



WALDZUSTANDSERHEBUNG BAD HOFGASTEIN

MONOGRAPHIEN

Band 14

MONOGRAPHIEN

Band 1:
TSCHERNOBYL UND DIE FOLGEN FÜR ÖSTERREICH. Vorläufiger Bericht.
F. Schönhofer, W. Ecker, H. Hojesky, W. Junger, K. Kienzl, H. Nowak, A. Riss, P. Vychytil, J. Zechner.
November 1986.

Band 2:
FLURBEREINIGUNG UND LANDSCHAFTSPFLEGE. Neue Wege in der Flurbereinigung – aufgezeigt am Beispiel der Gemeinde Schrick, Niederösterreich.
G. Liebel, K. Farasin, P. Mayrhofer, P. Schawerda.
Dezember 1986.

Band 3:
BIOTOPKARTIERUNG. Stand und Empfehlungen.
G. Liebel, K. Farasin, G. Schramayr, F. Schanda, B. Stöhr.
April 1987.

Band 4:
STUDIE ZUR ABWASSERREINIGUNG DER HALLEIN PAPIER AG.
I. Kossina, D. Streichfuß, H. Fleckseder, R. Dworsky, B. Velimirov, M. Peter, W. Struwe.
August 1987.

Band 5:
BACKGROUNDSTATION EXELBERG. Endbericht. Untersuchungszeitraum 1983–1986.
H. Puxbaum u. E. Ober.
September 1987.

Band 6:
LUFTBILDGESTÜTZTE ERFASSUNG VON ALTABLAGERUNGEN. Ein Verfahren zur Dokumentation und Überwachung von Abbau- und Ablagerungsflächen am Beispiel des westlichen Marchfeldes.
M. Schamann, K. Zirm et al.
Dezember 1987.

Band 7:
BIOTOPFLÄCHENENTWICKLUNG SCHRICK.
K. Farasin u. G. Schramayr.
Februar 1988.

Band 8:
NATURWISSENSCHAFTLICHER PROBLEM- UND ZIELKATALOG ZUR ERSTELLUNG EINES ÖSTERREICHISCHEN BODENSCHUTZKONZEPTE.
R. Dworsky, J. Hackl, M. Häupl, E. Kasperowski, K. Kienzl, G. Liebel, H. Nowak, E. Seltenhammer-Malina.
Dezember 1988.

Band 9:
DIE IMMISSIONSSITUATION UM DAS ALUMINIUMWERK DER AMAG RANSHOFEN.
H. Hojesky, K. Radunsky, R. Baumann
November 1988.

Band 10:
BIOTOPERHEBUNG TRUPPENÜBUNGSPLATZ GROSSMITTEL. Dokumentation des Zustandes und Diskussion über Entwicklungsmöglichkeiten der naturräumlichen Ausstattung eines militärischen Sperrgebietes.
K. Farasin, G. Schramayr, F.M. Grünweis, M. Hauser, A. Kaltenbach, F. Tiedemann, P. Prokop.
Februar 1989.

Band 11:
KARTIERUNG AUSGEWÄHLTER KULTURLANDSCHAFTSTYPEN IN ÖSTERREICH.
M.H. Fink, F.M. Grünweis, T. Wrška, J. Kräftner, A. Drexel, D. Hütner.
April 1989.

Band 12:
VORLÄUFIGER BIOTOP-TYPENKATALOG ÖSTERREICHS.
W. Holzner.
1989.

Band 13:
GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM UNTEREN KAMPTAL.
J. Grath, H. Herlicska, S. Geist.
Juni 1989.

Band 14:
WALDZUSTANDSERHEBUNG BAD HOFGASTEIN.
J. Hackl, K. Zirm, M. Schamann, H. Mauser, M. Holzwieser, U. Bilek.
Juni 1989.

Band 15:
BODEN- UND VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN IM BEREICH DER SCHEITELSTRECKE DER TAUERNAUTOBAHN.
E. Kasperowski, E. Frank, et. al.
Juni 1989.



WALDZUSTANDSERHEBUNG BAD HOFGASTEIN

Josef HACKL
Konrad ZIRM
Martin SCHAMANN
Felix FIBICH
Herbert SCHENTZ
Umweltbundesamt

Harald MAUSER
Martin HOLZWIESER
Umweltdata

Gottfried OTEPKA
AVT Arbeitsgemeinschaft Vermessung Tirol

Ulrich BILEK
Amt der Salzburger Landesregierung

Titelfoto: Reichebenwald: Ausschnitt identer Gebiete

Luftbild 2797 mit Bestandesabgrenzung und -nummern Maßstab ca. 1:4000

Kartenausschnitt mit Auswertungsergebnissen Maßstab ca. 1:25 000

grün	Stufe 1	Mittlerer Kronenzustand Fichte, Lärche, Tanne 1.0-1.49
gelb	Stufe 2	Mittlerer Kronenzustand Fichte, Lärche, Tanne 1.50-1.99
orange	Stufe 3	Mittlerer Kronenzustand Fichte, Lärche, Tanne 2.00-2.49

Luftbild Bestandesnummer	34	entspricht Karte	Bestandesnummer	154
"	"	32	"	152
"	"	41	"	156

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1010 Wien, Biberstraße 11.
Druck: Fa. Radinger, 3270 Scheibbs

© Umweltbundesamt, Wien, Juni 1989
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-033-3

VORWORT

Der Umweltschutz in Salzburg hat - pionierhaft für Österreich - frühzeitig den Wert des Luftbildes, insbesondere des Infrarotfarbluftbildes, erkannt. Zum Zweck der Dokumentation der Umwelt und speziell der Erkennung des Zustandes der Pflanzen wurde die Arbeit am Projekt "Umwelterhebung Salzburg" gemeinsam mit dem Österreichischen Bundesinstitut für Gesundheitswesen aufgenommen. Die ersten systematischen Erhebungen mittels Fernerkundung erfolgten im Land Salzburg 1976. Im Spätsommer des Jahres 1986 setzte das Referat für Umweltschutz diese Arbeiten mit der Erhebung der Vitalität des Waldes im Gasteinertal - einem besonders sensiblen Siedlungs-, Fremdenverkehrs- und Kurgelbiet - fort. Die Erhaltung dieses schönen Lebensraumes ist untrennbar mit der Erhaltung der Schutzfunktionen des Waldes verbunden.

Die vorliegende Studie bestätigt eindrucksvoll die Notwendigkeit der bereits gesetzten und noch zu planenden Maßnahmen zur Reduktion der Luftschadstoffe in allen Entstehungsbereichen.

Ich hoffe, daß diese Arbeit als wichtige Entscheidungsgrundlage gerade für die Bereiche Umweltschutz, Forstwesen, Naturschutz sowie Raumplanung etc. dient. Damit wäre ein weiterer Schritt in Richtung eines vorbeugenden Umweltschutzes getan.



Landesrat Dr. Othmar Raus

Die vorliegende Arbeit wurde durch das Umweltbundesamt in personeller und technischer Hinsicht weitgehend durchgeführt und unterstützt.

Herrn Direktor Dr. Struwe sei für sein Entgegenkommen an dieser Stelle herzlichst gedankt.

Ebenso Dank gebührt seinen Mitarbeitern, Herrn Dr. Zirm und Herrn Dipl.-Ing. Hackl für die fachliche Beratung sowie die Mitarbeit und die koordinierende Tätigkeit insbesondere im Hinblick auf die Kontakte mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen und der "UMWELTDATA".

In gleicher Weise gilt der Dank auch Herrn Forstmeister Dipl.-Ing. Pollet von der Forstverwaltung Bad Hofgastein der Österreichischen Bundesforste für die vielen zweckdienlichen Informationen und Unterlagen.

Hilfreich war ebenfalls die Zusammenarbeit mit Herrn Bezirksforstinspektor Dipl.-Ing. Ebner.

Gleiches gilt für Herrn Oberförster Endlicher von der Forstaufsichtsstation Schwarzach.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	I
SUMMARY	III
1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	1
2 METHODIK	5
2.1 Grundlagen zur Erhebung aus dem Luftbild	5
2.1.1 Eigenschaften des Farbinfrarotfilms 2443	6
2.1.2 Anforderungen zur Durchführung des Bildfluges	7
2.1.3 Erkennbarkeit des Vegetationszustandes im Color-Infrarot-Luftbild	9
2.2 Terrestrische Erhebungen	12
2.2.1 Erscheinungsformen zustandsveränderter Bäume in der Natur	12
2.2.2 Referenzflächen	14
3 DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTES	15
3.1 Arbeitsablauf	15
3.2 Bildflug	16
3.3 Feldarbeiten	21
4 INTERPRETATIONSSCHLÜSSEL	29
4.1 Darstellung des Interpretationsschlüssels	29
4.2 Schlüsselbilder	33
5 AUSWERTUNG	57
5.1 Ausscheidung der Bestandeseinheiten	57
5.2 Der Stichprobenraster	57
5.3 Die Luftbildinterpretation	59

6 EDV-AUFNAHME DER DATEN	61
6.1 Codierung der Daten	61
6.2 Verarbeitung der Daten; statistische Analyse	65
6.3 Geographische Datenbasis	67
7 ERGEBNISSE	69
7.1 Vorbemerkung	69
7.2 Anzahl der untersuchten Bestände	69
7.3 Bestandsergebnisse	70
7.4 Baumartenweise Ergebnisse	74
7.5 Unterschied : Randbäume - Innenbäume	76
7.6 Fernheizwerk Badgastein	84
7.7 Zopftrocknis und Verfärbungen	85
7.8 Verteilung der Wuchsklassen	85
7.9 Flächenberechnung	89
8 SCHLUSSBETRACHTUNG	91
9 LITERATUR	95
10 ANHANG	99
Skizzen der Referenzflächen	

ZUSAMMENFASSUNG

Die Wirkung der geschlossenen Waldbestände in bezug auf Minderung des Oberflächenabflusses, Stabilisierung des Bodens und Schutz vor Lawinen ist für Siedlungen und Infrastruktur des Gasteinertals von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund initiierte das Amt der Salzburger Landesregierung, Referat 16/01 (Umweltschutz) ein Projekt zur Erhebung des Waldzustandes im Raum Bad Hofgastein. Die fachliche Leitung und Durchführung des Projektes wurde dem Umweltbundesamt übertragen.

Die Erfassung des Waldzustandes erfolgte mit Hilfe von Color-Infrarot-Luftbildern des Gasteinertals zwischen Laderding und Angertal, die Anfang September 1986 durch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen im Maßstab 1:2 000 bis 1:9 000 hergestellt wurden. Zur gleichen Zeit erfolgte im Gelände die Erstellung der Interpretationsschlüssel für die Baumarten Fichte, Lärche und Tanne.

Nach Abgrenzung von homogenen Beständen in den Luftbildern wurde mit Hilfe eines regelmäßigen Rasters eine stichprobenweise Beurteilung des Kronenzustandes von Einzelbäumen durchgeführt. Diese Beurteilungen wurden bestandesweise zusammengefaßt und statistisch bearbeitet.

Insgesamt wurden 29.061 Einzelkronen von Fichte, Lärche und Tanne beurteilt. Rund 24% der Probebäume wurden der Kronenzustandstufe 1 (keine sichtbaren Schäden), rund 58% der Stufe 2 (geringfügige Kronenveränderungen) zugeordnet. Die Stufen 3 und 4 mit rund 16% aller Bäume sind als deutlich geschädigt anzusehen, während in Stufe 2 sowohl leicht geschädigte Bäume als auch natürliche Variationen des Kronenzustands vertreten sind.

Der überwiegende Teil der beurteilten Bestände (62% bzw. 82% je nach Art der Zuordnung) liegt im Übergangsbereich zwischen normalen und geschädigten Bestandesklassen: Allein aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung ist daher jede endgültige Einstufung dieser Bestände als "gesund" oder "krank" keine korrekte Interpretation, obwohl der gegenwärtige Stand des Wissens über das Phänomen großflächiger "neuartiger Waldschäden" im Alpenraum die Annahme einer latenten Schädigung auch dieser Bestände nahelegt. Nur ein geringer Teil der untersuchten Bestände (0% bzw. 5%) kann hingegen als eindeutig "gesund" angesehen werden. Die bestandesweisen Ergebnisse wurden kartographisch dargestellt.

Die ermittelten Einzelbaum- und Bestandeswerte sowie deren räumliche Verteilung bieten Informationen für Waldschadensforschung, forstliche Bewirtschaftung und Raumplanung. Sie können als Grundlage für eine kontinuierliche Erfassung des Waldzustands im Gasteinertal durch wiederholte Aufnahmen herangezogen werden.

SUMMARY

Living conditions and touristic infrastructure of the densely populated Gastein valley (Salzburg, Austria) depend on intact alpine forests as protective elements against risks of floods (rain water or melting snow), landslides, debris flows and avalanches. For these reasons, the administrative authority of the State of Salzburg initiated a project to investigate the state of forests in the Bad Hofgastein area. The Austrian Federal Environmental Agency was charged with the technical direction and realization of the project.

In order to analyze the state of forests in the Gastein valley from Laderding to Angertal, CIR (Color-Infrared) aerial photographs of this area were taken in September 1986 by the Austrian Federal Survey in a scale from 1:2 000 up to 1:9 000. In fieldwork carried out at the same time, a standard interpretation key was developed for the main tree species *Picea abies*, *Larix decidua* and *Abies alba*.

After differentiating homogeneous stands within the aerial photographs, single trees were chosen by superimposing a regular grid in order to make a random-sample interpretation of "crown condition". For each stand, the results of this interpretation were presented and statistically analyzed.

On the whole 29,061 single crowns of *Picea abies*, *Larix decidua* and *Abies alba* were evaluated. 24% of the individual trees assessed were assigned first class "crown condition" (no symptoms of damage discernible), whereas 58% were assigned second class (minor deviations from first class norm or phenological variations). Class 3 and 4 (16% of all trees) were estimated to be obviously damaged.

The majority of evaluated stands (62% or 82%, according to different modes of assignment) is situated within a transition area from normal to damaged stands: Any definite classification of these stands as "healthy" or "damaged" would not be a correct interpretation of the present study, although the actual state of knowledge of the phenomenon of large-scale forest deterioration in alpine regions suggests potential damage of these stands also. On the other hand, only a small part of the analyzed stands (0% or 5%) can with certainty be defined as "healthy". A cartographical presentation of these results is also provided.

The results of this study might provide useful information for basic research into causes of forest deterioration, as well as for forest management and area planning. They can be used as a basis for continuous examination of the state of alpine forests in the Gastein valley.

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Das Gasteinertal hat aufgrund seiner landschaftlichen Vorzüge bereits historische Weltberühmtheit erlangt. Diese Attraktivität brachte einen enormen Aufschwung des Fremdenverkehrs mit sich, welcher auch heute als das wesentliche Standbein der regionalen Wirtschaft anzusehen ist. Eine Folge der intensiven Fremdenverkehrsnutzung sind weitläufige Gestaltungsmaßnahmen der Landschaft durch Siedlungstätigkeit, dem Ausbau der Verkehrsanlagen oder die Anlage von Aufstiegshilfen und Schipisten.

Aufgrund der geologischen Verhältnisse ist das Gasteinertal durch Rutschungen und Murenabgänge, aber auch durch Hochwässer und - bedingt durch die Ausweitung des Winterfremdenverkehrs - zunehmend durch Lawinen gefährdet. Durch menschliche Tätigkeiten, wie etwa der Ausweitung des Winterfremdenverkehrs, im speziellen durch den Schipistenbau, aber auch beispielsweise durch Waldweide, werden diese Gefährdungen vielfach extrem erhöht bzw. Schadensereignisse ausgelöst (FIEBIGER, 1980; SCHROLL, 1985; RAMSKOGLER, 1984). Dem Wald als abflußminderndes, bodenstabilisierendes und lawinenhemmendes Landschaftselement kommt daher besondere Bedeutung zu.

Der Schutz des menschlichen Lebensraumes durch einen standortsgerecht aufgebauten, stabilen Waldbestand ist im Gasteinertal von existentieller Bedeutung. Die Erfüllung dieser Anforderung der Bevölkerung an den Wald ist wesentlich vom Zustand des Waldes, v.a. der tiefwurzelnden, bestandes- und bodenstabilisierenden Baumarten wie Tanne und Lärche abhängig. Das Erkennen von Waldschäden und die Beurteilung deren Ausmaße sind daher von großer Bedeutung, um rechtzeitig Maßnahmen gegen etwaige Bedrohungen einleiten zu können.

Angesichts dieser Ausgangssituation wandte sich im Sommer 1986 das Amt der Salzburger Landesregierung (Referat 16/01, Umweltschutz) an das Umweltbundesamt mit dem Ersuchen, die Koordinierung und fachliche Leitung eines Projektes zur Erfassung des Waldzustandes im Gasteinertal zu übernehmen. Den Arbeiten sollte die in Vorarlberg erstmals angewandte (ZIRM et al., 1985) und inzwischen wiederholt eingesetzte Methode der Color-Infrarot-Luftbilderhebung zugrunde liegen. Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen wurde mit der Durchführung des Bildfluges beauftragt. Mit der Erstellung des Interpretationsschlüssels und der Luftbildinterpretation war, in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt, die auf diesem Gebiet erfahrene Firma Umweltdata betraut.

Der Untersuchungsraum umfaßt einen Teilabschnitt des Nord-Süd verlaufenden Gasteinertals von Laderding bis zur Einmündung des Anlauftales. Die Hänge der bis zu 2400 m hohen Gebirge sind überwiegend steil. Von der reichhaltigen Geologie des Gebietes ist das Auftreten von rutschgefährdenden Schichten (z.B. Schwarzphyllit) und die Häufigkeit großer Moränen und von Bergsturzmaterial in den oberen Einzugsgebieten der Wildbäche hervorzuheben. Über der Waldgrenze befinden sich steile und ausgedehnte Lawinenanrißgebiete. Die klimatischen Verhältnisse sind charakterisiert durch Niederschlags- und Schneereichtum und häufiges Auftreten von Inversionen.

Die Siedlungstätigkeit konzentriert sich auf den schmalen Talboden und die Unterhänge. Die Bundesstraße zur Autoverladestelle Böckstein verläuft streckenweise, die Trasse der Bundesbahn fast zur Gänze am Unter- und Mittelhang der Westflanke des Gasteinertales. Von überragender wirtschaftlicher Bedeutung sind Fremdenverkehr und Kurbetrieb.

Das Ziel dieser Arbeit lag darin, detaillierte Daten über den Waldzustand im Untersuchungsgebiet zu erheben und diese in Kartenform darzustellen. Von Praktikern und Wissenschaftlern der Forstwirtschaft und der Wildbach- und Lawinenverbauung gleichermaßen wird immer wieder die Forderung geäußert, Planungsgrundlagen zu schaffen, welche unter anderem eine genaue Erfassung des Waldzustandes beinhalten. Vor allem bei der Erstellung des Forsteinrichtungswerkes, aber auch für die Erstellung der Gefahrenzonenpläne ist die Kenntnis des Waldzustandes von grundlegender Bedeutung. Das Aufzeigen von Schadensschwerpunktgebieten war, neben der Erfassung des Zustandes des Waldes im gesamten Untersuchungsgebiet, ein Teilziel dieser Arbeit. Weiters bestand ein Ziel darin, zu prüfen, ob in nahe dem Fernheizwerk gelegenen Beständen vermehrt Schäden auftreten.

Grundsätzlich ist festzuhalten, daß Waldzustandserhebungen sich im wesentlichen an optisch feststellbaren Merkmalen der Baumkronen, der Benadelung/Belaubung bzw. deren Verlust (üblicherweise in Prozent-Stufen) und auch deren Verfärbungen orientieren. Diese sind allerdings keine ursachenspezifischen Merkmale, da Bäume oft äußerlich nur sehr unspezifisch auf verschiedene Einflüsse reagieren und verschiedene Einwirkungen sich in ihren konkreten Manifestationen überlagern. Kronenveränderungen eines Baumes werden daher stets von einem Zusammenwirken zahlreicher Faktoren bestimmt: Erhebungen des Waldzustandes wie die vorliegende Untersuchung sind daher keine Ursachenerhebungen, obwohl ihre Ergebnisse Auswirkungen dieser Ursachen widerspiegeln.



2 METHODIK

2.1 Grundlagen zur Erhebung aus dem Luftbild

Für Beurteilungen des Zustandes der Vegetation findet das Color-Infrarot-Luftbild in Österreich seit Mitte der 60er Jahre Verwendung. Großräumige Inventuren wurden erstmals in der Steiermark (Industriegebiete, 1971-1978) und in Tirol (unteres Inntal, 1975) durchgeführt. Eine landesweite, flächendeckende, rasterweise Erhebung des Waldzustandes mit CIR-Luftbildern auf Einzelbaumbasis erfolgte erstmals in Vorarlberg (1984 und 1985), (ZIRM et al., 1985).

Ein wesentlicher Vorteil der Zustandsinventur mittels Color-Infrarot Fotografie liegt in der "Momentaufnahme", d.h. das gesamte Untersuchungsgebiet kann, abhängig von seiner Größe, in einem mehr oder minder kurzen Zeitraum aufgenommen werden. In periodischen Abständen können dann Veränderungen des Waldzustandes gegenüber früheren Aufnahmen im Untersuchungsgebiet festgestellt werden. Der direkte Vergleich des Baumzustandes im Bilddokument eines Jahres mit jenem eines Folgejahres ist für die Erfassung der Zustandsveränderungen von eminenter Bedeutung.

Die Möglichkeit der kartenmäßigen Darstellung und die Verknüpfung mit Daten anderer Gebietsmerkmale, etwa der Geologie, Topografie oder auch rein forstlichen Daten ist ein weiterer Faktor, der für Luftbilderhebungen spricht.

2.1.1 Eigenschaften des Farbinfrarotfilmes

Der in diesem Projekt verwendete Kodak Aerochrome Infrarot-Film 2443 ist im Gegensatz zum Normalfarbumkehrfilm, nicht für den Wellenlängenbereich von 400 bis 700 nm (blau-grün-rot-farbiges Licht), sondern - um eine Farbstufe verschoben - für den Bereich von 500 bis 900 nm (grün-rot-infrarot) sensibilisiert. In Abbildung 2-1 ist der vom Normalfarbumkehrfilm und vom Farbinfrarotfilm erfaßte Wellenlängenbereich, im Zusammenhang mit dem Wellenspektrum dargestellt. Abbildung 2-2 zeigt die Empfindlichkeit der einzelnen Schichten in Abhängigkeit der Wellenlänge. Da alle Schichten auch für blaues Licht empfindlich sind, wird bei der Aufnahme ein Filter verwendet, welcher den Blauanteil des auf den Film fallenden Lichtes herausfiltert.

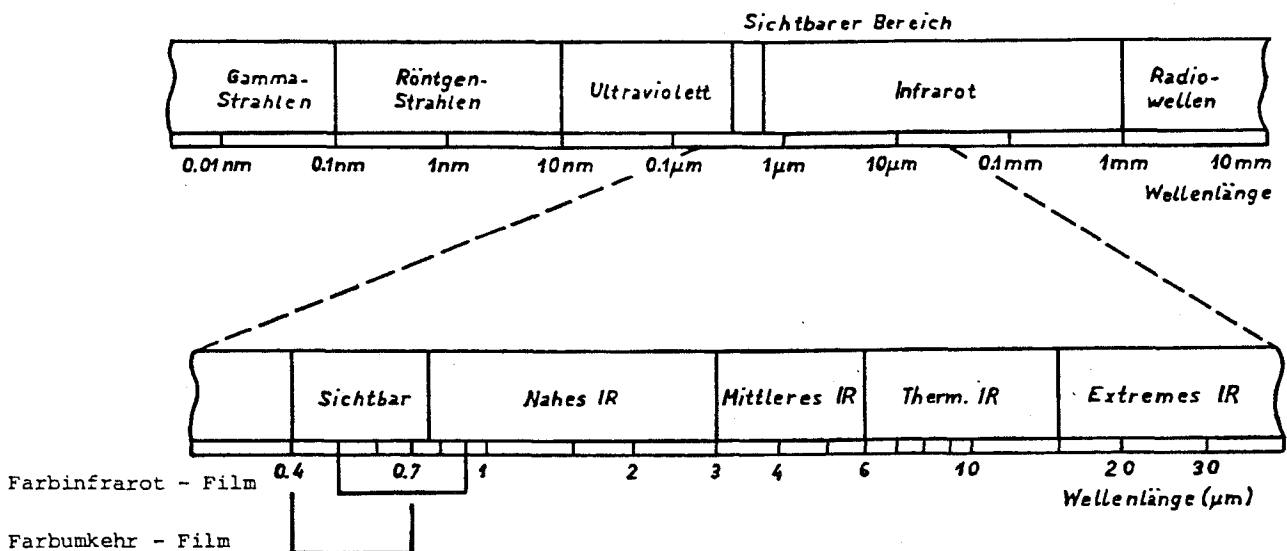


Abb.2-1: Darstellung der vom Normalumkehr- und Farbinfrarot-film erfaßten Wellenlängenbereiche

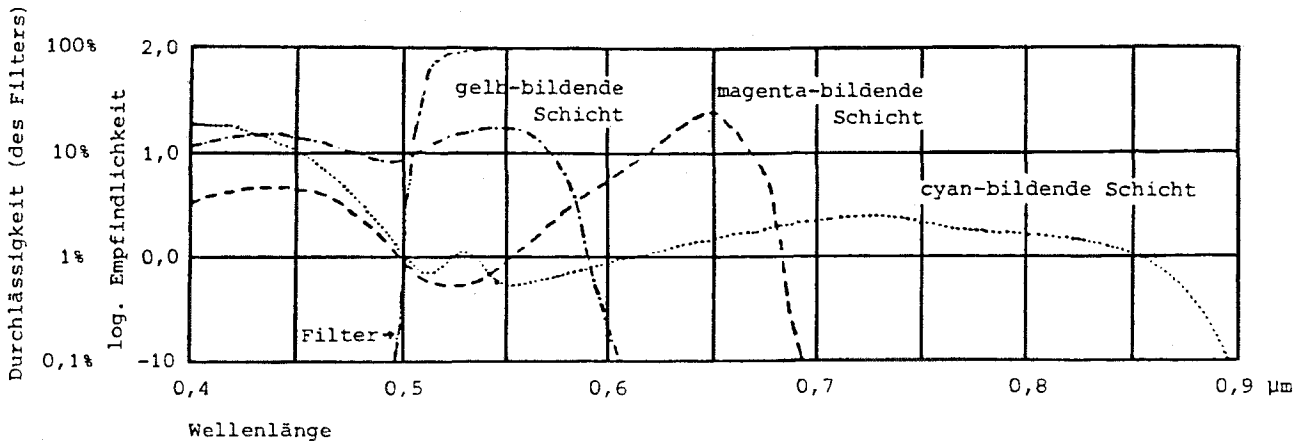


Abb.2-2: Farbempfindlichkeit des Kodak Infrared-Filmes 2443 und Filtercharakteristik.

Wie in Abbildung 2-1 erkennbar, wird nur ein kleiner Teil des nahen Infrarotbereiches, nämlich jener, der direkt an das rote Licht angrenzt, abgebildet. Dieser Bereich deckt sich nicht mit jenem der Thermalstrahlung, deren Maximierung bei herkömmlichen Lufttemperaturen zwischen 6.000 nm und 15.000 nm liegt. Die im Farbinfrarot sichtbaren Farben stehen somit nicht in Zusammenhang mit der Temperatur des aufgenommenen Körpers.

2.1.2 Durchführung des Bildfluges

An die Luftbilder werden sehr hohe Anforderungen hinsichtlich spektraler und struktureller Differenzierbarkeit gestellt. Um den Anforderungen gerecht zu werden, müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Bildmaßstab:

Der Bildmaßstab muß so gewählt werden, daß sowohl das sichere Erkennen der Baumart und der Feinstruktur jeder einzelnen Baumkrone als auch eine Differenzierung der Verfärbungen der Nadeln (Blätter) gewährleistet ist. Besonders im Gebirge können die Erscheinungen der Phänotypen der einzelnen Baumarten im Luftbild einander ähnlich sein, was die Unterscheidung nach Baumarten erschwert. In zahlreichen Untersuchungen hat sich die Verwendung von Bildmaterialien mit einem Maßstab größer gleich ca. 1:8 000, bei Verwendung des Kodak Aerochrome Filmmaterials 2443 als günstig erwiesen.

- Aufnahmezeitpunkt:

Vegetationsbedingt können Aufnahmen zur Beurteilung des Waldzustandes nur zwischen Mitte Juli bis Anfang September stattfinden. Zwischen 10.00 und 14.00 Uhr Ortszeit ist die Beleuchtung der zu beurteilenden Baumkronen und das Remissionsverhalten der Nadeln (Blätter) für Interpretationszwecke besonders geeignet.

- Witterung:

Bestmögliche Kontraste und homogene Verhältnisse über das gesamte Untersuchungsgebiet sind nur bei wolkenlosem Wetter zu erreichen.

- Brennweite:

Die Brennweite sollte möglichst 30 cm betragen. Kürzere Brennweiten ergeben stärkere Bildstürze (v.a. im gebirgigen Gelände), die die Interpretation erschweren.

Überdies haben die mit Normalwinkel aufgenommenen Bilder auch bei Geländehöhenunterschieden einen homogeneren Bildmaßstab, welcher sich positiv auf die Interpretation auswirkt.

- Längs- und Querüberdeckung:

In bewaldeten Gebieten muß eine flächendeckende, stereoskopische Betrachtung der Bestände möglich sein. Zu diesem Zweck müssen hintereinander aufgenommene Bilder einander zu mindestens 50% überdecken. Zur Sicherheit und zur besseren Interpretierbarkeit werden Aufnahmen im allgemeinen mit 60% Mindestlängs- und 20% Mindestquerüberdeckung (benachbarter Streifen) geflogen.

- Flughöhe:

Die Flughöhe über Grund ergibt sich aus den oben genannten Maßstabsforderungen.

Zu berücksichtigen ist, daß zufolge der oft großen Geländehöhenunterschiede sämtliche Bedingungen für den ungünstigsten bewaldeten Geländepunkt erfüllt sein müssen.

2.1.3 Erkennbarkeit des Zustandes der Vegetation im Farbinfrarotluftbild

Da viele Schadsymptome an Bäumen auch bei genauer oder naher Ansicht unspezifisch sind, d.h. ein Schadbild kann das Zeugnis mehrerer Ursachen sein, muß dies für die Fernerkundung in verstärktem Maße gelten. Luftbildinventuren sind daher ebenso wie terrestrische Waldzustandsinventuren keine Schadursachenerhebungen.

Veränderungen des Kronenzustandes, die beispielsweise bei Nadelverfärbungen bzw. -verlust auftreten, sind zumeist mit einer Beeinträchtigung der "Gesundheit" gleichzusetzen (nicht unbedingt gleichbedeutend mit Vitalität, da auch ein kranker Organismus, je nach Krankheitstyp, spezifischer Widerstandskraft gegenüber einer Ursache bzw. genetischer Veranlagung sehr vital sein kann). Damit verbunden sind Änderungen der Kronenstruktur und der Remission. Ein Großteil der von der Vegetation remittierten Strahlung liegt im Bereich des Nahen Infrarot und folglich ist hier die größte Differenzierung möglich. Verfärbungen bzw. Verlust von Nadel- bzw. Blattmasse, welche mit einer Verminderung der Remission v.a. im Nahen Infrarot verbunden sind, können daher im Infrarotfilm besonders gut erfaßt werden (s. Abb. 2-3). Voraussetzung hierfür sind jedoch geeignete Bildqualität (s. Kap. 2.1.2.) sowie die sorgfältige Erstellung eines Interpretationsschlüssels (s. Kap. 4).

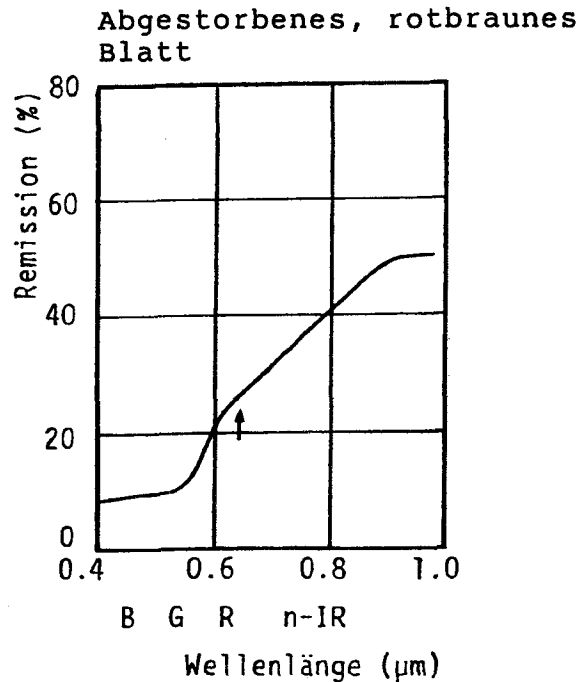
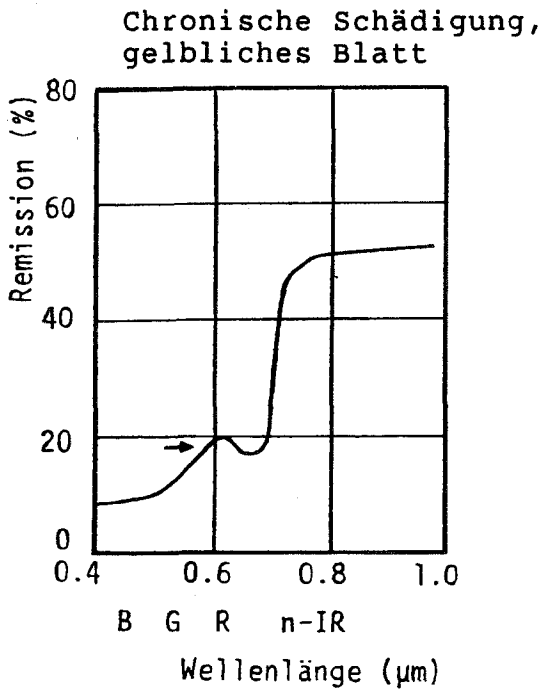
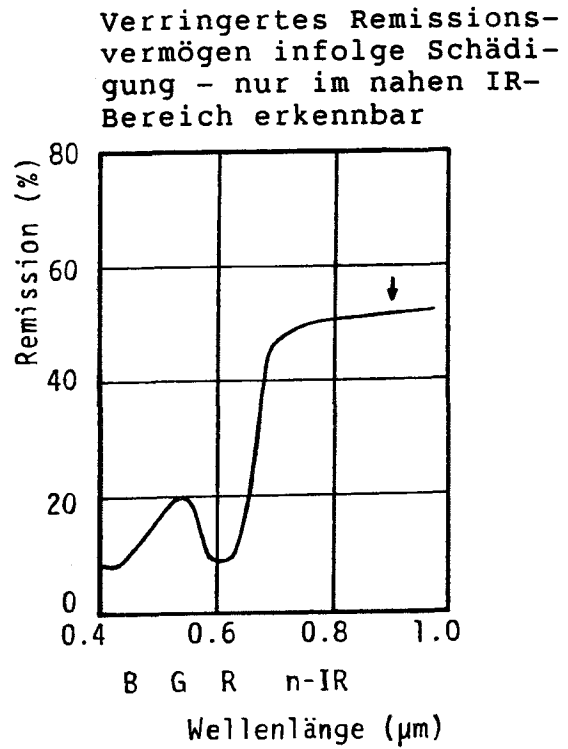
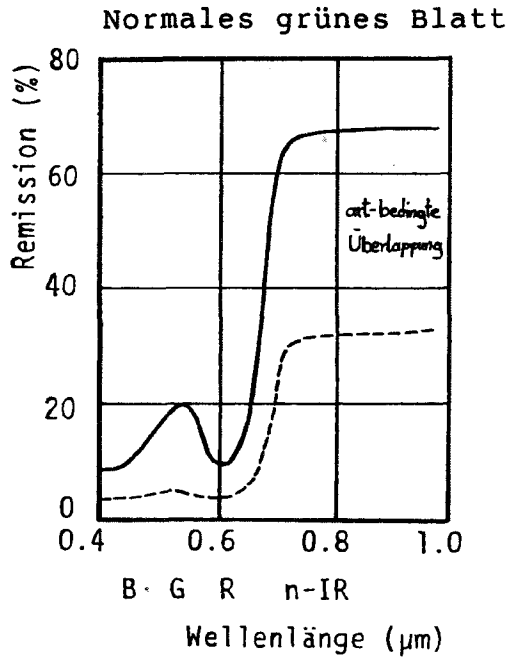


Abb.2-3: Charakteristische Veränderungen der Remissionskurve eines Blattes in Abhängigkeit seines Schädigungsgrades

2.2 Terrestrische Erhebungen

2.2.1 Erscheinungsformen zustandsveränderter Bäume in der Natur

Für Waldzustandsinventuren sind oberirdisch sichtbare Merkmale von Bedeutung.

Ein gesunder Baum versucht den vorhandenen Luftraum auszufüllen und das Lichtangebot bestmöglich zu nutzen. Dabei sind seine Entfaltungsmöglichkeiten durch die genetisch fixierte Wuchsform und die Konkurrenz benachbarter Bäume begrenzt.

Verschiedene biotische und abiotische Einflüsse, darunter auch Immissionen, können eine Veränderung des Kronenhabitus bewirken. Der Baum erleidet Belaubungsverluste, damit steigt der Dürranteil, und es kommt in weiterer Folge zu Zweig- und Astverlusten. Ein Baum kann verschiedenartig auf derartige Einflüsse reagieren. So wird z.B. das Längenwachstum, insbesondere der Terminaltrieb reduziert. Dies führt bei der Tanne zur Abflachung der Wipfelregion, die als Storchennestbildung bekannt ist. Bei der Buche bilden sich verschiedene Verzweigungstypen aus. Je nach Ursache treten auch verschiedene Arten und Ausprägungen von Verfärbungen, oft verbunden mit nachfolgendem Belaubungsverlust, auf. Insgesamt wird der gesamte Kronenhabitus durchsichtiger und inhomogener.

Diese Kronenveränderungen sind nicht ursachenspezifisch. Noch kaum bekannt sind die Änderungen der physiologischen Merkmale von Bäumen mit verschieden starken Kronenveränderungen. Erst direkte Untersuchungen, z.B. des Wasserhaushaltes, des Gasaustauschs, der Energiebilanz und der Enzymaktivitäten eines Baumes würden genauere Aussagen über seinen tatsächlichen Gesundheitszustand erlauben.

Es wird angenommen, daß Veränderungen des Kronenzustandes, die sich als Nadelverlust, Zweigverluste oder Verfärbung zeigen können, mit einer Abnahme der "Gesundheit" des Baumes verbunden sind. Der derzeitige Wissensstand reicht aber noch nicht aus, um bei der visuellen Beurteilung Bäumen mit einer bestimmten Veränderung der Krone a priori einen ausreichend genauen Gesundheits- oder Schädigungszustand zuzuschreiben. Daher wird in dieser Arbeit der Interpretationsschlüssel in Kronenzustandsformen und nicht in Gesundheitsstufen oder Schadklassen gegliedert.

Die Einstufung der Baumkronen in Kronenzustandsformen erfolgt in der Natur okular unter Berücksichtigung folgender Merkmale:

- Belaubungsverluste (Anzahl der Nadeljahrgänge)
- Dürrastanteil
- Verfärbungen
- Ersatztriebbildungen (Angstreiser, Wasserreiser)
- Storchennestbildung
- Harzfluß
- Kronenstruktur

Im Luftbild erfolgt die Beurteilung bei stereoskopischer Betrachtung mit Hilfe von

- Farbe und
- Struktur

Diese Zuordnung bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Aufnahme herrschenden Zustand der Vegetation im Untersuchungsgebiet und muß für Untersuchungen mit anderen Luftbildmaterialien (Neubefliegung) in gleicher Weise durchgeführt werden.

2.2.2 Referenzflächen

Die Referenzflächen dienen der Zuordnung der jeweils im Luftbild und in der Natur vorgefundenen Kronenmerkmale. Im Befliegungsgebiet werden Baumreihen und Baumgruppen ausgewählt, die vom Boden aus gut beurteilbar und im Luftbild eindeutig auffindbar sind. Jeder Baum wird terrestrisch beschrieben, fotografiert, beurteilt und seine Lage in einer Feldskizze festgehalten. Danach wird derselbe Baum im Luftbild bearbeitet. Dabei wird versucht, die im Feld erhobenen Merkmale im Luftbild zu erkennen, abzugrenzen und so zu beurteilen, daß eine Übereinstimmung mit der terrestrischen Bewertung erzielt wird.

Wenn im Luftbild wichtige Merkmale sichtbar sind, die im Feld nicht erkannt werden, erfolgt eine neuerliche, gezielte terrestrische Bearbeitung des Baumes, eventuell mit einer Besteigung. Sollten dabei die im Luftbild aufgefundenen Merkmale bestätigt werden, kann eine Änderung der terrestrischen Bewertung erfolgen.

Die Referenzflächen werden so über das Untersuchungsgebiet verteilt, daß die verschiedenen Expositionen, Höhenlagen und geologischen Substrate erfaßt werden.

Für alle Referenzflächen werden für den Bericht Skizzen angefertigt, in denen Lage, Baumart, Beurteilung, Fotonummern und allfällige Beschreibungen der erhobenen Bäume festgehalten sind.

3 DURCHFÜHRUNG

3.1 Arbeitsablauf

Das Verfahren zur Erhebung des Waldzustandes im Raum Bad Hofgastein ist eine Kombination einer einzelbaumweisen Kronenbeurteilung in der Natur und im Farbinfrarot-Luftbild. Dieses Verfahren wurde bereits bei mehreren flächendeckenden Waldzustandserhebungen z.B. in Vorarlberg, in der Stadtgemeinde Innsbruck, in der Stadtgemeinde Mödling etc. (Zirm et al., 1985/1986) angewendet.

Die Erstellung des Interpretationsschlüssels der Baumarten Fichte, Lärche und Tanne in dieser Studie stellt den ersten Schritt des oben genannten Verfahrens dar.

Nach der Durchführung des Bildfluges und unmittelbar im Anschluß an die Entwicklung des Luftbildmaterials wird der Interpretationsschlüssel im Zuge von Feldarbeiten erstellt. Hierbei werden Einzelbäume der zu untersuchenden Baumarten ausgewählt, die im Luftbild stereoskopisch einwandfrei einsehbar und gut zu interpretieren sind, unterschiedliche Kronenzustandsformen aufweisen und im Gelände mit Sicherheit auffindbar und gut beurteilbar sind.

Nach dem Vergleich der Erscheinungsformen in der Natur und im Luftbild werden jene Kronenmerkmale ausgewählt, die für eine sichere Beurteilung von vier unterschiedlichen Kronenzustandsformen geeignet sind.

Um die Vielfalt der im Untersuchungsgebiet auftretenden Phänotypen erfassen zu können, sind die Referenzflächen bzw. -bäume auf verschiedene Höhenlagen, Expositionen, unterschiedliches Grundgestein sowie auf verschiedene Verzweigungstypen zu verteilen. Abbildung 3-1 zeigt eine Übersicht des Arbeitsablaufes.

Die zur Interpretation und Datenverarbeitung anfallenden Arbeiten werden in den Kapiteln 4 bis 6 ausführlich dargestellt.

3.2 Bildflug

Die Befliegung zum vorliegenden Projekt erfolgte am 6. September 1986 bei sehr guten Bildflugbedingungen.

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), Gruppe Landesaufnahme, stellte vom gesamten Untersuchungsgebiet entlang von

5 Flugstreifen
179 Farbinfrarot-Luftbilder

der Größe 23x23 cm her. Das überflogene Gebiet beträgt ca. 85 km².

Eine Flugübersicht und die Ortung der Bildmittelpunkte mit den betreffenden Bildnummern sind im folgenden Kartenausschnitt ersichtlich. Die absolute Flughöhe betrug 3300 m. Bei einer Brennweite von 30 cm ergibt sich zufolge der großen Höhenunterschiede des Geländes ein Bildmaßstab von 1:2 000 (Berge) bis 1:9 000 (im Tal).

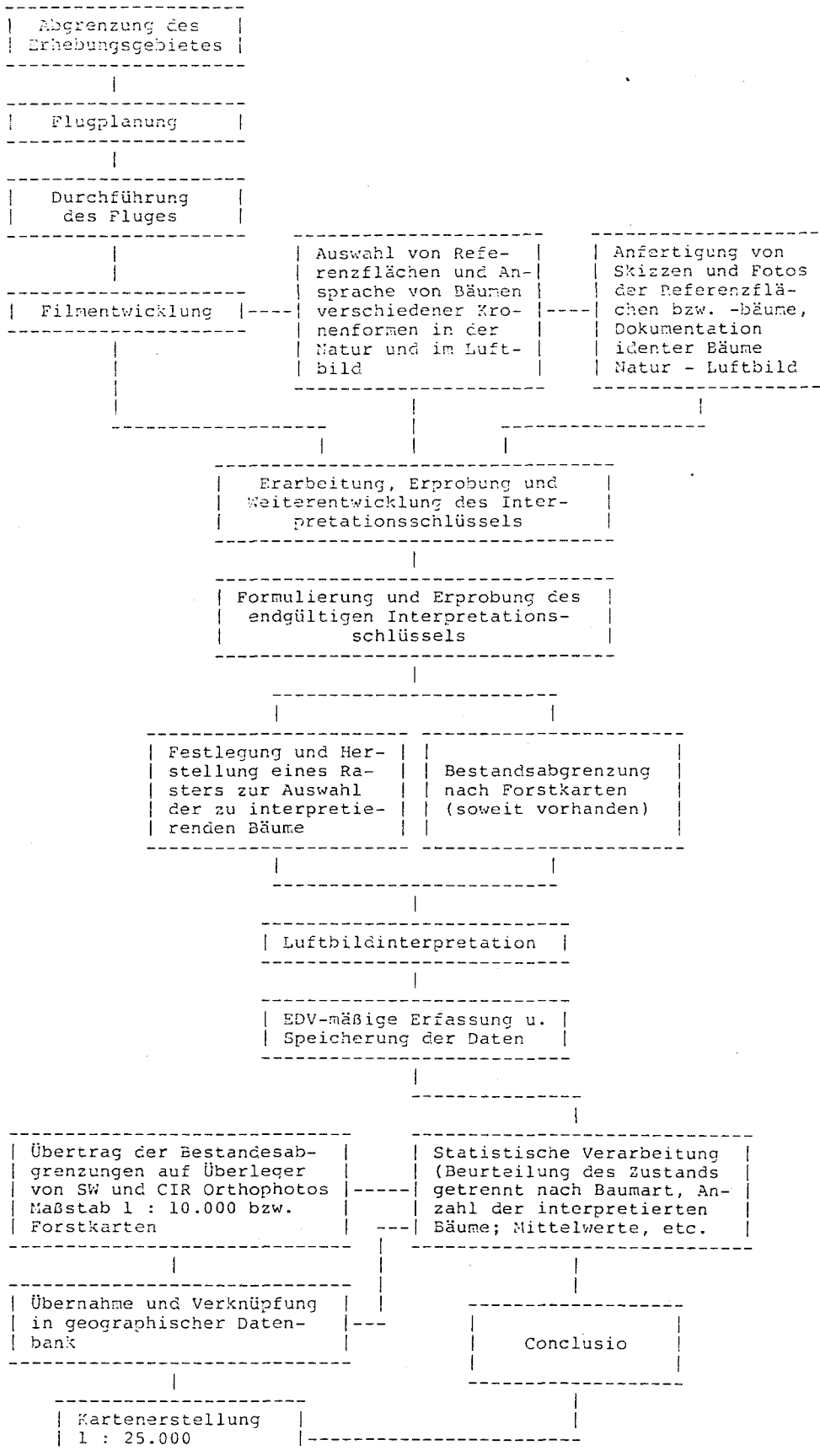


Abb.3-1: Arbeitsablauf

Das so gewonnene Bildmaterial wurde am BEV entwickelt. Die ausgezeichneten meteorologischen Bedingungen und die fachkundige Behandlung der Filme seitens des BEV ergaben eine speziell für forstliche Interpretationszwecke sehr gute Bildqualität.

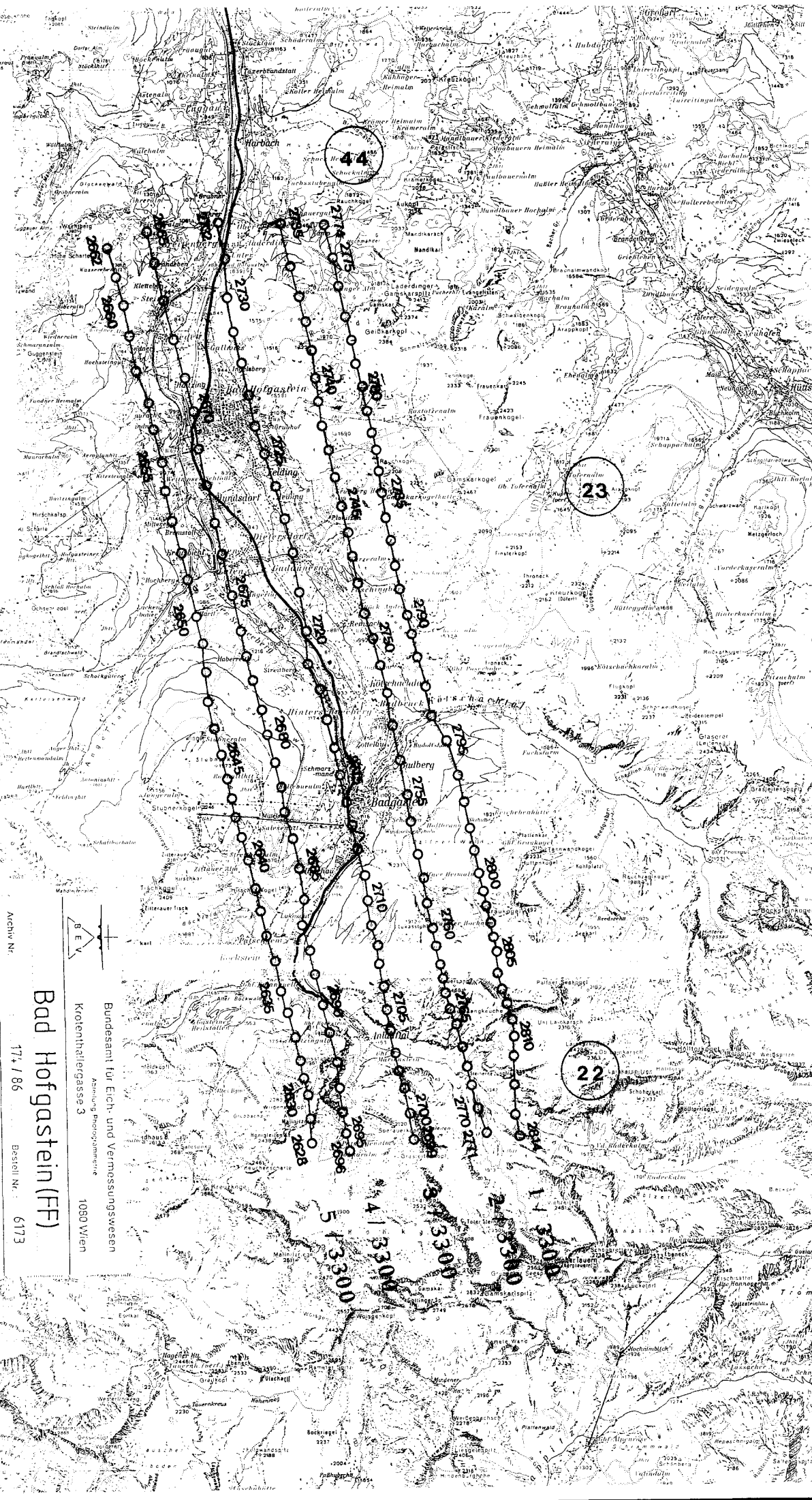
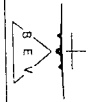
Flugübersicht und Ortung der Bildmittelpunkte
 Neben den Flugstreifen ist deren Nummer und die mittlere
 Flughöhe eingetragen. Die Bildmittelpunkte jedes 5. Bildes
 bzw. Anfangs- und Endbild jedes Flugstreifens sind als
 Kreis angedeutet; beistehend die betreffende Bildnummer.

Archiv Nr. 171/186 Bestell Nr. 6173

Bad Hofgastein (FF)

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
 Abteilung Photogrammetrie
 Krottenhalegass 3 1080 Wien

Bildbreite (cm)	30	Format (cm)	23
Mittlere Bildmittelpunkt- zahl (in Tausend)	2		9
Minimale Überdeckung in %	4,3	Quadrat	0
Flugdatum	1985-09-06		





3.3 Feldarbeiten

Die Feldarbeiten wurden zwischen 10. und 26. September 1986 vom Umweltbundesamt und der Firma Umweltdata mit Unterstützung des Amtes der Salzburger Landesregierung, Referat 16/01, Umweltschutz, durchgeführt. Die Bearbeitung von 320 Referenzbäumen an 24 im Untersuchungsgebiet verteilten Referenzflächen im Luftbild und in der Natur war Grundlage für die Formulierung der Interpretationsschlüssel Lärche, Fichte und Tanne.

Zweckmäßig war die Verwendung eines Stereointerpretationsgerätes auch im Feld, um den direkten Vergleich Natur - Luftbild an Ort und Stelle vornehmen zu können (s.Abb.3-2).

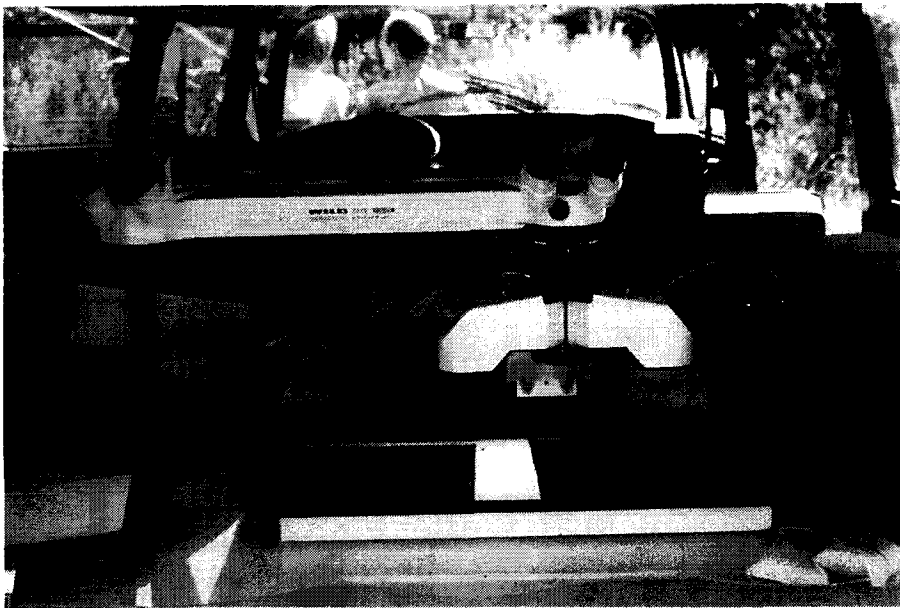


Abb.3-2: Einsatz des Aviopret APT 2 im Feld

Die Lage und genaue Beschreibung dieser Referenzflächen können der Übersichtskarte (Abb.3-3) und dem Flächenverzeichnis (Tab.3-1) sowie den im Anhang beigelegten Skizzen entnommen werden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten, die Interpretationsschlüssel, sind im Kapitel 4 in Tabellenform und mit Bildbeispielen dargestellt.

Tab.3-1: Verzeichnis der Referenzflächen

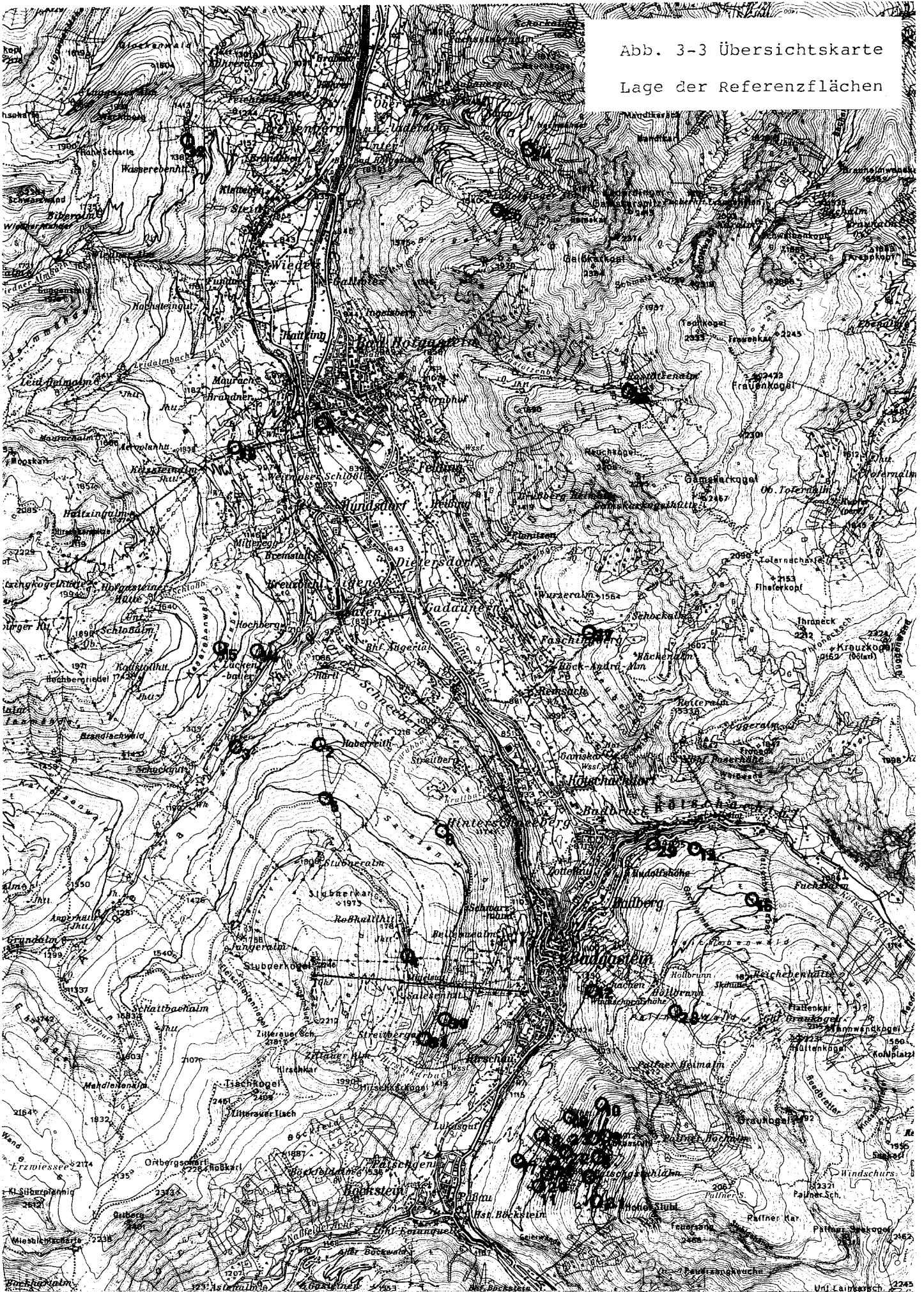
Flächen- nummer	Flug- streifen	Luft- bilder	Seehöhe (m)	Exposition	Grundge- stein	Baum- anzahl
1	4	2670/71	840	Ebene	Schwemm- material	21
2	5	2647/48	1400	N	Moräne	9
3	außerhalb des Fluggebietes		1200	NNW	Moräne	5
4	5	2641/42	1760	O	Moräne	12
5	5	2646/47	1600	N	Moräne	12
6	4	2679/80	1410	NO	Gneis	12
7	3	2707/08	1900	W	Moräne	5
8	3	2707/08	1900	W	Moräne	4
9	3	2707/08	1750	WNW	Bergsturz- Blockwerk	8
10	3	2709/10	1640	NW	Bergsturz- Blockwerk	5
11	3	2708/09	1530	WNW	Bergsturz- Blockwerk	6
12	3	2712/13	1230	W	Moräne	12
13	1	2795/96	1180	N	Moräne	10
14	5	2651/52	1240	SO	Schwarz- phyllit/ Moräne	12
15	außerhalb des Fluggebietes		1480	O	Schwarz- phyllit	13
16	1	2796/97	1480	N	Bergsturz- Blockwerk	8
17	3	2710/11	1330	W		4
18	4	2687/88	1370	W		8
19	3	2708/09	1470	W		14

Tab.3-1: Verzeichnis der Referenzflächen

20	3	2708/09	1520	W		2
21	3	2708/09	1530	W		8
22	3	2708/09	1570	W		2
23	3	2708/09	1710	NW		2
24	1	2774/75	1550	W		27
25	1	2776/77	1590	NNW		9
26	1	2781/82	1740	N		13
27	1	2788/89	1310	S		10
28	2	2757/58	1730	W		15
29	1	2795/96	1100	NNW		14
30	4	2684/85	1570	O		12
31	3	2706/07	1930	W		Lat- schen- fläche
32	5	2661/62	1400	O		11
33	5	2655/56	1160	O		13
34	4	2684/85	1580	O		2



Abb. 3-3 Übersichtskarte
Lage der Referenzflächen





Um Informationen über forstliche Besonderheiten des Untersuchungsgebietes miteinarbeiten zu können, wurde mit dem Amt der Salzburger Landesregierung, Referat 16/01, Umweltschutz, und der Forstverwaltung Gastein der Österreichischen Bundesforste Kontakt aufgenommen.



4 INTERPRETATIONSSCHLÜSSEL

Der Interpretationsschlüssel stellt die Verbindung zwischen dem terrestrischen Beurteilungsvorgang und der Luftbildinterpretation dar.

Zuerst wurden einige Referenzflächen in der unter Punkt 2.2.2 beschriebenen Weise bearbeitet. Diese Aufnahmen waren Grundlage eines vorläufigen Interpretationsschlüssels. Daraufhin erfolgten die Auswahl von Referenzflächen im Luftbild, Interpretation und Kontrolle in der Natur. Die vorgefundenen Bewertungsunterschiede wurden analysiert und der Interpretationsschlüssel solange verbessert, bis eine ausreichend hohe Beurteilungsgenauigkeit erzielt werden konnte. Danach folgte die endgültige Formulierung und Darstellung des Interpretationsschlüssels (siehe nachfolgende Seiten).

Witterungsbedingt kam der Bildflug erst am 6. September 1986 zustande. Zu diesem Zeitpunkt können einzelne Lärchen bereits herbstliche Verfärbung zeigen. Bei der Erstellung des Interpretationsschlüssels wurde daher im wesentlichen die Kronenstruktur als Abstufungskriterium herangezogen und die Entwicklung des Lärchenschlüssels den Arbeiten mit Fichte und Tanne vorangestellt. Tatsächlich jedoch konnten während der bis zu 20 Tagen später erfolgten Außenaufnahmen bei der terrestrischen Ansprache nur einzelne verfärbte Lärchen bzw. der Beginn der herbstlichen Verfärbung beobachtet werden.

4.1 Darstellung des Interpretationsschlüssels

Die Interpretationsschlüssel der Baumarten Fichte, Lärche und Tanne sind im folgenden in den Tabellen 4-1 bis 4-3 dargestellt und in Form von Schlüsselbildern (Abb.4-1 bis 4-11) beispielhaft illustriert.

Tab.4-1: Interpretationsschlüssel FICHTE. Bad Hofgastein, 1986.

Erscheinungsform in der Natur		Erscheinungsform im Luftbild			
Kronen- zustand	Nadel- verluste	Kronen- zustand	Nadel- verluste		
Erscheinungsform in der Natur		Erscheinungsform im Luftbild			
Nadel- verluste	Kronen- zustand	Nadelfarbe	Farbe		
Erscheinungsform in der Natur		Erscheinungsform im Luftbild			
Nadel- verluste	Kronen- zustand	Form	Struktur		
1	bis 10 % Krone dicht, Stamm u. Äste durch dichte Benadelung weitgehend verdeckt, kein Ein- blick in Kroneninneres	satt-(dunkel)grün	einheitlich rot	relativ regel- mäßiger, weicher, stumpfkegeliger Mantel	kompakt, homo- gen, Feinstruk- tur deutlich erkennbar, dicht
2	bis 25 % Leicht aufgelichtete Krone, Stamm wird sichtbar, fall- weise Lamettasystem	satt-(dunkel)grün letzter Nadeljahr- gang mütter heller, ev. leichte Ver- gilbungen	heller rot, bis weißlich, Marmorierung (Bürstenfichte u. Übergangsformen)	leicht struppige Peripherie, fall- weise kleine Lücken	weniger kompakt u. inhomogener aber noch rela- tiv dicht; Fein- struktur (noch) erkennbar
3	bis 60 % stark aufgelichtete, durch- sichtige Krone mit fast durch- gehend sichtbarem Stamm und Ästen; Auftreten dünner Seitenzweige u. Astpartien	satt- bis fahlgrün Leichte Vergilbung der Gesamtkrone od. starke Vergil- bung von Kronen- teilen möglich	wesentlich gerin- gerer Rotanteil; v.a. in der Ober- krone häufig ver- mehrtes Auftreten von weißen bis grünlich-weißen schmalen, radialen Flecken	ausgefranzte Kon- turen, teilweise stachelig, tiefe Einblicke in Krone möglich	stark aufge- lockert, grobe Strukturen durch einzelne sicht- bare, gering verzweigte Primäräste
4	mehr als 60 % aufgelöste, schütterer, oft unregelmäßig benadelte Krone; "Kronengerippe"; Astverlauf u. Stamm durchgehend sichtbar	meist schmutzig grau-grün; Vergil- bungen u. Braun- färbungen häufig	weißlich grün bis grünlich; fall- weise rosa Flecken	stark ausge- franzte bis zer- zauste Konturen; diffus	aufgelöst; skelettiert
Baumskelett; fallweise einzelne Nadeln		(hell)grau-grünes Skelett			

Tab. 4-2: Interpretationsschlüssel LÄRCHE. Bad Hofgastein, 1986.

Kronenzustand	Erscheinungsform in der Natur	Erscheinungsform im Luftbild	Farbe	Form	Struktur
1	(stumpf)kegelförmige, volle Krone, dichte Benadelung; Zweige dicht mit Kurztrieben besetzt; Langtriebeentwicklung aus den Terminal- u. z.T. auch aus Seitenknospen	gleichmäßig, rosarot Unterkrone u. die sonnengewandte Seite heller	Wipfelregion mit abgerundetem geschlossenem Kronenmantel; Unterkrone abgerundet mit unterbrochenen Konturen Falten u. Lücken	Wipfelregion dicht, deutlich erkennbare Feinstruktur Unterkrone gröber, aber auch deutlich strukturiert	
2	leicht aufgelockerte Krone, an vorjährigen Langtrieben gut ausgebildete Kurztriebe mit hypertrophem Wachstum (Würstel); meist beginnende Kronenverlichtung von innen nach außen, aber auch diffus	hellrosa, geringes Auftreten von weißlich rosa Marmorierungen	Kronenmantel leicht zerfranst, tiefere Kronenlücken u. Furchen; beginnender Einblick in das Kroneninnere	einzelne erkennbare Primaräste; Feinstruktur im Wipfelbereich nicht mehr so deutlich Wipfelregion bereits mit Furchen u. Lücken	
3	schütterere Krone durch Absterben u. Ausbrechen von Hängeästen, dadurch Eindruck der Grobästigkeit, hoher Dürreanteil; Verlichtung vor allem von innen nach außen, oftmals "Hänge-wipfel"; Zweige zum Teil nur schütter mit Kurztrieben besetzt	blassrosa, mit zahlreichen weißen Flecken	stark ausgefranst, tiefer Einblick ins Kroneninnere	viele einzelne Primaräste erkennbar; verschwommen, diffus in der gesamten Krone, im Wipfelbereich keine Feinstruktur erkennbar	
4	sehr schütterere, aufgelöste völlig durchsichtige Krone, Hängeäste fehlen u./od. sind überwiegend dürr; dürftige Benadelung noch lebender Äste; gelegentlich Angstreiser u. Wasserreiser; Oberkrone fallweise bereits abgestorben. Totes nadellooses Gerippe		nicht vorgefunden		

Tab. 4-3: Interpretationsschlüssel TANNE. Bad Hofgastein, 1986

Erscheinungsform in der Natur		Erscheinungsform im Luftbild		
Kronenzustand	Farbe	Form	Struktur	
1	kegelförmige Krone, volle Benadelung (max. 10 % Nadelverlust bzw. Verfärbung), keine abgestorbenen Zweige	intensives Dunkelbraunrot, gleichmäßige Farbe, eventuell auch etwas heller wegen Zapfen im Wipfelbereich oder leichten Verfärbungen	dichter Kronenmantel, kein Einblick ins Kroneninnere	dicht, keine ausgeprägte Feinstruktur erkennbar
2	kegelförmige Krone, beginnende Auflockenung der Krone; geringer Nadelverlust bzw. Verfärbung (max. 30 %); einige Wasserreiser, vereinzelt Totäste (2. Ordnung)	rotbraun, evtl. auch helleres, mattes rotbraun, Marmorierung mit Grautönen	Kronenmantel schwach aufgelockert, geringer Einblick ins Kroneninnere möglich	einzelne Astenden kaum erkennbar, ev. vereinzelt Lücken und Furchen im Wipfelbereich
3	schütterere Krone, starker Nadelverlust (bis 60 %) bzw. Verfärbung, mehrere Wasserreiser, zahlreiche Totäste (2. Ordnung), vereinzelt auch tote Hauptäste; zum Teil Storchennestbildung; Misteln nicht selten	matt rotbraun, mit grau oder graugrüner Marmorierung	stumpfkegelig, ev. Storchennest, aufgelöster Kronenmantel, viele Einblicke ins Kroneninnere	einzelne Astenden (Lappen) deutlich erkennbar, dazwischen Lücken bzw. Schatten
4	sehr schütterere Krone, geringe Benadelungsdichte, zahlreiche tote Hauptäste (zum Teil bis auf Storchennest abgestorben); meist zahlreiche Misteln	rotbraun im Wipfel bzw. Storchennest, ev. grau-grün im Storchennest bzw. Unterkrone	stark aufgelöster Kronenmantel, Storchennest grob strukturiert	entnadelte Kronenteile verschwommen, in Oberkrone keine Feinstruktur erkennbar
	totes Gerippe	grau-grünes Skelett		

4.2 Schlüsselbilder

Die folgenden Abbildungen sollen die einzelnen Kronenzustandsformen im Luftbild und in der Natur beispielhaft darstellen. Dabei ist zu beachten, daß die Farbe und Schärfe des Originalluftbildes nicht genau wiedergegeben werden kann und der für die Interpretation wichtige stereoskopische Effekt nicht darstellbar ist.

Die Pfeile auf den Luftbildausschnitten markieren den Referenzbaum und zeigen die Blickrichtung bei der terrestrischen Aufnahme an, welche im Zuge der Feldarbeiten erstellt wurden. Die Luftbildausschnitte wurden den zu bearbeitenden Bildern entnommen.

Lärchen mit der Kronenzustandsform 4 wurden im Zuge der Feldarbeiten nicht aufgefunden und fehlen daher bei den folgenden Bildbeispielen.





FICHTE 1 (Kamm-Bürstentyp)

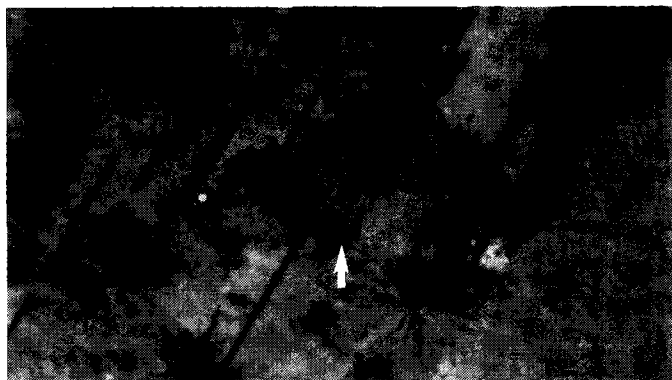
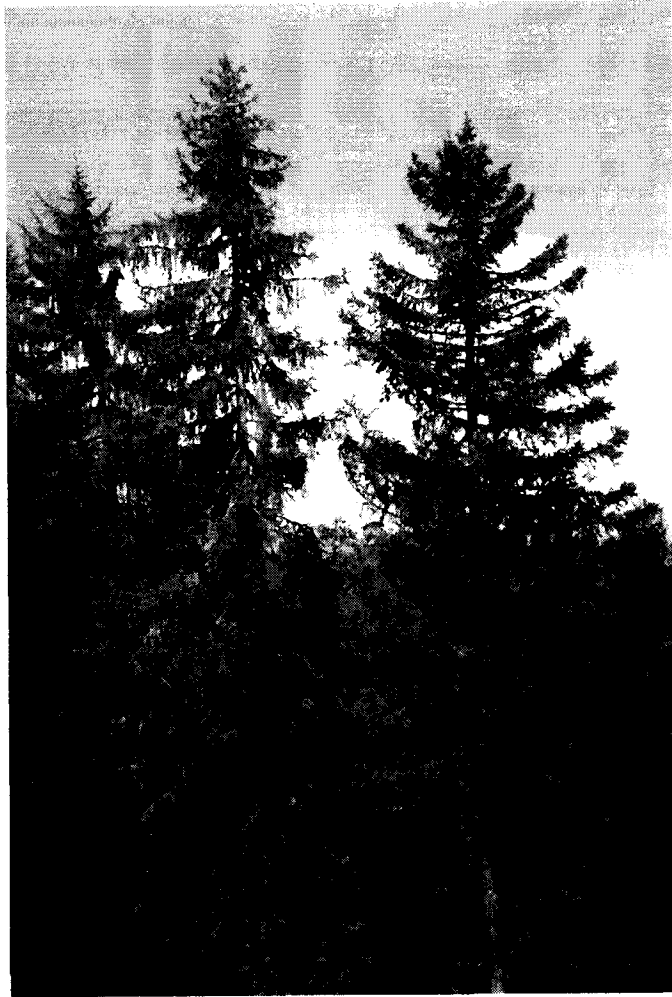


Abb.4-1: Seehöhe: 1400 m
Exposition: N
Grundgestein: Moräne

Luftbildnummer: 2648
Flächennummer: 2
Bildnummer: I/2





FICHTE 2 (Kamm-Bürstentyp)

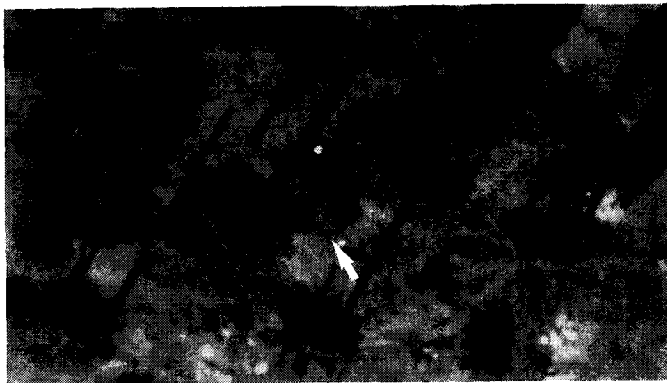


Abb.4-2: Seehöhe: 1400 m
Exposition: N
Grundgestein: Moräne

Luftbildnummer: 2648
Flächennummer: 2
Bildnummer: I/5





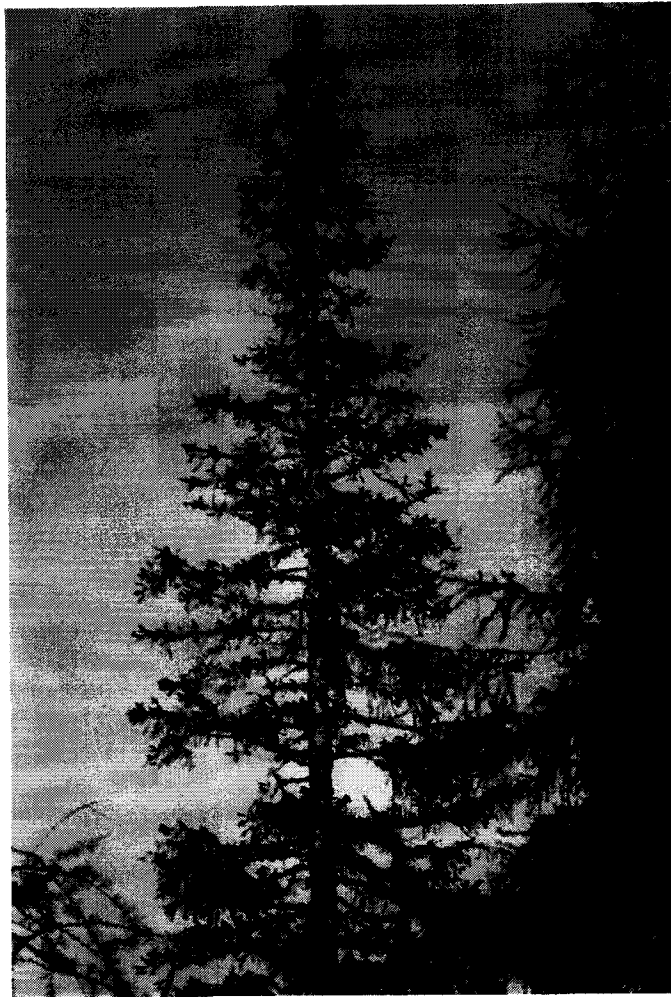
FICHTE 3 (Kamm-Bürstentyp)



Abb.4-3: Seehöhe: 1640 m
Exposition: NW
Grundgestein:
Bergsturz-Blockwerk

Luftbildnummer: 2710
Flächennummer: 10
Bildnummer: II/15





FICHTE 4 (Kamm-Bürstentyp)



Abb.4-4: Seehöhe: 1750 m
Exposition: WNW
Grundgestein:
Bergsturz-Blockwerk

Luftbildnummer: 2708
Flächennummer: 9
Bildnummer: II/9





LÄRCHE 1



Abb.4-5: Seehöhe: 1230 m
Exposition: W
Grundgestein: Moräne

Luftbildnummer: 2713
Flächennummer: 12
Bildnummer: II/20





LÄRCHE 2



Abb.4-6: Seehöhe: 1410 m
Exposition: NO
Grundgestein: Gneis

Luftbildnummer: 2680
Flächennummer: 6
Bildnummer: I/19





LÄRCHE 3



Abb.4-7: Seehöhe: 840 m
Exposition: Ebene
Grundgestein:
Schwemmmaterial

Luftbildnummer: 2671
Flächennummer: 1
Bildnummer: II/22





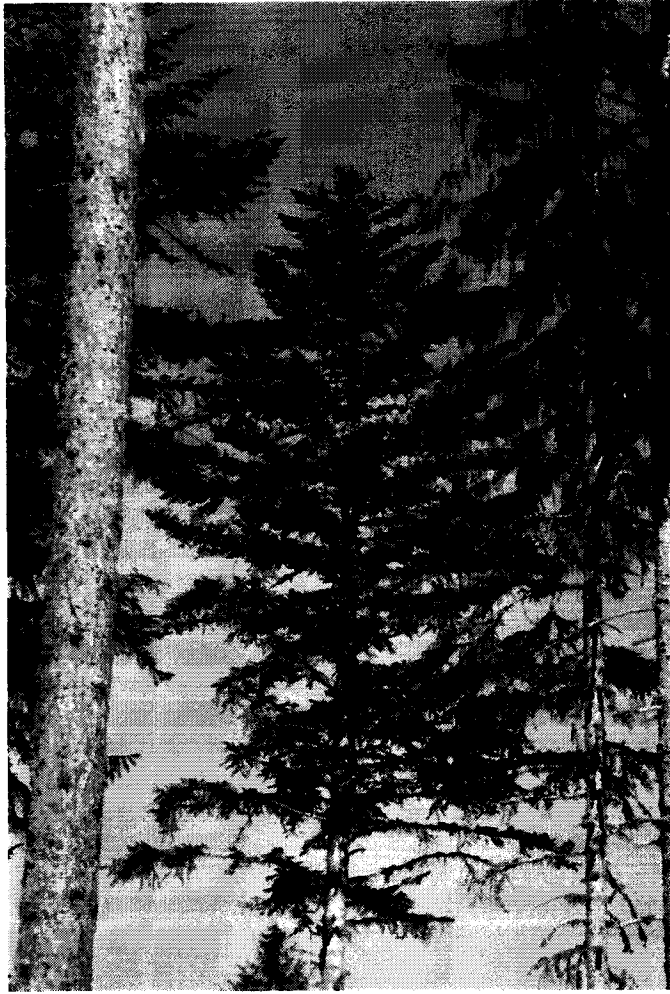
TANNE 1



Abb.4-8: Seehöhe: 1480 m
Exposition: N
Grundgestein:
Bergsturz-Blockwerk

Luftbildnummer: 2796
Flächennummer: 16
Bildnummer: III/11





TANNE 2



Abb.4-9: Seehöhe: 1480 m
Exposition: N
Grundgestein:
Bergsturz-Blockwerk

Luftbildnummer: 2796
Flächennummer: 16
Bildnummer: III/16





TANNE 3



Abb.4-10: Seehöhe: 1180 m
Exposition: N
Grundgestein: Moräne

Luftbildnummer: 2795
Flächennummer: 13
Bildnummer: II/24





TANNE 4

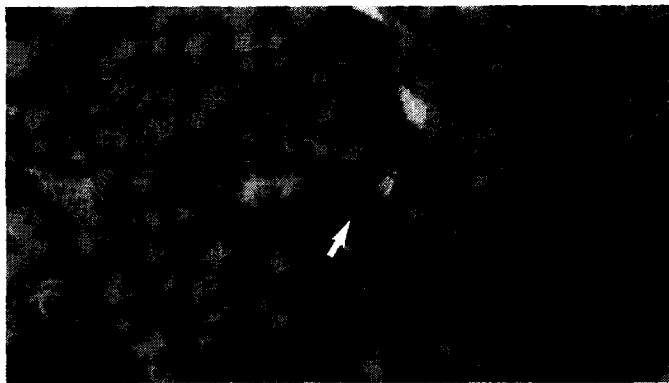


Abb.4-11: Seehöhe: 1180 m
Exposition: N
Grundgestein: Moräne

Luftbildnummer: 2795
Flächennummer: 13
Bildnummer: II/1



5 AUSWERTUNG

5.1 Ausscheidung der Bestandeseinheiten

Die Waldfläche des Untersuchungsgebietes wurde auf den Luftbildhüllen in homogene Bestände unterteilt. Je nach Verfügbarkeit von Forstkarten, konnten nach deren Vorlage die Bestandsgrenzen in die Luftbilder übertragen werden. Anderenfalls wurden für die Abgrenzung topografische, vegetations-typische oder etwa bauliche Gegebenheiten herangezogen.

5.2 Der Stichprobenraster

Zur Auswahl der zu beurteilenden Baumkronen wurde ein gleichmäßiger Raster in Form einer Folie, die bei der Auswertung über das jeweilige Luftbild gelegt wird, entwickelt. Nach Erprobung verschiedener Symbole und Rasterabstände wurde schließlich ein Raster gewählt, der aus Kreisen in einem Abstand von 5 mm und von einem Durchmesser von 2 mm besteht (Abb.5-1). Der Kreisabstand entspricht bei einem mittleren Bildmaßstab von 1:5 000 in der Natur 25 m, das bedeutet, daß in einem lückenlos bewaldeten Gebiet 16 Bäume pro ha angesprochen werden.

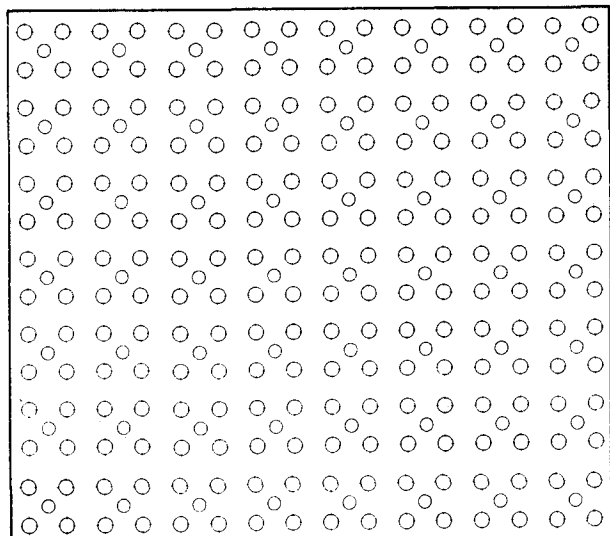


Abb.5-1: Raster für die Auswahl der Baumstichproben

Die Rasterfolie ist mit Randmarken versehen, die mit den vier Paßmarken des Luftbildes in Übereinstimmung gebracht werden können.

Vor dem Auswertevorgang wird auf jenen Bildern, auf deren Folien vorher die Bestände abgegrenzt wurden, der Raster angebracht. Nun kann das Bild mit dem jeweiligen Nachbarbild in das Aviopret eingelegt und einmal der linke, dann der rechte Überdeckungsbereich interpretiert werden. Dabei werden die einzelnen Bestände mäanderförmig abgefahren.

Zur Beurteilung werden jene Bäume herangezogen, die im Mittelpunkt eines Kreises liegen. Wenn sich innerhalb eines Kreises mehrere Baumkronen befinden, wird der dem Kreismittpunkt nächstliegende Baum ausgewählt. Gibt es mehrere solcher Bäume mit gleicher Entfernung zum Zentrum, wird quadrantenweise im Uhrzeigersinn vorgegangen.

Befindet sich kein Baum zur Gänze im Kreis, wird jener ausgewählt, dessen Krone am weitestgehenden vom Kreis erfaßt wird.

In folgenden Fällen kommt es zu keiner Beurteilung:

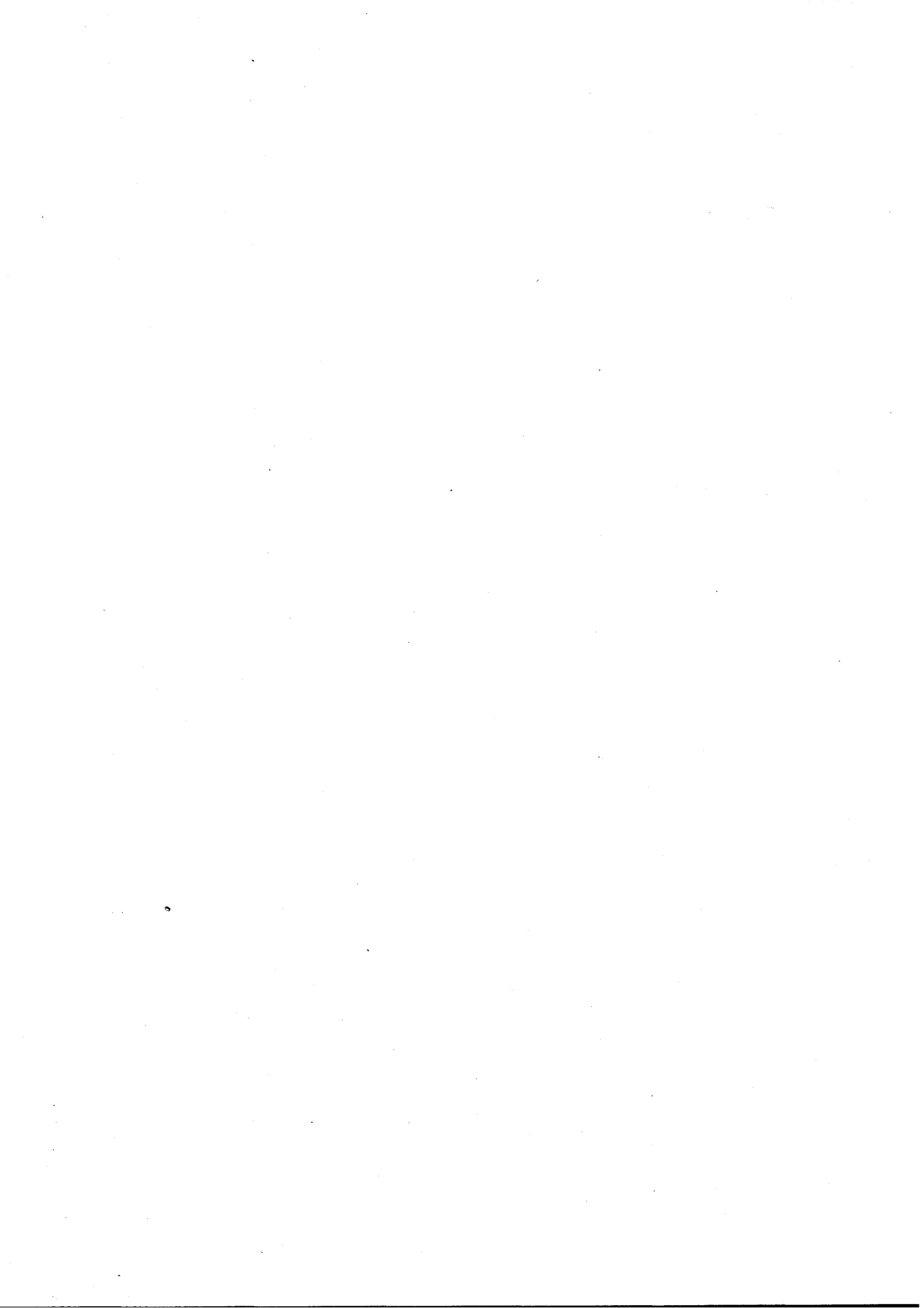
- o Wenn sich keine Baumkrone im Kreis befindet und auch keine geschnitten wird
- o Wenn sich im Kreis keine Krone der angesprochenen Baumarten (Fichte, Lärche, Tanne) befindet
- o Wenn nur Bäume der Wuchsklasse 1 (Kultur, Jungwuchs, Dikung) vorgefunden werden
- o Wenn die Krone nicht interpretierbar ist (Schattenwurf, Krone stark von Nachbarkrone eingezwängt o.ä.)

Wird der Kreisring von einer Bestandesgrenze geteilt, so zählt man ihn zu dem Bestand, in den sein Mittelpunkt zu liegen kommt. Befindet sich in dem verbleibenden Teil des Kreises kein Baum und wird auch keiner angeschnitten, erfolgt ebenfalls keine Beurteilung.

Bei kleinen oder langgezogenen, schmalen, womöglich auch noch schräg zur Richtung der Rasterpunkte liegenden Beständen kommt es vor, daß nur weniger als 8 Stichproben genommen werden können. In diesen Fällen wird im wesentlichen keine Einzelbaumbewertung durchgeführt, sondern der Zustandsmittelwert des gesamten Bestandes geschätzt, um den Einfluß von Zufallschwankungen auf das gesamte Interpretationsergebnis zu reduzieren.

5.3 Die Luftbildinterpretation

Die Auswertung der Luftbilder erfolgte an zwei Stereointerpretationsgeräten des Umweltbundesamtes (Wild AVIOPRET APT 2); die Eingabe der Daten konnte dank eines eigens dafür entwickelten Programmes gleichzeitig stattfinden (s. auch Kap.6). Für die Homogenisierung der Interpreten sowie zur Diskussion bei der Interpretation auftretender Spezialfälle (z.B. atypischer Kronenformen) stand ein Diskusstubus zur Verfügung. Desweiteren wurden zur Eichung der Interpreten regelmäßig Kontrollinterpretationen durchgeführt, sodaß eine weitestgehende Homogenität der Auswertung erreicht werden konnten.



6 EDV - AUFNAHME DER DATEN

Die Bewertungen des Zustandes jener Bäume, die in die zugehörigen Rastermarkierungen fallen, müssen vom EDV-System so aufgenommen werden, daß

- a) eine sichere, plausibilitätsgeprüfte Eingabe mit möglichst frühzeitiger Fehlererkennung und -signalisierung möglich ist und
- b) eine Weiterverarbeitung der Daten in Richtung auf eine entweder statistische oder kartographische Darstellung der Ergebnisse möglich ist.

Für die Beschreibung der Aufnahme der Daten in das System soll von einer Erklärung der verwendeten Datenarten ausgegangen werden.

6.1 Codierung der Daten

Die Bestandesdaten umfassen folgende Werte:

1 = Streifennummer, Bildnummer und Bestandesnummer auf dem Bild

Dieser Code, durch den ein Bestand eindeutig festgelegt ist, wird bei allen Auswertungen als Zugriffsschlüssel benutzt. Mehrere Bestände mit gleichem Code können nicht angelegt werden. Ein Versuch, eine einmal bearbeitete Fläche wieder zu bearbeiten, wird vom System mit einer Fehleranzeige verhindert.

Da in einem ersten Arbeitsschritt zu jedem zu bearbeitenden Luftbild die Anzahl der darauf festgelegten Bestände eingespeichert werden muß, können Fehler durch Eingabe unmöglicher Bestandesnummern ebenfalls verhindert werden.

2 = Bestandesart

Dadurch wird die Baumartenzusammensetzung bestimmt.

Baumart (1 bis 3 einzelbaumbewertet):

- 1 ... Fichte
- 2 ... Lärche
- 3 ... Tanne
- 4 ... Latsche
- 5 ... sonst. Laubholz
- 6 ... sonst. Nadelholz
- 333 ... Kahlfläche mit Bewuchs weniger/gleich 3
- 444 ... Wiese, Weide, auch ehemalige
- 555 ... Schlagfläche
- 666 ... Schattenfläche

Die Mischung der Baumarten kann durch eine Kombination dieser Ziffern in einem bis zu 4-stelligen Code dargestellt werden, wobei die Position in diesem Code den Rangwert der Häufigkeit der durch den einzelnen Ziffernwert dargestellten Baumart angibt.

3 = Wuchsklasse

- 1 ... Jungwuchs
- 2 ... Stangenholz
- 3 ... Baumholz
- 4 ... Altholz
- 5 ... gemischtaltrig (plenterartig)
- 6 ... verschiedene Altersklassen

4 = Kronenschlußgrad

Damit wird der Anteil der projizierten Baumkronen an der Bestandesgrundfläche ausgedrückt.

Die Skala wurde dreistufig gewählt, und zwar bedeutet

1 ... bis 33 %

2 ... 33 bis 67 %

3 ... 67 bis 100 %

der Bestandesfläche.

5 = Schadindex (Globalbewertung)

Der Interpret schätzt aufgrund seiner Erfahrung eine mittlere Zustandskennzahl für den gesamten Bestand. Diese kann später mit der aus Einzelbewertungen errechneten Zustandskennzahl verglichen werden.

Nun wird zur Beurteilung der Einzelbäume in den Rasterkreisen weitergegangen. Jedem Baum werden drei Grunddaten zugeordnet:

o Baumart

Hier sind nur mehr die Baumarten 1 bis 3 (Fichte, Lärche, Tanne) zugelassen. Diese Baumarten werden einzeln bewertet (bei den Arten Latschen und sonstiges Laubholz bzw. Nadelholz liegen nur flächenhafte Gesamtbewertungen vor).

o Zustandsstufe

Die vier Zustandsstufen werden durch den Interpretations-schlüssel festgelegt (s.Kap.4).

Sie werden zahlenmäßig durch

1 - gesund

2 - kränkelnd

3 - krank

4 - sehr krank bzw. absterbend
beschrieben.

o Sondermerkmal

Hier können luftbildsichtbare Einzelheiten einer etwaigen Schädigung eingegeben werden:

- 0 ... keine Sondermerkmale
- 1 ... Randbaum des Zustandes der Stufe 1
- 2 ... Randbaum des Zustandes der Stufe 2
- 3 ... Randbaum des Zustandes der Stufe 3
- 4 ... Randbaum des Zustandes der Stufe 4
- 5 ... Zopftrocknis
- 6 ... Verfärbungen bis 25 %
- 7 ... Verfärbungen bis 60 %
- 8 ... Verfärbungen über 60 %

Diese Einzelbaumdaten werden für jeden Bestand aufbereitet. Sodann werden abgespeichert:

6 = Angaben zu jeder einzelnen Baumart

- o Anzahl der Bäume in der Stichprobe
- o Summe der Bewertungen
- o Summe der Quadrate der Bewertungen (notwendig für Streuungsberechnung)

7 = Angaben über die Häufigkeit der Sondermerkmale im Gesamtbestand

8 = Nach Baumart 1 bis 3 getrennte Angaben

- o Absolute Häufigkeit der Bewertungen der einzelnen Stufen
- o Absolute Häufigkeit der Sondermerkmale

6.2 Verarbeitung der Daten; statistische Analyse

Mit Hilfe eines Transaktions-Programmes zur Aufnahme der Daten können die Interpreten die aus dem Luftbild erfaßten Kenndaten in eine Datenbank eintragen. Diese Datenbank enthält als wichtigsten Schlüssel die aus Streifen-, Bild- und Bestandesnummer zusammengesetzte globale Bestandesnummer. Je Projekt wird eine solche Datenbank angelegt, wobei diese Datenbank die oben beschriebenen Werte enthält.

Das Bildschirmprogramm zur Erfassung der Daten ermöglicht eine Vorkontrolle der Daten, wobei aufgrund einer möglichst weitgehenden Prüfung der einzelnen Eingabewerte Eingabefehler verhindert werden (falsche globale/lokale Bestandesnummer, nicht vorhandene Baumart, etc.). Durch Zusatzprogramme ist eine Konsistenz- und Vollständigkeitsprüfung der eingegebenen Daten möglich.

Für die Verarbeitung der mit den Erfassungsprogrammen im Rahmen der Luftbildinterpretation gewonnenen Daten, wurden verschiedene Interpretations- und Auswerteroutinen entwickelt, die aus dem CSSN-Hauptmenü aufgerufen werden können.

Nach Eingabe des Untersuchungsbereiches (hier: Bad Hofgastein) stehen dem Bearbeiter eine Reihe von statistischen Verfahren zur Verfügung. Der Bearbeiter wählt mit Hilfe des Menüs diejenigen Verfahren, Eingabedaten und Ausgabemedien aus, die er für seine Auswertungen benötigt. Um die Arbeit am Terminal nicht zu behindern, können die Auswertungen nach vollendeter Zusammenstellung der Anforderung im Hintergrund ("batch") ablaufen, wodurch das Endgerät frei für weitere Tätigkeiten ist.

Als Ausgabemedien stehen neben dem Zeilendrucker ein Farbgrafik-Terminal, eine Printer/Plotter und Laserdrucker mit Grafikfähigkeiten (Tektronix 4014 kompatibel) zur Verfügung.

Folgende Auswertungen können mit der am Umweltbundesamt entwickelten Software durchgeführt werden:

- Mittelwertsberechnungen der Komponenten
- Verteilung folgender aus dem Bildmaterial abgeleiteter Größen:
 - a) Mittelwerte (Zustandsstufen)
 - b) Prozentanteile der Mittelwerte (Zustandsstufen)
 - c) Bewertungen (Zustandsstufen)
 - d) Prozentanteile der Bewertungen (Zustandsstufen)
 - e) Baumarten (absolut und nach Prozentanteilen)
 - f) Varianzen
 - g) Baumanzahlen pro Bestand
 - h) Randbäume (absolut und nach Anteilen)
 - i) Bestandesindices
- t-Test Randbäume/Innenbäume
- Mittelwert der Bestandesindices gegen Wuchsklassen
- Tabelle Wuchsklassen gegen Bestandesschätzwert

Zusätzlich zu diesen Auswertemöglichkeiten sind räumliche Zuordnungen der Daten (bei bekannten Bildmittelpunkten) vorgesehen, so daß dem Bild ein (lagerichtiges) Symbol zugeordnet werden kann, das die einzelnen Daten in zwei Attributen (Farbe und Größe des Symbols) vercodieren kann.

6.3 Geographische Datenbasis; thematische Karte

Aus Kostengründen wurde beim Projekt Bad Hofgastein keine räumliche photogrammetrische Auswertung der Bestandesgrenzen durchgeführt. Es wurden vielmehr die auf den Hüllen der Luftbilder eingetragenen Bestandesabgrenzungen auf Überleger der beigegebenen bzw. beim BEV angekauften CIR- und SW-Orthophotos 1:10 000 übertragen und diese Linienzüge am graphischen Arbeitsplatz Siemens 9731-5 der Ingenieurgesellschaft Vermessung AVT digitalisiert und unter Benutzung der entsprechenden Softwaremodule von SICAD (=Siemens Aided Design) in die SICAD-GDB (Geographische Datenbasis) übernommen. Bezüglich des Vorteiles, den eine Bearbeitung der vorliegenden Aufgabenstellung unter Einsatz seines raumbezogenen Informationssystems bietet, wird z.B. auf OTEPKA (1987) verwiesen.

In Teilgebieten konnte eine Übertragung der Bestandesabgrenzungen auf die Orthophotos erfolgen. Dazu mußte auf seitens des Amtes der Salzburger Landesregierung beigegebene Forstkarten zurückgegriffen werden. Über Paßpunkte aus den Orthophotos wurden auch hier Landeskoordinaten der Bestandesgrenzpolygone erhalten. Für jeden Bestand wurde neben seinen Grenzen auch die bei der Interpretation vergebene Bestandesnummer miterfaßt. Unter Benutzung der oben angeführten Software wurde für jeden Bestand eine Flächenberechnung durchgeführt.

Die bei der Interpretation erhaltenen Sachdaten wurden gleichfalls in die GDB übernommen. Über die Bestandesnummern erfolgte eine Zuordnung der Sachinformationen zu den geometrischen Daten. Anhand der übernommenen Mittelwerte wurde für sechs Kronenzustandsstufen und einer Stufe für nicht einzelbaumbewertbare Bestände eine thematische Karte erarbeitet.

Dazu wurden weiters die Bestandesnummern in laufende Nummern mit eins beginnend umbenannt. Diese Daten wurden im Maßstab 1:25 000 als

- a) SW-Karte mit unterschiedlichen Schraffuren und
- b) als Druckvorlagen für einen Sechsfarbendruck mittels Plotter ausgegeben. Um eine Zuordnung der Interpretationsergebnisse mit der Topographie zu haben, wird der Sechsfarbendruck mit dem Inhalt der auf 1:25 000 vergrößerten ÖK zusammengedruckt. Der Inhalt der ÖK wird dabei in grauer Farbe dargestellt.

7 ERGEBNISSE

7.1 Vorbemerkung

Das Projekt "Waldzustandserhebung Bad Hofgastein" wurde vom Umweltbundesamt in zwei Projektstufen bearbeitet.

Aufgabe der Projektstufe 1 war die Erstellung der Schlüssel für die Luftbildinterpretation. In der Projektstufe 2, deren Ergebnisse im folgenden dargestellt werden, erfolgte die Interpretation und statistische Auswertung des Bildmaterials nach Kronenzustandsformen. Zur Bewertung des Waldzustandes wurden zwei verschiedene Maße der Zuordnung von Bestandesmerkmalen aus Einzelbaumbewertungen herangezogen (Mittelwert + Schadklassenniveaus). Die Endergebnisse können daher in Form von jeweils zwei Kennzahlen angegeben werden.

Diese Vorgangsweise wurde gewählt, um verschiedene Betrachtungsweisen des Waldzustandes darzustellen. Sie soll darauf hinweisen, daß mehrere Maßstäbe zur Beurteilung des Waldzustandes herangezogen werden können.

7.2 Anzahl der untersuchten Bestände

Die Gesamtanzahl der ausgeschiedenen Bestände betrug 913. Von diesen wurden in weiterer Folge 579 einzelbaumweise beurteilt; bei 334 Bestände erfolgte eine pauschale Bewertung, da sie beispielsweise zu jung oder zu gering bestockt waren (Tab.7-1).

Tab.7-1: Verteilung, der Bestände im Untersuchungsgebiet

Gesamt	einzelbaumw. bewertet	pauschal bewertet
913	579	334

7.3 Bestandesergebnisse

In den einzelbaumweise bearbeiteten Beständen erfolgte mit Hilfe eines regelmäßigen Rasters (Rasterabstand je nach Maßstab zwischen 20 m und 40 m, s. auch Kap.5) eine stichprobenweise Beurteilung des Kronenzustandes von Einzelbäumen.

Diese Beurteilungen wurden bestandesweise zusammengefaßt und der Mittelwert sowie die Anteile in den einzelnen Kronenzustandsstufen errechnet (Abb.7-1).

Wie oben erwähnt, können die Bestandesergebnisse auf unterschiedliche Weise in verschiedene Zustandsklassen eingeteilt werden. Ein Weg besteht in der Bildung von Mittelwertstufen, wobei Mittelwerte bis 1,5 als normal angesehen werden (Abb.7-2).

Andererseits kann auch die Verteilung der einzelnen Kronenzustandsstufen innerhalb jedes einzelnen Bestandes für die Beurteilung des flächenhaften Zustandes herangezogen werden. SCHMIDTKE (1987) schlug dazu als Beispiel die Bildung von Bestandesschadklassen vor, die er nach forstlichen Kriterien gutachterlich abgrenzte.

Demnach wäre beispielsweise ein Bestand dann als gesund anzusehen, wenn mindestens $3/4$ der Bäume in der Stufe 1 und höchstens 5% der Bäume in der Stufe 3 und 4 liegen. Ein Bestand wäre als mittelgeschädigt anzusehen, wenn mindestens $1/4$ der Bäume in Stufe 3 und 4, jedoch weniger als 20% in Stufe 4 liegen. In Abbildung 7-3 ist die Verteilung aller einzelbaumweise untersuchten Bestände gemäß dieser Definition dargestellt.

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Verteilung der Bestandesmittelwerte
auf Bestände mit mehr als 3 Bäumen der Baumart
als Baumarten

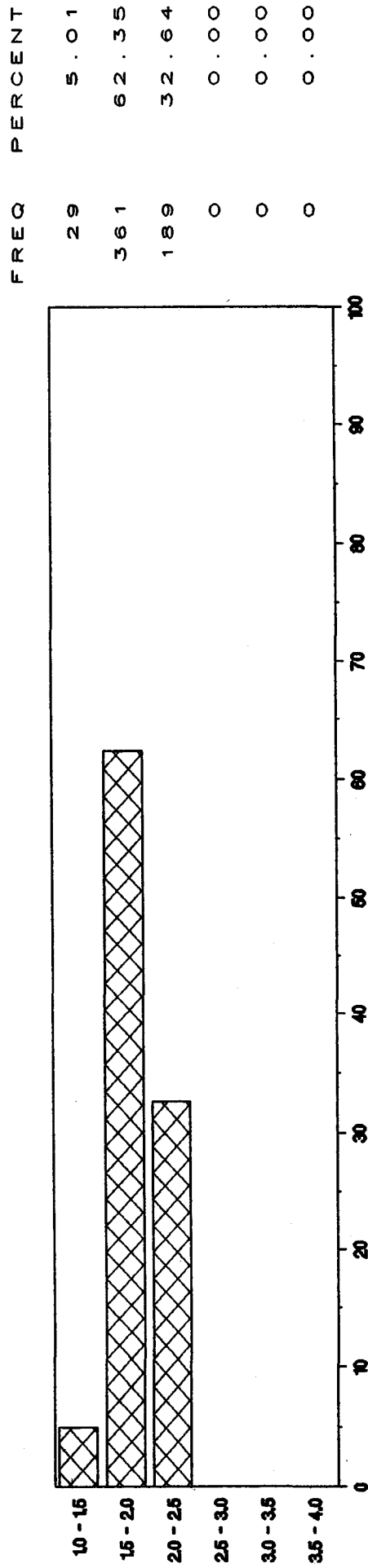


Abb.7-2

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Verteilung der Bestandesschadstufen

alle Baumarten

FREQ PERCENT

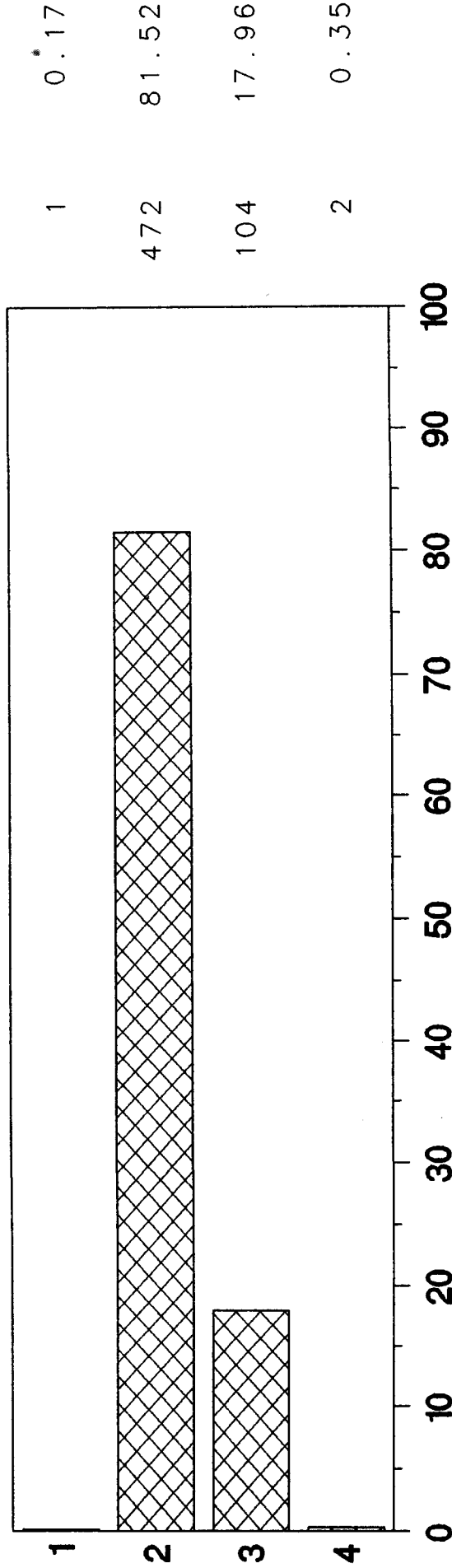


Abb. 7-3

Zusammenfassend zeigt sich, daß der überwiegende Teil der beurteilten Bestände (62% bzw. 82%, je nach verwendetem Zuordnungsalgorithmus) im Übergangsbereich zwischen normalen und geschädigten Bestandeszustandsklassen liegt. Eine geringere Anzahl ist nach den oben genannten Einteilungskriterien (18% bzw. 33%) als geschädigt anzusehen; ein Anteil von 0% bzw. 5% ist demnach bezogen auf Kronenzustandsveränderungen als eindeutig normal anzusehen.

7.4 Baumartenweise Ergebnisse

Aufbauend auf die erarbeiteten Interpretationsschlüssel wurden im Zuge der rasterweisen Interpretation insgesamt 29.061 Einzelbäume beurteilt (Abb.7-4). Die Ergebnisse der Einzelbaumbewertungen faßt Tabelle 7-2 nach Baumarten getrennt zusammen.

Tab.7-2: Ergebnisse der Einzelbaumbewertungen gesamt sowie getrennt nach Baumarten, ausgegeben in Absolutzahlen und in Prozent je Kronenzustandsstufe (1 bis 4)

Kronenzustandsstufe	gesamt		Fichte		Lärche		Tanne	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1	7681	24,43	6351	27,92	1298	20,99	32	24,62
2	16757	57,77	12701	55,84	3991	64,53	65	50,00
3	4231	14,56	3352	14,74:	847	13,69	32	24,62
4	392	1,34	342	1,50	49	0,79	1	0,77
gesamt	29061	100	22746	100	6185	100	130	100
Mittelwert	1,91		1,90		1,94		2,01	

Die Kronenzustandsstufe 2 kann als Frühwarnstufe angesehen werden (derzeit noch keine einheitliche Terminologie festgelegt), in der alle Übergänge vom gesunden zum leicht geschädigten Baum vorhanden sind. Es ist demnach nicht möglich, Bäume dieser Stufe a priori als gesund oder als geschädigt auszuweisen.

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Verteilung der Bewertungen

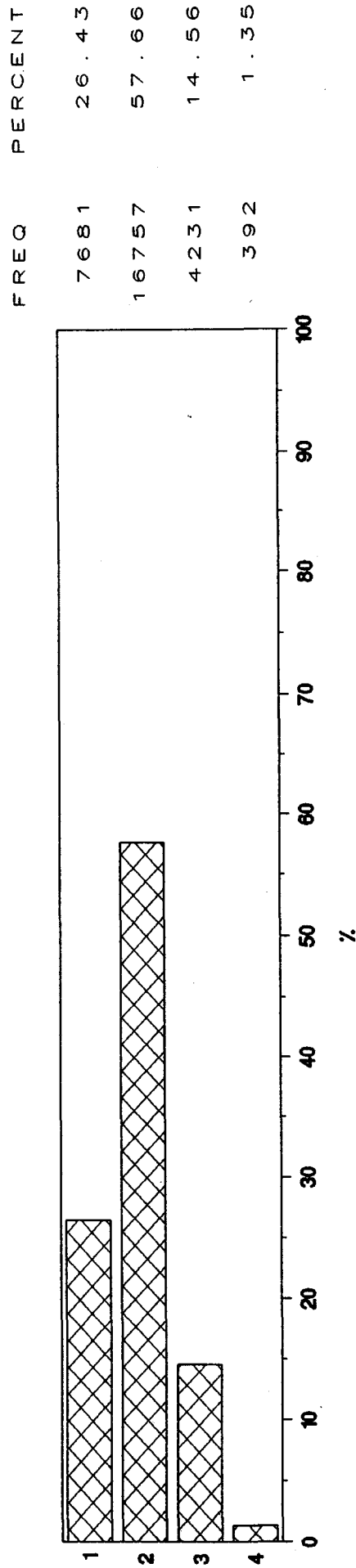


Abb. 7-4

Bäume der Stufen 3 und 4 werden als geschädigt angesehen. 15,9% aller untersuchten Einzelbäume befinden sich in diesen beiden Stufen (Abb.7-5).

Nach derzeitigem Wissensstand wird davon ausgegangen, daß die Kronenzustandsstufe 1 mit hoher Wahrscheinlichkeit als gesund anzusehen ist. 26,4% aller untersuchten Einzelbäume liegen in dieser Stufe (Abb.7-6).

7.5 Unterschied Randbäume - Innenbäume

Im Zuge der rasterweisen Interpretation wurden Rand- und Innenbäume getrennt beurteilt. Die Gesamtzahl der ermittelten Randbäume betrug 11.465, das sind 39,45% aller untersuchten Bäume. Dabei ist zu beachten, daß in Beständen mit geringem Kronenschlußgrad (Waldgrenzlage) alle einzelstehenden Bäume als Randbäume ausgeschieden wurden, da diese allen klimatischen oder immissionsbedingten Einwirkungen aus der Luft besonders ausgesetzt sind.

In den Abbildungen 7-7 bis 7-10 sowie in Tabelle 7-3 sind die Ergebnisse dieser getrennten Auswertung dargestellt.

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Verteilung der Bewertungen

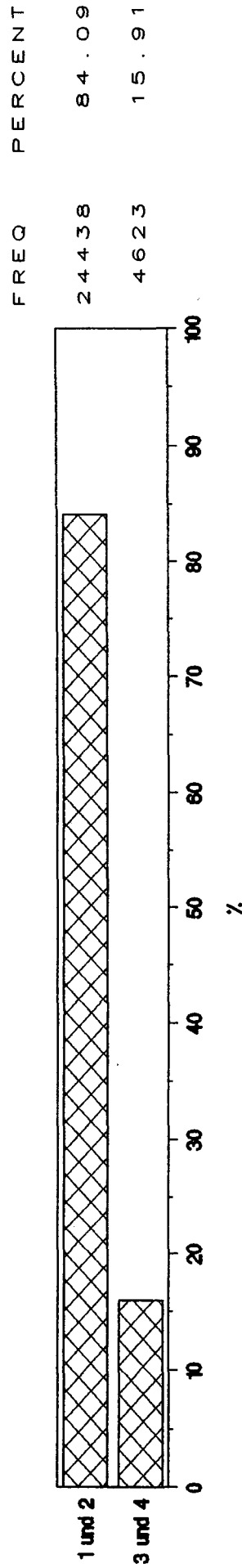


Abb. 7-5

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Verteilung der Bewertungen
alle Bestände

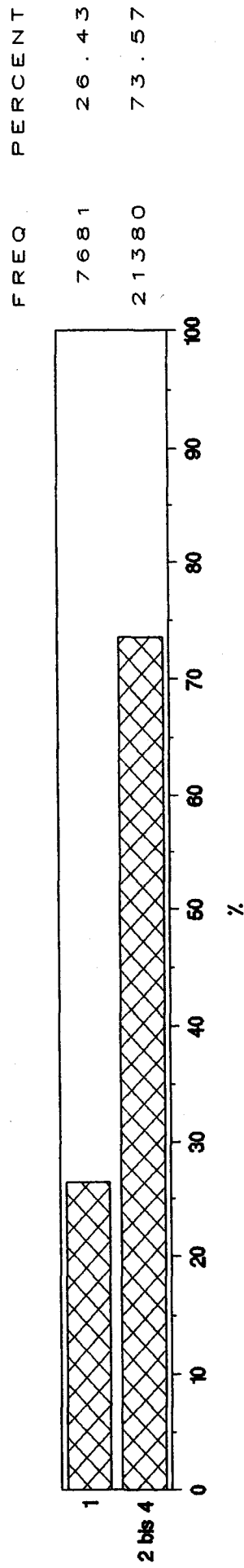


Abb.7-6

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Vergleich der Verteilungen der Bewertungen von Randbaeumen und Innenbaeumen

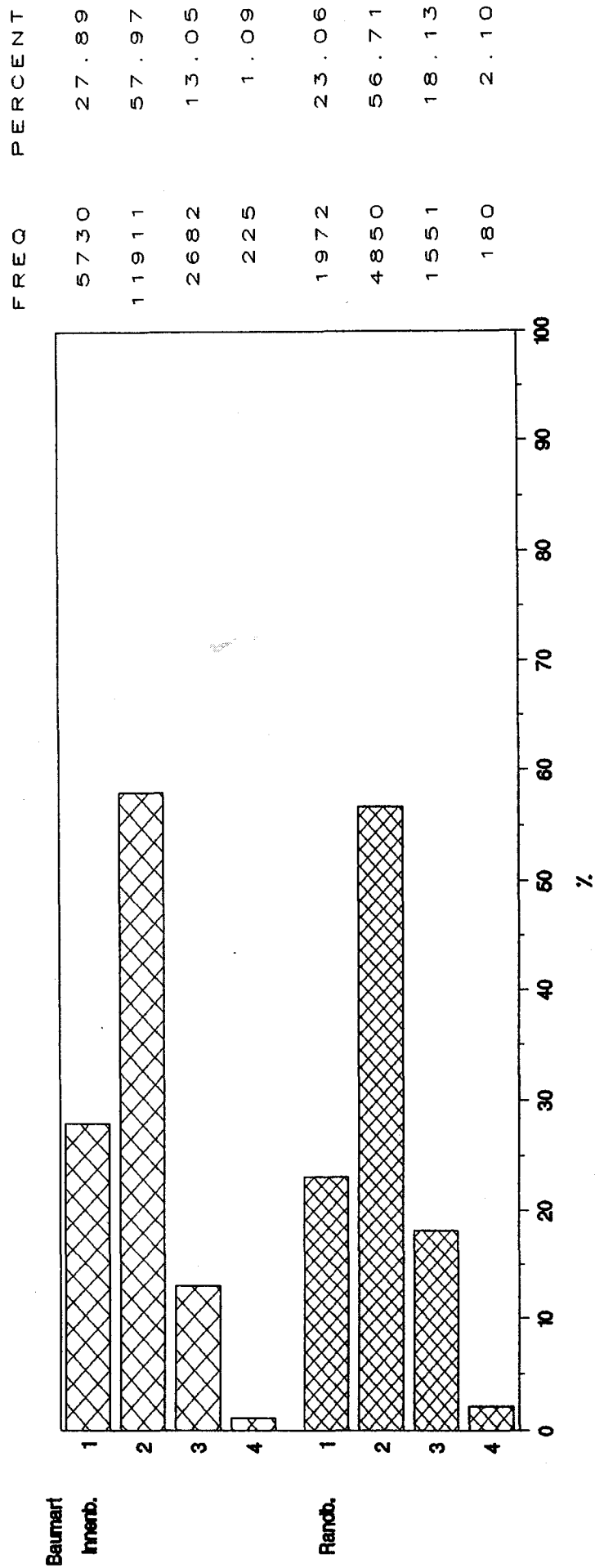


Abb. 7-7

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Vergleich der Verteilungen der Bewertungen von Randbaeumen und Innenbaeumen

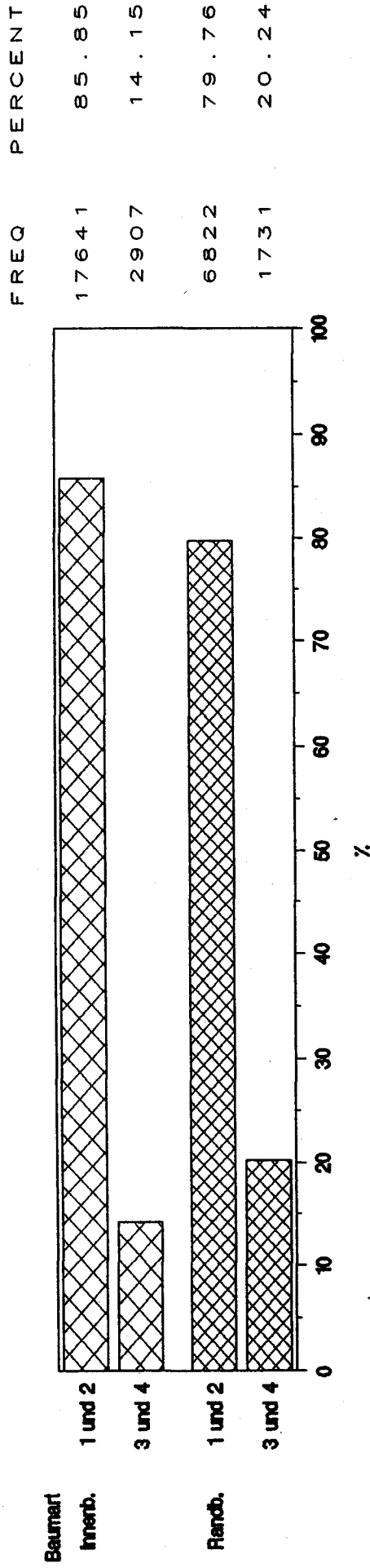


Abb. 7-8

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Vergleich der Verteilungen der Bewertungen von Randbäumen und Innerbäumen

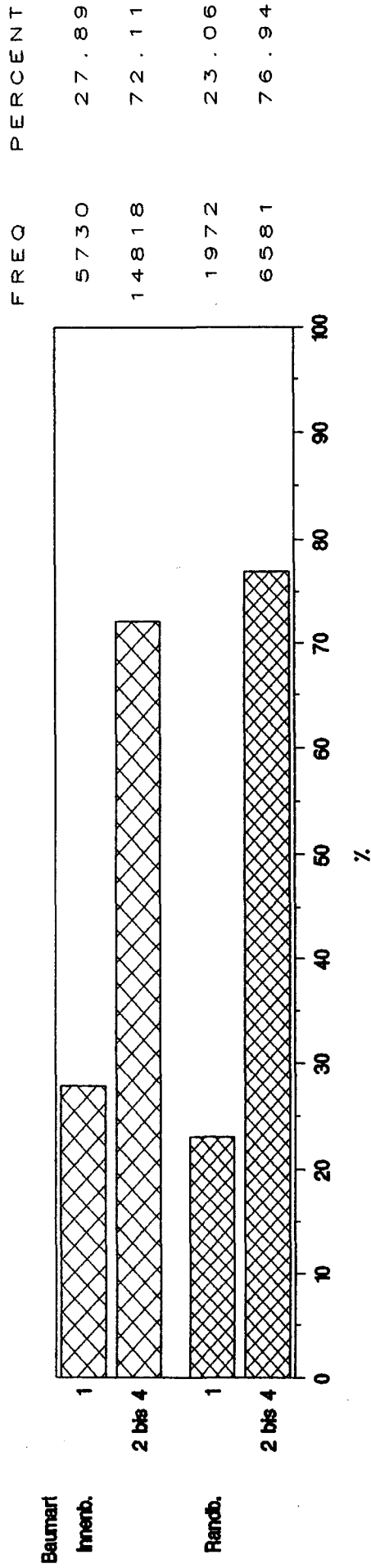


Abb. 7-9

Waldzustandserhebung im Raum GASTEIN

Vergleich der Verteilungen der Bestandsmittelerwerte von Randbeständen und Innenbeständen
alle Bestände mit mehr als 8 Bäumen der Baumart

Bestandstyp	Bestandskategorie	FREQ	PERCENT
Innenb.	10 - 15	33	6.96
	15 - 20	289	60.97
	20 - 25	148	31.22
	25 - 30	4	0.84
	3.0 - 3.6	0	0.00
	3.5 - 4.0	0	0.00
Randb.	10 - 15	13	3.76
	15 - 20	154	44.51
	20 - 25	167	48.27
	25 - 30	11	3.18
	3.0 - 3.6	1	0.29
	3.5 - 4.0	0	0.00

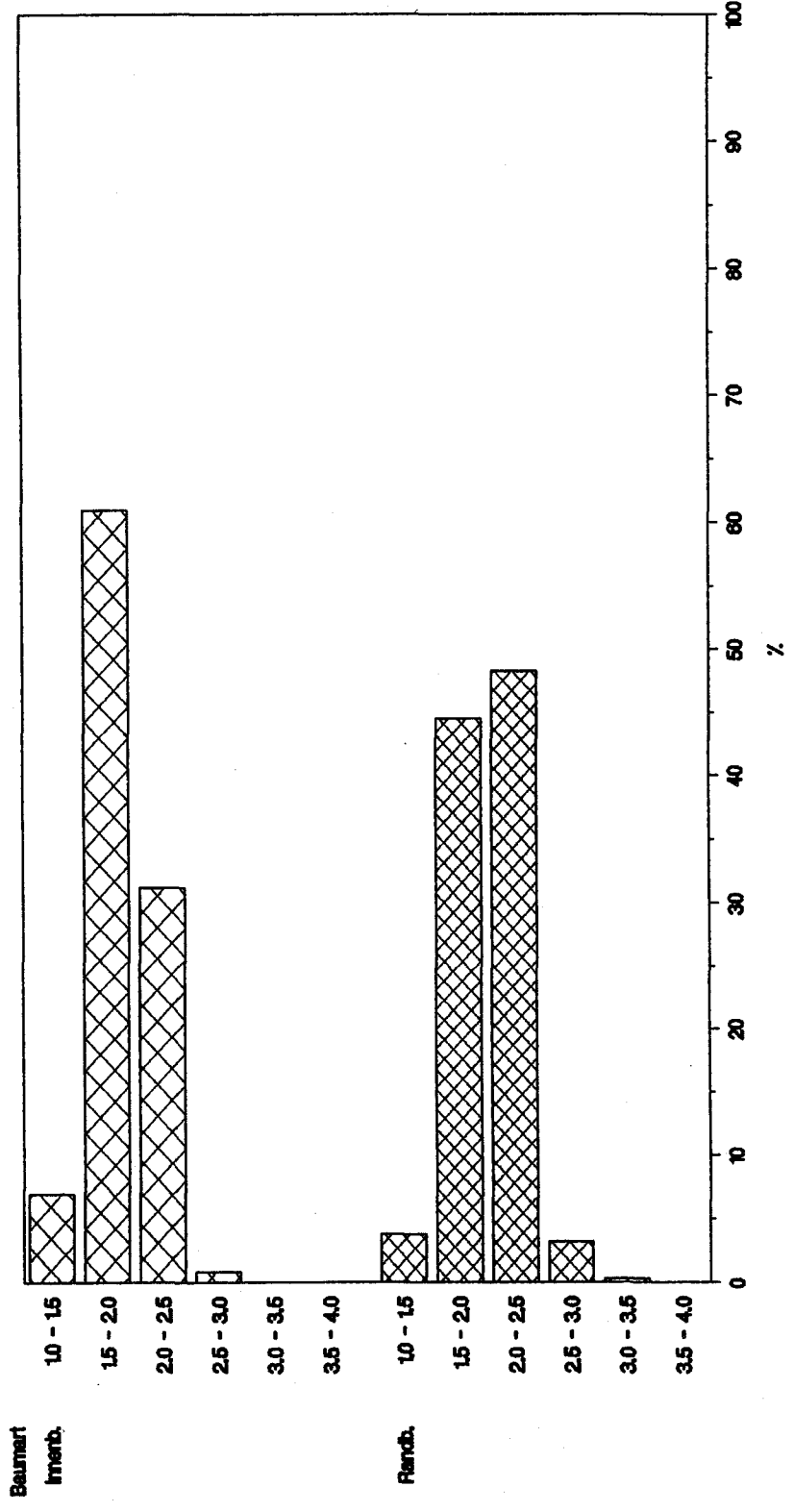


Abb. 7-10

Tab.7-3: Unterschied Randbäume - Innenbäume

Kronenzu- standsstufe	Innenbäume		Randbäume	
	Anteil	%	Anteil	%
1	5730	27,89	1972	23,06
2	11911	57,97	4850	56,71
3	2682	13,05	1551	18,13
4	225	1,09	180	2,10
gesamt	20548	100,00	8553	100,00
Mittelwert	1,88		1,99	

Über die statistische Absicherung der Bewertungsunterschiede zwischen Rand- und Innenbäumen gibt Tabelle 7-4 Auskunft.

Tab.7-4: Signifikanz der Bewertungsunterschiede
Randbäume - Innenbäume

Gruppe	Mittelwert	Differenz	Signifikanz 95% Niveau
Fichte Rand Innen	1,99 1,87	0,12	hoch signifikant
Lärche Rand Innen	1,99 1,91	0,08	nicht signifikant
Tanne	zu geringe Stichprobengröße		

Die bei diesem Projekt gefundenen Mittelwertdifferenzen zwischen Rand- und Innenbäumen stehen in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Untersuchungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.

7.6 Fernheizwerk Badgastein

Ein Teilziel des Projektes lag darin zu klären, ob und inwieweit sich die in der Nähe des Fernkraftwerkes von Badgastein gelegenen Waldbestände von deutlich entfernten Beständen statistisch signifikant unterscheiden.

Zu diesem Zweck wurden auf den Luftbildhüllen in einer neuerlichen, diesmal von den Forstkarten abweichenden Abgrenzung, gezielt dem Fernheizwerk nahegelegenen Bestände ausgeschieden.

Im Zuge dieser Auswertung wurde der Inhalt folgender Luftbilder verglichen:

Gruppe I: Streifen 30, Bild 2711 Neuabgrenzung heizwerksnaher Bestände

Gruppe II: Streifen 30, Bild 2710, 2711, 2713 Bestände mit einzelbaumweiser Beurteilung

Bei beiden Gruppen wurden Lärchen und Fichten bewertet (Tab.7-5). Aufgrund des geringen Stichprobenumfanges wurde bei der Baumart Tanne jedoch von einer statistischen Auswertung Abstand genommen.

Tab.7-5: Vergleich der Bewertungen in der Nähe des Fernheizwerkes Badgastein und in entfernteren Beständen
(n = Anzahl, x = mittlerer Kronenzustand)

Gruppe 1	Bild 2711		total		Gruppe 2		Bild 2711		Bild 2713	
	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x
Fichte	65	1,98	510	1,85	293	1,84	100	1,94	117	1,80
Lärche	18	1,78	-	-	20	1,54	4	1,75	3	1,67

Hinsichtlich der Baumart Fichte ergab sich bei der Durchführung eines (gepoolten) t-Tests ein t-Wert von 1,61, was einem Signifikanzniveau von ca. 0,94 (bei 573 Freiheitsgraden) entspricht. Das bedeutet, daß auf dem im allgemeinen üblichen Fehlerniveau von 5% nicht (gerade noch nicht) von einem signifikanten Verhalten gesprochen werden kann.

Aufgrund der geringen absoluten Mittelwertdifferenzen bei hohem Stichprobenumfang kann die statistische Analyse dahingehend interpretiert werden, daß keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen vorliegen.

7.7 Zopftrocknis und Verfärbungen

Bei der einzelbaumweisen Beurteilung der Bäume wurde versucht, Sondermerkmale wie Zopftrocknis und Verfärbungen mit höchstmöglicher Genauigkeit mitzuerfassen, wobei für die Aufnahme der Verfärbungsmerkmale ein Dreistufenschlüssel verwendet wurde (s.Kap.6). Die Ergebnisse dieser Detailaufnahme sind in der Tabelle 7-6 dargestellt.

7.8 Verteilung der Wuchsklassen

Vor der einzelbaumweisen Beurteilung erfolgte im Zuge der Luftbildauswertung eine Zuordnung der Bestände in Wuchsklassen (s.Kap.6). Die Ergebnisse dieser Auswertung können aus den Tabellen 7-7 bis 7-8 abgelesen werden. Nach diesen Ergebnissen kann die auch in anderen Untersuchungen gemachte Beobachtung, daß ältere Bestände einen höheren Zustandsindex aufweisen, auch hier bestätigt werden.

Tab. 7-6: Waldzustandsuntersuchung im Raum Bad Hofgastein
 Bäume mit Vergilbungen und Zopftrocknis je Zustandsindex
 alle Baumarten

		Mittelwert aller Baumarten			
		1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	Gesamt
Zopf- trocknis	%	1,19	58,73	40,08	100,00
	Anzahl der Bäume	3	148	101	252
	Mittlerer Anteil am Bestand in %	0,31	0,83	1,14	0,90
Verfärbungen bis 25%	%	1,91	68,02	30,07	100,00
	Anzahl der Bäume	46	1638	724	2408
	Mittlerer Anteil am Bestand in %	6,08	7,53	7,54	7,46
Verfärbungen bis 60%	%	1,54	50,46	48,00	100,00
	Anzahl der Bäume	5	164	156	325
	Mittlerer Anteil am Bestand in %	0,64	0,77	1,40	0,97
Verfärbungen über 60%	%	0,00	50,00	50,00	100,00
	Anzahl der Bäume	0	47	47	94
	Mittlerer Anteil am Bestand in %	0,00	0,21	0,46	0,28

Tab. 7-7: Waldzustanduntersuchung im Raum Bad Hofgastein
Anzahl der Bäume und Zustandsindex je Wuchsklasse

	alle Baumarten			Baumart=Fichte			Baumart=Lärche			Baumart=Tanne		
	Anzahl	Prozent	Zustands- kennziffer	Anzahl	Prozent	Zustands- kennziffer	Anzahl	Prozent	Zustands- kennziffer	Anzahl	Prozent	Zustands- kennziffer
Wuchsklasse												
Stangenholz	367	1,26	1,76	322	1,42	1,76	45	0,73	1,76			
Baumholz	13018	44,83	1,87	10960	48,19	1,87	1955	31,71	1,88	103	79,23	1,91
Altholz	5255	18,10	2,07	3380	14,86	2,08	1855	30,08	2,06	20	15,38	2,35
gemischtartig (plenterartig)	6200	21,35	1,92	4332	19,05	1,91	1863	30,21	1,93	5	3,85	2,80
verschiedene Altersklassen	4200	14,46	1,82	3750	16,49	1,81	448	7,27	1,85	2	1,54	2,00
alle Wuchsklassen	29040	100,00	1,91	22744	100,00	1,90	6166	100,00	1,94	130	100,00	2,02

Tab. 7-8: Waldzustandsuntersuchung im Raum Bad Hofgastein

Verteilung der Zustandsstufen je Wuchsklasse

Bewertungen der Einzelbäume

alle Baumarten

		<u>Zustandsstufe</u>				gesamt
		1	2	3	4	
Wuchsklasse						
Stangen- holz	Anzahl	148	163	53	3	367
	Prozent	40,33	44,41	14,44	0,82	100,00
Baum- holz	Anzahl	3691	7440	1754	133	13018
	Prozent	28,35	57,15	13,47	1,02	100,00
Alt- holz	Anzahl	885	3223	1032	115	5255
	Prozent	16,84	61,33	19,64	2,19	100,00
gemischtaltrig (plenterartig)	Anzahl	1645	3526	920	109	6200
	Prozent	26,53	56,87	14,84	1,76	100,00
verschiedene Altersklassen	Anzahl	1303	2397	468	32	4200
	Prozent	31,02	57,07	11,14	0,76	100,00
alle Wuchsklassen	Anzahl	7672	16749	4227	392	29040
	Prozent	26,42	57,68	14,56	1,35	100,00

7.9 Flächenberechnung

Im Zuge der kartografischen Auswertung erfolgte auch eine Berechnung der Flächenausmaße der Bestände. Hierbei wurden sowohl für einzelbaumweise als auch für pauschal und nicht bewertete Bestände die Hektarwerte und die Prozentanteile in fünf Zehntel Schritten des mittleren Kronenzustandes ausgewiesen (s.Tab.7-9). Demnach beträgt die gesamte Waldfläche 4.673,4 ha, von denen 3.789,7 ha bewertet wurden, 883,7 ha jedoch aus der einzelbaumweisen Bewertung fielen, da sie etwa zu klein (mit weniger als 8 interpretierbaren Bäumen) oder beispielsweise wegen Schattenwurfs nicht interpretierbar waren.

Tab.7-9: Flächenausmaß der Bestände je 1/2 Bestandesmittelwertstufen

Stufe	Mit. Kronenzustand	Summe der Flächen (ha)	Summe der Flächen (%)
1	1,00-1,49	122,8	3,2%
2	1,50-1,99	2566,8	67,8%
3	2,00-2,49	1100,1	29,0%
4	2,50-2,99	-	-
5	3,00-3,49	-	-
6	3,50-3,99	-	-
Summe		3789,7	100,0%

Nach derzeitigem Wissensstand wird angenommen, daß Bestände mit einem Kronenzustandsmittelwert kleiner 1,5 mit hoher Wahrscheinlichkeit als "gesund" anzusehen sind, jene über 2,0 als "geschädigt". Bestände mit Durchschnittswerten von 1,50 bis 1,99 werden dem Übergangsbereich zwischen gesund und geschädigt zugerechnet (s. auch Kap.8).



8 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die "neuartigen Waldschäden" werden nach übereinstimmender Ansicht der Fachliteratur durch komplexes Zusammenwirken verschiedenster Ursachen hervorgerufen (FÜHRER, 1989; CHRIST, VOLZ, 1988); nicht nur Einzelbäume, sondern das gesamte Wald-ökosystem sind von diesem Phänomen betroffen. Destabilisierungsvorgänge und Erkrankungsprozesse kommen demnach durch die Kombination unterschiedlicher Belastungsfaktoren zustande, denen klimatische Komponenten (Trockenheit, Frostextreme etc.) ebenso zuzuzählen sind, wie "streßökologische" Belastungen durch Fehler bei der Bewirtschaftung. Als entscheidender Faktor für die Verursachung der "neuartigen Waldschäden" müssen jedoch anthropogene Luftverunreinigungen gewertet werden.

Waldzustandserhebungen orientieren sich im wesentlichen an optisch feststellbaren Merkmalen der Baumkronen, der Benadelung/Belaubung bzw. deren Verlust (üblicherweise in Prozentstufen) und auch deren Verfärbungen. Diese sind allerdings keine ursachenspezifischen Merkmale, weil ein Baum oft äußerlich nur sehr unspezifisch auf verschiedene Einflüsse reagiert und sich verschiedene Einwirkungen sich in ihren konkreten Manifestationen überlagern. Kronenveränderungen eines Baumes werden daher stets von einem Zusammenwirken zahlreicher Faktoren bestimmt: Erhebungen des Waldzustands sind daher keine Ursachenerhebungen, obwohl ihre Ergebnisse Auswirkungen dieser Ursachen widerspiegeln.

Die oben angeführten Gründe führen gezwungenermaßen zu Problemen bei einer exakten Definition von (üblicherweise 5) Zustandsstufen; dies gilt v.a. bei der Festlegung einer gegenseitigen Abgrenzung dieser Stufen, die daher auch eine Frage der Konvention ist und in der Folge zu unterschiedlichen Ergebnissen verschiedener Inventuren führen kann.

Vor allem hinsichtlich einer Abgrenzung und Bewertung der Zustandsstufe 2, welche durch geringfügige Kronenveränderungen charakterisiert wird, bestehen Unklarheiten, da sich hier natürliche Variationen der Kronenphänologie von schädigungsbedingten Veränderungen nicht eindeutig differenzieren lassen. Es ist daher allein aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung noch nicht möglich, Bestände der Zustandsstufe 2 eindeutig als "gesund" oder "krank" zu definieren, obwohl der gegenwärtige Stand des Wissens über das Phänomen großflächiger "neuartiger Waldschäden" die Annahme einer latenten Schädigung dieser Bestände nahelegt.

Im Bereich der stärkeren Kronenveränderungen (Stufen 3 und 4) kann allerdings eine signifikante Schädigung der Einzelbäume bzw. Bestände mit Sicherheit angenommen werden.

Die Ergebnisse der Erhebungen im Raum Bad Hofgastein zeigen, daß im gesamten untersuchten Waldgebiet über das normale Ausmaß hinausgehende Kronenveränderungen festzustellen sind. Die räumliche Verteilung der Schadniveaus ist in der beigefügten thematischen Karte ausgewiesen. Da die Bestandesabgrenzungen (Befundeinheiten) von den Karten der örtlichen Forsteinrichtungswerke übernommen wurden, können die vorliegenden Daten über den Waldzustand direkt in die forstliche Betriebsplanung übernommen werden. Sie können weiters hilfreich in die Planungen der Wildbach- und Lawinenverbauung, aber auch in die der regionalen Raumplanung eingebunden werden.

Waldzustandserhebungen sind Momentaufnahmen eines langen, dynamischen Prozesses und können daher als zeitliche Einzelaufnahme noch nichts Hinreichendes über die bedeutendere Frage der Entwicklung des Waldes aussagen. Sie müssen zu diesem Zweck in periodischen Abständen und mit einem

streng vergleichbaren Beurteilungsmodus wiederholt werden. Die vorliegende Untersuchung stellt hierfür eine wesentliche Basis dar.

Ungeachtet noch zu klärender Fragen der Ursachen und ihrer Gewichtung müssen angesichts des erheblichen Anteils bereits geschädigter Bestände alle notwendigen Maßnahmen gesetzt werden, um bereits bekannte Belastungsfaktoren - wie etwa Waldweide oder erhöhte Wildstände (übermäßige Hege) - zu minimieren.

Unabhängig von diesen direkt in das Waldökosystem eingreifenden Belastungsfaktoren muß jedoch eine wesentliche Reduktion der Emissionen aller derzeit als bedeutsam erkannten Luftschadstoffe ebenfalls als unabdingbare Voraussetzung für die Wiedergesundung bzw. das langfristige Überleben der untersuchten Bestände (und vergleichbarer mitteleuropäischer Bergwälder) gefordert werden.



9 LITERATURVERZEICHNIS

Arbeitsgruppe Forstlicher Luftbildinterpreten, 1988

Auswertung von Color-Infrarot-Luftbildern, Praktische Anleitung zur Kronenzustandserfassung durch visuelle Interpretation von Einzelbäumen. Selbstverlag der Arbeitsgruppe.

Christ U., Volz R., 1988

Ursachenforschung zu den Waldschäden. Übersicht zum Wissensstand über ausgewählte Forschungsprojekte und Themen. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz, Bern.

Fibich F. et.al., 1986

Stichprobenverfahren zur Waldzustandserhebung in Niederösterreich. Veröffentlichung des Österreichischen Bundesinstitutes für Gesundheitswesen, Wien.

Fiebiger G., 1980

The Influence of Ski-Regions on the Flood Discharge of Small Watersheds (at the Example of the Hundsdorfbach in Hofgastein/Salzburg). Mitteilungen der FBVA, Wien.

Führer E., 1989

Forschungsprogramm 1990-1994. Forschungsinitiative gegen das Waldsterben. Universität für Bodenkultur Wien.

Gassebner H., Neumann M., 1989

Workshop "Waldzustandsbeurteilung in Wäldern der Alpen", Innsbruck, 6.-9. Juni 1988. Unveröffentlicht.

Hackl J., 1987

Großräumige flächendeckende Waldzustandserhebungen mittels Infrarot-Luftbildern in Österreich. Wissenschaftliche Mitteilungen für Forst- und Holzwirtschaft der Universität Sopron, Ungarn. Sonderdruck aus Nr.1-2.

Huss J. (Hrsg.), 1984

Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft.
Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe.

Kenneweg H., 1989

Remote Sensing Approaches to Assessment and Diagnosis of Forest Decline. Air Pollution and Forest Decline (J.B. Bucher and I. Bucher-Wallin, eds.). Proc. 14th Meeting for Specialists in Air Pollution Effects on Forest Ecosystems, IUFRO P2.05, Interlaken, CH, Oct. 2-8, 1988. Birmensdorf 1989, pp.217-221.

Klaushofer F., Litschauer R., Wiesinger R., 1987

Waldzustandsinventur, Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern. FBVA Berichte, Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien. Nr.24

Neumann M., 1989

Einfluß von Standortsfaktoren auf den Kronenzustand. Air Pollution and Forest Decline (J.B. Bucher and I. Bucher-Wallin, eds.). Proc. 14th Int. Meeting for Specialists in Air Pollution Effects on Forest Ecosystems, IUFRO P2.05, Interlaken, CH, Oct. 2-8, 1988. Birmensdorf, 1989, pp.209-214.

Otepka G., 1987

Waldzustandserhebung in Vorarlberg. Schriftenreihe des Institutes für Photogrammetrie der Universität Stuttgart, Heft 12, Stuttgart.

Pollanschütz J., 1988

Waldzustandsinventur 1988. Ergebnisse der Hauptauswertung für das Bundesgebiet und Ergebnisse der Übersichtsauswertung für die Bundesländer. Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien. Unveröffentlicht.

Ramskogler K., 1984

Schipistenökologische Untersuchungen der Schipisten Schloßalm und Stubnerkogel, Dorfgastein. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

Schmidtke H., 1987

Zur Definition von Schadniveaus für bestandes- und betriebsweise Waldschadensinventuren. Allgemeine Forstzeitschrift 37/1987

Schroll H.P., 1985

Waldbauliche Beurteilung der Gasteiner Schipisten Angertal und Graukogel mit Schlußfolgerungen für Planung, Bau und Betrieb von Schiabfahrten. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.

Zirm K. et al., 1985

Erhebung der Vitalität des Waldes in Vorarlberg, erste Untersuchungsergebnisse. Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Wien.

Zirm K. et al., 1986

Erhebung der Vitalität der Vegetation im Gemeindegebiet von Mödling. Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Wien.



A N H A N G

SKIZZEN DER REFERENZFLÄCHEN

Die Lageskizzen der Referenzflächen wurden durch Herauszeichnen der Referenzbäume aus dem stereoskopischen Modell erstellt. Mit Hilfe eines Spiegelaufsatzes wurde auf einer 6,5 cm hohen Zeichenfläche mit der jeweils angegebenen Bildvergrößerung die Skizze angefertigt.

Die Skizzen enthalten die Nummer der Fläche und der Luftbilder. Es wurden die Nummern jenes Bildes unterstrichen, aus dem die Lage der Bäume ausgespiegelt wurde.

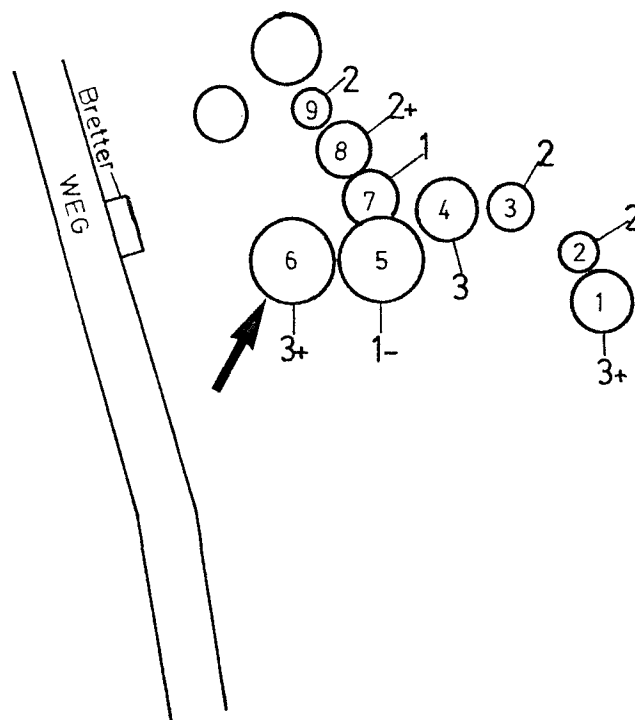
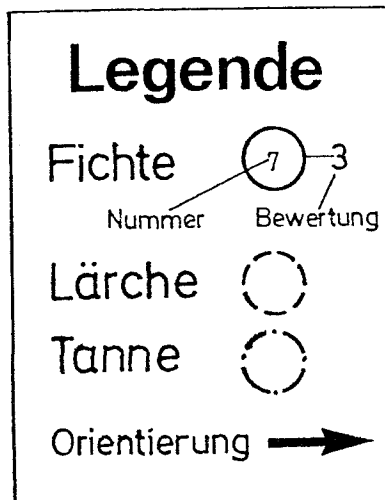
Von den Referenzbäumen sind Lage, Baumart, Kronenzustandsform, laufende Nummer sowie besondere Anmerkungen festgehalten.

Zur Orientierung sind auf den Luftbildern Pfeile mit den Nummern der Referenzflächen angebracht. Diese Pfeile sind auch in den Skizzen dargestellt.

Die Referenzflächen 3, 11, 15, 31 waren für die Schlüsselerstellung nicht gut geeignet, da sie z.B. außerhalb des Befliegungsgebietes liegen.

FLÄCHE 2

BILD 2647, 2648



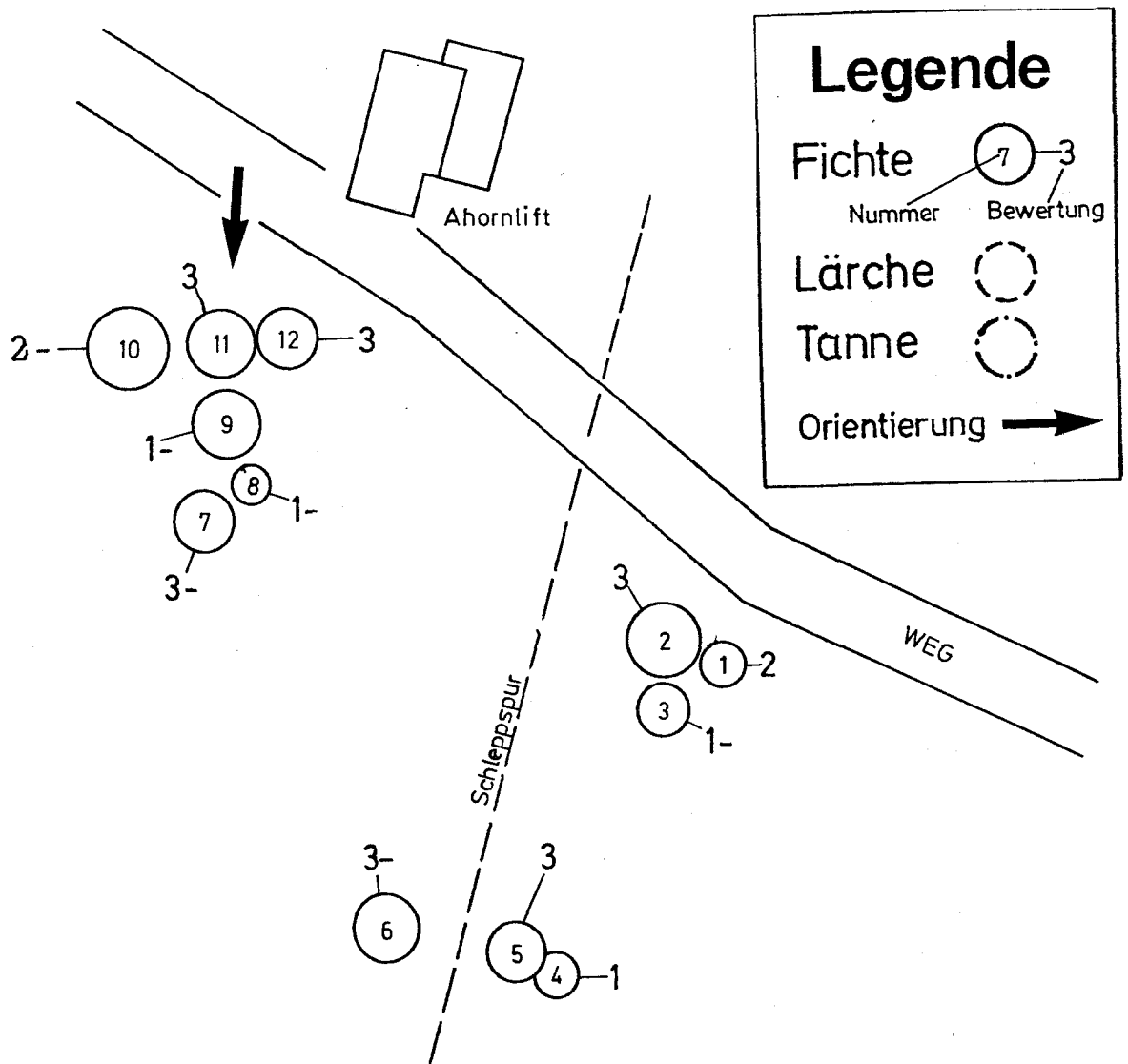
Baum Nr.

- 1 Storchnestansatz, Flechten sichtbar, oberseitige Vergilbungen, wenige Zapfen, diese auf einer Seite in der Unterkrone hängend,
- 2 viele Zapfen, Flechten sichtbar, in der Oberkrone stellenweise Vergilbungen, Baum 1 und Baum 2 Bild I/5
- 3 viele Zapfen, starker Flechtenbesatz an der Oberseite der Primäräste,
- 4 oben Zapfen, viele Verfärbungen, Flechten an der Oberseite der Primäräste, viele Verfärbungen, "Storchnest", Bild I/4,
- 5 Kammfichte, viele Zapfen, Bild I/3
- 6 viele Zapfen, leichte Vergilbungen, kurze Sekundäräste, Bild I/1
- 7 wenige Zapfen, 9 Nadeljahrgänge gezählt, Bild I/2
- 8 viele Zapfen, 7 Nadeljahrgänge gezählt,
- 9 stellenweise Verfärbungen,

Bildvergrößerung: 7,5

FLÄCHE 4

BILD 2641, 2642



Baum Nr.


- 1 Bürsten-Plattenfichte, Zapfen, kurze Sekundäräste,
- 2 Bürsten-Plattenfichte, Vergilbungen, Flechten,
- 3 Bürsten-Plattenfichte, viele Zapfen,
- 4 Kamm-Bürstenfichte, wenige Zapfen, Bild I/11
- 5 Kamm-Bürstenfichte,
- 6 Kamm-Bürstenfichte, Zapfen,
- 7 Kamm-Bürstenfichte, Zapfen,
- 8 Bürstenfichte, Zapfen, Knospen,
- 9 Bürsten-Plattenfichte, Zwiesel, 9 Nadeljahrgänge gezählt, Knospen, Bild I/12
- 10 Zapfen, 7 Nadeljahrgänge gezählt, Bild I/8,10
- 11 Bürstenfichte, dichter Terminalbereich, wahrscheinlich wegen Wipfelbruch, Knospen,
- 12 viele Zapfen, Flechten, leichte Vergilbungen, viele Knospen, Bild I/9

Bildvergrößerung: 6


FLÄCHE 5


BILD 2646, 2647

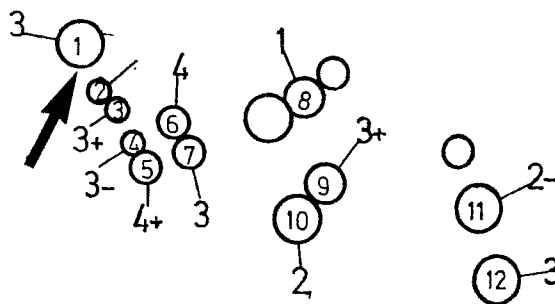
Legende

Fichte  7-3
 Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

Orientierung 

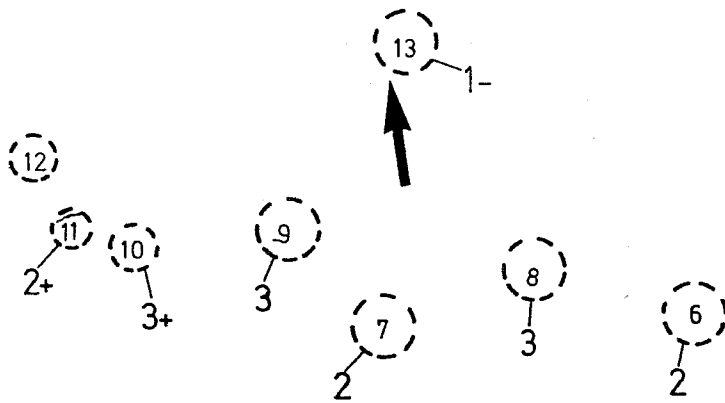


SKIPISTE


Baum Nr.


- 1 viele Zapfen, leichte Vergilbungen,
- 4 Wipfelbruch,
- 5 Zapfen, Bild I/16
- 6 Verfärbungen,
- 7 wenige Zapfen, Verfärbungen, sehr kurze Sekundäräste, viele alte Blüten,
- 8 Bürstenfichte, Zapfen, Zwiesel, Bild I/15
- 9 wenige Zapfen, weniger und kürzere Sekundäräste als Baum Nr. 10,
- 10 wenige Zapfen, Bild I/14
- 11 Kamm-Bürstenfichte, stumpfer Wipfel, Zapfen, Bild I/13
- 12 Zapfen,


Bildvergrößerung: 7,5




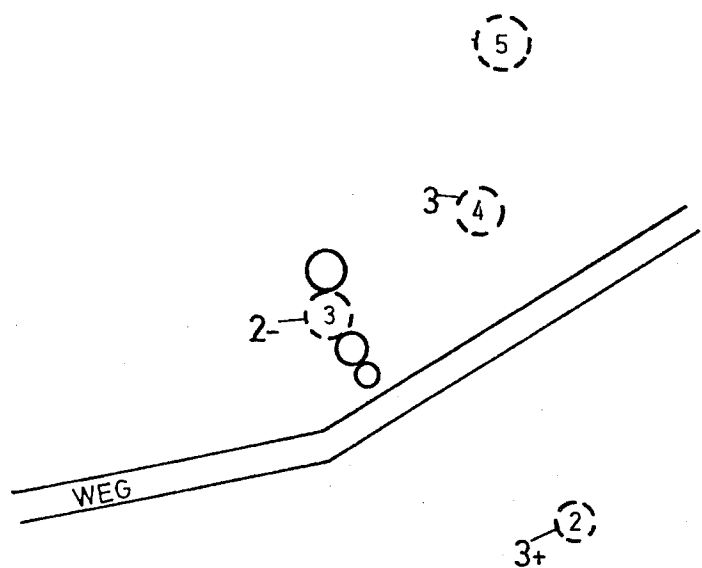
Legende

Fichte  3
Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

Orientierung 

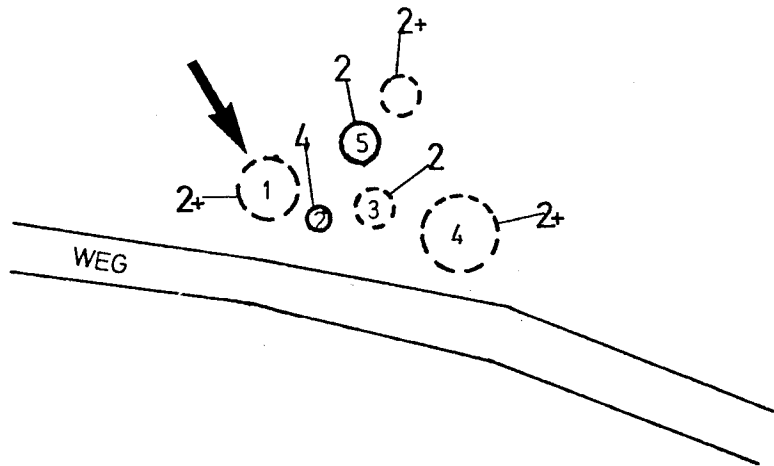
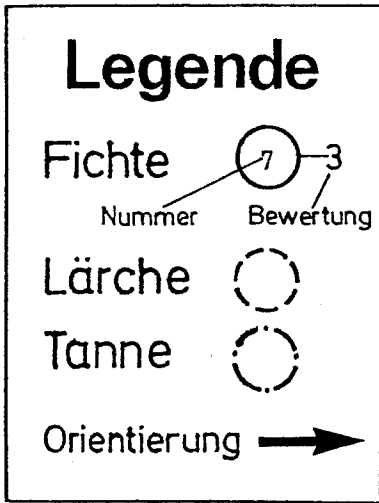


Baum Nr.	
1	wenige Zapfen, Vergilbungen, wenig Sekundäräste,
2	Wipfeldürre, viele Zapfen, starker Flechtenbesatz an Primärästen, leichte Vergilbungen, Bild I/20
3	Zapfen, oberster Wipfelbereich vergilbt,
4	wenige Zapfen, Wipfeldürre, besonders in Oberkrone Vergilbungen, kroneneinwärts spärlich benadelt,
6	im obersten Wipfelbereich vergilbt, Bild I/19
7	kaum Zapfen, Wipfeldürre, Oberkrone halbseitig zerstört Wipfel stark vergilbt,
8	wenige Zapfen, Wipfelbruch, viele tote Seitenzweige, wenig vergilbt,
9	viele Zapfen, Wipfel krummwüchsig, im Wipfelbereich Vergilbungen, viele Dürträge, Bild I/18
10	wenige Zapfen, Terminaltrieb tot, Vergilbungen
11	viele Zapfen, Terminaltrieb tot,
13	wenige Zapfen, Bild I/17

Bildvergrößerung: 4

FLÄCHE 7

BILD 2707, 2708



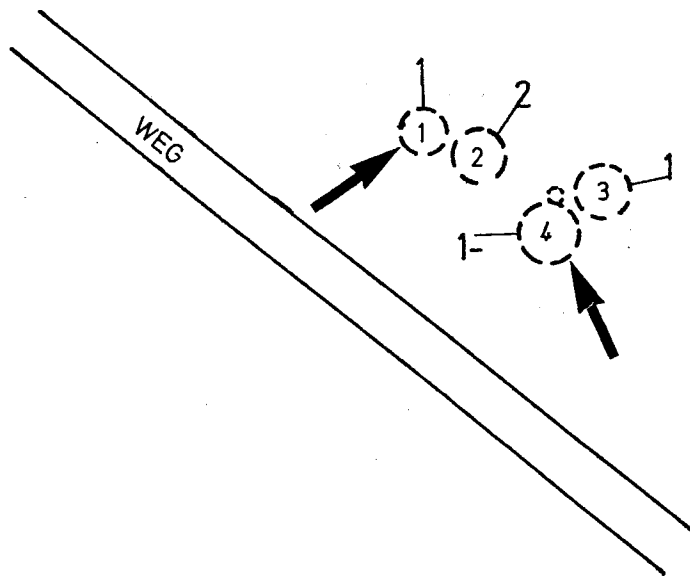
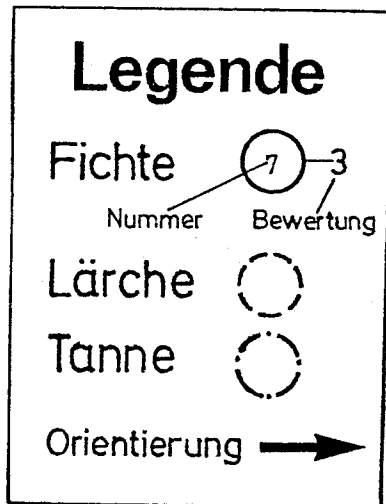
Baum Nr.

- 1 sehr wenige Zapfen, alter Wipfelbruch,
- 2 tote Fichte,
- 3 wenige Zapfen, höherer Totastanteil als Baum Nr. 1,
- 4 Zwiesel, abgestorbener Wipfel, beginnende Ersatzwipfelbildung, daher vorgefundene Wipfeldürre nicht bewertet, gesamte Fläche Bild II/7

Bildvergrößerung: 6

FLÄCHE 8

BILD 2707, 2708




Baum Nr.


- 1 Zapfen, jung,
- 2 Zapfen, weniger dicht verzweigt, Unterkrone viele Dürräste,
- 3 sehr junge Lärche, dicht,
- 4 Zapfen, im Wipfelbereich Vergilbungen, buschige Nadeln
gesamte Fläche Bild II/8


Bildvergrößerung: 6

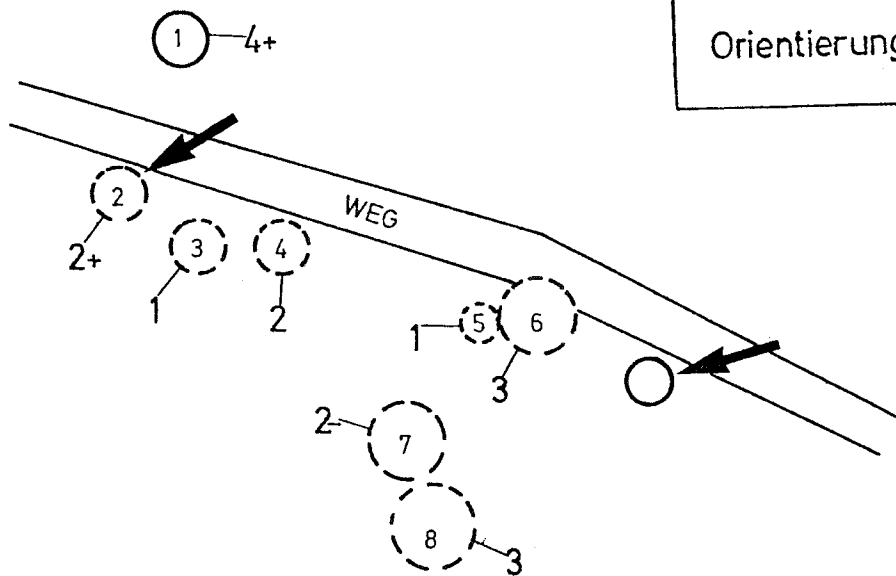
Legende

Fichte  7-3
 Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

Orientierung 



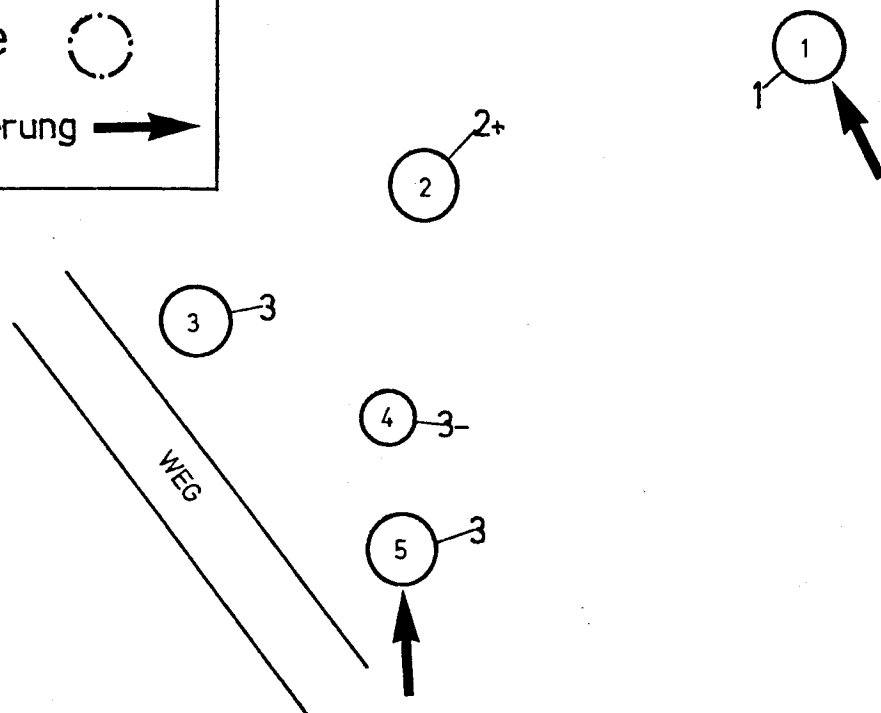
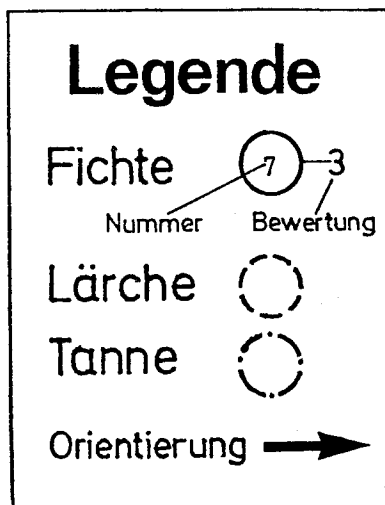
Baum Nr.

- 1 Bürsten-Plattenfichte, viele Dürträste, starker Flechtenbesatz, Verfärbungen, alte Blüten, Bild II/9
- 2 in halber Höhe alter Wipfelbruch, Bild II/11
- 3 jünger, dicht beastet und benadelt, vereinzelt vergilbt, Bild II/10
- 4 Zapfen, dürre Äste,
- 5 jünger, stellenweise Vergilbung,
- 6 Wipfel vergilbt, aber dicht benadelt, ab 2m unter dem Wipfel Fenster, viele dürre Primäräste, Bild II/12
- 7 Zapfen, flache Wipfelregion wegen altem Wipfelbruch, viele tote Primäräste,
- 8 alter Ersatzwipfel, 2m unter Wipfel Verlichtungen, tote Primäräste, tote Sekundäräste bis in Wipfelbereich,

Bildvergrößerung: 6

FLÄCHE 10

BILD 2709, 2710



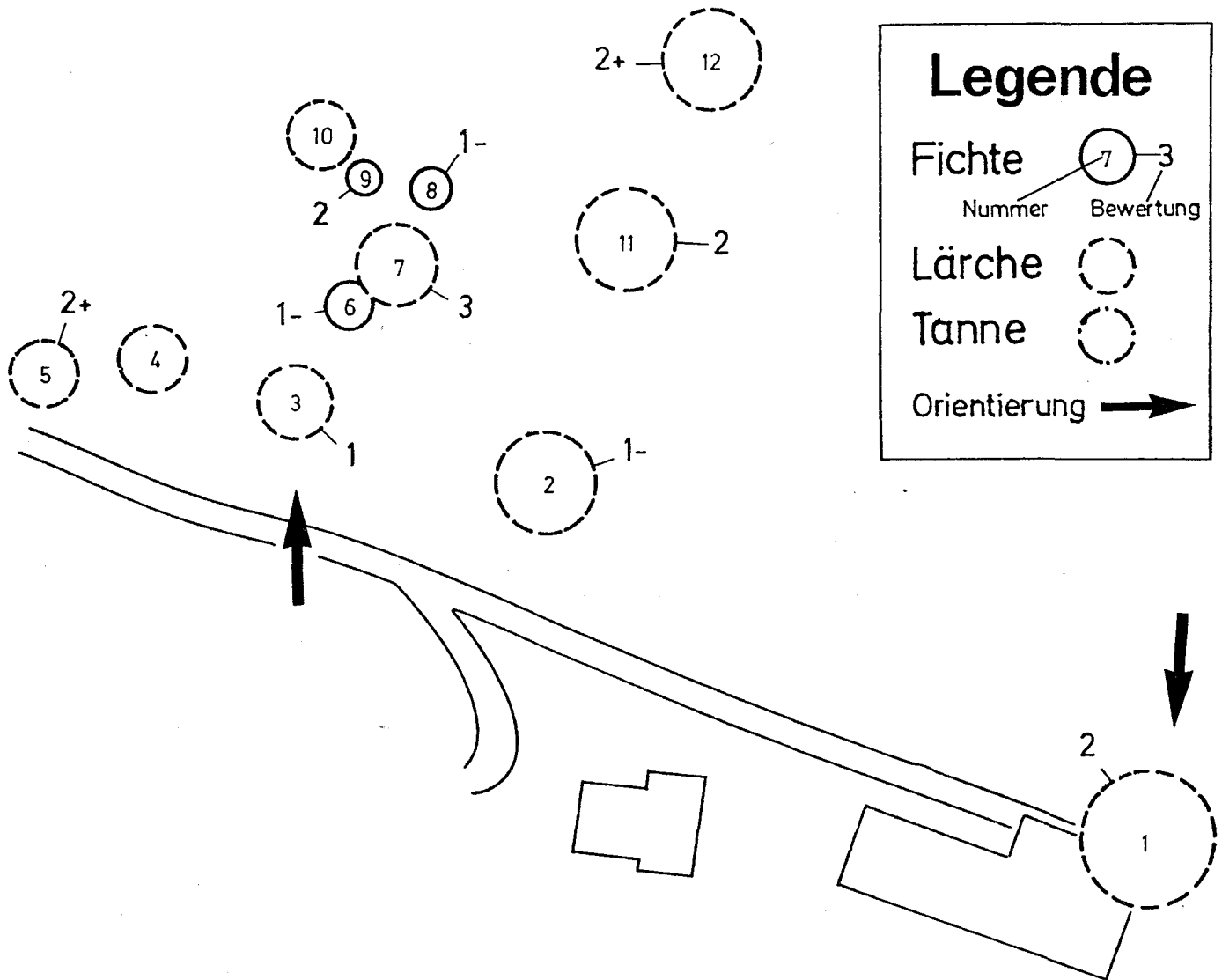
Baum Nr.

- 1 Kammfichte, Zapfen, Bild II/17
- 2 oben wenige Zapfen, innen Verfärbungen, Bild II/16
- 3 Kamm-Bürstenfichte, Zwiesel im Wipfelbereich, wenige Zapfen, wenig Flechten,
- 4 Bürstenfichte, Zapfen, Vergilbungen, Bild II/14
- 5 Kammfichte, Zapfen, Vergilbungen, wenig Flechten, Bild II/15


Bildvergrößerung: 7,5


FLÄCHE 12


BILD 2712, 2713




Legende

Fichte  7-3
Nummer Bewertung

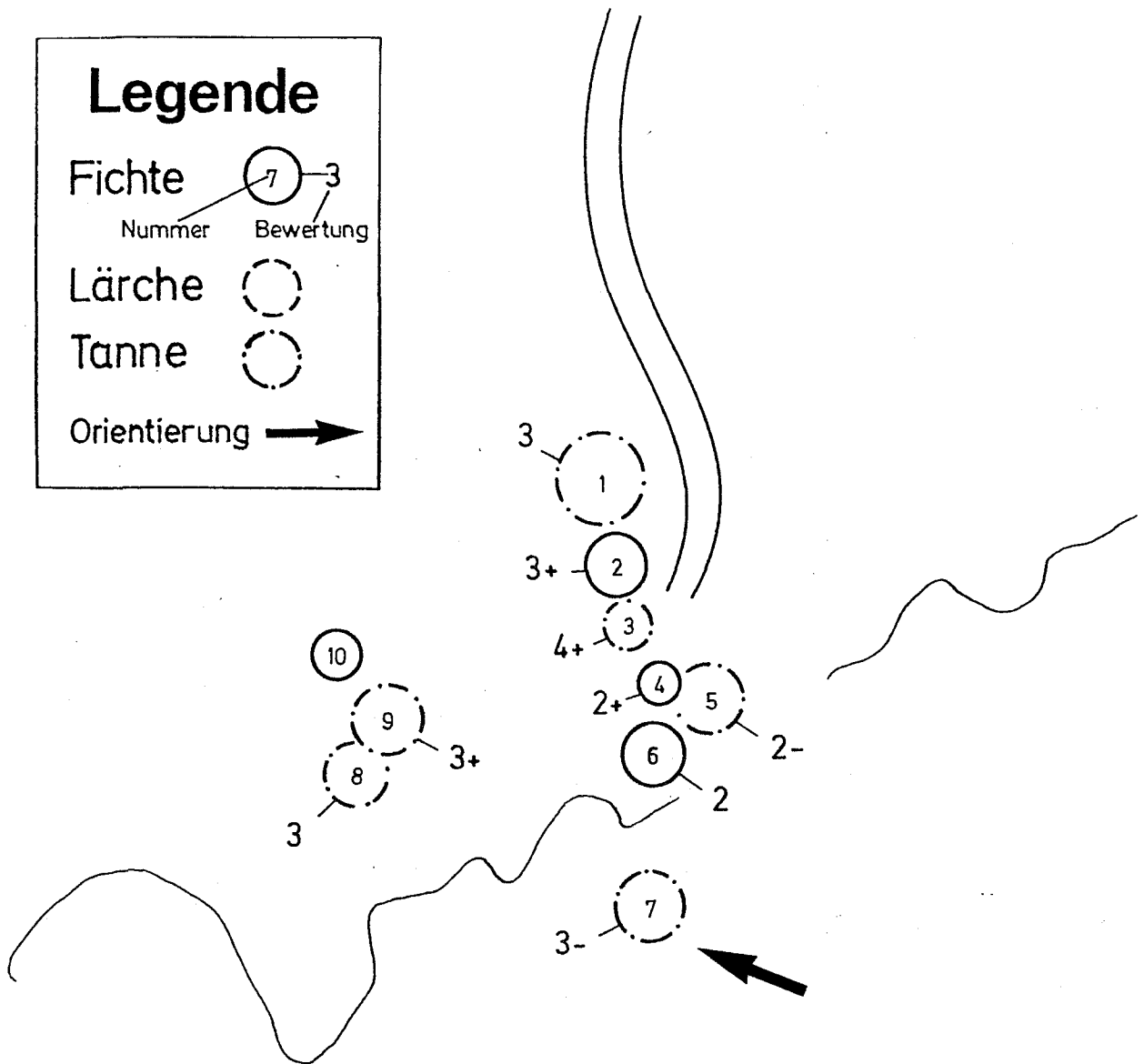
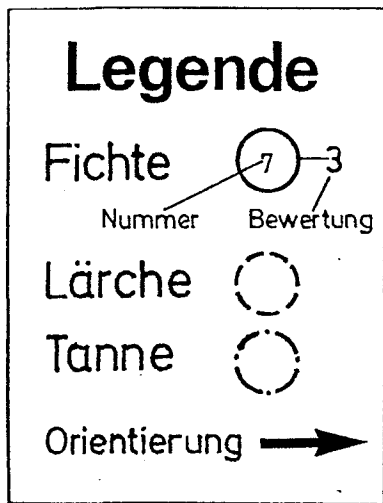
Lärche 

Tanne 

Orientierung 

Baum Nr.	
1	unten Zapfen, alter Wipfelbruch im oberen Viertel, vereinzelt tote Primäräste, Bild II/22
2	wenige Zapfen
3	Bild II/20
6	Kammfichte, einseitig fehlen Sekundäräste,
7	vollkommen vergilbt, schütter, Bild II/21
8	Bürstenfichte, Zapfen,
9	Kammfichte,
11	vollkommen vergilbt, stellenweise schütter benadelt,
12	von oben beginnend leichte Vergilbung,

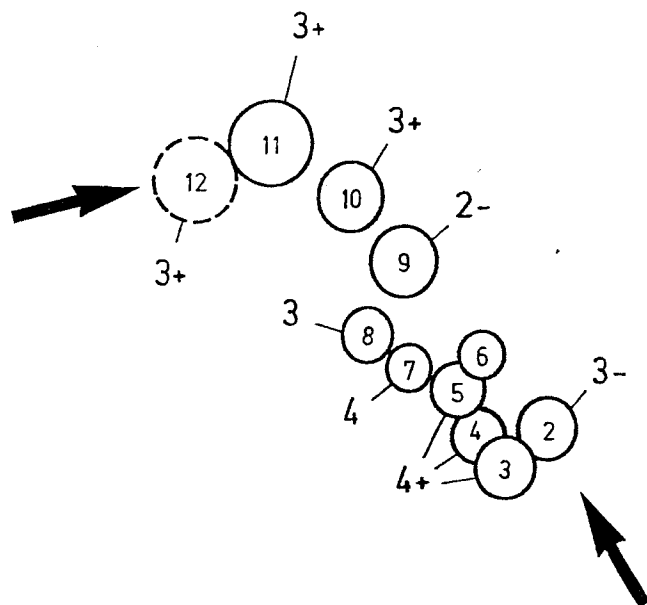
Bildvergrößerung: 6



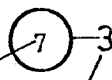
Baum Nr.


- 1 beginnendes Storchnest, Bild II/23
- 2 Vergilbungen
- 3 Storchnest, Verfärbungen, Bild III/1
- 4 Zwiesel, stellenweise Vergilbungen, Bild II/25
- 5 Zapfen, alter Wipfelbruch, leichte Vergilbungen,
- 6 Storchnest, darin Zapfen, sehr viele Totäste auch im Storchnest, Verfärbungen, alter Wipfelbruch, Bild II/24
- 8 Strochnest, wenige Zapfen, viele dürre Äste, Verfärbungen,
- 9 stellenweise Verfärbungen,


Bildvergrößerung: 7,5




Legende

Fichte  7-3
Nummer Bewertung

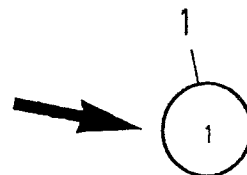
Lärche 

Tanne 

Orientierung 

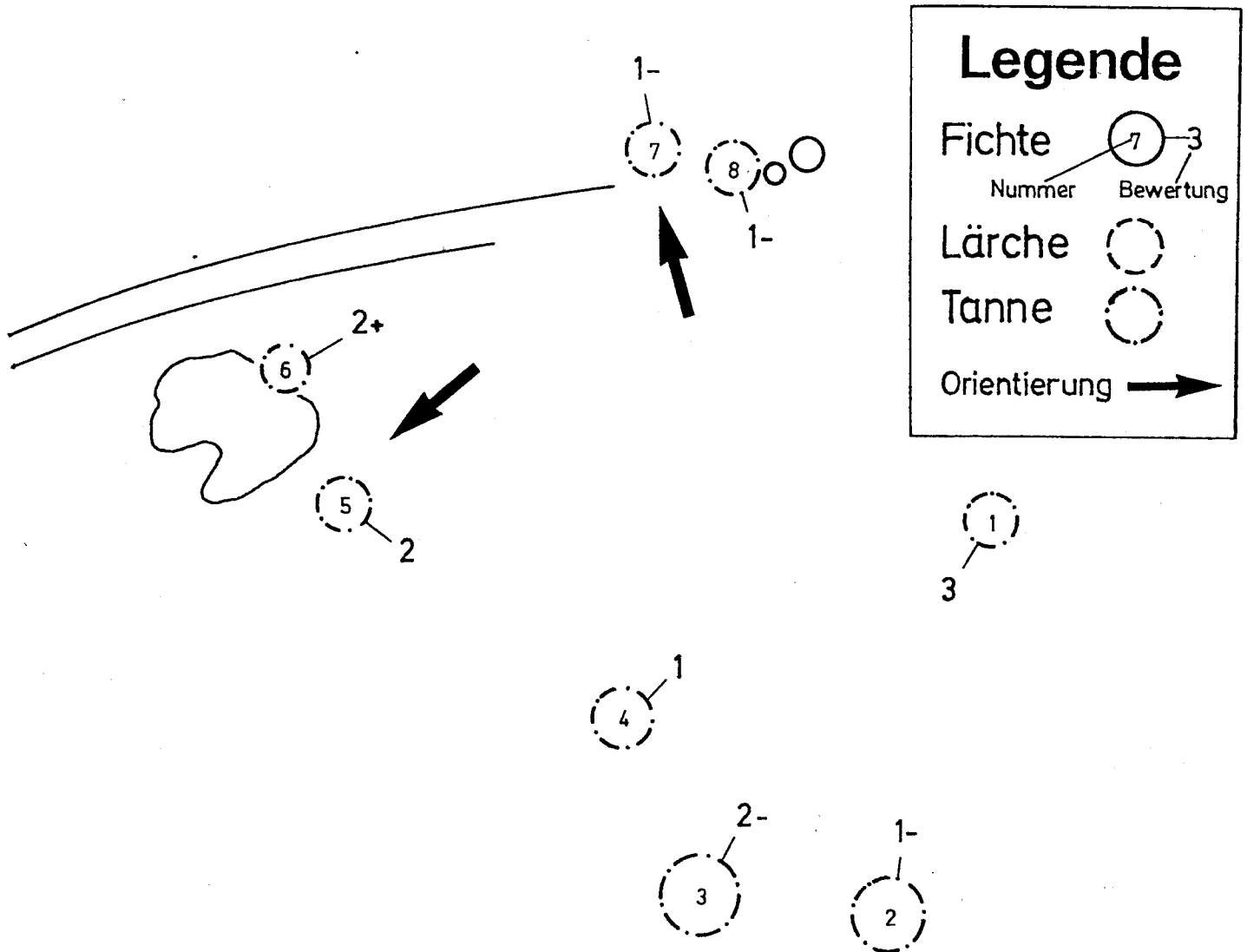
Baum Nr.	
1	Bild III/4
2	tote Primäräste im Wipfelbereich,
4	Verfärbungen,
5	Zapfen, Verfärbungen,
7	starke Braunverfärbung,
8	Zapfen,
9	Bürstenfichte, oben viele Zapfen, leichte
	Bäume 2 bis 9 Bild III/3
10	Kamm-Bürstenfichte, Zapfen, Vergilbungen,
11	Zapfen,
12	viele Zapfen, dünne Sekundäräste, teil-
	weise spärlich benadelt, leichte Ver-
	gilbungen, kurze Sekundäräste,

Bildvergrößerung: 7,5



FLÄCHE 16

BILD 2796, 2797





Baum Nr.


- 1 oben Zapfen, stumpfkegelig, viele Dürräste bis in den Wipfelbereich, stellenweise Verfärbungen, Bild III/14
- 2 wenige Zapfen, spitzkronig, stellenweise Vergilbungen, Bild III/15
- 3 oben Zapfen, kegelig, stellenweise Vergilbungen, Bild III/13
- 4 wenige Zapfen, spitzkronig, in der Unterkrone stellenweise Vergilbungen, Bild III/11
- 5 oben viele Zapfen, stumpfkegelig, im unteren Wipfelbereich Dürräste, Bild III/16
- 6 jünger, oben Zapfen, innen Verfärbungen, stumpfkegelig, innen Dürräste,
- 7 viele Zapfen, kegelig, in der Unterkrone Verfärbungen,
- 8 viele Zapfen, kegelig, in Unterkrone stellenweise Vergilbungen, dicht benadelt, wenig Flechten, Bild III/12


Bildvergrößerung: 7,5

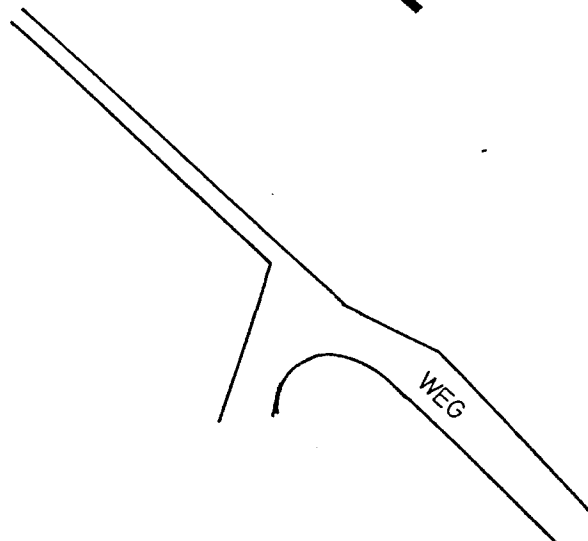
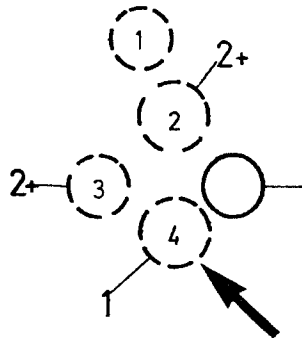
Legende

Fichte  7 3
Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

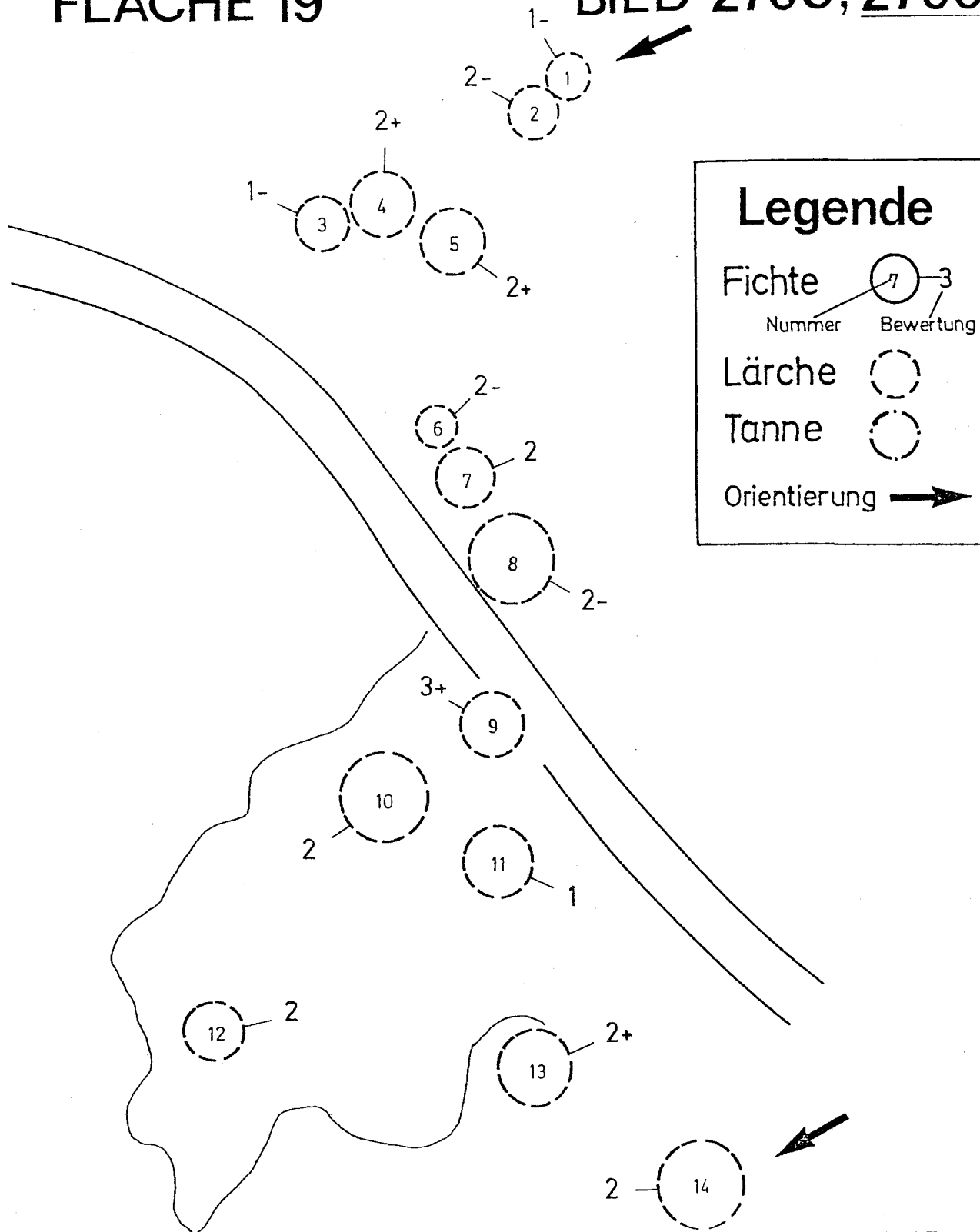
Orientierung 



Bildvergrößerung: 7,5

FLÄCHE 19

BILD 2708, 2709

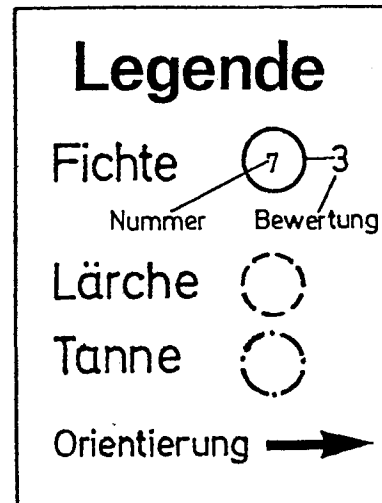
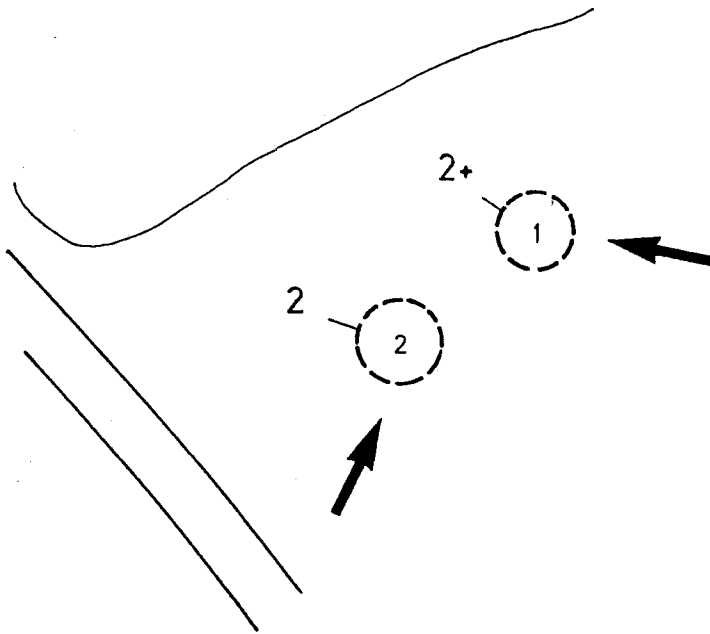


Baum Nr.	
2	Zapfen, Vergilbungen
6	schmale, lange Krone,
8	leichte Vergilbungen,
10	viele Zapfen,
12	sehr viele Zapfen, unten dürre Primäräste,
13	viele Zapfen, alter Wipfelbruch, Terminalbereich gebogen,
14	viele Zapfen,

Bildvergrößerung: 7,5

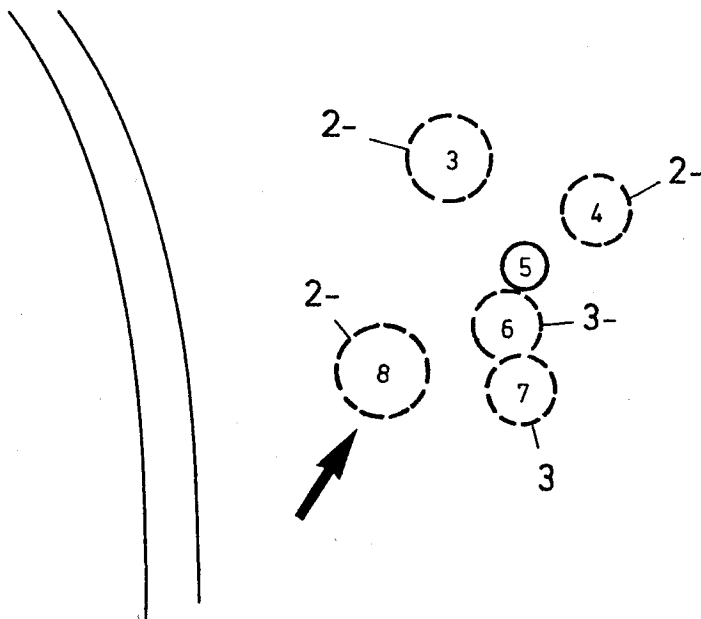
FLÄCHE 20

BILD 2708, 2709



FLÄCHE 21

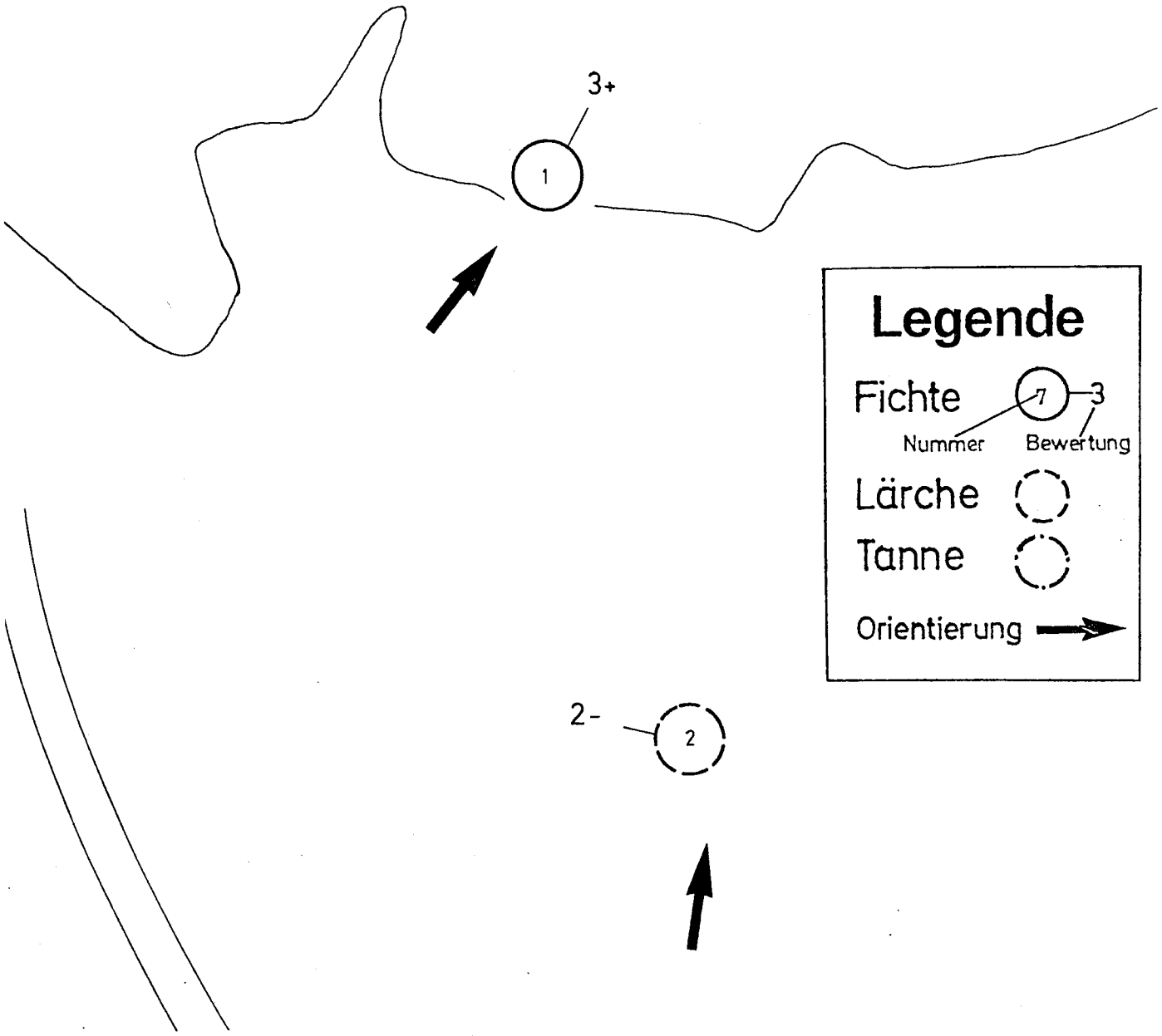
BILD 2708, 2709



Baum Nr.

- 1 viele Zapfen
- 2 viele Zapfen
- 4 im Feld nicht angesprochen
- 6 viele Dürträge im Wipfelbereich

Bildvergrößerung: oben 6, unten 7,5



Legende


Fichte	
Nummer	Bewertung
Lärche	
Tanne	
Orientierung	

Bildvergrößerung: 7,5

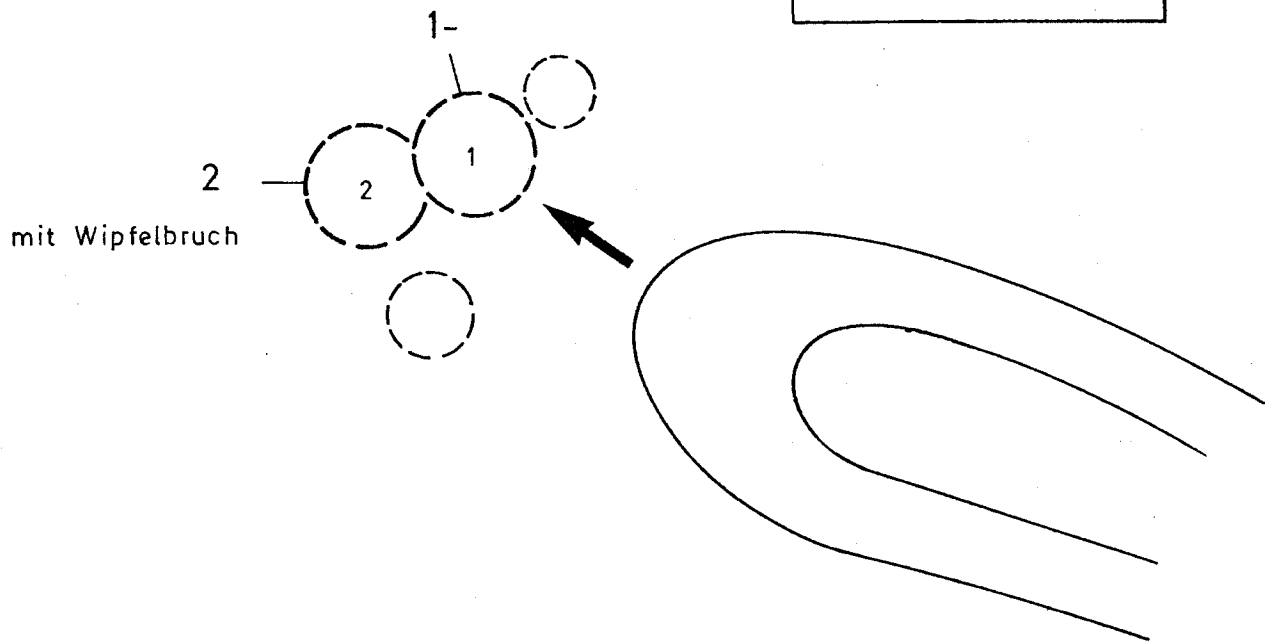
Legende

Fichte  7-3
Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

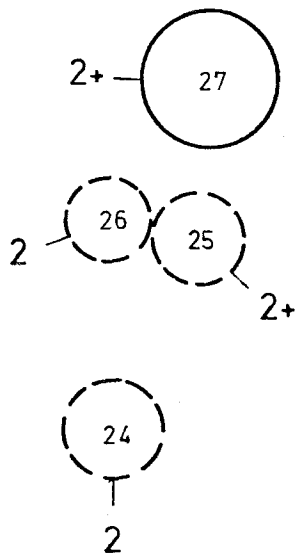
Orientierung 




Baum Nr.
2 Wipfelbruch
Bildvergrößerung: 7,5


FLÄCHE 24


BILD 2774, 2775




Legende

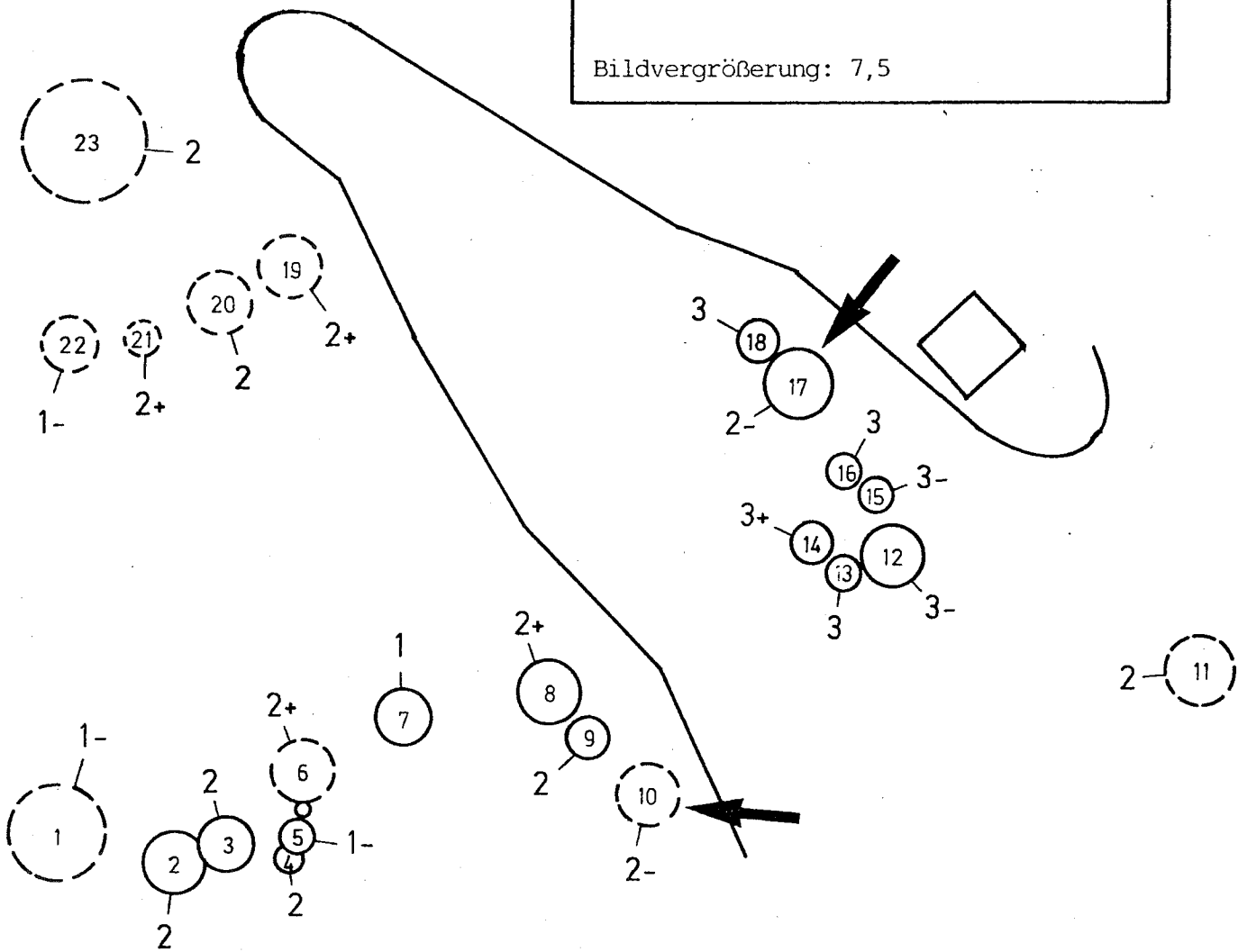
Fichte  3
Nummer Bewertung

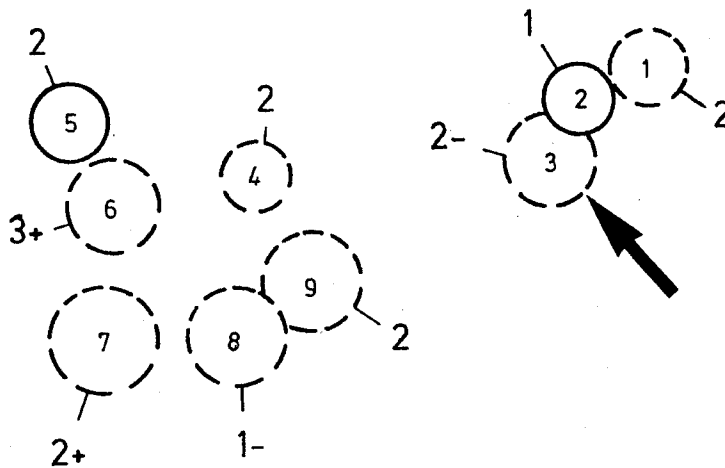
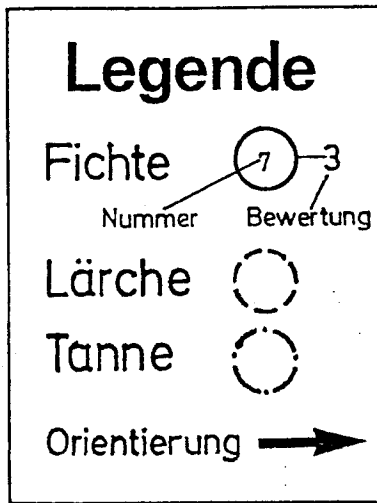
Lärche 

Tanne 

Orientierung 


Baum Nr.
 3 viele Zapfen im Wipfelbereich,
 Bildvergrößerung: 7,5








Bildvergrößerung: 7,5

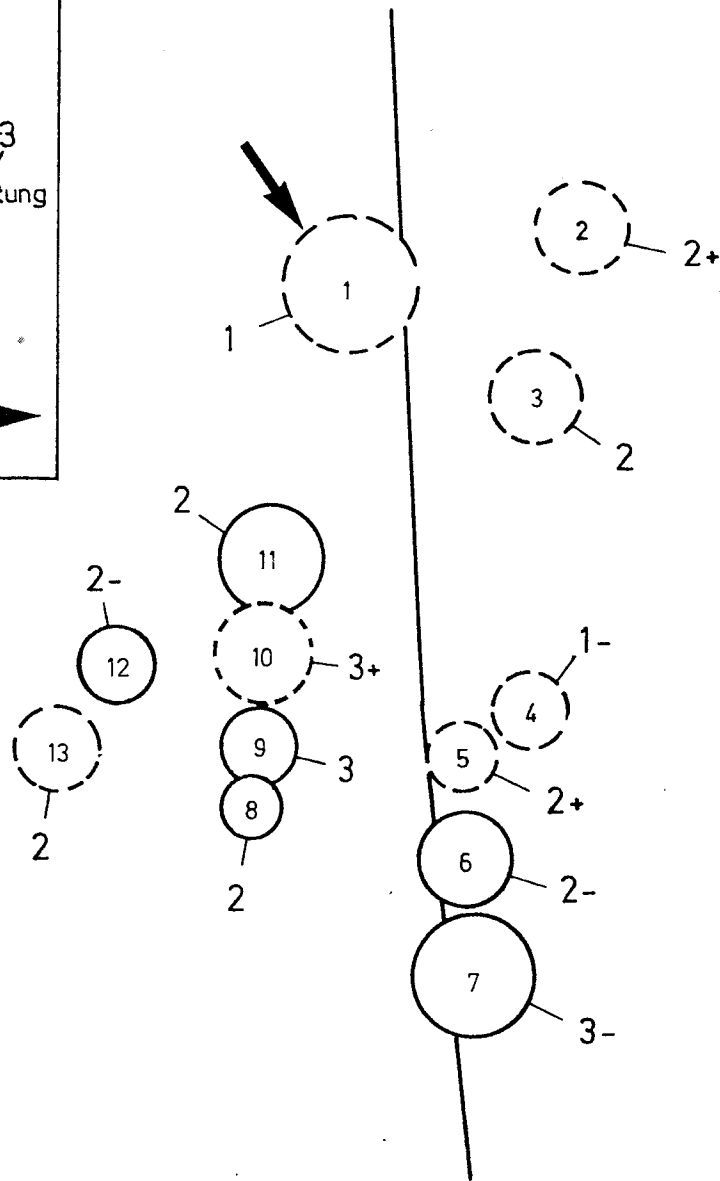
Legende

Fichte  7-3
Nummer Bewertung

Lärche 

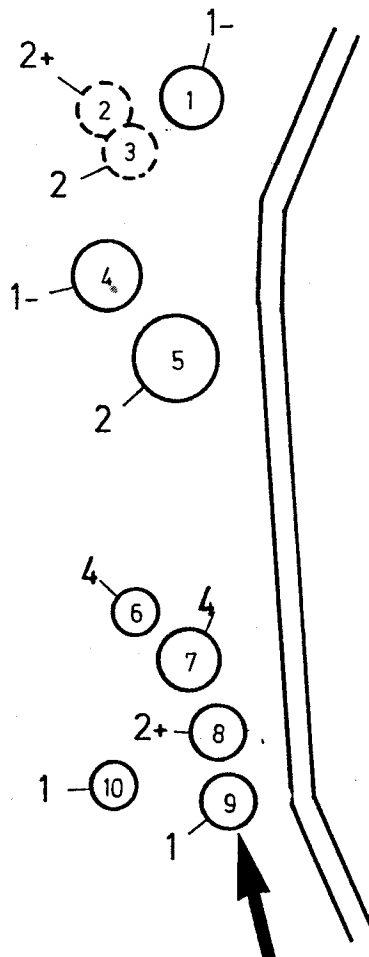
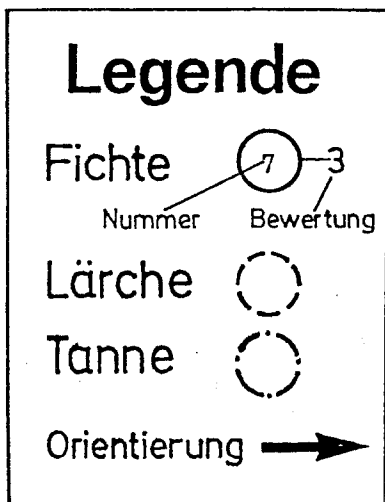
Tanne 

Orientierung 



Baum Nr.
 5 obersten 2m dicht, darunter Fenster, Dürräste
 6 dichter Wipfelbereich
 9 Gelbverfärbungen

Bildvergrößerung: 6

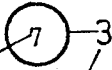



Baum Nr.	
6	Dürrling
7	Dürrling
Bildvergrößerung: 9	


FLÄCHE 28


BILD 2757, 2758

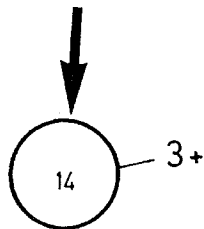
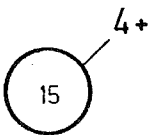
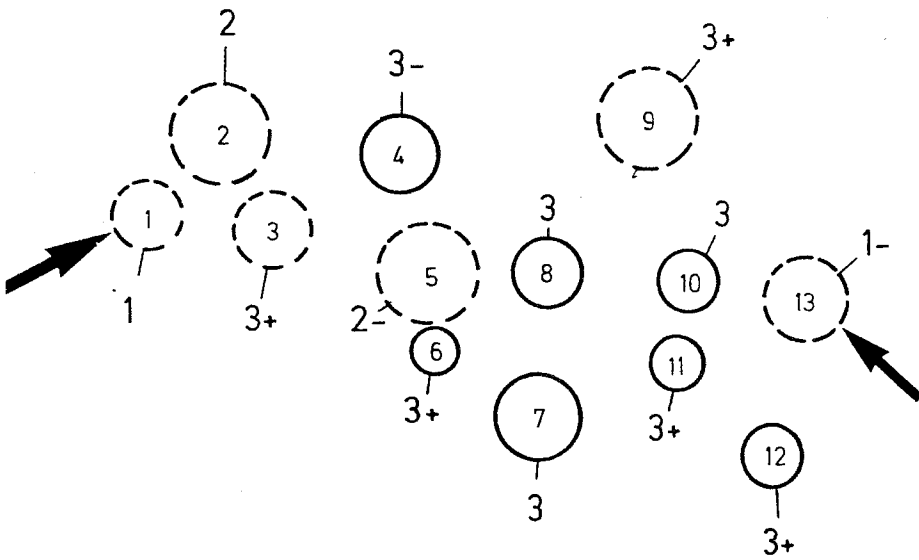
Legende

Fichte  7 3
Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

Orientierung 



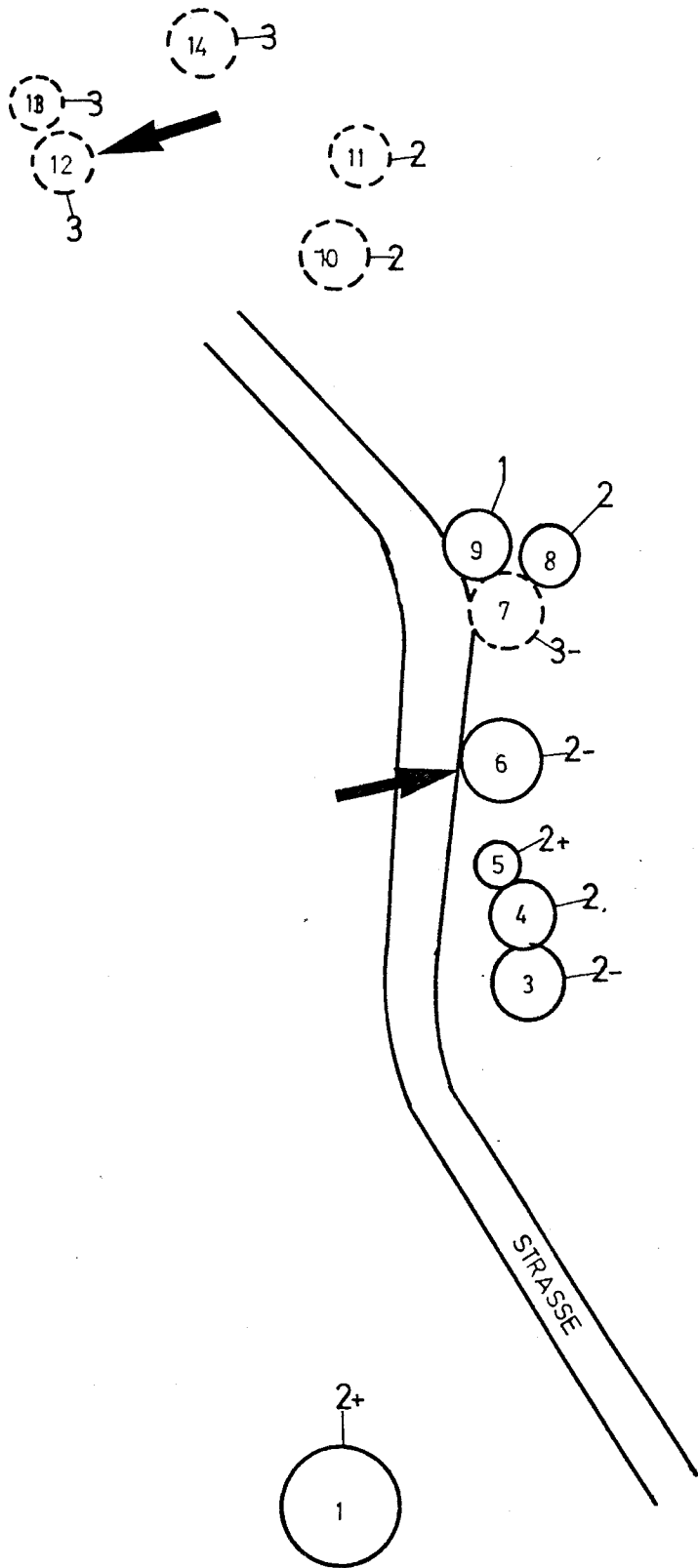
Baum Nr.

9 Fällungsschaden, Wipfelbruch


Bildvergrößerung: 7,5


FLÄCHE 29


BILD 2795 2796




Legende

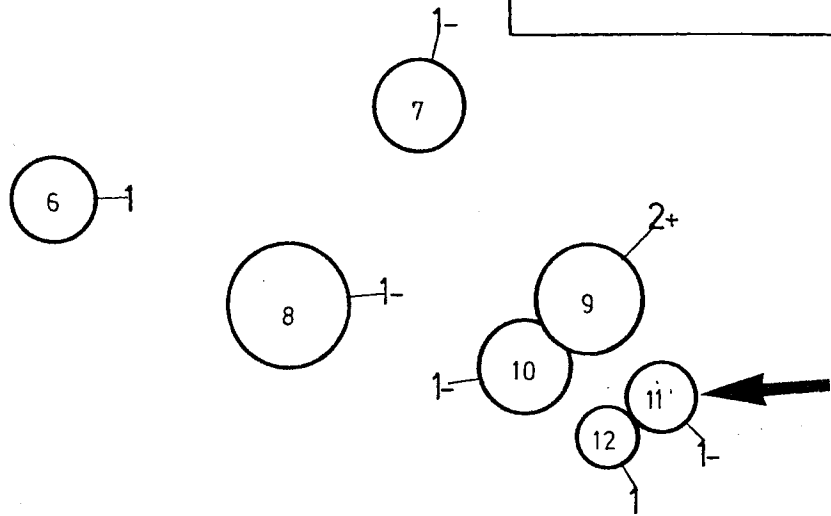
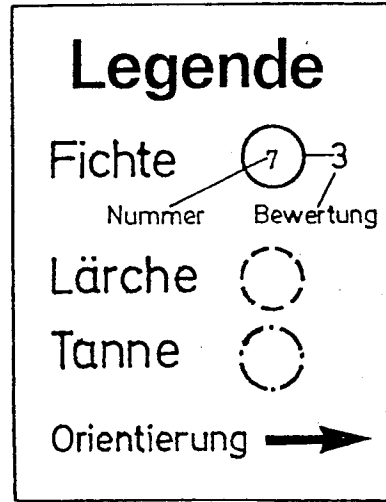
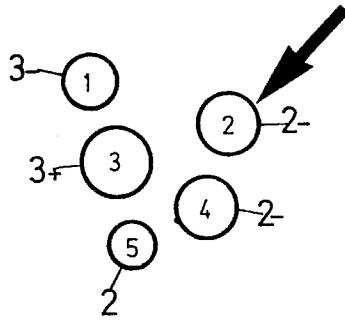
Fichte  7-3
Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

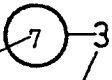
Orientierung 


Bildvergrößerung: 6





Baum Nr.	
6	zwei Bäume
7	zwei Bäume, viele Zapfen
8	viele Zapfen
9	Verfärbungen
10	drei Bäume, Verfärbungen, Flechten
Bildvergrößerung: 6	

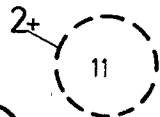
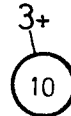
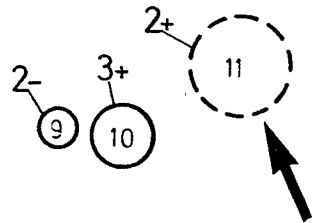
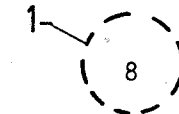
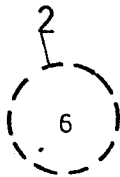
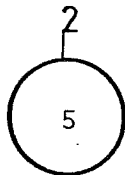
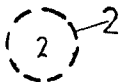
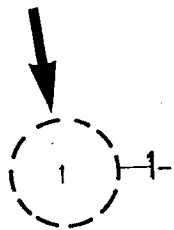
Legende

Fichte 
Nummer Bewertung

Lärche 


Tanne 

Orientierung 





Bildvergrößerung: 6

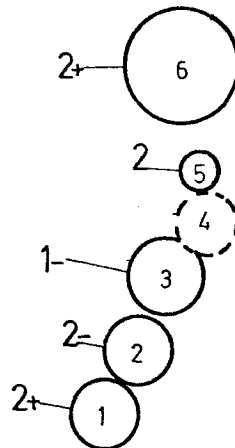
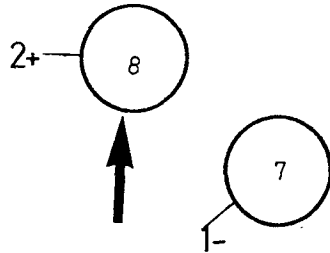
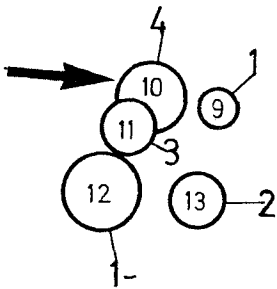
Legende

Fichte  3
Nummer Bewertung

Lärche 


Tanne 

Orientierung 





Bildvergrößerung: 7,5

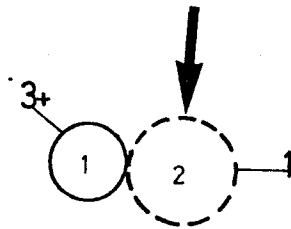
Legende

Fichte  3
Nummer Bewertung

Lärche 

Tanne 

Orientierung 



Bildvergrößerung: 5