zuoz. Dabei wurden von den 2800 Gruppen-Arbeitsstunden nur 860 oder 31 % für Arbeiten in den **Stichprobenflächen** gebraucht, den Rest erforderte das Aufsuchen der Probeflächen. Der hohe Anteil der Marschzeiten zeigt jedoch, worauf sich die Aufmerksamkeit bei ähnlichen **Aufnahmen** richten muß. Aufgenommen wurden 1781 Hochwald- und 269 Legföhrenflächen. Von den kluppierten 78 000 Bäumen (inkl. Legföhren) waren 6100 Probestämme. 42 000 Jungwuchspflanzen wurden ausgezählt. Die Gesamtfläche der Stichproben erfaßt nur etwa 25,5 ha von den über 5000 ha der Parkwaldfläche. Von der Arbeit in der Probefläche entfiel schätzungsweise ein Viertel auf das Kluppieren der Einzelbäume, zwei Viertel auf die Aufnahme der Probestämme und ein Viertel auf die Jungwuchsauszahlung.

Die **Planung und Organisation** der Außenaufnahmen hat sich bewährt. Die Aufnahmen waren durch das Wetter stets begünstigt, nur an zwei oder drei Tagen konnte nicht gearbeitet werden. Die einheimischen Arbeiter waren, mit einer Ausnahme, zwischen 40 und 45 Jahre alt. Dies war ein Vorteil, denn die vielseitigen Arbeiten erforderten

sorgfältiges, verantwortungsbewußtes und ausdauerndes Arbeiten. Material war genügend vorhanden, hingegen konnte der voraussichtliche Verbrauch an Lochkarten nur schwer beurteilt werden. Es lohnt sich deshalb eine größere **Reservehaltung**, um Verzögerungen zu vermeiden, besonders da 10 000 Lochkarten weniger kosten als ein verlorener Gruppen-Arbeitstag.

Als **Arbeitsgruppe** bewährte sich die Dreimanngruppe, bestehend aus dem Gruppenführer und zwei Meßgehilfen. Die Verteilung der einzelnen Arbeiten zwischen den zwei Meßgehilfen wurde absichtlich nicht festgelegt. Es zeigte sich, daß verschiedene Bestände ein unterschiedliches Vorgehen erforderten. Die Hauptsache war, daß die Gruppenleiter die Verhältnisse selbst beurteilten und entsprechend disponierten.

Die **Luftbilder** in der Form der beschriebenen Arbeitsblätter (Bild 3) ermöglichten eine sehr einfache Handhabung und konnten auch von ungeübten Leuten rasch gedeutet und ausgewertet werden. Sie konnten wie Kartenausschnitte in den Plexiglastaschen mitgeführt werden. Eine Menge von Orientierungspunkten ließ sich rasch bestimmen, wodurch das Aufsuchen der Stichprobenpunkte wesentlich erleichtert wurde. Um eine **Übersicht** über die ausgedehnten, wenig gegliederten Bestockungen zu erhalten, waren die Luftbilder praktisch die einzige **Möglichkeit**. Die einheitlich präparierten Luftbilder ergeben durch Aneinanderfügen oder in Form einer Blattkartei eine ausgezeichnete Bilddokumentation über die **Waldbestände** des Nationalparks. Trotz der geringen Bildqualität, die in diesem ersten größeren Versuch erreicht wurde, waren die Präparate eine große Hilfe. Zusätzliche Stereobilder und Stereobetrachtungsgeräte hätten in manchen Fällen gute Dienste leisten können. Die definitive **Kartierung** und **Flächenermittlung** erfolgte erst nach der **Übertragung** der Wald- und Bestandesgrenzen auf Kartenvergrößerungen im gleichen Maßstab (1:5000). Die besondere Methode der Präparation läßt erwarten, daß die systematischen Fehler in engen Grenzen liegen werden, während die zufälligen Fehler im Rahmen einer solchen Erhebung tragbar sind. Eine methodische **Untersuchung** über das Verfahren der Luftbildpräparation wird darüber Auskunft geben.

Die **Zeichenlochkarten** für jeden Einzelbaum haben sich für die beabsichtigte Arbeit als einfach und zweckmäßig erwiesen. Die Verwendung von schematischen Zeichnungen anstelle eines Zahlencodes, langer Namen und Beschreibungen beschleunigt die eindeutige Wahl des Zeichenfeldes. So erübrigten sich sehr bald alle zusätzlichen Instruktionen. Die Verwendung der **Vorder-** und **Rückseite** der Zeichenlochkarte ermöglichte eine Trennung der Merkmale, die bei allen Baumkarten auszufüllen waren von denjenigen, welche nur für die Zuwachsprobabäume und die liegenden Bäume galten. So wurde die Kontrolle wesentlich erleichtert. Die Mark-Sensing-Beschriftung bereitete am Anfang einige Schwierigkeiten, bis die Markierung auf der harten Plexiglasunterlage energisch und genügend genau erfolgte. Eine **Zwischenkontrolle** am Zeichenlocher in Zürich gab über die erreichte Qualität Auskunft, so daß schließlich bei einer Ablesung von 20 Kolonnen nur wenig Prozent fehlerhafte Karten anfielen. Die beschränkt-zufällige Auswahl jedes zehnten Baumes vom Durchmesser 1 bis 29 cm als Zuwachsprobabaum erfolgte anhand der vorgelochten Nummern einfach und sicher. Damit nicht systematisch jeder zehnte Baum ein Probabaum war und der Kluppenführer unbeeinflusst blieb, wurden die Lochkarten gemischt, so daß innerhalb von je 100 Karten die Zuwachsprobabäume

zufällig verteilt waren. Da jedoch alle **Bäume** von 30 cm und mehr BHD **Zuwachsprob**-**bäume** waren, entstand zwischen 29 und 30 cm BHD eine Nahtstelle. Die Kurve der aufgenommenen **Zuwachsprob**-**bäume** zeigt deshalb bei 29 cm ein eindeutig zu hohe und bei 30 cm eine zu tiefe **Stammzahl**.

Das **Probeflächenkuvert**, welches als **Probeflächenprotokoll** diente, erfüllte seinen Zweck. Die Einzelbaumkarten je Probefläche ließen sich auf diese einfache Art schonend ordnen und aufbewahren. In einzelnen Probeflächen ergab die Auszählung sehr große **Stammzahlen**, so daß die einzelnen Baumkarten nicht mehr in einem Kuvert Platz fanden und deshalb mit Hilfe eines Gummibandes mit dem Probeflächenkuvert **zusammengehalten** wurden. Das Kuvert gestattete eine rasche und lückenlose Notierung, welche leicht in Probeflächen-Meisterkarten verschlüsselt werden konnte. Eine wertvolle Hilfe bei den Probeflächenkontrollen war die genaue Angabe von Datum und Tageszeit der Aufnahme, um verschiedene falsche oder fehlende **Probeflächennummern** zu rekonstruieren.

Die verwendeten **Instrumente** erfüllten die gestellten Anforderungen. Die **Aluminiumstangen** waren an den Paßstellen zu schwach (ein Teil wurde nachträglich verstärkt) und die **Stahlkluppen** zu **rostempfindlich**. Meßtechnisch sind besonders die **Kurvenkluppen** hervorzuheben, die leicht zu handhaben waren und eine rasche und gute **Abschätzung** der Mittendurchmesser erlaubten. Eine gewisse Übung war zum Ablesen der Skala nötig, da die Zahlen manchmal kaum mehr wahrgenommen werden konnten; die **Rotfärbung** der Zehnerstriche bot jedoch gute Anhaltspunkte. Allerdings war bei höheren Bäumen über etwa 16 m das Extrapolieren der Durchmesser zeitraubend und auch nicht mehr sehr genau. Praktisch war auch die Schreibunterlage aus Plexiglas, die gleichzeitig als Kartentasche und Lochkartenbehälter verwendbar war. Die Recta-Bussolen sind für solche und ähnliche Zwecke genau genug.

Die **Einrichtung einer Zentrale** in Zuoz und ihr enger Kontakt mit den **Arbeitsgruppen** hat sich sehr bewährt. Stichprobenaufnahmen erfordern eine sehr gewissenhafte Arbeit und minutiöse Kontrollen. Besonders gilt dies bei der Verwendung von Lochkarten im Feld als Protokollierungsmittel, wobei Zehntausende von Einzelkarten richtig beschriftet und geordnet sein müssen. Eine laufende, frühzeitige Kontrolle des anfallenden Materials ist unbedingt nötig. So konnten besonders zu Beginn der Aufnahmen verschiedene Mängel rasch erkannt und behoben werden, und den Gruppenführern wurden Kontroll- und Vorbereitungsarbeiten abgenommen. In der Zentrale Zuoz wurden unter der Aufsicht eines Lehrers das eingehende **Kartenmaterial** und die Bohrkerne registriert und auf Vollständigkeit und richtige Ausführung der Zeichenmarkierung geprüft, ebenso wurden die **Bestandesausscheidungen** und **-beschreibungen** bereinigt und an den **Gebietsgrenzen** zur **Übereinstimmung** gebracht. Hierauf konnten die Probeflächen-Meisterkarten ebenfalls im M-C-Verfahren erstellt werden. Mit Hilfe des Bohrkernmeßgerätes erfolgte laufend ein großer Teil der **Zuwachsmessungen** und **Altersauszählungen**, die auf die **Zuwachsprob**-**baumkarten** übertragen wurden. In Zürich wurden die restlichen Messungen ausgeführt, worauf **sofort** die maschinellen Auswertungsarbeiten folgten.

Zuwachsprobe-
Kurve der auf-
g zu hohe und

erfüllte seinen
ache Art scho-
szählung sehr
n Kuvert Platz
ikuvert zusam-
Notierung, wel-
Eine wertvolle
und Tageszeit
nern zu rekon-

ie Aluminium-
ich verstärkt)
e Kurvenklup-
gute Abschät-
essen der Skala
nten; die Rot-
r bei höheren
ind auch nicht
ie gleichzeitig
solen sind für

Arbeitsgrup-
gewissenhafte
ng von Loch-
karten richtig
des anfallen-
ifnahmen ver-
hrrern wurden
wurden unter
rne registriert
prüft, ebenso
a den Gebiets-
Meisterkarten
erätes erfolgte
ie auf die Zu-
n Messungen

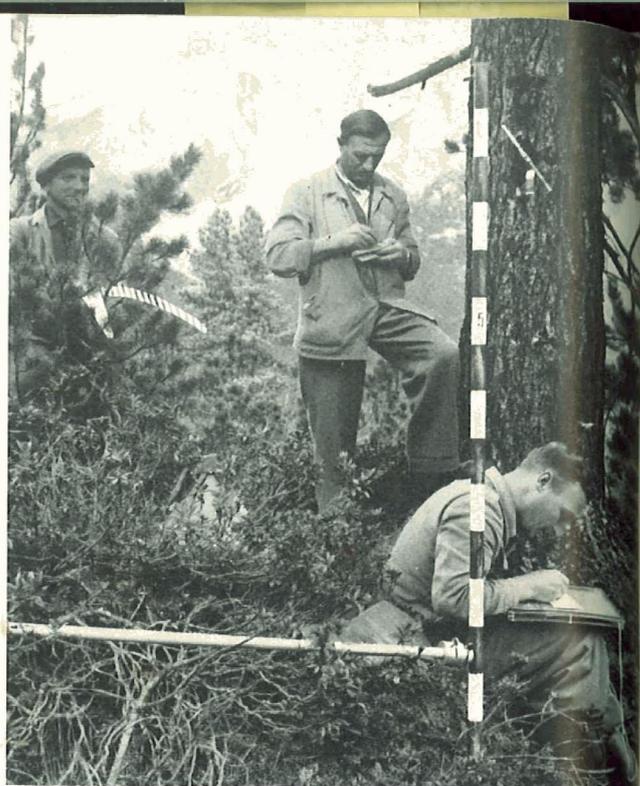


Bild 5 P. Scherrer

Ausrüstung und Arbeitsweise des Gruppenführers



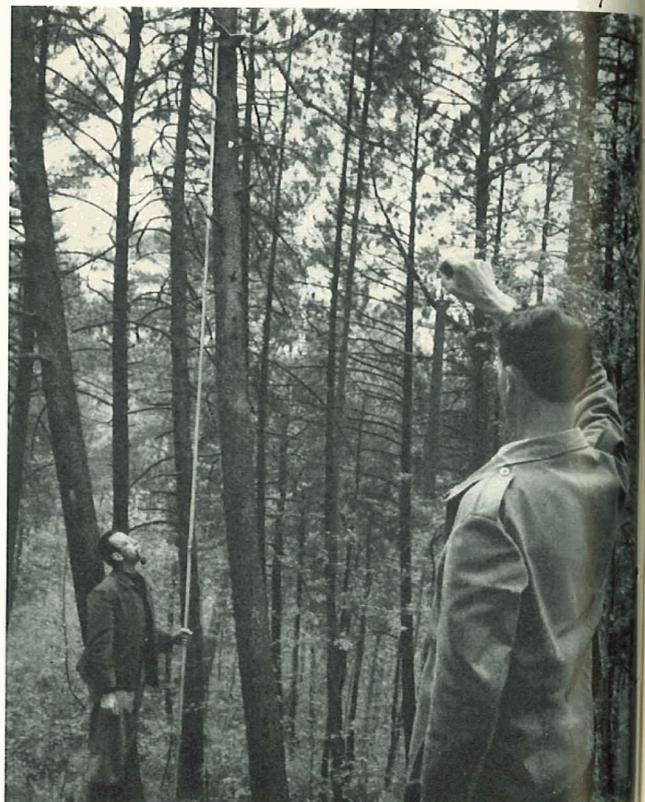
6



7



8



9

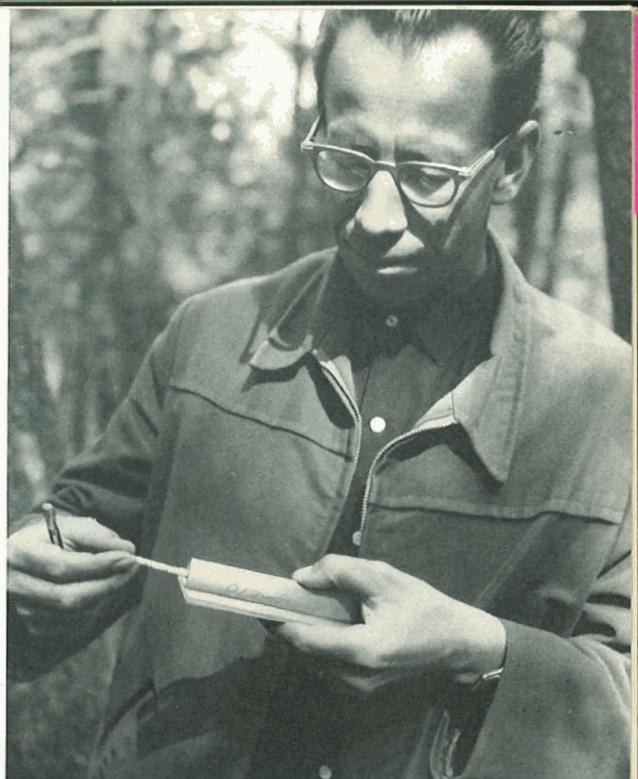
Bild 6 P. Scherrer
Bild 7 E. Müller

Bild 8 P. Scherrer
Bild 9 P. Scherrer

Die Arbeit in der Probefläche: Kluppieren und Taxation der Bäume
Die Arbeit in der Probefläche: Beschriftung der Karten, Zuwachsbohrung
und Kluppierung mit der Kurvenkluppe
Die Arbeit in der Probefläche: Auszählung des Jungwuchses
Die Arbeit in der Probefläche: Baumhöhenmessung und Messung
des Stammdurchmessers in halber Höhe



7



9



Bild 10 P. Scherrer

Von den Zuwachsprobefebäumen wird ein Bolirkern entnommen (o.l.), in einer Tüte versorgt und angeschrieben (o.r.); die Rindendicke wird mit dem schwedischen Rindenmesser gemessen (u.l.), und mit der an den Aluminiumstangen montierten Kurvenkluppen wird der Mittendurchmesser geschätzt (u.r.).

hrung



Bild 11 J. Werner, Juli 1957

Ausgedehnte Geröllhalden reichen im Hintergrund der Täler von den mächtigen Felswänden der Berggipfel weit in die Waldgebiete hinab,
Blick in die Val Ftur mit Piz Sampuoir und Piz Murtèrs.

4 Auswertung der Aufnahmen und Erfahrungen

Die Auswertung der Messungen und Taxationen erfolgte praktisch vollständig **maschinell**. Über die Technik der **Lochkartenauswertung** sei nochmals auf die bereits zitierte Publikation unserer Anstalt über das maschinelle Lochkartenverfahren verwiesen. Die auftretenden methodischen Probleme müssen einer speziellen Bearbeitung vorbehalten bleiben, da sie den Rahmen der vorliegenden **Publikation** überschreiten. Die Herleitung von Tarifen und die Ergebnisse der Streuungs- und **Fehlberechnung** werden nur soweit behandelt, als sie für das Verständnis der Resultate im zweiten Teil der vorliegenden Publikation notwendig sind. **Eine** demnächst erscheinende Publikation **wird** auf diese Probleme näher eingehen. Die Auswertungen **nahmen** den im folgenden **skizzierten** Verlauf.

41 Die maschinelle Auswertung

Als **Vorbereitungsarbeiten** sind aus den Angaben des Probeflächenkuverts die Probeflächenmeisterkarten im M-S-Verfahren hergestellt worden. Sie hatten je Probefläche zu übernehmen: **Flächennummer**, Probeflächengröße, **Gebietsnummer**, **Bestandesnummer**, verschlüsselte **Bestandesbeschreibung**, Angaben über **Laubholz**, Schäden, Exposition, Höhenlage, Orographie und Steilheit sowie die **Pflanzengesellschaft**.

Für die Bestände wurden die Flächen **planimetriert** und Umrechnungsfaktoren für die Berechnung des Total- und des **Hektarwertes** ermittelt.

Die gelochten Probeflächenmeisterkarten wurden vor die Baumkarten der jeweiligen Probefläche eingeordnet, worauf die Merkmale der Probefläche durch Schnellstanzen auf sämtliche Baumkarten übertragen wurden. Damit waren die Baumkarten mit den notwendigen Konkurrenzzeichen versehen **und** unverwechselbar gekennzeichnet. Nach dem Aussortieren der Probeflächenmeisterkarten konnte die M-S-Lochung der Vorderseite sämtlicher Baumkarten anschließen. **Mit Hilfe** des Merkmales «Zustand 0» wurden **darauf** die Zuwachsprobekarten ausgeschieden und in verschiedenen Arbeitsgängen die Rückseite der Zuwachsprobekarten gelocht. Eine anschließende **Kontrolltabellierung** gab über sämtliche **Meßwerte** der Zuwachsprobekarten in übersichtlicher Ordnung Auskunft.

Auf «**Jungwuchskarten**» wurden (ebenfalls im M-S-Verfahren) die Ergebnisse der **Jungwuchsausählung** übertragen.

Die Auswertung der Zuwachsprobekarten bestand erstens in der Herleitung von Tarifen und zweitens **in** der Tabellierung und Ausählung der qualitativen Merkmale. Die Kontrolltabellierung, welche über die Zahl der Zuwachsprobekarten und ihre Gliederung nach Durchmesser-, Standorts- und Bestandesmerkmalen Auskunft gaben, dienten zur Feststellung der Tarifklassen. Da einzelne **Meßwerte** eine sehr große Streuung aufweisen, konnten nur wenige Tarifklassen gebildet werden. Die übrigen Auswertungen der Zuwachsprobekarten bestanden in reinen Sortiervorgängen und **Mittelwertberechnungen**, bezogen **auf** bestimmte **Auswertungseinheiten**, und benötigten keine weiteren Erklärungen.



Die *Auswertungen* je *Probefläche* haben **nur** den Charakter von Hilfszahlen, nicht den von eigentlichen Ergebnissen. Sie dienen zur Berechnung der Streuung und damit **der** Schätzung der statistischen Genauigkeit. Sämtliche Baumkarten, durch Duplikate der herausortierten Zuwachsprobepflanzen wieder vervollständigt, wurden nach **Tarifnummer** und Durchmesser geordnet. Mit Hilfe eines Satzes von Tarifmeisterkarten erfolgte die **Übertragung** der entsprechenden Tarifwerte auf sämtliche Baumkarten. Die **Zustandsmerkmale** wurden auf alle Karten, die **Zuwachsbeträge** jedoch **nur** auf die Karten vom Zustand **1** (**normalwüchsige, gesunde Bäume**) übertragen. Eine Sortierung nach **Probeflächennummern** ergab das Total jedes Merkmals (Volumen, **Stammzahl**, Zuwachs usw.) für die betreffende Probefläche, das in **Summenkarten** festgehalten wurde. **Probeflächen** mit abweichenden Flächengrößen wurden umgerechnet. **Darauf** folgte die Berechnung und **Tabellierung** der Quadratsummen der verschiedenen Vorrats- und Zuwachsgrößen.

Die *weitere Auswertung* nach Beständen oder Pflanzengesellschaften erfolgte größtenteils mit Hilfe der **Probeflächensummenkarten**. Diese wurden je nach Bedürfnis nach **Bestandesnummern**, Pflanzengesellschaften usw. aufsummiert und mit Hilfe von **Flächenfaktoren** in Total- oder **Hektarwerte** umgerechnet und tabelliert. Zur Konstruktion von Stammzahlkurven, die für natürliche Standortseinheiten von besonderem Interesse sind, mußten sämtliche Baumkarten, nach **Durchmesserstufen** geordnet, herangezogen werden. Die Berechnung des **Gesamttotals** erfolgte auf zwei Wegen: einerseits wurden die Bestandeswerte gerechnet und aufsummiert, andererseits wurden die Werte für die Pflanzengesellschaften direkt aus den Probeflächenanteilen **gerechnet**. Wenn auch die **beiden Berechnungsarten** wegen den Überschneidungen von Pflanzengesellschaften und Bestand nicht **genau** dasselbe Resultat ergaben, so erlaubte der Vergleich der Totalzahlen doch eine wertvolle und genügende Rechnungskontrolle.

In *weiteren Auswertungen* wurden die Standorts- und Bestandesmerkmale **bezüglich** Pflanzengesellschaften analysiert. Es handelte sich dabei um einfache Sortier-, Zähl- und Tabellierungsaufgaben, die keiner besonderen Erläuterung bedürfen. Die Berechnung der **Jungwuchszahlen**, absolut und pro Hektar, erforderte ebenfalls einige **Rechnungsgänge**. Verschieden große Probeflächen mußten auf vergleichbare **Flächengrößen** umgerechnet werden. Ebenso war die Streuung der Stammzahlen als Hinweis auf die Homogenität des **Jungwuchses** in verschiedenen **Standortseinheiten** zu bestimmen.

42 Tarife, Streuungs- und Fehlerberechnung

Die Tarife

Wie bereits im Abschnitt 14 ausgeführt, wurde für die Auswertung der Meßdaten eine ganze Reihe von verschiedenartigen Tarifen hergeleitet. Voraussetzung für die Anwendung solcher Tarife, insbesondere der Zuwachstarife, ist ein **Waldaufbau**, der keine wesentliche Änderung der betreffenden Mittelwerte (**Tarifänderung**) im Laufe der Zeit erwarten läßt. Diese Annahme wird für den Nationalpark in seiner Gesamtheit als **zutreffend** erachtet; für die einzelnen Bestände werden jedoch Einschränkungen vorbehalten.

Die Ausgangswerte für alle Tarifarten waren die **Meßdaten** der Zuwachsprobekbäume, Figur 1, Rückseite der Baumkarte:

doppelte Rindendicke
Schaftholzlänge und Durchmesser
Nutzholzlänge und Durchmesser
Sortimentsangabe für das Nutzholz
Radialzuwachs ohne Rinde für die letzten zehn Zuwachsjahre.

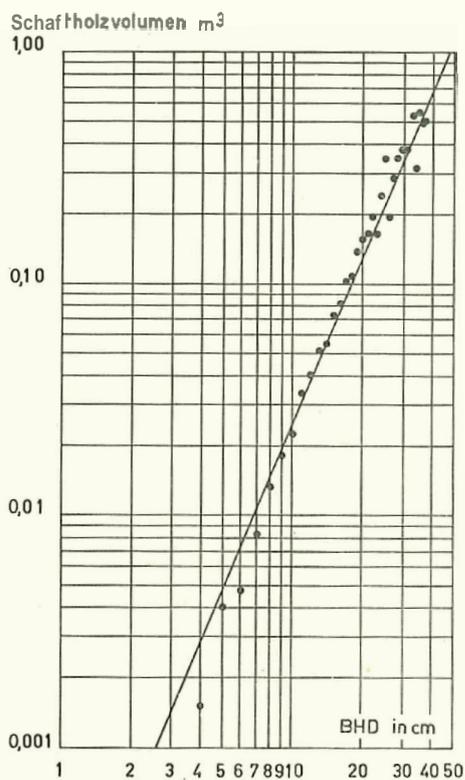
Die Kontrolltabellierung sämtlicher Merkmale aller Zuwachsprobekbäume ermöglichte eine **Übersicht** über die zu bildenden Tarifklassen. **Infolge** der Streuung der Meßdaten konnten nur wenige Tarifklassen gebildet werden, die aus den Werten der **Zuwachsprobekbäume** in folgender Gruppierung resultierten:

- | | |
|--------------|---|
| 0 Legföhren: | alle Zuwachsprobekbäume |
| Bergföhren: | Zuwachsprobekbäume der Gruppe |
| | 1 Piceetum und Rhodoreto Vaccinietum |
| | 2 Mugeto-Ericetum hylocometosum |
| | 3 Mugeto-Ericetum caricetosum humilis |
| | 4 Mugeto-Rhodoretum hylocometosurn |
| | 5 übrige Gesellschaften |
| G Lärche: | alle Zuwachsprobekbäume |
| 7 Arve: | alle Zuwachsprobekbäume |
| 8 Waldföhre: | alle Zuwachsprobekbäume |
| 9 Fichte: | alle Zuwachsprobekbäume |

Für diese zehn **Tarifklassen** waren je verschiedene Tarifarten zu berechnen. Es können Zustands- und Zuwachstarife unterschieden werden. Die Zustandstarife beziehen sich auf statische Größen, wie Vorrat, **Kambiumfläche**, Wert oder Wertsteigungsfaktor eines Baumes, während die Zuwachstarife die mittleren jährlichen Veränderungen (Zuwachs) der Zustandsgrößen ausdrücken.

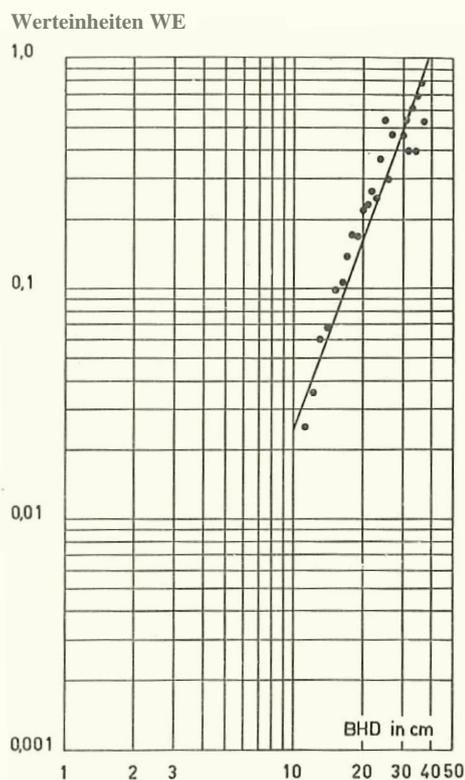
Als Zustandstarife wurden aus den Meßdaten ermittelt: Ein Schaftholztarif, ein **Nutzholztarif** und ein Werttarif. Das Schaftholz eines jeden Zuwachsprobekbaumes wurde als Walze gerechnet mit Hilfe von **Baumlänge** und **Mittendurchmesser** (**abzüglich** Rindendicke). Nach der gleichen Formel wurde das Nutzholz kubiert und durch Multiplikation mit dem Wertfaktor ein **Relativwert** bestimmt. Anhand der zutreffenden Merkmale wurden diese **Einzelwerte** nach dem Durchmesser zu Tarifklassen zusammengeordnet, worauf die **Ausgleichsrechnung** zu stetigen Funktionen anschloß. Versuche in einer Datenverarbeitungsanlage IBM 650 ergaben, daß Polynome sich zur Ausgleichung des vorliegenden Materials nicht eigneten, da sie in den untern Durchmesserstufen negative Werte ergaben und bei Polynomen höheren (5.) Grades zu bewegten Wellenlinien führten. Es wurde deshalb zur Potenzfunktion $y = a \cdot d^b$ Zuflucht genommen, die stetig steigende Werte **ergab**. Die Ausgleichung erfolgte durch Logarithmierung der **Einzelwerte** und Berechnung einer Geraden nach der Methode der kleinsten Quadrate gemäß der Formel $\log y = \log a + b \cdot \log d$. Figur 3 zeigt die **Ausgleichsgerade** für die **Schaftholz-**

Figur 3



Schaftholzvolumen in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser. Mittelwerte und Tariflinie, Tarifklasse 2.

Figur 4

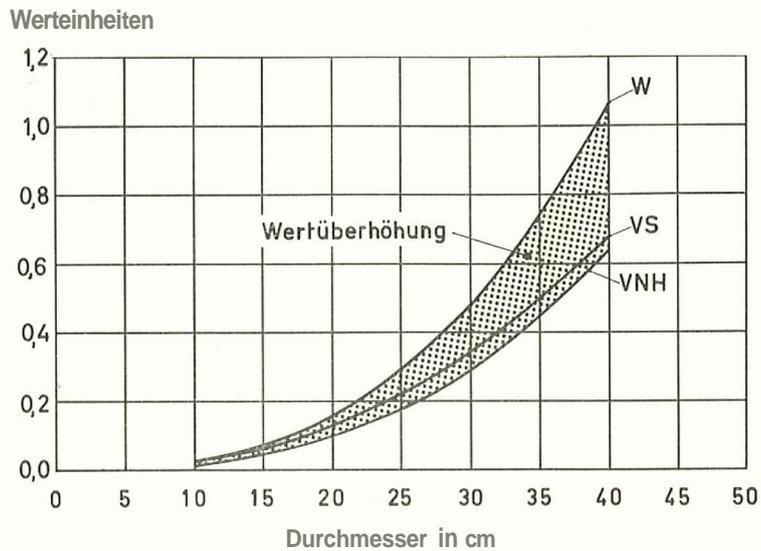


Wert des Nutzholzes (Werteinheiten) in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser. Mittelwerte und Tariflinie, Tarifklasse 2.

werte der Tarifklasse 2 und Lage und Streuung der Mittelwerte je Durchmesserstufe, Auf dieselbe Art wurden die Nutzholzwerte und die berechneten Werteinheiten ausgeglichen. Figur 4 stellt dar, wie die mittleren Werte (Werteinheiten) der Tarifklasse 2 um die Gerade streuen.

Figur 5 zeigt in nichtlogarithmischer Darstellung das Verhältnis der drei Zustandstarife für die Tarifklasse 2 zueinander. Die unterste Linie bedeutet das Volumen des Nutzholzes (VNH), die mittlere Linie bezeichnet das Volumen des Schaftholzes (VS) und die oberste Kurve ist der Ausdruck für den Tarifwert (in Werteinheiten) des Nutzholzes eines Baumes (W). Um eine plastischere Darstellung der Wertverhältnisse in den verschiedenen Gebieten des Nationalparkes zu erreichen, wurde vom Begriff der Wertdifferenz Gebrauch gemacht. Diese entspricht dem Unterschied zwischen dem Wert eines Baumes, gemessen in Werteinheiten, und seinem Nutzholzvolumen. Die Wertdifferenz kann somit auch als Wertüberhöhung des Nutzholzes bezeichnet werden (siehe Figur 5).

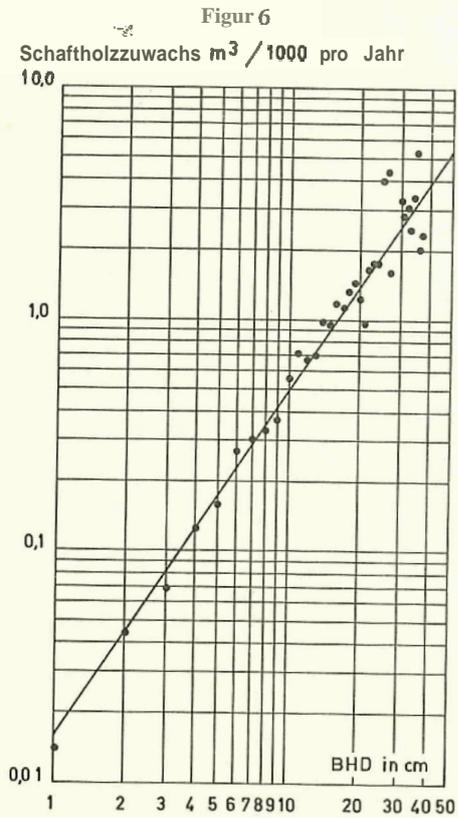
Figur 5



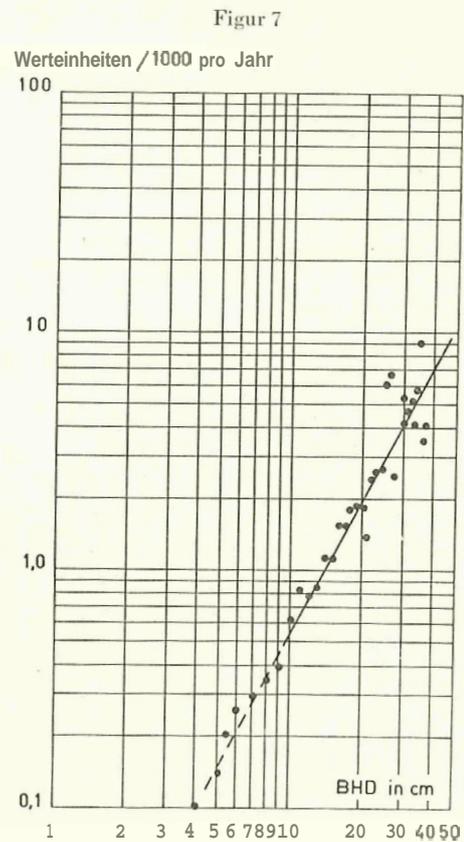
Wertüberhöhung als Differenz zwischen dem Wert (W) eines Baumes und dessen Nutzholzvolumen (VNH).
Eingetragen ist auch die Schaftholzcurve (VS), Tarifklasse 2.

Die Zustandstarife sind eine Grundlage für die Berechnung des Zuwachses. Wie bereits in Abschnitt 1 ausgeführt, wird der Zuwachs nach der Formel $zv = v' \cdot j$ berechnet. Die Werte von v' entsprechen den Ableitungen der Zustandstarife und können ebenfalls in Tabellenform dargestellt und für sich wieder als Tarife betrachtet werden. Anschaulich ist die Ableitung des Volumentarifes, die als Kambiumfläche interpretiert werden kann. Sie ist zur Charakterisierung des Zuwachsvermögens einer Bestockung von Bedeutung, und ihre Streuung hängt eng mit der Streuung des Volumenzuwachses der betreffenden Probestfläche zusammen. Die für die Zustandstarife angewandte Formel $y = a \cdot d^b$ erlaubt eine einfache Ableitung: $y' = a \cdot b \cdot d^{b-1}$. Diese Funktion ist offensichtlich von der gleichen Art wie die Ausgangsfunktion und soll mit $y^{**} = a^{**} \cdot d^{b^{**}}$ bezeichnet werden.

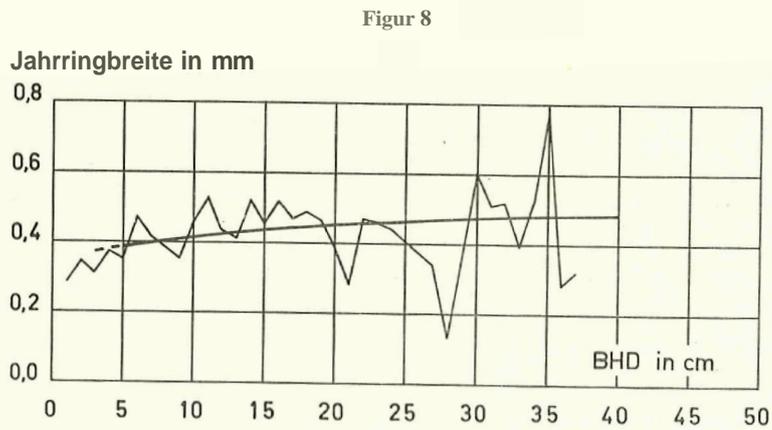
Mit Hilfe dieser Tarifableitungen wurden die Zuwachswerte sämtlicher Zuwachsprobestbäume einzeln ausgerechnet, und zwar für Schaftholz, Nutzholz und Wert. Die errechneten Zuwächse wurden genau gleich behandelt wie die Zustandstarife selbst. Sie wurden logarithmiert und nach der Methode der kleinsten Quadrate durch eine Gerade ausgeglichen. Die Figuren 6 und 7 zeigen in logarithmischen Darstellungen die Mittelwerte von Schaftholzzuwachs und Wertzuwachs für die Tarifklasse 2. Aus den Darstellungen ist ersichtlich, daß auch diese Beziehungen recht gut durch Funktionen von der gleichen Form wie die Zustandstarife erfaßt werden können. Die entsprechende Funktion lautet: $y^{**} = a^{**} \cdot d^{b^{**}}$. Für die Ermittlung des Wertdifferenzzuwachses gelten die gleichen Beziehungen wie für den Wertdifferenztarif selbst. Da die Tarife auf dem Durchmesser mit Rinde aufgebaut sind, muß bei der Zuwachsberechnung auch der Rin-



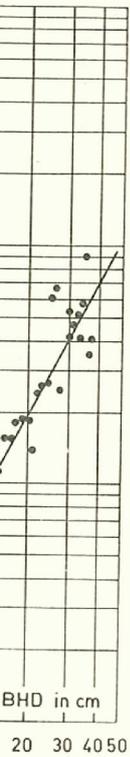
Schaftholzzuwachs in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser. Mittelwerte und Tariflinie, Tarifklasse 2.



Wertzuwachs in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser. Mittelwerte und Tariflinie, Tarifklasse 2.



Jahringbreite ohne Rinde. Vergleich der Mittelwerte je Durchmesserstufe mit den ausgeglichenen Werten $j = zv_s : v'_s$, Tarifklasse 2.



BHD in cm
20 30 40 50
n Brusthöhen-
riffinie, Tarif-

denfaktor als Verhältnis von Durchmesser mit Rinde zu Durchmesser ohne Rinde berücksichtigt werden. Die **Rindenfaktoren** liegen durchwegs **hoch**, was auf die **Gebirgsverhältnisse** einerseits und die geringen Durchmesser andererseits zurückzuführen ist. Sie betragen bei Legföhre **1,21**, Bergföhre **1,14**, Lärche **1,18**, Arven **1,10**, **Waldföhre 1,12**, Fichten **1,10** und sind in den Funktionen γ^* enthalten.

Diese Methode der Zuwachsberechnung verlangt keine Ausgleichung der **Jahringbreiten**. **Doch** können nachträglich die ausgeglichenen Jahringbreiten gemäß der Formel $j = \frac{zv}{v'}$ berechnet und mit den **Mittelwerten** der Jahringbreiten je Stärkestufe verglichen werden. Figur 8 zeigt für die **Tarifklasse 2**, daß auf diese Weise auch für die Jahringbreiten ein sehr zufriedenstellender Ausgleich erfolgt. In der Tabelle XIV (Anhang) werden für die zehn **Tarifklassen** die Faktoren **a** und **b** der Zustandstarife, a^* und b^* der Ableitungen und a^{**} und b^{**} der Zuwachstarife festgehalten.

Streuungs- und Fehlerberechnung

In der Tabelle XIV sind nach Pflanzengesellschaften und Gebieten die Streuungs- und Fehlerprozent (t_{05}) der verschiedenen **Meßgrößen** je Probefläche aufgeführt. Es handelt sich dabei um die **Streuungen** und Fehler der Stammzahl, des Schaftholzvolumens, der Kambiumfläche und des Volumenzuwachses im Hochwald von den gesunden **Bäumen** (Zustand 1). Sämtliche Argumente wurden je Probefläche durch Aufsummieren ermittelt **und** die Summen und **Summenquadrate** gebildet.

Die Tabelle XIV **enthält** Varition und Fehler für den Gesamtpark, nach dem **Aufsummieren** aus den Ergebnissen je Oberbestand, Gebiet **und** Pflanzengesellschaft einerseits und für den Gesamtpark ohne Stratifikation andererseits.

Der Fehler der Gesamtheit wurde aus **den** Fehlern der einzelnen Teilflächen (**Überbestand, Gebiet, Pflanzengesellschaft**) durch Felderaddition gemäß folgender Formel gefunden:

$$F_{\text{tot.}} = \pm t_{05} \cdot \sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 \cdot f_1^2 + s_{\bar{x}_2}^2 \cdot f_2^2 + \dots}$$

wobei $f_1 + f_2 + \dots = F = \text{Gesamtfläche.}$

Eine **Betrachtung** der **beiden** Tabellen und der Vergleich mit den in Abschnitt 1 gestellten Forderungen führt zu folgenden **Ergebnissen**, die sich auf die **Hochwaldfläche** und den Zustand 1 beziehen:

1. Die geforderte **Genauigkeit** der **Vorratsermittlung** für den Gesamtpark konnte wesentlich unterschritten werden; die Genauigkeit der Teilgebiete wurde, bei Berücksichtigung der verschiedenen **Flächengrößen** ungefähr eingehalten.
2. Die geforderte Genauigkeit der Zuwachsberechnung für den Gesamtpark wurde wesentlich unterschritten; für die Teilgebiete **liegen** die Fehler im geforderten Rahmen.
3. Die Stratifikation nach Beständen, Gebieten und Pflanzengesellschaften ist wenig wirksam, die innere Streuung der Bestände ist groß. Immerhin zeigen die Werte nach Überbeständen einen bescheidenen Gewinn an Genauigkeit.

4. Von den **untersuchten** Argumenten Stammzahl, Vorrat, **Kambiumfläche**, Zuwachs je **Probefläche**, ist die Streuung des Vorrates am größten, die der Kambiumfläche am geringsten. Die Streuung von **Volumenzuwachs** und Stammzahl liegt dazwischen.
5. Die Genauigkeit der **Zuwachsbestimmung** ist erstaunlich hoch, was durch die Verwendung von **Zuwachstarifen** erreicht wurde. Allerdings müßte zu den festgestellten statistischen Fehlern noch der **Tariffehler hinzugerechnet** werden, der jedoch bei der großen Zahl von Probebäumen gering ist.

43 Erfahrungen und Folgerungen

Die Auswertung der **Aufnahmeergebnisse** konnte dank dem Einsatz von Lochkarten mit einem Minimum an Personal **praktisch vollständig** maschinell erfolgen. Einzig die **Tarifiermittlung** verlangte Zwischenbeurteilungen und geringe Korrekturen. Wichtig ist eine eingehende Planung der Auswertung vor der Aufnahme. Die Erfahrungen mit den Lochkarten für die Auswertung von **Stichprobenerhebungen** können zusammenfassend als sehr positiv beurteilt werden. Dank diesem Hilfsmittel war es möglich, das unter großer Mühe und mit hohen Kosten gesammelte Zahlenmaterial innert nützlicher Frist auf vielseitige Art und Weise zu verarbeiten.

In großem Maße wurde vom M-S-Zeichenlochverfahren Gebrauch gemacht, das sich für die Feldarbeit bei der nötigen Sorgfalt durchaus bewährt hat. Dagegen war die Verwendung der M-S-Lochung von Probeflächenmeisterkarten eine Notlösung, um die Vorbereitungsarbeiten zu beschleunigen, da keine Lochmaschine zur Verfügung stand. Die Abhängigkeit von fremden Anlagen (die Arbeiten wurden durch das Servicebüro der **IBM** in Zürich durchgeführt) erschwerte die Koordination und zeitliche Disposition und bewirkte **etliche** vermeidbare Verzögerungen.

Wie bereits mehrfach betont wurde, ist die Lösung der methodischen Probleme, der Zuwachsberechnung und der **Tarifierleitung** auf die Verhältnisse im Nationalpark abgestimmt und kann nur in modifizierter Form auf andere Objekte übertragen werden.

Aufnahinergebnisse

I Flächenübersicht

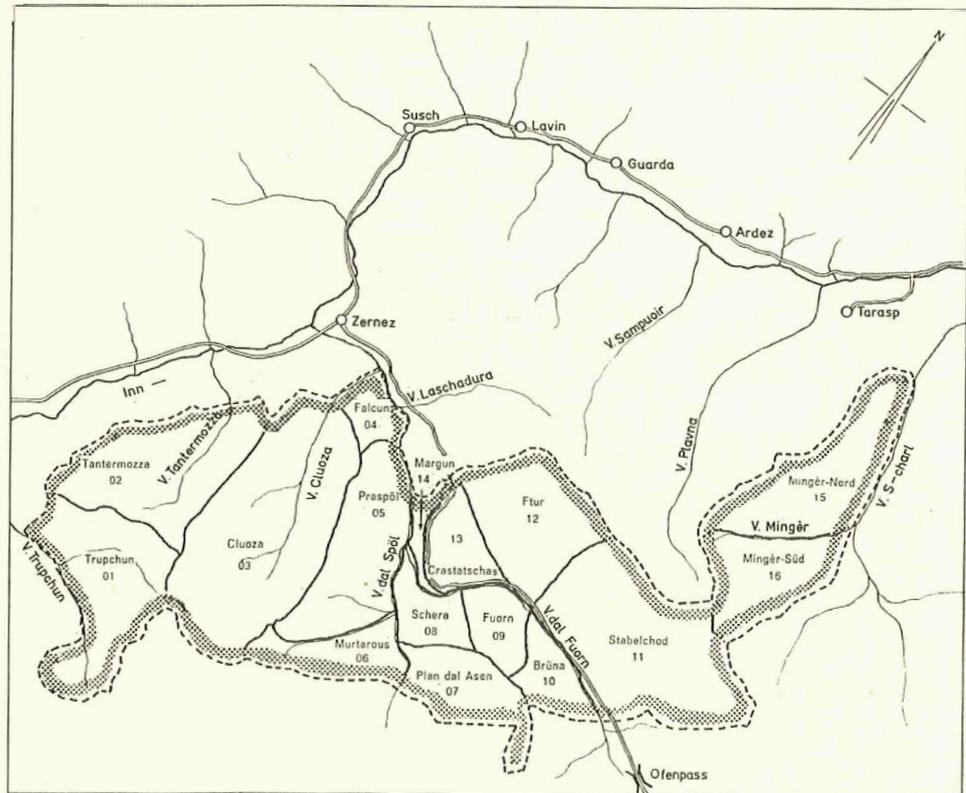
11 Das Parkgebiet

Das gesamte Parkgebiet hat eine **Flächenausdehnung** von 158,70 km². Es befindet sich in ausgesprochener **Gebirgslage** und umfaßt die nivale, die alpine und subalpine Stufe.

Die höchsten Erhebungen sind im Südwesten der Piz Quattervals mit 3165 m ü. M., im Nordosten der Piz Tavrü mit 3168 m ü. M. und der Piz Pisoc mit 3173 m ü. M. Die tiefsten Punkte entsprechen den Stellen, wo die wichtigsten Gewässer das Parkgebiet verlassen: Ova da **Trupchun** 1790 m ü. M., **Spöl** 1520 m ü. M. und Clemgia 1380 m ü. M. Diese befinden sich in tiefeingeschnittenen Tälern oder Schluchten, welche die Gewässer im untersten Teil ihres Laufes gebildet haben. Die weiten Flächen des **Nationalparkgebietes** aber liegen größtenteils bedeutend höher. Das subalpine Waldgebiet dehnt sich vor allem zwischen 1800 und 2200 m ü. M. aus und der alpine Rasen zwischen etwa 2300 und 2800 m ü. M. Beide sind oft von kahlen Felswänden, Schutthalden und **Geröllströmen unterbrochen**, welche von den zahlreichen bald gratigen, bald klotzigen Berggipfeln **herabreichen**. Das vegetationslose Gebiet ist sehr ausgedehnt, was vor allem dem Besteiger der Gipfel oder dem Flieger auffällt (vgl. Bild 1). Trotzdem in früheren Jahren nur sehr wenig Areal der **alp-** und landwirtschaftlichen Benutzung zugänglich gemacht worden ist und der Wald dadurch seine ursprüngliche Ausdehnung behalten hat, bedeckt er wegen zahlreicher baumloser Lawinenzüge, Schutthalden und Felsen die Hänge und Talgründe nicht vollständig. Oft ist er außerdem **lückig** oder besteht bloß aus vereinzelt Baumgruppen, welche an der Wald- und Baumgrenze der Unbill des **Gebirgsstandorts** trotzen. Sehr **weite** Gebiete des Waldareals **bestehen** lediglich aus **knie-** bis mannshohen **Legföhrengbüschen**. Meist dehnen sie sich oberhalb des eigentlichen Waldes aus; sie reichen aber da und dort auch bis in die Täler hinab. Oft deuten vereinzelte Gruppen hochstämmiger Bäume inmitten ausgedehnter **Legföhrengbüsche** an, daß **auch** diese Gebiete zum eigentlichen Wald zu zählen sind. Diese Waldstruktur erschwert eine **klare** Ausscheidung, Unterteilung und **Flächenbestimmung** des Waldareals.

Dank ausgezeichneter **Flugphotographien** war es möglich, diese schwierige Aufgabe im wilden und zerrissenen Parkgebiet zu lösen. Die Photographien wurden mit Hilfe eines **Näherungsverfahrens** entzerrt und zu Photoplänen im Maßstab 1:5000 zusammengefügt. Auf ihnen konnten die Waldgebiete umrissen und typisiert und die Flächen **planimetriert** werden. Zunächst wurden innerhalb des Waldgebietes alle zusammenhängenden und etwa zwei Hektaren überschreitenden Blößen ausgeschieden. Dann trachtete man danach, den hochstämmigen Wald von den Legföhrengbüschen auszuscheiden. Da alle **Übergänge** vorkommen, mußte die Trennung in begutachtendem Sinne vorgenommen werden. Kleine, selten auftretende hochstämmige Gruppen blieben damit im **Legföhrengbüsch** unausgeschieden, während umgekehrt auch der hochstämmige Wald vereinzelt

Figur 9
Übersichtsplan

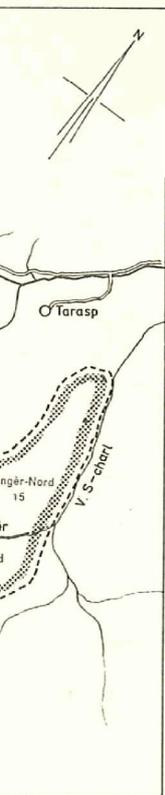


mehr oder wenig ausgedehnte **Legföhrenflächen** enthalten kann. Zur Vereinfachung wird der hochstämmige Wald nachfolgend «**Hochwald**»¹ genannt, während die Gebüschflächen kurz mit <Legföhren> bezeichnet werden. Von der **Gesamtfläche** von 158,70 km² wurden 52,53 km² oder 33 % als **Wald** angesprochen. Davon wurden 36,02 km² oder 23 % der Gesamtfläche als Hochwald und 16,51 km² oder 10 % als Legföhren ausgeschieden.

Für **Gebirgsverhältnisse** ist der Anteil des Waldes an der Gesamtfläche mit 33 % nicht unerheblich. Er läßt sich aus der orographischen Hauptgliederung erklären. Es gibt im Nationalpark nur zwei eigentliche Bergmassive, eines im Südwesten, rings um den Piz Quattervals, und eines im Nordosten, von den Bergketten Piz Laschadurela-Piz Tavrü bzw. Piz Mingèr-Piz Pisoc gebildet. In diesen Massiven häufen sich die **Felsgebiete**, Geröll- und Schutthalde; die Vegetation besteht **infolge der Höhenlage vornehmlich** nur aus subalpinen und alpinen Rasen-, Wiesen- und Pionierpflanzengesellschaften, während

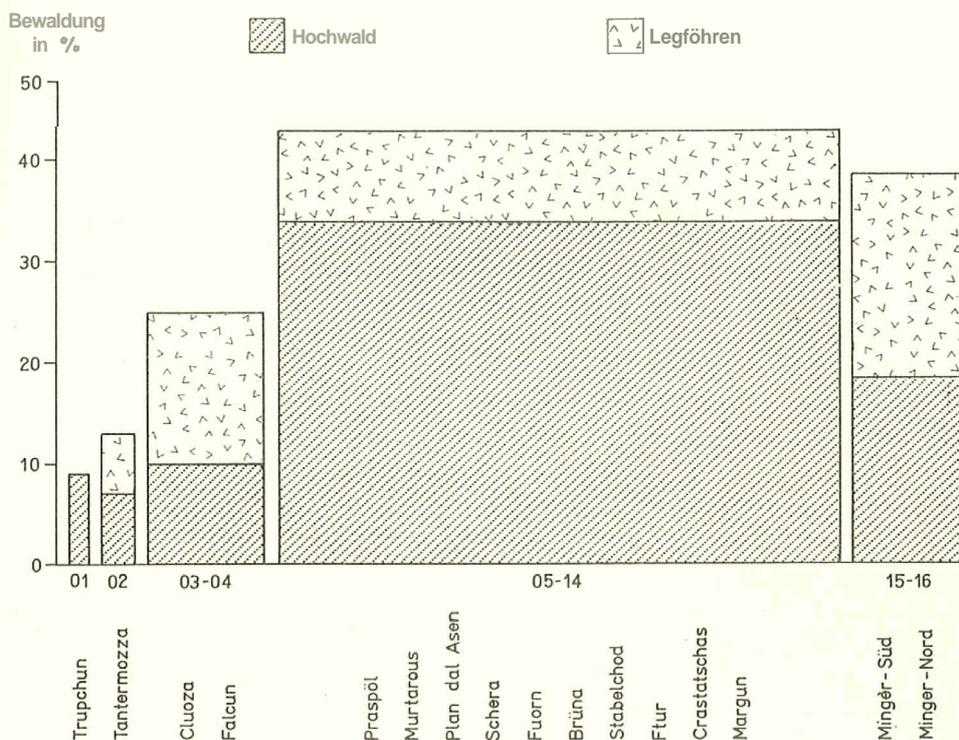
¹ Hochwald wird somit nicht im Sinne der waldbaulichen Terminologie gebraucht; in Gebirgsgegenden steht diese Bezeichnung meist für die hoch und abseits gelegenen, eventuell auch ausgedehnten, bisher unbenützten Wälder.

² Legföhre ist die in der Schweiz übliche Bezeichnung für die niederliegende Bergföhre.



Figur 10

Bewaldungsprozent und Hochwaldanteil
 Prozentanteil auf die Fläche bezogen, Breite der Säule = Maß für Flächenausdehnung



infachung wird
 Gebüsche kurz
 0 km² wurden
 oder 23% der
 schieden.
 mit 33% nicht
 ren. Es gibt im
 gs um den Piz
 urela-Piz Tavrü
 Felsgebiete, Ge-
 ornehmlich nur
 aften, während

der Wald in den Tälern nur bescheidene Flächen einnimmt. Zwischen diesen beiden gebirgigen Teilen liegt eine verhältnismäßig breite, durch sanftere Geländeformen ausgezeichnete Senke, welche als Urtal des Inn angesehen wird. Dieses Gebiet ist stark bewaldet und hat den größten Anteil am Walde des Gesamtparks. Es drängt sich auf, diese natürliche Gliederung zur Ausscheidung von Teilgebieten und von Gebietskomplexen zu benutzen (vgl. Figur 9). Die Gebiete Trupchun, Tantermozza, Cluozza, Falcun und Minger (Nord und Süd) charakterisieren die gebirgigen, waldarmen Teile, während die übrigen das Hauptwaldgebiet darstellen. Dieses umfaßt vom 158,70 km² messenden Gesamtareal knapp die Hälfte, nämlich 77,5 km² (vgl. Figur 10). Davon sind jedoch 43% bewaldet. Der Hochwald ist stark, die Legföhren sind eher schwach vertreten. Die übrigen, die andere Hälfte des Gesamtareals darstellenden Komplexe zusammengezogen, weisen eine geringere Bewaldung auf. Ihr Anteil an der Gesamtwaldfläche ist demzufolge recht bescheiden, was durch den Umstand noch verstärkt wird, daß die Legföhren hier weit stärker vertreten sind (Figur 10). Die Begrenzungen der ausgeschiedenen Gebietskomplexe weichen nicht sehr stark von den Eigentums Grenzen der Gemeinden ab, so daß sich die Darstellung weitgehend auch mit den Eigentumsgebieten deckt.

acht; in Gebirgs-
 entuell auch aus-
 ergföhre.

12 Gemeinde- und Eigentumsgebiete

Fast das ganze, auf Schweizergebiet liegende Einzugsgebiet des Spölflusses gehört zum **Gemeindebann** Zernez. Innerhalb des Nationalparkes **umfaßt** dieses Gebiet die Teile 03 bis 14 (Figur 9). Von Stabelchod (11) ist aber die Val Nügghia auszunehmen; sie liegt in der Gemeinde **Tschierv**, steht aber im Eigentum von Valchava im untern **Münstertal** (5% des Gesamtareals). Zum Gemeindebann Zernez ist außerdem weitaus der größte Teil von Tantermozza (04) zu zählen. Von der gesamten Parkfläche gehören 69% zur Gemeinde Zernez, welche gleichzeitig auch rechtliche Eigentümerin ist. Die Gemeinden Scanfs und Schuls sind andererseits mit 12 bzw. 14% der Gesamtfläche ungefähr im gleichen Ausmaß beteiligt. Auf die Waldfläche bezogen, wird der hohe Anteil von Zernez noch **vergrößert**. Am gesamten Wald ist diese Gemeinde mit 80% und am Hochwald gar mit 84% beteiligt. Die schwache Bewaldung der Gebiete Trupchun und Tantermozza **läßt** den Anteil von Scanfs auf wenige Prozente und denjenigen von Valchava gar auf **Null absinken** (15,3 ha Legföhren fallen nicht ins Gewicht). Die Waldungen von Schuls in der Val **Mingèr** hingegen treten stärker in Erscheinung. Alle Einzelheiten können aus der **Zahlenübersicht** (Tabelle 1) entnommen werden.

Tabelle 1 *Flächenübersicht nach Eigentümern bzw. Gemeindegebieten*

Gemeinde- gebiet	Grund- eigentümer	Gesamtareal		Gesamter Wald		Hochwald		Legföhren	
			%	ha	%	ha	%	ha	%
Scanfs	Gde. Scanfs*	18,6	12	165,5	3	131,7	4	33,8	2
Zernez	Gde. Zernez	109,1	69	4174,0	80	3039,7	84	1134,3	69
Tschierv	Gde. Valchava	8,1	5	15,3	0	—	—	15,3	1
Schuls	Gde. Schuls	22,9	14	897,8	17	430,3	12	467,5	28
Zusammen		158,7	100	5252,6	100	3601,7	100	1650,9	100

* Die Eigentumsverhältnisse auf dem Gemeindegebiet Scanfs sind komplizierter als angegeben, indem das Beholzungsrecht gewisser Waldflächen der Gemeinde La Punt zukommt. Rund 70 ha des Waldes könnten von Scanfs und etwas über 90 ha von La Punt genutzt werden.

Diese Flächengrundlagen werden bei der nachfolgenden Darstellung der **Aufnahme-**ergebnisse benützt.

13 Geographische Teilgebiete

Um sowohl die **Übersichtlichkeit** wie die Darstellung und Interpretation des Zahlenmaterials zu erleichtern, wurde das Areal in 16 geographische Teilgebiete unterteilt (Figur 9). In den **gebirgigen** Teilen ergaben die markanten **Gebirgsketten** und die Wasserläufe eindeutige Grenzlinien. Die dort unterschiedenen Teilgebiete umfassen deshalb natürlich vorgezeichnete, geschlossene **Räume** (vgl. Karte a). Der zentrale **Waldkomplex** im **Spöl-Fuornbach-Gebiet** hingegen wurde ziemlich willkürlich unterteilt, mußten

Abflusses gehört
 dieses Gebiet die
 auszunehmen;
 aber im untern
 erdem weitaus
 fläche gehören
 imerin ist. Die
 mntfläche unge-
 er hohe Anteil
 80 % und am
 Trupchun und
 nigen von Val-
 (ht). Die Wal-
 ung. Alle Ein-

Legföhren	
ha	%
33,8	2
134,3	69
15,3	1
467,5	28
650,9	100

als angegeben,
 mt. Rund 70 ha
 n.

er Aufnahme-

n des Zahlen-
 ete unterteilt
 und die Was-
 assen deshalb
 le Waldkom-
 erteilt, mußten

dort doch neben Kreten und Bächen auch Runsen, Lawinenzüge, Wege und Straßen als Grenzlinien benützt werden. Wo es sich als nötig erwies, wurde auch die Waldzusammensetzung als Grund zur Abgrenzung von Teilgebieten herangezogen. So ist beispielsweise ein ausgesprochener Waldföhrenstandort zwischen Spölfluß und Ofenbergstraße unter der Bezeichnung Margun (14) entstanden. In der Tabelle I sind Nummer, Bezeichnung, Gesamtareal, Hochwaldfläche, Legföhrenfläche und Gesamtwaldfläche der Teilgebiete aufgeführt. Wie aus den Angaben hervorgeht, ist ihre Gesamtausdehnung sehr verschieden. Dagegen weichen die Waldflächen und insbesondere die Hochwaldflächen weit weniger stark voneinander ab. Es ist zu erkennen, daß vor allem die Absicht bestand, vergleichbare Waldareale zu erhalten. Damit verlieren aber die Bewaldungsprozente an Bedeutung; sie charakterisieren den Waldanteil nur in den geschlossenen Gebieten, während sie für die mehr willkürlichen Teile des Spöl-Fuornbach-Komplexes wenig aussagen. Das zur Hauptsache aus der rechten Talseite des Val Trupchun bestehende Teilgebiet Trupchun (01) weist eindeutig die geringste Bewaldung auf. Die Verhältnisse in diesem hochgelegenen Seitental des Inns sind nur noch mit denjenigen von Tantermozza (02) und Cluozza (03) vergleichbar. Das Teilgebiet Tantermozza besteht allerdings lediglich aus einer Zone, welche sich oberhalb der eigentlichen Waldungen im Inntal dahinzieht und als wesentlichen Teil die Val Tantermozza enthält. Das Teilgebiet Cluozza stellt ein geschlossenes Hochtal dar. In ihm ist der Hochwald mit dem geringsten Betrag von nur 5 % der Teilgebietsfläche vertreten; die Art und Weise der Hochwaldverteilung und die Anteile der Legföhren- (13 %) und der Gesamtwaldfläche (18 %) deuten aber darauf hin, daß der Hochwald im Laufe der Zeit durch menschliche Eingriffe zerstört worden sein muß. Tatsächlich sind große Nutzungen vor 100 Jahren ausgeführt worden (vgl. auch Karte a). Vergleichbare und durchwegs stärker bewaldete Teilgebiete sind Praspöl (05), dessen Bergföhrenanteil, absolut gemessen, denjenigen des Cluozatals noch überschreitet, sowie Murtarous, Stabelchod, Ftur und die beiden Teile in der Val Mingèr. Das Teilgebiet Murtarous ausgenommen, haben alle erwähnten Teilgebiete einen Hochwaldanteil von rund 20 % der jeweiligen Teilgebietsfläche. Der Legföhrenanteil variiert und nimmt durch den Einbezug der ausgedehnten, die steilen Halden der linken Talseite der Clemgiaschlucht bedeckenden Bestände in Mingèr-Nord den absolut höchsten Betrag des Parkgebietes an. Die eigentlichen Waldgebiete Falcun (04), Plan dal Asen (07), Schera (08), Fuorn (09), Brüna (10), Crastatschas (13) und Margun (14) haben Hochwaldanteile von 42 bis 90 % der jeweiligen Teilgebietsflächen, wobei die Gesamtwaldflächen durch die Legföhrenbestände (1–8 %) im allgemeinen nur unwesentlich größer sind. Eine Ausnahme bildet hingegen Falcun, welches bei 52 % Hochwald und 30 % Legföhren gesamthaft zu den am stärksten bewaldeten Teilgebieten gehört. Angesichts seiner verhältnismäßig tiefen Lage (1400–2500 m ü. M.) ist dies nicht verwunderlich. Die Waldüberdeckung ist innerhalb der Teilgebiete keineswegs einheitlich. Dies veranlaßte die Bildung weiterer Flächeneinheiten.

14 Überbestände als kleinste Flächeneinheiten

Die weitere Unterteilung des Waldes beschränkt sich auf den Hochwald. Die **Legföhrenflächen** sind allerdings auf allen Übersichtskarten eingezeichnet und für jedes Teilgebiet getrennt planimetriert worden. Die Resultate der Aufnahme könnten **somit** auch für diese **Flächen** angegeben werden. Die Unterteilung des Hochwaldes erfolgte bestandesweise. Anlässlich der Stichprobenerhebung wurde versucht, auf Grund der Luftaufnahmen und der direkten Beobachtung die Bestände gegeneinander abzugrenzen. Waldteile, welche hinsichtlich ihres Aufbaus, ihrer Zusammensetzung oder ihres Zustandes wesentlich von der Umgebung abweichen, wurden als Bestände ausgeschieden. Schon während der Aufnahme erwies sich die Unterteilung als zu weitgehend, weshalb die ursprünglichen «Bestände» zu übergeordneten Einheiten zusammengefaßt wurden. Sie wurden «Überbestände» genannt, da sie von den Beständen nicht prinzipiell, sondern nur graduell verschieden sind. Sie entsprechen der Größe und Zusammensetzung nach am ehesten den Abteilungen der Wirtschaftswälder, sind aber im Gegensatz zu diesen keine Ordnungseinheiten mit gleichbleibenden und im Gelände versicherten Grenzen. Die mittlere Ausdehnung der **Überbestände** beträgt 24 ha, wobei im Einzelfall allerdings Extreme von 13 bzw. 144 ha vorkommen. Die Größe und die Verteilung ist auf den Kartenübersichten ersichtlich; die Flächenausdehnung kann aus der Tabelle XIII des Anhangs entnommen werden.

2 Waldaufbau, Waldzustand und Waldwachstum

21 Allgemeine Übersicht für das gesamte Parkgebiet

Schon im Mittelalter müssen **große** Holzschläge zur **Brennstoffversorgung** der Schmelzöfen ausgeführt worden *sein*. Auf zahlreichen, **heute** nach **feststellbaren Kohlplätzen** wurde das Holz **verkohlt**. Nachgewiesen sind Hochöfen zur Eisengewinnung im Gebiete des Fuornbaches. **Vermutet** werden Öfen auch im **Einzugsgebiet der Ova Spin** sowie in der Gegend **des heutigen Wegerhauses Stradin** und in der **Val Trupchun**. Zur **Versorgung** dieser Holzverbraucher **müssen** die Waldungen gedient haben, **welche** in den Teilgebieten Schera, **Fuorn**, **Brüna**, **Stabelchod**, **Ftur** und **Crastatschas** bzw. **Trupchun** lagen. Die **Wirkung** dieser Holzschläge auf den Wald läßt sich nur **vermuten**; eine **Nachwirkung** auf **den heutigen Tag** ist denkbar, **aber** nicht nachweisbar. **Hingegen sind** die Auswirkungen späterer Schläge zur Versorgung der **Tiroler Salinenbetriebe** in **Hall** **noch** heute sichtbar. Auf **weiten Gebieten** deutet die heutige einförmige **Holzarten- und Alterszusammensetzung** auf großangelegte Holzschläge hin. **Solche Nachfolgebestände** haben **selten** eine stabile **Struktur**. Die einseitige Zusammensetzung und die verhältnismäßig hohe Dichte haben einen **harten Konkurrenzkampf** der Bäume und einen auffallenden Abgang der Unterlegenen zur Folge. **Dazu** reißen **Schneedruck**, **Wind** und **Lawinen** einerseits und **zahlreiche Krankheiten** andererseits ständig **größere** oder **kleinere Lücken** in die Bestockungen. In der zweiten **Hälfte** des **19. Jahrhunderts** sind die **Nutzungen** im heutigen

Parkgebiet mehr und mehr auf wenige, für die **Holzabfuhr** günstige Stellen beschränkt und schließlich ganz unterlassen worden, In den 50 Jahren des Bestehens des Reservates **blieben** lebende und abgestorbene Bäume unberührt. **Einem** Beobachter fallen die meist in einem wirren Durcheinander stehenden oder am Boden liegenden Schäfte der abgestorbenen Bäume besonders auf. Da bei einer **allfälligen**, durch die in der Kriegs- und Nachkriegszeit angeregten Bewirtschaftung des Parkwaldes zur Erleichterung der **Fäll- und** Transportarbeiten und aus Gründen der **Waldhygiene** zunächst dieses Material entfernt werden müßte, wurden neben den gesunden **Bäumen** auch die geschädigten und abgestorbenen **erfaßt**. Im Gegensatz zu den Messungen und **Auszählungen** in **Wirtschaftswäldern** wurden im Nationalpark alle über 130 cm hohen **Bäume** aufgenommen. Die Zahlen in Tabelle 2 beziehen sich somit auf die Gesamtheit der vertretenen, 130 cm Höhe erreichenden Bäume. Die Angaben sind durch die Stichprobennahme bei der **Gesamtstammzahl** mit einem statistischen **Fehler¹** von 3,4 % **beim** Gesamtvorrat mit einem **sol-**chen von 3,9 % und beim Zuwachs mit **3,1 %** behaftet.

Tabelle 2

Zustand den Blume		Hochwald		Legföhren		Gesamtwald	
		Stammzahl	Vorrat	Stammzahl	Vorrat	Stammzahl	Vorrat
Normal gesund	Total	7 191 619	214 354	8 086 785	35 619	15 278 404	249 973
	per ha	1997	59,5	4898	21,6	2909	47,6
stark geschädigt oder geschwächt	Total	1 608 800	26 920	1 234 096	7 502	2 842 896	34 422
	per ha	447	7,4	748	4,5	541	6,5
absterbend	Total	228 462	4 851	87 963	714	316 425	5 565
	per ha	63	1,3	53	0,9	60	1,0
abgestorben	Total	1 592 794	26 942	615 955	3 433	2 208 749	30 375
	per ha	443	7,5	373	2,1	421	5,8
Zusammen	Total	10 621 675	273 067	10 024 799	47 268	20 646 474	320 335
	per ha	2950	75,7	6072	28,6	3931	60,9

Im 5250 Hektaren umfassenden Wald des Nationalparks stehen 20 Millionen Bäume. Auf Hochwald (3600 ha) und Legföhren (1650 ha) entfallen davon je 10 Millionen. Der Holzvorrat erreicht 320 000 m³, an welche der Hochwald den **Hauptanteil** von über 270 000 m³ beisteuert. Es wird auch den guten Kenner des Nationalparkes erstaunen, daß von den 20 Millionen Bäumen deren 5 Millionen beschädigt, absterbend oder abgestorben sind. Da es sich im allgemeinen um die im Konkurrenzkampf unterlegenen handelt, weisen sie im Durchschnitt eine geringere Dimension auf und machen für den Hochwald gesamthaft nur 50 000 m³ aus. Es ist in diesem Zusammenhang zu betonen, daß die abgestorbenen Bäume nur äußerst langsam zersetzt werden, so daß das in verhältnismäßig großen Mengen vorhandene **Dürrholz** teilweise sehr alt ist; hundertjähriges Dürr-

¹ Fehler bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 95 %.

holz ist keine Seltenheit. Der über 200 000 m³ umfassende Vorrat an gesunden Bäumen ist beachtlich. **Allerdings** ist er auf eine große, von Felsgebieten, Schuttströmen, **Schluchten** und ganzen Gebirgszügen oft unterbrochene Fläche verteilt. Auf die Hektare bezogen wurden durchschnittlich **nur** rund 60 m³ Vorrat gesunder **Bäume** festgestellt, dem rund 15 m³ abgehendes und abgestorbenes Material zuzuzählen sind. In der forstlichen Praxis werden nur die Bäume gemessen, welche eine bestimmte **Meßschwelle überschritten** haben. In Graubünden wird ab 16 cm Brusthöhendurchmesser **aufgenommen**. In unseren Angaben sind aber alle Bäume inbegriffen, welche eine Höhe von 130 cm erreicht haben. Der Anteil der kleinen Bäume unter 16 cm Brusthöhendurchmesser macht im Nationalpark durchschnittlich und auf den Vorrat bezogen etwa 30 % aus. Bei einem Vergleich mit Zahlen aus **Wirtschaftswäldern** müssen demnach unsere Angaben um 30 % verkleinert werden. Da aber die Art und Weise der Volumenberechnung ihrerseits eine Korrektur der Zahlen in umgekehrter Richtung erfordert, halten sich Abzüge und Zuschläge annähernd die Waage. Es wurde nämlich das Volumen durch die Benützung der **Walzenformel** um durchschnittlich 10 % **und** durch die Vernachlässigung des Rindenanteils um etwa 20–30 % zu klein bestimmt. Unsere Angaben sind demnach mit denjenigen der forstlichen Statistik ohne Korrektur vergleichbar. Dies trifft allerdings nur **für** die Gesamtzahlen, nicht aber für Einzelergebnisse zu.

Einem Vorrat von 60 m³/ha gesunden Materials und 75 m³/ha Totalvorrat im Hochwald des Nationalparkes stehen Durchschnittswerte von 157 m³/ha im Forstkreis **Zuoz** und 171 m³/ha in der **Forstverwaltung** Zernez gegenüber. Die oberste Gemeinde des Münstertales, **Tschier**, weist 115 m³/ha Vorrat auf. Im Nationalpark sind also durchwegs nur halb so hohe Vorräte (**nur** gesunde Bäume). Der Gesamtzuwachs beträgt für den Hochwald des gesamten Parks rund 3000 m³ pro Jahr, was angesichts der Ausdehnung des Gebietes einen sehr bescheidenen Betrag darstellt. **Er** müßte an sich noch um die Leistung der geschädigten und absterbenden Bäume vermehrt werden. Nimmt man bei diesen den gleichen Zuwachs wie **bei** den gesunden Bäumen an – was sicher zu einer Überschätzung führt – so ist die obige Zahl um etwa 800 m³ zu erhöhen. Auf die **Hektare** bezogen beträgt die Leistung der gesunden Bäume im Hochwald bloß 0,83 m³ im Jahr, in den Legföhren gar nur 0,47 m³. Dies ist bedeutend weniger als in den **Wirtschaftswäldern** der Umgebung, in welchen jährlich 1,41 m³ Zuwachs festgestellt wurde (Durchschnitt nach Forstkreis). Zusammenfassend muß hervorgehoben werden, daß Vorrat und Zuwachs im Parkgebiet nur gering sind und daß bei einer allfälligen Bewirtschaftung der Wälder nicht mit großen Erträgen gerechnet werden kann. Es wird nachfolgend zu untersuchen sein, ob diese Feststellung auch für Teile des Parks zutrifft.

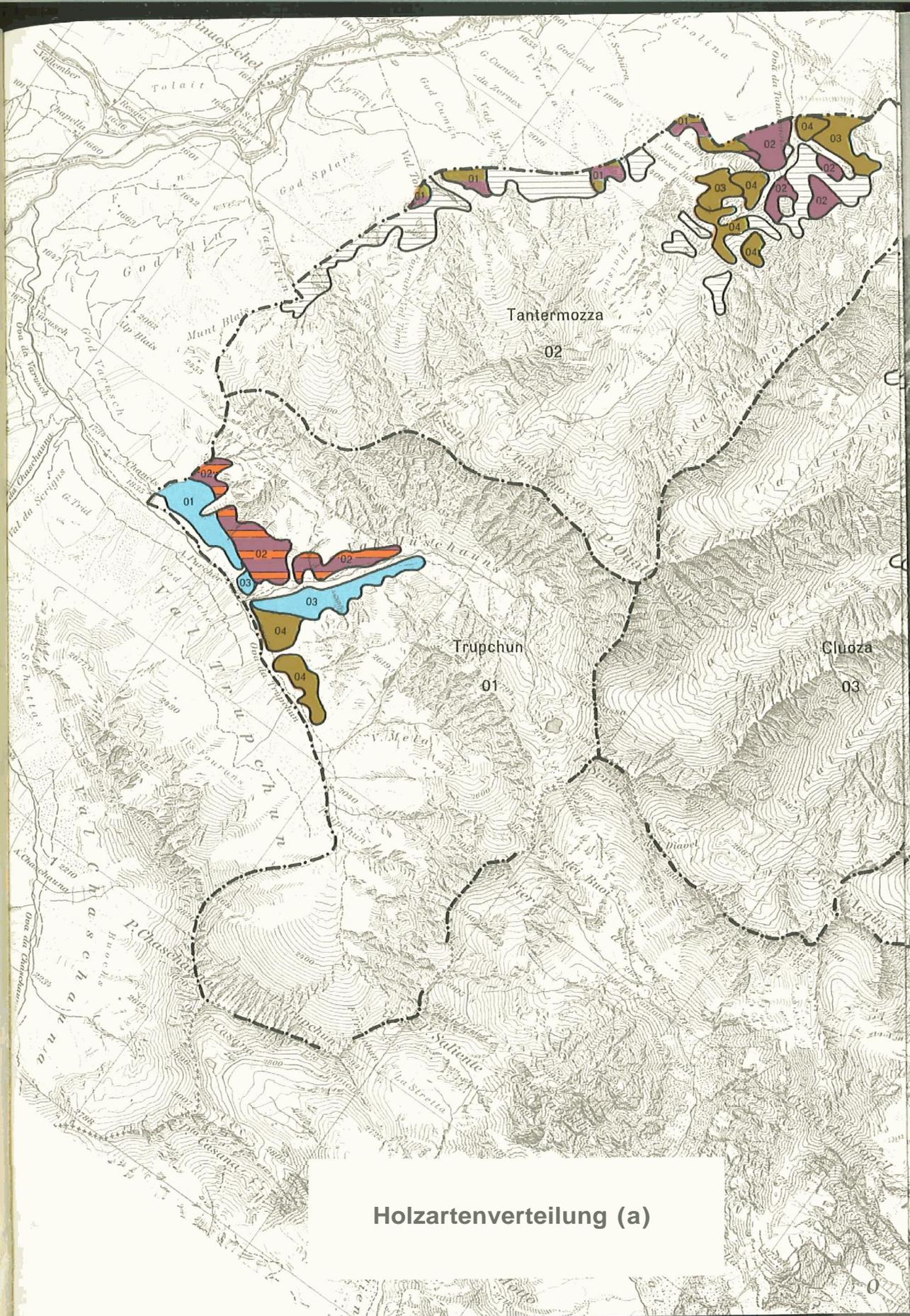
22 Der Anteil der Eigentümergebieten

Es wurde bereits bei der Flächenbetrachtung dargelegt, daß der **größte** Teil des Nationalparkareals in der Gemeinde Zernez liegt. Vom gesamten **Waldareal** von rund 5200 ha entfallen 4200 ha auf Zernez (vgl. **Tabelle II** im Anhang). Diese Gemeinde ist auch hinsichtlich des Vorrates und des Zuwachses weitaus am **stärksten** am Parkwald

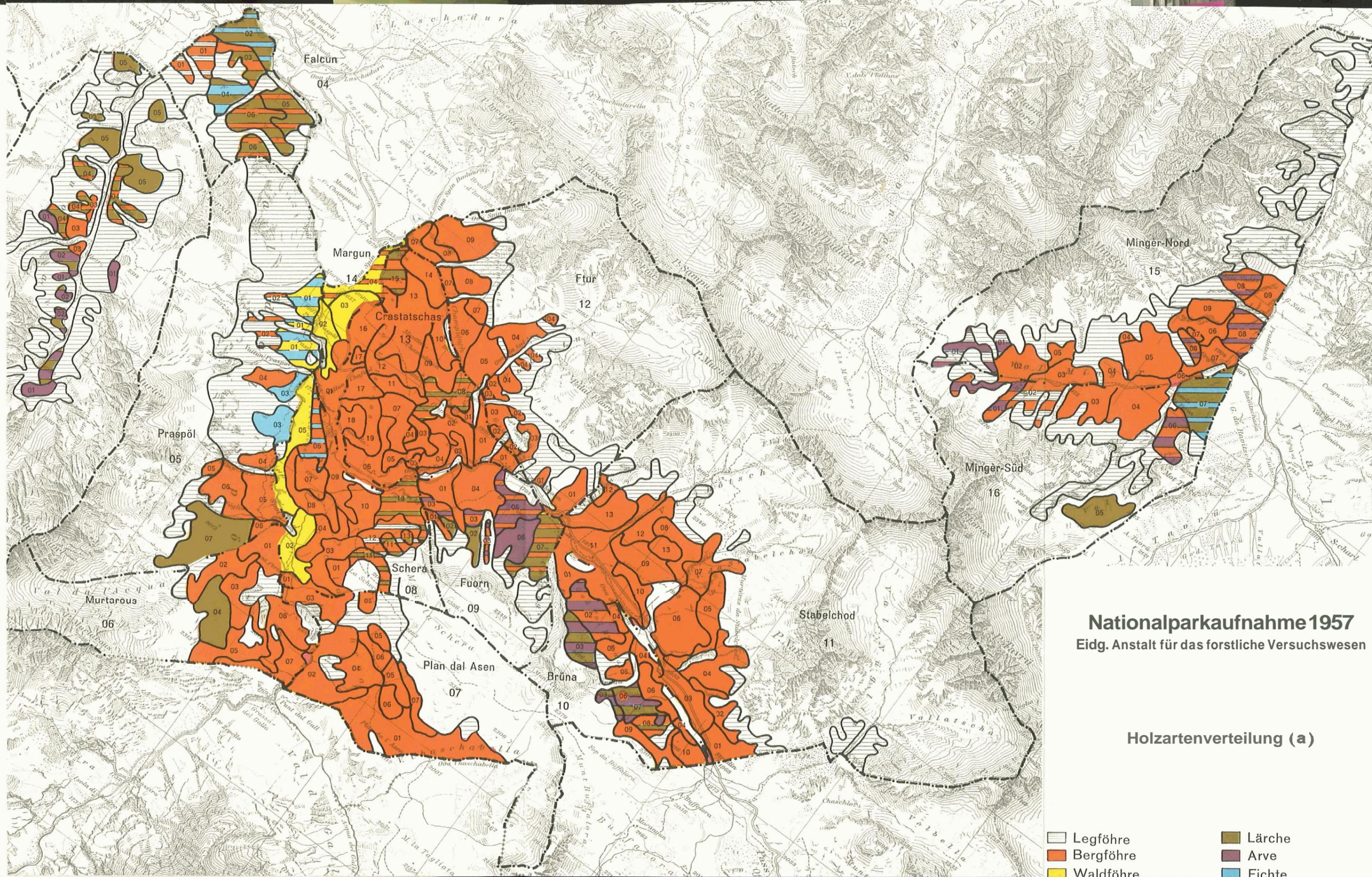
len Bäumen
en, Schluch-
Hektare he-
gestellt, dem
forstlichen
überschrit-
kommen. In
130 cm er-
messer macht
s. Bei einem
en um 30 %
erseite eine
rige und Zu-
nützung der
des Rinden-
sch mit den-
erdings nur

at im Hoch-
stkreis Zuoz
meinde des
also durch-
beträgt für
der Ausdeh-
sch noch um
Nimmt man
her zu einer
auf die Hek-
0,83 m³ im
den Wirt-
stellt wurde
werden, daß
gen Bewirt-
wird nach-
trifft.

te Teil des
al von rund
emeinde ist
n Parkwald

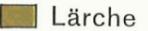


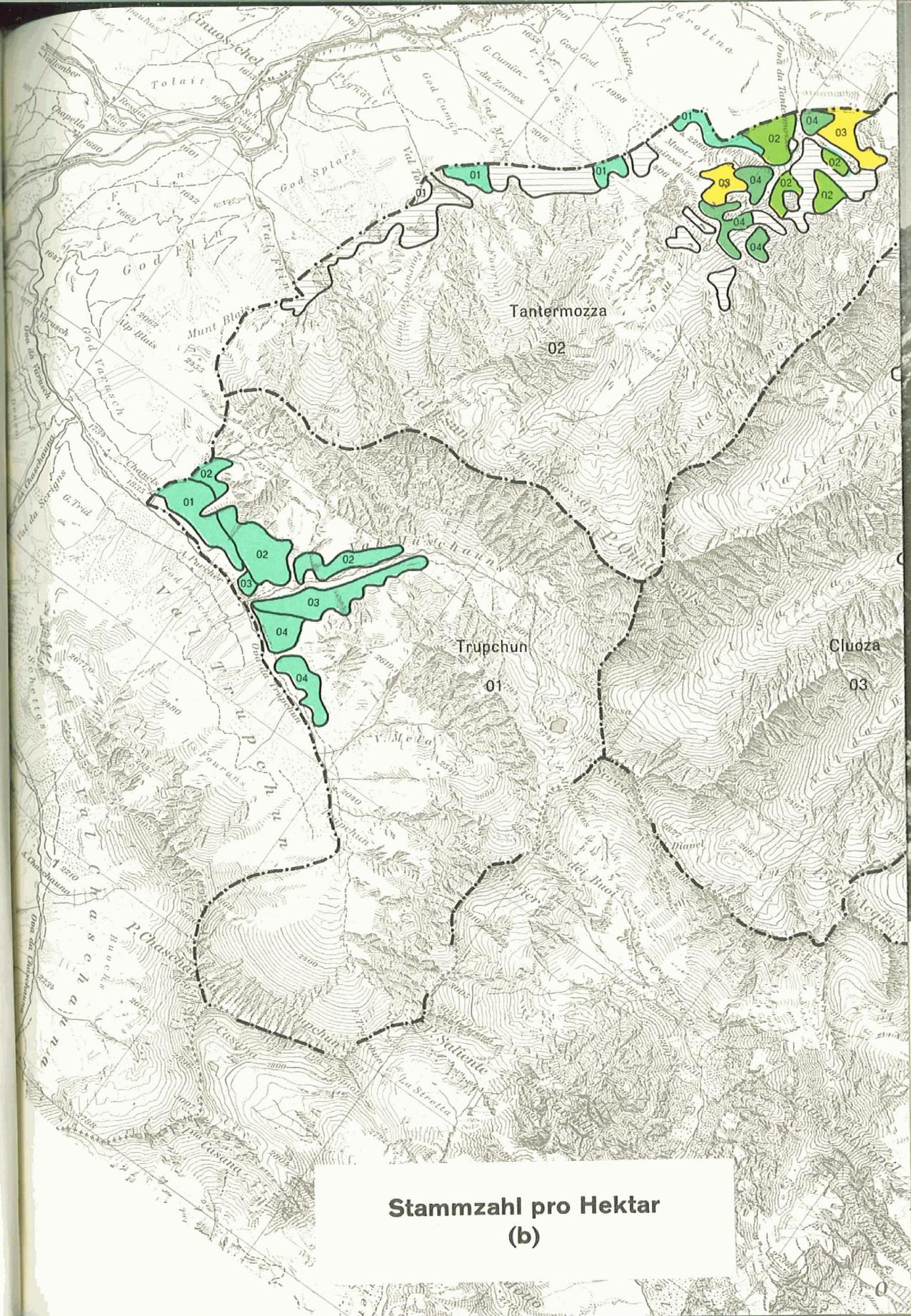
Holzartenverteilung (a)

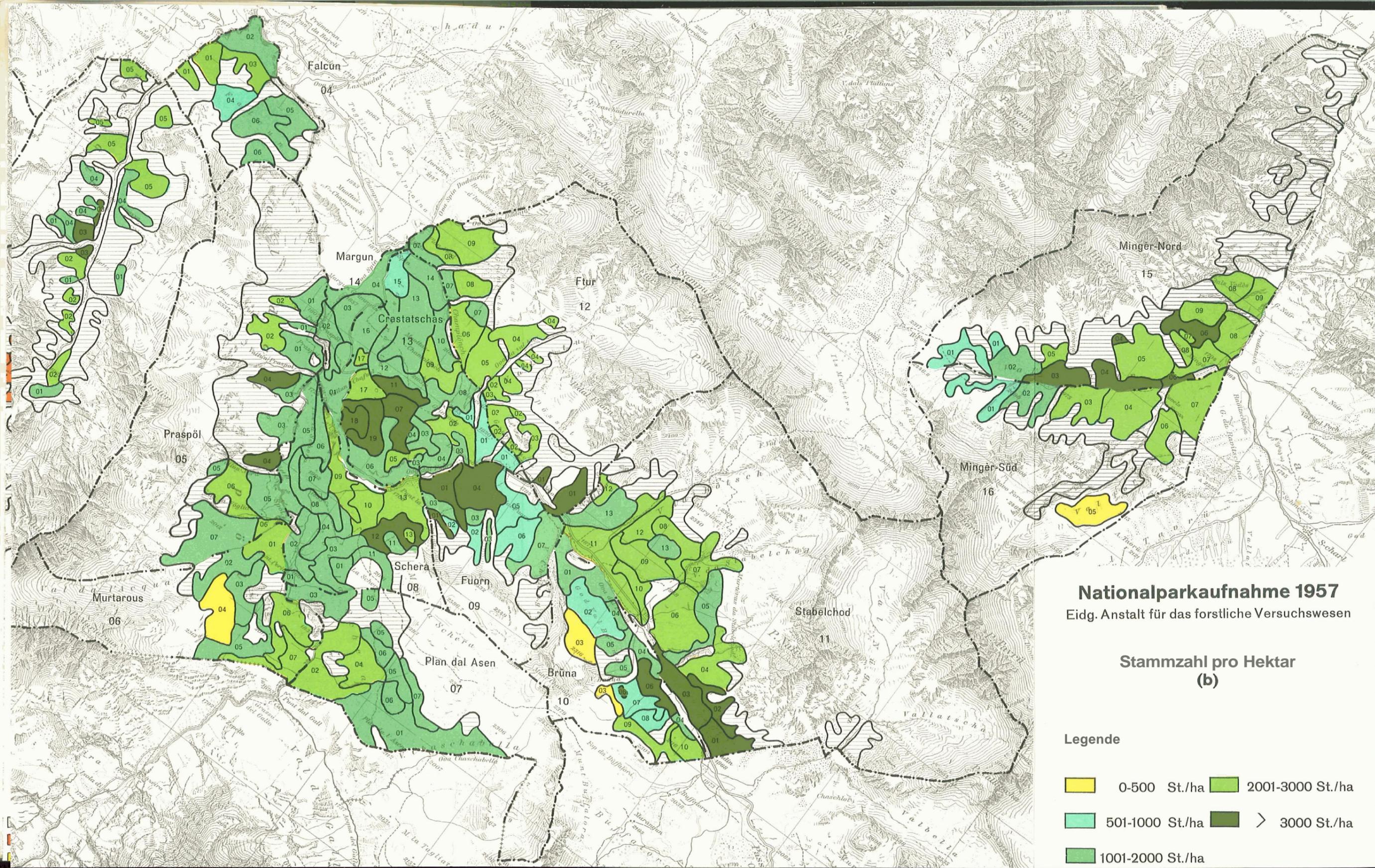


Nationalparkaufnahme 1957
 Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

Holzartenverteilung (a)

- | | |
|---|--|
|  Legföhre |  Lärche |
|  Bergföhre |  Arve |
|  Waldföhre |  Fichte |





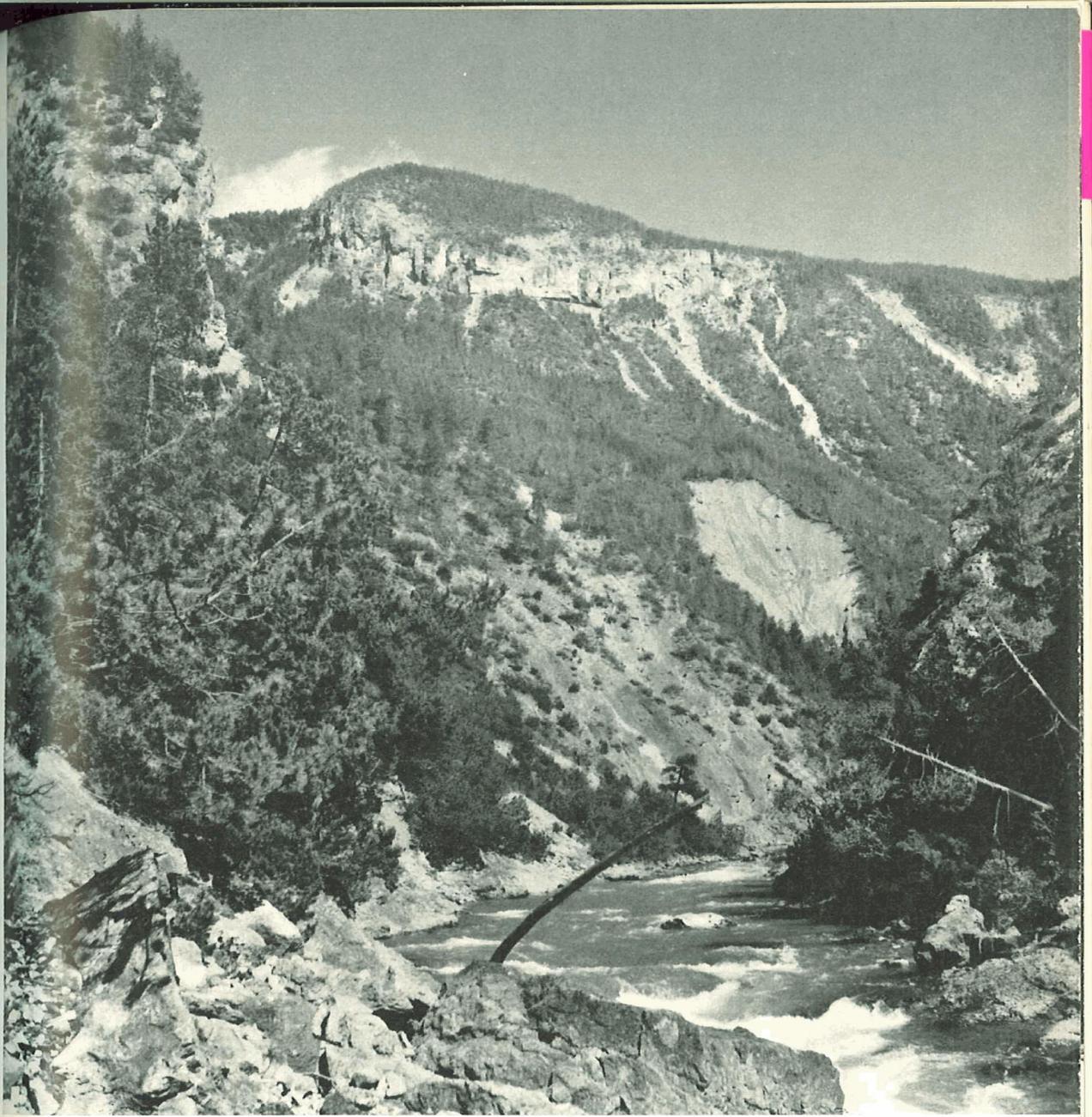


Bild 12 J. Werner, August 1957

Im eigentlichen Waldgebiet sind außer einigen Grasflächen nur Felsen, Geröll- und Rutschhalden unbestockt. Das Bild zeigt das Spöltal kurz vor der Parkgrenze bei Punt dal Gall.

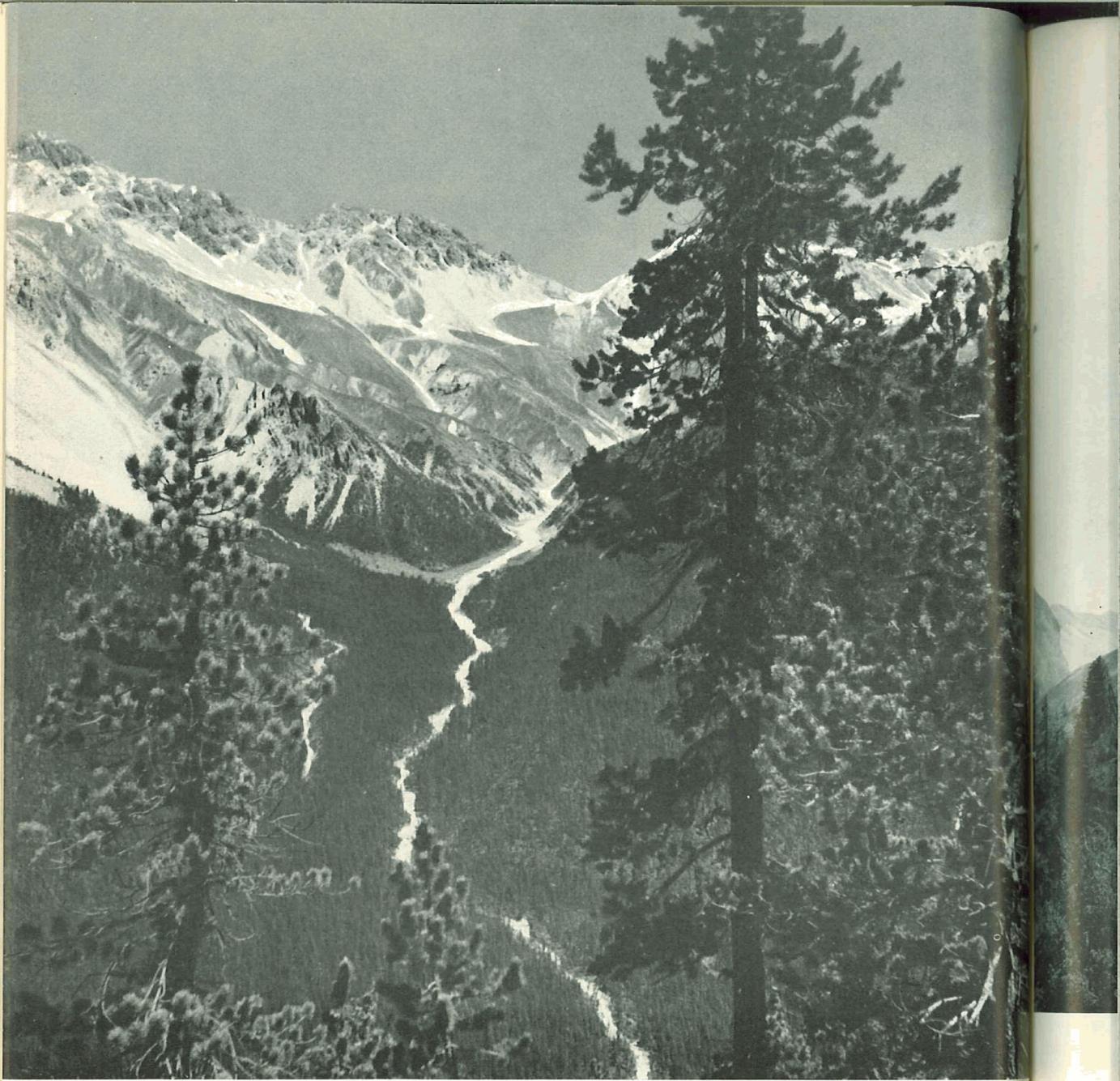


Bild 13 I. Werner, Juni 1957

Über weite Flächen des Nationalparkes dehnen sich reine, mehr oder weniger gleichförmige Bergföhrenwälder aus.
Blick vom God Val Brüna in die Val dal Botsch,

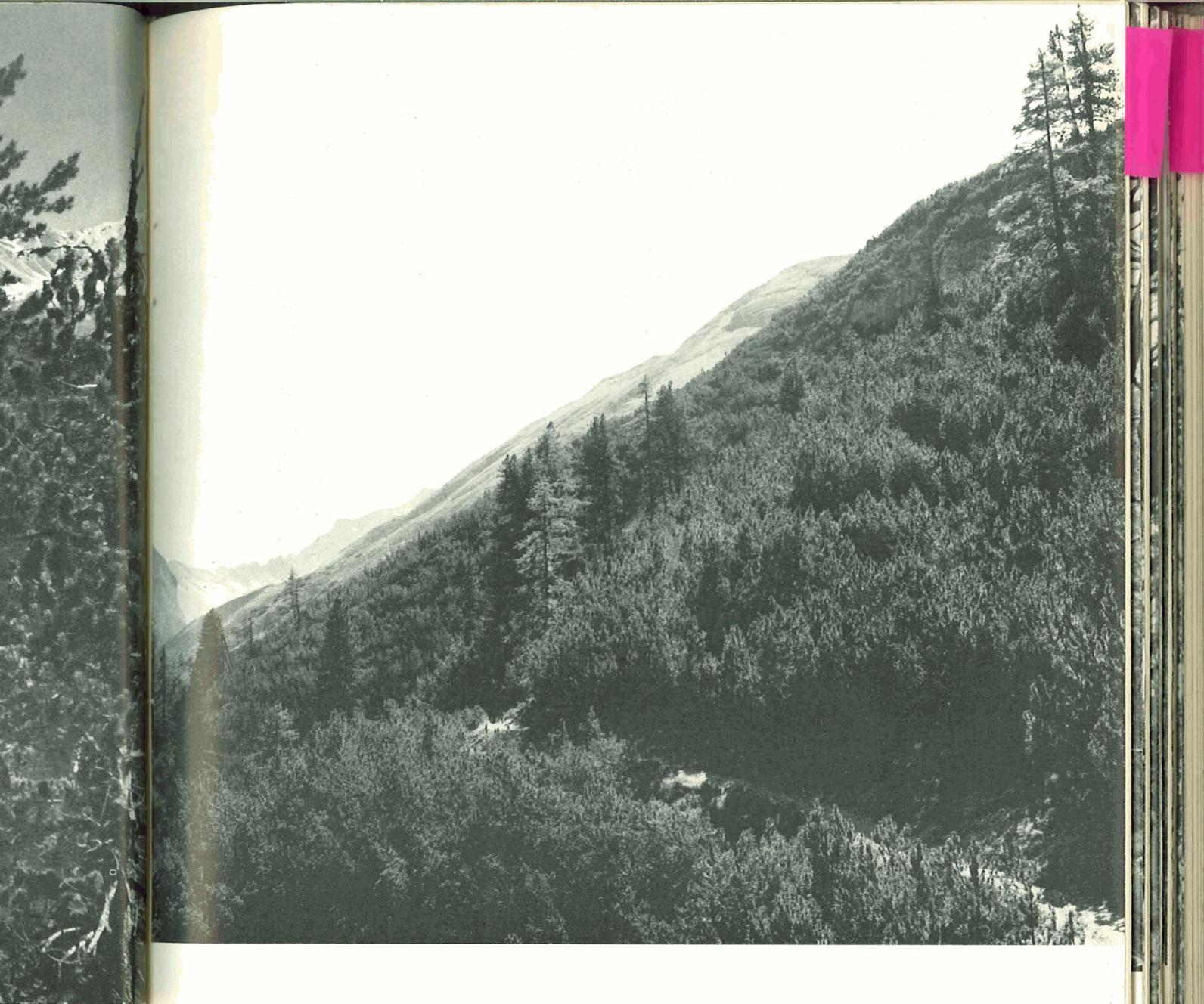


Bild 14 P. Scherrer, Juli 1959

Umfangreiche Flächen sind mit Legföhre, der niederliegenden Form der Bergföhre, bestockt. Da und dort stehen Hochwaldreste mit Lärche, Arve und aufrechter Bergföhre.
Linke Talseite der Val Cluoza, unterhalb Ils Fops.

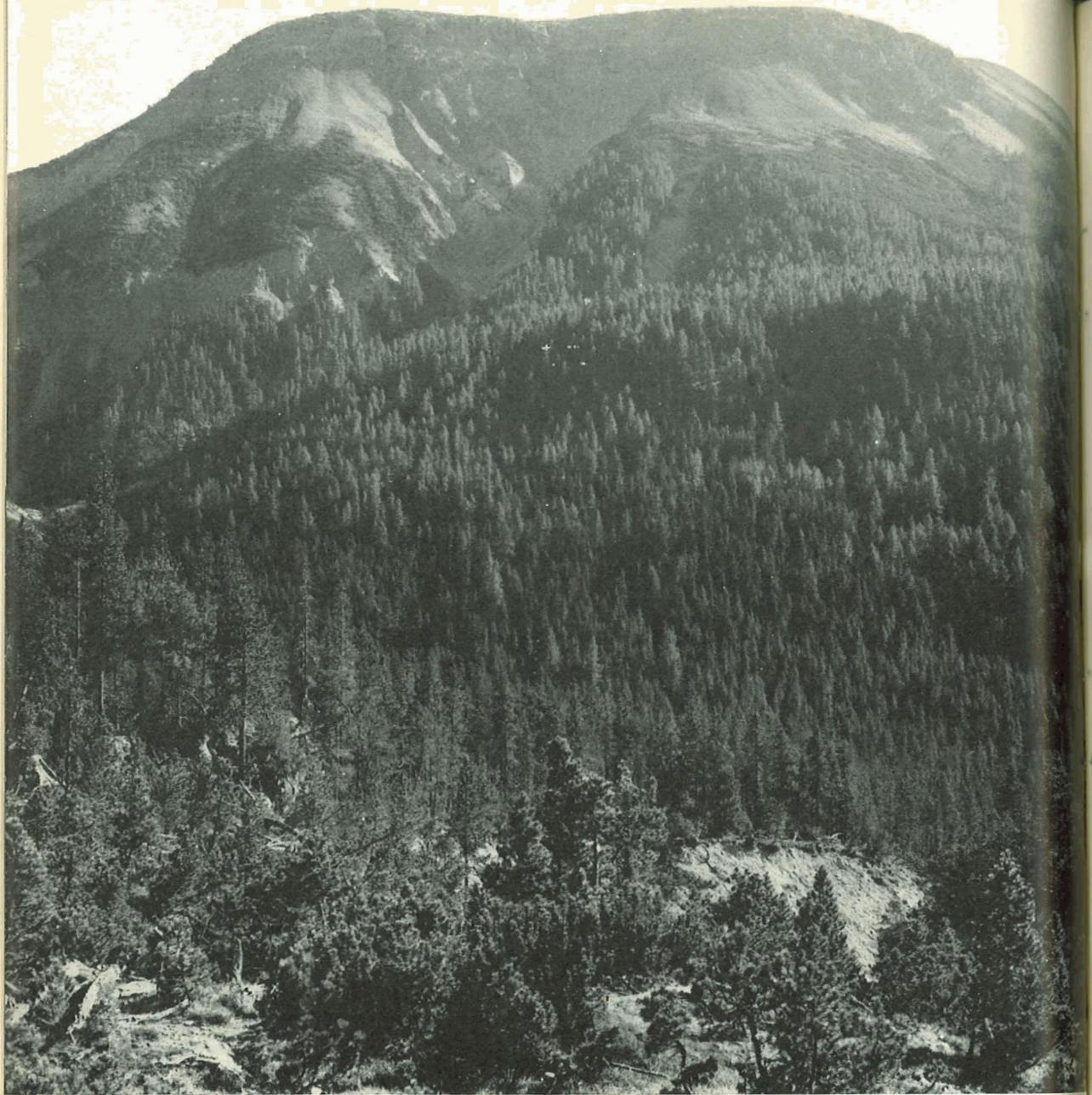


Bild 15 P. Scherrer, August 1959

In Nordlagen sind der Bergföhre in vermehrtem Maße Lärche und Arve beigemischt. Inmitten des dunklen Föhrenwaldes fallen die hellen Lärchen besonders auf.
Blick auf God dal Fuorn und Munt la Schera von Grimmel's aus.

beteiligt. Vom Gesamtvorrat von 250 000 m³ entfallen 210 000 m³ und vom Gesamtzuwachs von 3700 m³ deren 3100 m³ auf Zernez. Zudem stellt das Waldareal auf diesem Gemeindegebiet in orographischer Hinsicht einen geschlossenen Komplex dar. Infolge der Höhenlage und dem relativ geringen Wert des Holzes, kommt die Errichtung eines selbständigen Forstbetriebes kaum in Frage (vgl. Kapitel 44). Wie aus Tabelle II hervorgeht, besteht diese Möglichkeit in den Gebieten der übrigen Gemeinden noch weniger. Die Wälder könnten höchstens als Bestandteil des bereits bestehenden Forstbetriebes bewirtschaftet werden, dem sie eigentumsmäßig zugehören. Ein Blick auf die Karte zeigt, daß dies im Falle von Valchava und Schuls wegen der Abgeschlossenheit erschwert ist. Leichter ließen sich die Waldungen der Val Trupchun in den Forstbetrieb Scarfs einbeziehen. Diese weisen den höchsten Durchschnittsvorrat und Durchschnittszuwachs auf. Da der Anteil des geringen Materials (unter 16 cm Brusthöhendurchmesser) hier kaum 5 % erreicht und auch der Rindenanteil nur 15–20 % beträgt, dürfte der Durchschnittsvorrat von 110 m³ per Hektar Hochwald etwa um 20 % zu tief ermittelt worden sein. Mit rund 130 m³/ha unterscheiden sich demnach die Wälder des Val Trupchun nicht wesentlich von jenen der Engadiner Forstbetriebe. Auch der Zuwachs erreicht mit ungefähr 1,40 m³ pro Hektar und Jahr einen für die Gebirgslagen ansehnlichen Betrag. Die Wälder der Val Nügli (gleich Null, Nichts) machen der Talbezeichnung alle Ehre. Vorrat und Zuwachs sind absolut und relativ gemessen sehr gering und haben wirtschaftlich keine Bedeutung. Für den Forstmann enttäuschend sind die Werte für das Parkgebiet in der Val Mingèr. Der Durchschnittsvorrat erreicht bloß den Betrag von 27,5 m³/ha, der Durchschnittszuwachs denjenigen von 0,53 m³/ha pro Jahr. Nur dank der recht ausgedehnten Waldfläche von rund 900 Hektaren umfaßt der Gesamtvorrat fast 25 000 m³. Da diese Menge aber auf ein großes unwegsames Gebiet verteilt ist und mindestens zur Hälfte aus Baumschäften besteht, deren Brusthöhendurchmesser 16 cm nicht erreichen, können diese Waldungen heute noch keinen sehr hohen wirtschaftlichen Wert besitzen:

Zusammenfassend ist hervorzuheben, daß die Angaben pro Gemeindegebiet lediglich einen allgemeinen Überblick vermitteln sollen. Dieser dürfte insbesondere für die Gemeindeorgane von Bedeutung sein. Zur Beantwortung der gestellten forstwirtschaftlichen Fragen hingegen bedarf es einer weiteren, eingehenden Analyse.

23 Gebietsweise und bestandesweise Betrachtung

Es wurde bereits bei der Darstellung der Waldverhältnisse in den einzelnen Gemeindegebieten erkennbar, daß im Nationalpark hinsichtlich Waldaufbau, Waldzusammensetzung und Leistung des Waldes von Ort zu Ort große Verschiedenheiten herrschen. Neben recht dichten, stammreichen Waldteilen stehen lückige, stammarme; neben jungen, vorratsarmen Beständen treten alte, vorratsreiche auf. Dicht und lückig, jung und alt kann mannigfach verquickt sein und dem Walde schon auf kleinen Flächen einen uneinheitlichen Charakter verleihen. Es kann aber auch sein, daß die Verschiedenheit nur großflächig in Erscheinung tritt und daß dadurch weite Waldteile einheitlich wirken. Aus allgemeinen Durchschnittswerten ist diese Verschiedenheit nicht ersichtlich,

hingegen zeigt die Streuung¹ ihr **Ausmaß** an. Ein tieferer Einblick in die Verschiedenheiten kann jedoch nur durch eine Betrachtung der Verhältnisse in den einzelnen Teilen des Gesamtwaldes gewonnen werden. Bei unserer Aufnahme können die **Zahlergebnisse** für die Teilgebiete und für die **Überbestände** wiedergegeben werden. Es ist aber **zu** betonen, daß diese keine detaillierte Darstellung der Verhältnisse in den kleinsten Einheiten zulassen, sondern lediglich dazu dienen können, die Verschiedenheit des **Gesamtwaldes** aufzuzeigen. Wie bereits **hervorgehoben**, ist das angewandte Aufnahmeverfahren vor allem geeignet, einen **Überblick** über das Ganze zu geben. Stets ist die Aussage für das Ganze genauer als diejenige für die **Teile**². Für die kleinsten Einheiten haben die Angaben bloß den Charakter einer Tendenz. Dies ändert allerdings nichts an der Tatsache, daß sie zur Darstellung des Aufbaus, der Zusammensetzung und der Leistung geeignet sind.

231 Die Holzartenzusammensetzung

Die große Meereshöhe, die Zugehörigkeit zum inneralpinen Trockengebiet und der meist von Kalk- und Dolomitgesteinen gebildete Untergrund bewirken im Nationalpark eine für schweizerische **Verhältnisse** recht ungewohnte Holzartenzusammensetzung. Die Bergföhre (*Pinus Mugo* Turra) beherrscht eindeutig das Feld. **Über** weite Strecken scheint überhaupt nur diese **Holzart** in aufrechter oder niederliegender Form vorzukommen. Die krumme oder niederliegende Form der Bergföhre dürfte eine Wirkung des Schnees sein. Jeden Winter werden die jungen Bergföhren auf den Boden gedrückt und durch die **Gleitvorgänge** wohl auch im Wurzelwerk geschädigt. Zäh fassen sie im Sommer erneut Fuß und richten ihren Schaft wieder auf. Erst im höheren Alter, wenn Schaft und Wurzel kräftiger geworden sind, besteht die Möglichkeit, daß der Baum widerstehen kann und die aufrechte Form annimmt. Schneearme Winter sind der Umformung günstig. Durch den hohen Anteil an Bergföhren wirken die weiten Waldgebiete, namentlich im zentralen Teil des **Parkes**, im Spöl-Fuorn-Gebiet, etwas **düster** und fremd. Doch vielenorts fällt die helle und vertraut wirkende Lärche (*Larix decidua* Mill.) auf, welche einzeln oder in Gruppen den dunklen Bergföhren beigemischt ist. Nur dem aufmerksamen **Beobachter** werden beim Durchwandern des Parkwaldes die Waldföhren (*Pinus silvestris* L. ssp. *engadinensis* [Heer])³, die Arven (*Pinus Cembra* L.) und die Fichten (*Picea Abies* [L.] H. Karsten) auffallen, welche in **besonderen** Lagen an der Mischung beteiligt sind und an einigen Orten sogar vorherrschen. Die markanten Arven- und Lärchenwaldreste an der oberen **Waldgrenze** der Täler Trupchun, Cluozza und **Mingèr** werden hingegen rasch Beachtung finden. Beim Durchschreiten der ausgedehnten Wälder

¹ Als Streuung wird hier die Wurzel der mittleren quadratischen Abweichung vom Durchschnitt, ausgedrückt in % des Durchschnittes, verstanden.

² Als Genauigkeit oder als statistischer Fehler gilt die Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung vom arithmetischen Mittel (Durchschnitt), geteilt durch die Wurzel der Anzahl Messungen.

Ob im Parkgebiet nur die Engadiner Föhre vorkommt oder ob diese mit der gemeinen Waldföhre vermischt ist, wurde noch nicht eindeutig abgeklärt.

des Nationalparkes erhielten die Leiter der **Aufnahmegruppen** einen guten Einblick in die Zusammensetzung der Bestände. Mit den Ergebnissen der Aufnahme in den **Probestflächen** dienten diese Beobachtungen als Grundlage für die Beschreibung. Es zeigte sich, daß im Nationalpark hinsichtlich der Holzartenzusammensetzung **zweckmäßig** fünf Gruppen unterschieden werden, nämlich **Legföhrenwälder**, **Wälder mit vornehmlich aufrechter Bergföhre**, **Lärchen-Arven-Wälder**, **Waldföhrenwälder** und **Fichtenwälder**. Je nach der Bemischung anderer Holzarten konnten diese Gruppen weiter unterteilt werden (vgl. Tabelle 3).

Flächenausdehnung der wichtigsten Holzartenmischungen

Tabelle 3

Holzarten	ha	ha	%
Legföhrenflächen		1650,9	32
Bergföhrenwälder		2264,0	43
reine Bergföhren	1096,2		
Bergföhre mit Legföhre	674,2		
Bergföhre mit Lärche, Arve, Fichte	493,6		
Lärchen/Arvenwälder		953,7	18
Lärche/Arve	398,9		
Lärche mit Arve, Bergföhre, Fichte	381,7		
Arve mit Lärche, Bergföhre, Fichte	173,1		
Waldföhre mit Bergföhre, Lärche, Fichte		242,2	4
Fichte mit Lärche, Arve, Waldföhre, Bergföhre		151,8	3
		5252,6	100

Durch **Übertragen** der **Abgrenzungen** auf die Pläne wurde es möglich, ihren Anteil am Areal festzustellen. Wenn die Zuteilung zu gewissen Typen wie im vorliegenden Falle auf Grund von Schätzungen **erfolgt**, treten nicht selten Abweichungen von den **Meßwerten** auf. Bei der Schätzung wird weitgehend auf den Anblick abgestellt, den der Wald dem Beobachter bietet. Holzarten wie helle, **großkronige** Lärchen fallen in einem Bestand besonders auf, so daß ihr Anteil gern überschätzt wird. Dunkle oder **kleinkronige Holzarten** werden meist unterschätzt. Bei unserer Aufnahme ergaben sich erfreulicherweise zwischen **Einschätzung und Meßergebnis** keine wesentlichen Abweichungen. Die **Übersichtskarte** a fußt auf dem Anteil der **Holzarten am Vorrat**; eine **Flächenermittlung** auf dieser Grundlage ergibt keine grundsätzlichen Verschiedenheiten zu derjenigen der **Bestandesbeschreibung**. Beide, die Flächenangaben und die **Kartenübersicht**, bestätigen den allgemeinen **Eindruck**, den ein aufmerksamer Wanderer beim Begehen des **Nationalparkes erhält**. Die Bergföhre, aufrecht oder niederliegend, beherrscht den **Parkwald**; 75 % aller Bestockungen sind als eigentliche Bergföhrenwälder anzusehen! Die gleiche **Holzart** ist in weiteren 10 % der **Waldfläche** stark an der Mischung beteiligt. **Lärchen-Arven-Wälder**, Fichten- und Waldföhrenwälder sind zwar vorhanden, vermögen aber nur selten **zusammenhängende**, geschlossene und ausgedehnte Bestände zu bilden. Von den

im gesamten Wald des **Parkes** ermittelten, rund $15\frac{1}{4}$ Millionen gesunden Bäumen entfallen $14\frac{1}{2}$ Millionen auf Bergföhre; davon haben $5\frac{1}{4}$ Millionen aufrechte und $9\frac{1}{4}$ Millionen niederliegende Form. Der Vorrat von $\frac{1}{4}$ Million Kubikmetern ist aus 55% Bergföhre, 14% Legföhre, 4% Waldföhre, 12% Lärche, 8% Arve und 7% Fichte zusammengesetzt.

Der Anteil der Holzarten ist, an der Stammzahl oder am Vorrat gemessen, im Hochwald und in den Legföhrenflächen nicht grundsätzlich verschieden. In **beiden** herrscht die Bergföhre in aufrechter oder niederliegender Form eindeutig vor. Während aber das **Übergewicht** bei der Stammzahl sehr groß ist, treten Waldföhre, **Lärche**, Arve und Fichte beim Vorrat mindestens im Hochwald deutlich in Erscheinung. Dies geht offenkundig aus den Durchschnitten pro Flächeneinheit hervor (Tabelle 4).

Tabelle 4

Holzart	Hochwaldflächen		Legföhrenflächen	
	Stammzahl/ha	Vorrat/ha m ³	Stammzahl/ha Stück	Vorrat/ha m ³
Bergföhre	1357	36,4	220	3,6
Legföhre	463	2,4	4633	16,4
Waldföhre	15	3,0	—	—
Lärche	68	7,9	16	0,6
Arve	44	5,3	15	0,4
Fichte	50	4,5	14	0,6
Zusammen	1997	59,5	4898	21,6

Aus der Tatsache, daß 1357 aufrechte Bergföhren einen Vorrat von 36,4 m³ ausmachen, während 177 **Waldföhren**, Lärchen, Arven und Fichten **23,1 m³** ergeben, ist zu schließen, daß die Bergföhre durchschnittlich als bedeutend kleinerer Baum vertreten ist als die übrigen Holzarten. Die geringe durchschnittliche Größe der Legföhre ist noch offensichtlicher und äußert sich in der hohen Stammzahl bei geringem Volumen. Sehr deutlich ist dies aus der **Häufigkeitsverteilung** (Figur 11) ersichtlich. In dieser Darstellung ist für jede **Holzart** der prozentuale Anteil der Stämme verschiedener Stärke aufgetragen. Das Übergewicht der kleineren Bäume bei Bergföhre und Legföhre und als Gegensatz dazu dasjenige der größeren Bäume bei den übrigen Nadelhölzern ist sofort zu erkennen. Die Art der Verteilung gibt außerdem einen Hinweis auf die **zu erwartende langfristige Waldentwicklung**, worauf noch zurückzukommen ist.

Neben den genannten **Nadelhölzern** treten im Nationalpark stellenweise auch Laubbölzer auf. Ihr Anteil beträgt aber weniger als ein halbes Prozent der Stammzahl und beschränkt sich im allgemeinen auf die untern Schichten des Bestandesgefüges. Auf der Gesamtwaldfläche von rund 5200 ha dürften etwa 40 000 Laubbäume stehen. Davon sind etwas mehr als die Hälfte Birken; der Rest verteilt sich auf Aspen und Weiden. Die erreichten **Brusthöhendurchmesser** liegen meist zwischen 2 und 5 cm; Laubbäume mit mehr als 15 cm Durchmesser wurden nur ausnahmsweise angetroffen. **Volumenmäßig**

len Bäumen ent-
 frechte und 9¹/₄
 ern ist aus 55 %
 und 7 % Fichte

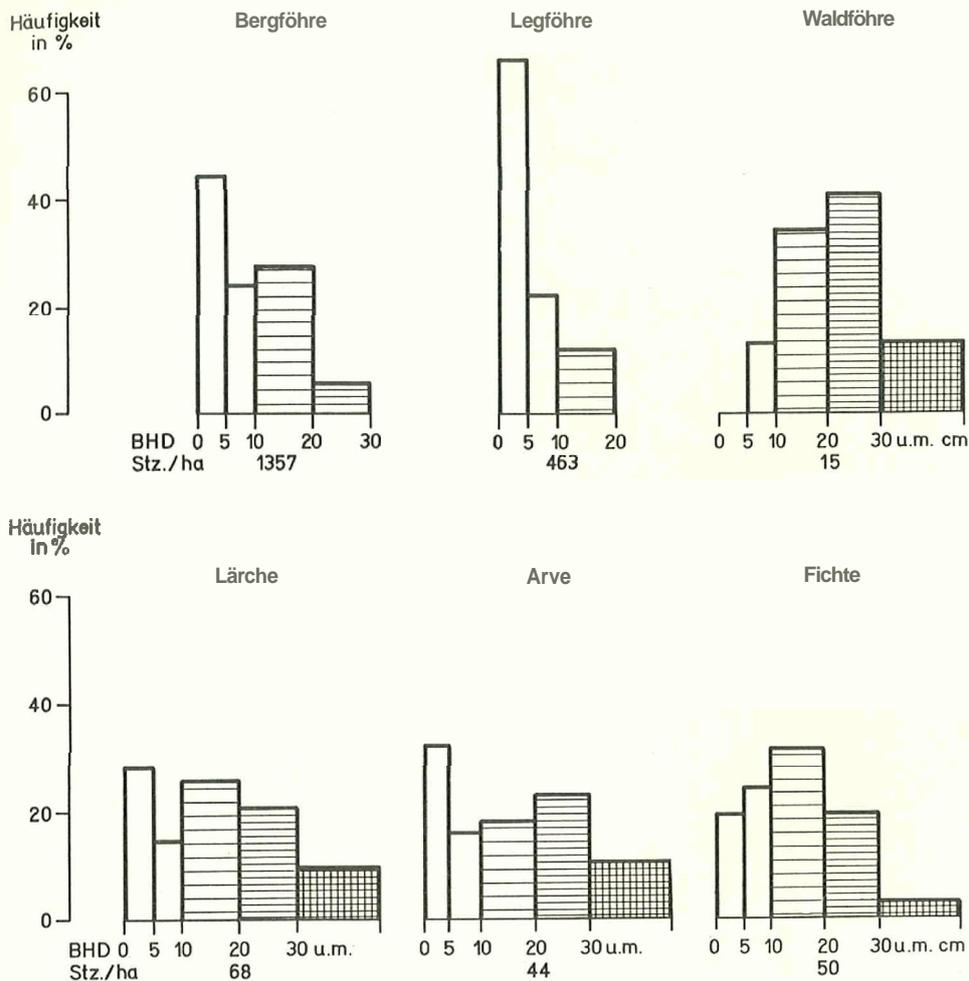
essen, im Hoch-
 beiden herrscht
 ährend aber das
 Arve und Fichte
 eht offenkundig

Stammflächen
Vorrat/ha
m ³
3,6
16,4
—
0,6
0,4
0,6
21,6

n 36,4 m³ aus-
 ergeben, ist zu
 Baum vertreten
 gfhöhre ist noch
 Volumen. Sehr
 dieser Darstel-
 ner Stärke auf-
 gfhöhre und als
 lälzern ist sofort
 e zu erwartende

ise auch Laub-
 Stammzahl und
 efüges. Auf der
 en. Davon sind
 Veiden. Die er-
 aubbäume mit
 Volumenmäßig

Figur 11
 Häufigkeit der Stärkeklassen
 Stammzahlanteile



spielt das Laubholz keine Rolle. Die Verbreitung der Laubhölzer beschränkt sich auf die Ufereinhänge einiger Fluß- oder Bachläufe, oder auf Lawinenzüge und Blößen. Sie kommen längst des Spölflusses, an den Hängen des Munt la Schera und in den Tälern von Trupchun, Cluozza und Mingèr vor.

Das Vorherrschen der Bergföhre ist nicht für alle Teile des Parkgebietes charakteristisch. Selbst im zentralen Teil Spöl-Fuorn, in welchem sich die reinen Bergföhrenwälder häufen, sind besondere Standorte anzutreffen, auf denen Lärche, Arve, Waldföhre und Fichte vermehrten Anteil an der Mischung haben. Obwohl diese Holzarten, zahlenmäßig betrachtet, meist nicht eindeutig dominieren, vermögen sie doch den Be-

ständen einen anderen Charakter zu verleihen. Der Anteil der Holzarten an **Stammzahl** und Vorrat ist für die Teilgebiete in Figur 12 dargestellt. Die Zahlengrundlagen sind in der Tabelle **III** des Anhangs enthalten. Aus **beiden** ist ersichtlich, daß die Bergföhre, vor allem was die Stammzahl anbelangt, fast ausnahmslos stark vorherrscht. Wird hingegen der Anteil am Vorrat betrachtet, so erhalten die übrigen Holzarten bedeutend mehr Gewicht. Dies dürfte dem Anblick, den der Wald bietet, und wohl auch der wirtschaftlichen Bedeutung weit besser entsprechen. Auf der Übersichtskarte a ist die dominierende **Holzart** jedes Überbestandes dargestellt. **Bezugsgröße** ist der Vorrat. Die volle Färbung bedeutet Vorherrschen mit mindestens 25 %; das breite mit dem schmalen Band vermischt bedeutet Überwiegen der durch das breite Band dargestellten **Holzart** um mindestens 10 %, während gleiche Bandbreite für praktisch gleich starken Anteil steht. Nicht ersichtlich sind in der Darstellung die beigemischten Holzarten, welche oft einen bedeutenden Anteil am Gesamtvorrat aufweisen können. Einzelheiten sind jedoch für die Teilgebiete aus der Figur 12 und der Tabelle **III** und für die Überbestände aus der Tabelle **XIII** zu entnehmen (beide Tabellen im Anhang). Anhand dieser Übersichten und Tabellen soll auf die Holzartenzusammensetzung nachfolgend teilgebiets- und in besonderen Fällen auch bestandesweise näher eingetreten werden.

Nirgends im gesamten Parkgebiet ist die Dominanz der Bergföhre so groß wie im Teilgebiet Stabelchod (11). Über eine Fläche von fast 500 ha dehnt sich hier ein zusammenhängender, einförmiger und dichter **Bergföhrenwald** aus. Zentren dieser starken Verbreitung sind die großen Schuttkegel am Ausgang der **beiden Täler** Val dal Botsch und Val da Stabelchod (vgl. Bilder 13, 19, 34). Nur selten sind wenige Arven oder Lärchen beigemischt. Der Anteil der **Legföhrenflächen** im Hochwald dieses Teilgebietes ist nicht besonders groß. Nur in zwei von dreizehn Überbeständen erreichen Lärche oder Arve, am Vorrat gemessen, 4 bzw. 5 %; in allen andern herrscht die Bergföhre als Spirke und Latsche uneingeschränkt. Bergföhrenwald bedeckt auch weite Gebiete von Ftur, Crastatschas, Schera, Plan dal Asen und Murtarous, doch sind ihm in diesem mehr und mehr Lärche, Arve, Fichte und **Waldföhre** beigemischt. Einzig in den Teilgebieten Ftur und Plan dal Asen erreicht der Anteil der Bergföhre teilweise ähnliche Ausmaße wie in Stabelchod. In Ftur ist im Hochwald der Anteil der Legföhre höher als in Stabelchod, und eigentliche, hier gesondert betrachtete **Legföhrenwälder** reichen an den Hangen des Piz dal Fuorn bis auf den Talgrund herab. Lärche und **Arve** sind vor allem in den Beständen im Einzugsgebiet der Ova Spin anzutreffen. Obwohl die Wälder im Teilgebiet Crastatschas noch durchaus den Charakter gleichförmiger Bergföhrenbestockungen aufweisen, sind dort Lärche und Arve und **längs** der Fuornstraße auch Waldföhre und Fichte in vermehrtem Maße beigemischt oder bilden eigentliche geschlossene Gruppen und Bestände. Rings um die Alp **Grimmels** dominieren gar Lärche und Arve über die **Bergföhre** (Überbestand 13081). Einen hohen Anteil weist die Lärche wieder im Einzugsgebiet der Ova Spin auf, wo sie zusammen mit der Waldföhre den Beständen einen besonderen Charakter gibt (1315, 1316, 1317). Die Waldföhre ist besonders **längs** des **Flußlaufes** des **Spöls** in Südlagen **häufig**. In den Teilgebieten Praspöl, Schera und **Margun**

¹ Die ersten **beiden** Ziffern bezeichnen das Teilgebiet, die zweiten den Überbestand.

macht sie in gewissen Beständen 50 und mehr Prozent des Vorrates aus. Sofern die Standorte tiefgründig sind, was in gewissen Runsen des mannigfach durchfurchten Spöltales der Fall ist, erreicht die Waldföhre, zusammen mit der Fichte, die größten Baumhöhen des Nationalparkes.

Obwohl der Bergföhrenwald in der Zone Stabelchod-Ftur-Crastatschasam ausgeprägtesten auftritt, ist er auch an den Nordwest-, West- und Südhängen des Munt la Schera stark vertreten. Insbesondere im Teilgebiet Plan dal Asen erreicht er eine ähnlich reine und einförmige Ausbildung wie in Stabelchod. Im allgemeinen sind aber auf diesen Standorten, zufolge der geologischen Unterlage (Verrucano) wie der Exposition, Lärche und Fichte reichlich beigemischt. Die vorgewachsenen hellen Lärchen stechen deutlich aus dem dunklen Grün der Bergföhren heraus, während die unterständigen Fichten nur dem aufmerksamen Beobachter auffallen (Bilder 17, 20). Diese Bestandeszusammensetzung findet sich im westlichen Teil des Gebietes Fuorn, im östlichen von Schera, in Murtaous und im südlichen Teil von Praspöl. In einzelnen Beständen beteiligt sich auch die Arve an der Mischung. In ausgesprochenen Nordlagen der Teilgebiete Fuorn (09) und Brüna (10) beherrscht sie zusammen mit Lärche und Fichte das Bestandesgefüge. Die Bergföhre ist zwar auch hier noch stark vertreten (Figur 12) und bestockt in reinen Gruppen oder Beständen ehemalige Kahlschlag-, Schneedruck- oder Lawinenflächen; als Beimischung hingegen vermag sie den kräftig wachsenden Arven und Lärchen meist nur mühsam und nur als beherrschter Baum zu folgen; Abgänge sind denn auch sehr häufig. Der Lärchen-Arven-Wald weist heute im Parkgebiet sicher nicht jene Ausdehnung auf, die ihm gemäß der orographischen, klimatischen und geologischen Situation zukommen müßte. Die schweren Eingriffe des 18. und 19. Jahrhunderts haben ihn teilweise zum Verschwinden gebracht und den Bergföhrenwald an seine Stelle treten lassen. Häufig sind aber inmitten weiter Bergföhrengebiete kleine Lärchen-Arvenwaldreste oder mächtige Stöcke dieser Holzarten anzutreffen, was auf die frühere Verbreitung schließen läßt. Nicht immer darf Waldzerstörung nur auf menschlichen Unverstand zurückgeführt werden. Gerade das Parkgebiet ist reich an Beispielen, welche zeigen, daß die Naturgewalten den Baumwuchs und die Ausbildung eines geschlossenen Waldes verhindern. So ist es schwer zu beurteilen, ob die mannigfach von Geröllhalden und Lawinenzügen durchfurchten Hänge der Gebiete Praspöl, Cluoza, Tantermozza, Trupchun und Mingèr einmal geschlossenen Wald getragen haben oder nicht. Heute sind vor allem in Praspöl, Cluoza, Tantermozza und Mingèr wenige Hochwaldreste in ausgedehnten Legföhrenflächen anzutreffen. Lärche oder Arve, aufrechte Bergföhre und seltener Fichte bilden in diesen eine lückige Oberschicht, während sich unter dem lichten Schirm der aufrechten Bäume ein dichtes Legföhrendickicht ausbreitet. Der Anteil der Holzarten erscheint in den erwähnten Gebieten nicht wesentlich verschieden von demjenigen in den Klimaxwaldgebieten Fuorn und Brüna; der andersartige Bestandaufbau gibt aber diesen Waldungen einen völlig andern Charakter (vgl. Figur 12, Karte a, Tabelle III und Bild 14). Auf dem Liasmergel der Val Trupchun und ihrem Seitental, der Val Müschauns, weicht der Wald hinsichtlich seiner Holzartenzusammensetzung wesentlich vom übrigen Parkwald ab. Die sonst überall stark vertretene Bergföhre tritt hier sowohl als aufrechte Spirke wie als niederliegende Latsche zurück, und Lärche, Arve und Fichte herrschen eindeu-

tig vor. Wie die Waldungen im zentralen Teil des Parkes, sind auch diejenigen in Trupchun stark ausgebeutet und **vermutlich beweidet** worden. Die günstigeren Voraussetzungen des Untergrundes und des Klimas ließen hier rascher als im übrigen Parkgebiet wieder **gutbestockte** und **wirtschaftlich** wertvolle Bestände entstehen. Dies trifft für die Wälder der Val **Mingèr**, dem östlichsten zum Park gehörenden Tal, nicht zu.

Dort herrscht nach seinerzeitiger **Waldzerstörung** heute eindeutig die **Pionierholzart** Bergföhre vor. Neben den ausgedehnten Legföhrenbeständen auf der linken, felsigen und steilen **Talseite** des **Clemgiaflusses** breiten sich im zentralen Teil der Val **Mingèr** große Bergföhrenhochwälder mit reichlich beigemischten Legföhren aus. Fast durchwegs deutet aber ein bescheidener Anteil Arven, Lärchen und Fichten auf den standörtlich möglichen **Klimaxwald** hin. Beachtliche **Waldreste** sind an der oberen Waldgrenze der Val **Mingèr** (Überbestände 1501 und 1601) anzutreffen. Die Lärchen beherrschen das Bild in den Weidegebieten der Val **Foraz** (Überbestände 1605, 1606 und 1607), während die Fichten den Beständen des **Talgrundes** beigemischt sind (Überbestände 1507, 1508, 1607).

Trotz den dargelegten Verschiedenheiten weist der Wald des Nationalparks gesamthaft **eins** recht einseitige **Holzartenzusammensetzung** auf. Im Hochwald entfallen 90 % der Stämme und 65 % der Masse auf die Bergföhre. Da die **wirtschaftliche** Bedeutung dieser **Holzart** nicht sehr groß ist, müßte das Interesse bei einer allfälligen Nutzung der Waldungen stark den zerstreut auftretenden übrigen Holzarten zugekehrt sein. Neben der Textur (**Holzartenzusammensetzung**) kommt darum der Struktur des Waldes (Aufbau) besondere Bedeutung zu.

232 *Waldaufbau und Walddichte*

Zur Charakterisierung des **Waldaufbaus** werden die Bestockungen gewöhnlich nach drei Gesichtspunkten beurteilt. Es wird der **Aufbau in horizontaler Richtung** betrachtet und festgestellt, welche Form und welche Ausdehnung die verschiedenen Teile besitzen. Unter dem **Aufbau in vertikaler Richtung** wird die Art und Weise der Kronenschichtung verstanden. Die **«innere Zusammensetzung»** schließlich hat ein Bild über die Anordnung der Bäume und ihre gegenseitige Beeinflussung zu geben. Diese Beschreibungen werden gewöhnlich durch Angaben über die Dichte der Bestockung ergänzt. Da das **Hauptinteresse** bei vorliegender Zustandserfassung vor allem auf das Ganze gerichtet ist, unterbleibt eine eingehende Beschreibung des Aufbaus der einzelnen Bestände. Immerhin wurden Vertikalaufbau und innere Zusammensetzung in jeder **Stichprobenfläche** in vereinfachter Weise beurteilt. In der Stammzahl pro Flächeneinheit ist ein Maß für die Dichte der Bestockungen vorhanden.

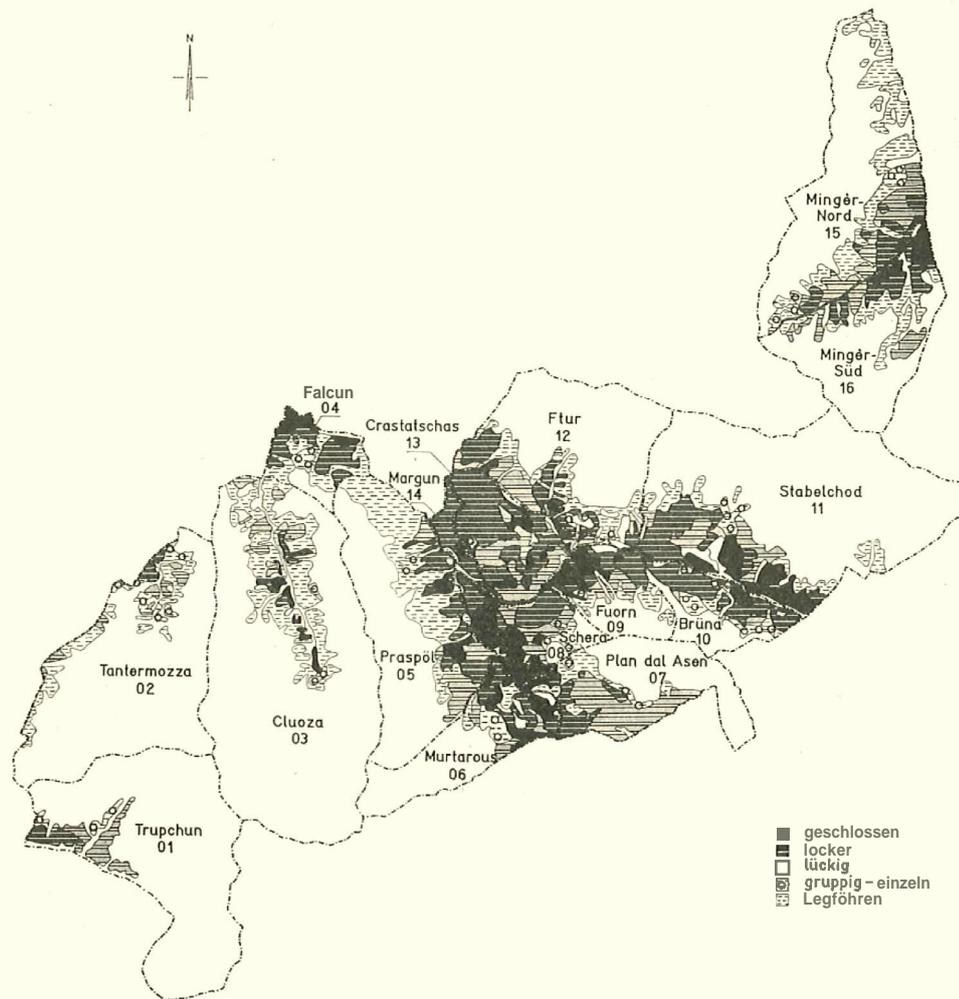
Die **Horizontalstruktur**, d. h. die Form und **Ausdehnung** der Waldteile, wurde nicht besonders beurteilt. Es könnte aber bereits bei der Besprechung der **Holzartenzusammensetzung** **darauf** hingewiesen werden, daß im Nationalpark im allgemeinen die unterscheidbaren Bestände großflächig angeordnet sind. Dies ist weitgehend eine Folge der früheren **Kahlschlagwirtschaft**. Nur die in den weiten **Legföhrenflächen** der Val Cluozza,

der Val Tantermozza und der Val Mingèr eingestreuten Hocliwaldreste haben teilweise bloß die Ausdehnung von Horsten, Streifen und Gruppen¹.

Die *Vertikalstruktur*, d. h. die Schichtung, wird weitgehend durch die *Eigenschaften* der Holzarten und des Altersaufbaus der Bestände bedingt. Die stark vorherrschende *Bergföhre* bildet als Pionierholzart gerne einschichtige, dichte Bestände, welche nur geringe Baumhöhen aufweisen. Schon in einem frühen Stadium der Entwicklung wird der Kronenschluß solcher Bestände durch zahlreiche *Schadenwirkungen* unterbrochen. Die genügsame Bergföhre vermag in solchen Fällen sehr bald eine neue Baumgeneration zu bilden, so daß der Bestand zweischichtig wird. Auch dort, wo Lärche, Arve und *Waldföhre* an der Mischung beteiligt sind oder gar vorherrschen, kann ein ähnlicher Aufbau entstehen. Im lichten Schatten der *vorgewachsenen* Holzarten dehnt sich dann ein mehr oder weniger dichter Bergföhrenunterwuchs aus. Da der Kronenschluß der Oberschicht von Ort zu Ort sich rasch ändern kann, ist die Dichte und die Höhe des *Unterwuchses* verschieden, so daß der Bestand einen unterbrochen mehrschichtigen Charakter erhalten kann. In den unteren Lagen des Nationalparks bildet auch die Fichte unter Lärche oder *Waldföhre* häufig eine zweite Baumschicht. Nicht selten wird der Bestandaufbau durch sie sogar ausgesprochen stufig. Die Ausdehnung solch stufiger Bestände bleibt aber stets auf besondere Standorte beschränkt und erreicht nirgends eine große *Ausdehnung*. Bei unserer Aufnahme ist in **rund 70 %** aller Beobachtungen die Vertikalstruktur als **mehr-**schichtig angesprochen worden; in 10 % wurde ein zweischichtiger und in 20 % ein einschichtiger Aufbau festgestellt. Einschichtig erwiesen sich reine, verhältnismäßig **junge** Bergföhrenbestockungen in nicht zu steiler Lage, ferner gewisse Waldföhrenbestände der fruchtbarsten Standorte, eigentliche Arvenwälder an Nordhängen sowie vereinzelt vorkommende ehemalige Weidewälder aus Lärche oder Arve. Nicht nur die Anordnung der Bäume in vertikaler, sondern auch diejenige in horizontaler Richtung ist für die Beurteilung des Aufbaus bedeutsam. Die gegenseitige Lage und Beeinflussung der einzelnen Bäume und ihrer Kronen wird in der sogenannten *inneren Zusammensetzung* beurteilt. Bei unserer Aufnahme wurde auch hier eine vereinfachte Klassifizierung durchgeführt. Es wurde lediglich zwischen geschlossenem, lockerem und lückigem Stand unterschieden. Da an der oberen Waldgrenze die Bäume außerdem häufig nur noch in kleinen weit **aus-**einanderstehenden Gruppen oder Trupps vorkommen oder sogar als Einzelständer auftreten, wurden zwei weitere Kategorien gebildet. Die *Einschätzung* der inneren Zusammensetzung im Hochwald ergab, daß bei 17 % aller Stichproben geschlossene Bestände anzutreffen sind. In ihnen haben die Kronen einen gedrängten bis lichten Schluß. Die lockeren Bestockungen sind mit 44 % am stärksten vertreten. In ihnen berühren sich die Kronen der einzelnen Bäume meistens nicht und es ließen sich da und dort weitere Baumkronen in das **Kronendach** einschieben, ohne daß die Bäume gedrängt wären. Bei 33 % der lückigen Bestockungen stehen die Bäume **im** allgemeinen bereits derart weit auseinander, daß noch ganze Baumgruppen mühelos Platz finden würden. In 8 % der Fälle waren die Bestände derart aufgelöst, daß die Bäume als einzelstehend oder in kleinen

¹ Horst = 5-50 Aren, rundliche Form; Streifen = langgestreckte Form; Gruppe = bis 5 Aren großer Waldteil.

Figur 13
Innere Zusammensetzung der Bestände



Gruppen angeordnet betrachtet werden mußten. Die Verteilung der ausgeschiedenen Kategorien auf das Hochwaldgebiet des **Parkes** ist aus Figur 13 ersichtlich. Die auffallende Häufung geschlossener Bestände in gewissen Teilen des Parkgebietes wird verständlich, wenn gleichzeitig die örtlichen orographischen Verhältnisse und die Holzartenzusammensetzung betrachtet werden (Karte a). Es läßt sich feststellen, daß geschlossene Bestockungen namentlich dort auftreten, wo einerseits **Waldföhre** oder Lärche und Arve an der Mischung maßgebend beteiligt sind, oder wo andererseits die reinen **Bergföhren**bestände in geschützter, nicht allzu steiler Lage stehen. Die lockeren Bestockungen sind unregelmäßig auf das ganze Parkgebiet verteilt. Die lückigen hingegen häufen sich vornehmlich in steilen, trockenen Südlagen, wo alle Holzarten mit der Unbill des **Stand-**



hlossen
er
g
pig - einzeln
Ohren

eschiedenen
Die auffal-
s wird ver-
d die Holz-
en, daß ge-
oder Lärche
reinen Berg-
estockungen
häufen sich
l des Stand-

orts zu kämpfen haben. Es ist verständlich, daß auch die Bestände an der oberen Waldgrenze oder in sonstwie gefährdeter Lage stets lückig sind oder zur Auflösung neigen. Die Bäume stehen dann in Gruppen oder einzeln, inmitten ausgedehnter Legföhrengebüsche, auf Grasfluren oder gar als Waldreste in Rutschflächen und Geröllhalden. Solche Waldflächen sind vornehmlich im Talhintergrund der Val Mütschauer, der Val Tantermozza, der Val Cluozza und der Val Mingèr anzutreffen. Nicht selten sind aufgelöste Bestockungen Reste ehemaliger und lückiger Weidewälder oder Stadien einer Neubewaldung ehemaliger Wiesland- und Weideflächen. Es ist möglich, die Bestandesdichte auf Grund der Stammzahlen zuverlässig zu beurteilen. Da jedoch die einzelnen Bäume je nach Holzart und Alter einen sehr verschiedenen Raum einnehmen, ist es möglich, daß zwei Bestände bei gleicher Stammzahl verschieden dicht erscheinen und umgekehrt. Ebenso kann durch die Schichtung ein anderer Eindruck über die Dichte entstehen, als sich auf Grund der Stammzahl vermuten ließe. Je einheitlicher Holzartenzusammensetzung und Bestandesaufbau sind, um so treffender läßt sich die Dichte durch die Stammzahl pro Flächeneinheit wiedergeben. Durch das Vorherrschen der Bergföhre und ihre starke Vertretung in der unteren Bestandesschicht wird der Eindruck der Dichte im Nationalpark sehr stark durch die Zahl der vorhandenen kleinen Bäume bestimmt. Die stärkeren Bäume können sich zwar gelegentlich zu geschlossenen, dicht erscheinenden Beständen zusammenschließen, im allgemeinen bilden sie aber nur ein lockeres oder lückiges Kronendach, unter welchem sich eine mehr oder weniger dichte Unterschicht ausbreitet. Dies zeigt sich aus folgenden Zahlen: Im Hochwald sind von den durchschnittlich 1997 Bäumen pro Hektare nur 592 stärker als 10 cm und nur 131 stärker als 20 cm in Brusthöhe. Mit anderen Dichtemaßen, beispielsweise Stammgrundfläche¹ ließe sich zweifellos die Dichte der starken Bestände gut erfassen, hingegen würde diejenige der großen Masse der ein- und mehrschichtigen Bergföhrenbestände unrichtig beurteilt. Diese Überlegungen führten zur Benützung der Stammzahl als Dichtemaß für die Nationalparkbestände.

Da in den Stichproben stets alle Bäume gezählt wurden, welche eine Höhe von 1,30 m erreicht haben, ist die Stammzahl pro Hektare groß. Umgerechnet auf die gesamte Waldfläche wurden rund 20 Millionen Bäume oder 2909 Bäume pro Hektare ermittelt. Die Legföhrengebüsche erwiesen sich als bedeutend stammreicher als der Hochwald. Es entfallen durchschnittlich 4898 Bäume auf die Hektare Legföhren und 1997 Bäume auf die Hektare Hochwald. Um diese Durchschnitte streuen die Einzelwerte erheblich. Im Hochwald sind sowohl Flächen mit einigen wenigen, wie auch solche mit mehr als 10 000 Bäumen pro Hektare vorhanden. Am häufigsten sind aber Stammzahlen um den Mittelwert anzutreffen. Die Häufigkeitsverteilung (Figur 14) ist nicht symmetrisch, weil sich die stammreichen Flächen auf einem breiteren Bereich erstrecken als die stammarmen. Gegenüber den Stichprobenwerten liegen die Durchschnitte der Überbestände und die Teilgebiete begreiflicherweise in einem engeren Rahmen. Die Verschiedenheit von Ort zu Ort kommt aber in der Streuung zum Ausdruck.

¹ Die Stammgrundfläche ist die aus dem Brusthöhendurchmesser errechnete Kreisfläche aller Bäume.

Figur 14
Häufigkeit der Hektarenwerte
Stammzahl

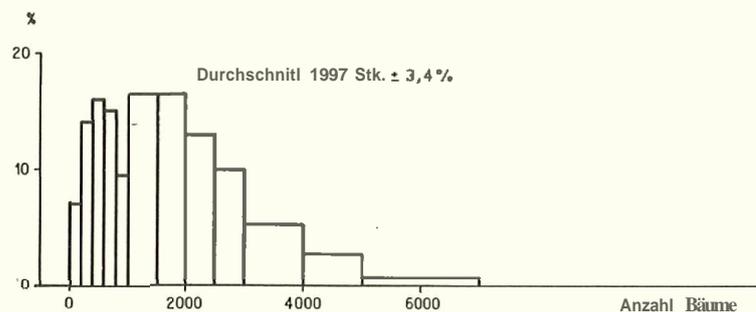


Tabelle 5 Stammzahlen und Streuung nach Teilgebieten

Teilgebiet	Stammzahl	Stammzahl/ha	Streuung
01 Trupchun	82 163	633	± 98 %
02 Tantermozza	150 115	1381	± 104 %
03 Cluozza	281 750	2222	± 71 %
04 Falcun	282 384	1776	± 71 %
05 Praspöl	419 250	1875	± 76 %
06 Murtarous	380 965	1862	± 75 %
07 Plan dal Asen	613 846	2008	± 50 %
08 Schera	616 308	1914	± 69 %
09 Fuorn	315 952	1820	± 100 %
10 Brüna	347 643	1605	± 97 %
11 Stabelchod	1 065 127	2579	± 63 %
12 Ftur	604 359	2534	± 42 %
13 Crastatschas	978 777	2164	± 67 %
14 Margun	146 189	1504	± 62 %
15 Mingè-Nord	613 245	2452	± 58 %
16 Mingè-Süd	293 546	1629	± 74 %
Gesamter Hochwald	7 191 619	1997	± 73 %

Die entsprechenden Werte für die Überbestände sind aus der Tabelle XIII des Anhangs zu entnehmen. Außerdem sind sie auf der Kartenübersicht b dargestellt. Auf den ersten Blick scheint die Dichte im Parkgebiet recht ausgeglichen zu sein. Bei näherer Betrachtung erkennt man aber doch, daß sich die verschiedenen dichten Bestände in gewissen Lagen häufen.

Verhältnismäßig homogene und dichte Bestockungen sind in den Teilgebieten Stabelchod (11), Ftur (12) und Plan dal Asen (07) vorhanden. Wir haben diese bei der Besprechung der Holzartenzusammensetzung als die auffallend einseitig aufgebauten Bergföhrengelände kennengelernt.

Dieser für Stabelchod und Ftur charakteristische, einheitliche und einseitige **Wald-**aufbau ist auch in den andern Teilgebieten des zentralen Komplexes Fuorn-Spöl wieder anzutreffen. **Allerdings** treten neben die reinen, **einschichtigen** Bergföhrenbestände in zunehmendem Maße gemischte, **mehrschichtige Bergföhren-Lärchen- und Bergföhren-**Waldföhren-Bestände. In besonders schattigen und tiefgründigen **Lagen** beteiligen sich auch Arve und Fichte an der Mischung. An den steilen südost- bis **südexponierten** Abhängen des Höhenzuges Las Crastatschas gegen die **Flußläufe** des Spöl und der Ova **dal** Fuorn hin sind eine ganze Reihe reiner, ein- bis zweischichtiger **Bergföhrenbestände** zu finden (Überbestände 1301 bis 1307). Ähnliche Ausbildungen sind vereinzelt auch in den Teilgebieten Praspöl und Murtarous anzutreffen. Die meisten Bestände der Gebiete Crastatschas (13), Schera (08), Murtarous (06) und Praspöl (05) sind jedoch, **infolge** der Beimischung von **Lärche** und Waldföhre, seltener auch Fichte und Arve, einem **mehrschichtigen**, uneinheitlichen Mischtyp zuzuzählen, dessen Stammzahldichte im allgemeinen geringer ist (1000–2000 Stück), und der vor allem bedeutend mehr stärkeres Holz enthält als die reinen Bergföhrenbestände. In **Nordlage** und auf tiefgründigen Böden sind im Spöltal hochstämmige Bestände aus Waldföhre-Fichte, Bergföhre-Waldföhre **längs** der Senke Champlönch und an den Hängen des Munt la Schera-Munt **Chavagl** solche aus **Bergföhre-Lärche** und **Arve-Lärche-Bergföhre** anzutreffen. Sie sind je nach dem **Aus-**maß der **Bergföhrenbeimischung** entweder einschichtig oder mehrschichtig. Nur selten enthalten sie mehr als **1000** Stämme pro Hektare, dafür sind aber die stärkeren Sortimente hier ansehnlich vertreten. Da diese Mischbestockungen in den Teilgebieten Fuorn (09) und Brüna (10) am **Hangfuß** von dichten, nahezu reinen und oft einschichtigen Bergföhrenbeständen abgelöst werden, **fallen** die Durchschnittswerte der Stammzahl für diese Gebiete nicht ab, und die Streuung von **100 %** (Fuorn) deutet auf den großen Wechsel von Bestand zu Bestand hin. Ähnlich große Verschiedenheiten von Bestand zu Bestand sind in den Teilgebieten Trupchun (01) und Tantermozza (02) anzutreffen. Die meist lockeren, lückigen oder sogar aufgelösten Fichten-Lärchen-Arven-Bestände dieses Gebietes machen einen stufig-mehrschichtigen Eindruck. Die Zahl der Stämme pro Hektare erreicht hier im Mittel die tiefsten Werte; **Jungwald** ist schwach vertreten, dafür zeigt die Stammzahl der über 20 cm Brusthöhendurchmesser aufweisenden Bäume hier den Maximalwert des **Parkes** (273 Stück). In Tantermozza (02) wechseln dichte, lückige und aufgelöste Bestände miteinander ab; der **Hochwald** diese Teilgebietes ist überaus **uneinheitlich**. Auch in Cluoza (03) sind die Bestände nicht nur aus verschiedenen Holzarten zusammengesetzt, sondern weisen einen stark wechselnden Aufbau auf. Die Bestände von Falcun (04) erhalten durch den hohen Anteil der Fichte ein besonderes Gepräge; die durchschnittliche Zahl der Stämme pro Hektare erreicht verhältnismäßig tiefe Werte. Eine besondere Stellung nehmen die Bestände der Gebiete **Mingèr-Nord** (15) und **Mingèr-Süd** (16) ein. Aus der Karte b ist ersichtlich, daß in **beiden** Teilen die mittlere Stammzahl pro Hektare mit zunehmender Höhe zurückgeht. Trotzdem sind die Durchschnittszahlen (Tabellen III und XIII) verhältnismäßig hoch, was auf den großen Anteil der Meinen Bäume zurückzuführen ist. Von den **2452** Bäumen pro Hektare sind in **Mingèr-Nord** nur 41 stärker als 20 cm; in **Mingèr-Süd** sind es von insgesamt 1629 immerhin deren 74! Die hohe Dichte und der Mangel an starken Bäumen sind als **Folge**

ung

98 %
 04 %
 71 %
 71 %
 76 %
 75 %
 50 %
 69 %
 00 %
 97 %
 63 %
 42 %
 57 %
 52 %
 58 %
 74 %
 73 %

I des An-
 . Auf den
 i näherer
 de in ge-
 eten Sta-
 e bei der
 'gebauten

früherer Eingriffe aufzufassen. Die Wirkungen sind in den Wäldern der Val Mingèr besonders deutlich sichtbar.

Aufbau und Dichte werden in den Waldungen des Nationalparks weitgehend durch den Anteil der Bergföhre bestimmt. Ihre starke Vertretung in der unteren **Bestandes-**schicht erweckt den Eindruck hoher Dichte. Demgegenüber wirkt die herrschende Baumschicht deshalb meist locker und lückig, weil die starken Bäume nur in geringer Zahl vertreten sind.

233 Vorratshöhe, Stärkeklassenanteil und Mittelstamm

Während in der Stammzahl vor allem die erdrückende Fülle der kleinen **Baumdimen-**sionen zum Ausdruck kommt, zeigt sich im Vorrat die Masse der ausgewachsenen Bäume. Der durchschnittliche Vorrat ist im Walde des Nationalparks nicht hoch. Im Hochwald wurden **59,5 m³/ha** festgestellt, was deutlich unter dem Durchschnitt vergleichbarer **Wirtschaftswälder** liegt. Als wesentlicher Grund für den geringen Vorrat wurde die Ausbeutung in früheren Zeiten bereits genannt. Unterdessen blieben die **Wälder** während Jahrzehnten nahezu unberührt. Die Ungunst von Klima und Untergrund verhinderte aber eine rasche Zunahme, so daß die Auswirkungen der seinerzeitigen starken Eingriffe heute noch überall sichtbar sind. Der kleine mittlere Vorrat und die geringe Vertretung starker Bäume sind deutliche Zeichen dafür. Immerhin treten zwischen den einzelnen Teilgebieten beträchtliche Unterschiede auf, und auch innerhalb derselben kann die **Vor-**ratshöhe von Bestand zu Bestand und von Stichprobe zu Stichprobe stark wechseln.

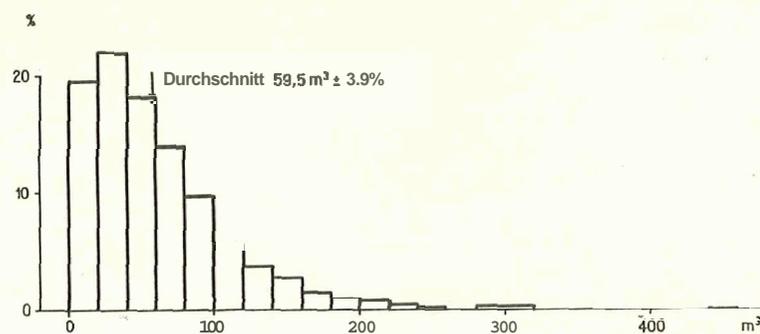
Tabelle 6 Durchschnitts- und Streuungen für die Teilgebiete

Teilgebiet	Vorrat m ³	Vorrat m ³ /ha	Streuung
01 Trupchun	14 447	111,3	± 81 %
02 Tantermozza	2 816	26,0	± 108 %
03 Cluozza	6 834	53,9	± 78 %
04 Falcun	6 583	41,4	± 73 %
05 Praspöl	10 621	47,5	± 90 %
06 Murtarous	11 376	55,6	± 80 %
07 Plan dal Asen	15 132	49,5	± 71 %
08 Schera	20 189	62,7	± 63 %
09 Fuorn	17 742	102,2	± 76 %
10 Brüna	20 360	94,0	± 78 %
11 Stabelchod	28 084	68,0	± 60 %
12 Ftur	12 354	51,8	± 67 %
13 Crastatschas	27 183	60,1	± 72 %
14 Margun	6 396	65,8	± 74 %
15 Mingèr-Nord	8 353	33,4	± 64 %
16 Mingèr-Süd	5 874	32,6	± 94 %
Gesamter Hochwald	214 354	59,5	± 84 %

il Mingèr
nd durch
bestand-
de Baum-
ger Zahl

mdimen-
n Bäume.
Hochwald
eichbarer
die Aus-
während
hinderte
Eingriffe
ertretung
einzelnen
die Vor-
seln.

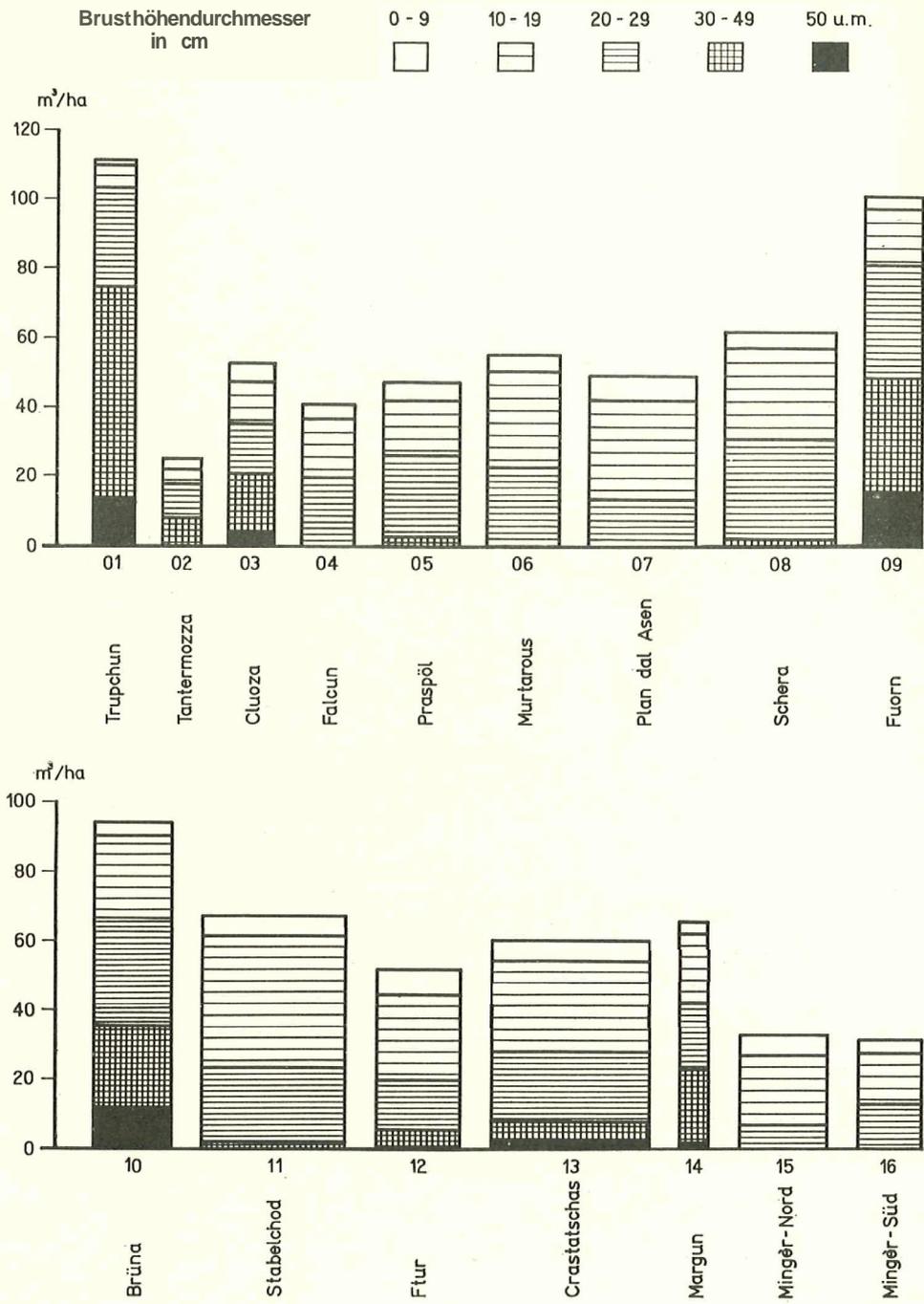
Figur 15
Häufigkeit der Hektarenwerte
Vorrat

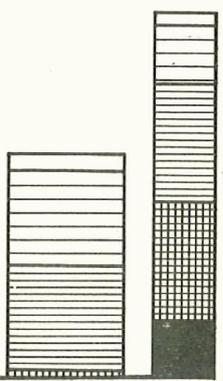


In der Tabelle XIII des Anhanges sind die Hektarvorräte für die Überbestände zahlenmäßig festgehalten und in der Kartenübersicht c in 5 Abstufungen graphisch dargestellt. Die Überbestände zeigen begrifflicherweise größere Verschiedenheiten als die Teilgebiete. Neben sehr vorratsarmen Flächen, auf denen nur wenige Kubikmeter pro Hektare stehen (Überbestände 1501 = 12,1 m³; 1601 = 12,5 m³), kommen Waldteile vor, welche einem gepflegten Wirtschaftswald hoher Lage wohl anstehen würden. (Überbestand 0905 = 164,3 m³; 1007 = 161,2 m³.) Die große Masse allerdings weist Vorräte auf, welche nahe dem Mittelwert von rund 60 m³/ha liegen. Kleinflächig gesehen ist die Verschiedenheit noch eindrücklicher. In den Stichprobenflächen wurden Vorräte ermittelt, welche von den Durchschnittswerten der Teilgebiete und der Überbestände beträchtlich abweichen können. Darüber gibt die Häufigkeitsverteilung (Figur 15) Aufschluß. Neben der großen Masse von Stichprobenflächen, welche 0-40 und 40-80 m³ Vorrat pro Hektare aufweisen, kommen in stets abnehmender Zahl auch solche mit 100, 200, ja in Einzelfällen sogar solche mit 300 und mehr m³/ha vor (Maximum: 457 m³). Zur Veranschaulichung der Verschiedenheiten des Vorrates seien aber nicht die Ergebnisse in den Stichprobenflächen, sondern die Mittelwerte in den Überbeständen benutzt (Übersichtskarte c, Tabelle XIII). Es fällt sofort auf, wie der Vorrat gegen den Talhintergrund und gegen die Waldgrenze zu allmählich abnimmt. Auch die Wirkung der Exposition ist offensichtlich. Namentlich im zentralen Waldkomplex Fuorn-Spöl weisen die steilen Südlagen der Teilgebiete Ftur, Crastatschas (01 bis 06) und Plan dal Asen deutlich geringere Vorräte auf als die Nordlagen von Schera, Fuorn, Brüna und Crastatschas (08 bis 16). Gesamthaft ist allerdings trotz der beträchtlichen Streuung der durchschnittliche Vorrat pro Hektare in den Teilgebieten meist nicht wesentlich vom Gesamtdurchschnitt verschieden. Besonders deutlich geht dies aus der Säulendarstellung der Figur 16 hervor. Die Teilgebiete 03 bis 08 und 11 bis 14 weisen Vorräte auf, welche zwischen 41 und 68 m³ pro Hektar liegen (vgl. Tabelle III und IV im Anhang). Die verhältnismäßige Ausgeglichenheit ist um so auffallender, als die Zusammensetzung nach Holzarten (Figur 12) und Stärkeklassen (Figur 16) doch beträchtlich verschieden ist. Immerhin herrscht die Bergföhre meist eindeutig vor und hat damit auch einen großen

ung
31 %
08 %
78 %
73 %
90 %
30 %
71 %
53 %
76 %
78 %
50 %
57 %
72 %
74 %
54 %
34 %
34 %

Figur 16
 Vorrat pro ha und Anteil der Stärkeklassen
 Breite der Säule = Maß für Fläche





08

09

Schera

Fuorn

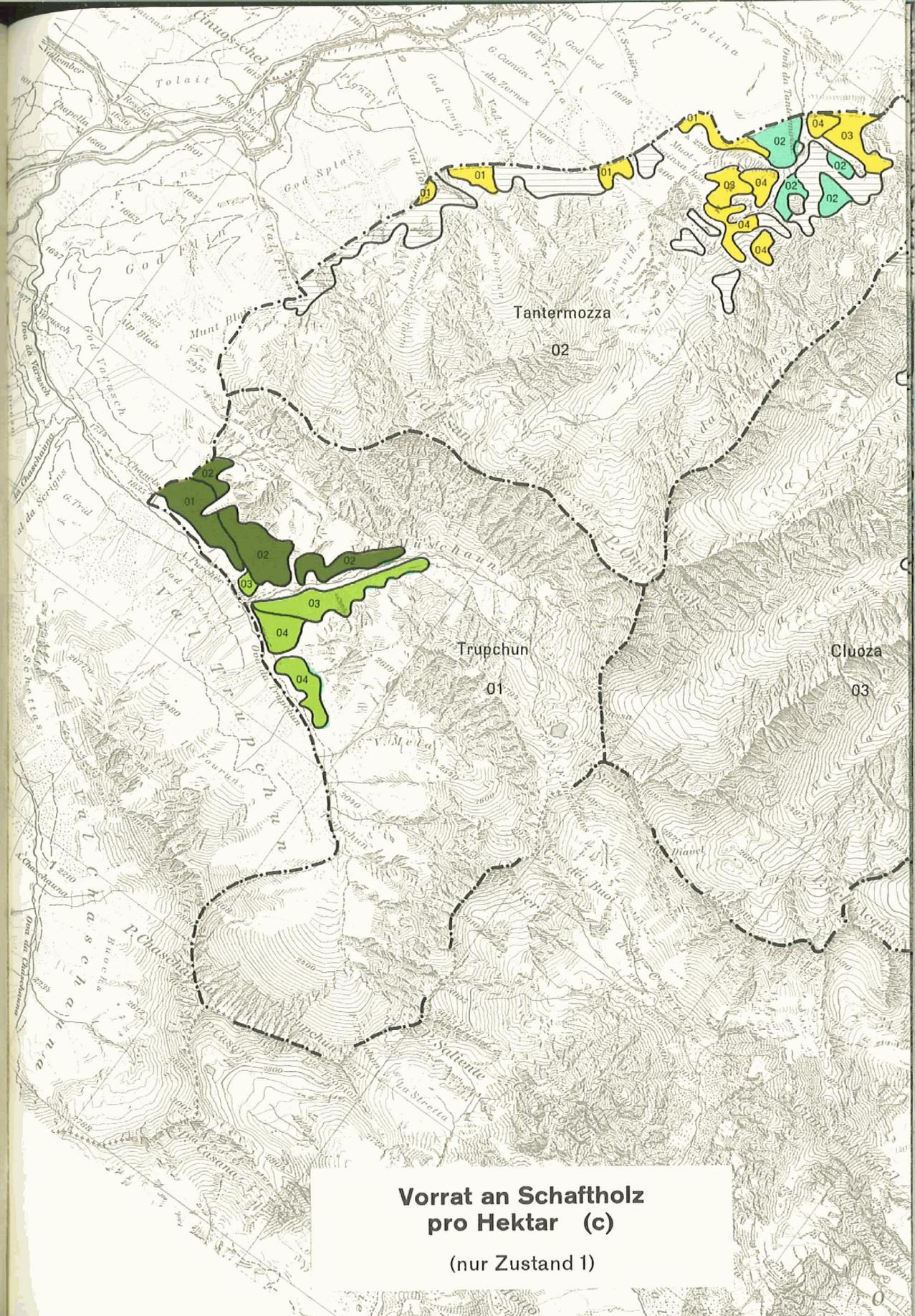


15

16

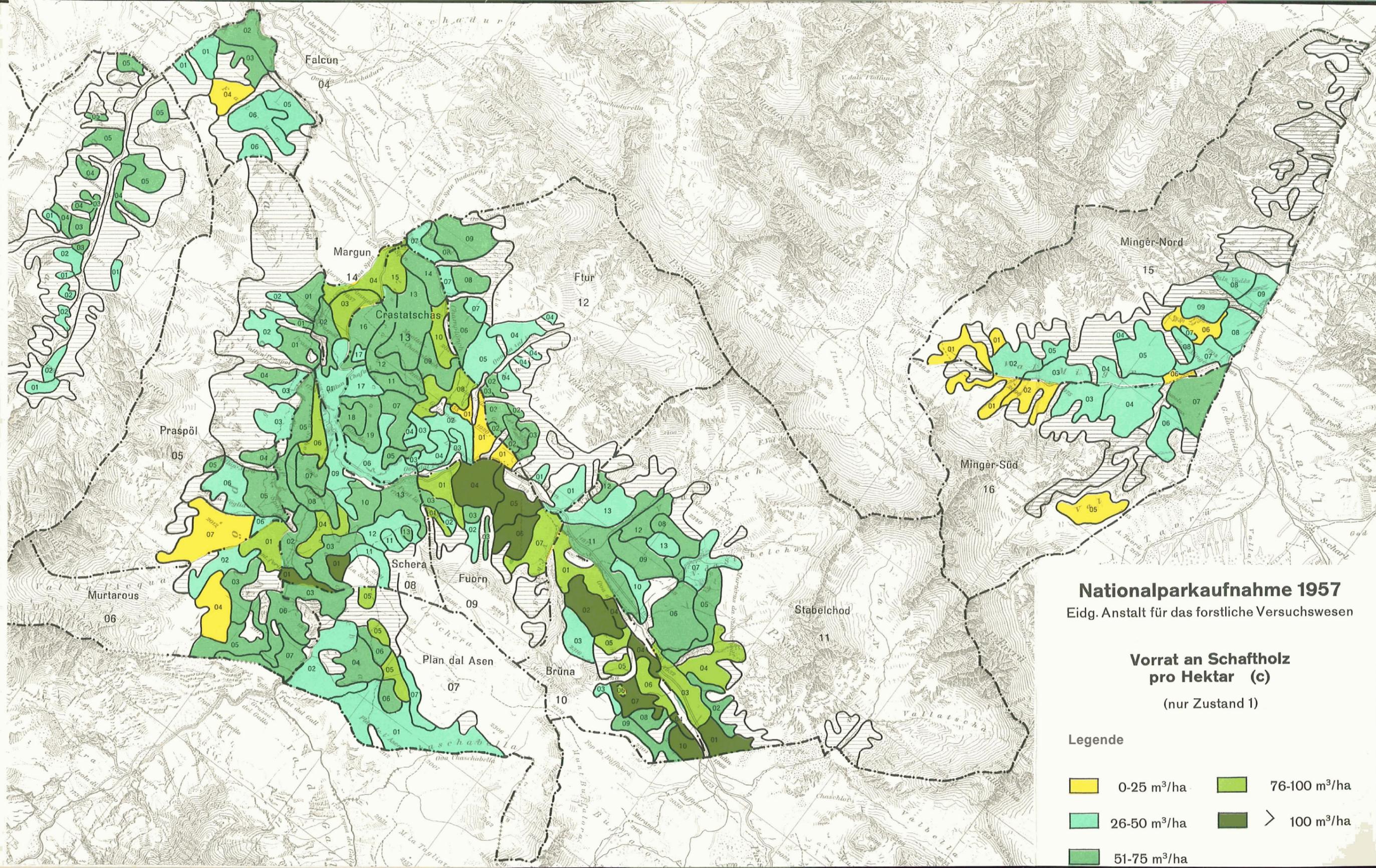
Mingër-Nord

Mingër-Süd



Vorrat an Schafftholz pro Hektar (c)

(nur Zustand 1)

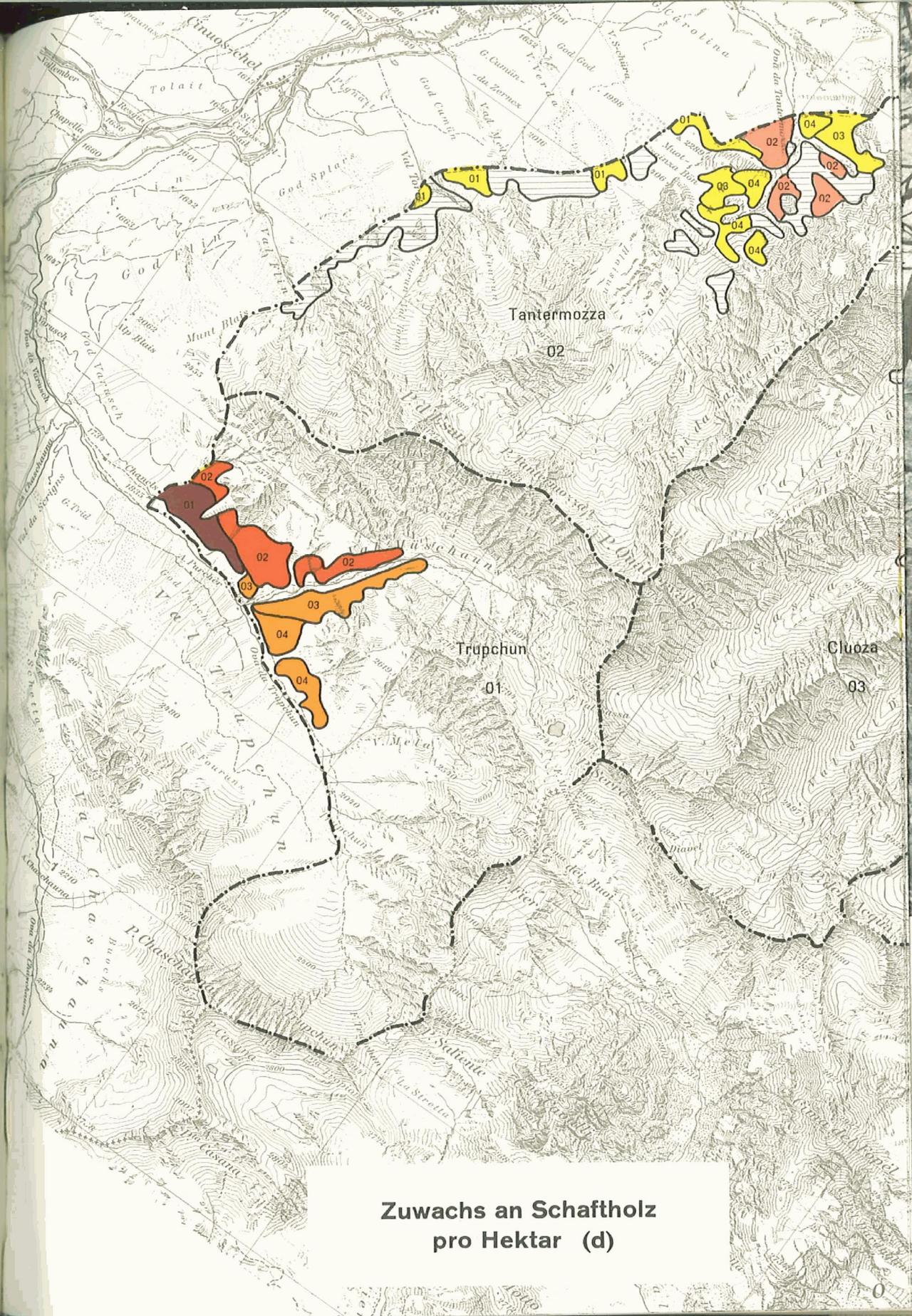


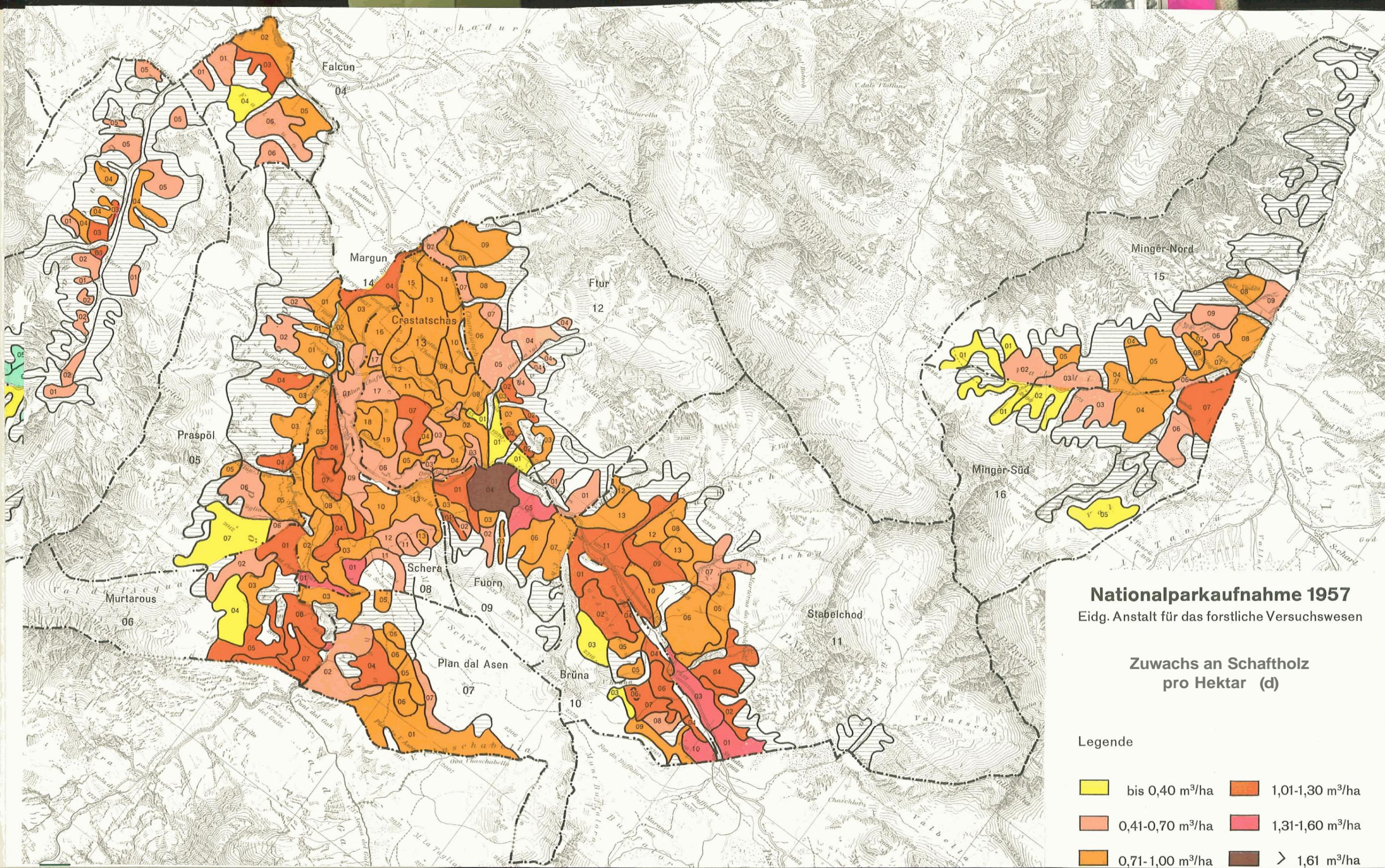
Nationalparkaufnahme 1957
 Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

Vorrat an Schaffholz pro Hektar (c)
 (nur Zustand 1)

Legende

 0-25 m ³ /ha	 76-100 m ³ /ha
 26-50 m ³ /ha	 > 100 m ³ /ha
 51-75 m ³ /ha	



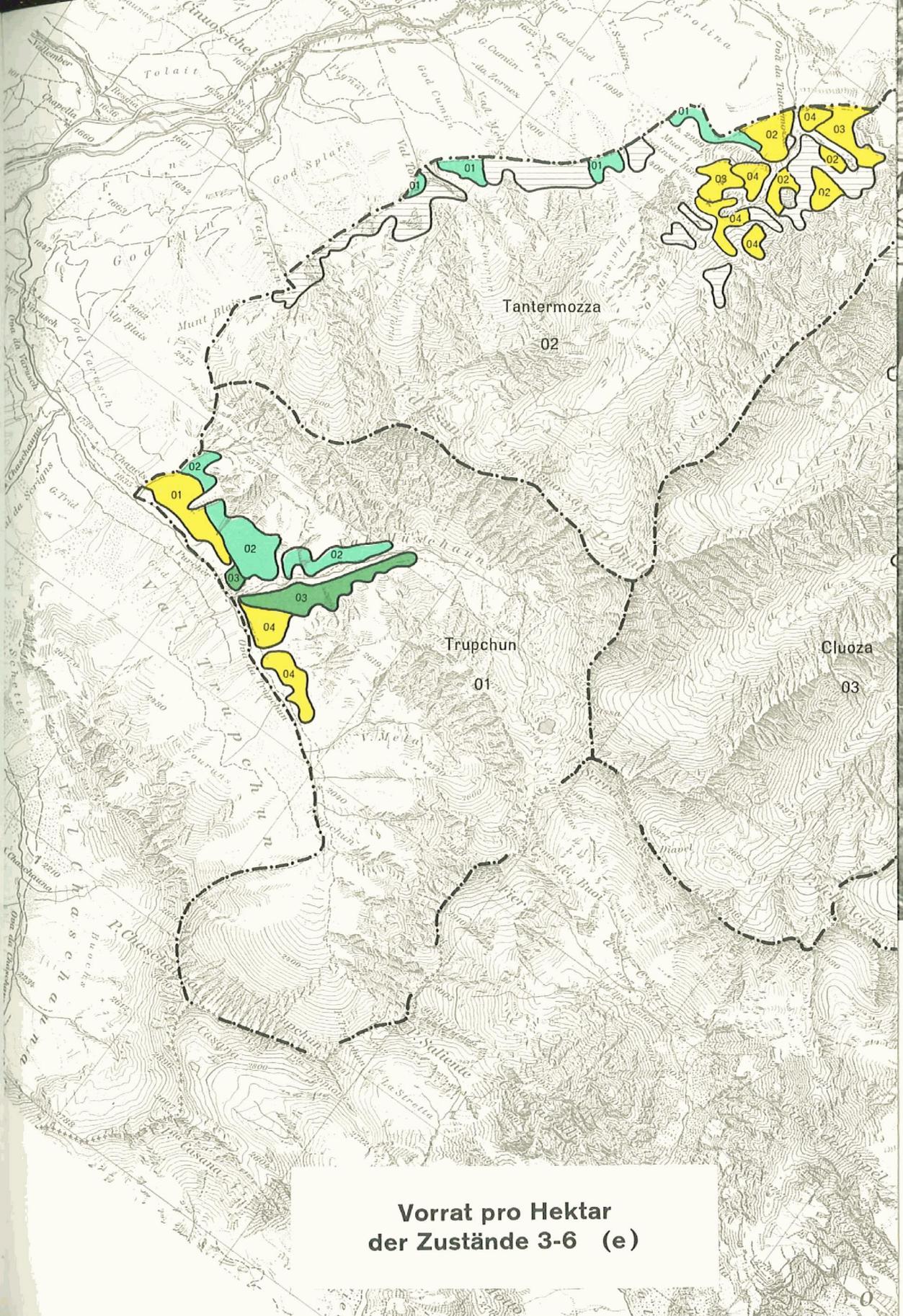


Nationalparkaufnahme 1957
 Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

**Zuwachs an Schaftholz
 pro Hektar (d)**

Legende

	bis 0,40 m ³ /ha		1,01-1,30 m ³ /ha
	0,41-0,70 m ³ /ha		1,31-1,60 m ³ /ha
	0,71-1,00 m ³ /ha		> 1,61 m ³ /ha



Vorrat pro Hektar
der Zustände 3-6 (e)

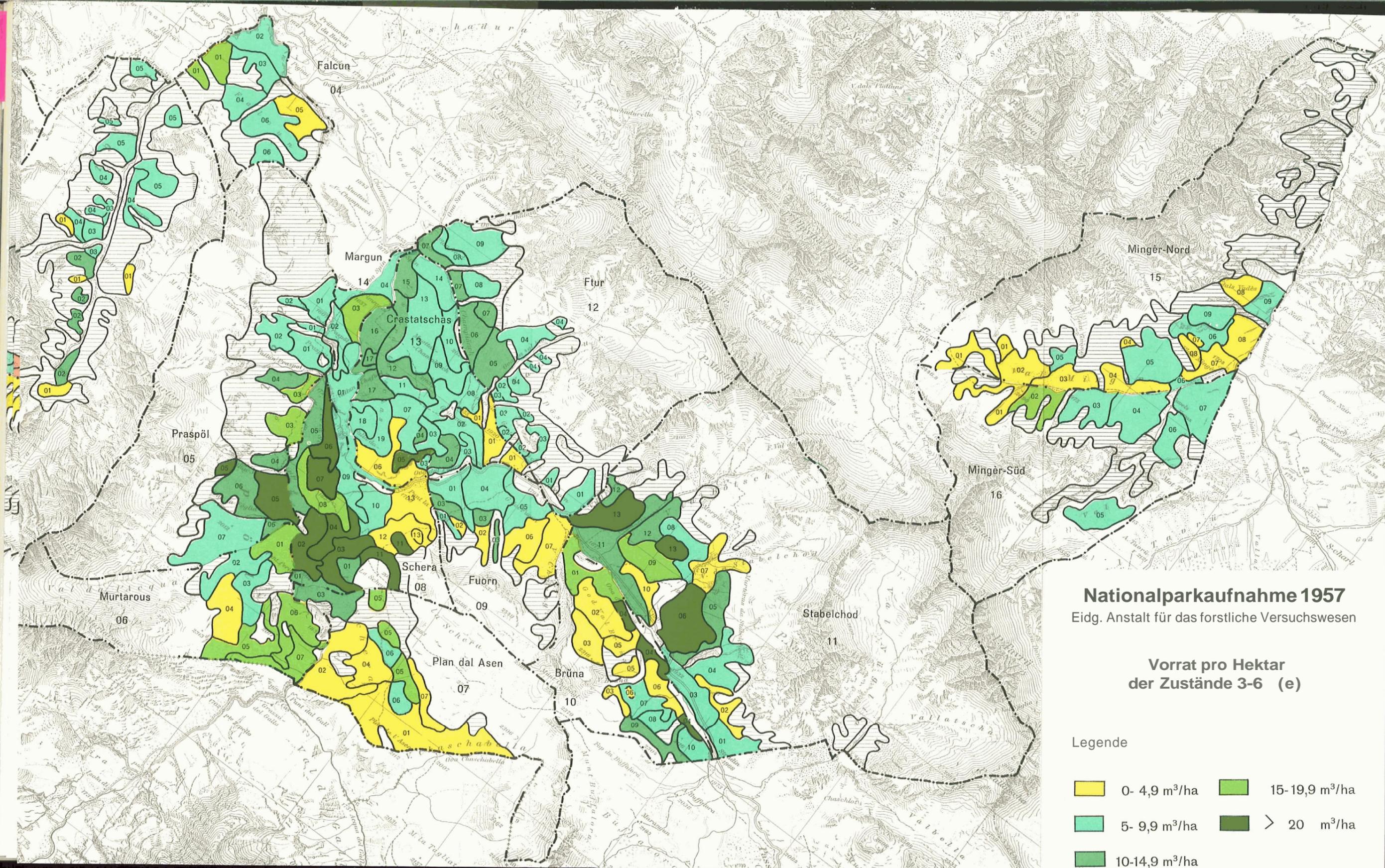




Bild 16 J. Werner, Juli 1957

Im Spöltal bildet die Waldföhre vornehmlich in Süd- und Südwestlagen reine Horste und unterbricht dadurch die eintönigen Bergföhrenbestände.

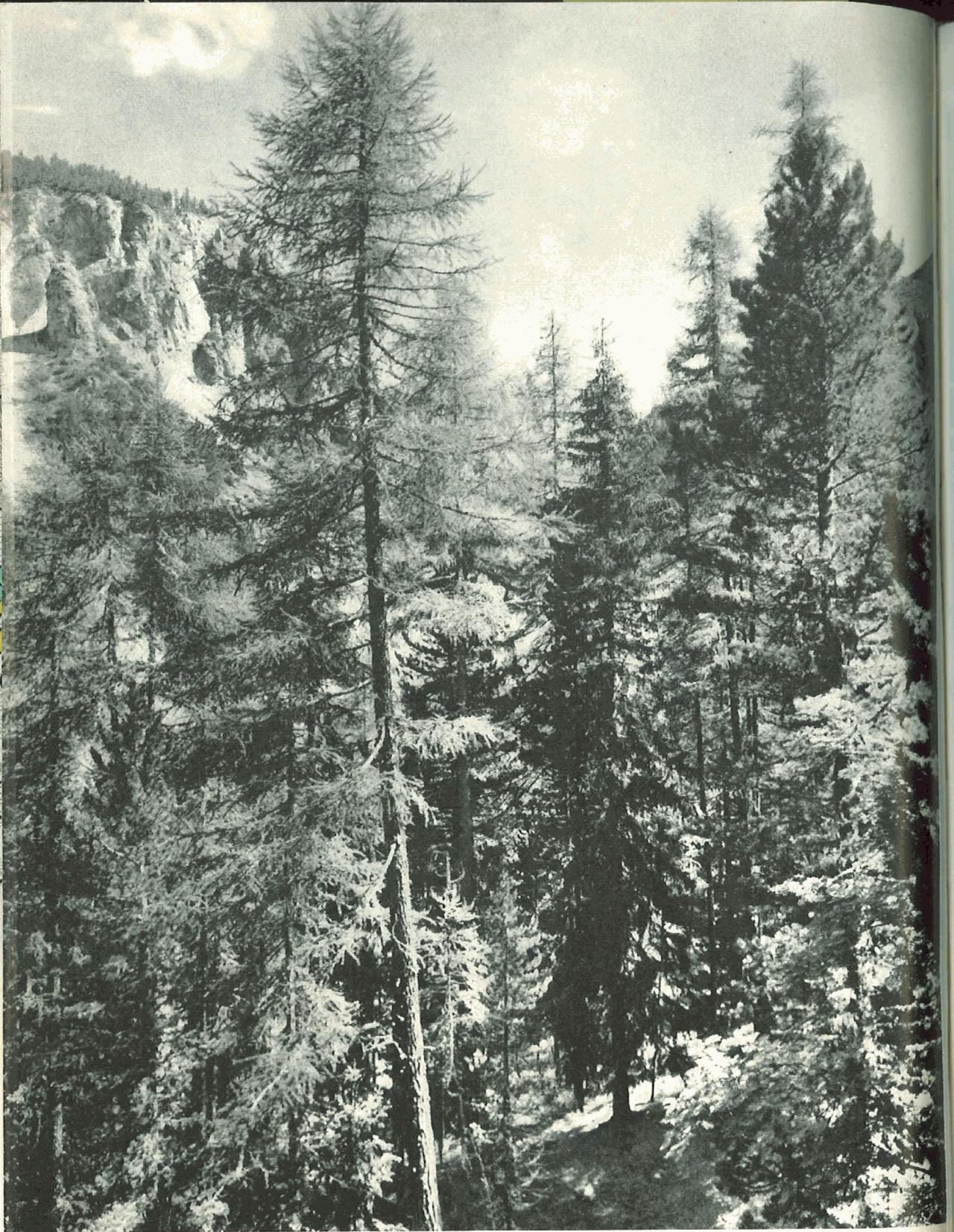


Bild 17 A. Kurth, Juli 1957

Auf Verrucano- oder Moränenuntergrund mischen sich Lärchen, Arven und Fichten zu wertvollen Beständen, die sich durch beträchtliche Baumhöhen, Brusthöhendurchmesser und Holzqualität auszeichnen. Blick in den unteren Teil der Val Chavagl (Teilgebiet Fuom).



Bild 18 P. Seherrer. Juli 1959

Fichten und Lärchen, in löörieren Lagen auch Arven, bilden die Bestände des Gebietes Trupchun.
Blick von God Chans Richtung Taleingang Müscliauns.

wertvollen
alität aus-

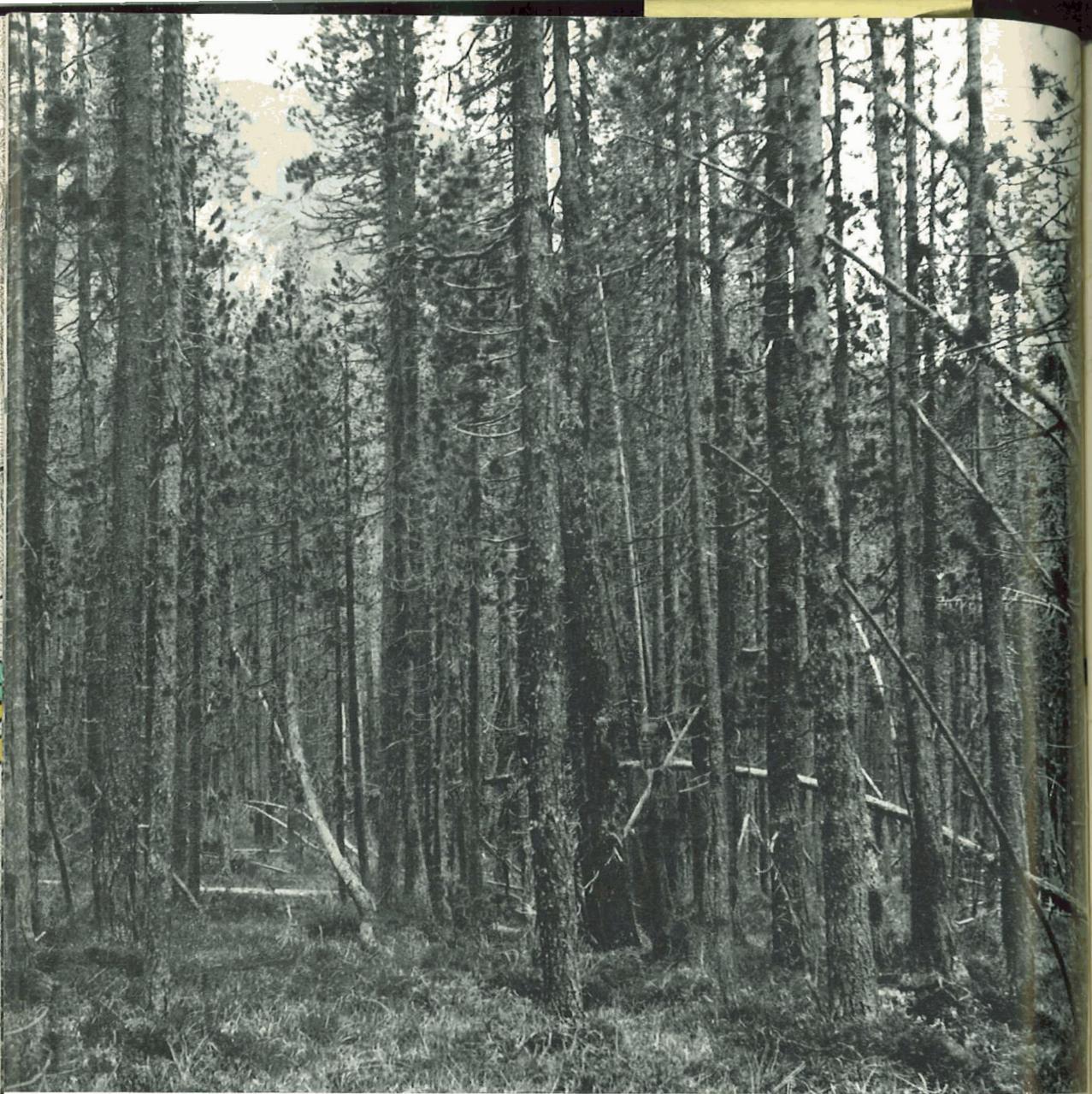


Bild 19 J. Werner, Juni 1957

Dichte, geschlossene, einschichtige Bergföhrenwälder dehnen sich in den wenig geneigten Partien von Stabelchod, Ftur und Crastatschas aus.

Aufnahme: Bestand auf Schuttkegel der Ova dal Botscli.



Anteil am Vorrat. Die Bestände behalten ferner oft zeitlebens den **Charakter** von **Stangenhölzern**, deren Bruthöhendurchmesser zwischen 10–19 cm liegen. Diese Stärkeklasse macht denn auch häufig den Hauptanteil am Vorrat aus oder ist wenigstens nicht viel schwächer vertreten als die nächst höhere. Die große **Stammzahl** und der geringe Vorrat ergeben nur ein sehr kleines **Mittelstammvolumen** ($\frac{\text{Stammzahl}}{\text{Stammzahl}}$). Bei einem **Durchschnitt** von **0,03 m³** im gesamten Hochwald weisen die betrachteten Teilgebiete einen Mittelstamm von nur **0,02 bis 0,04** auf. Beschränkt man die Betrachtung auf die dickeren Bäume (Durchmesser größer als 20 cm), so erhält man Werte zwischen **0,18 und 0,21** bei einem Parkdurchschnitt von **0,23**. Wird auch der Vorrat nur auf diese stärkeren Bäume bezogen, so schwanken die **Vorräte/ha** in den Teilgebieten **03 bis 08 und 11 bis 14** zwischen nur **15 bis 30 m³/ha**.

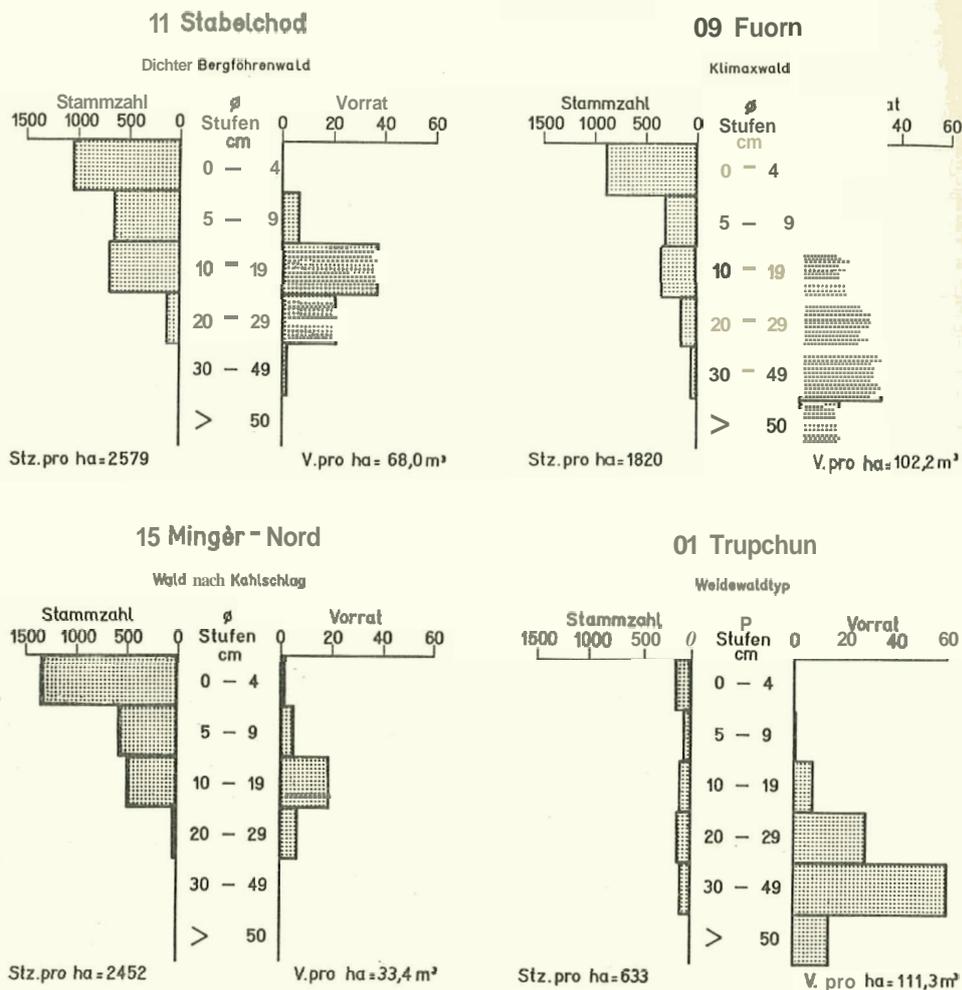
Die Bergföhrenbestände sind nach den ausgedehnten Kahlschlägen im letzten Jahrhundert entstanden. Obwohl sich nicht alle **Teilflächen** zur selben Zeit verjüngten, sind homogene Bestockungen entstanden, die eine charakteristische **Altersentwicklung** durchmachen. Diese äußert sich in der allmählich abnehmenden Stammdichte, dem zunehmenden Vorrat und den Verschiebungen im Stärkeklassenanteil. Da die Entwicklung im Parkwald nicht überall gleich weit fortgeschritten ist, lassen sich zahlreiche Stadien erkennen. Diese treten in den Beständen oder auch gesamthaft in den **Teilgebieten** in Erscheinung (vgl. Karte c und Figur 16).

Ein Frühstadium der Entwicklung tritt uns beispielsweise in **Mingèr-Nord (15)** entgegen. Bei einem durchschnittlichen Vorrat von wenig mehr als **30 m³/ha**, einem starken Bergföhrenanteil, häufig eingestreuten Legföhrenflächen, sind dort praktisch nur die untersten Stärkeklassen vertreten (Tabelle IV). Der Mittelstamm erreicht den **Minimalbetrag** von **0,01 m³** für die Gesamtheit **aller** Bäume und von **0,17 m³** für Bäume mit mehr als 20 cm Bruthöhendurchmesser. Die Stammzahl nimmt mit größer werdender **Stärkeklasse** rasch ab (vgl. Figur 17). Bäume mit mehr als 20 cm Durchmesser sind nur schwach vertreten. Beim Vorrat liegt das Hauptgewicht in der Klasse 10–19 cm, doch ist die Verteilung flach. Ähnliche Verhältnisse wie in **Mingèr-Nord** sind in **Mingèr-Süd (16)** und in **Tantermozza (02)** vorhanden. In **beiden** sind aber bemerkenswerte **Hochwaldreste** einer früheren Waldgeneration eingestreut, welche den Anteil der höheren **Stärkeklassen** deutlich hervortreten lassen (Tabelle IV).

Weiter in der **Altersentwicklung** sind die Wälder der Teilgebiete **Plan dal Asen (07)**, **Stabelchod (11)** und **Ftur (12)**. Zwar fällt auch in ihnen noch eine beträchtliche Zahl Bäume auf die geringsten Stärkeklassen, doch sind bei 10–19 cm Anhäufungen **feststellbar**, welche auf eine einheitliche **Alterszusammensetzung** hindeuten. Deutlicher kommt dies bei der Vorratsverteilung zum Ausdruck. Die Stangen mit 10–19 cm und 20–29 cm Durchmesser beherrschen offensichtlich das Bestandesbild, während die kleinen **Bäume** vor allem dem **Jungwuchs** angehören, der in alten und neuen Lücken hochkommt, oder dann als Unterwuchs ein kümmerliches Dasein fristen.

Obwohl sich der mittlere Vorrat in den Teilgebieten **Cluozza (03)**, **Crastatschas (13)** und **Margun (14)** durchaus im Rahmen des Gesamtdurchschnittes **hält**, deutet die Stärkeklassenvertretung (Figur 16) auf einen abweichenden Aufbau der Bestände hin. Der

Figur 17
Stammzahl- und Vorratsverteilung



größere Anteil von Lärche, Arve, **Waldföhre** oder Fichte gibt den dortigen Wäldern mindestens teilweise ein anderes Aussehen. In Cluozza ist der Hochwald in die weiten Legföhrenflächen eingestreut. Unter Lärchen und Arven stockt meist ein **dichter Bergföhrenunterwuchs**, häufig in niederliegender Form. Der verhältnismäßig hohe Anteil der Dimensionen über 30 cm Durchmesser ist nur durch diesen Hochwaldrest bedingt; gesamthaft bleiben die Vorräte gering, wenn auch nicht so gering wie in Tantermozza, dessen Waldaufbau ähnlich ist. Die Vorräte der Teilgebiete Fuorn (09) und Brüna (10) weichen eindeutig vom großen Durchschnitt ab. In **beiden** sind rund 100 m³ pro Hektar vorhanden, welche zu einem großen Teil aus Arve, Lärche und Fichte bestehen (Figur 12). Besonders auffallend ist die Zusammensetzung nach Stärkeklassen gegenüber den **andern** Gebieten verändert (Figur 16). Die stärkeren Baudimensionen sind hier gut vertreten

und geben dem Wald das Gepräge. Wie aus der Verteilung für Fuorn hervorgeht (Figur 17), liegt das Hauptgewicht beim Vorrat in den Klassen mit Durchmessern größer als 20 cm, wobei die 30-49 cm dicken Bäume den größten Anteil ausmachen und die über 50 cm dicken noch fast soviel Vorrat wie die 10-19 cm dicken Bäume aufweisen. Die Stammzahlen nehmen von den kleinen zu den **großen** Durchmesserklassen fortschreitend langsam ab. Gegenüber den übrigen Teilgebieten ist die Verteilung hier flacher, was auf einen **andern Entwicklungszustand** hindeutet. Der Anteil des Schwachholzes und derjenige der Bergföhre wird im Laufe der Weiterentwicklung zugunsten des Starkholzes und der Holzarten Lärche, Arve und Fichte noch **weiter** zurückgehen. Die Verteilungen der Stammzahl und des Vorrates werden sich dadurch verändern und eine Form erhalten, welche derjenigen im Teilgebiet Trupchun (01) entspricht (Figur 17).

Die **Waldungen** der Täler Trupchun und **Müschauns** sind durch ihren hohen Anteil an Lärche, Arve und Fichte gekennzeichnet. Die Bergföhre tritt hier nur wenig in Erscheinung und vermag damit die untersten Stärkeklassen nicht wie in den übrigen Teilen des **Parkes** zu beherrschen. Der gesamte, recht hohe Vorrat von durchschnittlich 111,3 m³/ha besteht im wesentlichen aus Bäumen mit Brusthöhendurchmessern über 10 cm; zwei Drittel des Vorrates umfassen gar Bäume mit 30 und mehr cm Durchmesser. Der Mittelstamm erreicht hier das Maximum des **Parkes** von 0,18 m³ für alle und von 0,38 m³ für die über 20 cm starken Bäume. Es darf daraus aber nicht etwa geschlossen werden, daß sich die Bäume in den Waldungen von Trupchun durch besonders große Dimensionen auszeichnen; der hohe Wert des **Mittelstammes** ist vielmehr weitgehend auf die schwache Vertretung der untersten Stärkeklassen zurückzuführen. Die Verteilung (Figur 17) deutet auf alternde, ziemlich gleichförmige und jeder Verjüngung bare Bestände hin. Das Fehlen eines Nachschubes dürfte teilweise auf die frühere Benutzung als **Weidewald** zurückzuführen sein. Die weitere Entwicklung wird durch ein Ansteigen des Vorrates, eine Verstärkung des Anteils der höheren Stärkeklassen und eine Vergrößerung des **Mittelstammes** gekennzeichnet sein.

Die wenigen Teilgebiete, welche sich durch einen höheren Vorrat auszeichnen, können nicht über den allgemeinen Eindruck der Vorratsarmut hinwegtäuschen. Aus der Verteilung der Hektarvorräte auf die Überbestände (Kartenübersicht c) geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß nur an wenigen Orten **Bestockungen** vorhanden sind, aus welchen bei einer allfälligen Bewirtschaftung nennenswerte Erträge zu erwarten sind. Nach der Vorratslöse zu schließen, kommt nur den Wäldern an den Nordhängen der Teilgebiete Brüna, Fuorn, **Schera** und Crastatschas sowie den Tieflagen von **Margun** und **Trupchun** etwelche forstwirtschaftliche Bedeutung zu, während im übrigen, viel ausgedehnteren Parkwald erst nach langer konsequenter Vorratspflege in weiter Zukunft an eine **ertragbringende** Benutzung gedacht werden kann.

234 Die Zuwachsleistung

Wie der Vorrat, bezieht sich **auch** der Zuwachs auf den **Holzkörper** des Baumschaftes und läßt die Rinde unberücksichtigt. Den Volumenzuwachs muß man sich als **Holz-**mantel vorstellen, der sich **infolge** des Dicken- und des Höhenwachstums um das ur-

sprüngliche Schaftvolumen des Baumes bildet. Zur Bestimmung des **Volumenzuwachses** dient uns eine **Zerlegung** in relative **Kambiumfläche** und Jahrringbreite. Die **Kambiumfläche** bildet vorstellungsmäßig die **holzproduzierende Mantelfläche** des Baumes; der jährlich geleistete Volumenzuwachs ist somit das Produkt aus der relativen **Kambiumfläche** und der Jahrringbreite. Die relative **Kambiumfläche** eines Baumes wird von seiner Größe (Dicke, Höhe, Form) bestimmt. Die gesamte Kambiumfläche eines Bestandes ist außerdem von der Dichte und der Schichtung abhängig. **Während** die **Kambiumfläche** ein Maß für das «statische» **Zuwachsvermögen** darstellt, ist die **Jahrringbreite** (halbe Durchmesserdifferenz) ein Ausdruck für die dem Baum oder dem Bestand innewohnende «dynamische» **Zuwachskraft**. Da die **beiden** Größen in **Beziehung** zum **Brusthöhendurchmesser** gebracht werden können, läßt sich der **Volumenzuwachs** ebenfalls in Funktion des **Brusthöhendurchmessers** betrachten, d. h. wir können **Zuwachstarife** erstellen (vgl. Kapitel 14, Seite 234). Wie für den Vorrat, wurden auch für den Zuwachs 10 nach Baumarten und teilweise nach Standorten verschiedene Tarife erstellt (siehe Figur 24). Relative Kambiumfläche und Jahrringbreite sind geeignet, die **Zuwachsanalyse** zu erleichtern. Diese bildet ihrerseits eine der bedeutendsten Grundlagen um die Waldentwicklung zu beurteilen und im bewirtschafteten Wald das Ausmaß der Nutzung festzulegen. Sie diene uns auch im Nationalpark zur **Abklärung** dieser Fragen.

Es wurde schon mehrmals **darauf** hingewiesen, daß die Wälder des Parkgebietes vor Jahrzehnten stark ausgebeutet wurden. Die Spuren dieser Eingriffe sind heute noch deutlich sichtbar, und der jetzige Wald muß **trotz** langjähriger völliger Schonung viel geringere Vorräte, Stammstärken und Leistungen aufweisen, als die ursprüngliche Bestockung. Der jährliche **Schaftholzzuwachs** der 5253 ha umfassenden **Waldfläche** des Nationalparkes beträgt 3758 m³. Davon entfallen auf den Hochwald mit 3602 ha **Fläche** 2986 und auf die **Legföhrenfläche** mit 1651 ha 772 m³.

Ungefähr 80 % des Zuwachses im Hochwald sind auf das zentrale Gebiet **Fuorn-Spöl** konzentriert; die restlichen 20 % verteilen sich auf die stark auseinanderliegenden Taler Trupchun, **Tantermozza**, Cluoza und **Mingèr**. Die **beiden** größten Teilgebiete **Stabelchod** (11) und **Crastatschas** (13) tragen mehr als einen Viertel oder rund 800 m³ an Gesamtzuwachs bei.

Pro Hektar **Waldfläche** wächst im Nationalpark jährlich nur 0,72 m³ Schaftholz zu. In den **Legföhrenflächen** sind es 0,47 m³ und im Hochwald 0,83 m³ pro Hektar und Jahr. Von den 0,83 m³ entfallen 0,60 m³ auf Bergföhre; **daran trägt** die aufrechte Form 0,55 m³ und die niederliegende 0,05 m³ bei. **Alle** übrigen Holzarten sind am Zuwachs zusammen mit nur 0,23 m³ beteiligt, nämlich die Waldföhre mit 0,03 m³, die Lärche mit 0,06 m³, die Arve mit 0,06 m³ und die Fichte mit 0,08 m³ (vgl. Tabelle III im Anhang). Der Anteil der Stärkeklassen ist ebenfalls **auffallend** einseitig. An 0,83 m³ Schaftholzzuwachs pro Jahr und Hektar sind die Stärkeklassen wie folgt beteiligt: Klasse 0–4 cm: 0,06 m³, Klasse 5–9 cm: 0,12 m³, Klasse 10–19 cm: 0,35 m³, Klasse 20–29 cm: 0,21 m³, Klasse 30–49 cm: 0,07 m³, und **Klasse 50 und mehr cm: 0,02 m³**. Das Hauptgewicht der Produktion liegt also eindeutig bei den geringen Baumdimensionen. Die 5 bis 30 cm dicken Bäume tragen zusammen über 80 % und die Bäume unter 20 cm **Brusthöhendurchmesser** mehr als 50 % an den Zuwachs bei. Natürlich ist das Leistungsvermögen

der einzelnen Holzarten und der Bäume verschiedener Dimensionen (Altersunterschiede!) verschieden groß. Je nach der Zusammensetzung der Bestände variiert deshalb auch der Zuwachs. Der jährliche Zuwachs von $0,83 \text{ m}^3$ pro Hektar wird örtlich in sehr zahlreichen Fällen über- und unterschritten, was in der großen Streuung von 67 % zum Ausdruck kommt. Gegenüber den Streuungen von 73 % bei der Stammzahl und von 84 % beim Vorrat ist allerdings eine Verminderung festzustellen. Die verminderte Variabilität des Zuwachses ist auch aus den Durchschnitten und Streuungen der einzelnen Teilgebiete ersichtlich.

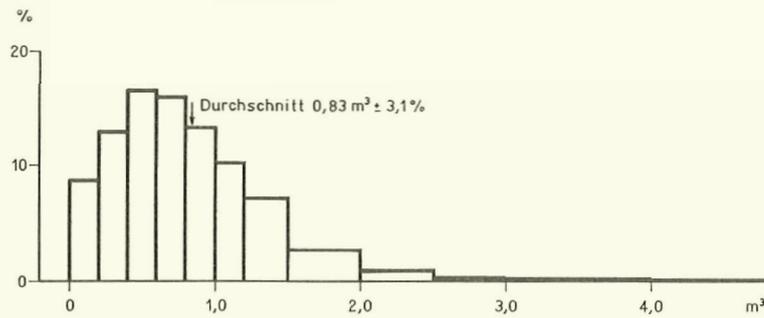
Jährlicher Zuwachs an Schaftholzvolumen im Hochwald (ohne Rinde)

Tabelle 7

Teilgebiet	Zuwachs m^3	Zuwachs m^3/ha	Streuung
01 Trupchun	157	1,20	± 90 %
02 Tantermozza	39	0,36	± 88 %
03 Cluozza	88	0,70	± 69 %
04 Falcun	108	0,68	± 68 %
05 Praspöl	167	0,75	± 76 %
06 Murtarous	170	0,83	± 75 %
07 Plan dal Asen	238	0,78	± 52 %
08 Schera	288	0,90	± 53 %
09 Fuorn	188	1,08	± 70 %
10 Brüna	210	0,97	± 66 %
11 Stabelchod	426	1,03	± 49 %
12 Ftur	191	0,80	± 52 %
13 Crastatschas	380	0,84	± 49 %
14 Margun	81	0,84	± 57 %
15 Mingèr-Nord	156	0,62	± 52 %
16 Mingèr-Süd	99	0,55	± 89 %
Gesamtpark	2986	0,83	± 67 %

Eine große Anzahl der Teilgebiete weist durchschnittliche Zuwachse auf, welche nicht sehr wesentlich vom Gesamtdurchschnitt abweichen. Die Durchschnitte von Murtarous, Plan dal Asen, Ftur, Crastatschas und Margun entsprechen weitgehend dem Parkdurchschnitt, während Cluozza, Falcun und Praspöl etwas geringere und Schera, Fuorn, Brüna und Stabelchod etwas größere Werte aufweisen. In den Teilgebieten Trupchun und Tantermozza erreicht der Zuwachs den höchsten bzw. den kleinsten Betrag. Cinen verhältnismäßig geringen Zuwachs haben auch die beiden Teilgebiete der Val Mingèr. Bedeutend größere Abweichungen als beim Mittelwert sind bei der Streuung festzustellen. So weisen beispielsweise die Teilgebiete Murtarous, Crastatschas und Margun bei gleichem Zuwachs pro Jahr und Hektar Streuungen von 75 %, 49 % und 57 % auf. In Trupchun gehört zum Zuwachsdurchschnitt von $1,20 \text{ m}^3$ eine Streuung von 90 %, während zu $1,03 \text{ m}^3$ in Stabelchod nur 49 % gehören. Es lassen sich demnach auch hinsichtlich des Zuwachses mehr oder weniger einheitliche Teilgebiete ausscheiden. Die Verschie-

Figur 18
Häufigkeit der Hektarenwerte
Zuwachs



denheit wird offensichtlich, wenn die Ergebnisse für die Überbestände betrachtet werden. Diese sind aus der Kartenübersicht d und aus der Tabelle XIII des Anhangs zu entnehmen. Bei der Beurteilung fällt besonders der Fichten-Lärchen-Bestand 0101 auf, in welchem an einem **Durchschnittsvorrat** von 150 m^3 pro Hektar jährlich $1,95 \text{ m}^3$ zu wachsen. Im dichten Bergföhrenbestand 0904, der auf einem fruchtbaren Standort steht, werden von 126 m^3 Vorrat pro Hektar jährlich $1,61 \text{ m}^3$ Zuwachs erzeugt. Der benachbarte Arven-Fichten-Lärchen-Bestand 0905 vermag mit 164 m^3 Vorrat pro Hektar hingegen nur $1,58 \text{ m}^3$ jährlich zu leisten. Besonders kleine Zuwächse sind in einigen **lückigen, alten Lärchenbeständen** der oberen Waldgrenze festgestellt worden. Meist liegen die Werte um $0,20 \text{ m}^3$. Im beweideten Bestand 1605 der Val Foraz sind es sogar nur $0,14 \text{ m}^3$ pro Jahr und Hektar. Von diesen Extremwerten abgesehen, weist jedoch die Mehrzahl der **Überbestände** jährliche Zuwächse zwischen $0,41$ und $1,30 \text{ m}^3$ auf. Dies geht augenfällig aus den vorherrschenden Farben der Kartenübersicht d hervor. Auffallend einheitlich erscheinen die Gebiete Stabelchod und Crastatschas, während Trupchun, **Tantermozza** und **Mingèr-Süd** sehr uneinheitlich wirken. Daß die Variabilität auf kleiner Fläche noch größer ist, kann der Häufigkeitsverteilung der Stichprobenergebnisse entnommen werden (Figur 18). Neben einer beträchtlichen Zahl sehr kleiner Zuwächse mit 0 bis $0,20 \text{ m}^3$ pro Jahr und Hektar kommen auch verhältnismäßig große Werte von $3,00$ und mehr m^3 vor. Als höchster Wert wurden $5,10 \text{ m}^3$ in einem Arven-Lärchen-Bergföhren-Bestand des Gebietes Fuorn gemessen. Zur Hauptsache, nämlich zu 59% , liegen aber die Zuwachswerte zwischen $0,20$ und $1,00 \text{ m}^3$ pro Jahr und Hektar. Immerhin sind Stichproben mit Leistungen zwischen $1,00$ und $2,00 \text{ m}^3$ mit 29% noch gut vertreten. Die auffallend großen Leistungen sind offensichtlich an eine besonders günstige **Holzartenzusammensetzung**, an große Stammdichte oder an großen Vorrat gebunden. Es ist allerdings meist nicht ohne weiteres möglich, einen auffällig großen Zuwachs mit einer bestimmten Ursache in Zusammenhang zu bringen, da sich die Wirkungen zahlreicher Einflüsse mannigfach überdecken können. Durch die Rückführung des Zuwachses auf die relative **Kambiumfläche** und die Jahrringbreite wird die Deutung der Analyse jedoch erleichtert.

Die Teilgebiete Fuorn (09) und Stabelchod (11) weisen einen annähernd gleich großen Zuwachs pro Hektar auf (vgl. Tabellen III, IV, V im Anhang). In Fuorn wurden aber jährlich $1,08 \text{ m}^3$ von einem Hektarenvorrat von $102,2 \text{ m}^3$ erzeugt, während in Stabelchod für $1,03 \text{ m}^3$ Leistung nur $68,0 \text{ m}^3$ Vorrat nötig sind. Die Aufteilung des Zuwachses in Kambiumfläche pro Hektar und durchschnittliche Jahrringbreite zeigt den Grund für das scheinbar verschiedene Verhalten der beiden Teilgebiete. Fuorn weist eine Kambiumfläche von 2065 m^2 und Stabelchod eine solche von 2255 m^2 pro Hektar auf, während die Jahrringbreite im ersten Gebiet durchschnittlich $0,52 \text{ mm}$ und im zweiten $0,46 \text{ mm}$ beträgt. In Fuorn wird demnach die Leistung von einer kleineren Kambiumfläche und einer größeren Jahrringbreite vollbracht, während in Stabelchod einer größeren Kambiumfläche eine kleinere Jahrringbreite zugehört. Aus der Verschiedenheit der Größen darf auf eine abweichende Zusammensetzung der Bestockung geschlossen werden, was auch tatsächlich der Fall ist. Sowohl die Vertretung der Holzarten, wie auch der Anteil der Stärkeklassen sind in den beiden Gebieten grundverschieden. Trotzdem wird, mengemäßig gesehen, im Moment eine annähernd gleiche Leistung vollbracht. Demgegenüber wird unter ähnlichen Verhältnissen in den Teilgebieten Plan dal Asen (07) und Ftur (12) bei etwa gleichem Vorrat, gleicher Kambiumfläche und gleicher Jahrringbreite ungefähr derselbe Jahreszuwachs pro Hektar geleistet ($0,78$ bzw. $0,80 \text{ m}^3$). Verschieden ist aber die Dichte der Bestände (Stammzahl/ha) und damit die durchschnittliche Kambiumfläche pro Baum ($0,78$ gegenüber $0,68 \text{ m}^2$).

Relative Kambiumfläche pro Hektar und pro Baum, durchschnittliche Jahrringbreite und jährlicher Volumenzuwachs pro Hektar

Tabelle 8

Teilgebiet	Relative Kambiumfläche		Durchschnittliche Jahrringbreite mm	Zuwachs, Schaftvolumen pro Hektar und Jahr m^3
	m^2 pro ha	m^2 pro Baum		
01 Trupchun	1691	2,67	0,71	1,20
02 Tantermozza	680	0,49	0,52	0,36
03 Cluozza	1405	0,63	0,50	0,70
04 Falcun	1295	0,73	0,52	0,68
05 Praspöl	1415	0,75	0,53	0,75
06 Murtarous	1731	0,93	0,48	0,83
07 Plan dal Asen	1744	0,87	0,45	0,78
08 Schera	1841	0,96	0,49	0,90
09 Fuorn	2065	1,13	0,52	1,08
10 Brüna	2040	1,27	0,48	0,97
11 Stabelchod	2255	0,87	0,46	1,03
12 Ftur	1735	0,68	0,46	0,80
13 Crastatschas	1789	0,83	0,47	0,84
14 Margun	1602	1,06	0,52	0,84
15 Mingèr-Nord	1343	0,55	0,46	0,62
16 Mingèr-Süd	1075	0,66	0,51	0,55
Gesamter Hochwald	1698	0,85	0,49	0,83

Aus der Zusammenstellung in Tabelle 8 geht hervor, daß in den Teilgebieten die relative Kambiumfläche pro Hektar und pro Baum stark verschieden sein kann. Demgegenüber ist eine verhältnismäßige Ausgeglichenheit der Jahrringbreite festzustellen. Der verschiedene Zuwachs von Gebiet zu Gebiet wird also hier vor allem durch die wechselnde, von der Bestandesdichte und der Holzarten- und Stärkeklassenzusammensetzung abhängigen relativen Kambiumfläche bedingt. Am einzelnen Baum nimmt die Kambiumfläche mit zunehmendem Alter stets zu. Im Bestande hingegen wird nach anfänglichem Ansteigen bald ein Maximum erreicht, auf welches sodann ein Absinken folgt. Der Zeitpunkt des Maximums ist von Standort zu Standort und von Holzart zu Holzart verschieden. Da im Hochwald des Nationalparkes die Bergföhre stark vorherrscht, dürfte der Verlauf der Kambiumfläche gesamthaft weitgehend durch die Eigenschaften dieser Holzart bestimmt sein. Es ist zu erwarten, daß das Maximum bereits in Beständen erreicht wird, welche zur Hauptsache aus Bäumen mit Brusthöhendurchmessern zwischen 10 und 19 cm zusammengesetzt sind. Da im Nationalpark solche Bestände sehr zahlreich vertreten sind, muß die Leistung eindeutig auf die Durchmesserklasse 10–19 cm konzentriert sein. Dies geht offenkundig aus Tabelle 9 hervor.

Kambiumfläche, Jahrringbreite und Zuwachs der Stärkeklassen im Hochwald (Hektarenwerte)

Tabelle 9

Stärkeklassen (Durchmesser) cm	Jahrringbreite mm	Relative Kambiumfläche m ² /ba	Zuwachs an Schaltvolumen m ³ /ha
0— 4	0,396	149,02	0,0591
5— 9	0,438	279,63	0,1226
10—19	0,475	746,68	0,3546
20—29	0,542	397,90	0,2127
30—49	0,636	103,98	0,0662
>50	0,664	20,94	0,0141

Die Jahrringbreite steigt im allgemeinen mit zunehmender Baumgröße an (vgl. Figur 25). Es wird später zu zeigen sein, daß auch sie sowohl nach Standort als auch nach Holzart verschieden sein kann. Hier sollen vorerst nur die Durchschnitte betrachtet werden. Da die einzelnen Holzarten im Hochwald des Nationalparkes nicht gleichmäßig auf die verschiedenen Standorte verteilt und an den Stärkeklassen verschieden stark beteiligt sind, ist die errechnete durchschnittliche Jahrringbreite nicht repräsentativ für das Leistungsvermögen der Holzart. Die Jahrringbreite von 0,46 mm bezieht sich bei der aufrechten Bergföhre auf eine mittlere Kambiumfläche von 0,70 m², während diejenige von 0,36 mm bei der niederliegenden Form einem Mittelstamm von nur 0,28 m² zugehört. Es wurde aber oben dargelegt, daß kleine Bäume durchschnittlich stets die kleineren Jahrringbreiten aufweisen als große. Die Waldföhre hat bei einer durchschnittlichen Jahrringbreite von 0,51 mm einen sehr hohen Mittelstamm mit 4,86 m² Kambiumfläche. Da die Jahrringbreite bei großen Bäumen größer ist als bei kleinen, darf aus dem größeren Wert der Waldföhre nicht auf ein besseres Leistungsvermögen

gegenüber der Bergföhre geschlossen werden. Der berechnete große Mittelstamm besteht übrigens in Wirklichkeit nicht. Bei der Aufnahme konnten die kleinen Waldföhren häufig nicht von den Bergföhren unterschieden werden und wurden gemäß **Meßvorschrift** der Bergföhre zugeschrieben. Dieser Fehler bewirkt eine Vergrößerung der mittleren Jahrringbreite, so daß angenommen werden muß, daß der wahre Wert für die Waldföhre nicht sehr viel höher liegt als für die Bergföhre. Die **Mittelstämme** von Lärche, Arve und Fichte sind ebenfalls bedeutend größer als bei der Bergföhre, was teilweise auf eine größere Baumhöhe und bessere Form zurückzuführen, teilweise aber wieder eine Folge einer andern **Stärkeklassenzusammensetzung** ist. Trotzdem hat die Lärche eine nicht viel größere Jahrringbreite als die Bergföhre. Es muß angenommen werden, daß die Differenz von **0,03 mm** ganz durch die veränderte Stärkeklassenzusammensetzung bedingt wird und somit die **Lärche** im Nationalpark nicht mehr, sondern eher weniger stark zuwächst als die Föhren. Demgegenüber zeigt die Arve bei durchschnittlich kleinerem Mittelstamm eine deutlich größere Jahrringbreite. Auch die Fichte vermag trotz des großen Mittelstammes **offensichtlich** mehr zu leisten als alle andern Holzarten. Dies bewirkt, daß in den Teilgebieten und Beständen, welche nur eine kleine **Kambiumfläche** pro Hektar aufweisen, aber einen großen Anteil an Arven und Fichten haben, trotzdem annähernd gleichviel Holz zuwächst wie in den dichten **Bergföhrenwäldern** mit sehr großen **Kambiumflächen**. Die größere Leistung von Arve und Fichte ist allerdings teilweise auf die Tatsache **zurückzuführen**, daß diese Holzarten im allgemeinen auf bessern Standorten stocken als Lärche, Bergföhre und **Waldföhre**.

235 *Waldzustand und Waldschäden*

Da im Nationalpark seit Jalirzehnten keine Bäume genutzt wurden und sich die **Holzeinnahme** vor der Errichtung des Reservates während langer Zeit auf wenige Gebiete beschränkte, sind heute überall geschädigte, absterbende und tote Bäume anzutreffen. Der Abgang ist meist eine **Folge** des Konkurrenzkampfes aufwachsender Bestände. Lawinen, Schneedruck, **Windwurf**, Pilz- und Insektenbefall bringen aber häufig ganz unvermittelt Bäume und Baumgruppen aller Entwicklungsstufen zum Absterben. Bei der Aufnahme der Stichproben ist jeder Baum auf seinen **Gesundheitszustand** hin angesprochen worden. Zunächst wurde unterschieden zwischen Bäumen, welche noch mit ihren Wurzeln im Boden verankert blieben und solchen, welche als **«Baumleichen»** vom früheren Standort losgelöst herumliegen. Der Zustand der noch verankerten Bäume wurde nach **biologischen** und wirtschaftlichen Gesichtspunkten beurteilt. Es wurde einerseits nach dem Aussehen der Gesundheitszustand und andererseits nach der Dimension und der **Holzbeschaffenheit** die Verwertbarkeit beurteilt. Als gesund (normal, Zustand 1) galten alle Bäume, beherrschte, herrschende und unterdrückte, welche keinerlei Anzeichen einer Schädigung aufwiesen. Als stark geschädigt oder **geschwächt** (Zustand 2) wurde ein Baum nur dann angesehen, wenn keine Anzeichen einer Erholung zu bemerken waren. Als absterbend (Zustände 3 und 4) galt ein Baum dann, **wenn** nur noch vereinzelt grüne Äste vorhanden waren oder der Baum aufrecht oder schief stehend, **von** einzelnen Wurzeln

noch notdürftig versorgt, eine sehr schütterte Krone aufwies. Ein toter Baum (Zustände 5 und 6) durfte keinerlei lebende Teile aufweisen. Die gesunden und die stark geschwächten Bäume wurden grundsätzlich als verwertbar angesehen, während bei den absterbenden und den toten Bäumen zwischen verwertbar und nicht verwertbar unterschieden wurde. Das schwache Material (Brusthöhendurchmesser kleiner als 10 cm) galt stets als nicht verwertbar. Die Erhebung des Zustandes dürfte nicht absolut objektiv erfolgt sein, indem die einzelnen Beobachter die Ansprache trotz einheitlicher Instruktion nicht völlig gleichartig vorgenommen haben. Trotzdem vermitteln die erhaltenen Zahlen einen wertvollen Einblick in die Gesundheitsverhältnisse und die Verwertbarkeit.

Die entwurzelten toten Bäume sind durch Lawinen, Hochwasser und Rutsche nicht selten vom ursprünglichen Standort weggeführt worden. Bei unserer Aufnahme sind nur jene erfaßt, welche im eigentlichen Waldareal liegen, während die beträchtlichen Holz-mengen in entwaldeten Laivinzügen, in Flußläufen und in Schutthalden unberücksichtigt blieben. Ferner wurden nur Bäume erfaßt, welche einen Brusthöhendurchmesser von 10 cm erreicht hatten. Trotzdem machen die Baumleichen im ganzen Parkwald rund 30 000 Stück mit einem Volumen von etwas über 4000 m³ aus.

Die im Boden verankerten und auf ihren Zustand beurteilten Bäume des Nationalparkwaldes verteilen sich gemäß Tabelle 10 auf die unterschiedenen Kategorien.

Tabelle 10

Zustand	Hochwald		Legföhren		Total	
	Stammzahl	m ³	Stammzahl	m ³	Stammzahl	m ³
1 normal, gesund	7 191 619	214 354	8 086 785	35 619	15 278 404	249 973
2 stark geschädigt oder geschwächt	1 608 800	26 920	1 234 096	7 502	2 842 896	34 422
3+4 absterbend	228 462	4 851	87 963	714	316 425	5 565
5+6 tot	1 592 794	26 942	615 955	3 433	2 208 749	30 375
Zusammen	10 621 675	273 067	10 024 799	47 268	20 646 474	320 335

Rund ein Viertel aller Bäume sind als nicht gesund anzusehen; sie machen 22 % des Gesamtvorrates aus. Fast 10 % des festgestellten Vorrates bestehen aus toten Bäumen! Diese Angaben zeigen mit aller Deutlichkeit, welche großen Mengen sich bei völliger Unberührtheit im Laufe einer langen Zeit anhäufen können. Wollte man den Wald des Nationalparkes bewirtschaften, so müßten die abgehenden und toten Bäume aus den Beständen entfernt werden. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus waldhygienischen und aus arbeitstechnischen Gründen, indem dieses Material einerseits den zahlreichen Schädlingen als Brutstätte dient, andererseits ein kostenerhöhendes Hindernis für die Holzerei- und Transportarbeiten darstellt. Da die Aufrüstung dieses Materials einen großen Aufwand erfordern würde, ist es wichtig zu wissen, ob sich dieses in gewissen Teilen des Waldes zunehmend häuft. Darüber gibt die Tabelle VII des Anhanges Aufschluß. Es ist zu erkennen, daß die größten Mengen, nämlich fast 100 000 m³ in den ausgedehnten Waldgebieten Schera (08), Stabelchod (11) und Crastatschas (13) vorhanden sind. Betracht-

Zustände stark ge-
l bei den
ar unter-
cm) galt
ektiv er-
struktion
en Zahlen
sit.
che nicht
sind nur
ien Holz-
mberück-
chmesser
ald rund

National-
n.

m ³
249 973
34 422
5 565
30 375
320 335

22 % des
Bäumen!
er Unbe-
es Natio-
Bestän-
und aus
Schädlin-
erei- und
Aufwand
s Waldes
st zu er-
en Wald-
Betrach-

tet man die Relativwerte (Tabelle VIII des Anhanges), so fallen die Teilgebiete Praspöl (05) und Mingèr-Süd (16) mit einem großen, und Trupchun (01) und Fuorn (09) mit einem kleinen Anteil auf. Das Holz des Teilgebietes Praspöl kann ohne besondere technische Einrichtungen nur im Spölfluß transportiert werden. Seit der Einstellung der Holztrift in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war ein Ahtransport von Holz nicht mehr möglich. Seither haben die Wirkungen sehr zahlreicher Lawinen den Anteil der absterbenden und abgestorbenen Bäume ständig erhöht. In Praspöl ist deshalb an gesunden Bäumen pro Hektar nur ein Vorrat von 47,5 m³ vorhanden; 13,7 m³ machen die stark geschädigten aus und 14,5 m³ die abgestorbenen und toten, aber noch im Boden verwurzelten Bäume, während 4,7 m³ auf Baumleichen entfallen. Wie aus den Prozentzahlen in Tabelle 11 hervorgeht, sind in den ebenfalls stark lawinengefährdeten Gebieten Schera, Mingèr-Nord und Mingèr-Süd etwas kleinere, aber doch noch auffallend hohe Anteile ermittelt worden.

Tabelle 11

Gebiet	1 gesund	2 stark beschädigt	3 + 4 absterbend	5 + 6 tot	1-6 Total
01 Trupchun	94,1	1,4	0,4	4,1	100 %
02 Tantermozza	80,5	11,8	1,2	6,5	100 %
03 Cluozza	76,7	12,6	4,4	6,3	100 %
04 Falcun	78,0	8,8	3,0	10,2	100 %
05 Praspöl	62,7	18,1	1,7	17,5	100 %
06 Murtarous	78,5	7,8	1,1	12,6	100 %
07 Plan dal Asen	83,3	8,2	1,2	7,3	100 %
08 Schera	70,8	10,7	3,6	14,9	100 %
09 Fuorn	91,0	4,7	1,6	2,7	100 %
10 Brüna	86,0	7,9	0,5	5,6	100 %
11 Stabelchod	79,4	6,1	1,5	13,0	100 %
12 Ftur	74,8	12,4	2,0	10,8	100 %
13 Crastatschas	77,8	10,9	1,8	9,5	100 %
14 Margun	79,7	7,8	2,4	10,1	100 %
15 Mingkr-Nord	70,3	21,0	0,8	7,9	100 %
16 Mingkr-Süd	66,1	19,9	2,0	12,0	100 %
Hochwald	78,5	9,8	1,8	9,9	100 %
Legföhren	75,4	15,9	1,5	7,2	100 %
Gesamter Wald	78,0	10,7	1,7	9,6	100 %

Weniger ausgeprägt ist die Vertretung der abgehenden und toten Bäume in den reinen Bergföhrengebieten und in den Fichten-, Lärchen- und Arvenwäldern von Trupchun, Fuorn und Brüna, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß dort noch gegen Ende des Ersten Weltkrieges gewisse Nutzungen ausgeführt wurden.

Während neben den gesunden auch die stark geschädigten oder geschwächten Bäume noch einen, wenn auch bescheidenen, Zuwachs zu leisten vermögen, sind die absterbenden oder toten Individuen selbstverständlich an der Produktion nicht beteiligt. Bei einer

Bewirtschaftung müßten in einem ersten Durchgang besonders die Zustände 3 bis 6 aus den Beständen entfernt werden. Aus der **Kartenübersicht** ist zu erkennen, welche Holz- mengen auf diese Zustände in den Beständen (Überbestände) entfällt. Wieder fallen die **schneedruck-** und **lawinengefährdeten** Gebiete von Praspöl, Murtarous und Schera auf. Große Mengen abgehender oder toter Bäume sind auch in den dichten Beständen von Stabelchod festzustellen. In der Val **Mingèr** sind, absolut gemessen, die Mengen deshalb nicht größer, weil gesamthaft nur ein geringer Vorrat vorhanden ist.

Der Anteil der absterbenden und abgestorbenen Bäume scheint viel größer zu sein, **wenn** er nicht auf den Vorrat, sondern auf die Stammzahl bezogen wird. Die Vermutung liegt nahe, daß vor allem die kleineren Bäume den Schadeneinwirkungen oder dem Konkurrenzkampf erliegen. Aus den Tabellen **VII** und **VIII** des Anhanges kann das durchschnittliche Volumen pro Baum für die einzelnen Zustände errechnet werden. Es zeigt sich, daß die gesunden Bäume einen fast doppelt so großen **Mittelstamm** aufweisen als die geschädigten und toten, was aus der Tatsache hervorgeht, daß mehr als die Hälfte der nichtgesunden Bäume auf die Durchmesserklasse 0-4 cm entfällt. Von den **Schadenwirkungen** sind es besonders der Kriechschnee und das Wild, die die kleinen Bäume zum Absterben bringen können. In der Tat sind Beschädigungen **durch** Kriechschnee in den steilen Lagen von Las Crastatschas, Ftur, Schera und Cluoza sehr häufig festgestellt worden. Besonders betroffene Bäume sind stets südexponiert. An Schäden verursachenden Pilzen, welche die kleinen Bäume häufig befallen, ist der Schneeschimmel zu nennen.

Gegenüber den sehr häufig festgestellten Schäden durch Schneekriechen, **Schneedruck** und Lawinen treten die übrigen Schäden zurück. An einigen Orten allerdings wurde in den Stichproben der **Wildschaden** als bedeutsamste Schadenart notiert. Die Kartenübersicht **gibt** die Häufigkeit dieser Notiz wieder, womit das Vorwiegen des Wildschadens über andere Schadenarten erfaßt ist. Jene Gebiete des **Parkes**, welche als hauptsächliche Standorte des Wildes, insbesondere des Rotwildes, gelten, sind auf der Kartenübersicht deutlich zu erkennen. Es sind dies die Täler Trupchun, Müschauns, Tantermozza, der obere Teil von Murtarous, die Gebiete um den Munt la Schera, die Gegend von Stabelchod, **Grimmels-Las** Crastatschas und weite Teile in der Val **Mingèr**. Es fällt ferner auf, daß sich die Schäden um ehemalige **Weideflächen** herum häufen.

Auf den Holzvorrat bezogen sind die Schäden, welche durch das Wild verursacht werden, **gegenüber allen** übrigen Schadenwirkungen belanglos. Meist handelt es sich um **Fegschäden** an verhältnismäßig jungen Bäumen. Zur Hauptsache wird die Arve betroffen; **Bergföhre**, **Waldföhre** und **Lärche** sind eher etwas seltener beschädigt. Hingegen werden **Lärche** **und** **Fichte** sehr häufig verbissen; die letztere hier und da auch **geschält**. Die Auslese, welche das Wild trifft, wirkt sich auf die **Waldentwicklung** sehr ungünstig aus. Inmitten der unzähligen Bergföhren kann die Arve nur mühsam Fuß fassen. Die wenigen Arven, welche der Konkurrenz gewachsen sind, werden später durch das Wild beschädigt und gehen meist ein. Dadurch ist die Entwicklung vom Bergföhren-Pionier-Wald zum Lärchen-Arven-Klimaxwald verzögert oder lokal gar verunmöglicht. **Darauf** ist bei der Besprechung der **Jungwuchsverhältnisse** zurückzukommen.

3 Waldstandorte und Waldentwicklung

31 Die Waldgesellschaften

311 Verwendete Grundlagen

Die Wald- und Zwergstrauchgesellschaften des Nationalparks und der angrenzenden Gebiete sind eingehend untersucht worden. Die Ergebnisse wurden in zahlreichen Veröffentlichungen festgehalten. Eine umfassende Darstellung gaben im Jahre 1954 J. Braun-Blanquet, H. Pallmann und R. Bach¹ heraus. Auf diese Arbeit stützt sich die noch im Gange befindliche Kartierung der Waldpflanzengesellschaften von E. Campell. Bereits liegen Kartenausschnitte im Maßstab 1:10 000 aus einem großen Teil des Parkgebietes vor. Oberförster Campell hat diese ausgezeichneten Grundlagen in verdankenswerter Weise der Versuchsanstalt zur Verfügung gestellt, was die Beurteilung der Pflanzengesellschaft bei der Stichprobennahme erleichterte. Er arbeitete außerdem eine kurze Charakteristik der wichtigsten Gesellschaften aus und instruierte die Leiter der Aufnahmegruppen im Gelände. Dank dieser wertvollen Hilfe konnten die Gruppenleiter in jeder Stichprobe die Zugehörigkeit zur einen oder andern Pflanzengesellschaft feststellen und notieren.

312 Charakterisierung der Pflanzengesellschaften

Die Pflanzengesellschaften, welche für die Walderfassung im Nationalpark wichtig sind, gehören vor allem der Ordnung der *Vaccinio-Piceetalia* an². Im Verbands des *Pineto-Ericion* sind die basiphilen und neutrophilen Gesellschaften zusammengefaßt, während in demjenigen des *Vaccinio-Piceion* Gesellschaften auf sauren Böden enthalten sind. Die Gesellschaften weiterer Verbände der *Vaccinio-Piceetalia* und anderer Ordnungen wurden zwar bei der Aufnahme getrennt angesprochen, bei der Auswertung aber wieder zu einer allgemeinen Gruppe zusammengefaßt.

Weitaus die größte Verbreitung haben im Nationalpark die Waldgesellschaften des *Pineto-Ericion*. Die Baumschicht wird in ihnen vor allem durch die Bergföhre (*Pinus Mugo Turra*) gebildet. Für einige ist allerdings das Vorherrschen der Engadinerföhre

¹ Braun-Blanquet, Josias, Pallmann, Hans, und Bach, Roman: Pflanzensoziologie und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. – II: Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (*Vaccinio-Piceetalia*); herausg. v. d. Kommission d. Schweiz. Naturforschenden Ges. z. wissensch. Erforschung d. Nationalparkes. Liestal 1954. Lüdin
= Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des Schweiz. Nationalparkes, Bd. IV (neue Folge), H. 28.

² Braun-Blanquet, J., Sissingh, G., und Vlieger, J.: Klasse der *Vaccinio-Piceetalia* (Nadelholz- und Vaccinieneiden-Verbände der eurosibirisch-nordamerikanischen Region). Montpellier: Station internat. de géobotanique méd. et alpine 1939
= Prodrôme der Pflanzengesellschaften, Faszikel 6 des Comité international du Prodrôme phytosociologique.

(*Pinus silvestris* L., ssp. *engadinensis*) charakteristisch, und es kann auch Lärche (*Larix decidua* Mill.) stark vertreten sein. Das Auftreten von Arve (*Pinus Cembra* L.) und Fichte (*Picea Abies* [L.] H. Karsten) deutet bereits auf die Sukzession zum Klimaxwald¹ hin. Dieser besteht im Parkgebiet aus Gesellschaften des Verbandes *Vaccinio-Piceion*. Die Baumschicht wird von Arve, Lärche und Fichte gebildet, denen je nach dem Stande der Entwicklung mehr oder weniger zahlreich noch Bergföhre beigemischt ist.

Von den zahlreichen Gesellschaften des *Vaccinio-Piceion* haben im Nationalpark vor allem der subalpine Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*) und die Alpenrosen-Heidelbeer-Gesellschaft (*Rhodoreto-Vaccinietum*) eine große Bedeutung. Für die vorliegende Arbeit wurde die Fichtenwaldgesellschaft nicht in weitere Einheiten, die Subassoziationen unterteilt. Hingegen wurden bei der Alpenrosen-Heidelbeer-Gesellschaft mindestens bei der Aufnahme drei Subassoziationen unterschieden.

Im *Pineto-Ericion* sind es insbesondere drei Gesellschaften, welche im Nationalpark häufig vorkommen, nämlich der Zwergseggen-Engadinerföhren-Wald (*Pineto-Caricetum humilis*), der Erika-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Ericetum*) und der Steinrosen-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Rhodoretum hirsuti*). Innerhalb dieser Assoziationen wurde zwischen verschiedenen Subassoziationen und Varianten unterschieden.

Die nachfolgende Charakterisierung von E. Campell erstreckt sich auf die Assoziationen und Subassoziationen der beiden Verbände und einige weitere im Nationalpark wichtige Einheiten. Für Einzelheiten wird auf die oben zitierte Literatur verwiesen.

*Charakterisierung der Pflanzengesellschaften im Nationalpark
für den Gebrauch bei der Waldaufnahme 1957*

von E. Campell

<i>Piceetum subalpinum</i>	10
Subalpiner Fichtenwald	
Saures Muttergestein, Moränen. 1500–1800 m ü.M. In obern Lagen nur flache Terrassen, weiter unten auch steilere Hänge. Fichten, einzelne Lärchen, eventuell auch Föhren oder Arven. Meist dichte Bestände, 20–25 m hoch. Deutliche Zwergstrauchschicht, hauptsächlich Preiselbeere. Starke Moosschicht. Boden meist total bedeckt.	
<i>Rhodoreto-Vaccinietum</i>	20
Alpenrosen-Heidelbeer-Gesellschaft	
<i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i>	21
Arven-Alpenrosen-Gesellschaft	
Saures Muttergestein. 1800–2200 m ü. M. Fehlt in reinen Südlagen, Hänge verschiedener Steilheit. Reine Arven- oder fast reine Lärchenbestände oder Mischbestände aus Arve, Lärche, Bergföhre und Fichte. Locker bis sehr locker. Dichte Zwergstrauchschicht mit rostroter Alpenrose, Heidelbeere, eventuell Preiselbeere. Dazwischen dichte Moospolster.	
<i>Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum</i>	22
Bergföhren-Alpenrosen-Gesellschaft	
Saures Muttergestein oder Auflagehumus auf Kalk. 1900–2200 m ü. M. Ausschließlich in steilen Lawinenzügen und an der obern Waldgrenze. NW, N, NE. Fehlt in Südlagen. Reine Legföhrenbestände mit einzelnen Arven und Lärchen. Dicht bis locker. Zwergstrauchschicht mit den drei Vaccinien, der Alpenrose und Rauschbeere. Starke Moospolster, reichlich Strauchflechten, vollständig deckend.	

¹ Vegetationsklimax ist die Schlußgesellschaft auf Durchschnittsstandort.

he (*Larix*
nd Fichte
wald¹ hin.
eion. Die
tande der

lpark vor
eidelbeer-
de Arbeit
ien unter-
s bei der

ionalpark
reto-Cari-
teinrosen-
en wurde

Assozia-
ionalpark
iesen.

10

sen,
der
lich

20

21

ner
rve,
mit
iter.

lich
gen.
erg-
oos-

Rhodoreto-Vaccinieium *calamagrostidetosum*

23

Reitgras-Alpenrosen-Gesellschaft

Saures Muttergestein oder Moräne. 1800–2000 m ü. M. Exposition wie 22. Hänge mittlerer Steilheit. **Lärche** vorwiegend bis rein. **Wenig** Arven. Lichte Bestände. Starker Reitgrasfilz.

Empetreto-Vaccinieium

30

Rauschbeeren-Vaccinieheide

2000 m ü. M. bis Waldgrenze. NW, N, NE, verschiedene Steilheit, z. T. **Kampfgürtel**. **Lokere** bis aufgelöste Bestände von Arve, Bergföhre, selten Lärche. Zwergstrauchschicht, **hauptsächlich** Rauschbeere und Vaccinien, ohne Preiselbeere. **Lycopodium** alpinium L. Moos- und reiche **Flechtenpolster**. 100 % deckend.

Junipereto-Arctostaphyletum

40

Wacholder-Bärentrauben-Gesellschaft

Saures Muttergestein. 1800 m bis über Waldgrenze. SW, S, SE, mittlere **Steilheit**. **Sehr trocken**. Vorwiegend **Lärche**, einzelne Fichten und Arven, selten **Waldföhre** und Bergföhrengruppen. Locker bis aufgelöst, oft ehemalige Weide. **Einzig** Gesellschaft mit stärkerem Auftreten von Wacholder. Selten im Park.

Pineto *Caricetum* humilis

50

Zwergseggen-Engadiner **Föhrenwald**

Variante mit *Pinus silvestris* L. *ssp.* engadinensis

51

Kalkunterlage. **Nicht** über 1900 m ü. M. SW, S, SE, **sehr** steil, rieselnde **Bodenoberfläche**. Lockere bis aufgelöste Bestände mit **Engadinerföhre**, einzelnen **Lärchen**, Fichten und Bergföhren, selten Arve. Etwas Wacholder, **kleinflächig** Erika. Zwergseggenbänder, unterbrochen von Rohbodenpartien.

Variante mit *Pinus Mugo*

52

Kalkunterlage. 1800–2000 m ü. M. auf **flachgründigen** Steillängen. SW, S, **SE**, steil bis **sehr** steil. Gesamtbild ähnlich wie **oben**, aber mit Bergföhre. Oft alpine **Rasengesellschaften** von oben eindringend.

Mugeto-Ericetum

Erika-Bergföhrenwald

Mugeto-Ericetum caricetosum humilis

61

Zwergseggenreicher Erika-Bergföhrenwald

Kalkunterlage. 1700 m ü. M. bis Waldgrenze. SE, S bis W, vonwiegend flach bis mäßig geneigt. Trocken. Offene bis lichte Bestände von aufrechter Bergföhre, fast immer rein, selten Engadinerföhre. Geschlossene Erikapolster, in **höheren** Lagen und an sehr steilen Hängen treppig aufgelöst.

Beigemischt **Zwergsegge** (*Carex humilis* Leyss.), Stellenweise Preiselbeere und buntes **Reitgras** (*Calamagrostis varia* [Schrad.] Host.). Moose und Flechten fast **fehlend**.

Mugeto-Ericetum hylocomietosum

62

Moosreicher Erika-Bergföhrenwald

Kalkunterlage. 1600–2000 (2100) m ü. M. Alle Expositionen, flach bis mäßig geneigt, flacher als 61. Dichte **Bergföhrenbestände**, in höherem Lagen **Arvenverjüngung**, in tieferen Lagen Bergföhre, teilweise durch Engadiuerföhre ersetzt, mit Beimischung von Fichte, Erika, Preiselbeere, einzelne **Heidelbeersträucher**, *Carex humilis* **fehlt**. Geschlossene Moosdecke.

Mugeto-Ericetum cladonietosum

63

Flechtenreicher Erika-Bergföhrenwald

Kalkunterlage. 160–1900 m ü. Al. Kalte, windgefegte Stellen, meist Hangkanten und Kuppen. **Fehlt** in Südexposition. Sehr kümmerliche, reine Bergföhrenbestände, meist **Krüppelformen**. Starke **Strauchflechenschicht** mit auffälliger Beimischung von **Moorbeere**.

297

<i>Mugeto-Rhodoretum hirsuti</i> Steinrosen-Bergföhrenwald	70
<i>Mugeto-Rhodoretum hylacomietosum</i> Moosreicher Steinrosen-Bergföhrenwald	71
Kalkunterlage. 1700–2100 m ü. M. Steilhang mit reichlicher Schneebedeckung, Hangfuß mit Block, NW, N, NE. Dichte bis aufgelöste Bergföhrenbestände, stellenweise Lärchen- gruppen , einzelne Arven und Fichten. Vorwiegend Säbelwuchs durch Schneekriechen. Zwergstrauchschicht mit Steinrose, Erika, Zwerg-Eberesche (<i>Sorbus Chamaemespilus</i> L.), Bastard roströte, behaarte Alpenrose, Moorbeere, Preiselbeere, Heidelbeere. Üppige Moos- schicht und viel Flechten. Rohhumusflecken mit Silberwurz .	
<i>Mugeto-Rhodoretum cladonietosum</i> Flechtenreicher Steinrosen-Bergföhrenwald	72
Kalkunterlage. 1700–2100 m ü. M. Steilhänge mit langer Schneehedeckung. Streng an Nordexposition gebunden.LICHTER Legföhrenwald . Kleinsträucher und Moose vorwiegend durch Flechten verdrängt. Bodendeckung 100%. Im Gegensatz zum Mugeto-Ericetum cladonietosum kommen Steinrose und Alpenbären- traube (<i>Rhododendron hirsutum</i> L. und <i>Arctostaphylos alpina</i> L.) vor.	
<i>Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae</i> Netzweidenreiche Steinrosen-Legföhren-Gesellschaft	73
Kalkunterlage. Über 200 m ü. M. längs Lawinenzügen und im Ablagerungsgebiet von Lawinen. Sehr streng an Nordexposition gebunden. Aufgelöste Legföhrenbestände . Zwerg- strauchschicht vorwiegend aus Moorbeere und Rauschbeere (<i>Vaccinium uliginosum</i> L. und <i>Empetrum hermaphroditum</i> Hag.). Steinrose nur spärlich. Schwellende Flechten- polster . Silberwurz (<i>Dryas octopetala</i> L.) und Netzweide in Krautschicht .	
Gesellschaften <i>auf</i> ehemaliger Weide, im Waldgebiet	80
Lockerer Baumwuchs, Bodenschicht : Rasen ohne Zwergsträucher und Flechten. Häufig Borst- gras und Blaugras (<i>Nardus stricta</i> L. und <i>Sesleria coerulea</i> L.).	
Alpine Gesellschaften, in Lawinenzügen und an der oberen Waldgrenze, Kahlschlagflächen , Blaugras und feste Segge (<i>Carex firma Mygind</i>).	90
Pioniergesellschaften	00
Primär (I) als Erstbesiedler auf Felsen, Rohbodenflächen usw.	01
Sekundär (II) nach Vernichtung eines Bestandes durch Rufen usw. Altbestand noch rest- weise vorhanden.	02

313 Die Verbreitung der Pflanzengesellschaften

Da in jeder Stichprobe die Zugehörigkeit zu einer der charakterisierten Pflanzengesellschaften beurteilt und auch die Lage, Exposition und Neigung der Probefläche festgestellt wurde, lassen sich die ungefähre Flächenausdehnung und die bevorzugten Standorte angeben. Von der **Hochwaldfläche** von insgesamt 3602 ha wurden 2288 ha als dem Erika-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Ericetum*) zugehörig angesprochen. Dies entspricht einem Anteil von 64%. Die nächsthäufigen Einheiten sind die Alpenrosen-Heidel-Leer-Gesellschaft (*Rhodoreto-Vaccinietum*) mit 21% und die Steinrosen-Bergföhren-Gesellschaft (*Mugeto-Rhodoretum hirsuti*) mit 9%. Alle übrigen Pflanzengesellschaften sind mit weniger als 5% an der Hocliwaldfläche beteiligt. Einzelheiten sind aus der Tabelle IX des Anhangs zu entnehmen.

70
71
72
73
80
90
00
01
02

ngfuß
ehen-
s L.),
Moos-

g an
0 %/
ären-

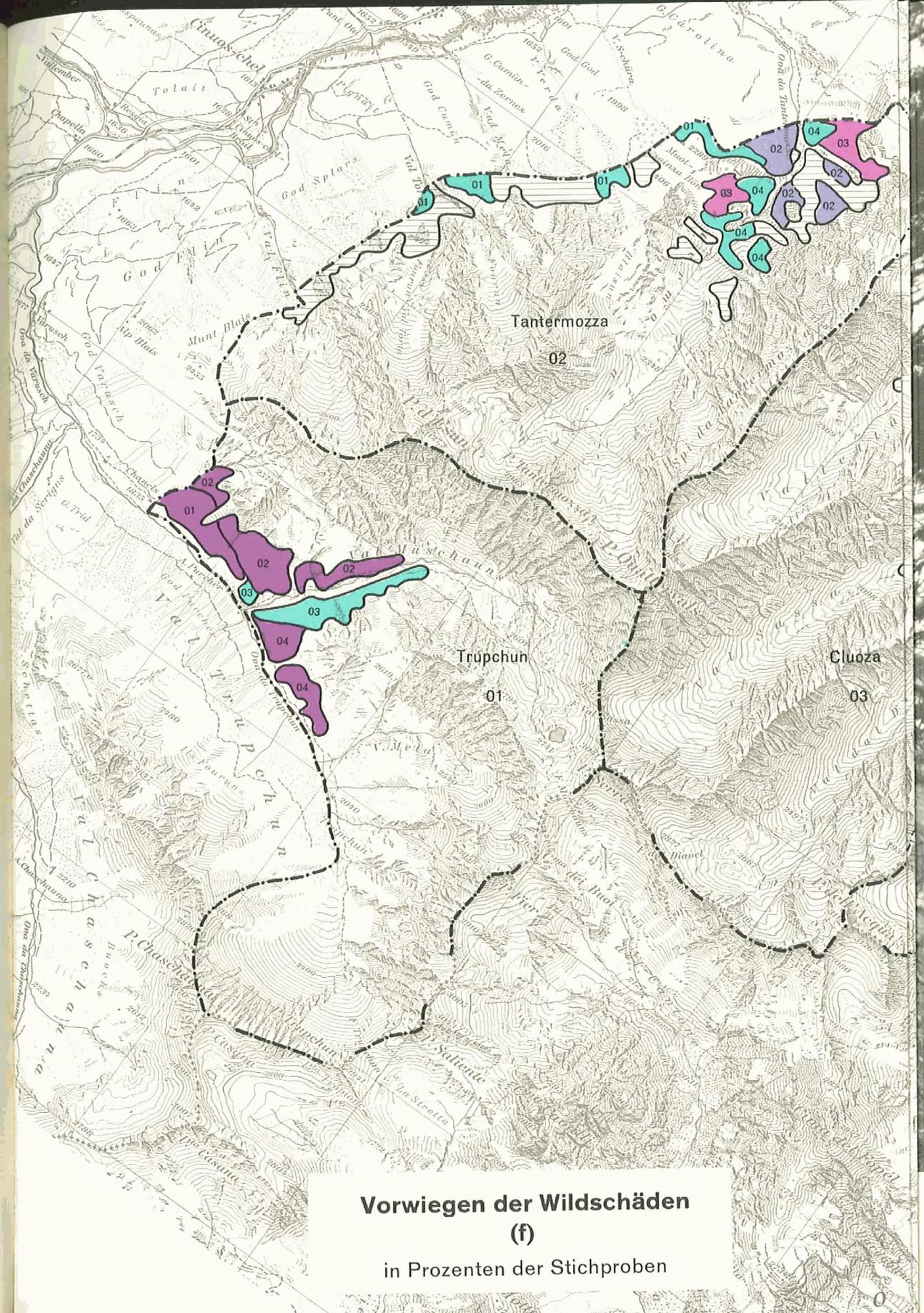
von
verg-
n L.
hten-

Forst-

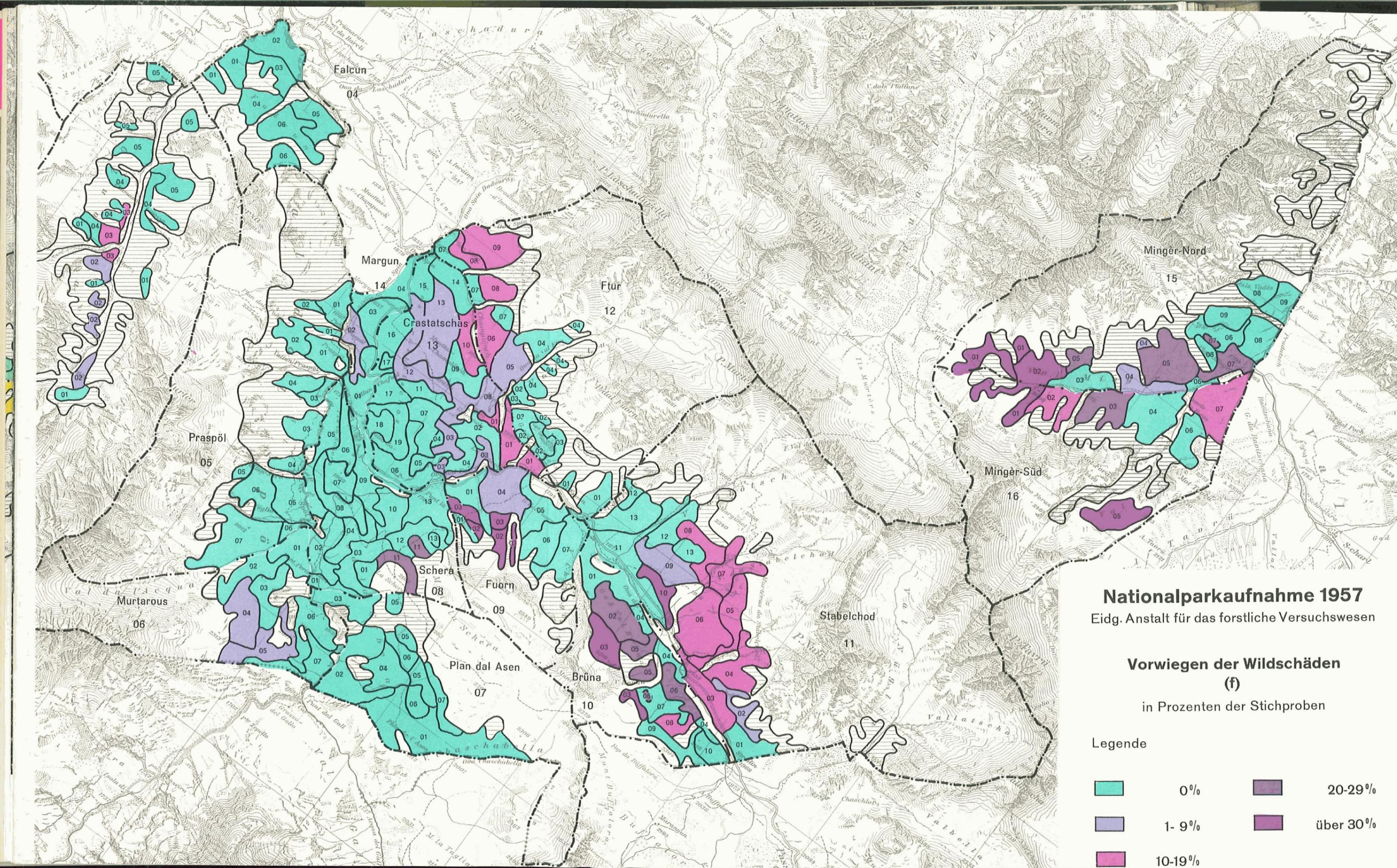
ehen.

rest-

Pflanzen-
robenfläche
vorzugten
288 ha als
Dies ent-
en-Heidel-
ergföhren-
ellschaften
d aus der



Vorwiegen der Wildschäden
(f)
in Prozenten der Stichproben



Nationalparkaufnahme 1957

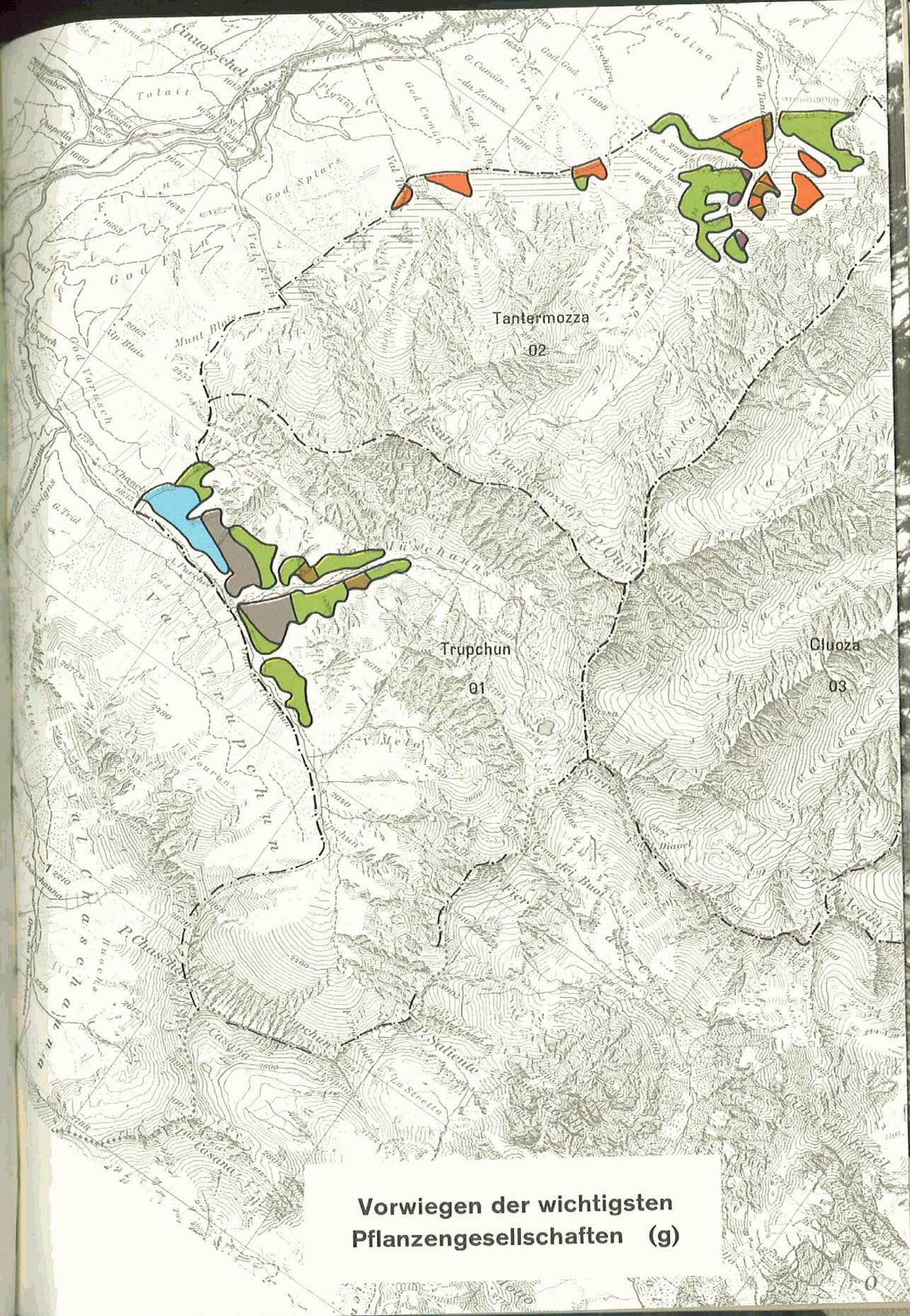
Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

**Vorwiegen der Wildschäden
(f)**

in Prozenten der Stichproben

Legende

	0%		20-29%
	1- 9%		über 30%
	10-19%		



Vorwiegen der wichtigsten Pflanzengesellschaften (g)

Nationalparkaufnahme 1957

Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

Vorwiegen der wichtigsten Pflanzengesellschaften (g)

-  Piceetum subalpinum
-  Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum
-  Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum
-  Pineto-Caricetum humilis
-  Mugeto-Ericetum cladonietosum
-  Mugeto-Ericetum caricetosum humilis
-  Mugeto-Ericetum hylocomietosum
-  Mugeto-Rhodoretum hirsuti
-  Pioniergesellschaften, Alpine Ges., Ges. auf ehem. Weide

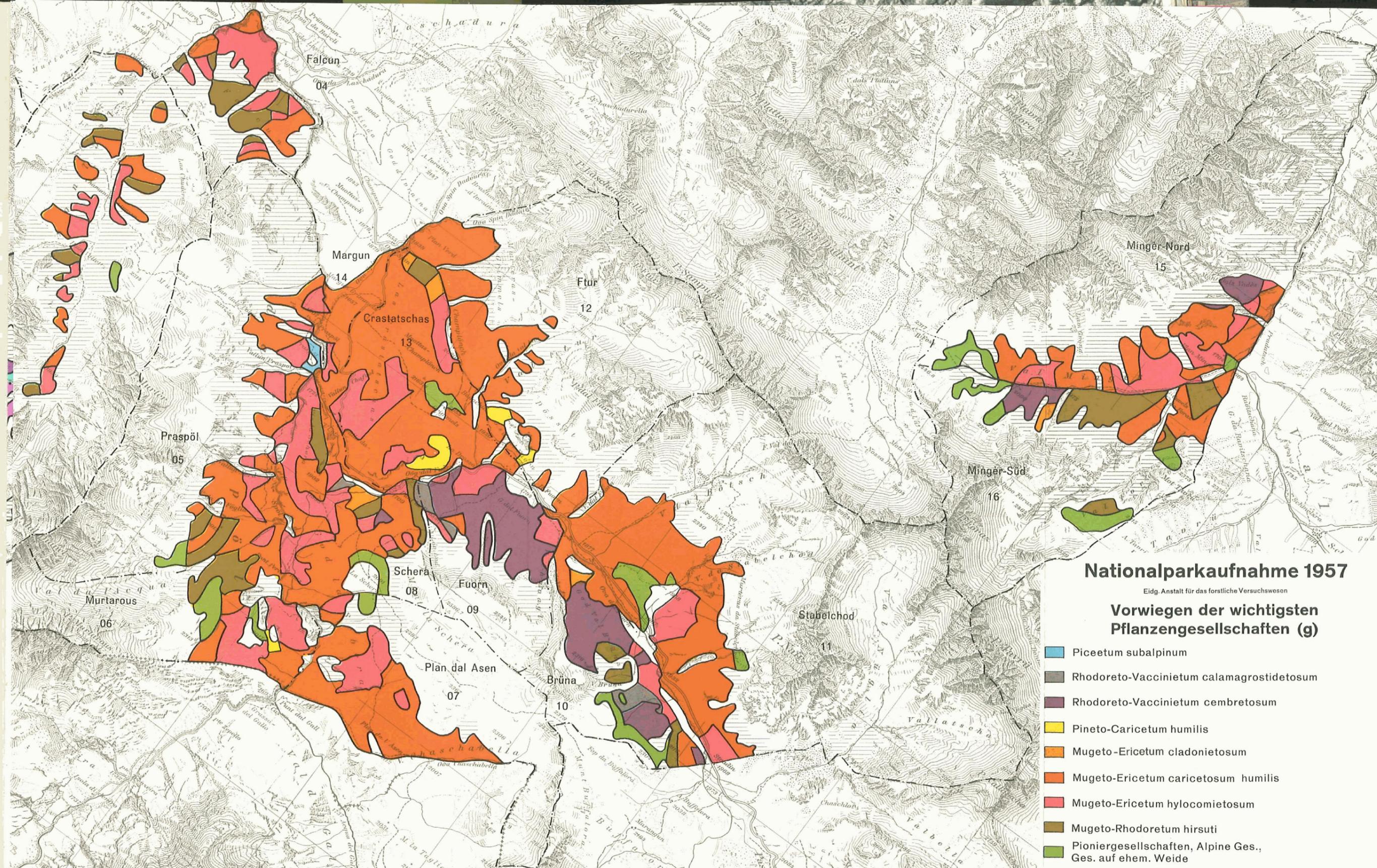




Bild 20 A. Kurth, Juli 1958

Unter den vorgewachsenen Lärchen bilden Bergföhren oft eine oder mehrere unterbrochene Schichten.
God dal Fuorn, Hangfuß unweit II Fuorn.



Bild 21 J. Werner, Juli 1957

Aufgelöster, lückiger Lärchen-Arvenwald mit einer Legföhrenunterschicht als letzter Rest eines früher wohl geschlossenen Hochwaldes.
Eingang Val dal Diavel (Cluozza).

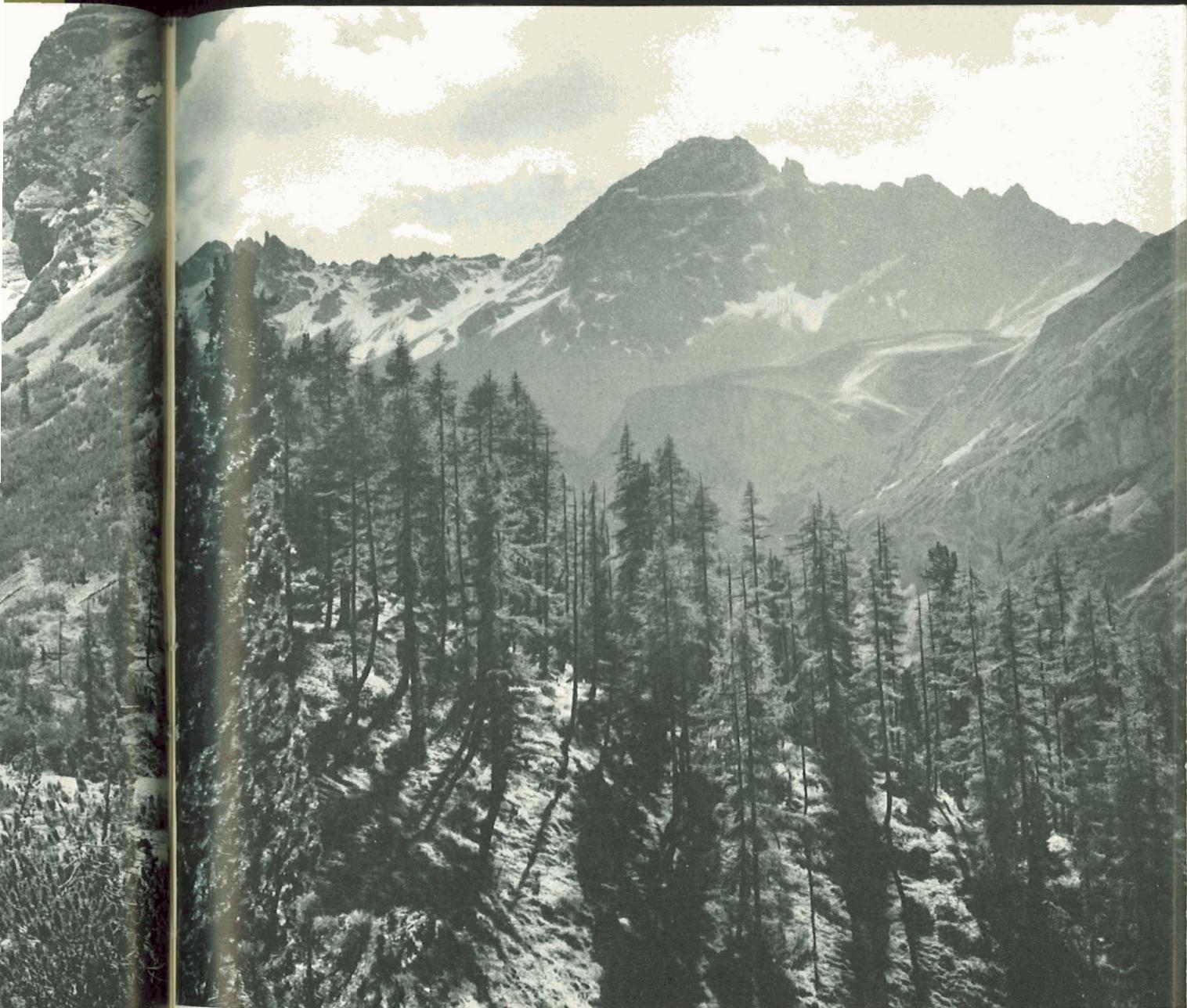


Bild 22 J. Werner, September 1957

Ehemals beweideter, einschichtiger, lockerer Lärchen-Arvenwald. Val Foraz, rechte Talseite.
Im Hintergrund Piz Foraz.

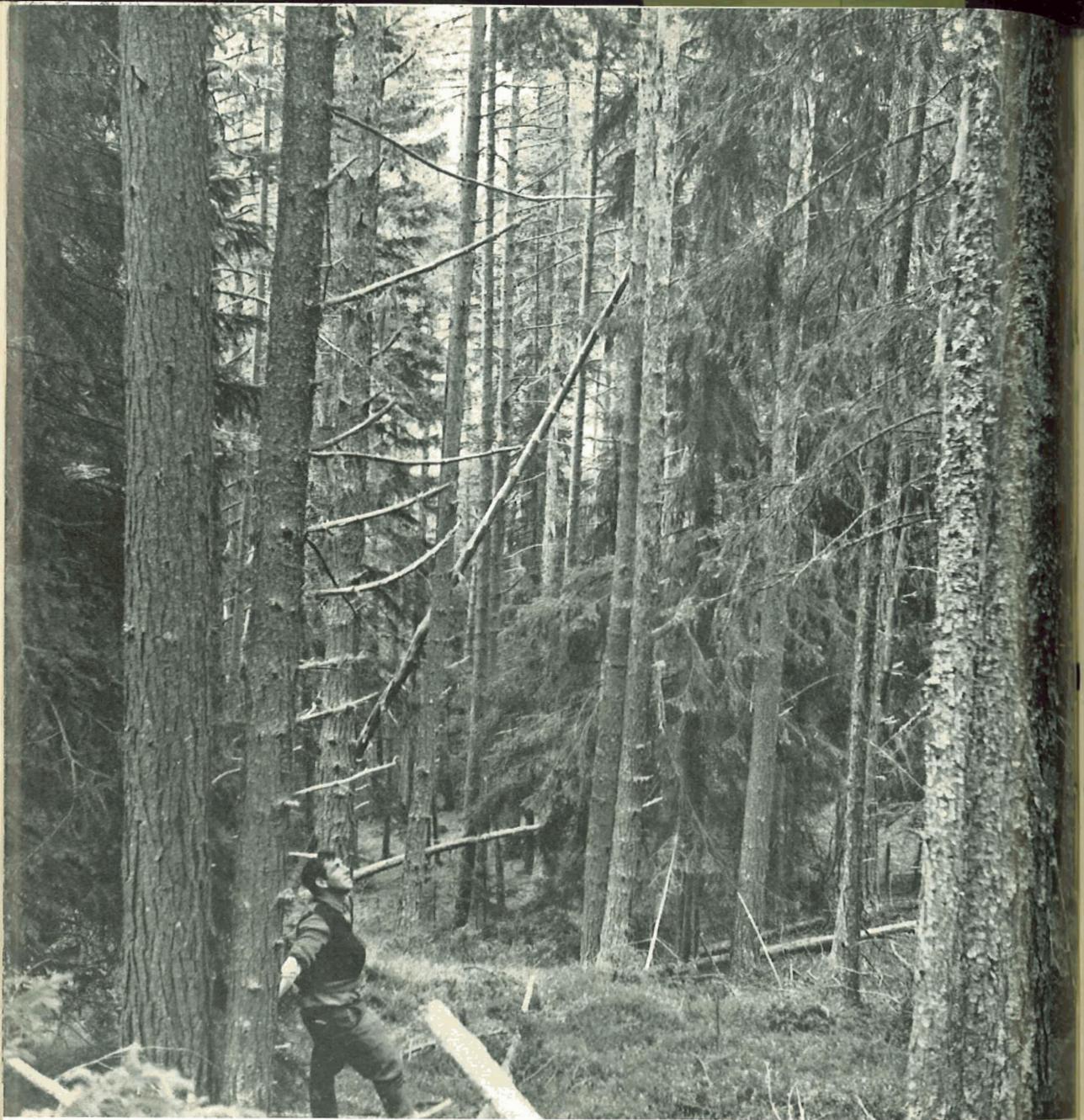


Bild 23 I. Weraer, Juli 1957

Die höchsten Vorräte weisen **Waldföhren-Fichtenbestände** in geschützten Lagen des Spöltales auf. Nordosthang bei Punt Praspöl.

Von den Subassoziationen des Erika-Bergföhren-Waldes erreicht vor allem das *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* eine große Ausdehnung. Über ein Drittel der Fläche entfällt auf diese Ausbildung. Etwas mehr als ein Sechstel der Hochwaldfläche gehört dem *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* an. Weitere Subassoziationen erreichen keine ins Gewicht fallende Ausdehnung. Ähnlich ist es beim Steinrosen-Bergföhren-Wald, dessen moosreiche Ausbildung weitaus den größten Anteil aufweist. Bei der Alpenrosen-Heidelbeer-Gesellschaft sind insbesondere arvenreiche und Lärchenreiche Subassoziationen vertreten (*Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* mit 7% und *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* mit 3% der gesamten Hochwaldfläche). Das Vorherrschen des Erika-Bergföhren-Waldes in seinen beiden wichtigsten Ausbildungen und der Anteil der übrigen Gesellschaften geht auch aus der Kartenübersicht g hervor. Auf dieser ist für bestimmte Flächeneinheiten die vorherrschende Vegetationseinheit angegeben. Die Beurteilung erfolgte auf Grund der Angaben in den Stichproben. Es ist zu betonen, daß diese Übersicht nur über die allgemeine Verbreitung der Pflanzengesellschaften zu orientieren vermag und keineswegs den Charakter einer Vegetationskarte hat.

Die gleichzeitige Ermittlung der Vegetationseinheit und einiger Standortmerkmale erlaubt es, diese in gegenseitige Beziehung zu bringen. Bei der Aufnahme wurde in jeder Probe die Höhe über Meer, die Exposition und die Neigung bestimmt. (Einige weitere Merkmale des Standorts bleiben vorläufig unausgewertet.) Die Häufigkeit des Auftretens dieser Merkmale ist für die wichtigsten Pflanzengesellschaften in Fig. 19 und 20 dargestellt.

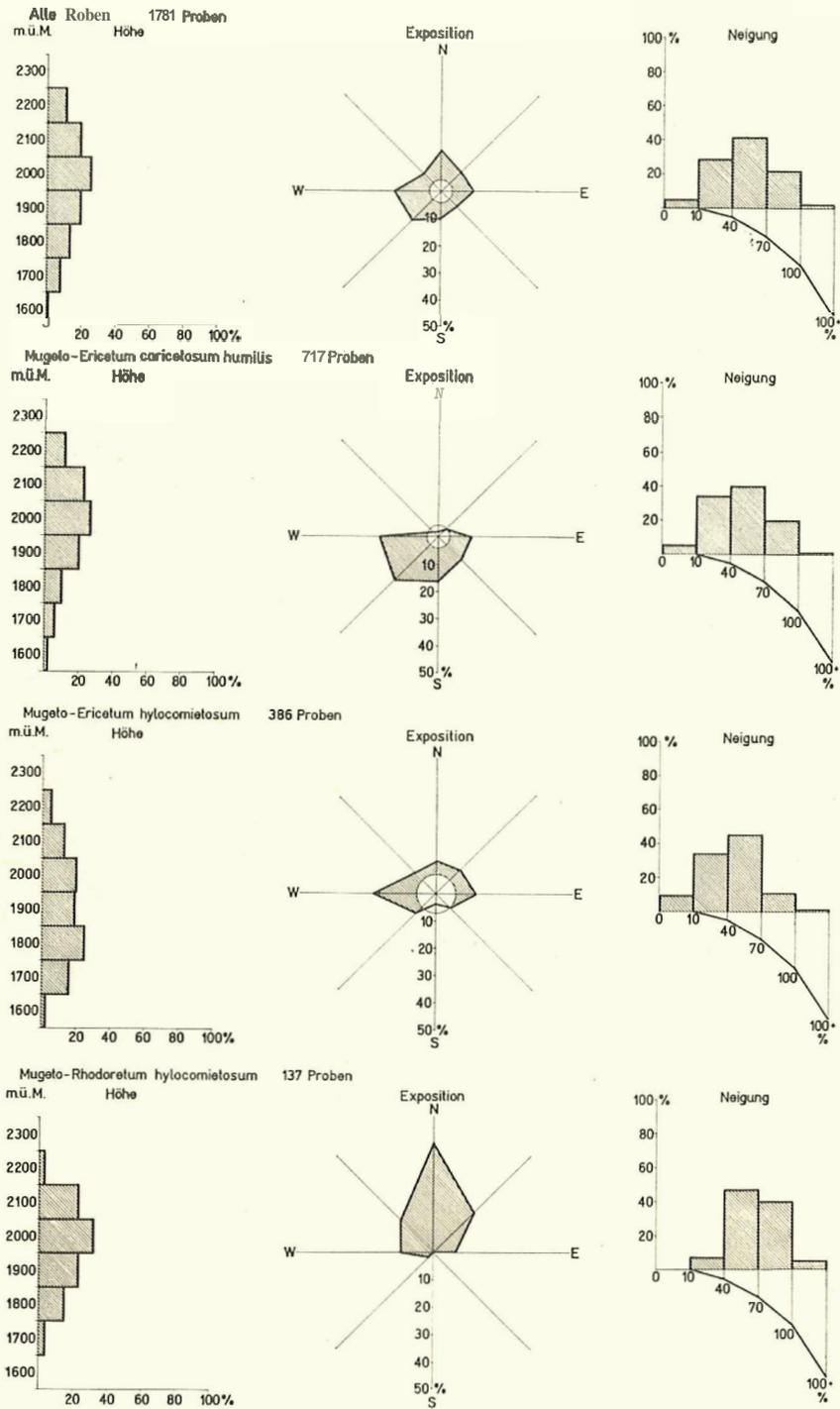
Die Verteilung aller Proben (Figur 19, oben) bestätigt die frühere Feststellung, daß der Hochwald im Nationalpark sich zwischen 1650 und 2250 m ü. M. ausdehnt und vor allem in einer Höhenlage zwischen 1850 und 2150 m vorkommt. Bei der Exposition herrschen West- und Südwestlage vor, aber auch in Nordlage ist relativ viel Wald vorhanden. Die häufigste Neigung liegt zwischen 40 und 70%.

Der sehr stark vertretene zwergseggenreiche Erika-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*) weicht in seiner Höhenverbreitung nicht vom Gesamtmittel ab; er hat sein größtes Vorkommen in 1950 bis 2050 m ü. M. ist aber auch in höheren Lagen noch recht häufig anzutreffen. Bei der Exposition allerdings ist die Bevorzugung der Südlage und damit stark belichteter, warmer und trockener Standorte unverkennbar. Die Neigungsverhältnisse lassen keine Abweichung vom Gesamtmittel erkennen.

Der moosreiche Erika-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Ericetum hylocomietosum*) besiedelt Höhenlagen zwischen 1750 und 2050 m ü. M. Bei der Exposition werden West-, Nord- und Ostlagen eindeutig bevorzugt und ebene Lagen sind recht häufig (Größe des Kreises bei Exposition). Die meistfestgestellte Neigung liegt wiederum im Bereiche von 40–70%. Die Verteilung der Neigung deutet auf eine im Mittel etwas geringere Steilheit als in der vorher besprochenen Einheit. Der moosreiche Erika-Bergföhren-Wald bevorzugt demnach deutlich etwas weniger steile, schattige, kühle, nicht zu trockene Hänge.

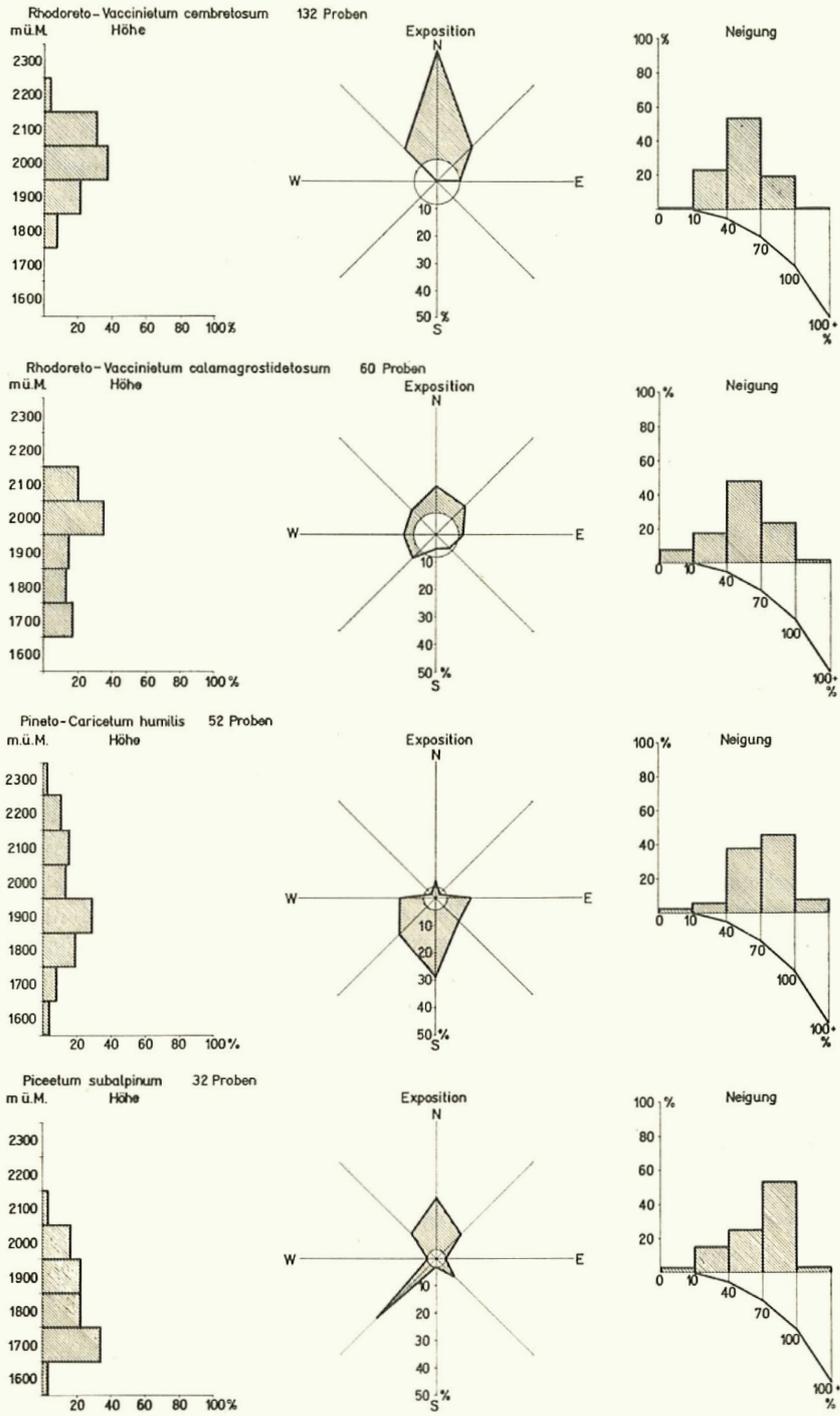
Ganz ähnliche Ansprüche scheint der Steinrosen-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum*) (Figur 19) zu stellen. Er ist in eher höherer Lage und noch eindeutigerer Nordexposition zu finden als der moosreiche Erika-Bergföhren-Wald. Durchschnittlich ist auch die Neigung im ersten stärker als im zweiten (40–100%). Wenig belichtete, kühle, feuchtwirkende Lagen sind demnach deutlich bevorzugt.

Figur 19
Verteilung der Probeflächen im Hochwald nach Pflanzengesellschaften



Figur 20

Verteilung der Probeflächen im Hochwald nach Pflanzengesellschaften



Dasselbe Verhalten läßt sich aus der Darstellung der Verteilung der Arven-Alpenrosen-Gesellschaft (*Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum*) erkennen. Das Hauptgewicht der Verbreitung liegt in 1950 bis 2150 m ü. M., also höher als bei den bisher besprochenen Vegetationseinheiten. Auffallend ist das starke Vorherrschen der Nordexposition. Zweifellos würde dies weit weniger deutlich, wenn neutrale und saure Gesteine in Südexposition stärker vertreten wären. Das Vorkommen des Verrucano an den ausgedehnten Nordhängen des Munt la Schera beeinflusst die Verteilung sehr stark. Hinsichtlich der Neigung verhält sich die Arven-Alpenrosen-Gesellschaft wie die bereits besprochenen; sie ist an Hängen mit 40–70 % Neigung am häufigsten.

Das lärchenreiche *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* häuft sich ebenfalls in den höheren Lagen (1950–2050 m ü. M.). Die Bevorzugung der Nordexposition ist viel weniger deutlich; auch West- und Südwesthänge sowie ebene Gebiete sind vertreten. Die Hangneigung liegt meist zwischen 40 und 70 %, aber auch 70 bis 100 % wurden verhältnismäßig häufig gemessen.

Der Zwergseggen-Engadinerföhren-Wald (*Pineto-Caricetum humilis*) kommt im Nationalpark in den tieferen Lagen in einer Variante der Engadinerföhre, in den höheren in einer solchen der Bergföhre vor. Gesamthaft häufen sich die Orte des Vorkommens deutlich in 1850–1950 m ü. M. Aus der Verteilung der bevorzugten Exposition geht klar hervor, daß die Pflanzengesellschaft auf gut belichtete, warme und trockene Standorte beschränkt ist. Überaus deutlich sichtbar ist die Sonderstellung dieser Gesellschaft aus der Verteilung der Neigung; steile, 70–100 % geneigte Hänge sind häufiger vertreten als 40–70 % geneigte. Sogar die extremen Steillagen über 100 % sind verhältnismäßig zahlreich anzutreffen.

Während die Arven-Alpenrosen-Gesellschaft in den höheren Lagen die Klimaxgesellschaft bildet, verläuft die Entwicklung in den tiefern zum Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*). Aus der Verteilung nach der Höhenlage auf die beiden Gesellschaften geht dies klar hervor. Neben der deutlich bevorzugten Nordexposition ist auch eine beträchtliche Anzahl Vorkommen des Fichtenwaldes in Südwestlage festzustellen. Es hängt dies mit der Fichtenwaldverbreitung in der Val Trupchun zusammen. Bei der Neigung fällt die Häufung der Steillagen von 70–100 % auf. Von den übrigen Gesellschaften bevorzugen *Mugeto-Ericetum cladonietosum* und *Mugeto-Rhodoretum cladonietosum* eindeutig die Nordexposition; die erste Einheit ist in den tieferen und mäßig steilen (40–70 %), die zweite in den höheren, steilen (70–100 %) Lagen häufig anzutreffen.

Die Gesellschaften auf ehemaliger Weide sind besonders in West-, Südwest- und Südexposition und in Höhen zwischen 1850 und 2250 m ü. M. anzutreffen; das Gelände weist dabei meist nur eine geringe Steilheit auf. Die Pioniergesellschaften sind vor allem auf die oberen Höhenlagen und die Nordexposition beschränkt.

Die vorstehenden Ergebnisse der statistischen Erhebung stimmen mit den Feststellungen von Braun-Blanquet überein.

321 Die Bestandeshöhe als Ausdruck für die Standortsgüte

Aus der forstlichen **Ertragskunde** ist bekannt, daß die **Baumhöhe**, die Baumform und das Baumvolumen stark vom Standort **abhängig** sind. Unter gewissen Voraussetzungen kann aus der Bestandeshöhe auf die **Standortsgüte** geschlossen werden, indem eine enge Beziehung zwischen Höhe und Leistung besteht. Bei der Planung der vorliegenden **Waldzustandsermittlung** durfte angenommen werden, daß sich auch die Standorte des Nationalparks durch besondere, in den Meßergebnissen zum Ausdruck kommende Merkmale auszeichnen. Zur **Abklärung** dieser Zusammenhänge wurden in den Stichproben an einer Anzahl Bäumen, den **Probebäumen**, verschiedene zusätzliche Messungen ausgeführt und der umliegende Bestand eingehend beschrieben. Dies ermöglichte die Schätzung der Oberhöhe, d. h. der mittleren Höhe einer Anzahl herrschender Bäume. Es ist in zahlreichen Untersuchungen gezeigt worden, daß die Beziehung zwischen **Oberhöhe** und **Leistung** besonders eng ist. **Etter**¹ konnte nachweisen, daß diese Beziehung nicht nur für die konstruierten Ertragsklassen, sondern auch für die natürlichen Standortseinheiten gilt. Es ist zu erwarten, daß die verschiedenen Pflanzengesellschaften des Nationalparkes ebenfalls charakteristische Oberhöhen und Leistungen aufweisen. Die Ergebnisse der Zustandserfassung eignen sich zwar nicht zur Beweisführung, lassen aber doch die Zusammenhänge erkennen.

Die **Oberhöhen** der verschiedenen Bestände schwanken **zufolge** der variierenden **Standortsgüte** und des verschiedenen **Bestandesalters** beträchtlich. Es wurden **Bestandeshöhen** von wenigen Metern, wie auch solche von über 25 m festgestellt. Im allgemeinen sind die herrschenden Bäume jedoch mindestens 6 m und nur selten über 20 m hoch; am häufigsten sind Höhen zwischen 8 und 15 m. Ein Vergleich der Oberhöhen in den einzelnen Pflanzengesellschaften zeigt, wie gut die Vegetationseinheiten die **Standortsgüte** anzeigen.

Im Zwergseggen-Engadinerföhren-Wald (*Pineto-Caricetum humilis*) sind Oberhöhen von 6–10 m häufig vertreten (Figur 21). Die Armut der steilen, trockenen Südlagen tritt damit klar in Erscheinung. Der zwergseggenreiche Erika-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Ericetum caricetosum humilis*) kommt auf etwas weniger extremen Standorten vor. Dies äußert sich in der Verteilung der Oberhöhen, indem nun der **häufigste** Wert bei 8–10 m liegt und auch Höhen von 10–15 und 15–20 m noch verhältnismäßig oft vorkommen. Im moosreichen Erika-Bergföhren-Wald (*Mugeto-Ericetum hylacomietosum*) und in der Steinrosen-Bergföhren-Gesellschaft (*Mugeto-Rhodoretum hirsuti*) liegt der häufigste Wert bei 10–15 m. Außerdem ist bei der letztgenannten Gesellschaft die Verteilung einseitig (Figur 21), indem die größeren Höhen etwas stärker vertreten sind als die kleineren. Noch deutlicher ist diese Verlagerung nach oben in der Arven-Alpenrosen-Gesellschaft (*Rhodoreto-Vaccinietum*) festzustellen. Im subalpinen Fichtenwald (*Piceetum*

¹ **Etter**, Hermann: Über die Ertragsfähigkeit verschiedener Standortstypen. Mitt. Schweiz. Anstalt für das forstl. Versuchswesen, Bd. 26, Heft 1, Zürich 1949.

subalpinum) schließlich, haben die Bestände **meist** eine Höhe von 15–20 m. Die **allmähliche** Zunahme der **Oberhöhe** in der betrachteten Reihe entspricht durchaus den **Erfahrungen** und der **gutachtlichen Beurteilung erfahrener Pflanzensoziologen**. Es wird noch abzuklären **sein**, ob **sich** die in der **zunehmenden Oberhöhe** zum Ausdruck kommende verschiedene **Produktionskraft ebenfalls** aus den Ergebnissen der **Zustandserfassung** ableiten läßt.

322 Die Abhängigkeit der Volumen- und Zuwachstarife von der Holzart und von der Pflanzengesellschaft

Nicht nur die Baumhöhe, sondern auch die **Baumform** wechselt von **Holzart** zu **Holzart** und von Standort zu Standort. Darum lassen sich zur **Herleitung** von Volumen und Zuwachs eines Waldes keine allgemeingültigen Beziehungen aufstellen, es sei denn, daß die Ungenauigkeit der Bestimmung in Kauf genommen werde. In der Forsteinrichtung fußt die Vorrat- und Zuwachsermittlung meist auf der Durclimessermessung in Brusthöhe.

Für eine sehr große Zahl Bäume derselben **Holzart** und desselben Standorts liegt das mittlere Volumen bzw. der mittlere Zuwachs, für einen bestimmten Durchmesser ungefähr beim **selben** Wert. Im allgemeinen gehört zu einem größern Durchmesser auch ein größeres Volumen bzw. ein größerer Zuwachs. Die Beziehungen Durchmesser-Volumen und Durchmesser-Zuwachs lassen sich aus besondern Messungen herleiten und **festhalten**, so daß auf einfache Weise direkt aus **dem Durchmesser** auf das Volumen einerseits und den Zuwachs andererseits geschlossen werden kann. Die Beziehungen werden als **Tarife** bezeichnet. Bei der Aufnahme im Nationalpark wurden verschiedene Tarife aus der Einmessung von Prohebäumen hergeleitet. (Vgl. «Planung und Durchführung der **Waldaufnahmen**», Kapitel 14 und 42.)

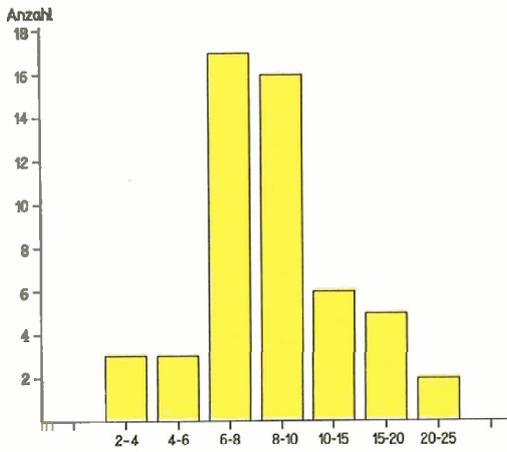
Zur Aufstellung des **Volumentarifes** wurde von jedem Prohebaum die Höhe, der Durchmesser in halber Höhe und der Brusthöhendurchmesser bestimmt. Aus den **beiden** ersten Größen wurde mit Hilfe der **Walzenformel** das Volumen des Baumschaftes gerechnet und in Beziehung zum **Brusthöhendurchmesser** gesetzt. Da der Durchmesser in halber Höhe um die doppelte Rindendicke verkleinert wurde, umfaßt das Volumen nur den **Holzkörper**. Der Volumentarif gibt somit für einen bestimmten **Brusthöhendurchmesser** mit Rinde das für eine große Zahl Bäume im **Mittel** zu erwartende Holzvolumen des Schaftes wieder. Da die einzelnen, im Nationalpark vorkommenden Holzarten sich in der Höhe und in der Form des Schaftes unterscheiden, wurden für jede **Holzart** ein oder mehrere getrennte Tarife erstellt (Figur 22). Die Holzarten Lärche, Arve, **Waldföhre** und Fichte sind im allgemeinen auf bestimmte Pflanzengesellschaften beschränkt; deshalb tritt die Wirkung des Standortes **in** den verschiedenen Tarifen nicht deutlich hervor. Demgegenüber kommt die Bergföhre praktisch in allen Gesellschaften vor. Sie zeigt in ihnen deutlich **verschiedene** Schafthöhe, Schaftform und Schaftvolumina, weshalb die Tarife für die wichtigsten Pflanzengesellschaften getrennt erstellt wurden.

Aus der graphischen Darstellung (Figur 22) ist der charakteristische Verlauf der **Tarifkurve** ersichtlich. Danach nimmt das **Schaftvolumen** mit zunehmendem **Brusthöhen-**

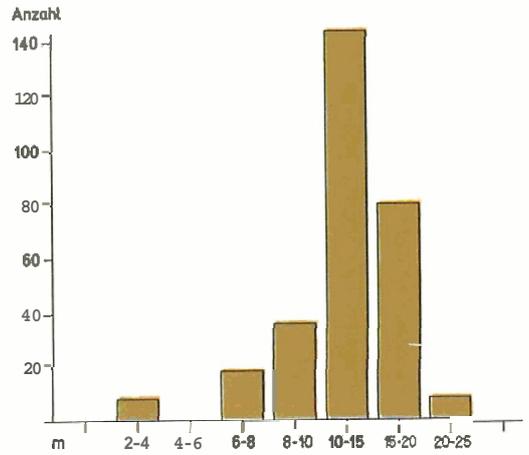
Verteilung der Oberhöhen in verschiedenen Pflanzengesellschaften

Figur 21

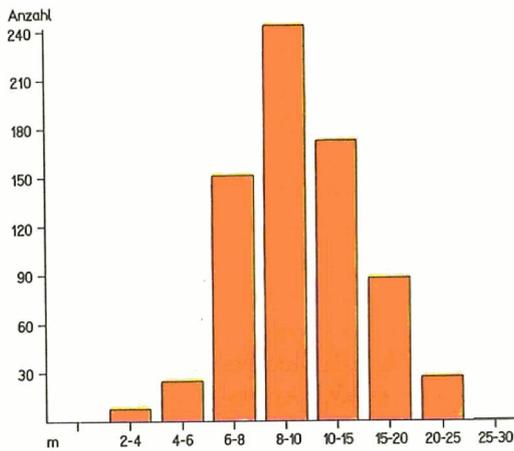
Pineto-Caricetum humilis



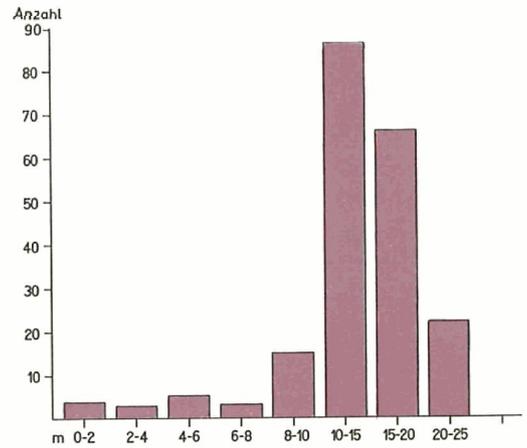
Mugeto-Rhodoretum hirsuti



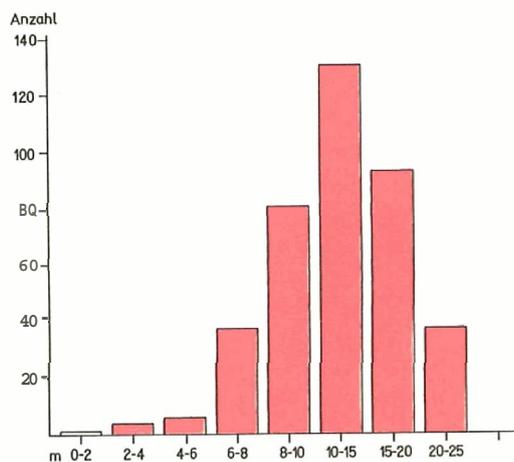
Mugeto-Ericetum caricetosum humilis



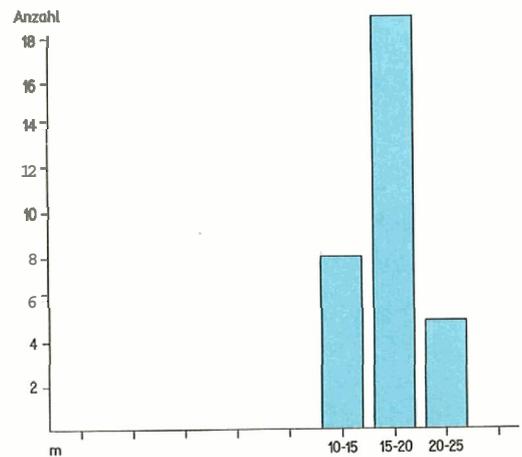
Rhodoreto-Vaccinietum



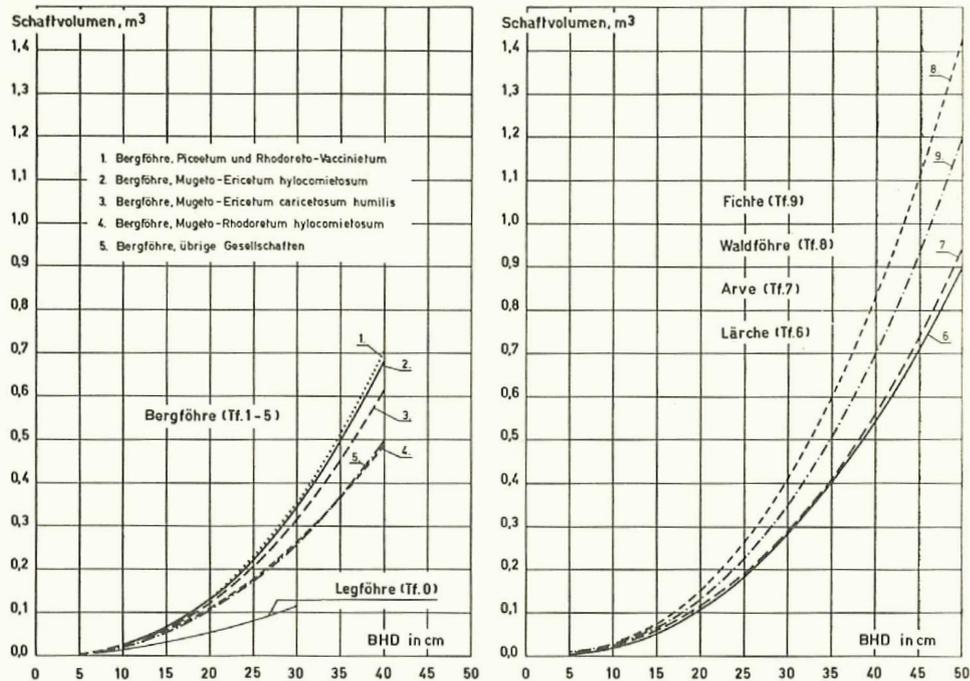
Mugeto-Ericetum hylacomietosum



Piceetum subalpinum



Figur 22
 Volumentarife für Schaftholz

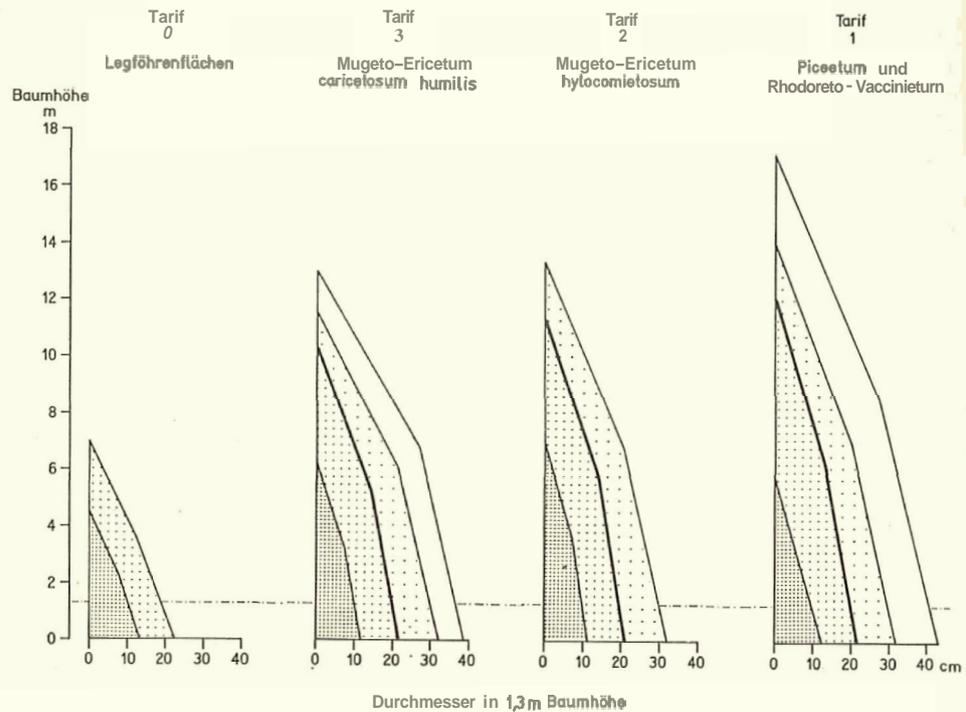


durchmesser zu. Die Zunahme ist bei Legföhre (Tarif 0) am geringsten, bei Waldföhre (Tarif 8) am größten. Auf den besseren Standorten kann die Bergföhre (Tarif 1 und 2) bei gleichem Durchmesser durchaus das Volumen der Fichte erreichen, und auf den schlechtesten Standorten (Tarife 4 und 5) liegt das Volumen nur wenig unterhalb demjenigen der Lärche und Arve. Natürlich erreicht die Bergföhre im Laufe der Altersentwicklung nicht die Dimensionen der übrigen Holzarten, weshalb die Tarifkurven bei 40 cm Durchmesser abgeschnitten sind. Die Legföhre schließt ihre Entwicklung bei noch kleineren Dimensionen ab.

Die Wirkung des Standorts ist recht auffallend (Figur 23). Im *Rhodoretum-Vaccinietum* und im *Piceetum subalpinum* ist die Bergföhre relativ langschäftig und schlank; sie erreicht bei gleichem Durchmesser dasselbe oder ein noch höheres Volumen als die Holzarten Arve und Lärche. Ähnlich verhält sich die Bergföhre der Schattenlagen des *Mugeto-Ericetum hylocomietosum*. Auf dem trockenen Standort des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* hingegen werden nur kleinere Volumina erreicht. Die steilen Lagen des *Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum* weisen zusammen mit denjenigen der übrigen Gesellschaften die kleinsten Baummassen auf.

Die hohen Werte des Fichtentarifs lassen uns weiter nicht erstaunen, um so mehr als diese Holzart im Nationalpark zur Hauptsache auf den besten Standorten der Fluß- und Bacheinhänge stockt. Auffallend ist aber die Kurve der Waldföhre. Auch bei dieser Holzart dürfte sich die relative Tiefgründigkeit ihrer Standorte entscheidend auswirken.

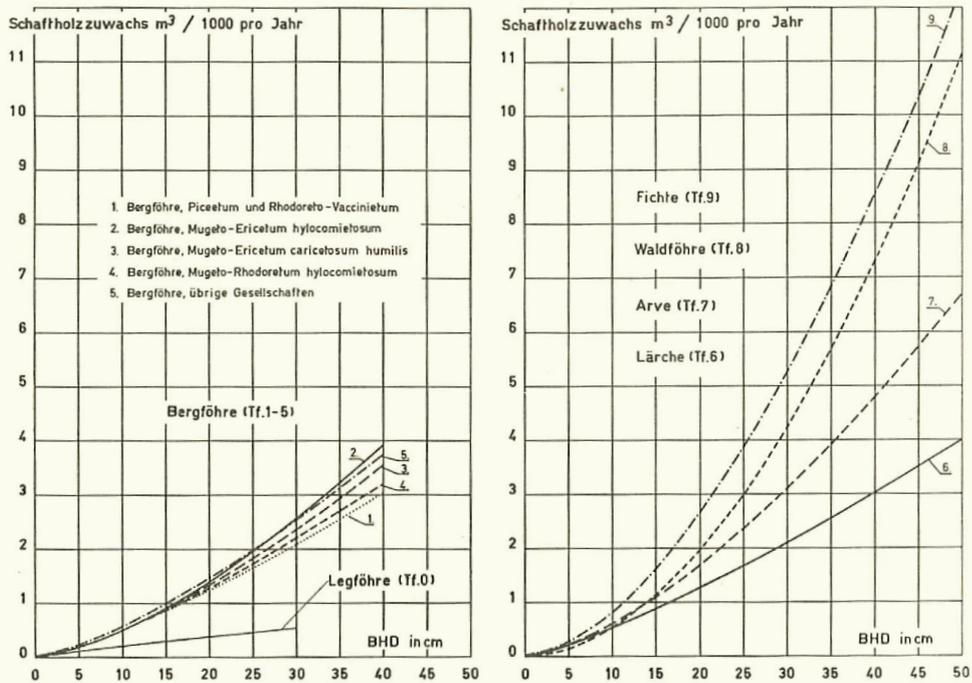
Figur 23
Schaftform der Bergföhre in verschiedenen Pflanzengesellschaften



Anstelle des **Schaftholzvolumens** kann auch irgendeine andere, für die **Charakterisierung** des Baumes und des Waldes bedeutsame Größe in Beziehung zum **Brusthöhendurchmesser** gesetzt werden. Es wird später gezeigt werden, daß für den Nationalpark besonders der Nutzholzanteil und ein Relativwert von Interesse sind.

Auf Grund der durchschnittlichen Kambiumfläche und der durchschnittlichen Jahrringbreite war es möglich, einen **Zuwachstarif** zu erstellen. Die Beziehung **Volumenzuwachs** zu Brusthöhendurchmesser ist in Figur 24 für die einzelnen Holzarten dargestellt. Bei der Bergföhre wurden für die wichtigsten Standorte wieder gesonderte Tarife gerechnet. Der **Volumenzuwachs** stellt das Produkt aus Kambiumfläche mal **Jahrringbreite** dar. Da die **Kambiumfläche** und meist auch die **Jahrringbreite** mit größer werdendem Durchmesser zunehmen, steigt auch der Volumenzuwachs stetig an. Der allgemeine Verlauf der Kurven des Volumentarifs und des Zuwachstarifs ist somit derselbe. Verschieden ist jedoch der Einzelverlauf. Ein Vergleich der **beiden** Darstellungen 22 und 24 zeigt beträchtliche Unterschiede in der Reihenfolge der Holzarten. Besonders auffallend sind die steil ansteigenden Tarifkurven der Arve, Waldföhre und Fichte, sie unterscheiden sich wesentlich von den flach verlaufenden der Bergföhre und der Lärche. Der **Volumenzuwachs** ist somit bei den größeren Durchmessern von **Holzart zu Holzart** sehr stark verschieden. Eine Fichte von 30 cm Brusthöhendurchmesser weist durchschnittlich die zweieinhalbfache Leistung einer Lärche gleicher Dicke auf! Deutlich ver-

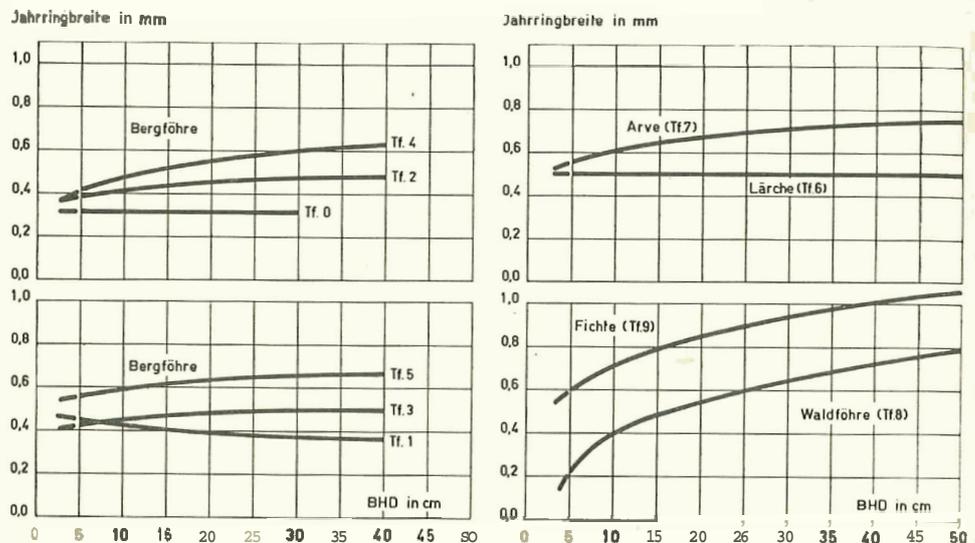
Figur 24
Zuwachstarife für Schafftholz



schieden ist auch der Zuwachs von Legföhren gegenüber demjenigen der aufrechten Bergföhre. Zwar unterscheidet sich die Leistung der **Bergföhre** auf verschiedenen Standorten wenig; ein Vergleich der **Zuwachstarife** mit den **Volumentarifen** läßt jedoch Abweichungen in der Reihenfolge erkennen. Während die Bergföhre in den **Klimaxgesellschaften** *Rhodoreto Vaccinietum* und *Piceetum subalpinum* (Tarif 1) bei gegebenem Durchmesser ein größeres Volumen aufweist als in den **Dauergesellschaften** des *Mugeto-Ericetum* (Tarife 2, 3, 4), bleibt in den beiden ersten (Tarif 1) der Zuwachs deutlich hinter demjenigen in den letzten (Tarife 2, 3, 4) zurück. Eine ähnliche Umkehr der Reihenfolge ist bei Fichte und **Waldföhre** festzustellen. Der Grund für diese Unterschiede kann in der ungleichen **Produktionskraft** der Bäume oder der verschiedenen **Bestandesdichte** liegen.

Zur Bestimmung der mittleren **Jahrringbreite** wurde an den Probestämmen in Brusthöhe ein Bohrspän entnommen. **Ausgezählt** wurden jeweils 10 Jahre. Es zeigte sich von Baum zu Baum eine sehr große Streuung. Selbst die Mittel der Durchmesserklassen **wichen** stark voneinander ab (Figur 29). Immerhin ist im allgemeinen ein Ansteigen der Jahrringbreite mit zunehmendem Durchmesser unverkennbar. Sowohl der Betrag der Zunahme, wie die absolute Größe sind jedoch von **Holzart** und **Standort abhängig** (Figur 25). Durchschnittlich **große** und mit steigendem Durchmesser stark zunehmende Jahrringbreiten hat die Fichte. Da bei dieser **Holzart** zu einem bestimmten Durchmesser gleichzeitig ein großes Volumen und eine große **Kambiumfläche** gehört, ergibt sich ein

Figur 25
 Jahrringbreite in Beziehung zum Brusthöhendurchmesser



Tarif 0 = Legföhre

- 1 = Bergföhre im Piceetum subalpinum und Rhodoreto-Vaccinietum
- 2 = Bergföhre im Mugeto-Ericetum hylocometosum
- 3 = Bergföhre im Mugeto-Ericetum caricetosum humilis
- 4 = Bergföhre im Mugeto-Rhodoretum hylocometosum
- 5 = Bergföhre übrige Gesellschaften
- 6 = Lärche in allen Gesellschaften
- 7 = Arve in allen Gesellschaften
- 8 = Waldföhre in allen Gesellschaften
- 9 = Fichte in allen Gesellschaften

großer Volumenzuwachs. Die Jahrringbreite ist bei Fichte derart deutlich größer, daß ihr Volumenzuwachs denjenigen der Waldföhre überschreitet, trotzdem diese einen höheren Volumentarif aufweist. Verhältnismäßig breite Jahrringe hat ferner die Arve; die Zunahme ist allerdings bei den größeren Dimensionen gering. Die Volumenzuwachswerte von Fichte und Waldföhre werden aber bei der Arve infolge der geringen relativen Kambiumfläche bei weitem nicht erreicht.

Allgemein gering sind die Jahrringbreiten bei der Lärche. Mit zunehmendem Durchmesser ist überdies kein Ansteigen festzustellen. Die Gründe dieses Verhaltens lassen sich nicht angeben. Es ist denkbar, daß die Lärche unter der Konkurrenz der andern Holzarten leidet, oder daß der Lärchenbestand stark überaltert ist. Zusammen mit dem geringen Tarifvolumen bzw. der kleinen relativen Kambiumfläche, ergibt die ebenfalls geringe Jahrringbreite nur einen Weinen Volumenzuwachs (Figur 24). Er übersteigt für alle Durchmesserklassen denjenigen der Bergföhre nicht. Es ist allerdings wahrscheinlich, daß die Verhältnisse von Standort zu Standort etwas wechseln. Dies kann am RA-spiel der Bergföhre gut dargelegt werden. Die Jahrringe sind in den verschiedenen Pflanzengesellschaften deutlich ungleich breit. Eine verhältnismäßig große Stärkezunahme

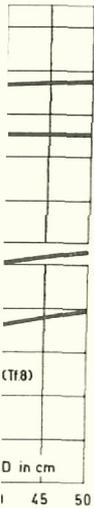
zeigt die Bergföhre in den meist lockeren Beständen des *Mugeto-Rhodoretum hylacomietosum* (Tarif 4) und den Pionier- und Weidegesellschaften (Tarif 5). Die dichten Bestockungen des *Mugeto-Ericetum* haben **durchwegs** kleinere **Jahrringbreiten**. Im *Piceetum subalpinum* und *Rhodoreto-Vaccinietum* sind diese nur wenig größer als in den **Legföhrenflächen**. Die Breite nimmt in **allen** Gesellschaften mit dem Ansteigen des Durchmessers nur **wenig** zu; der Verlauf ist damit ähnlich wie **derjenige** der Arve. Besonders auffallend ist die **Zuwachskurve** im *Piceetum subalpinum* und *Rhodoreto-Vaccinietum* (Tarif 1), indem dort mit zunehmendem Durchmesser die Jahrringbreite abnimmt. Es darf daraus geschlossen werden, daß die Bergföhre mit dem Aufwachsen der **Bestockung** von den übrigen Holzarten stark konkurrenziert wird. In der Tat sind auf diesen Standorten die Bergföhren von den Arven stark bedrängt und gehen häufig ein (vgl. Bild 28). Für alle Betrachtungen muß die Tatsache berücksichtigt werden, daß der Wert des Zuwachses von **Holzart zu Holzart** sehr verschieden ist. **Darauf** wird, wie bereits erwähnt, **noch** einzugehen sein.

323 Stammzahl, Vorrat und Zuwachs in den Pflanzengesellschaften

Es durfte bei der Planung dieser Aufnahme angenommen werden, daß sich der Wald auf den verschiedenen Standortseinheiten stark unterscheidet. Aus diesen Gründen achtete man **darauf**, daß die Ergebnisse der Aufnahme auch **auf** die Pflanzengesellschaften bezogen werden konnten. Die wenigen erhobenen Argumente werden allerdings kaum geeignet sein, die Verschiedenheit des **Waldaufbaus** für die natürlichen Einheiten aufzuzeigen; es darf nicht vergessen werden, **daß** es sich vor allem um Meßgrößen handelt, welche in der **Betriebseinrichtung** benutzt werden und auf deren Anforderungen ausgerichtet sind. Die Auswertung zeigte aber, daß aus ihnen doch einige, für die **Pflanzensoziologie** und die **Waldkunde** bedeutsame **Erkenntnisse** gesammelt werden können.

Bei der Betrachtung der **Stammzahl** pro **Flächeneinheit** fällt uns zunächst auf, daß diese sich auf verschiedenen Standorten im allgemeinen wenig unterscheiden (**Tabelle X**). Wenn von den sehr lückigen alpinen Gesellschaften abgesehen wird, liegen die Durchschnitte in den verhältnismäßig engen Grenzen zwischen rund 1000 und 2500 Stück. Diese Durchschnitte sind aber, wie aus der Streuung **hervorgeht**, aus sehr abweichenden Einzelwerten entstanden (**Tabelle XIV**). Diese beträgt bei der gewählten Stichprobengröße im Mittel 70 %, in den **wichtigsten Pflanzengesellschaften** 60–80 % und in einigen **Extremfällen** über 100 %. Auffallend ist, daß die Gesamtstreuung ohne Unterteilung 73 %, mit einer Unterteilung nach **Pflanzengesellschaften** 70 % und bei einer solchen nach geographischen Teilgebieten 71 % beträgt. Aus der Übereinstimmung darf nicht geschlossen werden, daß keine Unterschiede vorhanden sind, da die **Größe** und Anzahl der Stichproben von wesentlichem **Einfluß** sein kann. Dies ist eine Feststellung, welche nicht nur für die Stammzahl, sondern für alle **Meßargumente** (Vorrat, Wert, Zuwachs) gültig ist.

Die wenig voneinander abweichenden Mittelwerte der einzelnen Pflanzengesellschaften können auf sehr verschiedene Weise zustande kommen. Die betrachtete **Vegetationseinheit** kann sowohl **geschlossene** wie auch **lückige** Bestände aufweisen; sie kann junge



er, daß
en höhe-
rve; die
uwachs-
gen rela-

i Durch-
ssen sich
m Holz-
dem ge-
falls ge-
teigt für
rschein-
am Bei-
n Pflan-
nahme

und alte Bestockungen **umfassen**, und beide Einflüsse können sich gegenseitig überdecken. Dies muß im Nationalpark in starkem Maße der Fall sein. Trotzdem **läßt** sich der verschiedene Charakter der Vegetationseinheiten aus ihrer mittleren Stammdichte erkennen. Die lückigen, inhomogenen Pioniergesellschaften (00), die Gesellschaften auf ehemaliger Weide (80) und die alpinen Gesellschaften (90) haben geringe Durchschnitte und eine **große** Streuung. Die hochstämmigen Bestände des *Piceetum subalpinum* (10) und des *Rhodoreto-Vaccinietum* (20) sind ebenfalls nicht sehr stammreich. Da in ihnen die Holzartenzusammensetzung oft wechselt und auch große Altersunterschiede vorhanden sind, liegt die Streuung über dem Durchschnitt. Die meist recht dichten Bestockungen des *Mugeto-Ericetum* (60) und des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* (70) haben dagegen eine hohe Stammdichte bei **verhältnismäßig** geringer Streuung; sie sind und wirken für den Betrachter homogen. Dieser Eindruck wird durch die einheitliche **Holzartenzusammensetzung** noch erhöht.

Zur Beurteilung des **Holzartenanteils** läßt sich die Stammzahl deshalb nur in beschränktem Maße benutzen, weil die einzelnen Holzarten **ganz** ungleich an den **Stärkeklassen** beteiligt sind. Dies geht eindrucklich aus den **Prozentzahlen** (Tabelle 12) hervor.

Tabelle 12

Stärkeklasseanteile der Holzarten

Holzart	Brusthöhendurchmesser			
	0-9 cm	10-19 cm	20-29 cm	über 30 cm
	%		%	%
Legföhre	28	13	1	—
Bergföhre	64	71	62	28
Waldföhre	—	1	62	9
Lärche	4	6	5	
Arve	2	4	14	
Fichte	2	5	9	
Zusammen	100	100	100	100
Stammzahl/ha	1405	461	112	19

Die **Stammzahl** wird deshalb zweckmäßigerweise nur innerhalb der **beiden** Gruppen Bergföhre-Legföhre und Lärche-Arve-Fichte verglichen. Wir beschränken uns auf die Betrachtung der ersten Gruppe. Mit «**Bergföhre**» ist hier die aufrechte Form, die Spirke bezeichnet, mit «**Legföhre**» die niederliegende, die Latsche. Wie bereits dargelegt, kommt die Legföhre im Nationalpark in ausgedehnten Beständen nahezu rein vor, was uns zur Trennung von Legföhrenflächen und Hochwald geführt hat. Aber auch im Hochwald ist auf gewissen Standorten ein bedeutender Anteil liegender Bergföhren festgestellt worden. Da die niederliegende Form der Bergföhre weitgehend durch den Einfluß des

Schnees bedingt ist, lassen sich die Gesellschaften anhand des Anteils an Legföhren generell nach der Beeinflussung durch den Schnee unterteilen (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13

	Bergföhre %	Legföhre %	Andere Holzarten %
<i>Vom Schnee beeinflusste Gesellschaften</i>			
73 Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae	9,5	62,0	28,5
22 Rhodoreto-Vaccinieturn mugetosum	37,8	51,7	10,5
52 Pineto-Caricetum humilis (Var. Mugo)	44,5	54,7	0,8
90 Alpine Gesellschaften	23,0	52,5	24,5
<i>Gesellschaften mit ungehinderter Entwicklung:</i>			
61 Mugeto-Ericetum caricetosum humilis	74,9	22,0	3,1
62 Mugeto-Ericetum hylocomietosum	72,8	16,9	10,3
71 Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum	52,2	34,0	13,8
21 Rliodereto-Vaccinietum cembretosum	58,7	15,9	25,4
23 Rliodereto-Vaccinietum calamagrostidetosum	40,1	27,7	32,2
<i>Pioniergesellschaften:</i>			
01 Pioniergesellschaft (Primärbesiedler)	83,3	15,4	1,3
02 Pioniergesellschaft (Sekundärbesiedler)	63,8	35,1	1,1
80 Gesellschaften auf ehem. Weide	71,9	12,4	15,7

Der Anteil der übrigen Holzarten wird besser auf Grund des Vorrates beurteilt.

Der Vorrat ist von Höhe und Form der Bäume, vom Alter, der Zusammensetzung und der Dichte der Bestockung abhängig. Da diese innerhalb derselben Pflanzengesellschaft bedeutend verschieden sein können, lassen sich die Mittelwerte auch hier nicht ohne weiteres vergleichen. Im allgemeinen sind aber die Bestandeshöhe, die Holzartenzusammensetzung und der Anteil der Stärkeklassen für die einzelnen Pflanzengesellschaften charakteristisch, so daß der wechselnde Einfluß des Alters und der Dichte überdeckt wird. Die Höhe des mittleren Vorrates pro Hektare ist für die Pflanzengesellschaften aus der Tabelle X des Anhanges ersichtlich. Es ist zu beachten, daß die Vorräte in den betrachteten Einheiten stark schwanken können. Wie aus der Tabelle XIV des Anhanges hervorgeht, sind Streuungen des Schaftvolumens (VS) von über 100 % für einige Gesellschaften festgestellt worden. Sehr uneinheitlich hinsichtlich des Vorrates sind die Pioniergesellschaften. Von den eigentlichen Waldgesellschaften haben die Bergföhrenwälder die geringeren inneren Vorratsunterschiede als die Arven-, Lärchen- und Fichtenwälder.

Um die von Pflanzengesellschaft zu Pflanzengesellschaft verschiedenen Mittelwerte augenfällig hervortreten zu lassen, wurden diese in Figur 26 dargestellt. Die wichtigsten Vegetationseinheiten sind in der Darstellung nach ihrem häufigsten Vorkommen und nach ihrer entwicklungsgeschichtlichen Stellung geordnet. Die Pioniergesellschaften haben mittlere Vorräte von wenigen Kubikmetern pro Hektare, während die Klimaxgesellschaften über 100 m³/ha aufweisen. In der Mitte liegen die häufig vorkommenden Dauergesellschaften mit viel Bergföhre und Vorräten von 40–75 m³/ha. Aus dem Anteil

Figur 26
Hektarenvorrat und Holzartenanteil in den wichtigsten Pflanzengesellschaften

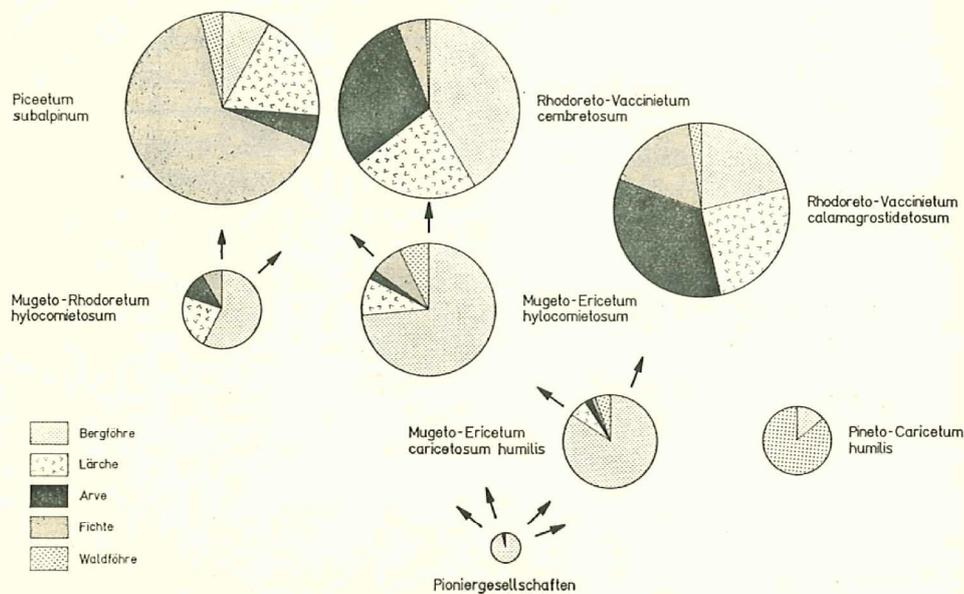


Tabelle 14 Die Schaftholzvorräte in den wichtigsten Gesellschaften

Pflanzengesellschaft	Ausdehnung ha	Vorrat Schaftholz m ³ /ha
61 Mugeto-Ericetum cancelosum humilis	1442	52,0
62 Mugeto-Ericetum hylocomietosum	790	75,7
21 Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	256	102,5
23 Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	125	98,7
10 Piceetum subalpinum	69	107,6

der Holzarten ist zu entnehmen, daß die Vorratshöhe mit zunehmender Vertretung der Holzarten Lärche, Arve, Waldföhre und Fichte ansteigt. Noch deutlicher kommt dies beim Nutzholz und beim Wert zum Ausdruck (siehe Tabelle X, Anhang).

Es wurde bereits **darauf** hingewiesen, daß die *Kambiumfläche* gewissermaßen das der Bestockung innewohnende «statische» **Produktionsvermögen** darstellt. Die Hektarenwerte sind für die einzelnen Pflanzengesellschaften in Tabelle X des Anhanges aufgeführt. Gegenüber dem Vorrat erscheint die Kambiumfläche für die verschiedenen Standorteinheiten **ausgeglichen**. Dies kommt deutlich in der Streuung zum Ausdruck. (Tabelle XIV Anhang). Während der Vorrat eine solche von 77% aufweist, zeigt die Kambiumfläche nur 58%. Wenn somit die Kambiumfläche für die Zuwachsberechnung benützt wird, wird die Genauigkeit verbessert; dies gilt in diesem Fall auch für unsern **Zuwachstarif**. Es ist dies eine Folge der Wechselwirkung verschiedenartiger Holzarten- und

Stärkeklassenzusammensetzung. Junge, dichte Bestände können bei kleinem Vorrat eine verhältnismäßig große Kambiumfläche aufweisen. Mittelalte Bestockungen haben bei mittlerem Vorrat besonders große Kambiumflächen, während alte Waldteile bei hohem Vorrat nur eine verhältnismäßig geringe Kambiumfläche zeigen. Die Aufnahme ergab einen Durchschnitt von 1698 m²/ha für den gesamten Hochwald. Die ausgedehnteste Pflanzengesellschaft, der zwergseggenreiche Erika-Bergföhren-Wald (61) hat eine Kambiumfläche von 1723 m²/ha. Diese wird in den lückigen Pioniergesellschaften stark unterschritten. Das Maximum von 2266 m² wird im moosreichen Erika-Bergföhren-Wald (62) erreicht, der sich durch relativ homogene Bestände mittlerer Baumdimensionen auszeichnet. In den langschäftigen Bestockungen der Klimaxgesellschaften **Alpenrosen-Arvenwald** (20) und **Fichtenwald** (10) wird bei höhern Vorräten die Kambiumfläche des moosreichen Erika-Bergföhren-Waldes nicht erreicht; immerhin liegen ihre Werte über dem Durchschnitt des gesamten Hochwaldes. Im allgemeinen ist die Reihenfolge der Gesellschaften bezüglich der relativen **Kambiumfläche** nicht grundsätzlich von derjenigen des Vorrates verschieden; im einzelnen allerdings können beträchtliche Unterschiede auftreten (Tabelle X, Anhang). So weisen beispielsweise die Gesellschaften *Rhodoreto-Vaccinieturn calamagrostidetosum* und *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* voneinander wenig verschiedene Kambiumflächen von 1869 bzw. 1726 m²/ha auf, obwohl bei der ersten rund 100 m³, bei der zweiten rund 50 m³ Vorrat pro Hektare vorhanden sind. Die «statischen» Voraussetzungen für die Zuwachisleistung sind demnach trotz scheinbarer Ausgeglichenheit recht verschieden.

Die **Jahrringbreite** als «dynamisches» Element des Produktionsvermögens ist, wie schon dargelegt, von der **Holzart** und vom Standort stark abhängig. Der Volumenzuwachs wird aus den **beiden** Variablen Kambiumfläche und Jahrringbreite berechnet. Für die nach **Holzart**, Alter und Stärkeklassen verschieden **zusammengesetzten Bestände** der Pflanzengesellschaften ergeben sich verschiedene Zuwachswerte, deren Höhe durch vielerlei Einflüsse bestimmt wird. Die Zerlegung in Kambiumfläche und Jahrringbreite gestattet uns folgende Aussagen, sofern unsere Einteilung in Tarife nicht zu grob ist: Die lückigen Bestockungen der Pioniergesellschaften (00) haben eine kleine Kambiumfläche; ihre mittlere Jahrringbreite ist groß, so daß ein verhältnismäßig großer Zuwachs entsteht. Demgegenüber weisen die dichten Erika-Bergföhren-Wälder (60) eine große Kambiumfläche, aber eine kleine Jahrringbreite auf. Ihr Zuwachs kann daher nicht besonders groß sein. Durch eine große Kambiumfläche und eine große Jahrringbreite zeichnet sich einzig der Fichtenwald (10) aus. Für einige Pflanzengesellschaften sind die wichtigsten Zuwachszahlen in Tabelle 15 festgehalten.

Die Streuung des Zuwachses beträgt für den Gesamtpark 67 % gegenüber 84 % beim Vorrat und 73 % bei der Stammzahl (Tabelle XIV). Dies ist eine Folge der **Verwendung** der **Kambiumfläche**, deren Streuung nur 64 % beträgt. Die Streuungen der einzelnen Teilgebiete und Pflanzengesellschaften weichen deutlich voneinander ab, was eine Folge verschiedenen Aufbaus und verschiedener Zusammensetzung ist. Wie bereits bei der Betrachtung des Vorrates festgestellt wurde, ergeben auch hier die Teilgebiete und Pflanzengesellschaften mit gleichförmigen Bergföhrenbeständen die kleinsten, diejenigen mit uneinheitlichen Mischbeständen die größten Streuungen.

Tabelle 15

Pflanzengesellschaft	Ausdehnung ha	Kambiumfläche m ² /ha	Jahrringbreite mm	Zuwachs Schaffholz m ³ /ha
61 Mugeto-Ericetum caricetosum humilis	1442	1726	0,46	0,79
62 Mugeto-Ericetum hylocomietosum	790	2266	0,46	1,05
21 Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	256	1958	0,50	0,98
23 Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	125	1869	0,58	1,09
10 Piceetum subalpinum	69	2140	0,74	1,58

(Weitere Angaben siehe Tabelle X, Anhang)

33 Bestandesentwicklung, Generationswechsel und Waldentwicklung

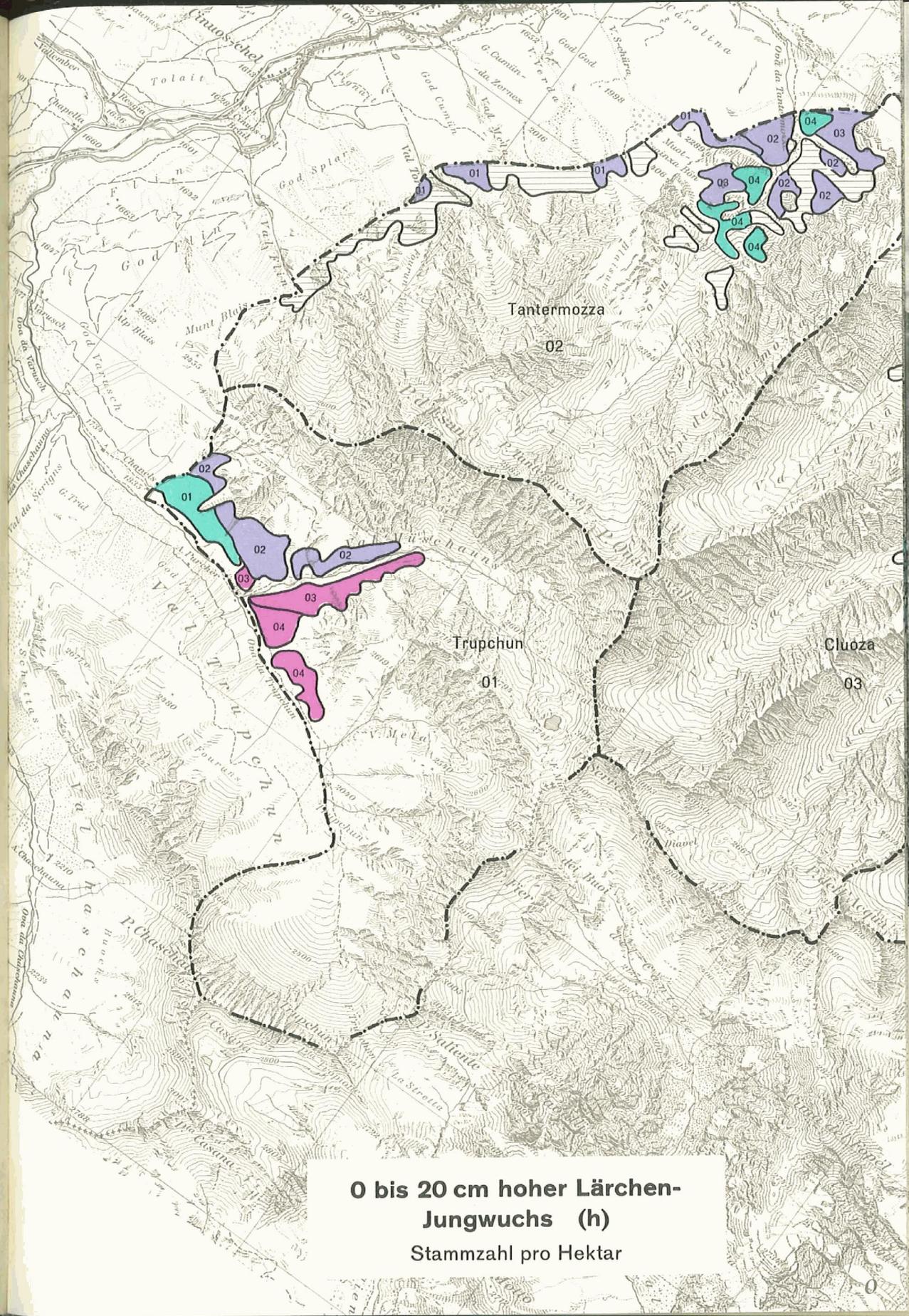
Ausgedehnte Urwaldgebiete erwecken den Eindruck der Dauerhaftigkeit und des Gleichgewichts. Eine nähere Untersuchung läßt aber klar werden, daß örtlich doch Verschiebungen **und** Veränderungen vorkommen und auch der unberührte Bestand zu seiner Erneuerung und Erhaltung zyklische Entwicklungen durchmacht, die Lebensalterphasen. Am besten sichtbar sind Veränderungen der **Holzartenzusammensetzung** und des Bestandaufbaus, welche durch den Alterungsvorgang und die ungleiche Konkurrenzfähigkeit der Holzarten bedingt sind. Auf größerer Fläche betrachtet, sind jedoch diese verschieden zusammengesetzten und verschieden alten Waldteile oder Phasen der Bestandesentwicklung dauernd in mehr oder weniger gleichem Ausmaß vertreten: Im Werden und Vergehen der Bäume dauert das Ganze, der Wald, ständig fort.

Neben den Phasen der Bestandesentwicklung finden sich aber auch häufig Zeichen einer eigentlichen Weiterentwicklung des Waldes. Abholzungen und Katastrophen wie Erdbeben oder Waldbrände brechen laufende Entwicklungen schlagartig ab und lassen weniger dauerhafte Ausbildungen erstehen, die ihrerseits wieder von anderen abgelöst werden und erst über mehrere Stadien zu einem den herrschenden Klimaverhältnissen entsprechenden Endzustand führen. Wo die Waldentwicklung an sich schon sehr langsam verläuft, können sich allerdings einzelne Stadien selbst über mehrere Baumgenerationen beinahe unverändert halten.

Die Veränderungen bei der Bestandesentwicklung und beim Generationenwechsel sind als **Teilvorgänge** der allgemeinen Wald- und Vegetationsentwicklung zu werten. Sowohl im unberührten als auch im bewirtschafteten Wald durchdringen und überlagern sich Bestandserneuerung und Waldentwicklung. Daher ist es nicht immer leicht, indirekt, aus dem bloßen Nebeneinander auf das Nacheinander von Phasen und Stadien, auf die bisherigen und künftigen Entwicklungen, zu schließen. Der Umstand, daß im Nationalpark als Folge der früher ausgedehnten Kahlschläge große Flächen **gleich-**

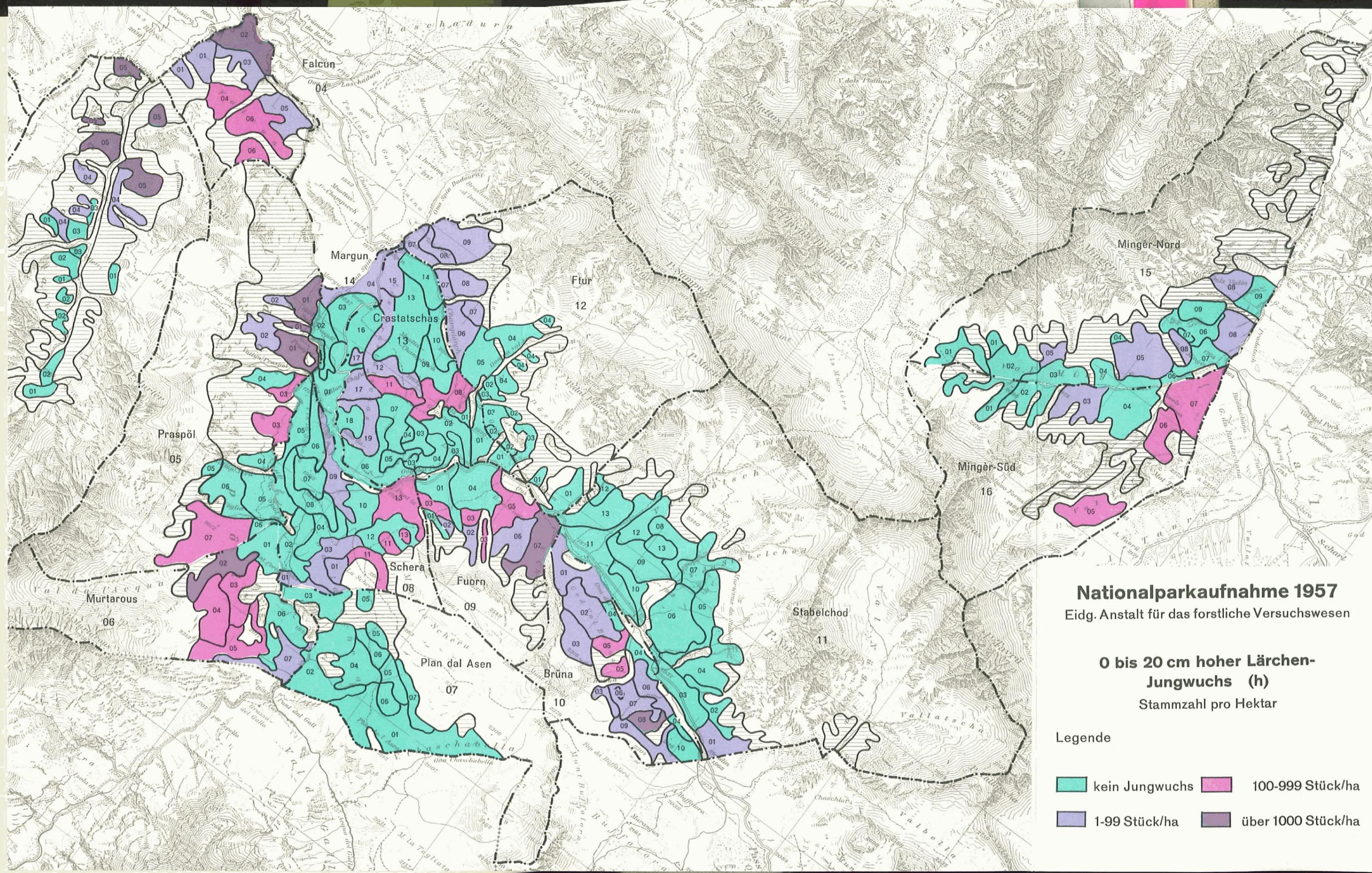
Zuwachs
Schaffholz
m³/ha

- 0,79
- 1,05
- 0,98
- 1,09
- 1,58



**0 bis 20 cm hoher Lärchen-
Jungwuchs (h)**
Stammzahl pro Hektar

...eit und des
...rtlich doch
...Bestand zu
...die Lebens-
...mensetzung
...gleiche Kon-
...achtet, sind
...e oder Pha-
...maß vertred-
...ndig fort.
...fig Zeichen
...rophen wie
...ab und las-
...anderen ab-
...imaverhält-
...schon sehr
...ere Baum-
...enwechsel
...zu werten.
...und überla-
...amer leicht,
...n und Sta-
...stand, daß
...hen gleich-

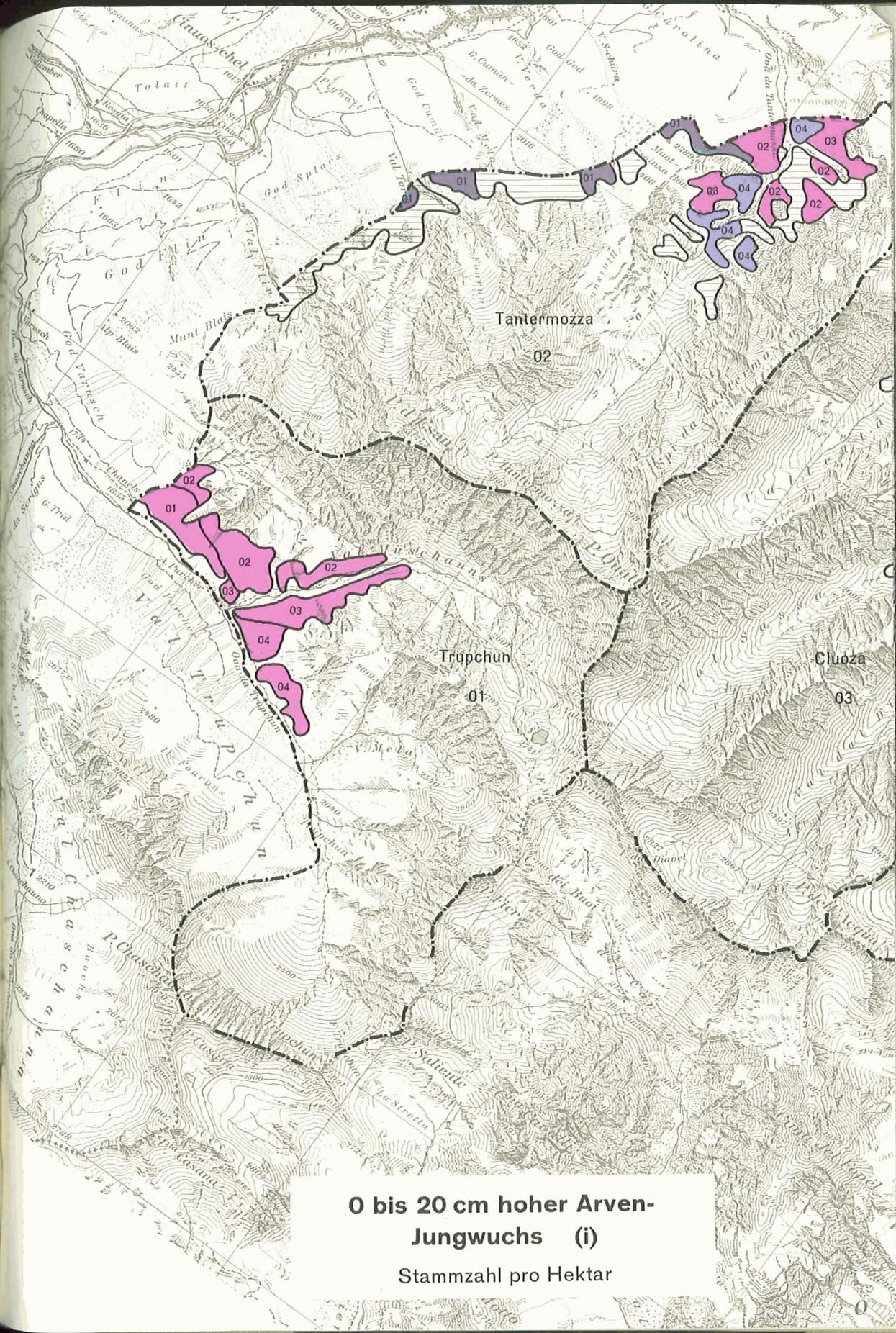


Nationalparkaufnahme 1957
Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

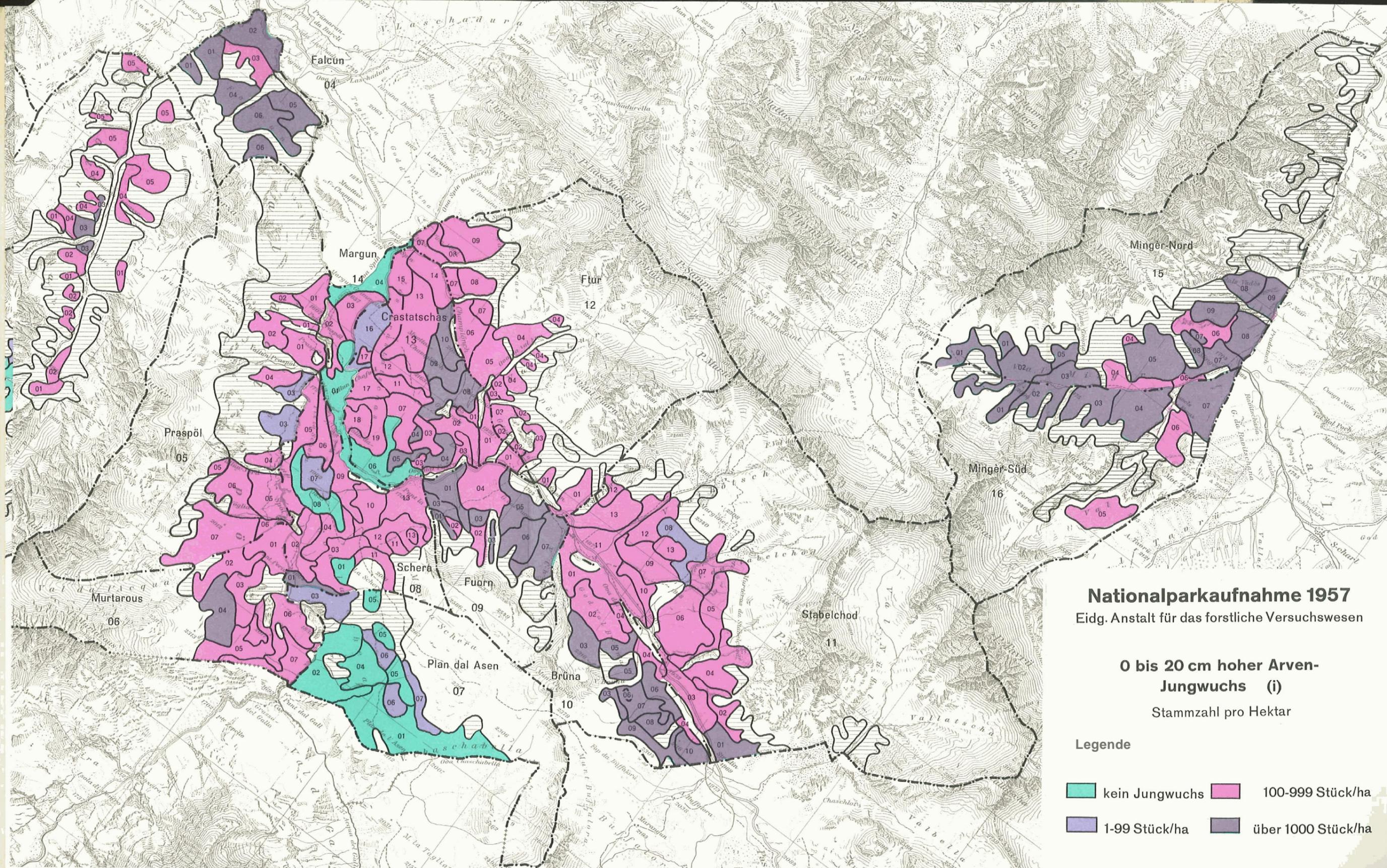
**0 bis 20 cm hoher Lärchen-
Jungwuchs (h)**
Stammzahl pro Hektar

Legende

- | | |
|--|--|
| kein Jungwuchs | 100-999 Stück/ha |
| 1-99 Stück/ha | über 1000 Stück/ha |



**0 bis 20 cm hoher Arven-
Jungwuchs (i)**
Stammzahl pro Hektar



Nationalparkaufnahme 1957
 Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

0 bis 20 cm hoher Arven-Jungwuchs (i)
 Stammzahl pro Hektar

Legende

 kein Jungwuchs	 100-999 Stück/ha
 1-99 Stück/ha	 über 1000 Stück/ha



Bild 24 J. Werner, August 1957

Bergföhrenbestockungen auf ehemaliger Weide haben bei geringer Baumhöhe und lückigem Stand nur sehr kleine Vorräte. Oberer Teil von Plan dal Asen.
Blick Richtung unteres Livignotal; in den Wolken Piz Murtarous und Cima del Fopél.



Bild 25 J. Werner, Juni 1957

Nach dem seinerzeitigen Kahlschlag vermochte nur die Bergföhre rasch wieder Fuß zu fassen. Aus dem dichten **Jungwuchs** entstanden die heutigen ausgedehnten Bergföhrenivälder. An zahlreichen **Stellen** wurde die Verjüngung jedoch verzögert, so daß der Vorgang heute noch beobachtet werden kann. – Das Bild zeigt einen **Jungwuchs** aus der Gegend von Stabelchod,



Bild 26 J. Werner

Die 150- bis 180jährigen Bergföhren, denen hier und da wenige Lärchen beigemischt sind, haben trotz ihres Alters auf den mageren Böden nur bescheidene Dimensionen erreicht.
Bild aus der Gegend von Champlösch mit Blick in die Val Ftur.

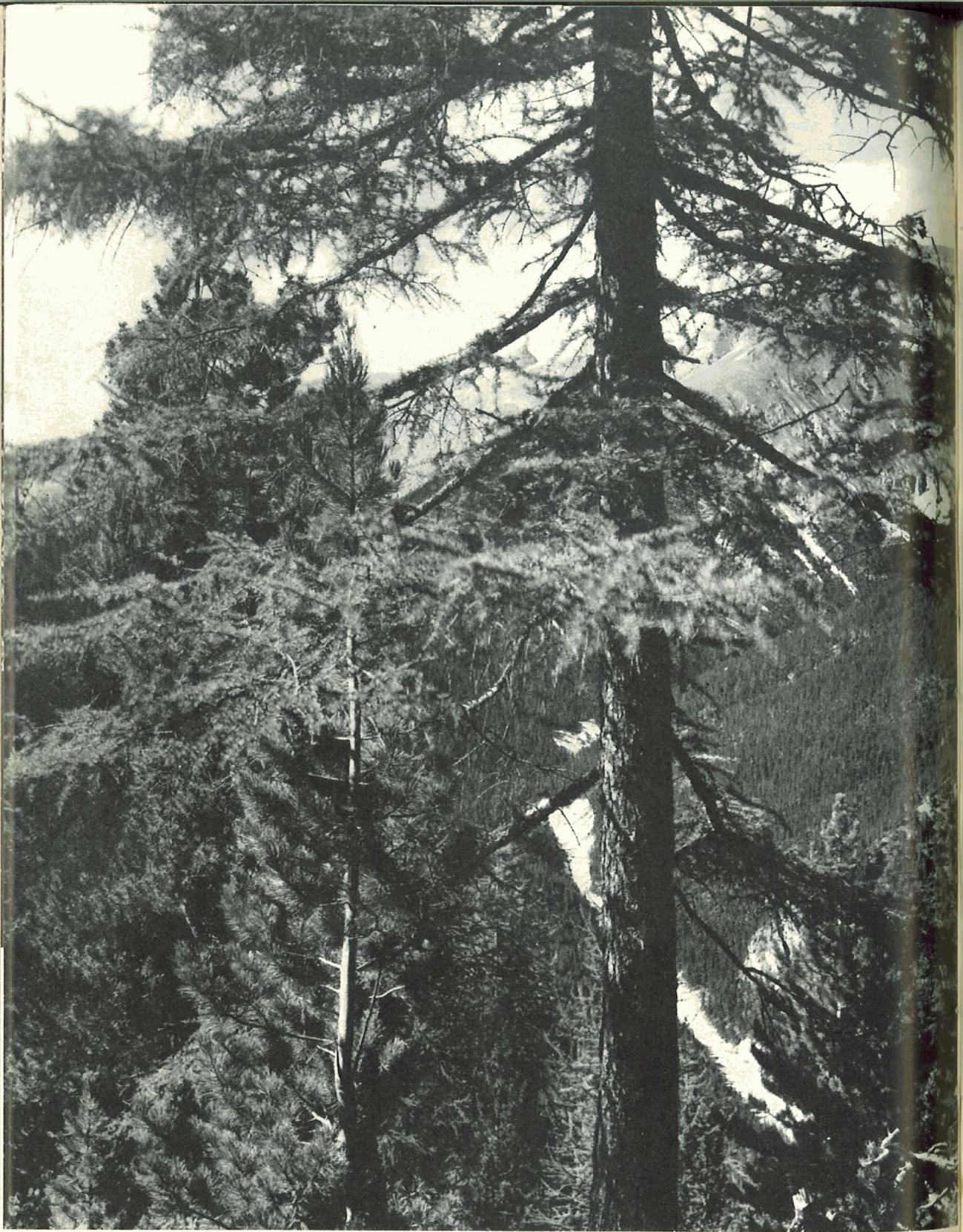


Bild 27 A. Kurth, Juli 1958

Kräftige Lärchen haben sich im Bergföhrenwald eine herrschende Stellung erobert; junge Arven stoßen in ihrem Schutze in den Hauptbestand vor. Aufnahme aus God la Drossa.

art
de

de
we
ren
we
vo
ers
un
un
Kl
ten
ve
gl
un
Lü
str
wo
he
se
se
ze
Gr
be
N
Be
sta
al
be
di
hä

al
K
V
he
ei
Z
ca

21

artiger Bestände entstanden sind, dürfte die im folgenden vorzunehmende Beurteilung der Bestandes- und Waldentwicklung erleichtern.

331 Entstehung und Alterung der Bestände

Die großen Abholzungen zur Versorgung der Tiroler Salinenbetriebe erfolgten in der zweiten Hälfte des 18. und in der ersten des 19. Jahrhunderts. Die Bestockungen, welche damals genutzt wurden, müssen zum größeren Teil aus Bergföhre, zum kleineren aus Arve und Lärche bestanden haben. Vermutlich wurden bei den Schlägen jeweils nicht alle Bäume gefällt, sondern es blieben in exponierten Lagen einzelne stehen, von welchen aus die Ansamung der neuen Waldgeneration erfolgen konnte. Außerdem erstreckten sich die Hiebe auf Jahrzehnte, so daß der flugfähige Same der Bergföhre und der Lärche aus den benachbarten Beständen auf die Kahlflecken getragen werden und dort keimen konnte. Je nach der Zahl der Samenbäume, den örtlichen Boden- und Kleinklimaverhältnissen, dem zeitbedingten Witterungscharakter und zahlreichen weiteren Voraussetzungen muß die Verjüngung der Kahlflecken verschieden rasch und verschieden vollständig erfolgt sein. Unter günstigen Umständen dürften annähernd gleichaltrige und geschlossene Jungwüchse entstanden sein, unter ungünstigen ungleichaltrige und lückige. Ausgehend von den vorhandenen Verjüngungszentren, müssen sich diese Lücken im Laufe der Zeit allmählich geschlossen haben. Der Verjüngungsvorgang erstreckte sich in solchen Flächen über lange Zeiträume. Auf ehemaligen Weideflächen, welche nunmehr langsam vom Wald in Besitz genommen werden, dauert der Vorgang heute noch an. Innerhalb einer Flächeneinheit (Teilgebiet, Überbestand, Pflanzengesellschaft) können damit ganz verschiedene Stadien der Bestandesentwicklung vertreten sein. Die Ergebnisse der Zustandserfassung stellen dann Durchschnittswerte einer ganzen Entwicklungsreihe dar. Je stärker der Verjüngungsvorgang aus den geschilderten Gründen zeitlich und örtlich auseinandergezogen ist, um so uneinheitlicher wirken die betrachteten Bestockungen und um so schwieriger sind die Zahlenergebnisse zu deuten. Natürlich ist die Vermischung der verschiedenen Stadien um so ausgeprägter, je größere und standörtlich uneinheitlichere Gebiete betrachtet wurden. Immerhin haben die starken Schläge des 18. und 19. Jahrhunderts ausgedehnte und verhältnismäßig gleichaltrige und gleichförmige Bestände entstehen lassen, welche nunmehr gesamthaft in einem bestimmten Stadium der Alterung stehen. Ihr Zustand tritt in den Zahlenergebnissen dieser Aufnahme stark in Erscheinung und überdeckt denjenigen der übrigen, weniger häufig vertretenen Stadien.

Die in der Kahlschlagzeit entstandenen Bestockungen sind heute 100 bis 180 Jahre alt. Unter dem herrschenden Kontinentalklima und auf den vorherrschenden steinig-kalkbödigen Böden vermochte nur die Bergföhre rasch Fuß zu fassen. Einzig auf Moränen- und Verrucanountergrund gesellte sich in größerem Ausmaß auch die Lärche bei. Die herrschenden Bäume der entstandenen Bestände haben heute je nach Standortsgüte eine mittlere Höhe von 6–15 m und einen mittleren Brusthöhendurchmesser von 15–25 Zentimeter erreicht. Für die ausgedehnteste Pflanzengesellschaft, das *Mugo-Ericetum caricetosum humilis*, ergibt sich folgende charakteristische Zusammensetzung:

Tabelle 16

Stärkeklassen	Stammzahl	Vorrat	Zuwachs
0 — 9	73,1	13,4	29,0
10—19	22,6	50,3	49,2
20—29	3,9	30,3	18,8
30—49	0,4	6,0	3,0
Total	100 %	100 %	100 %

Trotz der verhältnismäßig **schwachen** Baumdimensionen haben die Bestände wohl ein Alterstadium erreicht. Zahlreiche Schadenwirkungen deuten **darauf** hin, daß der Zerfall des **Altbestandes** und die Begründung der **neuen** Generation allmählich beginnt. Ein Frühstadium mit hoher Stammzahl in den untersten Stufen, geringem **Gesamtvorrat** und wenig ausgeprägtem Vorratsanteil in mittleren Klassen ist im **Überbestand** 1602 des Teilgebietes **Mingèr-Süd** vorhanden: Die Verteilung auf die Stärkestufen zeigt in ihm folgendes Bild:

Tabelle 17

Stärkeklassen cm	Stammzahl / ha Stück	Vorrat / ha m ³	Zuwachs / ha m ³
0— 4	1145	1,5	0,08
5— 9	384	3,2	0,08
10—19	158	5,7	0,07
20—29	21	2,8	0,02
30—49	—	—	—
Total	1708	13,2	0,25

Die verhältnismäßig geringe **Stammzahl** pro Hektare zeigt, daß die **Wiederverjüngung** gewisser Blößen noch nicht erfolgt ist. Der Anteil der kleinen Bäume dürfte deshalb in nächster Zukunft noch nicht sinken, obwohl die Mehrzahl der heute 0-4 cm dicken Bäume in die **nächsthöheren** Klassen einwachsen wird. Der Bestand 1110 des Teilgebietes Stabelchod stellt ein Beispiel für ein derart fortgeschrittenes Stadium dar. Seine Verteilung sieht folgendermaßen aus:

Tabelle 18

Stärkeklassen cm	Stammzahl / ha Stück	Vorrat / ha m ³	Zuwachs / ha m ³
0— 4	1217	1,3	0,10
5— 9	1014	9,3	0,39
10—19	521	19,7	0,40
20—29	29	5,1	0,06
30—49	—	—	—
Total	2781	35,4	0,90

Während die zuerst entstandenen Verjüngungen bereits ein dichtes Stangenholz (10–19 cm) mit ansehnlichem Vorrat (19,7 m³) bilden, schließt sich auf den letzten Blößen die Bestockung durch zahlreiche nachdrängende Jungwüchse. Noch ist die Stammzahl der untersten Stufen groß.

Der Bestand 1104 desselben Teilgebietes ist ein Beispiel für den bereits einige Zeit abgeschlossenen Verjüngungsvorgang und die zunehmende Alterung der entstandenen Bestockung. In ihm hat die **Durchmesserklasse** 10–19 em nicht nur den größten Anteil am Vorrat, sondern auch die größte Stammzahl erreicht (nur Bergföhre):

Tabelle 19

Stärkeklassen cm	Stammzahl/ha Stück	Vorrat/ha m ³	Zuwachs/ha m ³
0—4	599	0,7	0,04
5—9	665	6,5	0,19
10—19	764	43,9	0,63
20—29	112	18,0	0,18
30—49	20	6,3	0,05
Total	2160	75,4	1,09

Die Bedeutung der stärkeren Sortimente kann beim Vorrat und beim Zuwachs mit der weiteren Alterung noch zunehmen. Wie bereits erwähnt, **läßt** aber die Widerstandskraft gegen Schneedruck und Pilzschäden in reinen, nach Kahlschlagwirtschaftentstandenen Bergföhrenwäldern frühzeitig nach, so daß der Bestand da und dort zusammenbricht und sich neu verjüngt. Dadurch beginnt die **Stammzahl** gesamthaft und in den untersten Stufen erneut anzusteigen, während der Vorrat konstant bleibt oder sinkt.

Geringere **durchschnittliche** Stammzahlen, höhere Vorräte und größere Anteile starker Bäume werden mit zunehmendem Alter in den feuchten und kühleren Lagen, in den Waldpflanzengesellschaften *Rhodoreto-Vaccinietum* und *Piceetum subalpinum* erreicht. Mit dem Alterungsvorgang ist in ihnen eine beträchtliche Verschiebung des Holzartenanteils verbunden. Während die Bergföhre (seltener auch die Lärche) in den **Jugendstadien** der **Bestandesentwicklung** nach großflächiger Verjüngung stark vertreten ist, wird sie im Laufe der Entwicklung mehr und mehr durch **die Arve verdrängt**. Bei nicht zu dichtem **Kronenschluß** kann sich die Arve vermöge ihrer Schattenfestigkeit durchaus aus dem Unterstand allmählich in den Oberstand emporarbeiten. Die Verteilung des Oberbestandes 0905 ist typisch für einen arvenreichen Wald mit hohem Vorrat und großem Starkholzanteil (Tabelle 20).

Das Alter kann in solchen Bestockungen bedeutend höher sein als in den Bergföhrenwäldern. Die Widerstandskraft bei der Arve ist unverhältnismäßig größer als bei den übrigen Holzarten. Allerdings erreichen auch Lärchen und Waldföhren ein beträchtliches Alter. Nicht selten werden aber Lärchen schon früh gipfeldürr, eine Erscheinung, welche in den hohen Lagen des ganzen Engadins festgestellt werden kann.

Die Auszählung der Bohrspäne erlaubt nähere Angaben über das **Alter** der im Nationalpark auftretenden Holzarten: Da der Bohrspan in einer Baumhöhe von 1,30 m

Tabelle 20

Stärkeklassen cm	Stammzahl/ha Stück	Vorrat/ha m ³	Zuwachs/ha m ³
0— 4	164	0,2	0,01
5— 9	135	1,5	0,05
10—19	256	15,1	0,23
20—29	247	48,3	0,58
30—49	121	61,6	0,49
über 50	24	37,6	0,22
Total	947	164,3	1,58

entnommen wurde, sind die Jahre unberücksichtigt, welche der Baum brauchte, um in der Jugend diese Höhe zu erreichen. Coaz¹ und Braun² haben darauf hingewiesen, daß dazu viel Zeit verstreichen kann. Jahrringbestimmungen an 100 bis 130 cm hohen Bäumchen der Stichproben haben ergeben, daß Lärchen durchschnittlich 43, Arven und Fichten 44 und Bergföhren 53 Jahre alt sind. Aus der Häufigkeitsverteilung (Figur 27) ist ersichtlich, daß die gleiche Höhe natürlich auch in sehr viel kürzerer oder noch bedeutend längerer Zeit erreicht werden kann. 5 bis 10 Jahre und 80 bis 90 Jahre sind möglich, aber nicht sehr häufig. Eine Bergföhre von 120 cm Höhe war sogar 170 Jahre alt! Figur 28 zeigt, wie verschieden Alter und Durchmesser gleichhoher Bäume derselben Baumart sein können.

Aus einem Vergleich der Altersverteilungen (Figur 27) der verschiedenen Holzarten geht hervor, daß die Lärchen und etwas weniger deutlich auch die Fichten im allgemeinen weniger alt sind als die Arven, Bergföhren und Legföhren. Da bei der Altersverteilung der Standort des Probabäumchens unberücksichtigt blieb, dürfen keine weiteren Zusammenhänge abgeleitet werden. Es ist beispielsweise zu beachten, daß die jungen Arven unter ganz andern Bedingungen aufwachsen als die Bergföhren und Lärchen. Die Arve verjüngt sich vor allem auf versauerten humusreichen Böden; im Nationalpark zählen diese zu den besseren Standorten. Die Bergföhre hingegen gedeiht auch auf den armen, steinig und trockenen Kalkböden. Die ähnliche Altersverteilung ist demnach auf ganz verschiedene Einflüsse zurückzuführen. Bei der Arve ist es das langsame Aufkommen im Bestandesschatten, bei der Bergföhre aber die Ungunst des Standorts, die das hohe durchschnittliche Alter der kleinen Bäume verursacht. Die Verteilungen wären zweifellos recht verschieden, wenn die Bäumchen auf dem selben Standort unter gleichen Bedingungen gewachsen wären.

Durchschnittlich müssen also bei Altersangaben ausgewachsener Bäume für die erste Jugendentwicklung 40 Jahre hinzugezählt werden.

Wie aus Figur 29 hervorgeht, ist das mittlere Alter gleichstarker Bäume bei den verschiedenen Holzarten fast dasselbe. Im Durchschnitt sind Bäume mit 10 cm Brust-

Coaz, J., und Schröter, C.: Ein Besuch im Val Scarl. Bem 1905.

² Braun, J.: Vegetationsentwicklung im Schweizer Nationalpark. Dokumente der Erforschung des Schweizer Nationalparkes. Chur 1931.

hs/ha
3
01
05
23
58
49
22
58

te, um in
ngewiesen,
cm hohen
13, Arven
ilung (Fi-
zener oder
s 90 Jahre
sogar 170
er Bäume

Holzarten
a allgemei-
Altersver-
e weiteren
die jungen
Lärchen.

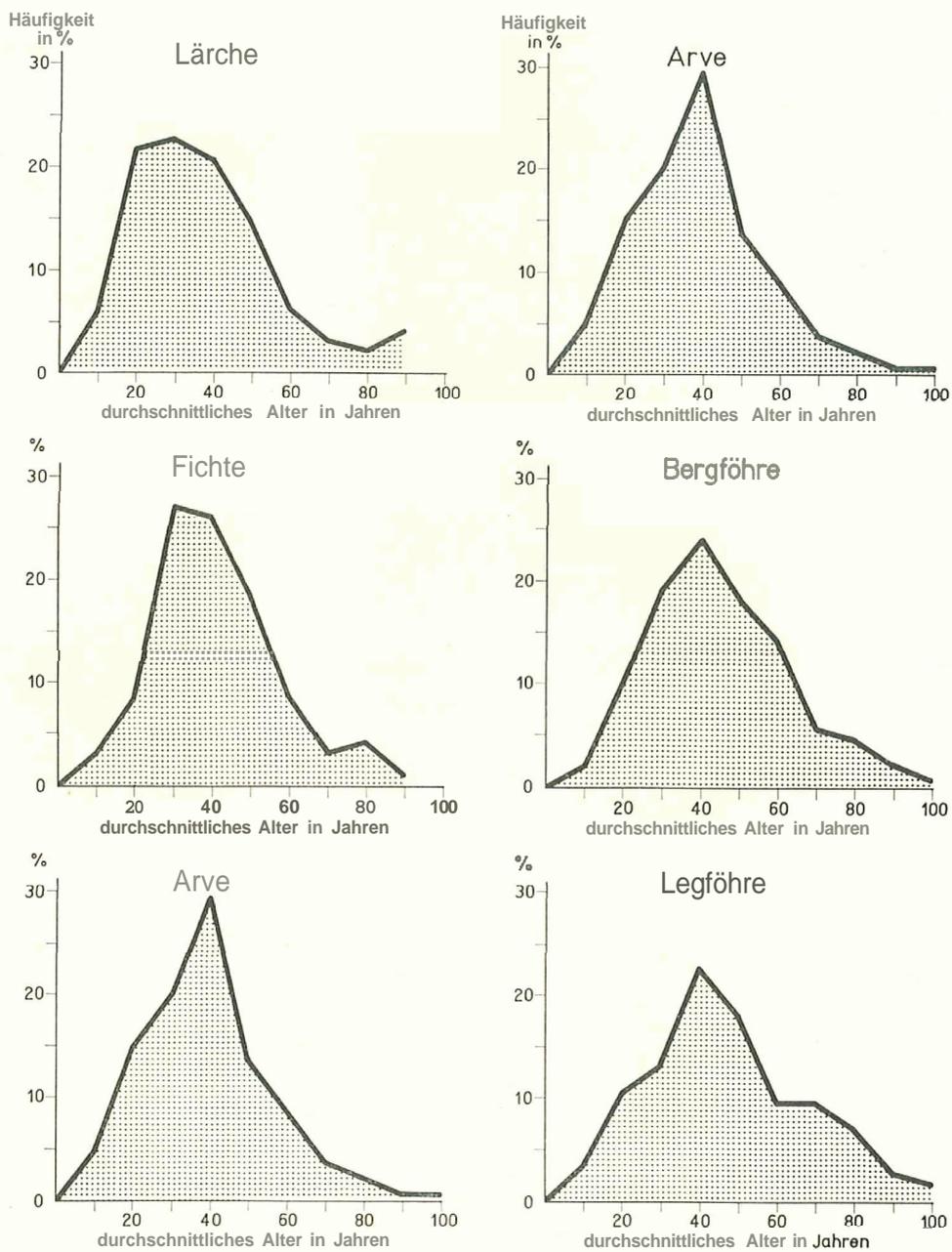
National-
leiht auch
teilung ist
s das lang-
des Stand-
Verteilun-
n Standort

r die erste

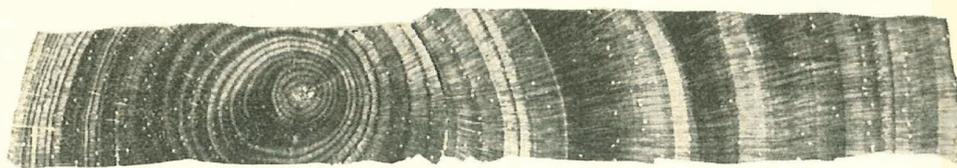
ne bei den
cm Brust-

Erforschung

Figur 27
Häufigkeitsverteilung des Alters bei 1,0-1,3 m hohen Bäumchen



Figur 28
Unterschiede im Durchmesser und Alter gleichhoher Bergföhren
Baumhöhe 100-130 cm



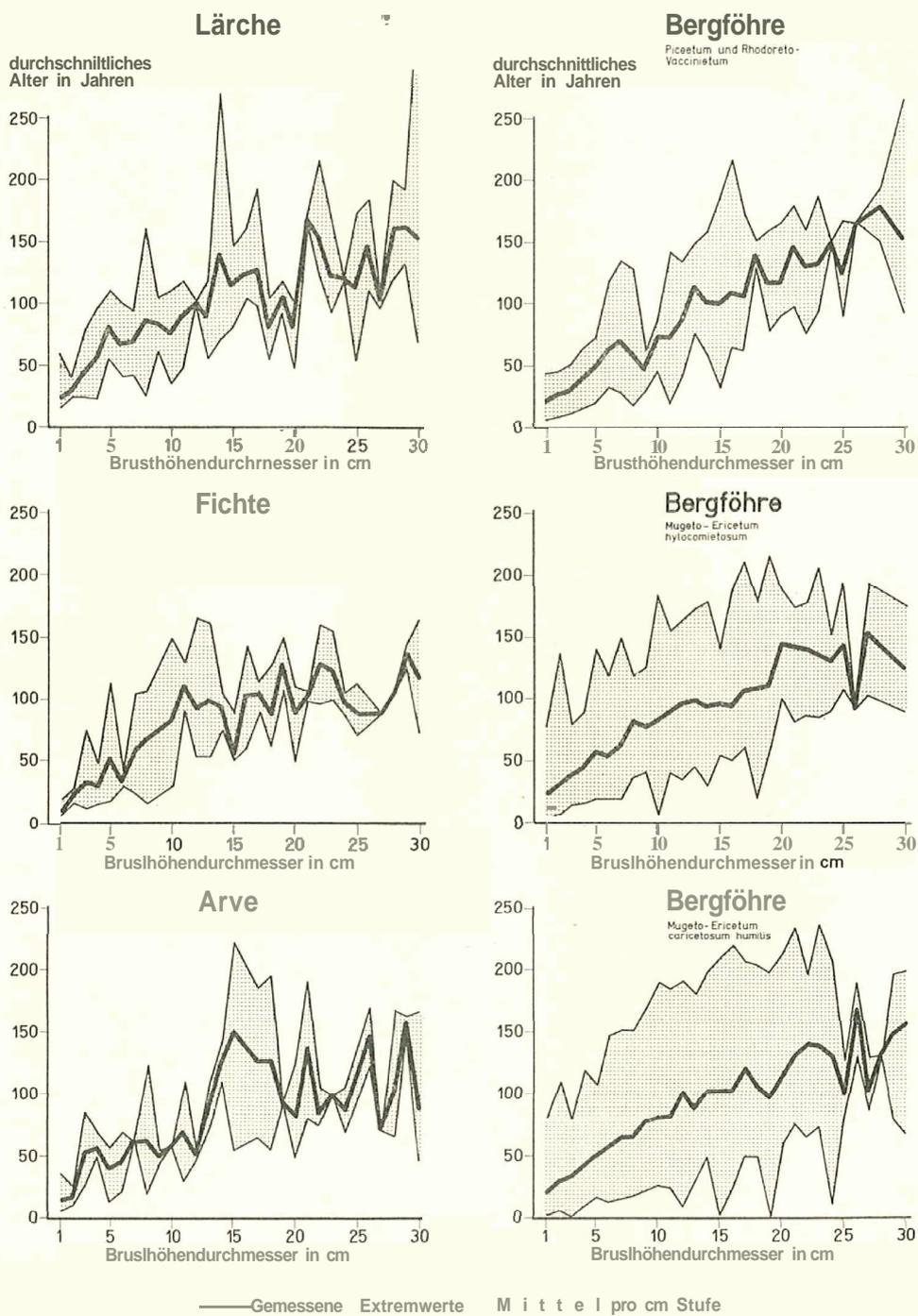
Durchmesser = 42,5 mm, 33 Jahre alt



Durchmesser = 24,5 mm, 107 Jahre alt

höhendurchmesser 90 (50+40) bis 120 (80+40) Jahre, solche mit 20 cm 140 (100+40) bis 160 (120+40) und solche mit 30 cm 140 (100+40) bis 190 (150+40) Jahre alt. Die festgestellten Extremwerte liegen bei den Holzarten Lärche, Fichte und Arve weniger weit auseinander als bei der Bergföhre, und bei dieser ist die Streuung auf den bessern Standorten kleiner als auf den schlechteren. Die Standortsbedingungen sind in den Klimaxgesellschaften *Piceetum subalpinum* und *Rhodoreto-Vaccinietum* einheitlicher als in der Dauergesellschaft *Mugeto-Ericetum*. Die extremsten Verschiedenheiten weist das *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* auf. Es müssen innerhalb dieser Gesellschaft die Boden- und Kleinklimaverhältnisse derart ungleich sein, daß bei gleichem Brusthöhendurchmesser die Altersunterschiede im Extremfalle 150 Jahre betragen können. Eine Bergföhre von 20 cm Durchmesser kann demnach unter günstigen Verhältnissen, z. B. im Optimalstadium der Gesellschaft, erst 40jährig sein, im Mittel wird sie aber 140 (100+40) Jahre zählen, Im Initialstadium der Gesellschaft, d. h. unter ungünstigen Boden- und Feuchtigkeitsverhältnissen, kann die Bergföhre aber 240 (200+40) Jahre benötigen, um zu einem Baum von 20 cm Brusthöhendurchmesser auszuwachsen. Bei einer derart hohen Zahl an Lebensjahren ist es nicht verwunderlich, daß schon 10-20 cm starke Bäume deutliche Zeichen einer fortgeschrittenen Alterung und eines beginnenden Zerfalls aufweisen können. Demgegenüber gibt es im Nationalpark auch einzelne Waldteile, welche bei höherem Alter und größeren Baumdimensionen noch keinerlei Anzeichen eines Abganges aufweisen. Es handelt sich vor allem um Arven und Lärchen, welche von einer früheren Waldgeneration stammen und bei den Kahlschlägen aus irgendwelchen Gründen unberührt blieben. Ihr Alter ist sehr verschieden (Tabelle 21).

Figur 29
Alter in Funktion des Brusthöhendurchmessers



(100+
0) Jahre
und Arve
ung auf
ingungen
ciniatum
Verschie-
merhalb
ein, daß
50 Jahre
er günsti-
sein, im
ellschaft,
Bergföhre
endurch-
icht ver-
esritte-
er gibt es
größeren
ndelt sich
stammen
Alter ist

Tabelle 21

Alter einiger Bäume

Holzart	Durchmesser in 1,3 m Höhe cm	Baumböhe m	Alter in 1,3 m Höhe Jahre
Bergföhre	16	11	217
	30	12	266
	33	10	235
Waldföhre	30	18	185
	38	20	185
	43	19	217
Lärche	32	11	237
	38	22	273
	43	18	295
	45	13	362
	53	18	341
Arve	31	11	240
	37	15	330
	40	11	307
	44	13	240
	48	14	335
	67	21	310
Fichte	22	16	161
	32	13	209
	43	14	264
	52	19	175

332 Zerfall und Verjüngung

Die letzte Phase der Bestandesentwicklung, der Zerfall, setzt in den einzelnen Beständen je nach dem Standort und je nach der Holzartenzusammensetzung zu verschiedener Zeit und auf verschiedene Weise ein und führt zu verschiedenen Erscheinungen. Oft sind schütterere Kronen und Gipfeldürre sichere Zeichen der nachlassenden Lebenskraft und des bevorstehenden Zerfalls. Da gleichzeitig die Widerstandskraft gegen schädigende Einwirkungen nachläßt, können plötzlich einzelne Bäume oder Gruppen von Bäumen absterben und zusammenbrechen. Bei der Aufnahme ist der Zustand der Bäume nach den Kategorien als gesund, als beschädigt oder geschwächt, als absterbend oder als abgestorben beurteilt worden. Es zeigte sich, daß der Anteil der gesunden Bäume im Hochwald 79%, in den Legföhrenflächen 75% des Vorrates ausmacht. Beschädigte oder geschwächte Bäume machten im Hochwald 10%, in den Legföhren 16% des Vorrates aus. Während der Anteil der absterbenden Bäume sehr gering war, umfaßte das tote Material im Hochwald 10%, in den Legföhren 3% des Vorrates. Die Anteile auf den verschiedenen Standorten erwiesen sich als sehr ungleich. 80 bis 90% gesunde Bäume haben die Bestockungen im *Rhodoreto-Vaccinietum* und im *Piceetum subalpinum*. In den Gesellschaften *Mugeto-Ericetum* und *Mugeto-Rhodoretum hirsuti*

sind es 75 bis 80% und im *Pineto-Caricetum humilis* und den alpinen und *Weidegesellschaften* 65 bis 75%. Die beschädigten und geschwächten Bäume sind auffallend stark im *Pineto-Caricetum humilis*, den Pionier- und den alpinen Gesellschaften vertreten. Deren Standorte sind meist steil, und der häufig vorkommende Steinschlag verursacht Beschädigungen der Stammanläufe. Die typischen Kalkrohböden sind außerdem für das Wachstum wenig günstig, so daß zahlreiche Bäume geschwächt erscheinen. Auch absterbende und tote Bäume kommen häufig vor. Dies gilt allerdings auch für das *Mugeto-Ericetum*, in welchem diese beiden Kategorien über 10% des Gesamtvorrates ausmachen. In den Bergföhrenwäldern dieser Gesellschaft sind über 30% aller Bäume mit über 20% des Vorrates beschädigt, abgehend oder tot. Dadurch ist das Kronendach an vielen Stellen durchbrochen; oft sind auch kleinere und größere Lücken entstanden. Die erhöhte Belichtung des Bodens genügt, um eine Verjüngung entstehen zu lassen. Die Zerfallserscheinungen sind wie die Wachstumsbedingungen stark standortsabhängig. Dabei spielen zahlreiche Schadenwirkungen eine Rolle. Die Gefährdung ist infolge der Hochgebirgslage recht groß.

Bei der Zustandserfassung wurde in jeder Stichprobe die auffälligste Schliacienart notiert. Bei 57% aller Proben konnte keine nennenswerte Schadenwirkung beobachtet werden. Weitaus am häufigsten werden die Bestockungen durch den Schnee beschädigt. Lawinen folgen im allgemeinen vorgezeichneten, waldlosen Bahnen. Schäden treten meist nur an den Rändern auf. In außerordentlich schneereichen Wintern allerdings können sie auch weit in die Bestände einbrechen und große Zerstörungen anrichten (Lawinenwinter 1951). Dauernder und im Ausmaß erheblicher Schaden der Schneebruch in den aufrechten mittelalten bis alten Bestockungen, das *Schneekriechen* und das *Schneegleiten* in den Jungwüchsen und Legföhren. Es ist anzunehmen, daß die Bestände durch Pilzbefall (Hallimasch, Rotfäule usw.) oder aus andern Gründen eine verminderte Widerstandskraft besitzen, so daß nasser und in den Kronen über Nacht gefrierender Schnee Gipfelbrüche verursacht oder die Bäume ganz umdrückt. Schneebruchschäden treten in den geschlossenen Beständen der Gesellschaft *Rhodoreto-Vaccinietum*, *Pineto-Caricetum humilis*, *Mugeto-Ericetum* und *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* auf (Tabelle XII Anhang). Im *Rhodoreto-Vaccinietum* cembretosuns werden vor allem die Bergföhren betroffen, welche mit fortschreitender Alterung im aussichtslosen Konkurrenzkampf mit den Arven und Lärchen stehen (vergleiche Bilder 28, 34). Auch die durch ungünstige Bodenverhältnisse geschwächten Bestände des *Pineto-Caricetum humilis* und der Weidegesellschaften, sowie diejenigen des schneereichen und steilen *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* haben viel Schneebruch.

Die Vorgänge des Schneegleitens und des Schneekriechens sind wohl die in ihrer Auswirkung wichtigsten Schadenwirkungen in den Beständen des Nationalparks. Unter Schneegleiten versteht man eine langsame Bewegung der gesamten Schneedecke auf der Bodenoberfläche oder auf einer bodennahen Schneeschicht. Das Schneekriechen hingegen entsteht durch Setzen und Verschieben der Schneeteilchen im Innern der Decke. Durch beide Vorgänge entstehen große Zugkräfte, indem die im Schnee eingepackten und eingefrorenen Bäume langsam hangabwärts bewegt, in ihrer Verankerung gelockert oder völlig entwurzelt werden. In der Jugendperiode vermag der Baum die-

sem Zug nicht zu widerstehen; er wird gebogen oder auf den Boden niedergedrückt. Während der Vegetationsperiode strebt der neue Trieb wieder senkrecht nach oben. Dies ergibt die gebogene Form, wie sie mehr oder weniger ausgeprägt bei allen Holzarten beobachtet werden kann. Besonders biegsam und anpassungsfähig ist die Bergföhre. Jahrzehntelang kann sie die krumme Form behalten, indem ihre zahlreichen Ausschläge jeden Winter der Schneewirkung nachgeben, hangabwärts sich im Schnee einbetten lassen, um sich dann im Sommer wieder aufzurichten. Dieser Vorgang führt vermutlich zur Ausbildung der «niederliegenden» Form, der Latsche oder Legföhre. Sichtbare Schäden sind in den Legföhrenflächen häufig zu beobachten; bei 41 % aller Stichproben wurden bei der Aufnahme solche notiert (Tabelle XII, Anhang). Erst wenn der Stamm eine gewisse Dicke und damit die nötige Widerstandskraft erreicht hat, vermag er jährlichen Umlegungen zu widerstehen und zur aufrechten Bergföhre zu werden. Zahlreiche dürrgewordene krumme Ausschläge um den aufrechten Stamm herum zeugen dann von der früheren Kampfzeit. Vielenorts ist aber die Schneewirkung dauernd so groß, daß die Aufrichtung verunmöglicht wird oder erst in einer längeren Periode schneearmer Winter erfolgen kann. Zweifellos ist die heutige starke Ausdehnung der Legföhrenbestände durch die Kahllebung vor 150–200 Jahren bedingt. Die Wiederbewaldung über das Legföhrenstadium schreitet überaus langsam, aber doch merklich fort.

Der Steinschlagschaden ist in den Gesellschaften steiler Lage mit Rohböden häufig. Die Pioniergesellschaften, das *Pineto-Caricetum humilis* und das *Piceetum subalpinum* stechen mit ihrem Anteil an Steinschlageinwirkung besonders hervor (Tabelle XII, Anhang).

Die Schadenwirkung des Wildes ist besonders in den jungen Beständen groß. Durch Verbiß werden junge Fichten und Lärchen beschädigt, so daß sie verbuschen oder eingehen. Die Schäden treten in den lockeren und grasreichen Beständen der Val Trupchun besonders häufig auf. Mehr als ein Viertel der Stammzahl pro Hektare besteht hauptsächlich auf Trupchun beschränkten *Piceetum subalpinum* aus dürren, infolge Wildverbiß abgestorbenen Bäumen (Tabelle XI Anhang). Noch deutlicher sind die Wildschäden in den Gesellschaften auf ehemaliger Weide. Die geschützten, grasreichen und nunmehr allmählich vom Wald eroberten Weiden in Margun-Grimmels, Präspöl, Plan dal Asen, La Schera, Stabelchod und Grimmels sind als Tummelplätze der Hirsche bekannt und bilden eine besondere Attraktion des Nationalparks. Die Schäden werden hier an Bergföhre, Arve und Lärche durch Fegen und selten durch Schälen verursacht.

Schäden und ganz allgemein der Zerfall der bestehenden Bestockungen ermöglichen den Anflug und den Aufschlag von Samen und die Entstehung von Jungwuchs. Das Aufkommen ist aber nicht allorts gesichert. Nur die Bergföhre vermag auf fast allen vorkommenden Böden und Vegetationsdecken zu gedeihen. Die Auszählungen in den Stichproben haben ergeben, daß mit Ausnahme der Bestände in der Val Trupchun im Hochwald und in den Legföhrenflächen des Parkes überall zahlreiche junge Bergföhren vorhanden sind. Bei der Aufnahme wurde zwischen kleinen Jungwuchspflanzen, vom Keimling über den Sämling bis zu 20 cm Höhe und großen, von 21 bis 130 cm Höhe unterschieden.

	Im Hochwald		In den Legföhrenflächen	
	0–20 cm	21–130 cm	0–20 cm	21–130 cm
Föhre	1436	6163	952	2786
Lärche	92	129	21	41
Arve	778	327	273	130
Fichte	260	102	0	20

Die Verjüngung setzt sich vor allem aus *Föhren* (aufrechte und liegende Bergföhren, Waldföhren) zusammen. Die großen Pflanzen sind jedoch zahlreicher als die kleinen. Es ist unwahrscheinlich, daß im *Zeitablauf* aus der geringen Zahl kleiner Bäumchen eine große Zahl großer Bäume hervorgehen kann. Immerhin ist es denkbar, daß die *Klasseneinteilung* 0–20 bzw. 21–130 cm unzweckmäßig ist. Die Zahlen für Fichte und Arve widerlegen jedoch diese Befürchtung, indem bei diesen deutlich mehr kleine als große Pflanzen gezählt wurden.

In fast allen betrachteten Teilgebieten, in den Pflanzengesellschaften und in der Mehrzahl der *Überbestände*, sind deutlich weniger kleine als große Pflanzen bei der Föhre und mehr bei der Arve gezählt worden. Die Zahl der 21–130 cm hohen *Föhrenjungpflanzen* ist fast in allen Überbeständen größer als 1000 Stück pro Hektare. Weniger zahlreich sind sie nur in gewissen Beständen des *Rhodoreto-Vaccinietum* und des *Piceetum subalpinum* (Val Trupchun) vertreten. 0–20 cm hohe Föhren jedoch sind einzig in den *Überbeständen* der Teilgebiete Plan dal Asen, Stabelchod, Ftur, des nördlichen Crastatschas und seltener in denjenigen der Val Mingèr mit über 1000 Stück pro Hektare vertreten.

Ähnlich wie bei der Föhre ist das Vorkommen von Verjüngung bei der *Lärche*. Diese *Holzart* verjüngt sich vor allem auf Rohböden saurer oder neutraler Gesteine. Im Nationalpark herrschen aber Kalkböden vor, auf welchen die Lärche nur mühsam und unter besonderen Verhältnissen Fuß zu fassen vermag. Im *Rhodoreto-Vaccinietum mugetosurn*, das im Nationalpark auf Verrucano oder Moräne vorkommt, ist der Nachschub junger Lärchen, im Gegensatz zu allen andern Standorten, recht deutlich gesichert, indem pro Hektare durchschnittlich 956 Stück 0–20 cm hohe und 283 Stück 21–130 cm hohe Bäumchen gezählt wurden.

In allen übrigen Gesellschaften sind aber meist mehr junge *Lärchen* in der Kategorie 21–130 cm als in derjenigen von 0–20 cm vertreten. Aus der Verteilung auf die *Überbestände* (Kartenübersicht h) geht hervor, daß in ausgedehnten Gebieten des Nationalparks praktisch überhaupt keine Lärchenverjüngung vorhanden ist. Sehr dicht belegte Gebiete zeichnen sich stets durch besondere Boden- und Vegetationsverhältnisse aus. Von den Pflanzengesellschaften haben die *Subassoziationen* des *Rhodoreto-Vaccinietum*, des *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* und der alpinen Gesellschaften große Lärchenanteile.

Bergföhre und **Lärche** zählen zu den Pionierholzarten, welche Kahlfächen als erste besiedeln. Der Vorgang der **Wiederbewaldung** ausgedehnter Flächen ist im Nationalpark heute beendet. In den kleinen Lücken alternder Bestände können diese Holzarten zwar ebenfalls Fuß fassen; sie bilden jedoch stets **weniger** dichte und selten reine **Verjüngungen**. Es gesellen sich in starkem Maße die schattenfesteren Baumarten Fichte und Arve bei. Diese sind meist schon im intakten Altbestand da und dort vorhanden, um bei **zufällig** bewirkter Auflockerung desselben aufzuwachsen und die neue **Wald**-generation zu bilden.

Für die **Fichte** ist im Nationalpark allerdings die Einschränkung zu machen, daß sie nur auf besonderen Standorten an der Bestockung beteiligt ist. Es sind einerseits die tiefen, andererseits die geschützten und tiefgründigen Lagen. Als Jungwuchs kommt sie in der Val Trupchun, auf Falcun, an den Uferhängen des Spölflusses des Cluozza-, des Fuorn- und des **Mingèrbaches** vor. Im Fuorngebiet ist sie allerdings streng auf die Schattenhangseite mit **Verrucano-Untergrund** beschränkt. Das größte Vorkommen in den Pflanzengesellschaften ist im **Piceetum subalpinum** zu finden. Es stehen dabei **durchschnittlich** 3151 Fichten pro Hektare von 0–20 cm Höhe deren 1311 von 21–130 cm Höhe gegenüber. Der Nachwuchs erscheint also recht gut gesichert. In der Val Trupchun allerdings zerstört das Wild beträchtliche Mengen junger Fichten. Während dort 1952 Stück kleine Jungwuchspflanzen vorkommen, sind es nur noch 131 Stück große. 49 Stück pro Hektare **entfallen durchschnittlich** noch auf die Stärkeklasse 0–9 cm, 61 Stück auf diejenige von 10–19 cm; 60 auf 20–29 cm starke und 67 auf über 30 cm starke Bäume. In Anbetracht der geringen Zahl kleiner Bäume kann die Erneuerung des Fichtenwaldes in Trupchun nicht als gesichert gelten; er wird bei gleichbleibendem Wildbestand, ähnlich wie ein stark bestoßener Weidewald, allmählich «**vergreisen**» und einem **sicheren** Zerfall entgegengehen (vergleiche Figur 17). **Auf** den übrigen **Piceetum**-Standorten allerdings scheint der Nachwuchs gesichert zu sein.

Während der Anteil der **Arve** in den **Stärkeklassen** 0–9 cm und 10–19 cm nur **2%** der Stammzahl beträgt, ist er bei den **großen** Jungwuchspflanzen **9%** und bei den kleinen **30%**! Die Arve wird, wie **Braun**¹ in Untersuchungen von **Dauerflächen** nachweist, vom Nußhäher verbreitet. Dieser Vogel holt sich die **Arvenzapfen** auf den alten **Arven** der Restbestände einer früheren Generation oder in den Arvenwäldern des Munt la Schera, zerhackt sie in den **Bergföhrenkronen**, so daß zahlreiche Samen auf den Boden fallen und keimen. Von 2590 **Jungwuchspflanzen** von 0–20 cm Höhe sind im Hochwald des **Parkes** deren 778 Arven. Sozusagen alle Teilgebiete und Überbestände weisen Arvenjungwuchs im Bestandesinnern, in Lücken und an Bestandesrändern auf (vergleiche Kartenübersicht i). Einzig einige steile, trocken-warme Hänge im Spöltal, nämlich in der Gegend der Margun-Grimmels, der Falla dal Uors, dem Piz la Schera und der Punt dal Gall haben keine **Arvenverjüngung**. Nach Pflanzengesellschaften betrachtet, sind die Subassoziationen des **Rhodoreto-Vaccinietum** besonders arvenreich. Zahlreiche junge Arven gedeihen aber auch im **Mugeto-Ericetum** und im **Mugeto-Rho-**

Braun, J.: Vegetationsentwicklung im Schweizer Nationalpark. Dokumente zur Erforschung des Schweizer Nationalparkes. Clur 1931.

doretum hirsuti. Aus der Verbreitung und der Dichte des Arvenjungwuchses lassen sich wertvolle Hinweise für die Vegetations- und Waldentwicklung gewinnen.

333 Tendenzen der Wald- und Vegetationsentwicklung

Die Veränderungen des Bestandesaufbaus und der Holzartenzusammensetzung, die sich im Verlaufe der Alterung von Beständen ergeben und die hier als Bestandesentwicklung bezeichnet worden sind, dürften bereits als Teilvorgang der allgemeinen Wald- und Vegetationsentwicklung zu werten sein. Dies gilt erst recht für die Änderungen, welche beim Generationswechsel, bei der Verjüngung der Wälder beobachtet werden können. Es konnte gezeigt werden, daß auf gewissen Standorten mit der Altersentwicklung die Bergföhre von den Arven bedrängt und zum Absterben gebracht werden kann. Auch bei der Verjüngung scheint die Arve zuungunsten der Bergföhre dauernd an Platz zu gewinnen. Durch beide Vorgänge wird sich auf lange Sicht der Anteil der Arve erhöhen. Mit den Verschiebungen in der Holzartenzusammensetzung ist eine Änderung der Vegetations- und Bodenverhältnisse verbunden, so daß der Bestand als neues Stadium einer gesetzmäßig verlaufenden Entwicklung aufgefaßt werden kann. Im Gebiete des Nationalparks ist die Wald- und Vegetationsentwicklung durch Braun, Pallmann, Bach¹ und Richard² eingehend untersucht worden. Auf Grund dieser Untersuchungen stellt Braun³ den Vorgang auf kalkreichen Schotterterrassen des Ofenberggebietes dar (siehe Tabelle 23).

Selbstverständlich verläuft die Entwicklung lange nicht auf allen Standorten des Nationalparks bis zum Endstadium des *Rhodoreto-Vaccinietum* bzw. des *Piceetium subalpinum*. Zahlreiche Einflüsse können den Verlauf beeinträchtigen und den frühen Gliedern der Entwicklungsreihe dauernden Bestand verleihen. Nur auf saurem und neutralem Untergrund vermag sich die Klimaxgesellschaft zu bilden. Auf den hauptsächlich vorkommenden Kalkgesteinen jedoch bleibt die Entwicklung praktisch bei den Subassoziationen des *Mugeto-Ericetum*, des *Rhodoreto-Vaccinietum* und andern bereits erwähnten Assoziationen stehen. Neben den sich allmählich wandelnden Stadien der Vegetationsentwicklung sind deshalb im Parkgebiet sehr zahlreiche Standorte vertreten, auf denen sich der Wald und die Vegetation im Laufe der Zeit kaum wesentlich ändern. Die hier ausgeschiedenen pflanzensoziologischen Einheiten können gesamthaft somit nicht als Glieder einfacher Entwicklungsreihen aufgefaßt werden; sie charakterisieren vielmehr bloß die vorhandenen Standorte. Dasselbe gilt von den Ergebnissen dieser Aufnahme,

¹ Braun-Blanquet, Josias, Pallmann, Hans, und Bach, Roman: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. II: Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (*Vaccinio-Piceetalia*): herausg. v. d. Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft z. wissenschaftlichen Erforschung d. Nationalpark—. Liestal 1954.

² Richard, Felix: Der biologische Abbau von Zellulose- und Eiweiß-Testschnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften. Mitt. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, Bd. 24/1, 1945.

³ Braun, J.: Vegetationsentwicklung im Schweizer Nationalpark. Dokumente zur Erforschung des Schweizer Nationalparks. Chur 1931.

aus denen wohl der Zustand, aber nur beschränkt **Be** Entwicklung des Waldes abgeleitet werden kann.

Tabelle 23 Vegetationsentwicklung auf kalkreichen Schotterterrassen am Ofenpaß

Terrassenalter	Bodenprofil	Sukzessionsstadien
Älteste postglaziale Schotterterrassen ± (2000 Jahre)	Mäßig entwickeltes Eisenpodsol-Profil (pH 4,0 bis 4,1 bei 13 bis 30 cm Tiefe A ₂), C-Horizont karbonatreich (pH 7,7)	6. Stadium: Bergföhren-Arvenbestand mit <i>Rhododendron ferrugineum-Vaccinium myrtillus</i> -Unterwuchs (<i>Rhodoreto-Vaccinietum</i>)
Alte Terrassen (500- bis 1000-jährig)	Degradierter Humuskarbonatboden (pH 6,3)	↑ 5. Stadium (b): <i>Mugo-Ericetum hylacomietosum</i> , Endstadium mit azidophilen Arten (zuerst am Fuß der Föhren), <i>Pinus cembra</i> -Jungwuchs und <i>Rhododendron ferrugineum</i>
Fünfte Terrasse (etwa 500 Jahre alt)	Schwach degradierter Humuskarbonatboden (pH 6,6 bis 6,9 bei 10 bis 20 cm Tiefe)	↑ 5. Stadium (a): <i>Mugo-Ericetum hylacomietosum</i>
Vierte Terrasse (über 150 bis 300 Jahre alt)	Flach- bis mittelgründiger Humuskarbonatboden	↑ 4. Stadium: <i>Mugo-Ericetum caricetosum humilis</i> gut ausgebildet
Dritte Terrasse (ca. 50 bis 150 Jahre alt)	Flachgründiger, initialer Humuskarbonatboden	↑ 3. Stadium Anfangsstadien des (<i>Mugo-Ericetum caricetosum humilis</i>)
Zweite Terrasse 10 bis 50 Jahre alt (selten bei Hochwasser überschwemmt)	Kalkröhboden mit beginnender Profildifferenzierung (pH 7,3 bis 7,5)	↑ 2. Stadium <i>Dryas octopetala</i> -Spaliere mit xerophilen Kalkpflanzen auf Grob-, <i>Tortella inclinata</i> -Gesellschaft auf Feinschutt
Jüngste (tiefste) Terrasse, Alter 5 bis 10 Jahre (noch heute öfter überschwemmt)	Kalkschotter (Dolomitskelettröhboden) (pH 7,5 bis 8,3; 20 bis 50% CaCO ₃)	↑ 1. Stadium: <i>Petasitetum paradoxo</i> ± fragmentarisch mit Kalkröhbodenpionieren

Da gewisse nebeneinander bestehende Pflanzengesellschaften unter besonderen Verhältnissen aber tatsächlich auseinander hervorgehen können, dürften vorsichtige Rückschlüsse aus den Ergebnissen der **Zustandserfassung** trotzdem zulässig sein. Es können damit mindestens gewisse Tendenzen aufgezeigt werden. Bei der Besprechung der Stammdichte wurde **darauf** hingewiesen, daß im gesamten Nationalpark eine verhältnismäßig geringe Zahl kleiner **Jungwuchspflanzen** vertreten ist. Die Auszählungen ergeben pro Hektare mehr Pflanzen mit 21–130 cm als solche mit 0–20 cm Höhe. Dies ist vor allem für die Standorte des **Mugeto-Ericetum** charakteristisch (vergleiche Figur 30, linke Seite der Einzeldarstellung). Da diese Standorte die größte Flächenausdehnung besitzen, tritt die Erscheinung auch bei den Zahlen des Gesamtparks zutage. Es ist denkbar, daß sie eine Folge der nunmehr langsam zu Ende gehenden Verjüngung der ehemaligen **Kahlflächen** ist. Die Verhältnisse in den **Pioniergesellschaften** deuten **darauf** hin, daß diese Vermutung nicht abwegig sein kann. In ihnen erfolgt die Verjüngung heute und wohl **auch** noch in weiter Zukunft unter Bedingungen, welche denjenigen nach dem Kahlhieb ähnlich sind. Die bereits vorhandene Bestockung beschränkt sich auf wenige Bäume und Baumgruppen schwacher Dimension, und die neue **Waldgeneration** wächst unter **Freilandbedingungen** ungeschützt auf. Die **Stammzahl** ist in den **Jungwuchsklassen** sehr groß und wird groß bleiben, da noch zahlreiche Blößen **neu zu** bestocken sind. Im **Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum** zeigt die **Stammzahlverteilung** den Rückgang in der untersten Klasse nicht. Offensichtlich ist hier der allerdings mengenmäßig bescheidene Nachwuchs **gesichert**. **Einen** Sonderfall stellt das Gebiet Trupchun (Figur 30) dar, in welchem ein großer Wildstand und die **Schattenwirkung** des vorratsreichen Fichtenbestandes das Aufkommen von **Jungwuchs** hindern.

Während aus der Stammzahlverteilung gewisse Schlüsse auf die künftige **Bestandesentwicklung** gezogen werden können, lassen sich aus der Holzartenzusammensetzung einige Tendenzen der **Waldentwicklung** ableiten. In den **Pioniergesellschaften** kommen in allen Klassen praktisch nur Bergföhren vor. Der Nachwuchs wird damit auch in Zukunft aus dieser **Holzart** bestehen (vergleiche Figur 30, rechte Seite der Einzeldarstellungen). Im **Mugeto-Ericetum caricetosum humilis** ist zwar die Bergföhre im **Jungwuchs** noch eindeutig vorherrschend, die Arve aber hat bei den kleinen Pflanzen einen beträchtlichen Anteil. Die Zahl der Bergföhren ist in der unteren Jungwuchsklasse kleiner als in der oberen. Die Arve hingegen zeigt mehr Pflanzen bei den kleinen als bei den großen. Es wurden pro Hektare **Fläche** errechnet:

Tabelle 24

	Jungwuchs		Stärkeklassen			
	0–20 cm	21–130 cm	0–9 cm	10–19 cm	20–29 cm	über 30 cm
Föhre	1791	3935	1673	507	79	4
Lärche	17	40	7	9	6	3
Arve	532	209	8	3	4	3
Fichte	42	38	7	4	2	–
Total	2382	4221	1695	523	91	10

Die starke Vertretung der **Bergföhre** bei den Stärkeklassen 0-9, 10-19 und 20-29 cm deutet **darauf** hin, daß diese **Holzart** auch den Beständen des Erika-Bergföhrenwaldes das Gepräge gibt. Die beträchtliche **Zahl** Arven im **Jungwuchs** zeigt aber an, daß eine Tendenz zur Umgestaltung der Holzartenzusammensetzung vorhanden ist. Die Arven dürften auf diesem für ihr Gedeihen **wenig** geeigneten Standort aber kaum in den Baumbestand einwachsen, vielmehr vorzeitig zugrunde gehen. Es **läßt** sich allerdings denken, daß überall dort, wo das *Mugo-Ericetum caricetosum humilis* nicht **Dauer-**gesellschaft, sondern Sukzessionsgesellschaft ist, **sich** die Arve infolge der fortschreitenden Standortsveränderung mit der Zeit durchzusetzen vermag. Dadurch **dürfte** eine Zusammensetzung entstehen, wie sie bei der Aufnahme im *Mugo-Ericetum hylocomietosum* festgestellt wurde (Figur 30).

Da auch auf diesem Standort offenbar die großen Leerstellen **nunmehr** weitgehend bestockt sind, erfolgt die **Verjüngung** in Lücken des stellenweise zerfallenden **Bergföhrenwaldes**.

Im Bestandesschatten und **auf den** humusreicheren **Böden** ist die Verjüngung der **Bergföhre** noch stärker erschwert und diejenige der Arve erleichtert. Es besteht auch eine etwas größere Aussicht, daß sich die Arve im Konkurrenzkampf **dauernd halten** kann. Es wurden im moosreichen Erika-Bergföhreiwald folgende Stammzahlen ermittelt:

Tabelle 25

	Jungwuchs		Stärkeklassen			
	0-20 cm	21-130 cm	0-9 cm	10-19 cm	20-29 cm	über 30 cm
Föhre	1180	3604	1392	166	122	3
Lärche	101	93	20	32	20	3
Arve	890	337	22	5	6	-
Fichte	591	232	42	31	18	1
Total	2762	4266	1476	634	166	7

Die günstigsten **Voraussetzungen** findet die Arve im *Rhodoreto-Vaccinietum cembre-tosum* (Figur 30). Im **Jungwuchs** sind die **Föhren** hier in Minderheit, und auch in den **Stärkeklassen** herrschen sie nicht mehr **eindeutig vor**. Es wurden pro **Hektare** ermittelt:

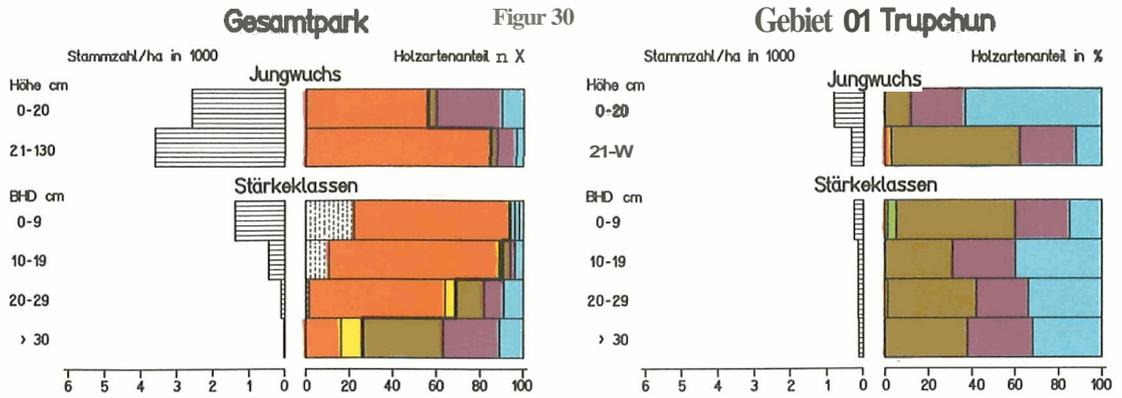
Tabelle 26

	Jungwuchs		Stärkeklassen			
	0-20 cm	21-130 cm	0-9 cm	10-19 cm	20-29 cm	über 30 cm
Föhre	533	923	623	230	105	15
Lärche	145	279	64	28	28	31
	1801	736	46	34	26	33
	437	11	10	11	13	4
Total	2916	1949	743	303	172	83

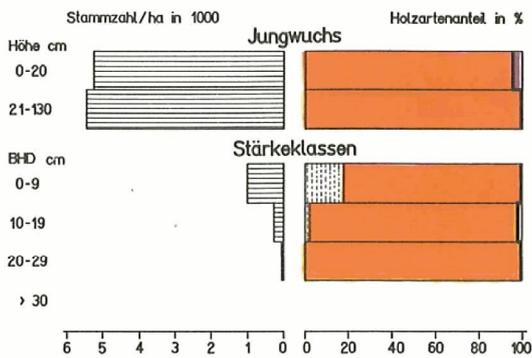
A
 S
 Höhe cm
 0-20
 21-130
 BHD cm
 0-9
 10-19
 20-29
 > 30
 T
 6
 Pion
 S
 Höhe cm
 0-20
 21-130
 BHD cm
 0-9
 10-19
 20-29
 > 30
 T
 6
 S
 Höhe cm
 0-20
 21-130
 BHD cm
 0-9
 10-19
 20-29
 > 30
 T
 6

Anteil der Holzarten an Stammzahl der Jungwuchs- und Stärkeklassen

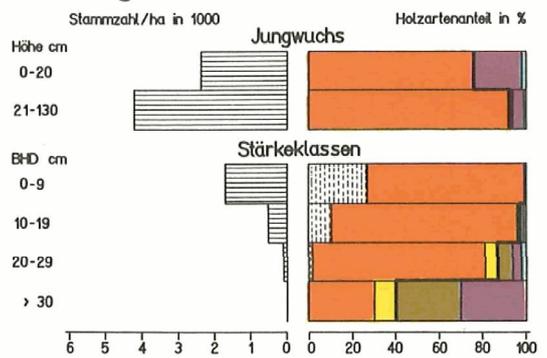
Figur 30



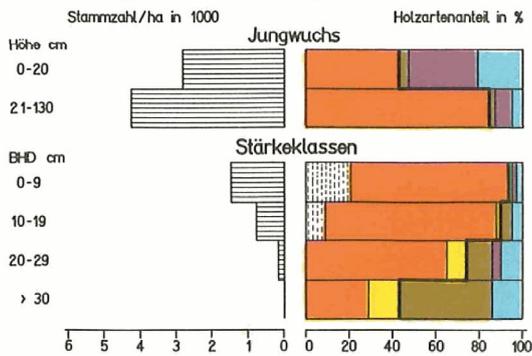
Pioniergesellschaft nach Waldverwüstung



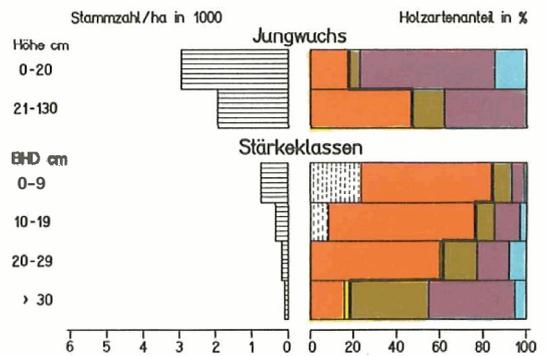
Mugeto-Ericetum caricetosum humilis



Mugeto-Ericetum hylcomietosum



Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum



20-29 cm
renwaldes
daß eine
Die Arven
m in den
allerdings
ht Dauer-
schreiten-
e eine Zu-
locomieto-
eitgehend
Bergföh-

ngung der
steht auch
nd halten
len ermit-

über 30 cm
3
3
-
1
7

n cembre-
ich in den
ermittelt

über 30 cm
15
31
33
4
81



Bild 28 A. Kurtt, Juli 1958

Auf den Standorten des *Rhodoreto-Vaccinietum cempliretosum* vermag die Bergföhre auf die Dauer den Konkurrenzkampf mit der Arve und der Lärche nicht zu bestehen. Ihre Krone wird bedrängt, schütter und stirbt ab. - God dal Fuorn.

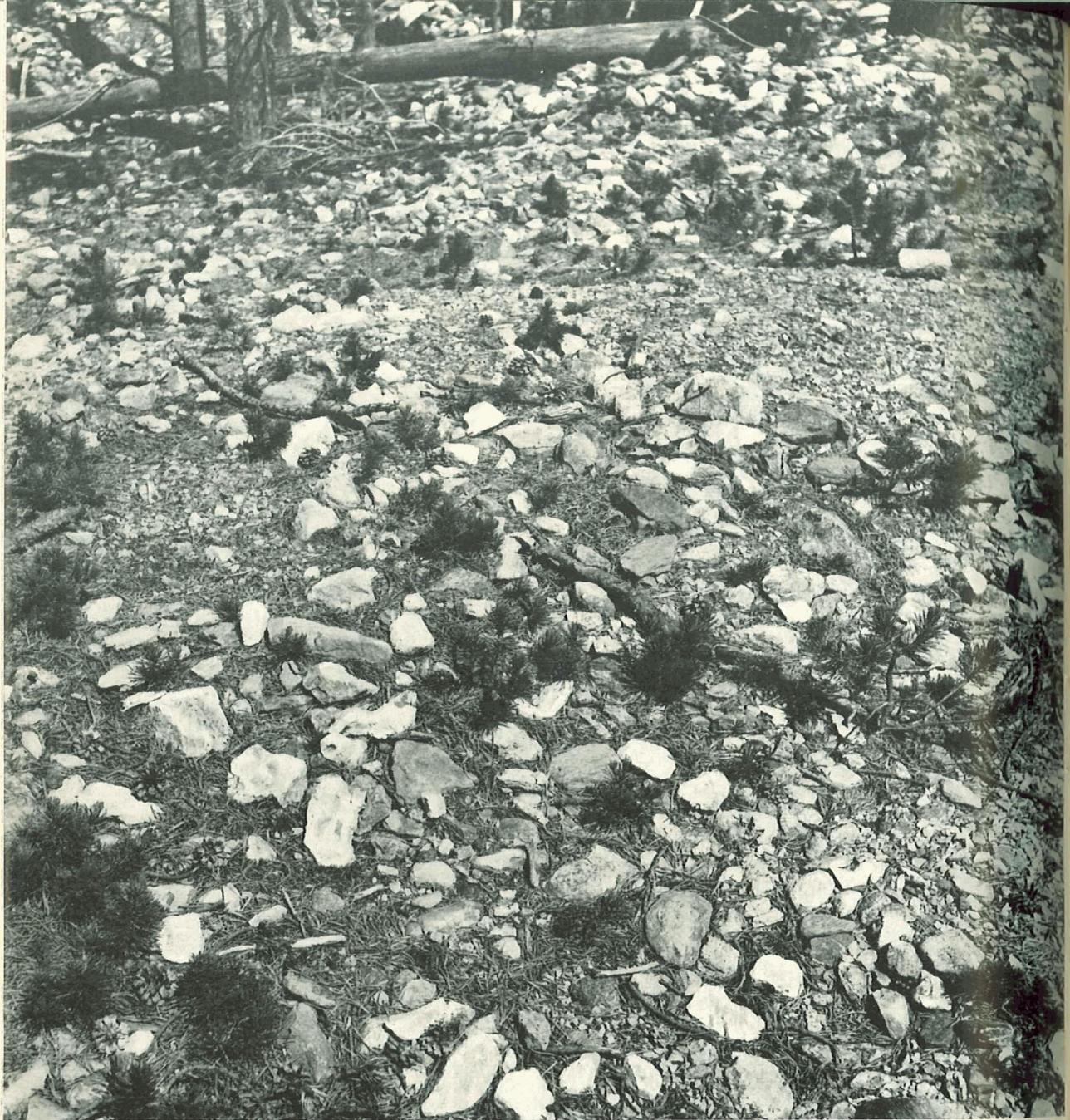


Bild 29 E. Müller, Juli 1957

Auf Kalkrohböden vermag nur die Bergföhre Fuß zu fassen. Verjüngung auf einer Bachüberführung der Val Chavagl (Brüna).

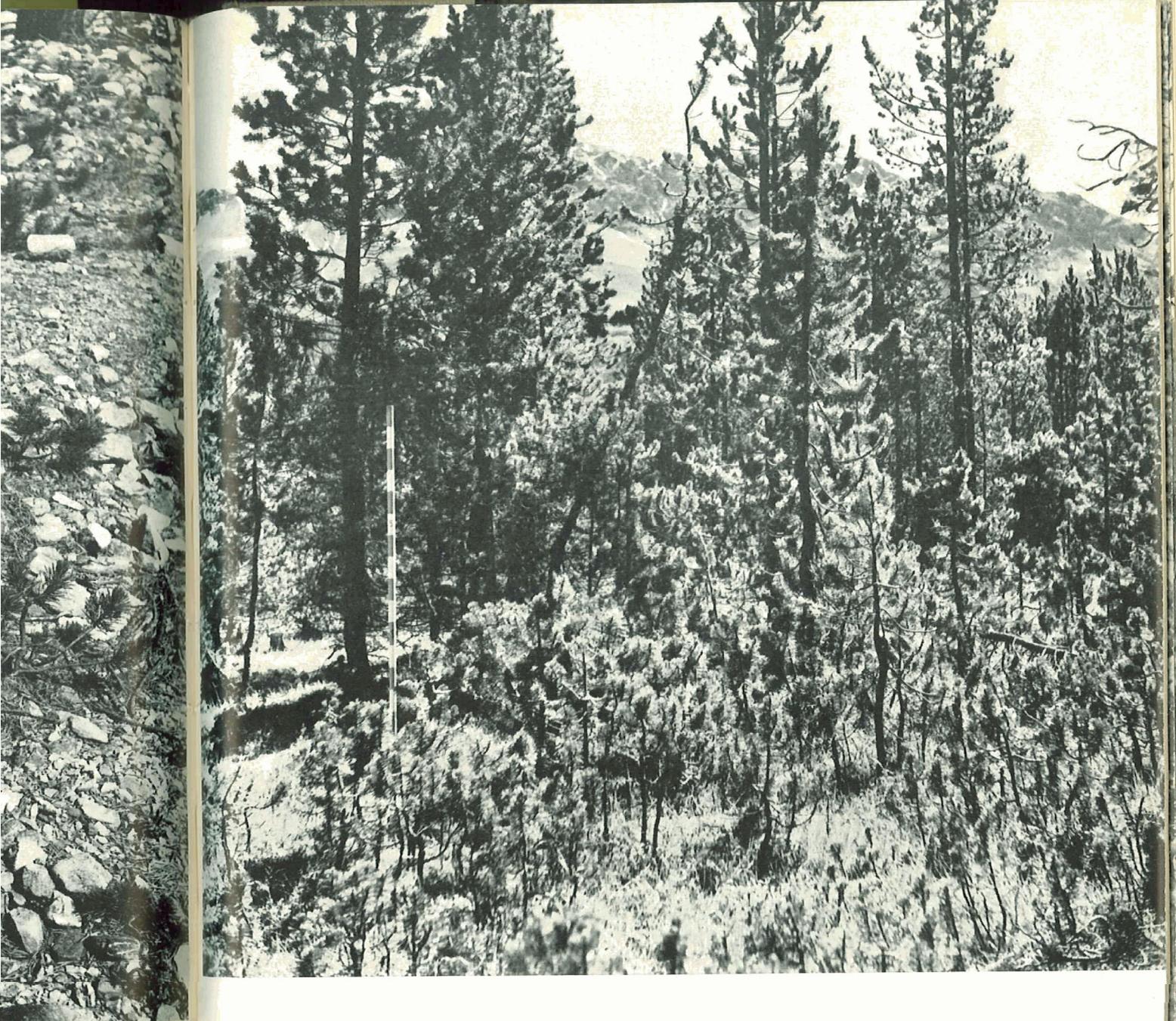


Bild 30 J. Werner, Juni 1957

Ehemalige Weidegebiete werden nach und nach vom Wald in Besitz genommen.
Bergföhrenverjüngung auf der Weide von Stabelchod.

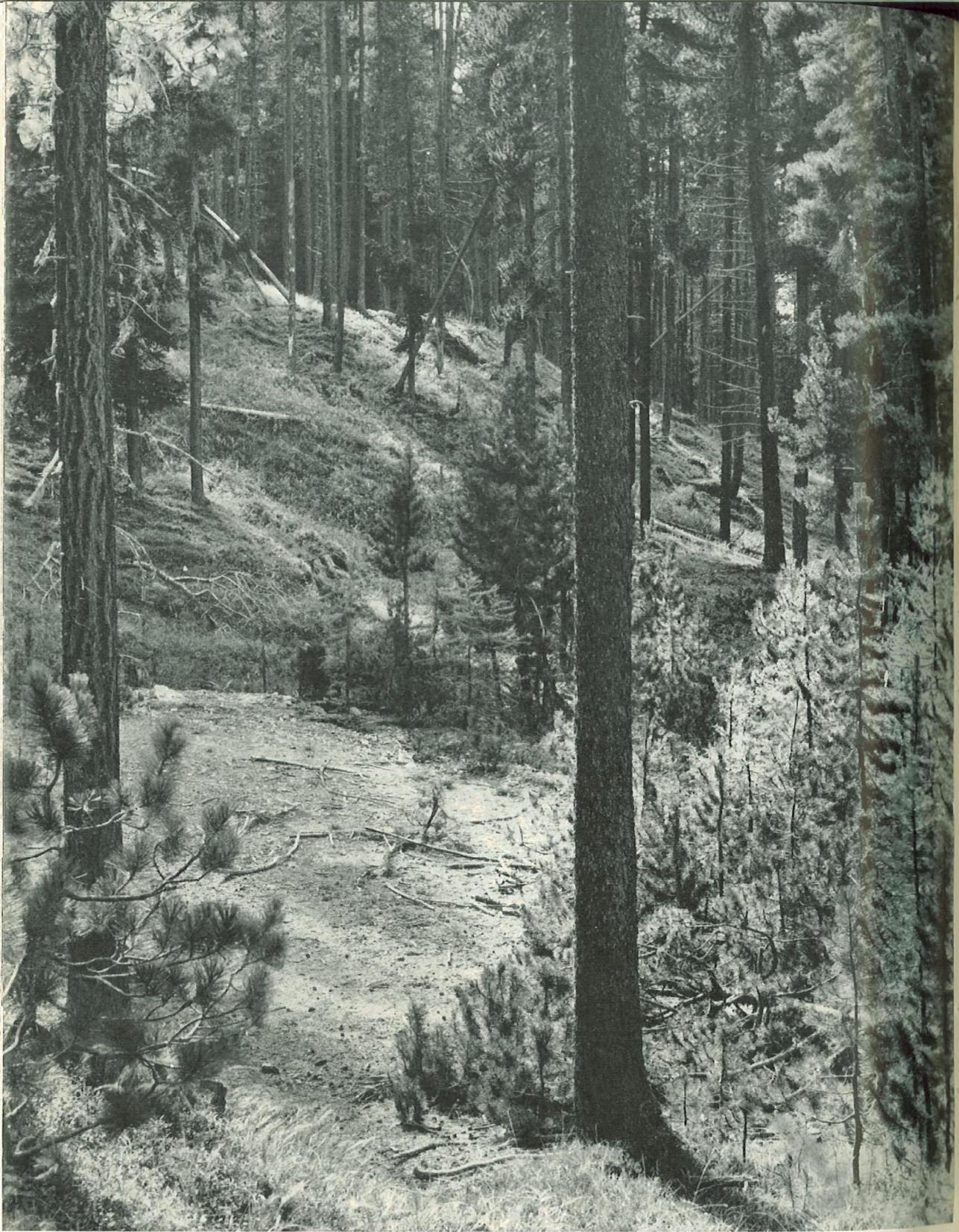


Bild 31 A. Kurth, Juli 1958

Lärchenjungwuchs ist verhältnismäßig selten. Wenn aber auf Verrucano- oder Moränenuntergrund infolge Rutschung oder Bachausbruch der Rohboden zutage tritt, vermag die zähe Lärche, zusammen mit der Bergföhre, auch in kleinen Lücken aufzuwachsen. God dal Fuorn, nahe Vål Chavagl.

im

ble

Be

wu

wü

rei

de

Lä

fer

ein

33

sic

tu

10-

hol

ste

drä

de

de

lun

sun

Pio

Ve

lan

Wi

wu

ein

sch

Nat

Noch eindrücklicher sind die Zahlen für das *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* innerhalb des Teilgebietes Fuorn (09) :

Tabelle 27

	Jungwuchs		Stärkeklassen			
		21—130 cm	0—9 cm	10—19 cm	20—29 cm	über 30 cm
Föhre	592	1027	452	197	95	15
Lärche	270	452	48	32	20	42
Arve	2666	869	58	31	34	43
Fichte	1058	26	16	15	27	8
Total	4586	2373	574	275	176	108

Es ist absolut undenkbar, daß der große Föhrenanteil der untersten Stärkeklassen bloß aus 500–600 Jungpflanzen/ha von 0–20 cm Höhe hätte entstehen können. Die Bergföhre muß deshalb im Zeitpunkt der Entstehung der heutigen Bestände im Jungwuchs weit zahlreicher vertreten gewesen sein als heute. Sofern sich die jetzigen Jungwüchse zu halten vermögen, werden die künftigen Bestände weit arven- und fichtenreicher sein als heute. Da gleichzeitig mit fortschreitender Alterung die Bergföhre in den jetzt vorhandenen **Altbeständen** im Konkurrenzkampfe unterliegt, **reichern** sich Lärche und Arve auch in diesen mehr und mehr an (Bild 28). Die gleichzeitig verlaufenden Vorgänge dürften eine beschleunigte Verdrängung der Bergföhre bewirken und ein deutliches Zeichen für die fortschreitende Wald- und Vegetationsentwicklung sein.

Die erfolgreiche Konkurrenzierung der Bergföhre im Jungwuchs wie im **Altholz** läßt sich an der Prozentverteilung der Darstellungen der Figur 30 erkennen. Im *Rhodoretum-Vaccinietum cembretosum* ist die Bergföhre nur in den Stärkeklassen 0–9 und 10–19 cm noch eindeutig vorherrschend, während sie beim Jungwuchs und beim Starkholz nur einen Bruchteil der Stammzahl ausmacht. Die dadurch in der Darstellung entstellende **glockenförmige** Verteilung darf als Zeichen der im Gange befindlichen Verdrängung der Bergföhre und der damit verbundenen **Waldentwicklung** gewertet werden.

Dieselbe, jedoch deutlich abgeschwächte Form der Verteilung ist auch auf den andern Standorten wieder zu erkennen. Je weiter die betrachtete Gesellschaft entwicklungsgeschichtlich von der Schlußgesellschaft des *Rhodoretum-Vaccinietum cembretosum* entfernt ist, um so undeutlicher ist die Glockenform der Verteilung, bis sie bei den Pioniergesellschaften gänzlich verschwindet. Im Teilgebiete Trupchun, in welchem die Vegetationsentwicklung dem *Piceetum subalpinum* und dem *Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum* zustrebt, scheint sich die Fichte auf Kosten der Lärche auszubreiten. Wie die Stammzahlen pro Klasse aber zeigen, ist dieser Vorgang durch geringe Jungwuchsdichte offenbar stark gehemmt. Es wurde bereits dargelegt, daß dies weitgehend eine Folge starker Wildschäden ist.

Für sämtliche Standorte zusammen (Darstellung Gesamtpark) ist die charakteristische Form noch erkennbar, so daß der vorsichtige Schluß zulässig sein dürfte, daß im Nationalpark mindestens eine Tendenz **zur** langsamen Umgestaltung besteht.

4 Wirtschaftlicher Wert

41 Wertbestimmende Faktoren und ihre Berücksichtigung

Der Wert eines Waldes und seines Ertrages wird durch zahlreiche Faktoren bestimmt. Diese können sowohl standortsbedingt, wie **wirtschafts-** und **betriebsbedingt** sein.

Klima und **Boden** ließen im Parkgebiet Wälder entstehen, welche **sich** durch eine verhältnismäßig einseitige Holzartenzusammensetzung, geringe Baumhöhen, wenig vorteilhafte Schaftformen und **-dimensionen** und als Folge davon durch bescheidene Vorräte und Zuwächse auszeichnen. Die Einseitigkeit und Armut ist durch die frühere Benutzung noch verstärkt worden. Die Meßgrößen der vorliegenden Aufnahme sind geeignet, um die Wirkung der **Standortsverhältnisse** und der früheren Eingriffe zahlenmäßig festzuhalten. Es lassen sich Angaben über die Zusammensetzung nach **Holzarten** und **Dimensionen** sowie nach **Vorrat** und **Zuwachs** machen.

Die Marktlage, als wichtigster wirtschaftlicher Faktor **läßt** sich ebenfalls unschwer beurteilen. Es ist bekannt, zu welchen Preisen die im Nationalpark bei einer **Bewirtschaftung** anfallenden Sortimente abgesetzt werden könnten. Das nahe Italien weist eine große Nachfrage nach Nutzholz auf, so daß sich eine recht günstige Lage ergibt.

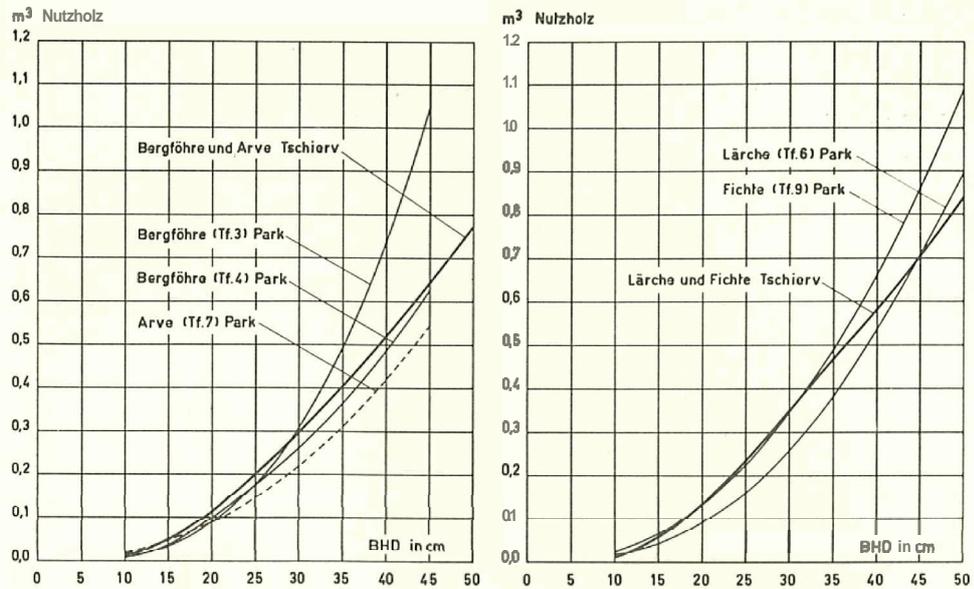
Bedeutende Schwierigkeiten verursacht leider die Beurteilung der betrieblichen Faktoren. Seit der Schaffung des Reservates sind die Wälder des **Parkes** nicht mehr bewirtschaftet worden. Vorher waren sie nur gelegentlich benutzt. Unterlagen über die Kosten der Betriebsführung fehlen völlig, und es gibt auch keine vergleichbare **Nachbarbetriebe**, deren **Kostenrechnungen** für die Bestimmung der Aufwendungen herangezogen werden könnten. Man ist deshalb auf gutachtliche Schätzungen angewiesen.

Bei dieser Sachlage erschien es angezeigt, bei der Wertbeurteilung des Waldvorrates und des **Waldertrages** stufenweise vorzugehen. Auf Grund der Aufnahmeergebnisse wurde daher zunächst das wichtigste, den Wert wesentlich bestimmende Sortiment, das **Nutzholz** erfaßt. **Darauf** wurden die **Erfahrungszahlen** des Bündner Forstdienstes dazu verwendet, um den **Bruttowert** und daraus abgeleitet die **Wertdifferenz** zu bestimmen. Zur Beurteilung des Nettowertes und des Betriebserfolges mußten schlußendlich **auch** die **Aufwendungen** irgendwie bestimmt werden.

411 Der Nutzholztarif

Der Vorrat der Wälder wurde bei dieser Aufnahme durch das Schaftvolumen **ausgedrückt**. Die Ermittlung erfolgte auf Grund der **Baumhöhe** und des Durchmessers in halber Höhe. Das erhaltene Volumen, das sich nur auf den Holzkörper (ohne Rinde) bezieht, wurde zur Aufstellung eines Tarifes, d. h. der Beziehung Volumen zu **Brusthöhendurchmesser** benutzt. Am einzelnen Baum ist nun aber das Holz unter 10 cm Durchmesser als Nutzholz nicht verwertbar; auch können die kleinen Bäume kaum in großem Maße abgesetzt werden. Um einen Hinweis auf das verwertbare Holz zu **erhal-**

Figur 31
Volumenarife für Nutzholz



ten, wurde deshalb ein *Nutzholztarif* aufgestellt. Dieser gibt das Nutzholzvolumen in Abhängigkeit zum *Brusthöhendurchmesser* wieder. Unter dem Nutzholzvolumen ist jener Teil des gesunden *Holzkörpers zu* verstehen, der sich unter den Marktverhältnissen des *Unterengadins* als *Sag-, Bau- oder Grubenholz* (Italien) mutmaßlich verkaufen ließe. Da sämtliche Holzarten bis zu einem minimalen *Zopfdurchmesser* von 10 cm leicht abgesetzt werden können, ist der Anteil des Nutzholzes am gesamten *Schaftvolumen* hoch. Die ausgeglichenen Nutzholztarife sind in Figur 31 dargestellt und mit analogen Tarifen aus ähnlichen Waldungen der Münstertalgemeinde Tschierov verglichen. Wieder erweist sich der Tarif der Bergföhre auf besten Standorten als hoch. Der *Nutzholzanteil* dieser *Holzart* übersteigt im *Mugeto-Ericetum hylocomietosum* (Tarif 3) denjenigen der übrigen Holzarten bei weitem; dies ist eine Folge der schlanken, vollholzigen *Schiaftform*. Arve und Lärche sind demgegenüber *abholzig*; sie ergeben bei gleichem Durchmesser deshalb nicht mehr Nutzholz als die Bergföhre auf schlechtestem Standort (*Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum*, Tarif 4). Nur die Fichte erreicht annähernd die Werte der Bergföhre bester Standorte. Trotz dieser erstaunlichen Tatsache darf die Bedeutung der Bergföhre als Nutzholzlieferant nicht überschätzt werden. Diese *Holzart* ist im *Park* vor allem durch kleine *Baumdimensionen* vertreten. Aus dem Verlauf der Tarifkurven ist ersichtlich, daß für diese kleinen Dimensionen die Unterschiede zwischen den *Holzarten* gering sind (mit Ausnahme der Lärche). Gesamthaft vermag deshalb die Bergföhre den Anteil des Nutzholzes trotz ihrer Vollholzigkeit nur wenig zu erhöhen. Lärche, Arve und *Waldföhre* hingegen sind in den stärkeren Dimensionen gut vertreten. Obgleich sie *abholzig* sind, ergeben sie deshalb einen hohen Nutzholzanteil

und beeinflussen Ertrag und Wert wesentlich. Durch die Preisunterschiede wird diese Wirkung noch verstärkt.

Wie aus dem Tarif für Schaftholz läßt sich auch aus demjenigen für Nutzholz bei bekannter Jahrringbreite ein Zuwachstarif ableiten. Mit Hilfe dieses *Nutzholzzuwachstarifes* läßt sich für die einzelnen Teile des Parkes der Zuwachs an Nutzholz errechnen. Dies ist zur Beurteilung der Eignung der Wälder für die Bewirtschaftung von wesentlicher Bedeutung.

412 Der Werttarif

Da die Einheitspreise für die verschiedenen **Holzsortimente** ohne Schwierigkeiten ermittelt werden konnten, die Kosten für Holzerei, Transport und Verwaltung sich jedoch nur **schätzen** ließen, **entschloß** man sich, die **beiden** Faktoren zu trennen. Es wurde deshalb ein Werttarif aufgestellt, der sich nur **auf den Bruttowert** bezieht. Angesichts der entscheidenden Bedeutung des Nutzholzes wurde außerdem am einzelnen Baum nur der **Nutzholzanteil** auf seinen Wert hin beurteilt. Der Wert wird in relativen Einheiten ausgedrückt, die aus Preisrelationen hergeleitet sind.

Tabelle 28 **enthält** die Bruttopreise, die nach der Auffassung der örtlichen Forstämter und der **Selva**¹ an der Ofenbergstraße im Jahre 1957 hätten gelöst werden **können**.

Tabelle 28

Bruttopreise 1957

Holzart	Sortiment	Bruttopreis Fr./m ³	Wertfaktor	Relative Wertdifferenz
Alle Holzarten	Brennholz	45.—*	1.—	0.00
Bergföhre	Alle Sortimente	75.—	1.67	0.67
Lärche	Schwaches Holz	70.—	2.00	1.00
Lärche	Starkes Holz	130.—	2.89	1.89
Arve	Alle Sortimente	120.—	2.67	1.67
Waldföhre	Schwaches Holz	80.—	1.78	0.78
Waldföhre	Starkes Holz	120.—	2.67	1.67
Fichte	Schwaches Holz	95.—	2.11	1.11
Fichte	Starkes Holz	120.—	2.67	1.67

* Preis für 1 m³ Brennholz unter der Berücksichtigung, daß alles Holz ohne Rinde gemessen wurde.

Die **Werttarife** der einzelnen **Holzarten** wurden wie die Nutzholztarife aus den Meßdaten der **Zuwachsprobehäuser** abgeleitet. Der Wert eines jeden Probebaumes wurde durch **Multiplikation** des errechneten **Nutzholzvolumens** mit dem **Wertfaktor** ermittelt, der dem angesprochenen Sortiment entsprach. **Darauf** erfolgte die **Ausgleichung** der Einzelwerte wie bei den Volumentarifen. Würde das vorhandene Nutzholz zu **Brennholz** gerüstet, **so** wäre der Wert für alle Dimensionen gleich 1; d. h. der Werttarif für Brennholz entspricht dem **Nutzholztarif**. Die **Wertvermehrung**, welche durch das Aus-

¹ Selva = Genossenschaft bündnerischer Holzproduzenten, Chur.

Wird diese
 Nutzholz bei
 Zuwachs-
 errechnen.
 wesent-

keiten er-
 g sich je-
 ennen. Es
 zieht. An-
 einzelnen
 relativen

en Forst-
 rden kön-

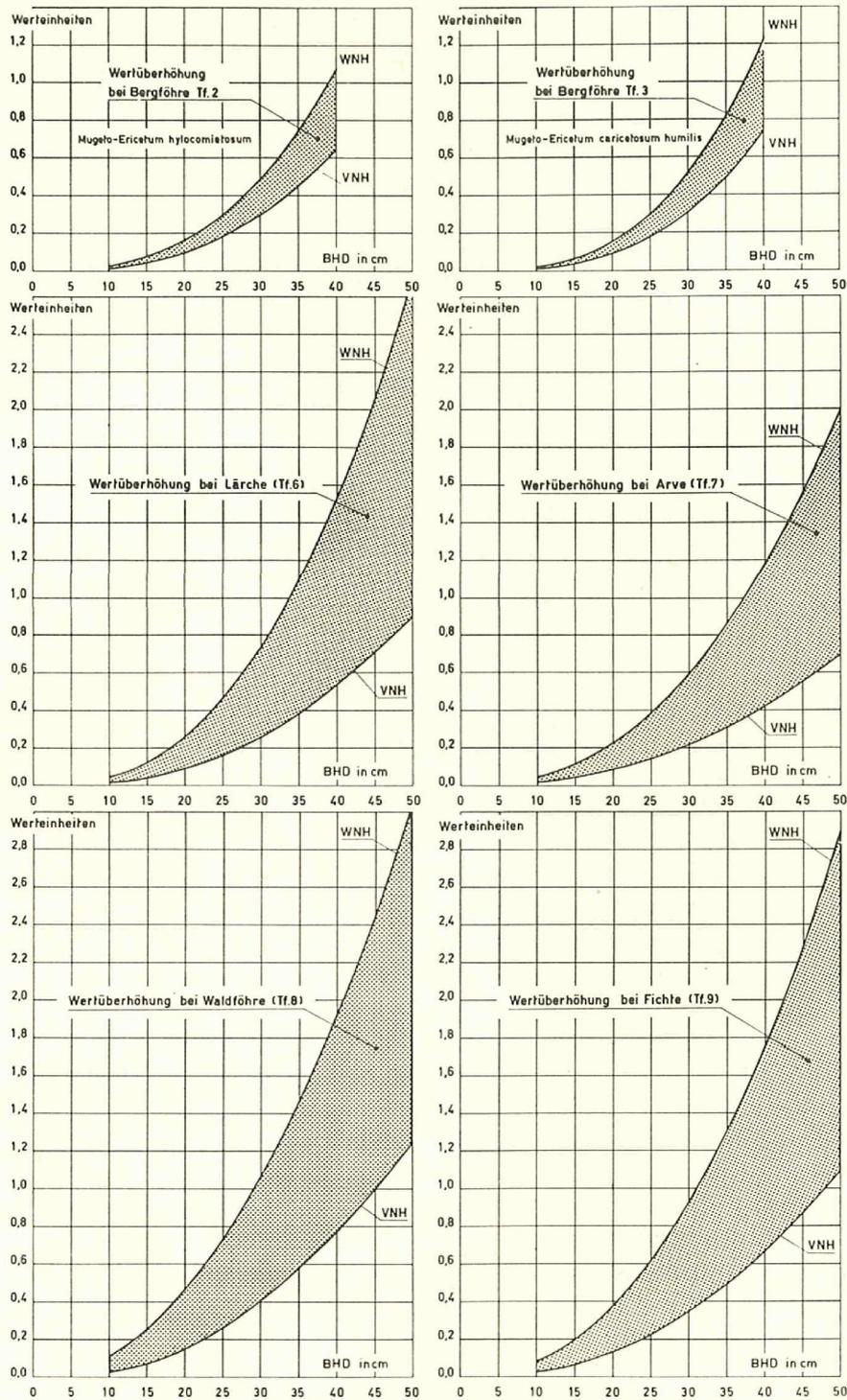
Relative
 wertdifferenz

- 0.00
- 0.67
- 1.00
- 1.89
- 1.67
- 0.78
- 1.67
- 1.11
- 1.67

essen wurde.

den Meß-
 nes wurde
 ermittelt,
 ehung der
 zu Brenn-
 rttarif für
 das Aus-

Figur 32 Werttarife für Nutzholzvorrat



halten des Nutzholzes entsteht, entspricht einer «Überhöhung» des Nutzholztarifes (vergleiche Figur 32). Diese Überhöhung wurde als *Wertdifferenz* bezeichnet und dazu verwendet, um den Wert bzw. den Mehrwert der Bestände auszudrücken. Die *Wertdifferenz* in Beziehung zum Brusthöhendurchmesser hat ebenfalls den Charakter eines Tarifes.

Wie aus Figur 32 ersichtlich, ist die Wertdifferenz bei der Bergföhre verhältnismäßig gering. Einerseits weisen die Bergföhrenschäfte infolge ihrer geringen Höhe nur einen kleinen Nutzholzanteil auf (VNH), andererseits ist der Preis für das Nutzholz nur wenig höher als für das Brennholz. Für alle Sortimente und Qualitäten wurde auf Grund der Erfahrungszahlen lediglich eine Preisdifferenz von 30 Franken pro m^3 oder von 0,67 relativen Werteinheiten festgestellt.

Der Nutzholztarif der Lärche ist nicht höher als derjenige der Bergföhre, hingegen fällt der Mehrwert des Nutzholzes sehr stark ins Gewicht. Bereits die schwachen Nutzholzsortimente sind doppelt soviel wert wie das Brennholz, die starken fast dreimal soviel. Die Wertdifferenz erscheint damit als recht deutliche Überhöhung des Nutzholztarifs. Bei der Arve hingegen sind die Preise für alle Dimensionen praktisch gleich. Außerdem ist der Nutzholzanteil verhältnismäßig gering. Die Überhöhung ist damit weniger deutlich als bei der Lärche, aber doch bedeutend größer als bei der Bergföhre. Hoher Nutzholzanteil und guter Preis lassen die Wertdifferenz bei Waldföhre und bei Fichte große Beträge annehmen.

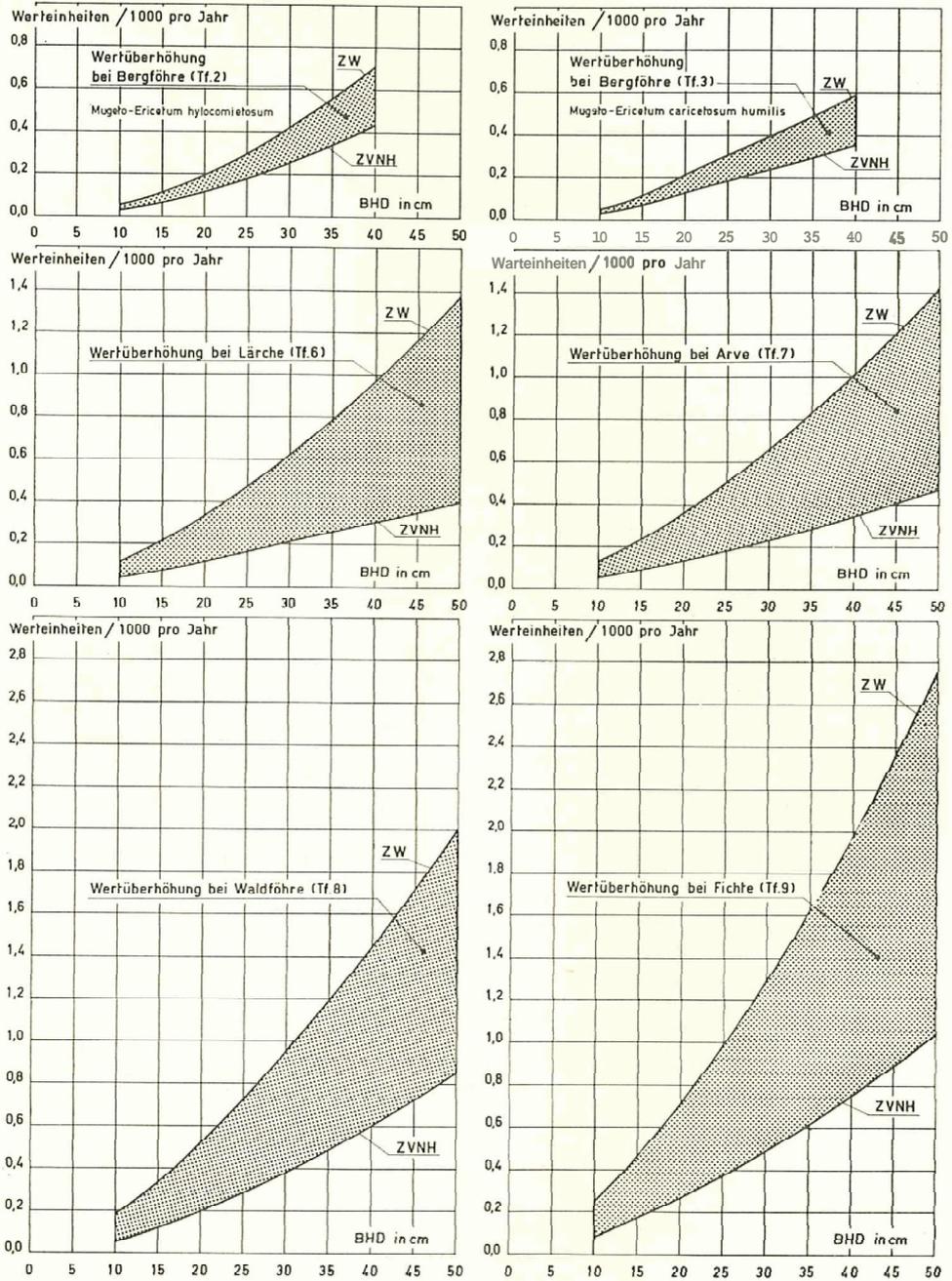
Aus dem *Werttarif* lassen sich durch Ableitung der *Tariffunktion* Wertsteigungsfaktoren ermitteln, die der Kambiumfläche bei der Ableitung der Volumenfunktion entsprechen. Das Produkt aus *Wertsteigungsfaktor* (gleichzeitige Volumen- und Wertzunahme) und Jahrringbreite der Probestämme ergibt den Wertzuwachs, der auch den Wertzuwachs durch die Sortimentsverbesserung enthält. Auch diese, für jeden Zuwachsprobestaum errechneten Werte, lassen sich zu einem Tarif, dem Wertzuwachstarif verarbeiten. Wie bei der Bildung des Wertdifferenztarifes kann auch hier wieder die Wertdifferenz des Nutzholzzuwachses durch Subtraktion des Zuwachsvolumens vom Zuwachswert errechnet werden. Dies bezeichnen wir als Wertüberhöhung.

In Figur 33 sind die erhaltenen Beziehungen dargestellt. Während die Überhöhungen bei Bergföhre wieder sehr bescheidene Ausmaße erreichen, treten sie bei den übrigen Holzarten deutlich hervor. Fast gleich sind sie bei Lärche und Arve. Der Mehrwert des Holzes kann sich bei Lärche nicht auswirken, da der Zuwachs klein ist. Umgekehrt wird der verhältnismäßig kleine Mehrwert bei Arve durch großen Zuwachs kompensiert. Die Waldföhre hält bei großem Mehrwert und mittlerem Zuwachs die Mitte, während die Fichte mit ihrem wertvollen Nutzholz und einem großen Zuwachs die größte Wertüberhöhung aufweist.

Die Wertdifferenztarife wurden als geeignet angesehen, um im Gesamtpark in den Teilgebieten, den Beständen und den Pflanzengesellschaften Aussagen über den relativen Wert des Vorrates und des Zuwachses zu machen. Der absolute Wert läßt sich aus dem relativen ableiten. Es müssen dann aber die Kosten für die Betriebsverwaltung und für das Fällen, Rüsten und Transportieren des Holzes in den verschiedenen Teilen des Parkes berechnet oder geschätzt werden.

Wert
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
0
Wert
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
0
Wert
2,8
2,6
2,4
2,2
2,0
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
0,0
0

Figur 33
Werttarife für Nutzholzzuwachs



42 Das verwertbare Holz des Nationalparks

421 Die Verwertbarkeit auf Grund des Gesundheitszustandes

In Gebirgslagen kann aus Kostengründen im allgemeinen nur völlig gesundes Holz aufgerüstet und transportiert werden. Bei der **Aufnahme** wurden alle gemessenen Bäume auf ihren Gesundheitszustand und ihre Verwertbarkeit hin beurteilt.

Tabelle 29 *Schaftholzvorräte*

Gesundheit und Verwertbarkeit	Hochwald m ³	Legföhren m ³	Zusammen m ³
Normal verwertbar	241 274	43 121	284 395
abgestorben, aber verwertbar . .	19 081	989	20 070
nicht verwertbar	12 712	3 158	15 870
Zusammen	273 067	47 268	320 335
pro ha	76	29	61
Verwertbare Baumleichen . . .			4 131
pro ha			6

Einzelheiten siehe Tabellen VII und VIII im Anhang.

Da die Beurteilung des Gesundheitszustandes und der Verwertbarkeit nur auf Grund äußerlicher Merkmale erfolgen konnte, stellen die Angaben zweifellos Höchstwerte dar..

422 Der Nutzholzvorrat

Der gesamte Schaftholzvorrat des Hochwaldes beträgt rund 273 000 m³ oder 76 m³/ha. Davon sind etwas mehr als 180 000 m³ oder 50 m³/ha Nutzholz. Nur 148 000 m³ oder 41 m³/ha gehören gesunden Bäumen an (Zustand 1), während 32 000 m³ oder 9 m³/ha auf abgehende und abgestorbene Bäume entfallen (Zustände 2–6).

Zu diesen Vorräten ist noch das verwertbare Holz der **entwurzelten** Bäume hinzuzurechnen (rund 4 000 m³). Ferner enthalten auch die **Legföhrenflächen** etwas Nutzholz, nämlich dasjenige einzeln oder gruppenweise eingestreuter **Hochstämme** (rund 8 000 m³ oder 4,7 m³/ha). Da diese zusätzlichen Mengen wohl nur in Ausnahmefällen gewinnbringend verwertbar sind, **werden** sie nachfolgend nicht betrachtet.

Es ist bereits aus den absoluten Zahlen ersichtlich, daß der Anteil des Nutzholzes in den Teilgebieten recht verschieden ist. Die Figur 34 gibt ein **anschauliches** Bild über die Höhe des **Nutzholzvorrates** pro Hektare. Während sich diese in den meisten Teilgebieten etwas unterhalb oder oberhalb des Gesamtdurchschnittes (**50,4 m³/ha**) halten, fallen Trupchun, Fuorn und Brüna durch besonders hohe, und Tantermozza, **Mingèr-Süd** und **Mingèr-Nord** durch besonders tiefe Nutzholzvorräte auf. In den erstgenannten Gebieten ist der Anteil an Fichten, Arven und Lärchen groß; in den letztgenannten nehmen hingegen Legföhren und schwache Bergföhren einen weiten Raum ein. Die Teilgebiete **Praspöl** und **Schera** zeigen größere **Mengen** Nutzholz abgehender und ab-

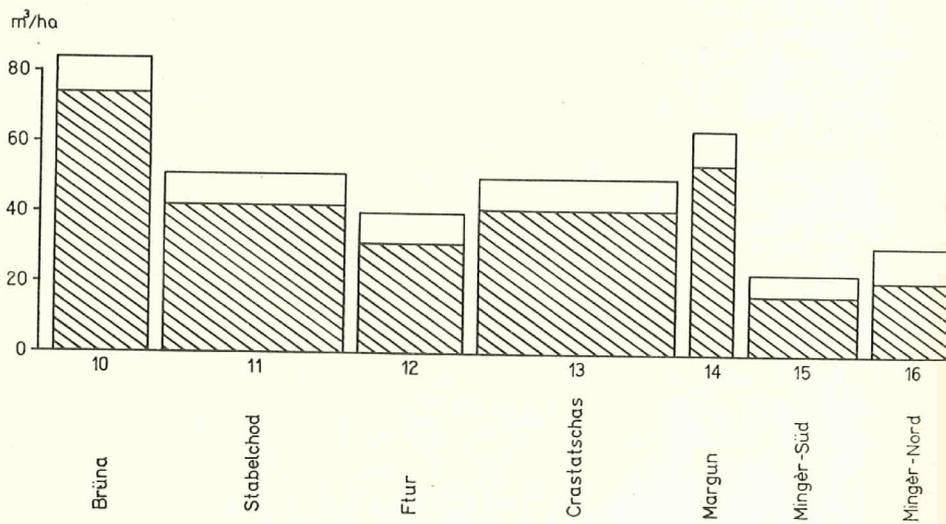
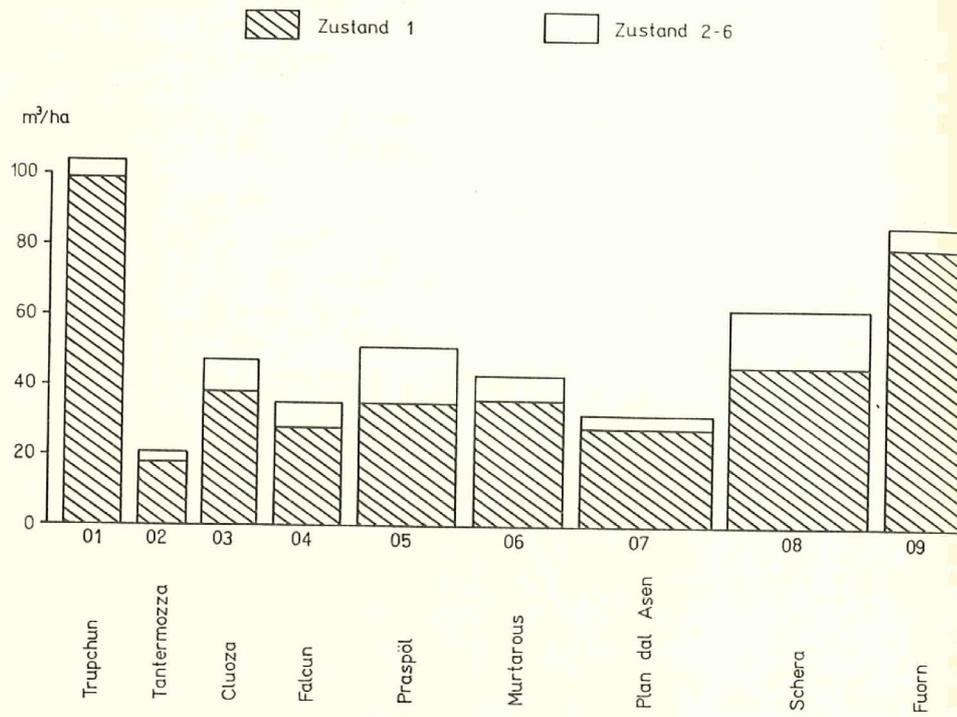
Teilgebiet	Fläche ha	Nutzholzvorrat		
		Zustand 1 m ³	Zustände 2—6 m ³	Zusammen m ³
01 Trupchun	129,8	12 886	722	13 608
02 Tantermozza	108,7	1 945	335	2 280
03 Cluozza	126,8	4 785	1 120	5 905
04 Falcun	159,0	4 450	1 103	5 553
05 Praspöl	223,6	7 831	2 951	10 782
06 Murtarous	204,6	7 411	1 735	9 146
07 Plan dal Asen	305,7	8 609	1 319	9 928
08 Schera	322,0	14 748	5 025	19 773
09 Fuorn	173,6	13 937	1 108	15 045
10 Brüna	216,6	15 933	2 205	18 138
11 Stabelchod	413,0	17 197	3 881	21 078
12 Ftur	238,5	7 371	2 268	9 639
13 Crastatschas	452,3	18 442	3 958	22 400
14 Margun	97,2	5 276	904	6 180
15 Mingèr-Nord	250,1	4 211	1 491	5 702
16 Mingèr-Süd	180,2	3 716	1 916	5 632
Ganzer Park	3601,7	148 748	32 041	180 789

gestorbener Bäume. In Praspöl macht der Anteil 32% und in Fuorn 26% des gesamten Nutzholzes aus (im gesamten Hochwald 18%). Dies ist weitgehend eine Folge der starken Gefährdung dieser Bestände durch Lawinen. Für die Beurteilung der Wälder in bezug auf ihre Eignung als forstliche Betriebe ist die Kenntnis des Zuwachses an Nutzholz besonders wichtig.

Bedeutende Unterschiede im Nutzholzanteil treten begrifflicherweise in den Beständen verschiedener Standortseinheiten auf. Wie aus der Tabelle X im Anhang im einzelnen hervorgeht, haben nur die Fichten- und Lärchen-Arvenengesellschaften größere Nutzholzvorräte, während die Bergföhren- und Waldföhrengesellschaften mittlere, die Pioniergesellschaften kleine aufweisen. Vom Schaftholz konnten folgende Anteile an Nutzholz ermittelt werden:

Piceetum subalpinum	90%
Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	82%
Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	84%
Pineto-Caricetum humilis (Pinus engad.)	64%
Pineto-Caricetum humilis (Pinus Mugo)	47%
Nugeto-Ericetum caricetosum humilis	61%
Mugeto-Ericetum hylacomietosum	70%
Hochwald insgesamt	70%
Legföhren	22%

Figur 34
Verwertbares Nutzholz nach Gebieten
 Zustand 1 = gesunde Bäume, Zustand 2-6 = abgehende oder abgestorbene Bäume
 Breite der Säule = Maß für die Waldfläche



Diese Angaben deuten bereits an, auf welchen Standorten mit wirtschaftlich wertvollen Beständen gerechnet werden kann. Zunächst sei aber noch nach der Leistung gefragt.

423 Der Nutzholzzuwachs

Der Zuwachs an Nutzholz konnte über den Nutzholztarif und die Jahrringbreite auf gleiche Art berechnet werden wie der Schafholzzuwachs. Die Ergebnisse sind in den Tabellen V und VI für die Teilgebiete, in der Tabelle X für die Pflanzengesellschaften und in der Tabelle XIII für die Überbestände zusammengestellt. Gemäß Tabelle V nimmt der Nutzholzvorrat im Hochwald des Nationalparks jährlich um rund 2000 m³ zu. Dies sind 1,3% oder 0,54 m³ pro Hektare. Wieder ergeben sich große Unterschiede für die einzelnen Standortseinheiten. Der größte Nutzholzzuwachs wurde im *Piceetum subalpinum*, der kleinste in den alpinen Gesellschaften festgestellt.

Zuwachs nach Pflanzengesellschaften

Tabelle 31

Pflanzengesellschaft	Schafholz m ³ /ha	Nutzholz m ³ /ha	Anteil Nutzholzzuwachs am Schafholzzuwachs %
<i>Piceetum subalpinum</i>	1,58	1,40	89
Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	0,98	0,77	78
Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	1,09	0,86	79
Pineto-Caricetum humilis (P. eng.)	0,68	0,43	64
Pineto-Caricetum humilis (P. Mugo)	0,49	0,22	45
Mugeto-Ericetum caricetosum humilis	0,79	0,46	58
Mugeto-Ericetum hylacomietosum	1,05	0,72	68
Mugeto-Rhodoretum hylacomietosum	0,66	0,42	64
Alpine Gesellschaften	0,29	0,19	66
Gesamter Hochwald	0,83	0,54	65

Nur die fichten-, lärchen- und arvenreichen Pflanzengesellschaften haben einen großen Schafholz- und einen großen Nutzholzzuwachs. In den Bergföhrengesellschaften kann zwar der Schafholzzuwachs verhältnismäßig groß sein, der Nutzholzzuwachs erreicht aber keine großen Beträge. Ein großer Teil des dort produzierten Hohen ist damit wenig wertvolles Brennholz.

43 Der Wert des Nutzholzes

Durch die Benützung eines Werttarifes läßt sich sowohl der Wert des Nutzholzvorrates als auch des Nutzholzzuwachses aus den Aufshmeergebnissen errechnen. Die Bestände haben einen um so größeren Wert, je stärker der Anteil der großen Baumdimensionen ist und je stärker die wertvollen Holzarten Fichte, Lärche, Arve und Wald-

föhre vertreten sind und die weniger wertvolle Bergföhre zurücktritt. Da der Tarif auf dem Unterschied zwischen Nutzholz- und Brennholzpreis beruht, wird nicht der volle Wert, sondern nur der Mehrwert des in den Waldungen vorhandenen **Nutzholzes** bestimmt. Sofern die Kosten für **Fällen**, Rüsten, Transport und alle übrigen, die Produktion belastenden Aufwendungen den Betrag des **Brennholzpreises** (Fr. 45.– pro ent-rindetes Brennholz an der Ofenbergstraße angenommen) nicht übersteigen, stellt die Wertdifferenz den Nettowert des Nutzholzes dar. Der Bruttowert kann durch **Addition** der **Nutzholzmenge** in m³ und der Anzahl Wertdifferenzeinheiten bestimmt werden: Für allfällige **Wertbeurteilungen** dürfte aber die Wertdifferenz zweckmäßiger sein.

431 Der Wert des Nutzholzvorrates

Die Wertdifferenz des Nutzholzvorrates aller gesunden Bäume beträgt für den Hochwald des Nationalparkes insgesamt 175913 Werteinheiten; das sind **durchschnittlich** 48,8 Einheiten pro Hektare. An diesem Betrag sind die verschiedenen **Stärkeklassen** und **Holzarten**, entsprechend der jetzigen Waldzusammensetzung, gemäß Tabelle 32 und Tabelle 33 beteiligt.

Tabelle 32

Wertdifferenz nach Stärkeklassen

Stärkeklassen cm	Wertdifferenz		Stammsabl pro La
	absolut	pro ha	
10—19	47 008	13,0	461
20—29	70 502	19,6	112
30—49	43 244	12,0	17
über 50	15 159	4,2	2
Zusammen	175 913	48,8	592

Tabelle 33

Wertdifferenz nach Holzarten

Holzarten	Wertdifferenz		Stammzahl pro ha
	absolut	pro ha	
Bergföhre	55 772	15,5	435
Lärche	47 952	13,3	39
Arve	26 409	7,3	23
Waldföhre	17 881	5,0	13
Fichte	27 899	7,7	28
Zusammen	175 913	48,8	538*

* ohne Legföhre

Aus den Zahlen geht recht eindrücklich hervor, **wieviel wertvoller** die starken **gegen-**über den schwachen Sortimenten sind. Bei den Holzarten erscheint der **Wert** der so zahlreich vertretenen Bergföhre gering gegenüber demjenigen der schwach **vertretenen** Lärche, Arve, Waldföhre und Fichte.

r Tarif auf
it der volle
zholzes be-
lie Produk-
pro m³ ent-
1, stellt die
h Addition-
werden. Für
n.

den Hoch-
schnittlich
ärkeklassen
Tabelle 32

nmzahl o ha
161
12
17
2
192

nmzahl o ha
35
39
23
13
28
38*

en gegen-
ert der so
ertretenen

Da die Zusammensetzung nach **Holzart und Stärkeklassen** in den Teilgebieten und besonders in den **Standortseinheiten** wechselt, ergeben sich beträchtliche **Wertunter-**schiede pro Flächeneinheit. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in den Tabellen **VI** und **VII** für die Teilgebiete, **X** für die **Pflanzengesellschaften** und **XIII** für die **Über-**bestände **festgehalten**. Aus den Zahlen geht **hervor, daß** die Unterschiede zwischen ver- schiedenen Standorten oder Beständen bei **der** Wertdifferenz viel deutlicher sind als beim Schaftholzvorrat oder beim **Nutzholzvorrat**. Während beispielsweise im *Piceetum subalpinum* der Schaftholzvorrat **gegenüber dem Pineto-Caricetum humilis (Pinus mugo)** nur dreimal und der **Nutzholzvorrat** des *Piceetums* viermal so groß ist, beträgt die Wertdifferenz das Zehnfache! Durch die Anwendung der Wertdifferenz zur **Cha-** rakterisierung der **Wertverhältnisse** lassen **sich** die wirtschaftlich wertvollen Waldteile sehr deutlich kennzeichnen. In der **Kartenübersicht k** sind die Wertdifferenzen pro Hektare, wie sie in den **Überbeständen** ermittelt wurden, dargestellt. Unschwer lassen sich die Waldteile mit besonders wertvollen Vorräten erkennen. Das Teilgebiet **Trup-** chun sticht deutlich hervor; es weist mit durchschnittlich **179,9** Werteinheiten die größte Wertdifferenz des Nationalparks auf. Trotzdem das Gebiet nur 129,8 ha Hoch- waldfläche mißt, steht es auch bei der Gesamtsumme mit rund 23 000 Werteinheiten an der Spitze (Tabelle VI). Die **verhältnismäßig** starke Vertretung der Fichte gibt diesen Wäldern einen beträchtlichen wirtschaftlichen Wert. Im zentralen Waldgebiet Spöl- Fuorn sind die Werte unausgeglich. Immerhin fallen die Teilgebiete Fuorn und Brüna auf, in welchen sich hochwertige Bestände deutlich **häufen**. Diese Teilgebiete sind vor allem durch Nord- und Ostexposition **gekennzeichnet**; der Untergrund besteht aus **Verrucanogesteinen**, auf denen verhältnismäßig tiefgründige, fruchtbare Böden ent- stehen. Die Bestände dieser Standorte sind lärchen- und arvenreich, was ihren wirt- schaftlichen Wert erhöht. **Wertvermehrend** wirkt sich **auch** die starke Vertretung der Waldföhre in den Beständen **längs** des **Spölflusses** aus. Demgegenüber weisen die Be- stände in den Gebieten Plan **dal** Asen, Crastatschas, **Ftur** und Stabelchod nur geringe Werte auf. Es handelt sich um ausgesprochene **Südlagen** mit Kalkuntergrund, auf de- nen das Baumwachstum, **wie** bereits mehrmals dargelegt, gering ist. Auch die hochge- legenen Bestände in den Talern **Tantermozza** und **Mingèr** haben einen bescheidenen wirtschaftlichen Wert, doch ist dies dort weniger auf den Standort als auf die frühere Ausbeutung zurückzuführen. **Im** allgemeinen tritt die Wirkung des Standorts deutlich hervor, so daß für die ausgeschiedenen **Pflanzengesellschaften** ausgeprägte Unterschie- de in der Wertdifferenz festgestellt werden konnten (Tabelle 34).

Obwohl die Wertunterschiede pro m³ **Nutzholzvorrat**¹ in den Beständen der Pflan- zengesellschaften verhältnismäßig gering sind, ergeben sich **infolge** des verschieden gro- ßen Vorrats und der verschiedenen Vertretung der Stärkeklassen große Abweichungen im Wert pro **Flächeneinheit**. So sind die Bestände des *Piceetum subalpinum* und des *Rhodoreto-Vaccinietum* um ein Vielfaches **wertvoller als** jene des *Mugeto-Ericetum cari- cetosum humilis*. Die wirtschaftlich interessanten Waldgebiete müssen sich deshalb im

¹ Der Quotient «Wertdifferenz: Nutzholzvorrat» ist ein Relativmaß für den Nutzholzwert (Brenn- holzwert = 0).

Tabelle 34

Wertdifferenz nach Pflanzengesellschaften

Pflanzengesellschaft	Wertdifferenzeinheiten	
	pro ha Fläche	pro m ³ Nutzholz
Pioniergesellschaften (sekundär)	2,7	0,9
Piceetum subalpinum	171,6	1,7
Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	115,7	1,4
Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	131,0	1,1
Pineto-Caricetum humilis (Pinus engad.)	17,6	0,7
Pineto-Caricetum humilis (Pinus Mugo)	8,0	0,7
Mugeto-Ericetum caricetosum humilis	29,8	0,9
Mugeto-Ericetum hylocomietosum	56,9	1,1
Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum	24,2	0,8
Ganzer Hochwald	48,5	1,2

Park überall dort befinden, wo die erstgenannten Pflanzengesellschaften auftreten. Es sind dies vor allem die Teilgebiete Trupchun (01), Fuorn (09) und Brüna (10).

Die bisherigen Betrachtungen beschränkten sich auf das Nutzholz der *gesunden* Bäume. Da auch die *abgehenden* und *abgestorbenen* teilweise noch Nutzholz ergeben können, weisen auch sie einen gewissen Wert auf, der in der Wertdifferenz zum Ausdruck kommt. Für die Teilgebiete wurden die in Tabelle 35 enthaltenen Ergebnisse ermittelt.

Tabelle 35

Wertdifferenz nach Teilgebieten

Teilgebiet	Wertdifferenz		
	Zustand 1	Zustände 2-6	Zusammen
01 Trupchun	23 348	1 287	24 635
02 Tantermozza	3 163	539	8 702
03 Cluozza	7 502	1 529	9 031
04 Falcun	7 079	1275	8 354
05 Praspöl	11 467	3 816	15 283
06 Murtarous	6 922	1416	8 338
07 Plan dal Asen	6 332	1 033	7 365
08 Schera	18 462	6 184	24 646
09 Fuorn	19 708	1 159	20 867
10 Brüna	18 492	2 377	20 869
11 Stabelchod	11 696	2 595	14 291
12 Ftur	6 022	1 640	7 662
13 Crastatschas	17 834	2 847	20 681
14 Margun	8 011	1 155	9 166
15 Mingèr-Nord	4 461	1 793	6 254
16 Mingèr-Süd	5 414	2 890	8 304
Gesamter Hochwald	175 913	33 537	209 450

Die kreuz- und querstehenden Schäfte der abgestorbenen, aber noch im Boden verankerten Bäume und die oft wirt durcheinanderliegenden Stämme der entwurzelten Bäume würden die Holzerei und den Holztransport außerordentlich erschweren. Sie können außerdem Brutstätten für Insekten sein und damit eine latente Gefahr für die gesunden Bäume bilden. Bei einer Bewirtschaftung müßte das Holz dieser Bäume aus den Wäldern entfernt oder an Ort und Stelle vernichtet werden. Ein großer Teil dieses, nach der Dimension als Nutzholz verwendbaren Holzes ist zweifellos teilweise entwertet, so daß es nur zu stark herabgesetztem Preis verkauft werden könnte. Zur Beurteilung des Waldwertes ist deshalb die Summe der Wertdifferenzen (Zustand 1) der gesunden und der abgehenden und abgestorbenen Bäume (Zustände 2–6) nur mit Vorbehalt verwendbar.

432 Der Wert des Zuwachses

Der Wertdifferenzzuwachs erreicht im Nationalpark den Betrag von 2127 WE oder 0,59 WE/ha. Die Höhe des Wertdifferenzzuwachses wird vor allem vom Standort, der Holzartenzusammensetzung und dem Stärkeklassenanteil beeinflusst. Die Wirkungen können sich gegenseitig verstärken wie auch abschwächen. Standorte oder Teilgebiete mit verhältnismäßig rasch wachsenden, gut geschlossenen und wertvollen Beständen ergeben die höchsten Zuwachswerte; im Nationalpark sind es vor allem die fichtenreichen Wälder. Die Lärchen-Arvenwälder haben kleinere Volumenzuwachse; die Sortimente weisen jedoch einen großen Wert auf, so daß trotzdem recht hohe Wertzuwächse entstehen. Die Bergföhrenwälder schließlich haben trotz beträchtlicher Massenleistung wegen des geringen Wertes der vorhandenen schwachen Sortimente nur kleinere Wertzuwächse. Der Einfluß der Zusammensetzung der Bestände auf den Wertdifferenzzuwachs geht deutlich aus den Ergebnissen in Tabelle 36 und Tabelle 37 hervor.

Wertzuwachs nach Holzarten

Tabelle 36

Holzart	Zuwachs an Wertdifferenz pro Hektare			
	Stabelchod (11)	Margun (14)	Fuorn (09)	Trupchun (01)
Bergföhre	0,413	0,136	0,222	0,002
Waldföhre	—	0,426	0,020	—
Lärche	0,004	0,155	0,288	0,554
Arve	0,003	—	0,353	0,406
Fichte	—	0,169	0,205	0,911
Zusammen	0,420	0,886	1,088	1,873

Die wertvollen Zuwächse werden dort geleistet, wo Waldföhren, Lärchen, Arven und Fichten gut vertreten sind und größere Dimensionen erreichen. Aus den Zahlenangaben der Tabellen V und VI im Anhang geht hervor, daß in den unterschiedenen Teilgebieten des Nationalparks die Leistung, absolut und relativ gemessen, sehr verschieden ist. Während Trupchun, Praspöl, Sehera, Fuorn und Brüna gesamthaft verhältnismäßig hohe Wertzuwächse zeigen, fallen Tantermozza, Plan dal Asen, Ftur und die

Tabelle 37

Wertzuwachs nach Stärkeklassen

Stärkeklasse cm	Zuwachs an Wertdifferenz pro Hektare			
	Stabelchod (11)	Margun (14)	Fuorn (09)	Trupchun (01)
10—19	0,278	0,349	0,215	0,241
20—29	0,129	0,279	0,347	0,582
30—49	0,013	0,241	0,387	0,903
über 50	—	0,017	0,139	0,147
Zusammen	0,420	0,886	1,088	1,873

beiden Mingèr durch sehr kleine auf. In den übrigen Teilgebieten ist nicht selten bei kleinem Zuwachs pro Hektare durch die große Flächenausdehnung doch eine große absolute Leistung festzustellen (Stabelchod, Crastatschas).

Über die Verteilung des Wertdifferenzzuwachses auf die Überbestände orientieren die Tabelle XIII des Anhangs und die Kartenübersicht I. Die Verteilung der zuwachskräftigsten Bestände auf die einzelnen Teile des Parkes ist ähnlich wie bei der Wertdifferenz (Übersichtskarte k). Die Bestände mit hoher Wertdifferenz zeigen auch einen hohen Wertdifferenzzuwachs. Einige Bestände mit geringer Wertdifferenz (z. B. in den Gebieten Murtarous, Stabelchod und Mingèr) weisen jedoch verhältnismäßig große Wertdifferenzzuwächse auf, da der Zuwachs infolge der beträchtlichen Jahrringbreite der dort dicht aufwachsenden Bergföhren geringer Durchmesser relativ hoch ist.

Die Übersicht I läßt erkennen, in welchen Teilen des Parkes eine allfällige Bewirtschaftung erfolgreich sein könnte. Ins Gewicht fallende Wertzuwächse sind in Trupchun, Falcun, längs des Spölllaufes und im Raume Fuorn und Brüna zu erwarten. Das Teilgebiet Crastatschas dürfte bereits an der unteren Grenze stehen. Unbedeutend sind offensichtlich Tantermozza, Cluoza, Plan dal Asen und Mingèr.

Von besonderem Interesse ist das Leistungsvermögen der Standortseinheiten. Obwohl wegen der unterschiedlichen Entwicklung der einzelnen Teile des Parkes ein Vergleich nur mit Vorbehalt vorgenommen werden darf, zeigt der Wertdifferenzzuwachs für die Pflanzengesellschaften offensichtliche Unterschiede (Tabelle X Anhang). Weitaus der größte Wertzuwachs wird im *Piceetum subalpinum* erreicht (2,34 WE/ha). Dies ist mehr als das Doppelte des Betrages des *Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum* (1,06 WE/ha), ungefähr das Dreifache desjenigen des *Mugeto-Ericetum hylacomietosum* (0,75 WE/ha) und etwa das Sechsfache des *Mugeto-Ericetum caricetosum humilis* (0,39 WE/ha). Auffallend geringe Leistungen haben ferner die beiden Varianten des *Pineto-Caricetum humilis* (0,31 bzw. 0,16 WE/ha).

Da im Hochwald des Parkes die Bergföhren- und Waldföhrenwälder 75% der Fläche einnehmen, ergibt sich nur ein bescheidenes Gesamtmittel von 0,59 WE pro Hektare. Mit andern Worten: der Mehrwert des Nutholzzuwachses gegenüber dem Brennholzzuwachs erreicht nur das 0,59fache. Gesamthaft betrachtet, wird demnach der Zuwachs an wenig wertvollem Material geleistet. Auf die Auswirkungen dieser Sachlage wird anschließend noch zurückzukommen sein.

Trupchun (01)
0,241
0,582
0,903
0,147
1,873

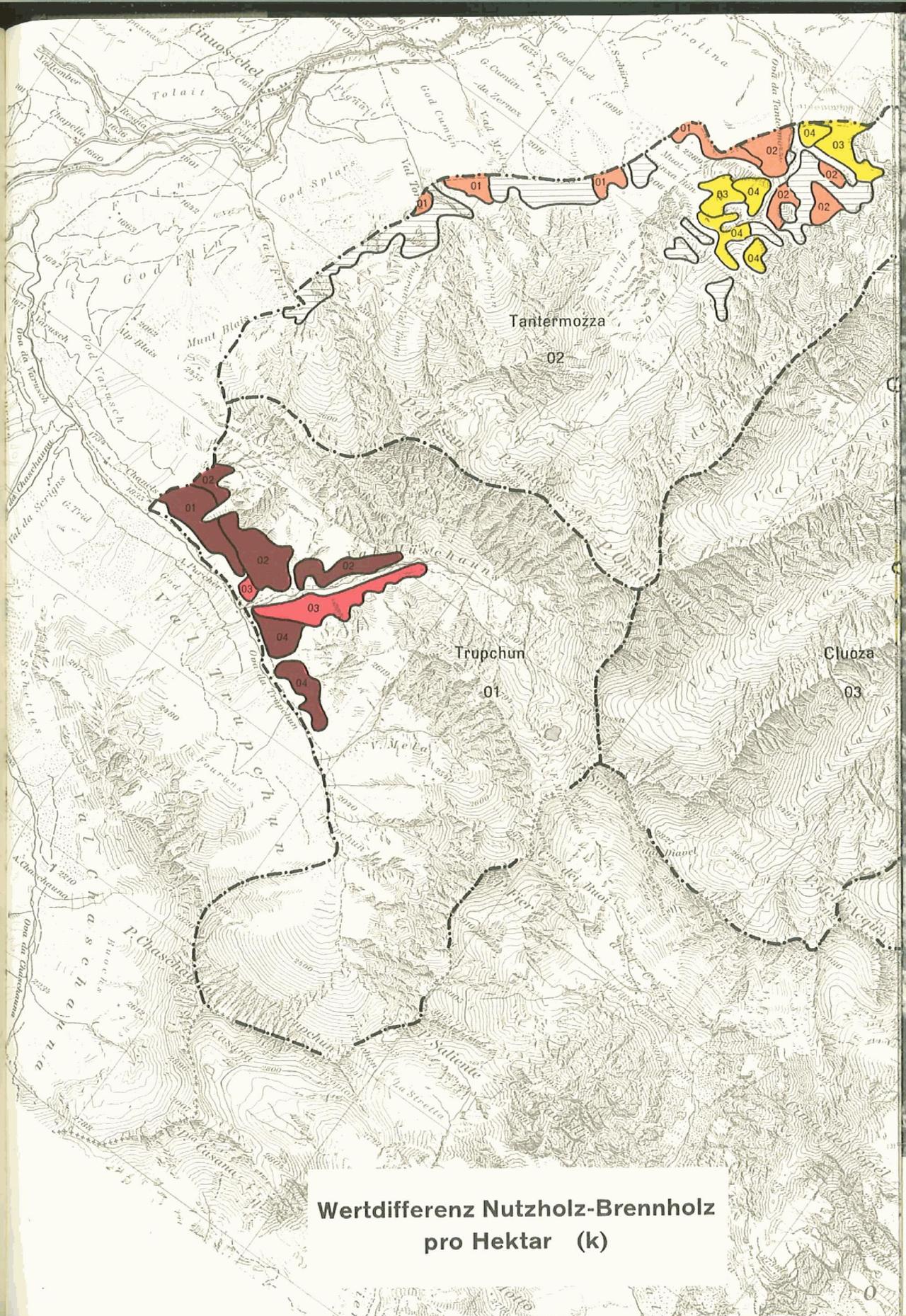
nt selten bei
eine große

e orientieren
er Zuwachs-
ei der Wert-
a auch einen
z. B. in den
mäßig große
hrringbreite
ch ist.

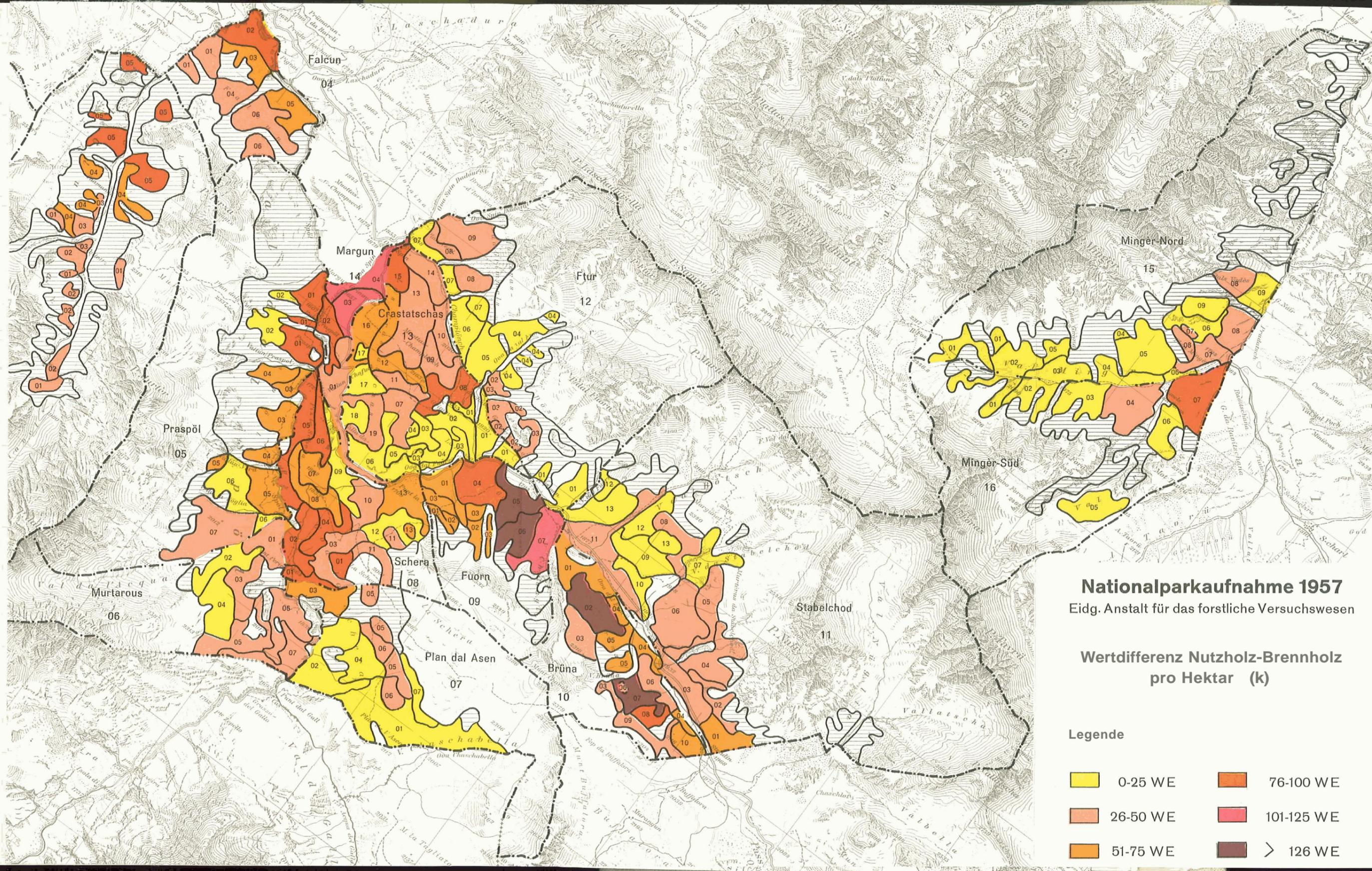
lige Bewirt-
nd in Trup-
warten. Das
eulent sind

ten. Obwohl
n Vergleich
achs für die
Weitau der
a). Dies ist
osum (1,06
comietosum
um humilis
arianten des

% der Flä-
E pro Hek-
dem Brenn-
ach der Zu-
er Sachlage



Wertdifferenz Nutzholz-Brennholz
pro Hektar (k)

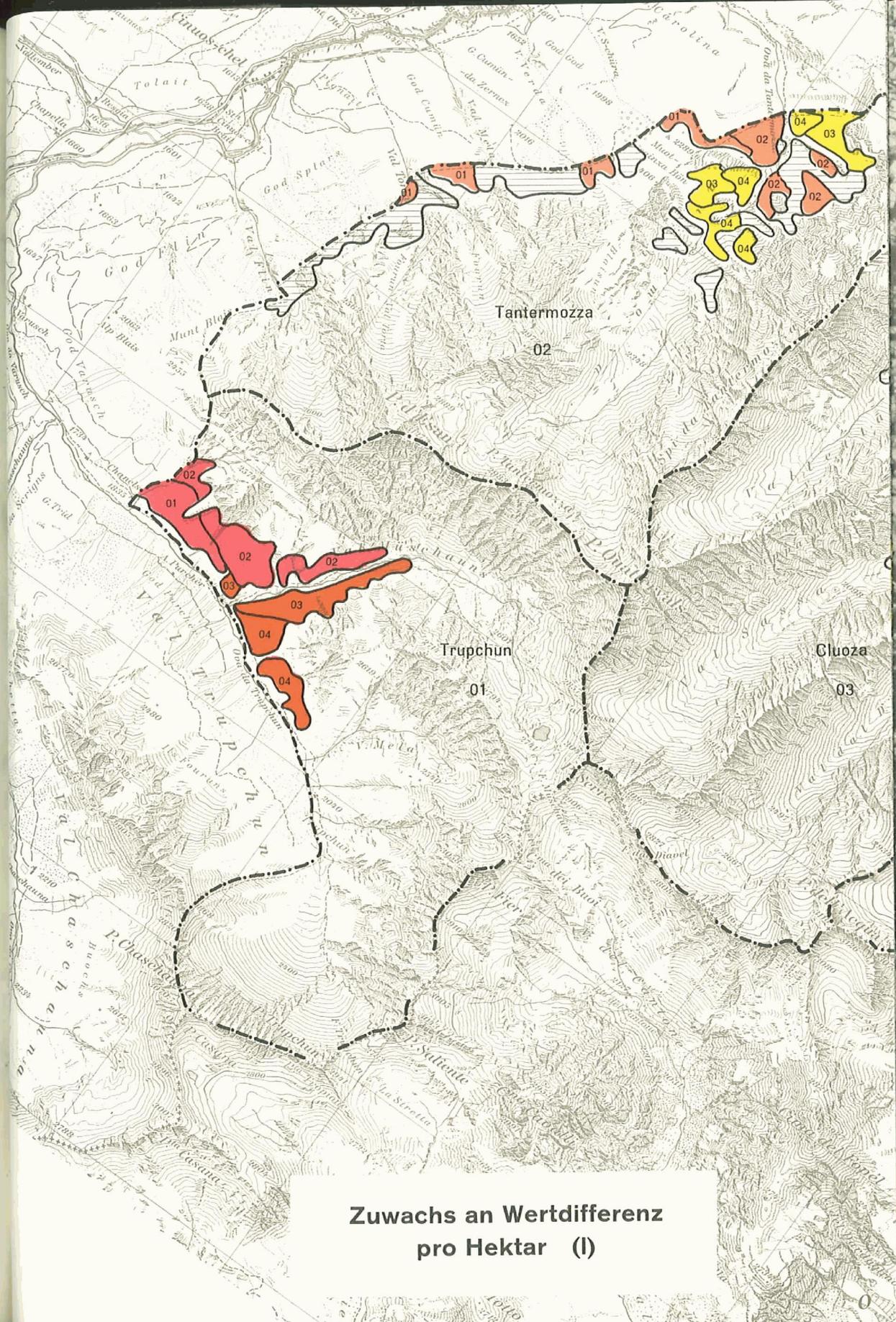


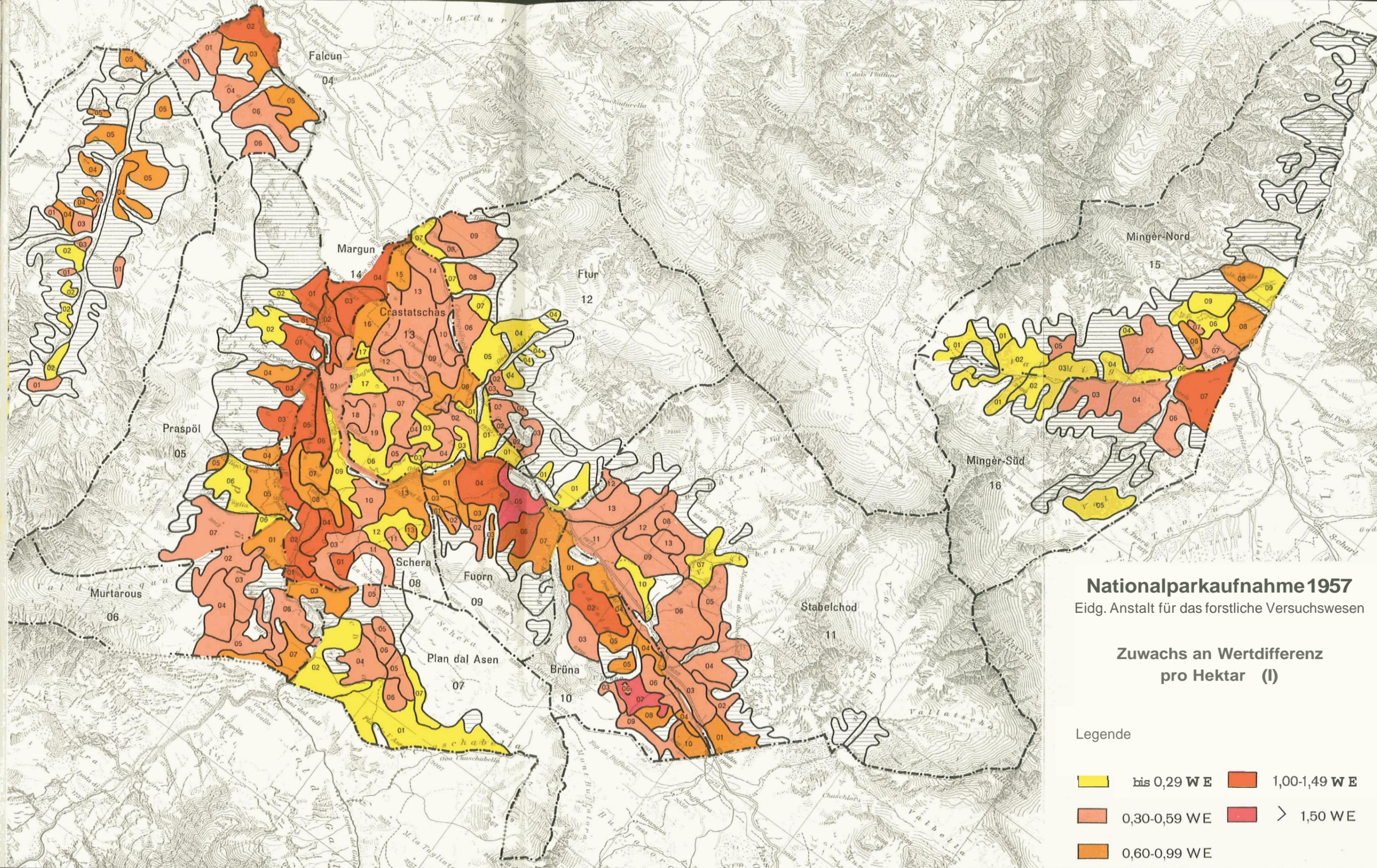
Nationalparkaufnahme 1957
 Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

**Wertdifferenz Nutzholz-Brennholz
 pro Hektar (k)**

Legende

	0-25 WE		76-100 WE
	26-50 WE		101-125 WE
	51-75 WE		> 126 WE





Nationalparkaufnahme 1957
Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

**Zuwachs an Wertdifferenz
pro Hektar (I)**

Legende

	bis 0,29 WE		1,00-1,49 WE
	0,30-0,59 WE		> 1,50 WE
	0,60-0,99 WE		

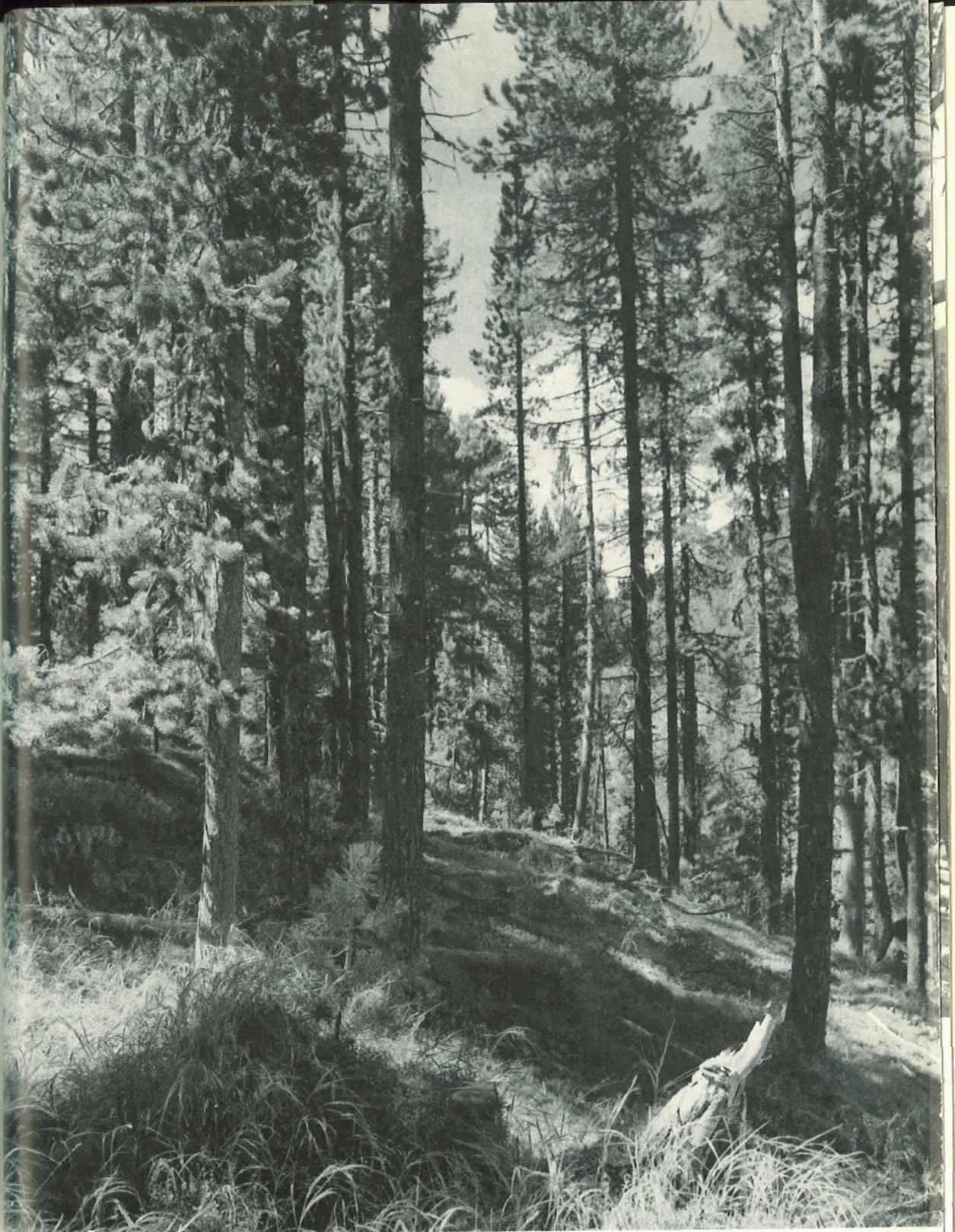


Bild 32 A. Kurth, August 1958

In Schattenlagen und im Bestandesinnern verjüngt sich die Arve. Zum Teil wird der Same auch durch den Tannenhäher von weit entfernten Altarven hergetragen.
God dal Fuorn, nahe Val Chavagl.



Bild 33 A. Kurih, August 1957

Die 150- bis 180jährigen Bergföhrenbestände haben ihr Höchstalter da und dort bereits erreicht und beginnen zu zerfallen. Im Bilde sind im Vordergrund gesunde junge, links im Hintergrund gesunde alte Bergföhren sichtbar. Gegen die Mitte erkennt man einen abgehenden Baum und rechts einige tote Schäfte. - God sur Il Fuorn, Richtung Osten.



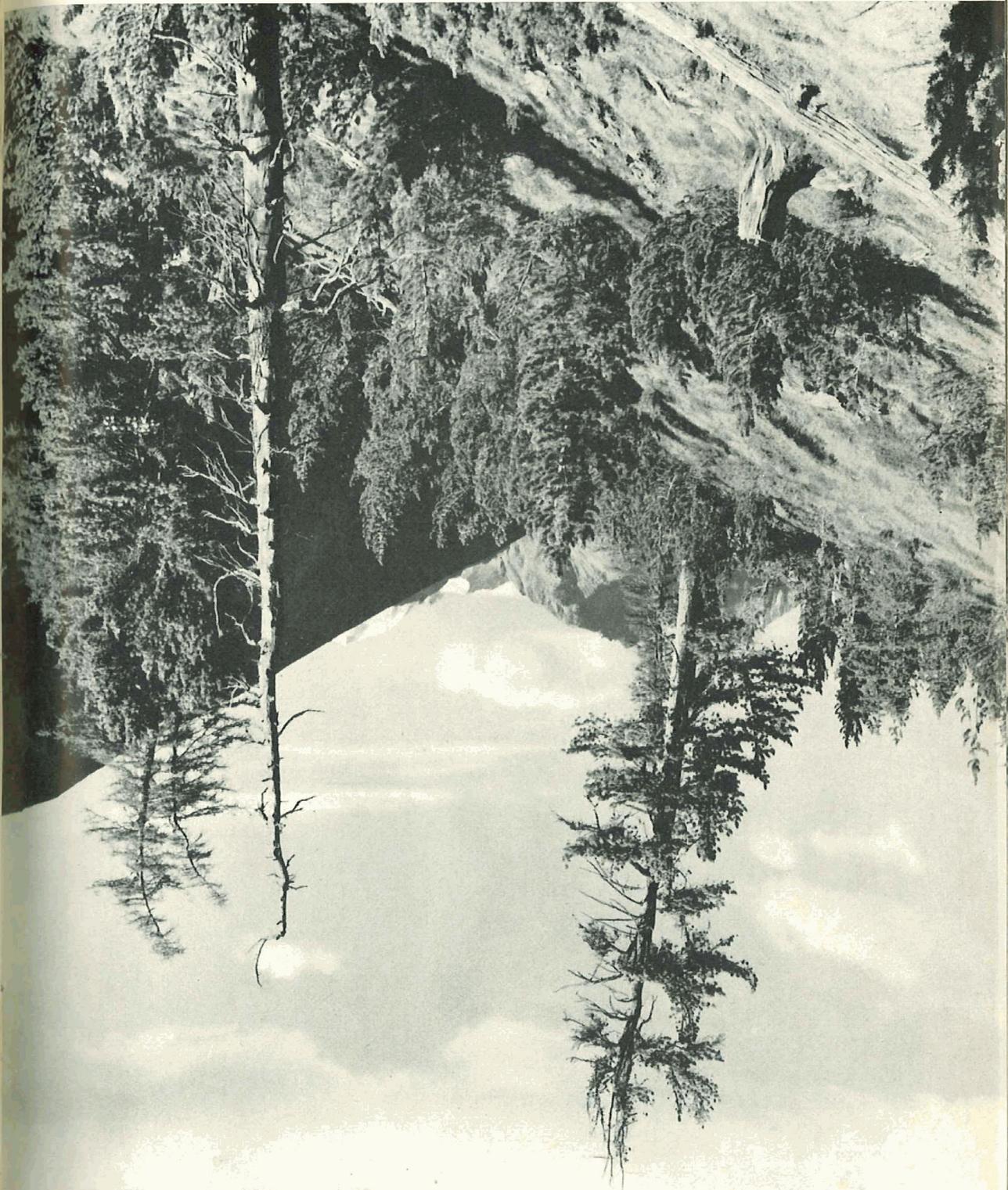
Bild 34 E. Müller, August 1957

Die Bergföhrenbestände werden häufig von Hallimaschpilz befallen, geschwächt und zugrunde gerichtet. Meist ist auch Schneedruck am Zerstörungswerk beteiligt.
Aufnahme: Ostseite Taleingang Val Stabelchod.

t bereits erreicht
im Hintergrund
Baum und rechts

Die alten Lärchen der Waldweide La Schera gehen allmählich zugrunde. Bergföhren bilden die neue Waldgeneration. Infolge der Wirkung des Schneegleitens und des Schneekriechens werden die Bergföhren nur allmählich hochstämmig. Auf dem Bild sind alle Übergänge von der Lärchföhre zur aufrechten Bergföhre sichtbar. Aufnahme: Alp La Schera, Richtung Val del Gallo.

Bild 35 A. Kuhn, Juli 1957



44 Möglichkeiten und Erfolgsaussichten einer Benutzung

441 Ergebnisse der Aufnahme betrachtet nach Eigentumsgebieten

Der Nationalpark besteht sowohl orographisch als auch nach Eigentumsverhältnissen betrachtet aus verschiedenen Teilen, die durch die Schaffung des Parkes - vollständig ohne Beachtung betriebswirtschaftlicher Gesichtspunkte - zu einer Einheit zusammengefügt wurden. Infolge der orographischen und eigentumsmäßigen Verschiedenheit der einzelnen Teile ist es deshalb unmöglich, den Park, losgelöst von den einzelnen Gemeinden, als selbständigen Betrieb zu betrachten. Eine Benutzung läßt sich nur durch Zuordnung der orographisch und eigentumsmäßig einheitlichen Teile zum Forstbetrieb der betreffenden Gemeinde denken. Wie aus der Tabelle II hervorgeht, gehört der nach Waldfläche und Holzmasse weitaus größte Teil des Parkes zur Gemeinde Zernez (vergleiche Kapitel 12 und Kapitel 22); dies gilt auch für die Wertverhältnisse, wie die Tabelle 38 zeigt.

Hochwald, Zustand 1 (gesunde Bäume)

Tabelle 38

Gemeinde*	Fläche ha	Wertdifferenz	
		Einheiten absolut	Einheiten / ha
Scanfs	131,7	23 400	178
Zernez	3039,7	142 600	47
Schuls	430,3	9 860	23
Total	3601,7	175 860	49

* Die Gemeinde Tschierv enthält keinen Hochwald und wird deshalb nicht aufgeführt.

Die Herkterwerte zeigen, daß der wertvollste Wald (Fichte, Lärche, Arve) auf dem Gebiet der Gemeinde Scanfs liegt; der flächenmäßige Anteil ist jedoch sehr gering. Dagegen zeigt die Gemeinde Schuls die am wenigsten wertvollen Bestände (Bergföhre), weshalb sie auch absolut betrachtet - trotz dreimal größerer Fläche als Scanfs - den geringsten Wert aufweist. Zuzufolge der großen Fläche besitzt Zernez, absolut betrachtet, den weitaus größten Wertanteil. Die folgenden Überlegungen beziehen sich deshalb vor allem auf die Benutzung derjenigen Wälder des Nationalparkes, die zur Gemeinde Zernez gehören und in deren Forstbetrieb bewirtschaftet werden könnten.

442 Gesetzliche, technische und organisatorische Gegebenheiten

Gesetzliche Vorschriften

Eine allfällige Benutzung der Wälder im Nationalpark könnte nicht völlig frei erfolgen. Das Verfügungsrecht ist durch die eidgenössische und kantonale Gesetzgebung besonders in Gebirgswäldern stark eingeschränkt. Damit fallen verschiedene Möglichkeiten, den Gewinn aus den Wäldern zu steigern, dahin. Angesichts des Waldaufbaus und der geringen Zuwachsleistung sind bei einer nachhaltigen Bewirtschaftung nicht sehr

hohe Erträge zu erwarten. Die jährliche Nutzungsmenge bliebe klein und wäre mit beträchtlichen Kosten belastet.

Der Artikel 18 des Bundesgesetzes über die eidgenössische Oberaufsicht über die **Forstpolizei** schreibt die Einrichtung aller öffentlichen Waldungen vor. Der Hiebsatz ist auch in provisorisch eingerichteten Wäldern im Sinne der Nachhaltigkeit festzusetzen und darf ohne **Bewilligung** der kantonalen Behörden nicht überschritten werden. Der Kanton Graubünden hat diese Bestimmungen stets sehr streng ausgelegt und in der Instruktion für die Erstellung von **Wirtschaftsplänen** (1956, § 28) festgehalten, nach welchen Gesichtspunkten die Hiebsatzbestimmung vorzunehmen ist. Danach wird der Hiebsatz unter bestimmten Verhältnissen besonders tief gehalten. So bedingt ein geringer Starkholzanteil in der Regel einen Abzug von 30%; das Fehlen einer genügenden Aufschließung einen solchen um einen weiteren angemessenen Betrag. Erhöhungen des Hiebsatzes können bei großem Starkholzanteil und bei unbefriedigendem Gesundheitszustand bewilligt werden. Im Nationalpark ist wenig starkes Holz vorhanden, und das Gebiet ist nahezu unerschlossen. Dies würde nach der Instruktion eine Einschränkung der Nutzungsmenge bedingen. Demgegenüber müßten große Mengen **Holz** aus sanitärischen Gründen aus dem Walde entfernt werden, was vermutlich zur Bewilligung eines außerordentlichen Hiebsatzes **führen** würde. Es darf deshalb angenommen werden, daß die bewilligte Hiebsmenge an gesundem Holz kleiner sein würde als der Zuwachs; andererseits würde **wohl** ein außerordentlicher Hiebsatz die Entnahme des abgehenden und abgestorbenen **Holzes innert** 10 Jahren ermöglichen. Da mit der Aufnahme der Bewirtschaftung zweifellos auch den **gesetzlichen** Bestimmungen über die Erhaltung des **Waldareals** Folge **geleistet** werden müßte, ergäben sich ebenfalls Aufwendungen für **Kulturen** und **Pflege**. Die **Belastung** des Waldbesitzers könnte hierbei allerdings durch Bundes- und Kantonsbeiträge gemildert werden. Dieselben Vorteile würde er gemäß den Forstgesetzen auch für die Aufschließung genießen. Eine nachhaltige, nach der üblichen Praxis und den gesetzlichen Vorschriften erfolgende Bewirtschaftung der **Nationalparkwälder** dürfte aber dennoch kaum große Gewinne versprechen.

Die technischen Möglichkeiten der Holzernte

Im Nationalpark liegen beträchtliche Waldteile an steilen Hängen, auf Kreten, zwischen hohen Felswänden oder in tiefen Runsen; andere dehnen sich aber in ebener oder sanft geneigter Lage aus. Für das Fällen und Aufarbeiten bestünden auch an den entlegensten und steilsten Orten keine unüberwindlichen Schwierigkeiten. Die Kosten würden zwar beträchtlich sein, insbesondere deshalb, weil die zu fallenden Bäume im allgemeinen von geringer Dimension wären und das oft wirt durcheinander liegende Diirholz das Arbeiten erschweren würde. Kostenerhöhend müßten sich ferner die weiten Anmarschwege und das Fehlen von Unterkünten auswirken. Weit schwieriger und kostspieliger als das Fällen und Aufarbeiten wäre **sodann** der Transport des Holzes.

Rein technisch betrachtet, ließen sich alle Teilgebiete des Nationalparks durch **Waldwege** oder Seilbahnen erschließen. Die geringen anfallenden Holzmengen und die schwachen Sortimenten vermöchten aber nur einen geringen Ertrag zu ergeben, so daß

sich Ausgaben für großzügige **Erschließungsanlagen** nicht lohnen würden. Verschiedene Teile des **Parkes** müßten deshalb zum vornherein von der Benützung ausgenommen werden. Infolge schwerer Zugänglichkeit oder Abgeschlossenheit könnten wohl die Täler Tantermozza, Cluozza und Mingèr nicht erschlossen werden. Im zentralen Waldgebiet Spöl-Fuorn hingegen könnte sowohl die Erstellung von Seilanlagen wie der Bau von Waldwegen in Erwägung gezogen werden. Ein Vergleich der verschiedenen technischen Möglichkeiten, welcher sich auf Waldwege, **Seilkrane**, Umlaufseilbahnen und deren Kombinationen erstreckte, hat gezeigt, daß ein einfaches Waldwegnetz wohl am wirtschaftlichsten sein würde.

Der **Transport** im **Bestande** ließe sich einerseits durch die traditionellen Verfahren des Reistens, des **Schlitteln**s oder des Rückens mit Pferdezug oder andererseits durch den Einsatz von Seilwinden und Seilkranen ausführen. Technisch gesehen, bietet das Gelände des Nationalparkes auch für den Transport des Holzes im Bestande keine unüberwindbaren Schwierigkeiten. Hingegen ergeben sich organisatorische und finanzielle Fragen.

Organisatorische Fragen

Durch die Gebirgslage bedingt, könnte in den Wäldern des Nationalparkes jährlich nur während 4 bis 5 Monaten gearbeitet werden. In dieser kurzen Zeitspanne wären Holzernte, Pflege und Bauarbeiten auszuführen, was nur durch den Einsatz einer verhältnismäßig großen Zahl von Arbeitskräften möglich wäre. Allein für die Holzernte müßte mit folgender Belastung gerechnet werden:

Füllen, Aufarbeiten und Transportieren des anfallenden Holzes.

Tabelle 39

Annahmen: Aufwand pro m³ = 4 bis 6 Std.

Anzahl Arbeitsstunden pro Monat und Arbeiter = 225 Std.

Hiebmenge m ³	Anzahl Arbeitsstunden		Anzahl Arbeitskräfte während 4 Monaten
	Total	pro Monat	
4000	16 000—24 000	4 000—6 000	18—27
1800	7 200—10 800	2 500—2 700	11—12
800	3 200—4 800	800—1 200	4—6

Die Arbeiter könnten nur während der Sommermonate im Parkgebiet arbeiten; in der übrigen Zeit müßten sie anderweitig beschäftigt werden.

Einzig der Anschluß an einen bestehenden Forstbetrieb könnte diese organisatorischen Schwierigkeiten beheben. Da der Großteil des Nationalparkgebietes zur Gemeinde Zernez gehört, müßten die Wälder in deren Forstverwaltung einbezogen werden. Die benötigten zusätzlichen **Arbeitskräfte** ließen sich so während der Winterszeit in tiefer gelegenen Wäldern oder in angegliederten Betrieben (Sägerei usw.) zweckmäßig einsetzen. Auch könnte durch einen Grundstock von Facharbeitern der Anteil der Saisonarbeiter ohne nachteilige Folgen erhöht werden.

Natürlich würde eine Abkehr vom Prinzip der **Nachhaltigkeit** und die Einführung eines Exploitationsbetriebes die organisatorischen Schwierigkeiten beheben. Einem solchen Vorhaben stehen aber, wie bereits dargelegt, gesetzliche Bestimmungen entgegen.

443 *Folgerungen*

Da auf Grund der gesetzlichen Bestimmungen der Hochwald des Nationalparkes nachhaltig bewirtschaftet werden müßte und infolgedessen jährlich nur bescheidene Holzmengen anfallen und nur kleine Gelderträge erzielt würden, könnten Bauten und Anschaffungen nicht in beliebigem Umfange und kurzer Zeit ausgeführt werden. Die Aufwendungen für eine Erschließung könnten auch von einer bestehenden Forstverwaltung wohl kaum **innert** kurzer Frist geleistet werden. Besonders viel und sofort greifbares Kapital würde die Erstellung von Seilbahnanlagen im Umlaufverfahren verbunden mit dem Einsatz von **Seilkrananlagen** für den seitlichen Zuzug, erfordern. Aber auch der rasche Ausbau eines Waldwegnetzes würde den Betrieb ungebührlich **belasten**. Sofern nicht große eigene Reserven benützt werden könnten, müßten **beträchtliche** Kredite verlangt werden, die angesichts des Risikos kaum zu günstigen Bedingungen erhältlich wären. Die **Abklärung** der Möglichkeiten kann nur auf Grund einer **sorgfältigen** Kalkulation erfolgen. Wahrscheinlich müßte die Finanzierung der Aufwendungen im Rahmen des bestehenden Forstbetriebes Zernez durch eigene Mittel angestrebt werden. Vermutlich würden im ersten Jahrzehnt die Einnahmen aus dem Verkauf der ordentlichen Nutzung (Zuwachs) und der außerordentlichen Nutzung (Zustände 2-6) gerade ausreichen, um die Betriebskosten zu decken und die Erstellung von jährlich etwa 1 km Waldweg zu ermöglichen. Derart ließe sich eine zu große Verschuldung vermeiden und die Zinsbelastung auf ein Minimum beschränken. Die Erschließung könnte damit allerdings nur allmählich und nicht sehr vollständig erfolgen, was sich kostenverteuernd auswirken müßte und konzentrierte Nutzungen erfordern würde.

Wie bereits erwähnt, ergeben sich beim Einsatz von Seilkrananlagen gewisse, wenn auch überbrückbare organisatorische Schwierigkeiten. In Anbetracht der wenigen Monate, in welchen in den Wäldern des **Parkes** gearbeitet werden könnte, und der geringen Holzmengen, welche in den Beständen anfallen, ist der rationelle Einsatz solcher Anlagen stark **in Frage gestellt**.

Der Jahresertrag, der nach dem ersten Jahrzehnt zu erwarten ist, dürfte während längerer Zeit nur die Betriebskosten decken.

Der Nutzholzzuwachs beträgt heute für den gesamten Hochwald jährlich rund 2000 Kubikmeter. Da nur ein Teil des Hochwaldes erschlossen werden könnte, dürfte eine **künftige, nachhaltige Nutzungsmenge** den Betrag von 1500 m³ Nutzholz und etwa 2000 Werteinheiten kaum überschreiten, wobei natürlich die Anzahl Werteinheiten sich stark nach der jeweiligen Marktlage richten wird.

Abschließend kann gesagt werden, daß aus den Wäldern des Nationalparkes weder heute noch in Zukunft große Erträge zu erwarten sind, daß die Errichtung eines Forstbetriebes ein Risiko darstellen würde und daß auch in Verbindung mit einer bestehenden **Forstverwaltung** nicht mit hohen Gewinnen gerechnet werden kann. Der Wald

des Nationalparkes hat keinen großen wirtschaftlichen Wert; im Rahmen des Reservates ist er jedoch von entscheidender Bedeutung!

Schlußwort

Auf Grund der Aufnahmeergebnisse konnte dargelegt werden, daß die Wälder im Nationalpark unter den gegenwärtigen **Holzmarktverhältnissen** nicht besonders wertvoll sind und somit von einer **allfälligen** Bewirtschaftung keine großen Gewinne erwartet werden könnten. Die Bedeutung dieser Wälder liegt nicht auf wirtschaftlichem, sondern auf *ideellem* Gebiete. Sie sind die einzigen, ausgedehnten Wälder unseres Landes, welche seit Jahrzehnten sich selbst überlassen sind und wo die Natur allein über Entstehen und **Vergehen** bestimmt. Sie **bieten** dem Naturfreund Gelegenheit, Schönes und Interessantes zu erleben und zu bewundern; sie ermöglichen es dem **Forscher**, Erscheinungen und Vorgänge zu beobachten und zu deuten. Leider ist das Gebiet des Nationalparkes nicht seit jeher vom **Menschen** kaum oder nicht heeinflußt gewesen, wie es bei den ausgedehnten Reservaten der USA, Kanadas und Rußlands der Fall ist. Eine eigentliche Urwaldforschung ist deshalb nicht möglich. Wie bereits mehrmals betont wurde, sind vielmehr die Wälder im Nationalpark in früheren Zeiten durch schwere Eingriffe in ihrer Zusammensetzung und ihrem Aufbau stark verändert worden. Nicht minder schwerwiegend sind die Wirkungen der **Beweidung** der Grasfluren und Weidewälder, die heute noch deutlich sichtbar sind. Aber auch die Einflüsse, welche auf die Eisenverlüftung, das Kalkbrennen und den intensiven Paßverkehr **zurückgehen**, dürfen nicht unterschätzt werden. Schließlich hat auch die früher eifrig betriebene Jagd Veränderungen in der Tierwelt hervorgerufen. Das Reservat trägt trotz fünfzigjähriger Unberührtheit heute noch die Spuren der früheren **menschlichen** Einwirkungen. Am deutlichsten und nachhaltigsten ist dies in der Pflanzenwelt sichtbar. Es dürften noch Jahrhunderte vergehen, bis die Wälder in ihrer Zusammensetzung und ihrem Aufbau einen dem ursprünglichen natürlichen Gleichgewicht entsprechenden Zustand erreicht haben. Die Rückbildung verläuft außerordentlich langsam und wird zum Teil durch zahlreiche Hindernisse **gehemmt**¹. Die Vorgänge der menschlich unbeeinflussten Vegetations- und **Waldentwicklung** sind für die *Forstwissenschaft* und allgemein für die Naturwissenschaft von besonderem Interesse. Aus der Kenntnis des **naturbedingten** Ablaufes hofft man, geeignete technische Maßnahmen abzuleiten, mit deren Hilfe geschädigte Wälder und Aufforstungen wieder hergestellt werden können. Die Bestockungen des Nationalparkes sind in hohem Maße geeignet, die Umstände abzuklären, unter denen sich einseitig zusammengesetzte, **krankheitsgefährdete** und kurzlebige Kahlschlagbestände in gemischte, widerstandskräftige **und** langlebige Wälder **verwandeln**. Im Zusammenhang mit der Entwicklung lassen sich Eigenschaften und

¹ Vgl. **Braun-Blanquet**: Das biologische Gleichgewicht im Nationalpark. *Neue Zürcher Zeitung*, Nr. 3758, 1958.

Verhalten der **Holzarten** unter verschiedenen Bedingungen studieren, was mannigfache **Anregungen** zu grundlegenden ökologischen und physiologischen Versuchen geben dürfte. Die Anfälligkeit der heute im Park vertretenen Bestände für Pilz- und insektenkrankheiten, Wildschäden, Schnee-, Wind- und **Frosteinwirkungen** eröffnet die **Möglichkeit** zum Studium der Schadenursache, der Schadenausbreitung und des Schadensmaßes. **Schließlich** ergeben sich **aus** den Folgen der einseitigen **Waldzusammensetzung**, der **Baumkonkurrenz**, der **Schadenanfälligkeit**, der allmählichen **Wandlung** der Zusammensetzung und des Gefüges zahlreiche Fragen, welche das Baum- und **Waldwachstum** betreffen. Ihre Beantwortung ist deshalb von allgemeiner Bedeutung, **weil** sie sich in vielen ähnlich entstandenen **Gebirgswäldern** ebenfalls stellen und dort weitgehend die **Durchführung** verschiedener Maßnahmen bestimmen.

Wie die bisherige Forschung im Nationalpark im allgemeinen, war auch die forstliche Untersuchung eine Arbeit im stillen. Die Ergebnisse wurden meist nur von einem kleinen Kreise von Fachleuten beachtet und der einfache Besucher des **Parkes** fand keinen Zugang zu den für wissenschaftliche Zwecke verfaßten Veröffentlichungen.

Es drängt sich in diesem Zusammenhange die Frage auf, ob nicht der Nationalpark in weit stärkerem Maße als bisher zu einem Demonstrations- und Diskussionsobjekt gemacht werden soll. Durch eine geschickte Propaganda, Herausgabe ansprechender Broschüren, durch Auskunftsstellen **und** fachgerechte Führungen ließe sich die Naturschutzidee im Volke tiefer verankern, könnte das Verständnis für die Naturwissenschaften gefördert und die Bedeutung der Forschung offenkundig gemacht **werden**. Fast jeder Mensch hat **bewußt** oder **unbewußt** ein starkes Bedürfnis nach **dem Naturerlebnis**; er sehnt sich nach einer Begegnung mit der unberührten Natur. Der stetig steigende **Besucherstrom im** Nationalpark zeigt, daß großes Interesse für das Reservat vorhanden ist. **Vermutlich** wird durch den Ausbau **der** Paßstraßen und besonders der **Ofenbergstraße** die Zahl der Besucher auch künftig zunehmen. Es sollte alles **daran gesetzt** werden, diese vielen Interessenten zu **gewinnen** für die Natur, für deren **Erforschung** und deren Schutz. Dazu sind beizeiten geeignete Vorkehren zu treffen. Die heutige Organisation und namentlich die heute zur Verfügung stehenden Mittel dürften zur Lösung dieser **Zukunftsaufgaben** kaum ausreichen. Prof. Dr. **A. Frey-Wyssling**¹ hat kürzlich einen gangbaren Weg aufgezeichnet, um die finanzielle Frage zu lösen; **es** wäre **sodann** an der Zeit, auch das Problem der Organisation **aufzugreifen**.

Die vorliegende Darstellung der Waldverhältnisse im Nationalpark stellt einen bescheidenen Beitrag zur Kenntnis des Reservates dar. Wenn sie geeignet ist, das Interesse am Wald zu fördern und **bisher** Unbekanntes aufzuzeigen, dann ist ihr Zweck **erfüllt**. Es ist zu hoffen, daß **das** Erkannte nicht nur einem engern Fachkreis, sondern **zusammen** mit den zahlreichen, **bereits** vorliegenden **Forschungsergebnissen** auch den vielen Besuchern vermittelt werden kann. So könnte die Beschreibung auch dazu bei-

¹ **Frey-Wyssling, A.: Naturschutz und Technik. Kultur und staatswissenschaftliche Schriften der ETH, Heft 105, Polygraphischer Verlag, Zürich 1959.**

Die Frage der Finanzierung des Schweizerischen Naturschutzes. Schweizer Naturschutz, Bd. 26, Heft 1, Basel 1960.

tragen, der oft gehörten Ansicht entgegenzutreten, nach der der Nationalpark als bloßer Wildpark betrachtet wird. Die **Zweckbestimmung** des Parkes ist viel umfassender, wie dies durch den ersten Präsidenten der **Naturschutzkommission**, Dr. P. Sarasin, vor mehr als 50 Jahren programmatisch festgelegt wurde: «Wir werden einen grandiosen Versuch ausführen, der nicht nur rein menschliches und allgemeines Interesse bieten wird, d. h. wir werden eine **botanisch-zoologische** Lebensgemeinschaft, eine **Biocoenose** schaffen, wie sie die Alpen vor der Ankunft des Menschen belebte und **zierte**.»

Obwohl eine vollständige **Herstellung** des Urzustandes nicht möglich sein wird, ist dem Grundgedanken, ein den menschlichen Einflüssen möglichst entzogenes Reservat zu schaffen, restlos beizupflichten. Dies fällt uns um so leichter, als wir gemäß den Ergebnissen unserer Untersuchungen eine Bewirtschaftung der Wälder des Nationalparkes nicht empfehlen können.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit den Ergebnissen einer **Stichprobenerhebung**, die uns Einblick geben in die bisher unbekanntesten Waldverhältnisse des schweizerischen Nationalparkes, wo die gesamte **Tier- und Pflanzenwelt** vor menschlichen Eingriffen geschützt ist.

Der erste Teil beschreibt die Planung und Durchführung der Stichprobenerhebung, bei der sich infolge Größe, Höhenlage, Orographie, fehlender Bewirtschaftung und mangelhafter Erschließung mannigfache Probleme ergaben. Die Aufnahmen erfolgten auf total 2050 Kreisflächenstichproben verschiedener Größe (138,1 m² bzw. 35,2 m²) in systematischer, quadratischer Anordnung von 49 Proben pro km². Aufgenommen wurden nebst den in der Forstwirtschaft üblichen **Meßargumenten** für Einzel- und Probebäume auf Lochkarten (im **MS-Verfahren** direkt im Feld), sowie für die Probe-fläche auf Probeflächentaschen, verschiedene zusätzliche Argumente und **Charakterisierung**sgrößen (Gesundheitszustand, Schäden, Nutzholzanteil, Bestandesstruktur, Jungwuchs, Pflanzengesellschaft, Topographie usw.). Für die Bestimmung der Flächen und zur Orientierung im Gelände leistete eine Art **Bildplan** im Maßstab 1:5000, der mittels einer speziellen Entzerrungsmethode aus Luftbildern erstellt wurde, gute Dienste. Die Auswertung des in großer Menge anfallenden Zahlenmaterials erfolgte größtenteils maschinell. Die infolge der Aufnahmemethode notwendige eingehende **Streuungs- und Fehlerberechnung** zeigt, daß die geforderte Genauigkeit der **Vorrats- und Zuwachs-ermittlung** eingehalten werden konnte.

Der zweite Teil enthält die Zusammenstellung und Interpretation der Ergebnisse. Die Aufnahme ergab für den **Gesamtwald**, der größtenteils zur Gemeinde Zernez gehört, eine totale **Fläche** von 5250 ha (3600 ha Hochwald und 1650 ha Legföhren) mit rund 20 Millionen Bäumen (über 1,3 m Höhe), wovon infolge fehlender **Nutzung** ein Viertel abgestorben, absterbend oder beschädigt sind. Der Wald, der zu einem großen

Teil nach Kahlschlag im 19. Jahrhundert entstanden ist, weist einen Gesamtvorrat von 320 000 m³ auf, davon entfallen rund 200 000 m³ auf gesunde **Bäume**. Die **Holzarten** werden eindeutig dominiert von der Bergföhre; daneben treten Lärche, Arve, Fichte und Waldföhre auf. Der Gesamtvorrat ist gering, die Stammzahl groß; starke Bäume sind wenig vertreten. Die Zuwachsleistung an Schaftholz beträgt durchschnittlich 0,83 Kubikmeter pro ha und Jahr.

Bei den am **häufigsten** festgestellten Schäden handelt es sich um Schneeschäden (Druck, **Bruch** und Gleiten); **Wildschäden** finden sich vor **allem** in jungen Beständen.

Interessante Unterschiede zeigen sich bei der Untersuchung sowohl nach Teilgebieten und Beständen (bzw. «Überbeständen») als auch nach Pflanzengesellschaften. Verschiedene Baumformen derselben **Holzart** führten zur Bildung mehrerer Tarife (Zustands- und Zuwachstarife) nach Holzarten und Pflanzengesellschaften. Eine Untersuchung der Pflanzengesellschaften nach verschiedenen **Standortmerkmalen** zeigt **deutlich** die Bevorzugung bestimmter Standorte durch bestimmte Pflanzengesellschaften. Die am meisten verbreitete Pflanzengesellschaft ist der Erika-Bergföhrenwald (**Mugeto-Ericetum**; 64% der Hochwaldfläche); häufig treten daneben noch die Alpenrosen-Heidelbeergesellschaft (**Rhodoreto-Vaccinietum**; 11%) und die Steinrosen-Bergföhren-gesellschaft (**Mugeto-Rhodoretumhirsuti**; 9%) auf.

Aus dem Nebeneinander verschiedener Zustände werden vorsichtige Schlüsse auf die **Waldentwicklung** gezogen. Die Betrachtung der **Stammzahlverteilung** (inklusive Jungwuchs) für verschiedene Holzarten erlaubt eine Deutung der **Waldentwicklung** im Sinne einer Zunahme des Anteils an Arve und Lärche auf Kosten der **Bergföhre**.

Eine Betrachtung des Bruttowertes von Vorrat und Zuwachs mit Hilfe von **Wert- und Wertzuwachstarifen** für das Nutzholz ergibt deutliche Unterschiede für die verschiedenen Teilgebiete; am **wertvollsten** sind **Waldföhren**, Lärchen, Arven und Fichten großer Dimensionen. Bedingt durch den großen Anteil von **Bergföhren** geringer Dimension ist, gesamthaft betrachtet, der Wert von Vorrat und Zuwachs gering. Nachteilig auf eine Benutzung der Wälder wirken sich der **verhältnismäßig** geringe Wert des Holzes, die fehlende Erschließung sowie organisatorische Schwierigkeiten aus; der wirtschaftliche Wert der Nationalparkwälder ist daher gering; sehr groß ist jedoch die Bedeutung der Wälder im Rahmen des Reservates.

Contribution à l'étude des conditions forestières
dans le Parc National Suisse

Ce mémoire présente les résultats d'un inventaire par échantillonnage fait dans le Parc National Suisse, où faune et flore sont soustraites à l'action humaine, et renseigne sur des conditions forestières jusqu'alors mal connues.

La première partie traite du plan et de l'exécution de l'inventaire par échantillonnage; la grandeur de la surface examinée, son altitude, ses conditions orographiques, l'absence de gestion et la rareté des voies de communication n'ont pas été sans susciter différents problèmes difficiles à résoudre. La méthode systématique et la disposition en carrés ont été adoptées, à raison de 49 échantillons par km², soit au total 2050 surfaces circulaires d'étendue diverse (138,1 m², resp. 35,2 m²). En plus des grandeurs généralement mesurées lors des inventaires forestiers, diverses valeurs supplémentaires et de nombreux caractères (état de santé, dommages, proportion de bois d'œuvre, association végétale, topographie, etc.) ont été déterminés et inscrits sur des cartes perforées pour chaque arbre enregistré (procédé MS, avec notation directe, sur le terrain), sur des enveloppes établies à cet effet pour la surface de l'échantillon. Un plan à l'échelle 1:5000, établi à l'aide d'images aériennes selon un procédé spécial de restitution, a rendu de bons services pour la détermination des surfaces et l'orientation dans le terrain. Le calcul des très nombreuses données rassemblées a été dans la plupart des cas fait à la machine. Celui de la dispersion et de la précision, si important dans les inventaires par échantillonnage, montre que soit pour la détermination du matériel sur pied, soit pour celle de l'accroissement, les marges fixées ont été tenues.

La synthèse et l'interprétation des résultats acquis forme la seconde partie de ce travail. Les boisés, qui appartiennent pour la plupart à la commune de Zernez, recouvrent au total 5250 hectares (3600 ha de futaie, 1650 ha occupés par le torche-pin). Le nombre des arbres de plus de 1,3 m de longueur est d'env. vingt millions, dont un quart est soit sec, soit dépérissant, soit encore endommagé, les exploitations étant interdites. Cette forêt, dont une grande partie est née au XIX^{ème} siècle, après des coupes rases, a un matériel sur pied total de 320000 m³, dont env. 200000 m³ constitués par des arbres sains. Le pin de montagne est de beaucoup l'essence la mieux représentée; le mélèze, l'arole, l'épicéa et le pin sylvestre l'accompagnent. Le matériel sur pied total est faible, le nombre d'arbres, élevé: les gros arbres sont donc rares. L'accroissement du bois de tige est en moyenne de 0,83 m³ par ha et par an. Les principaux dommages constatés sont dus à la neige, qui renverse, casse et écrase; le gibier cause des dégâts avant tout dans les jeunes peuplements.

La comparaison des diverses parties, des peuplements (resp. groupes de peuplements) et aussi celle des diverses associations végétales présentes révèle d'intéressantes différences. La forme diverse que prend une seule et même essence suivant le lieu et l'association végétale où elle croît a rendu nécessaire l'établissement de nombreux tarifs

(tarifs d'état donné, tarifs d'accroissement). L'examen des associations végétales montre nettement que certaines associations recherchent des stations bien caractérisées. L'association végétale la plus répandue est la forêt de pin G crochet à bruyère carnée (Mugeto-Ericetum; 64 % de la jutaie). On rencontre aussi fréquemment le Rhodoreto-vaccinietum (11 %) et le Mugeto-Rhodoretum hirsuti (9 %). L'observation de divers états de développement voisins permet de risquer un pronostic prudent sur l'avenir de la forêt. L'examen des courbes de répartition du nombre des tiges établies pour les diverses essences (recrû compris) fait admettre que la part de l'arole et du mélèze augmentera au dépens de celle du pin de montagne.

Quant à la valeur brute du matériel sur pied et de son accroissement, telle qu'on peut l'évaluer à l'aide de tarifs spiciaux tenant compte de la proportion de bois &EU-vre, notons qu'elle varie nettement d'une partie à l'autre de la forêt. Les pins sylvestres, mélèzes, aroles et épicéas de fortes dimensions sont les éléments de prix. Comme les pins de montagne de faible volume prédominent, la valeur moyenne du matériel s.p. et de son accroissement est basse. De ce fait, mais aussi parce que les moyens de dévestiture sont quasi inexistantes, parce que les conditions d'exploitation seraient difficiles, la valeur iconomique des forêts du Parc National est des plus modestes; par contre, l'importance de ces forêts en tant que réserve et monument naturel est considérable.

Contributo alla conoscenza delle condizioni forestali del Parco Nazionale Svizzero

Vengono esposti i risultati di un inventario fatto con il sistema delle aree di saggio nel Parco Nazionale Svizzero, una regione dove il mondo animale e vegetale è sottratto ad ogni influsso antropico, allo scopo di conoscerne meglio le condizioni forestali finora quasi ignote.

La prima parte tratta della pianificazione ed esecuzione dei rilevamenti mediante aree di saggio, che hanno sollevato diversi problemi di difficile soluzione in conseguenza dell'estensione, dell'altitudine, dell'orografia, dell'assenza di gestione e dell'esbosco precario caratteristici per la regione considerata. I rilievi sono stati eseguiti in 2050 aree di saggio circolari di superficie diversa (138,1 rispettivamente 35,2 m²), ordinate sistematicamente secondo una rete quadrata con 49 prove per km². Oltre agli elementi solitamente misurati negli inventari forestali, diversi altri dati e caratteristiche supplementari (stato di salute, danni, percentuale di legna d'opera, struttura dell'aggregato, ringiovanimento, associazione vegetale, topografia, ecc.) sono stati raccolti e riportati su carte perforate per alberi singoli e di saggio (procedimento MS con annotazione diretta sul posto), su buste apposite per le aree di saggio. Per la determinazione delle superfici e l'orientamento sul terreno è stato adoperato con successo un piano fotografico nella scala 1:5000, ottenuto dalle fotografie aeree mediante uno speciale procedimento di restituzione. L'elaborazione del numeroso materiale numerico raccolto è stata fatta per lo più con l'aiuto di macchine. I minuziosi calcoli della dispersione e dell'er-

re, resi necessari dal metodo d'inventario usato, hanno provato sia nella determinazione della provvigione che in quella dell'incremento l'osservanza dei margini d'esattezza prescritti.

La sintesi e l'interpretazione dei risultati ottenuti costituisce la seconda parte del lavoro. L'inventario ha dato per l'intero bosco - che appartiene in prevalenza al Comune di Zernez - una superficie di 5250 ha (3600 ha di bosco d'alto fusto e 1650 ha di boscaglia a pino rampante) con circa 20 milioni di piante aventi più di 1,30 m d'altezza, di cui un quarto secchi, deperenti o danneggiati per l'assenza di utilizzazioni. Il bosco, formatosi in maggior parte nel 19. secolo dopo un taglio raso, accusa una provvigione totale di 320000 m³, di cui circa 200000 m³ di piante sane. La specie legnosa dominante è di gran lunga il pino montano; lo accompagnano il larice, il pino cembro, la peccia e il pino silvestre. La provvigione totale è bassa e il numero delle piante elevato; i grossi alberi sono quindi rari. L'incremento cormometrico medio è di 0,83 m³ per ha e per anno.

I danni più frequentemente osservati sono quelli dovuti alla neve, che rovescia, schiaccia e schianta; la selvaggina causa danni soprattutto negli aggregati giovani.

A seconda della regione, dell'aggregato (rispettivamente del gruppo di aggregati) e dell'associazione vegetale l'inchiesta ha rivelato differenze interessanti. L'esistenza di diverse forme arboree per una stessa specie a seconda della località e dell'associazione vegetale in cui cresce ha condotto all'elaborazione di più tavole stereometriche (dello stato attuale e incrementali). Lo studio delle associazioni vegetali ha dimostrato chiaramente la loro preferenza per certe stazioni ben definite. Il raggruppamento vegetale più diffuso è il *Mugeto-Ericetum* (64 % della superficie a fustaia); frequenti sono pure il *Rhodoreto-Vaccinietum* (11 %) e il *Mugeto-Rhodoretum hirsuti* (9 %).

L'osservazione di diversi stadi di sviluppo vicini permette di fare caute previsioni sull'avvenire del bosco. L'esame delle curve di ripartizione del numero dei tronchi allestite per le diverse specie (ringiovanimento compreso) dimostra un aumento della proporzione di cembro e larice a spese del pino montano.

Quanto al valore lordo della massa legnosa e del suo incremento, stimati con l'ausilio di tavole stereometriche speciali che tengono conto della percentuale di legna d'opera, si possono notare differenze notevoli da una parte all'altra del bosco. Le piante più pregiate sono pini silvestri, larici, cembri e peccie di grosse dimensioni. In conseguenza della forte proporzione di pino montano di volume debole, il valore medio della provvigione e del suo incremento è piuttosto basso. Uno sfruttamento dei boschi si rivela poco vantaggioso per il valore relativamente basso del legno, l'assenza quasi totale di mezzi d'esbosco e le difficoltà d'ordine organizzativo. Il valore economico dei boschi del Parco Nazionale è perciò dei più modesti; notevole è invece la loro importanza quale riserva e monumento naturale.

Contribuziun per la cognuschentscha da las relaziuns dals gods dal parc naziunal svizzer

Quaista lavur s'occupa dals resultats prelevats in parcelas da provas (casualas), las qualas ans dan üna survista da las relaziuns, fin hoz inconstaintas, dals gods dal parc naziunal svizzer, chi giodeltan ils ultims decenis per faun e flora absoluta protecciun, cunter influenz'umana.

La prüma part descriuva la mira, il sistem e l'adöver da parcelas da prova, als quals occasiunettan varis problems, l'extensiun dal obget, l'elevaziun sur mar, l'orografia, la mancanza da trattamaint forestal ed il mangel d'access. L'inventarisaziun seguit in 2050 areals da provas arduonds, in differentas grandezzas (138,1 m² resp. 35,2 m²), scumpatits sistematicamaing süin üna rait quadrata, cun 49 parcelas par km². Dasper las solitas masüraziuns forestalas da singulas plantas e bos-cha da prova, gnit registrà, süin cartas da controlla perforadas (seguint il proceder «MS», direct al liber) e per parcelas da prova süin bustas spezialas per areals da provas, differentes argumaints supplementaris e dimensiuns caracteristicas (stadi da sandà, dans, partschient da laina d'adöver, structura dal god sco tal, ingiuvinaziun, società da plantas, topografia etc.).

Per fixar la località da las parcelas e per s'orientar pü liger süil terrain, s'inservit iin cun success d'ün plan fotografic in s-chala 1:5000, compost da fotografias d'aviun, a las qualas gnit rectificà la projecziun, seguint üna metoda speciala. Per trar a nüiz il grand material da cifras, gnit quel elavurà per granda part cun maschina. La calculaziun detagliada da sbagls e valours sparpagliadas occasiunadas tras la metoda d'inventarisaziun, demuossa cha ils resultats obtgnüts per l'inventar e la cerschentscha, correspuondan a la precisiun necessaria.

La seguonda part cuntegna la cumpusiziun e l'interpretaziun dals resultats obtgnüts.

La surfatscha totala dals gods dal parc, chi appartegna per granda part al cumün da Zernez, amunta a 5250 ha (3600 ha da god da plantas otas e 1650 ha zuondra), cun arduond 20 milliuns bös-chs (sur l'otezza 1,30 m). Üna quarta da quels sun morts, in decadenza o dannagiats causa mancanza da cultivaziun e trattamaint forestal. Ils gods, chi as han per granda part sviluppats davo ils tagls radicals dal 19avel tskientiner, han ün inventar complessiv da 320000 m³. Be las plantas sanas rapreschaintan üna massa d'arduond 200000 m³. L'agnou o müff e la zuondra domineschan sco qualità da plantas, dasperatiers prospereschan larsch, dschember, pign e teu. L'inventar complessiv ais fich pitschen, il nummer da plantas pero fich relevant; bos-cha grossa ais poch rapreschantada. Il cresch da lainam da tronco amunta in media a 0,83 m³ par ha.

Las experienzas fattas demuossan interessantas differenzas süin areals parzials ed in singulas cumpusiziuns da god (cumpusiziuns superiuras), sco eir in singulas societads da plantas. Differentas fuormas da bos-cha da medemma qualità, dan andit a construir differentes tariffs (tarifs cundiziunals e da creschentscha) tenor qualità da bos-cha ed associazziun da plantas. Examinand la località, inua cha las singulas societads da plantas prospereschan, as po constattar cha ogni singula società preferischa üna speciala località o loera. L'associazziun dominante dals gods dal parc, ais il god d'agnou cun erica (Mugeto-Ericetum cun 64 % dal god da plantas otas). Suvent sun rapreschantadas l'asso-

ciaziun da grusaidas cun uzuns (*Rhodoreto-Vaccinietum*, 11 %) e la società da grusaidas plusas cun zuonder ed agnou (*Mugeto-Rhodoretum hirsuti*, 9 %).

In confruntand ils divers stadis da god, as po cun precauziun trar differentas conclusiuns, per il svilup dal god stess. Il scumpart da nummer da plantas, da singulas sorts (inclus l'ingiuvinaziun), permetta da recugnuoscher ün svilup dal god in sen d'ün augmaint in favur dal dschember e larsch a cuost da l'agnou.

Calciland la valur brütta dal inventar e da la creschentscha, pigliand in agüd il tarif da valur e cresch da valur da la laina d'adöver, schi as po constatar cleras differenzas d'üna località a Potra. Da valur magiura ais natüralmaing il teu, larsch, dschember e pign da grandas dimensiuns. Causa cha l'agnou predominescha in pitschnas dimensiuns, ais la valzir da l'inventar e da la creschentscha generalmaing pitschna.

Sün ün eventzial sfrüttamaint dals gods as jess valair la valur minimala relativa da la laina, il mangel d'access, sco eir las cundiziuns difficultusas da lavur. - La valur econonrica dals gods dal parc naziunal ais per que minima; tant pü grand percunter ais l'importanza du quels sco part integrala da la reservaziun.

A contribution to the knowledge of the forest conditions in the Swiss National Park

The present work in dealing with the results of an inventory by sampling gives some insight into the hitherto unknown forest conditions of the Swiss National Park where flora and fauna are preserved from human interference.

The first part describes the planning and compilation of the inventory by sampling. The largeness of the area, altitude, orographical conditions, lack of management and insufficient accessibility have given rise to various problems. The survey was made on the basis of 2050 circular samples of different size (138,1 m² or 35,2 m²) in systematic square disposition of 49 samples per km². Apart from the usual measurements in forestry, different additional ones together with characterization values (state of health, share of timber, structure of the stand, young growth, plant community, topography etc.) were taken. They were recorded on Mark-Sensing punch-cards and collecting bags in the field. Good service was rendered in the determination of areas and orientation by a kind of picture-plan of the scale 1:5000 obtained from aerial photographs by a special method of rectifying the distortion. The data processing was done mainly by machine. As shown by the thorough calculation of variations and errors which is necessary with this method of survey, the determination of the growing stock and increment was carried out with the required accuracy.

The second part comprises the compilation and interpretation of the results. The survey shows that the whole forest, mainly belonging to the municipality of Zernez, has a total area of 5250 ha (3600 ha high-forest and 1650 ha knee-pine) with about 20 millions of trees of more than 1,3 m in height. By lack of utilization, about 1/4 are dead, dying or damaged. The forest, a large part of which has grown after clear-cutting in the 19th century, comprises a total growing stock of 320000 m³, of which

200000 m³ are **healthy trees**. The dominant species is **mountain pine**; besides there are **larch, cembran-pine, Norway spruce and Scots pine**. The total growing stock is poor, the number of stems large. Strong trees are **scarce**. The average **annual** increment of stem-wood is 0,83 m³ per ha. The most frequent **damages** observed are due to snow. **Damage caused by game is found especially on young** growing stock.

Interesting differences are found between sections, **stands and plant communities**. Different shapes of trees of the same species **have made it necessary to establish** several tariffs of volume and increment according to species and plant community. An examination of the latter clearly shows the preference given by certain plant communities to certain localities. The most extended plant association is the **Erica-mountain pine forest (Mugeto-Ericetum; 64% of the high forest surface)**; of lesser magnitude are **Rhodoreto-Vaccinietum (11%) and Mugeto-Rhodoretum hirsuti (9%)**.

From the co-existence of different states of development **conclusions are drawn** with caution for the development of the forest. To judge from the distribution of the number of stems (including young growth) of the different species it appears that the development is in the direction of an increase in the share of **cembran-pine and larch at the cost of mountain pine**.

The inspection of the gross value of growing stock and increment with the aid of tariffs of value and increase of value of the timber shows marked differences from one partial section to the other; the most valuable trees are Scots pine, larch, cembran-pine and Norway spruce of large dimensions. Due to the important share of mountain pine of small dimension the value of growing stock and increment, as a whole, is poor. The relatively small value of the wood, the insufficient accessibility, as well as difficulties of organisation, would have a disadvantageous effect on the utilization of the forest, so that the economical value of the National Park forests is small; on the other hand, they have a great importance as part of the Reserve.

Anhang (Tabellen)

- Tabelle I **Gesamtareal, Waldfläche und Bewaldungsprozent in Teilgebieten**
des Nationalparks
- Tabelle II **Fläche, Vorrat-Schaftholz, Vorrat-Nutzholz und Zuwachs nach**
Gemeindegebieten
Alle Holzarten; gesunde Bäume (Zustand 1)
- Tabelle III **Stammzahl, Vorrat und Zuwachs der Holzarten nach Gebieten**
und Gesamtpark
Hochwald, Zustand 1 (gesunde Bäume), Hektarwerte
- Tabelle IV **Stärkeklassen nach Teilgebieten und Gesamtpark**
Hochwald, Zustand 1 (gesunde Bäume), Hektarwerte
- Tabelle V **Hektarwerte nach Teilgebieten**
Hochwald, Zustand 1 (gesunde Bäume)
- Tabelle VI **Absolutwerte nach Teilgebieten**
Hochwald, Zustand 1 (gesunde Bäume)
- Tabelle VII **Zustand der Bäume nach Gebieten für den Hochwald**
Absolutwerte
- Tabelle VIII **Zustand der Bäume nach Gebieten und Gesamtpark für den Hochwald**
Hektarwerte
- Tabelle IX **Anteil der Assoziationen und Subassoziationen an der Fläche des Hochwaldes**
(auf Grund der Stichproben beurteilt)
- Tabelle X **Hektarwerte pro Pflanzengesellschaft**
Zustand 1 (gesunde Bäume)
- Tabelle XI **Gesundheitszustand der Bäume (Hektarwerte)**
- Tabelle XII **Vorwiegen der Schäden in den Stichproben in Prozenten**
- Tabelle XIII **Wichtigste Zahlenergebnisse nach Teilgebieten und Überbeständen geordnet**
Hochwald, Zustand 1 (gesunde Bäume), Hektarwerte
- Tabelle XIV **Streuungs- und Fehlerberechnung**
- Tabelle XV **Zusammenstellung der Konstanten der Tariffunktionen**

**Gesamtareal, Waldfläche und Bewaldungsprozent in Teilgebieten
des Nationalparks**

Tabelle I

Nr.	Gebiet	Gesamtareal		Hochwald		Legföhren		Gesamtwald	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
01	Trupchun	1 510	100	129,8	9	—	—	129,8	9
02	Tantermozza	1 560	100	108,7	7	95,7	6	204,4	13
03	Cluozza	2 450	100	126,8	5	323,9	13	450,7	18
04	Falcun	310	100	159,0	52	93,7	30	252,7	82
05	Praspöl	1 260	100	223,6	18	344,9	27	568,5	45
06	Murtarous	580	100	204,6	35	22,3	4	226,9	39
07	Plan dal Asen	720	100	305,7	42	49,3	7	355,0	49
08	Schera	410	100	322,0	79	13,9	3	335,9	82
09	Fuorn	400	100	173,6	44	34,5	8	208,1	52
10	Brüna	400	100	216,6	54	15,0	4	231,6	58
11	Stabelchod	2 170	100	413,0	19	73,9	3	486,9	22
12	Ftur	1 200	100	238,5	20	112,8	9	351,3	29
13	Crastatschas	500	100	452,3	90	3,5	1	455,8	91
14	Margun	110	100	97,2	88	—	—	97,2	88
15	Mingèr-Nord	1 400	100	250,1	18	380,0	27	630,1	45
16	Mingèr-Süd	890	100	180,2	20	87,5	10	267,7	30
1-16	Gesamtpark	15 870	100	3601,7	23	1650,9	10	5252,6	33

Quellen: Gesamtareal auf vergrößerter Landeskarte 1:10 000 planimetriert.
Waldfläche auf vergrößertem Übersichtsplan 1: 5 000 planimetriert.

Flächen, Vorrat-Schaffholz, Vorrat-Nutzholz und Zuwachs nach Gemeinderobotoren

	ha	Gesamtwald
29,8	9	%
2004,4	13	
150,7	18	
352,7	82	
68,5	45	
226,9	39	
35,0	49	
335,9	82	
108,1	52	
31,6	58	
86,9	22	
51,3	29	
55,8	91	
97,2	88	
30,1	45	
67,7	30	
52,6	33	

Flächen, Vorrat-Schaffholz, Vorrat-Nutzholz und Zuwachs nach Gemeindegebieten

Alle Holzarten; gesunde Bäume (Zustand 1)

Tabelle II

Gemeinde- gebiet		Hochwald				Legföhren				Gesamter Wald			
		Fläche ha	Vorrat m ³	Nutzholz m ³	Zuwachs m ³	Fläche ha	Vorrat m ³	Nutzholz m ³	Zuwachs m ³	Fläche ha	Vorrat m ³	Nutzholz m ³	Zuwachs m ³
S-chanf	absolut	131,7	14 827	12 914	156,9	33,8	542	176	11,8	165,5	15 369	13 090	168,7
	per ha	—	110,0	98,1	1,19	—	16,2	5,2	0,35	—	90,9	79,1	1,02
Zernez	absolut	3039,7	185 300	127 907	2574,6	1134,3	24 245	6254	530,4	4174,0	209 545	134 161	3105,0
	per ha	—	61,1	42,0	0,85	—	21,4	5,5	0,47	—	50,3	32,1	0,74
Valchava	absolut	—	—	—	—	15,3	304	66	7,5	15,3	304	66	7,5
	per ha	—	—	—	—	—	19,6	4,3	0,49	—	19,6	4,3	0,49
Scuol	absolut	430,3	14 227	7927	254,8	467,5	10 528	1288	222,1	897,8	24 755	9215	476,9
	per ha	—	33,0	18,4	0,59	—	22,5	2,7	0,48	—	27,5	10,2	0,53
Park	absolut	3601,7	214 354	148 748	2986,3	1650,9	35 619	7784	771,8	5252,6	249 973	156 532	3758,1
	per ha	—	59,5	41,3	0,83	—	21,6	4,7	0,47	—	47,6	29,8	0,72

Stammzahl, Vorrat und Zuwachs der Holzarten nach Teilgebieten und Gesamtpark

Hochwald, Zustand I (gesunde Bäume), Hektarwerte

Tabelle III

Gebiet	Bergföhre			Legföhre			Waldföhre			Lärche			Arve			Fichte			Total		
	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³
01 Trupchun	4	0,3	—	11	—	—	—	—	276	41,5	0,30	166	29,2	0,30	176	40,3	0,60	633	111,3	1,20	
02 Tantermozza	152	3,6	0,05	904	3,4	0,07	—	—	213	8,1	0,09	85	8,7	0,11	27	2,2	0,04	1381	26,0	0,36	
03 Cluoza	863	14,7	0,24	1103	5,4	0,10	—	—	138	18,9	0,15	77	10,7	0,12	41	4,2	0,09	2222	53,9	0,70	
04 Falcun	705	11,9	0,20	612	4,2	0,07	12	1,2	182	13,6	0,15	56	2,0	0,03	209	8,5	0,21	1776	41,4	0,68	
05 Praspöl	672	17,6	0,26	937	4,4	0,09	30	6,8	58	5,0	0,05	12	1,2	0,02	166	12,5	0,26	1875	47,5	0,75	
06 Murtarous	1443	44,2	0,67	296	1,6	0,03	4	0,6	62	5,5	0,06	35	1,8	0,03	22	1,9	0,04	1862	55,6	0,83	
07 Plan dal Asen	1551	45,7	0,73	438	2,3	0,04	8	1,4	8	0,1	—	—	—	—	3	—	—	2008	49,5	0,78	
08 Schera	1323	37,5	0,54	343	2,2	0,04	69	10,7	64	6,4	0,07	29	0,8	0,02	86	5,1	0,11	1914	62,7	0,90	
09 Fuorn	1181	39,1	0,48	289	2,6	0,03	3	1,6	140	21,6	0,16	158	29,4	0,27	49	7,9	0,13	1820	102,2	1,08	
10 Brüna	1222	56,2	0,65	243	2,0	0,03	—	—	61	16,4	0,11	79	19,4	0,18	—	—	—	1605	94,0	0,97	
11 Stabelchod	2369	66,7	1,01	206	0,8	0,02	—	—	1	0,3	—	3	0,2	—	—	—	—	2579	68,0	1,03	
12 Fuur	1840	44,0	0,70	665	2,8	0,06	—	—	5	1,6	0,01	21	2,6	0,03	3	0,8	—	2534	51,8	0,80	
13 Crastatschas	1735	46,9	0,71	354	1,5	0,03	12	2,5	39	6,5	0,05	20	2,0	0,02	4	0,7	0,01	2164	60,1	0,84	
14 Margun	935	22,2	0,33	234	0,8	0,02	136	27,8	93	10,0	0,10	—	—	—	106	5,0	0,11	1504	65,8	0,84	
15 Mingèr-Nord	1489	21,5	0,41	831	4,9	0,09	—	—	14	0,8	0,01	61	3,3	0,05	57	2,9	0,06	2452	33,4	0,62	
16 Mingèr-Süd	935	12,4	0,24	438	2,9	0,05	—	—	114	8,2	0,10	89	4,5	0,07	53	4,6	0,09	1629	32,6	0,55	
Park	1357	36,4	0,55	463	2,4	0,05	15	3,0	68	7,9	0,06	44	5,3	0,06	50	4,5	0,08	1997	59,5	0,83	

Park	1357	36,4	0,55	463	2,4	0,05	15	3,0	0,03	68	7,9	0,06	44	5,3	0,06	50	4,5	0,08	1997	59,5	0,83
------	------	------	------	-----	-----	------	----	-----	------	----	-----	------	----	-----	------	----	-----	------	------	------	------

Stärkeklassen nach Teilgebieten und Gesamtpark

Hochwald, Zustand I (gesunde Bäume), Hektarwerte

Tabelle IV

Gebiet	Ø 0-4 cm			Ø 5-9 cm			Ø 10-19 cm			Ø 20-29 cm			Ø 30-49 cm			Ø 50 und mehr cm			Total		
	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³	Stammzahl	Vorrat m ³	Zuwachs m ³
01 Trupchun	164	0,2	0,01	74	0,8	0,03	121	7,3	0,15	146	28,1	0,37	116	60,5	0,57	12	14,4	0,07	633	111,3	1,20
02 Tantermozza	949	0,9	0,05	229	1,9	0,05	125	4,5	0,07	58	10,5	0,12	20	8,2	0,07	—	—	—	1381	26,0	0,36
03 Cluoza	1289	1,7	0,08	519	4,6	0,12	291	12,1	0,19	82	14,8	0,16	37	16,5	0,13	4	4,2	0,02	2222	53,9	0,70
04 Falcun	858	1,1	0,06	435	4,0	0,11	375	16,8	0,29	108	19,5	0,22	—	—	—	—	—	—	1776	41,4	0,68
05 Praspöl	990	1,3	0,06	423	3,7	0,09	336	16,4	0,27	120	23,5	0,31	6	2,6	0,02	—	—	—	1875	47,5	0,75
06 Murtarous	771	0,9	0,05	417	4,2	0,12	540	27,9	0,43	134	22,6	0,23	—	—	—	—	—	—	1862	55,6	0,83
07 Plan dal Asen	760	1,1	0,05	585	6,1	0,16	587	28,9	0,44	76	13,4	0,13	—	—	—	—	—	—	2008	49,5	0,78
08 Schera	848	0,9	0,05	418	4,1	0,12	492	26,3	0,41	152	29,6	0,31	4	1,8	0,01	—	—	—	1914	62,7	0,90
09 Fuorn	895	0,9	0,06	320	3,1	0,09	361	19,6	0,29	167	30,1	0,31	66	32,5	0,24	11	16,0	0,09	1820	102,2	1,08
10 Bruna	586	0,6	0,03	341	3,2	0,09	455	24,0	0,35	163	31,0	0,27	50	23,3	0,16	10	11,9	0,07	1605	94,0	0,97
11 Stabelchod	1104	1,2	0,07	639	6,3	0,18	704	37,7	0,56	127	20,9	0,21	5	1,9	0,01	—	—	—	2579	68,0	1,03
12 Ftur	1316	1,4	0,08	608	6,0	0,16	512	25,1	0,37	84	13,6	0,14	14	5,7	0,05	—	—	—	2534	51,8	0,80
13 Crastatschas	1071	1,1	0,06	462	4,5	0,13	497	25,7	0,38	120	20,4	0,21	12	5,7	0,04	2	2,7	0,02	2164	60,1	0,84
14 Margun	740	0,8	0,04	265	2,7	0,07	360	19,6	0,30	102	19,7	0,19	35	21,3	0,17	2	1,7	0,07	1504	65,8	0,84
15 Mingèr-Nord	1355	1,5	0,08	587	5,5	0,15	469	19,5	0,30	41	6,9	0,09	—	—	—	—	—	—	2452	33,4	0,62
16 Mingèr-Süd	853	1,0	0,05	379	3,6	0,10	323	14,9	0,24	74	13,1	0,16	—	—	—	—	—	—	1629	32,6	0,55
Park	947	1,1	0,06	458	4,4	0,12	461	23,2	0,35	112	20,1	0,21	17	8,2	0,07	2	2,5	0,02	1997	59,5	0,83

Hektarwerte nach Teilgebieten
Hochwald, Zustand I (gesunde Bäume), Wertdifferenz

Tabelle V

Gebiet		Fläche ha	Stamm- zahl Stück	Vorrat m ³	Nutz- holz m ³	Wert- differenz	Kambial- fläche m ²	Zuwachs Vorrat m ³	Zuwachs Nutzholz m ³	Wert- differenz Zuwachs
Nr.	Bezeichnung									
01	Trupchun	129,8	633	111,3	99,3	179,9	1691	1,20	1,03	1,87
02	Tantermozza	108,7	1381	26,0	17,9	29,1	680	0,36	0,21	0,34
03	Cluozza	126,8	2222	54,9	37,7	59,2	1405	0,70	0,40	0,62
04	Falcun	159,0	1776	41,4	28,0	44,5	1295	0,68	0,43	0,66
05	Praspöl	223,6	1875	47,5	35,0	51,3	1415	0,75	0,52	0,73
06	Murtarous	204,6	1862	55,6	36,2	33,8	1731	0,83	0,55	0,50
07	Plan dal Asen	305,7	2008	49,5	28,2	20,7	1744	0,78	0,44	0,31
08	Schera	322,0	1914	62,7	45,8	57,3	1841	0,90	0,63	0,73
09	Fuorn	173,6	1820	102,2	80,3	113,5	2065	1,08	0,79	1,09
10	Brüna	216,6	1605	94,0	73,6	85,4	2040	0,97	0,71	0,78
11	Stabelchod	413,0	2579	68,0	41,6	28,3	2255	1,03	0,63	0,42
12	Ftur	238,5	2534	51,8	30,9	25,2	1735	0,80	0,44	0,34
13	Crastatschas	452,3	2164	60,1	40,8	39,4	1789	0,84	0,53	0,47
14	Margun	97,2	1504	65,8	54,3	82,4	1602	0,84	0,65	0,89
15	Mingèr-Nord	250,1	2452	33,4	16,8	17,8	1343	0,62	0,29	0,30
16	Mingèr-Süd	180,2	1629	32,6	20,6	30,0	1075	0,55	0,33	0,46
Ganzer Park		3601,7	1997	59,5	41,3	48,5	1698	0,83	0,54	0,59

Absolutwerte nach Teilgebieten
Hochwald, Zustand I (gesunde Bäume)

Tabelle VI

Gebiet		Fläche ha	Stamm- zahl Stück	Vorrat m ³	Vorrat Nutzholz m ³	Wert- differenz	Kambial- fläche m ²	Zuwachs Vorrat m ³	Zuwachs Nutzholz m ³	Wert- differenz Zuwachs
Nr.	Bezeichnung									
01	Trupchun	129,8	82 163	14 447	12 886	23 348	219 471	157	134	243
02	Tantermozza	108,7	150 115	2 826	1 945	3 163	73 958	39	23	37
03	Cluozza	126,8	281 750	6 834	4 785	7 502	178 162	88	51	78
04	Falcun	159,0	282 384	6 583	4 450	7 079	205 860	108	69	105
05	Praspöl	223,6	419 250	10 621	7 831	11 467	316 367	167	118	163
06	Murtarous	204,6	380 965	11 376	7 411	6 922	354 095	170	112	102
07	Plan dal Asen	305,7	613 846	15 132	8 609	6 332	533 266	238	133	94
08	Schera	322,0	616 308	20 189	14 748	18 462	592 696	288	204	235
09	Fuorn	173,6	315 952	17 742	13 937	19 708	358 454	188	137	189
10	Brüna	216,6	347 643	20 360	15 933	18 492	441 773	210	154	169
11	Stabelchod	413,0	1 065 127	28 084	17 197	11 696	931 394	426	259	174
12	Ftur	238,5	604 359	12 354	7 371	6 022	413 867	191	106	81
13	Crastatschas	452,3	978 777	27 183	18 442	17 834	809 269	380	242	212
14	Margun	97,2	146 189	6 396	5 276	8 011	155 772	81	63	86
15	Mingèr-Nord	250,1	613 245	8 353	4 211	4 461	335 869	156	72	76
16	Mingèr-Süd	180,2	293 546	5 874	3 716	5 414	193 683	99	60	83
Ganzer Park		3601,7	7 191 619	214 354	148 748	175 913	6 113 956	2986	1937	2127

Zuwachs Nutzholz m³	Wert- differenz Zuwachs
0,03	1,87
0,21	0,34
0,40	0,62
0,43	0,66
0,52	0,73
0,55	0,50
0,44	0,31
0,63	0,73
0,79	1,09
0,71	0,78
0,63	0,42
0,44	0,34
0,53	0,47
0,65	0,89
0,29	0,30
0,33	0,46
0,54	0,59

Tabelle VI

Zuwachs Nutzholz m³	Wert- differenz Zuwachs
134	243
23	37
51	78
69	105
118	163
112	102
133	94
204	235
137	189
154	169
259	174
106	81
242	212
63	86
72	76
60	83
1937	2127

Zustand der Bäume nach Gebieten für den Hochwald

Absolutwerte

Gebiet	1 Gesunde Bäume		2 Beschädigte und geschwächte Bäume		3 Absterbende, noch verwertbare Bäume		4 Absterbende, nicht verwertbare Bäume		5 Tote, noch verwertbare Bäume		6 Tote, nicht verwertbare Bäume		Total	
	Stamm- zahl	Vorrat m³	Stamm- zahl	Vorrat m³	Stamm- zahl	Vorrat m³	Stamm- zahl	Vorrat m³	Stamm- zahl	Vorrat m³	Stamm- zahl	Vorrat m³	Stamm- zahl	Vorrat m³
01 Trupchun	82 163	14 447	7 009	208	519	52	13	3 375	13	3 634	415	15 316	221	112 016
02 Tantermozza	150 115	2 826	14 348	413	—	—	4 783	43	652	109	22 283	120	192 181	3 511
03 Cluoza	281 750	6 834	82 293	1 128	888	317	6 974	76	2 282	190	33 982	368	408 169	8 913
04 Falcun	282 384	6 583	55 014	747	954	175	8 268	79	5 406	525	48 972	334	400 998	8 443
05 Praspöl	419 250	10 621	133 042	3 063	1 565	134	14 087	156	16 546	1 051	148 918	1 901	733 408	16 926
06 Murtarous	380 965	11 376	89 819	1 125	1 432	102	8 184	61	9 207	532	120 509	1 289	610 116	14 485
07 Plan dal Asen	613 846	15 132	135 954	1 498	1 223	92	15 285	122	5 503	367	114 943	948	887 754	18 159
08 Schera	616 308	20 189	189 980	3 059	4 186	837	23 506	193	29 624	2 415	173 558	1 803	1 037 162	28 496
09 Fuorn	315 952	17 742	45 693	920	3 472	295	9 722	17	10 763	347	41 838	174	428 445	19 495
10 Brüna	347 643	20 360	43 085	1 863	2 166	108	3 899	—	13 429	953	42 670	390	457 892	23 674
11 Stabelchod	1 065 127	28 084	151 158	2 148	5 369	454	24 780	83	61 124	3 469	188 741	1 115	1 496 299	35 353
12 Fuar	604 359	12 354	105 894	2 051	5 008	286	13 833	48	27 427	1 407	61 294	358	817 815	16 504
13 Crastatschas	978 777	27 183	237 910	3 799	7 689	452	24 876	181	37 993	2 171	172 326	1 176	1 459 571	34 962
14 Margun	146 189	6 396	61 333	631	1 166	146	8 359	49	5 540	408	38 297	398	260 884	8 028
15 Mingèr-Nord	613 245	8 353	160 064	2 501	1 000	25	14 506	75	6 252	400	88 535	525	883 602	11 879
16 Mingèr-Süd	293 546	5 874	89 199	1 766	901	144	6 487	36	4 685	703	40 545	360	435 363	8 883
Park Hochwald	7 191 619	214 354	1 608 800	26 920	37 538	3619	190 924	1 232	240 067	15 462	1 352 727	11 480	10 621 675	273 067
Park Legföhren	8 086 785	35 619	1 234 096	7 502	3 197	194	84 766	520	10 198	795	605 757	2 638	10 024 799	47 268
Park Total	15 278 404	249 973	2 842 896	34 422	40 735	3813	275 690	1752	250 265	16 257	1 958 484	14 118	20 646 474	320 335

Zustand der Bäume nach Gebieten und Gesamtpark für den Hochwald

Hektarwerte

Tabelle VIII

Gebiet	1 Gesunde Bäume		2 Beschädigte und geschwächte Bäume		3 Absterbende, noch verwertbare Bäume		4 Absterbende, nicht verwertbare Bäume		5 Tote, noch verwertbare Bäume		6 Tote, nicht verwertbare Bäume		Total	
	Stamm- zahl	Vorrat m ³	Stamm- zahl	Vorrat m ³	Stamm- zahl	Vorrat m ³	Stamm- zahl	Vorrat m ³	Stamm- zahl	Vorrat m ³	Stamm- zahl	Vorrat m ³	Stamm- zahl	Vorrat m ³
01 Trupchun	633	111,3	54	1,6	4	0,4	26	0,1	28	3,2	118	1,7	863	118,3
02 Tantermozza	1381	26,0	132	3,8	—	—	44	0,4	6	1,0	205	1,1	1768	32,3
03 Cluoza	2222	53,9	649	8,9	7	2,5	55	0,6	18	1,5	268	2,9	3219	70,3
04 Falcun	1776	41,4	346	4,7	6	1,1	52	0,5	34	3,3	308	2,1	2522	53,1
05 Praspöl	1875	47,5	595	13,7	7	0,6	63	0,7	74	4,7	666	8,5	3280	75,7
06 Murtarous	1862	55,6	439	5,5	7	0,5	40	0,3	45	2,6	589	6,3	2982	70,8
07 Plan dal Asen	2008	49,5	448	4,9	4	0,3	50	0,4	18	1,2	376	3,1	2904	59,4
08 Schera	1914	62,7	590	9,5	13	2,6	73	0,6	92	7,5	539	5,6	3221	88,5
09 Fuorn	1820	102,2	269	5,3	20	1,7	56	0,1	62	2,0	241	1,0	2468	112,3
10 Brüna	1605	94,0	222	8,6	10	0,5	18	0,0	62	4,4	197	1,8	2114	109,3
11 Stabelchod	2579	68,0	366	5,2	13	1,1	60	0,2	148	8,4	457	2,7	3623	85,6
12 Ftur	2534	51,8	444	8,6	21	1,2	58	0,2	115	5,9	257	1,5	3429	69,2
13 Crastatschas	2164	60,1	526	8,4	17	1,0	55	0,4	84	4,8	381	2,6	3226	77,3
14 Margun	1504	65,8	631	6,5	12	1,5	86	0,5	57	4,2	394	4,1	2684	82,6
15 Mingèr-Nord	2452	33,4	640	10,0	4	0,1	58	0,3	25	1,6	354	2,1	3533	47,5
16 Mingèr-Süd	1629	32,6	495	9,8	5	0,8	36	0,2	26	3,9	225	2,0	2416	49,3
Park Hochwald	1997	59,5	447	7,4	10	1,0	53	0,3	67	4,3	376	3,2	2950	75,7
Park Legföhren	4898	21,6	748	4,5	2	0,1	51	0,3	6	0,5	367	1,6	6072	28,6
Park Total	2909	47,6	541	6,5	8	0,7	52	0,3	48	3,1	373	2,7	3931	60,9

Anteil der Assoziationen und Subassoziationen an der Fläche des Hochwaldes

(Auf Grund der Stichproben beurteilt)

Tabelle IX

	28,6			
	6072	3931		
	1,6	2,7		
	367	373		
	0,5	3,1		
	6	48		
	0,3	0,3		
	51	52		
	0,1	0,7		
	2	8		
	4,5	6,5		
	748	541		
	21,6	47,6		
Park Legföhren	4898	2909		
Park Total				

Assoziation bzw. Subassoziation	Fläche		Fläche	
	ha	%	ha	%
60 <i>Mugeto-Ericetum</i> Erika-Bergföhrenwald	2288	64		
61 <i>Mugeto-Ericetum caricetosum humilis</i> Zwergseggenreicher Erika-Bergföhrenwald			1442	40
62 <i>Mugeto-Ericetum hylocomietosum</i> Moosreicher Erika-Bergföhrenwald			790	22
63 <i>Mugeto-Ericetum cladonietosum</i> Flechtenreicher Erika-Bergföhrenwald			56	2
70 <i>Mugeto-Rhodoretum hirsuti</i> Steinrosen-Bergföhrenwald	320	9		
71 <i>Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum</i> Moosreicher Steinrosen-Bergföhrenwald			278	8
72 <i>Mugeto-Rhodoretum cladonietosum</i> Flechtenreicher Steinrosen-Bergföhrenwald			40	1
73 <i>Mugeto-Rhodoretum salicetosum reticulatae</i> Netzweidenreiche Steinrosen-Legföhren-Gesellschaft			2	—
50 <i>Pineto-Caricetum humilis</i> Zwergseggen-Engadinerföhrenwald	103	3	103	3
20 <i>Rhodoreto-Vaccini etum</i> Alpenrosen-Heidelbeer-Gesellschaft	397	11		
21 <i>Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum</i> Arven-Alpenrosen-Gesellschaft			256	7
22 <i>Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum</i> Bergföhren-Alpenrosen-Gesellschaft			16	1
23 <i>Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum</i> Reitgras-Alpenrosen-Gesellschaft			125	3
10 <i>Piceetum subalpinum</i> Subalpiner Fichtenwald	69	2	69	2
80 Gesellschaften auf ehemaliger Weide	158	4	158	4
Verschiedene Gesellschaften	267	7		
30 <i>Empetretum-Vaccinietum</i> Rauschbeeren-Vacciaienheide			12	—
40 <i>Junipereto-Arctostaphyletum</i> Wacholder-Bärentrauben-Gesellschaft			10	—
90 <i>Alpine Gesellschaften</i>			176	5
00 <i>Pioniergesellschaften</i>			69	2
Gesamter Hochwald	3602	100	3602	100

Hektarwerte pro Pflanzengesellschaft

Zustand 1 (gesunde Bäume)

Tabelle X

Pflanzengesellschaft		Stammzahl	Vorrat Schaftholz m ³	Vorrat Nutzholz m ³	Wert- differenz	Kambium- fläche m ²	Zuwachs Vorrat m ³	Zuwachs Nutzholz m ³	Zuwachs Wert- differenz
01	Pioniergesellschaften. Erstbesiedler primär	1370	26,7	15,7	10,7	896,4	0,52	0,30	0,21
02	Pioniergesellschaften. Erstbesiedler sekundär	1117	9,3	3,1	2,7	423,4	0,22	0,06	0,05
10	Piceetum subalpinum	1027	107,6	99,6	171,6	2140,4	1,58	1,40	2,34
21	Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	1301	102,5	84,2	115,7	1958,0	0,98	0,77	1,06
23	Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	1340	98,7	82,0	131,0	1869,0	1,09	0,86	1,39
51	Pineto-Caricetum humilis (Pinus engadinensis)	1697	38,1	24,1	17,6	1171,3	0,68	0,43	0,31
52	Pineto-Caricetum humilis (Pinus mugo)	2094	23,6	11,2	8,0	926,0	0,49	0,22	0,16
61	Mugeto-Ericetum cnricetosum humilis	2318	52,0	31,8	29,8	1725,9	0,79	0,46	0,39
62	Mugeto-Ericetum hylcomietosum	2283	75,7	53,0	56,9	2266,2	1,05	0,72	0,75
63	Mugeto-Ericetum cladonietosum	2592	43,2	24,6	23,7	1466,8	0,84	0,43	0,38
71	Mugeto-Rhodoretum hylcomietosum	1946	43,5	28,8	37,3	1312,8	0,66	0,42	0,50
72	Mugeto-Rhodoretum cladonietosum	2480	44,7	22,1	24,2	1430,3	0,77	0,36	0,35
80	Gesellschaften auf ehemaliger Weide	1290	38,5	26,9	36,1	1020,9	0,60	0,37	0,42
90	Alpine Gesellschaften	643	29,7	23,2	44,1	523,4	0,29	0,19	0,36
Park	Hochwald	1997	59,5	41,3	48,8	1697,5	0,83	0,54	0,59
Park	Legföhren	4898	21,6	4,7	—	—	0,47	—	—
Park	Total	2909	47,6	29,8	—	—	0,72	—	—

Gesundheitszustand der Bäume
(Hektarwerte)

Nr.	Pflanzengesellschaft Bezeichnung	Gesund		Beschädigt geschwächt		Absterbend		Abgestorben		Zusammen	
		Stamm- zahl	Vorrat	Stamm- zahl	Vorrat	Stamm- zahl	Vorrat	Stamm- zahl	Vorrat	Stamm- zahl	Vorrat
01	Pioniergesellschaften (primär)	1370	26,7	186	2,8	24	0,3	247	3,5	1827	33,3
02	Pioniergesellschaften (sekundär)	1117	9,3	260	3,2	10	—	111	1,6	1498	14,1
10	Piceetum supalpinum	1027	107,6	314	6,0	24	0,9	607	12,7	1972	127,2
21	Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	1301	102,5	208	7,7	29	0,9	237	6,2	1775	117,3
23	Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	1340	98,7	199	3,6	48	1,6	360	8,7	1947	112,6
51	Pineto-Caricetum humilis (Pinus engad.)	1697	38,1	503	10,9	26	0,7	175	5,1	2401	54,8
52	Pineto-Caricetum humilis (Pinus Mugo)	2094	23,6	539	5,7	42	0,8	435	4,5	3110	34,6
61	Mugeto-Ericetum caricetosum humilis	2318	52,0	553	8,3	76	1,3	457	7,6	3404	69,2
62	Mugeto-Ericetum hylcomietosum	2283	75,7	546	8,1	67	1,8	697	11,1	3603	96,7
63	Mugeto-Ericetum cladonietosum	2592	43,2	451	7,3	59	4,2	352	3,6	3454	58,3
71	Mugeto-Rhodoretum hylcomietosum	1946	43,5	408	6,2	69	0,8	345	4,5	2768	55,0
72	Mugeto-Rhodoretum cladonietosum	2480	44,7	347	7,5	62	1,0	208	2,7	3097	55,9
80	Gesellschaften auf ehemaliger Weide	1290	38,5	241	5,6	38	2,6	254	4,4	1831	51,1
90	Alpine Gesellschaften	643	29,7	96	8,4	12	0,1	71	3,9	822	42,1
Park	Hochwald	1997	59,5	447	7,4	63	1,3	443	7,5	2950	75,7
Park	Legföhren	4898	21,6	748	4,5	53	0,4	373	2,1	6072	28,6
Park	Gesamtwald	2909	47,6	541	6,5	60	1,0	421	5,8	3931	60,9

Vorwiegen der Schäden in den Stichproben

Tabelle XII

(in Prozenten)

Pflanzengesellschaft	Kein Schaden	Lawinen	Schneedruck	Schneegleiten	Steinschlag	Wind	Pilze	Insekten	Wild
00 Pioniergesellschaften	50	3	0	3	38	0	0	0	6
10 Piccetum supalpinum	41	3	6	0	13	0	6	3	28
21 Rhodoreto-Vaccinietum cembretosum	51	2	16	16	0	2	2	1	10
22 Rhodoreto-Vaccinietum mugetosum	25	50	0	25	0	0	0	0	0
23 Rhodoreto-Vaccinietum calamagrostidetosum	27	2	28	7	3	3	10	0	20
50 Pineto-Caricetum	17	0	17	38	13	2	10	0	3
61 Mugeto-Ericetum caricetosum humilis	69	2	11	7	3	2	3	0	3
62 Mugeto-Ericetum hylocomietosum	59	2	2	11	1	3	18	1	3
63 Mugeto-Ericetum cladonietosum	52	0	11	37	0	0	0	0	0
71 Mugeto-Rhodoretum hylocomietosum	40	0	16	28	3	0	4	0	9
72 Mugeto-Rhodoretum cladonietosum	15	5	15	55	5	5	0	0	0
80 Gesellschaften auf ehemaliger Weide	29	3	15	3	3	1	7	0	39
90 Alpine Gesellschaften	66	3	3	7	4	4	4	0	9
Hochwald	57	2	10	12	3	2	7	0	7
Legföhrenfläcien	29	17	3	41	7	0	3	0	0

Wichtigste Zahlenergebnisse nach Teilgebieten und Überbeständen geordnet

Hochwald, Zustand I (gesunde Bäume), Hektarwerte

Tabelle XIII

Überbestand Gebiet	Fläche ha	Stammzahl	Vorrat							Vorrat Nutzholz m ³	Wertdifferenz Nutzholz	Zuwachs Schaffholz m ³	Zuwachs Wertdifferenz
			Schaffholz m ³	Bfö %	Lfö %	Lä %	Arve %	Wfö %	Fi %				
Trupchun													
0101	29,2	757	150,3			25	7		68	140,8	247,8	1,95	3,02
0102	39,8	524	117,7	1		32	45		22	102,1	185,7	1,21	1,89
0103	32,4	697	81,9	1		24	23		52	72,2	125,2	0,96	1,38
0104	28,4	593	93,9			71	29			81,8	158,3	0,75	1,25
01	129,8	633	111,3			37	27		36	99,3	179,9	1,20	1,87
Tantermozza													
0201	20,5	585	20,6	3	6	43	48			15,2	26,9	0,25	0,31
0202	32,6	2636	45,0	16	20	13	45		6	28,8	44,6	0,61	0,52
0203	27,4	317	15,8	18	6	52	3		21	12,2	19,8	0,19	0,23
0204	28,2	1574	19,5	15	8	48	15		14	13,9	23,0	0,32	0,29
02	108,7	1381	26,0	14	13	31	34		8	17,9	29,1	0,36	0,34
Cluoza													
0301	13,0	1330	40,0		14	11	75			26,5	48,7	0,41	0,40
0302	23,7	2434	33,1	24	17	31	28			19,4	32,7	0,48	0,27
0303	16,4	3381	73,2	78	2	12	8			47,3	45,8	1,06	0,53
0304	32,5	1717	56,9	22	12	32	12		22	41,2	64,6	0,75	0,81
0305	41,2	2045	61,3	3	10	59	21		7	47,6	87,4	0,70	0,86
03	126,8	2222	53,9	27	10	35	20		8	37,7	59,2	0,70	0,62
Falcun													
0401	23,1	2482	39,6	43	24	19	6		8	21,3	27,2	0,63	0,41
0402	24,4	1469	75,2	25		41		3	31	45,8	77,4	0,92	1,13
0403	24,3	2775	54,6	36	7	31		4	22	34,6	55,0	1,03	0,91
0404	20,7	873	25,3	11	15	27	18		29	17,7	29,9	0,39	0,44
0405	25,9	1911	49,2	29	8	39	2	6	16	34,1	55,1	0,75	0,74
0406	40,6	1325	28,2	23	15	33	12		17	18,3	29,0	0,45	0,43
04	159,0	1776	41,4	29	10	33	5	3	20	28,0	44,5	0,68	0,66
Praspöl													
0501	40,6	1085	57,8	4	3	7	1	42	43	53,3	95,5	0,88	1,26
0502	20,4	2496	28,1	29	42	18	8	2	1	11,0	15,6	0,45	0,20
0503	30,0	1496	48,6	30	3	5		6	56	41,6	64,6	0,84	1,05
0504	19,9	3169	66,5	60	9	11	4		16	42,8	50,7	1,08	0,78
0505	28,8	1477	55,8	54	2	7		13	24	43,2	56,2	0,84	0,83
0506	35,0	2952	44,0	77	18			5		23,5	18,2	0,70	0,25
0507	48,9	1279	25,9	22	16	47	15			15,9	25,6	0,37	0,30
05	223,6	1875	47,5	37	9	17	2	14	27	35,0	51,3	0,75	0,73

Tabelle XIII (Fortsetzung)

Überbestand Gebiet	Fläche ha	Stamm- zahl	Vorrat							Vorrat Nutz- holz m ³	Wertdif- ferenz Nutz- holz	Zuwachs Schaft- holz m ³	Zuwachs Wertdif- ferenz
			Schaft- holz m ³	Bfo %	Lfö %	Lä %	Arve %	Wfö %	Fi %				
Murtarous													
0601	19,1	2535	77,5	88	1	2		6	3	48,6	43,1	1,22	0,63
0602	29,8	1719	30,9	62	4	22	10		2	19,7	22,5	0,53	0,35
0603	24,5	1539	52,8	63	1	21	14		1	36,7	40,9	0,74	0,57
0604	33,1	270	15,9	2	2	77	7		12	12,8	24,1	0,21	0,32
0605	31,8	1954	70,2	96	2	1	1			46,8	32,3	1,02	0,50
0606	31,7	2926	68,7	84	9	3		1	3	38,8	31,6	1,07	0,49
0607	34,6	2259	69,0	86	1	4	1		8	46,3	40,0	1,01	0,60
06	204,6	1862	55,6	80	3	10	3	1	3	36,2	33,8	0,83	0,50
Plan dal Asen													
0701	144,0	1923	46,7	96	4					25,0	16,8	0,77	0,28
0702	54,1	2557	29,8	81	14	1		2	2	12,8	10,3	0,57	0,17
0703	24,0	1715	69,2	70		1		29		50,0	57,5	0,94	0,67
0704	31,2	2548	66,2	99	1					36,5	24,3	1,09	0,41
0705	22,8	1442	77,6	96	4					53,9	35,9	0,91	0,45
0706	18,9	1456	63,4	99	1					42,3	28,2	0,83	0,39
0707	10,7	1584	27,4	71	29					10,4	7,0	0,44	0,11
07	305,7	2008	49,5	92	5			3		28,2	20,7	0,78	0,31
Schera													
0801	20,8	1516	111,5	70		14	1	12	3	85,0	94,0	1,38	1,18
0802	27,8	1018	60,3	23		8		53	16	53,7	94,0	0,83	1,10
0803	30,2	1927	67,9	95	1	3			1	44,8	32,6	0,94	0,46
0804	20,1	1526	83,8	63		12		15	10	64,0	78,0	1,12	1,01
0805	35,6	1089	60,9	29	1	3		54	13	54,9	88,7	0,78	1,02
0806	24,5	1798	78,4	48	1	11	3	9	28	64,6	88,5	1,14	1,25
0807	16,7	1800	71,6	60	2			27	11	53,6	68,8	1,08	0,94
0808	20,5	1164	67,7	62		9		23	6	54,0	68,2	0,85	0,79
0809	30,9	2929	32,1	80	9	10			1	15,6	13,4	0,63	0,22
0810	20,6	2621	56,4	86	4	7	2		1	32,6	26,2	0,95	0,40
0811	18,7	1764	29,5	53	3	38	1		5	19,9	28,5	0,49	0,33
0812	28,4	3071	33,9	59	40			1		10,5	7,2	0,59	0,12
0813	27,2	2673	60,8	54	4	32	7		3	41,4	52,4	0,88	0,64
08	322,0	1914	62,7	60	4	10	1	17	8	45,8	57,3	0,90	0,73
Fuorn													
0901	23,5	4266	76,9	57	12	11	17	3		47,8	54,1	1,07	0,60
0902	12,8	730	38,9	13	3	66	18			30,6	54,1	0,41	0,51
0903	18,3	1462	64,6	39	4	22	26	3	6	51,3	68,1	0,79	0,82
0904	36,6	3216	126,5	80		8	3	5	4	96,1	88,1	1,61	1,04
0905	30,8	947	164,3	28		14	38		20	138,8	208,5	1,58	2,03
0906	29,2	562	117,1	6	1	24	65		4	94,1	166,1	0,97	1,38
0907	22,4	1443	87,6	30	5	47	15		3	70,1	113,6	0,77	0,83
09	173,6	1820	102,2	38	3	21	29	1	8	80,3	113,5	1,08	1,09

Tabelle XIII (Fortsetzung)

Zuwachs Schaftholz m ³	Zuwachs Wertdif- ferenz	Überbestand Gebiet	Fläche ha	Stamm- zahl	Vorrat						Vorrat Nutz- holz m ³	Wertdif- ferenz Nutz- holz	Zuwachs Schaftholz m ³	Zuwachs Wertdif- ferenz
					Schaft- holz m ³	Bfö o/o	Lfö o/o	Lä o/o	irve o/o	Vfi o/o				
0,22	0,63	Briina												
0,53	0,35	1001	23,2	1622	95,1	89	1	4	6		72,2	57,3	1,12	0,69
0,74	0,57	1002	40,1	884	125,6	42		24	34		107,4	145,7	1,08	1,23
0,21	0,32	1003	23,8	300	36,9	19		40	41		29,1	48,1	0,35	0,44
0,02	0,50	1004	15,4	1478	113,3	91		7	2		92,9	72,8	1,19	0,73
0,07	0,49	1005	18,3	1773	77,8	50	6	19	25		59,2	75,1	0,78	0,64
0,01	0,60	1006	21,2	3508	80,9	99		1			53,1	36,1	1,20	0,49
0,83	0,50	1007	23,2	802	161,2	31		35	34		138,0	208,2	1,20	1,56
		1008	16,0	868	71,1	47	1	27	25		59,6	76,8	0,62	0,63
		1009	18,8	2046	68,6	60	20	4	16		44,7	42,0	0,76	0,40
		1010	16,6	2865	104,5	83	1	8	8		74,0	65,8	1,40	0,77
0,77	0,28	10	216,6	1605	94,0	60	2	17	21		73,6	85,4	0,97	0,78
0,57	0,17	Stabelchod												
0,94	0,67	1101	27,8	3967	110,4	95	1	4			70,5	51,5	1,57	0,68
0,09	0,41	1102	20,8	3315	68,3	96	4				39,5	26,5	1,12	0,42
0,91	0,45	1103	28,4	3522	78,5	100					42,3	28,4	1,34	0,47
0,83	0,39	1104	27,8	2633	82,4	91	4		5		50,7	37,0	1,19	0,52
0,44	0,11	1105	29,8	1771	58,1	99	1				38,8	26,0	0,80	0,34
0,78	0,31	1106	59,1	2176	72,4	100					48,0	32,1	1,00	0,45
		1107	25,1	2208	34,0	88	12				15,2	10,2	0,63	0,19
		1108	22,1	2346	68,8	99	1				45,4	30,3	0,95	0,40
1,38	1,18	1109	34,1	2707	66,3	100					36,2	24,3	1,16	0,44
0,83	1,10	1110	10,2	2781	35,4	100					15,6	10,4	0,90	0,23
0,94	0,46	1111	61,2	2735	75,6	99	1				46,4	31,1	1,15	0,48
1,12	1,01	1112	22,8	2515	58,6	98	2				37,2	24,9	0,82	0,34
0,78	1,02	1113	43,8	1866	47,5	99	1				29,5	19,7	0,71	0,30
1,14	1,25	11	413,0	2579	68,0	98	1	1			41,6	28,3	1,03	0,42
1,03	0,94	Ftur												
0,85	0,79	1201	24,1	3833	35,0	91	9				18,1	12,1	0,64	0,19
0,63	0,22	1202	15,4	2613	69,3	97	2		1		42,6	28,8	1,04	0,45
0,95	0,40	1203	25,9	2290	64,5	94	5	1			38,6	26,2	0,99	0,41
0,49	0,33	1204	29,0	2694	36,6	74	21		5		16,9	12,6	0,62	0,21
0,59	0,12	1205	33,2	2165	40,7	83	5	4	8		23,8	20,1	0,65	0,27
0,88	0,64	1206	27,4	2202	53,5	98	2				34,2	22,9	0,80	0,30
0,90	0,73	1207	24,3	1958	37,3	83	3	9		5	21,5	19,9	0,62	0,27
		1208	24,4	2504	67,7	76	1	14	9		43,7	44,8	0,97	0,50
		1209	34,8	2200	62,8	72	5		16	7	40,0	39,1	0,89	0,47
1,07	0,60	12	238,5	2534	51,8	85	5	3	5	2	30,9	25,2	0,80	0,34
0,41	0,51	Crastatschas												
0,79	0,82	1301	24,5	877	17,1	90	3		4	3	10,2	8,0	0,30	0,13
1,61	1,04	1302	22,0	2921	47,4	87	4		4	5	27,2	21,5	0,84	0,35
1,58	2,03	1303	24,9	1756	28,4	94	5	1			15,4	10,3	0,50	0,17
0,97	1,38	1304	16,6	1769	44,4	88	3	8		1	27,9	23,2	0,71	0,36
0,77	0,83	1305	13,5	2172	53,7	94	6				31,5	21,0	0,80	0,31

Tabelle XIII (Fortsetzung)

Überbestand Gebiet	Fläche ha	Stamm- zahl	Vorrat								Vorrat Nutz- holz m³	Wertdif- ferenz Nutz- holz	Zuwachs Schaft- hol- m³	Zuwachs Wertdif- ferenz	
			Schaft- holz m³	Bfö ‰	Lfö ‰	Lä ‰	Arve ‰	Wfö ‰	Fi ‰						
Crasstatschas															
1306	34,9	1889	31,9	93	5					2		18,0	13,3	0,55	0,21
1307	25,9	3043	69,9	93	3	2				2		39,9	29,5	1,16	0,49
1308	30,9	1857	80,6	47	2	33	18					60,7	86,4	0,92	0,76
1309	22,6	2772	75,5	87	1	10	2					52,7	44,8	1,00	0,52
1310	17,2	1584	87,6	96						4		64,6	45,9	1,00	0,55
1311	14,7	3077	57,7	84	5	4	7					34,9	28,6	0,91	0,43
1312	32,9	1956	69,6	62	4	15	6	13				47,7	53,2	0,92	0,57
1313	48,5	1939	72,3	98	1					1		49,3	34,4	0,96	0,46
1314	19,8	1190	63,4	74			6	4			16	47,0	46,6	0,84	0,56
1315	17,1	968	80,3	46			42			12		69,2	97,8	0,74	0,80
1316	30,3	1468	69,6	54	1	17				27	1	52,3	67,6	0,87	0,72
1317	22,6	2483	34,6	83	1	12				4		27,5	19,9	0,58	0,28
1318	10,3	4300	53,8	93	5	2						31,9	22,4	0,86	0,33
1319	23,1	3448	57,6	72	5	20				3		33,3	36,1	0,93	0,48
13	452,3	2164	60,1	78	3	11	3	4	1			40,8	39,4	0,84	0,47
Margun															
1401	33,9	1970	37,1	70	4	9			9	8		25,4	28,6	0,59	0,40
1402	21,8	1200	63,2	20	1	10			53	16		54,9	94,2	0,89	1,18
1403	18,6	1186	85,4	22	1	21			47	9		73,3	119,0	1,00	1,24
1404	22,9	1805	99,4	35	1	17			47			83,0	119,8	1,09	1,03
14	97,2	1504	65,8	34	1	15			42	8		54,3	82,4	0,84	0,89
Mingèr-Nord															
1501	11,3	739	12,1	29	37			34				5,0	6,3	0,20	0,10
1502	21,7	1623	26,3	90	10							12,7	8,0	0,48	0,14
1503	18,3	3294	32,5	92	8							14,8	9,9	0,67	0,18
1504	23,6	3746	46,3	81	18					1		20,3	13,9	0,84	0,24
1505	47,6	2436	41,9	55	22	1	14			8		20,6	22,2	0,72	0,38
1506	33,2	3283	21,5	64	28	8						5,5	5,2	0,49	0,09
1507	18,8	2912	39,7	58	7	12	8				15	22,3	29,1	0,78	0,50
1508	40,2	2120	39,8	39	12	1	24			24		25,1	35,7	0,72	0,61
1509	35,4	2063	27,6	84	5	1	6			4		14,6	12,4	0,51	0,21
15	250,1	2452	33,4	64	15	2	10			9		16,8	17,3	0,62	0,30
Mingèr-Süd															
1601	16,6	812	12,5	37	22			41				6,8	8,4	0,21	0,12
1602	9,5	1708	13,2	49	44			7				4,2	3,4	0,25	0,05
1603	27,9	2174	35,6	62	8	1	28			1		20,2	21,6	0,62	0,36
1604	39,3	2031	42,2	55	12	4	21			8		23,5	27,7	0,74	0,45
1605	24,4	414	12,0		9	90	1					8,6	16,3	0,14	0,18
1606	18,4	2201	29,6	48	10	39				3		16,4	23,5	0,51	0,33
1607	44,1	2067	62,0	22	1	41	6			30		47,0	79,5	1,04	1,24
16	180,2	1629	32,6	38	9	25	14			14		20,6	30,0	0,55	0,46
Park	3601,7	1997	59,5	61	4	13	9	5		8		41,3	48,5	0,83	0,59

Streuungs- und Fehlerberechnung

Tabelle XIV

		Streuungsprozente in den Pflanzengesellschaften																		S % von \bar{x}	
		0	10	21	22	23	30	40	50	61	62	63	71	72	80	90					
N	80	79	81	75	139	76	152	51	62	66	52	65	26	103	145						
VS	166	72	75	118	83	73	49	92	67	59	82	76	87	126	193						
K	122	56	67	107	63	56	29	58	53	52	52	64	40	87	134						
ZVS	135	55	69	109	74	59	29	62	55	49	60	68	7E	91	154						

Fehlerprozente in den Pflanzengesellschaften

$$f\% = t_{0,5} \cdot S_x\%$$

		0	10	21	22	23	30	40	50	61	62	63	71	72	80	90
N	28	29	14	62	36	80	188	16	5	7	20	11	12	22	35	
VS	58	26	13	97	21	76	61	26	5	6	32	13	41	21	44	
K	43	20	11	89	16	58	35	15	4	4	21	11	19	18	31	
ZVS	47	23	12	91	19	62	37	18	4	5	24	11	37	19	35	

Streuungsprozente in den Teilgebieten

S %

		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
N	98	104	71	71	76	75	50	69	100	97	63	42	67	62	58	74	
VS	81	108	78	73	90	80	71	63	76	78	60	67	72	74	64	94	
ZVS	90	88	69	68	76	75	52	53	70	66	49	52	49	57	52	89	

Fehlerprozente in den Teilgebieten

$$t_{0,5} \cdot S_x\%$$

		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
N	25	29	19	16	16	15	8	11	20	18	9	7	9	18	10	15	
VS	21	30	20	17	18	16	11	10	16	14	8	12	10	22	11	18	
ZVS	23	28	17	15	16	14	7	9	15	12	7	9	7	16	9	18	

Gesamtpark, Variation und Fehler

Stratifizierung	Stammzahliv ¹			Vorrat VS			Kambiumfläche K			Zuwachs ZVS		
	Mittelwert/ha	Var. %	Fehler %	Mittelwert/ha	Var. %	Fehler %	Mittelwert/ha	Var. %	Fehler %	Mittelwert/ha	Var. %	Fehler %
Nach Oberbest.	7997	71	3,3	60	70	3,1	1698		0,83	57	2,5	
Nach Gebieten	1997	71	3,3	60	76	3,5	1698		0,83	65	3,1	
Nach Pflanzenges.	7997	70	3,1	60	77	3,5	1698	58	2,7	62	2,8	
Gesamtpark	7997	73	3,4	60	84	3,9	1698	64	3,0	67	3,1	

	Zuwachs haft- wertlich ferenz
0,21	0,12
0,49	0,05
0,76	0,36
0,52	0,45
0,00	0,74
0,55	0,18
0,91	0,51
0,43	0,33
0,57	0,48
0,92	0,46
0,46	0,56
0,84	0,80
0,74	0,80
0,87	0,72
0,58	0,28
0,86	0,33
0,93	0,48
0,84	0,47
0,59	0,40
0,89	1,18
1,00	1,24
1,09	1,03
0,84	0,89
0,20	0,10
0,48	0,14
0,67	0,18
0,84	0,24
0,72	0,38
0,49	0,09
0,78	0,50
0,72	0,61
0,51	0,21
0,62	0,30
0,21	0,12
0,25	0,05
0,62	0,36
0,74	0,45
0,14	0,18
0,51	0,33
1,04	1,24
0,55	0,46
0,83	0,59

Tarifklasse	V_S		V_N		W	
	a $\cdot 10^{-4}$	b	a $\cdot 10^{-4}$	b	a $\cdot 10^{-4}$	b
0	1,76100	1,90168	—	—	—	—
1	1,01700	2,39666	0,10800	3,07838	0,18100	3,07895
2	1,02700	2,38498	0,26600	2,73473	0,44400	2,73444
3	1,12800	2,33091	0,10400	3,02496	0,17700	3,01898
4	1,77800	2,14463	0,02400	3,54155	0,04100	3,53906
5	1,17800	2,26173	0,13500	2,87818	0,22500	2,87807
6	1,41160	2,23841	0,41700	2,56578	1,29200	2,54273
7	0,91400	2,36232	1,02100	2,25515	1,87800	2,36954
8	0,88400	2,47676	2,59500	2,16726	9,94900	2,05189
9	0,91400	2,42346	1,71900	2,23805	4,67600	2,23168

Tarifklasse	V'_S		V'_N		W'	
	a^* $\cdot 10^{-2}$	b^*	a^* $\cdot 10^{-2}$	b^*	a^* $\cdot 10^{-2}$	b^*
0	6,69774	0,90168	—	—	—	—
1	4,87481	1,39666	0,66493	2,07838	1,11458	2,07895
2	4,89876	1,38498	1,45488	1,73473	2,42818	1,73444
3	5,25853	1,33091	0,62919	2,02496	1,06872	2,01898
4	7,62632	1,14463	0,16999	2,54155	0,29020	2,53906
5	5,32864	1,26173	0,77711	1,87818	1,29513	1,87807
6	6,31682	1,23841	2,13986	1,56578	6,57043	1,54273
7	4,31832	1,36232	4,60502	1,25515	8,90002	1,23168
8	4,37892	1,47676	11,24811	1,16726	40,82851	1,05189
9	4,43009	1,42346	7,69442	1,23805	20,87074	1,23168

Tarifklasse	ZV_S		ZV_N		ZW	
	a^{**} $\cdot 10^{-5}$	b^{**}	a^{**} $\cdot 10^{-5}$	b^{**}	a^{**} $\cdot 10^{-5}$	b^{**}
0	2,40044	0,91149	—	—	—	—
1	2,58422	1,29203	0,29143	2,03751	0,51459	2,01934
2	1,56718	1,49650	0,41748	1,88320	0,74383	1,86053
3	1,99123	1,40468	0,19209	2,17250	0,39166	2,10447
4	2,23931	1,34886	0,04277	2,80538	0,07732	2,77767
5	2,53787	1,35293	0,33414	2,00278	0,59876	1,97958
6	3,10566	1,24243	1,04193	1,57261	3,26102	1,54423
7	1,90592	1,49824	2,03470	1,39075	3,98165	1,50168
8	0,65979	1,89969	1,70106	1,58920	6,20428	1,47248
9	1,78224	1,67213	3,09030	1,48731	8,46840	1,47793

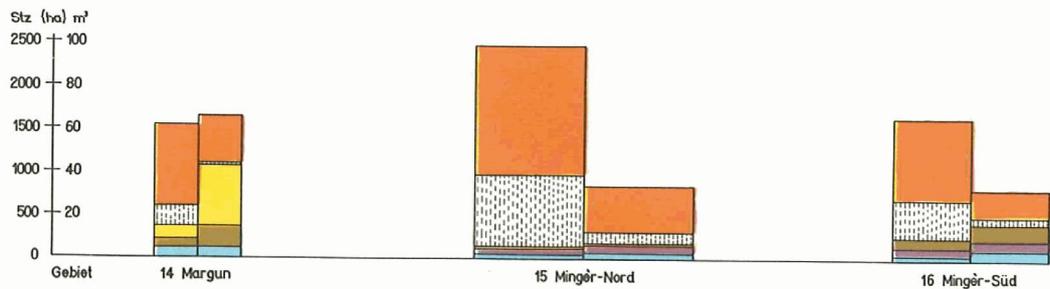
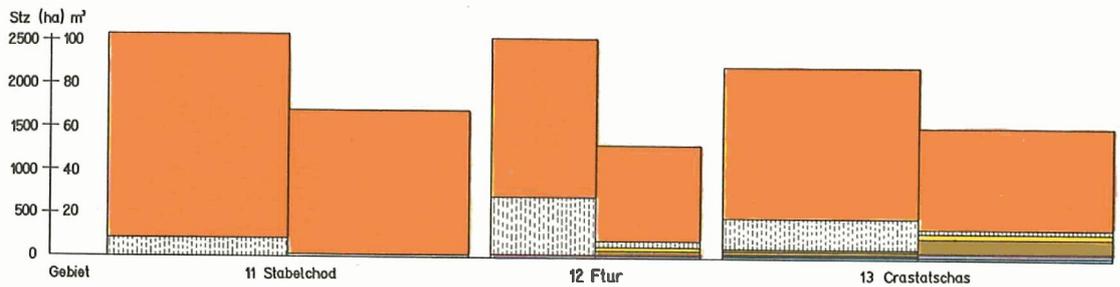
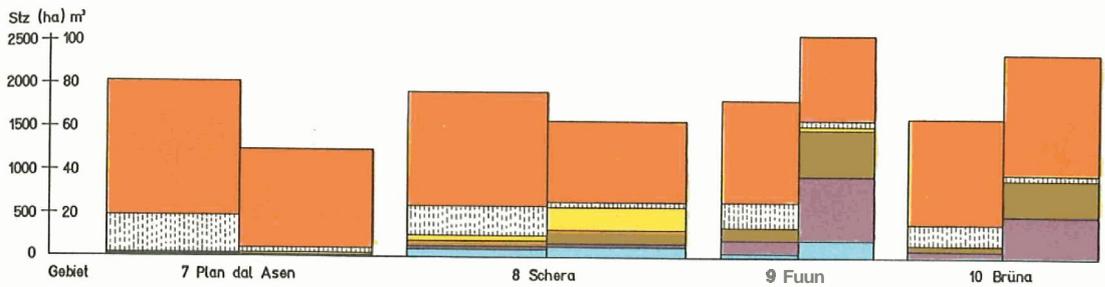
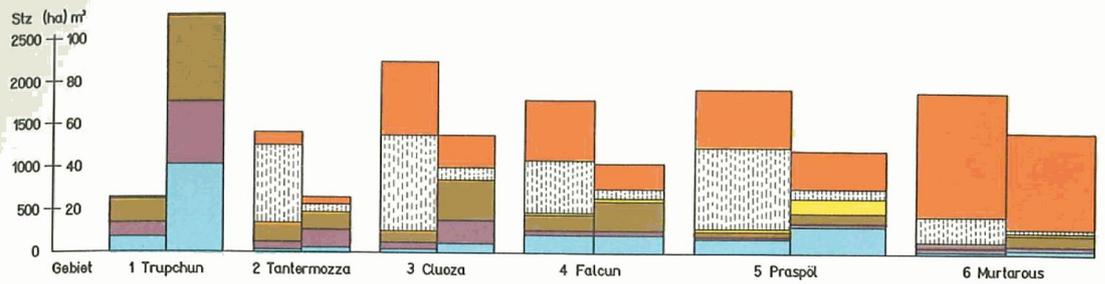
$y = a \cdot d^b$ für Schaftholz (VS) m^3 , Nutzholz (VA') m^3 , Wert (W) ($WE =$ Werteinheiten)
 $y^* = a^* \cdot d^{b^*}$ für deren Ableitung nach dem Radius ($d = 2r$) (ohne Rindeeffektor)
 $y^{**} = a^{**} \cdot d^{b^{**}}$ für Schaftholzzuwachs (ZVS), m^3 /Jahr, Nutzholzzuwachs (ZVN) m^3 /Jahr, Wertzuwachs (ZW) WE /Jahr

Für alle Tarife gilt $d = BHD$ in cm.

Die Faktoren a und b , a^* und b^* , a^{**} und b^{**} wurden mit IBM 665 aus den Einzelwerten der Probestämme gerechnet und werden in gekürzter Form wiedergegeben. Einzelne Tarife wurden für den Gebrauch in den obern Durchmessern etwas frisiert, da sie nur durch wenig Messungen belegt sind.

Stammzahl und Vorrat nach Holzarten für die einzelnen Gebiete

Figur 12





*Im Nationalparkgebiet sind seit nun dreißig Jahren Weide, Jagd, Fischerei wie überhaupt jeder menschliche **Einfluß** völlig ausgeschaltet. Das freie Walten der **Natur** kann so auf lange Sicht verfolgt und das **Zusammenspiel** der Organismen in ihrer Abhängigkeit voneinander und vom **Lebensraum** erfaßt werden. Ein **gewaltiges Naturexperiment**, das noch in ferner **Zukunft** unsere Nachfahren beschäftigen wird.*

I. Braun-Blanquet (1946)