Photogrammetrische Woche 1987
Institut für Photogrammetrie
Schriftenreihe, Heft 12, 1987

WALDZUSTANDSAUFNAHME IN VORARLBERG

G. Otepka, Reutte

1. EINLEITUNG

Laut mehrheitlicher Meinung von Forstexperten waren frühere Waldschäden im Gegensatz zum heutigen "Waldsterben" lokal begrenzt und auf einzelne Baumarten beschränkt. Seit etwa Mitte der 70iger Jahre treten in ganz Europa Waldschäden von bis dahin unbekanntem Ausmaß auf. Dabei werden erstmals alle Baumarten, auf unterschiedlichsten Standorten, zur gleichen Zeit und ohne offensichtliche Wirkungsmechanismen von diesem Phänomen erfaßt /12/. Während gesunde Wälder Nutz-, Schutz-, Wohlfahrts- und Erholungsfunktionen haben, können geschädigte Bestände diese vier Funktionen nur bedingt erfüllen.

Welche wirtschaftliche Bedeutung der Wald für Österreich hat, geht aus der Tatsache hervor, daß 45 % der Landesfläche bewaldet ist. Dies bewirkt, daß derzeit etwa 75 000 Menschen direkt von der "Produktionsstätte Wald" leben. Für weitere 200 000 bäuerliche Waldbesitzer stellt der Wald eine wesentliche Einnahmsquelle dar /8/. Schätzungen zufolge beträgt der jährliche volkswirtschaftliche Verlust, der auf Immissionsschäden zurückzuführen ist, auf Preisbasis 1983 4,5 Milliarden Schillinge /6/.

Neben diesen wirtschaftlichen Aspekten haben großflächige Waldschäden zusätzliche negative ökologische Auswirkungen. So kann der geschädigte Wald, wie schon oben angeführt, nicht oder nur im verringerten Umfang seinen Schutzfunktionen, die in der Abwehr von Hochwässern und Lawinen, Muren und Steinschlag bestehen, nachkommen. In Österreich sind über 820 000 ha, was fast ein Viertel der Waldfläche darstellt, Schutzwald. In den gebirgigen Teilen des Landes steigt dieser Prozentsatz bis auf das Doppelte an, d.h. in Vorarlberg und Tirol haben 50 % der Waldfläche Schutzwaldfunktionen. Nur jener Teil des Niederschlages, der von Boden und Pflanzen nicht gespeichert bzw. verbraucht und verdunstet wurde, kann abflußwirksam zu Wildbachkatastrophen beitragen. Fichtenwaldflächen verdunsten rund doppelt soviel Wasser wie unbewaldete Flächen. Mit der Zunahme der Baumschädigung kommt es zu einer Verlichtung der Kronen. Dadurch wird die für die Verdunstung verantwortliche Fläche kleiner und es bleibt mehr unverdunstetes Wasser im Boden, der dementsprechend weniger eines Katastrophen-Starkregens unschädlich aufzunehmen vermag /7/. Dadurch kommt es zu Erosionen, wodurch die Besiedlungsmöglichkeit der Gebirgstäler, aber auch der nachgelagerten Talschaften stark reduziert würde /25/. In Abbildung 1 sind in einer groben Übersicht, die noch auf terrestrischen Erhebungen basiert, der Waldzustand und die Schutzwirkung des Waldes in Wildbach- und Lawinengebieten Vorarlbergs dargestellt.

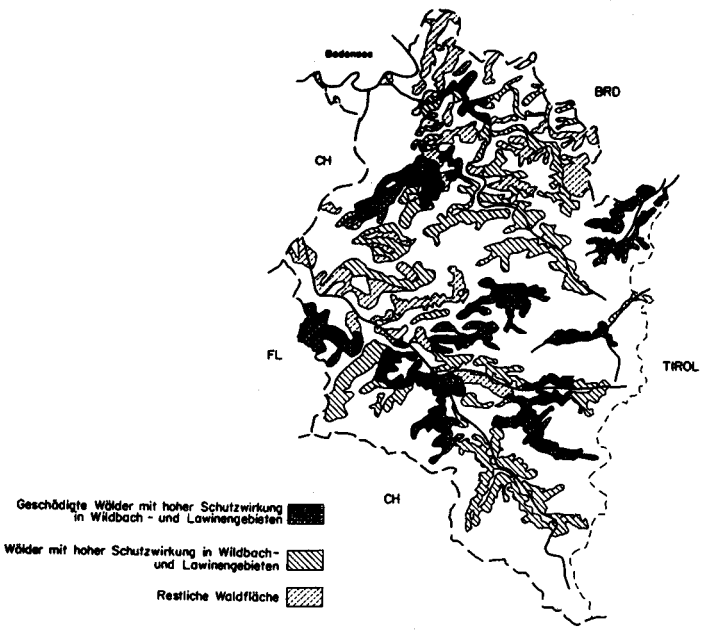

Abbildung 1: Waldzustand und Schutzwirkung des Waldes in Wildbach- und Lawinengebieten Vorarlbergs (übernommen aus /7/)

Sieht man von diesen bedrohlichen Auswirkungen ab, so würde eine Reduktion des Waldes jedenfalls negative Auswirkungen auf die oben angeführten Wohlfahrts- und Erholungsfunktionen haben und die gewohnten Lebensqualitäten in unserem Land wären merklich beeinträchtigt.

Wenn auch vereinzelte Publikationen unterschiedliche Gründe, wie z.B. elektromagnetische Wellen /24/, als Ursachen des Waldsterbens anführen, so bestätigen zahlreiche Forschungsergebnisse, daß der Luftverunreinigung eine vorrangige Bedeutung bei den als "Waldsterben" bezeichneten Erscheinungsformen zukommt. Durch verbrennungs- und prozeßbedingte Emissionen in Industrie- und Gewerbebetrieben, Haushalten und Verkehr entstehen Luftschadstoffe. In Verbindung mit Niederschlägen ergibt dies einmal den bekannten "sauren Regen". Daneben löst die ultraviolette Strahlung des Sonnenlichtes in Kombination mit den Luftschadstoffen, wie Stickoxide und Kohlenwasserstoffe, photochemische Reaktionen aus, die für die Bildung von Photooxidantien verantwortlich sind. In ihnen werden derzeit die Hauptverursacher der flächenhaften Waldschädigungen gesehen z.B. /2/, /3/ und /11/. Laut GROSSMANN /10/ sind die Kohlenwasserstoffe für die Menge der entstehenden Photogifte verantwortlich. Berücksichtigt man die in Abbildung 2 angeführten Prozentzahlen, die für Österreich allein mehrere hunderttausend Tonnen bedeuten, so wird klar, daß ein erheblicher Anteil der Waldschäden direkt auf Schadstoffe aus dem Autoverkehr zurückzuführen ist. Die oben erwähnte Bedeutung der Wälder für ein Leben im Gebirge in Verbindung mit der zuletzt skizzierten Tatsache macht es verständlich, weshalb man in der Schweiz und in Österreich, läßt man die weiteren Belastungen, wie sie z.B. der Verkehrslärm darstellt außer Betracht, heute mit erhöhter Skepsis und Ablehnung dem Nord-Süd-Transitverkehr auf der Straße begegnet.

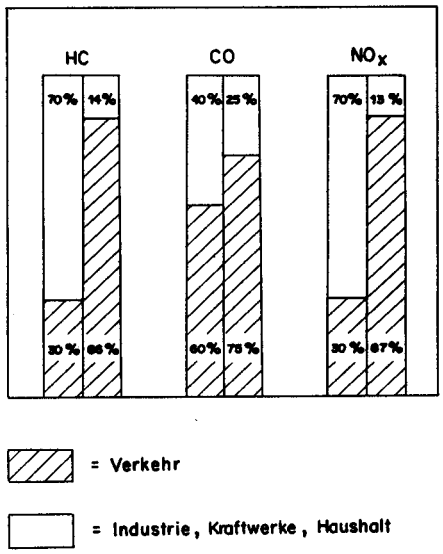

Abbildung 2: Durch den Mensch produzierte Schadstoffemissionen (unterschiedliche Literaturquellen)

Die Mehrzahl aller Techniker wird - im Zusammenhang mit Sachfragen - sich mit dem nachfolgenden Ausspruch eines Politikers identifizieren können. Alfred DICK meinte 1985: "Eine rationale Politik kann nicht auf Gefühlen und Mutmaßungen aufbauen. Sie benötigt Informationen über die Realität". Ein Appell an die Bevölkerung zur Mithilfe und das Setzen von gesetzgeberischen Maßnahmen bei der Behebung von Waldschäden ist, im Sinne des vorangestellten Ausspruches nur sinnvoll, wenn zuverlässige und abgesicherte Inventurdaten über Ausmaß und Grad der Walderkrankung vorliegen /21/. Deshalb hat im Frühjahr 1984 das Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Vc - Forstwesen, das Österreichische Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG) in Wien und die Arbeitsgemeinschaft Vermessung Tirol (AVT) mit der Durchführung der landesweiten, flächendeckenden "Waldzustandserhebung Vorarlberg" beauftragt.

Regionale Schäden an Bäumen und Wälder können durch die Auswertung von Farbinfrarotluftbildern sehr viel rascher, vollständiger und wirtschaftlicher als durch reine terrestrische Erhebungen gewonnen werden /16/. Daneben ist jedes Farbinfrarotluftbild ein eindeutiges, datiertes und zuverlässiges Umweltdokument, das alle geometrischen und Sachinformationen beinhaltet und für spätere Vergleichsmessungen unschätzbare Dienste leisten kann.

Das Problem des "Waldsterbens" ist leider nicht auf Vorarlberg beschränkt und es wurde und werden in einigen Ländern entsprechende Waldzustandsinventuren durchgeführt. In den folgenden Ausführungen werden deshalb jene Punkte besonders behandelt, in denen sich beim Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg" eingesetzte photogrammetrische und datenverarbeitungstechnische Methoden von vergleichbaren Erhebungen unterscheiden /14/, /26/.

2. ZIELSETZUNG UND PROJEKTBESCHREIBUNG

Dem Arbeitsprogramm lag folgende Zielsetzung zugrunde:

- flächenhafte Dokumentation des Waldes in Vorarlberg
- Erhebung des Waldzustandes bezogen auf die Leitbäume Fichte und Tanne durch Auswertung von Einzelkronenstichproben in einem vorgegebenen Raster
- chemische Nadelanalysen und Jahrgangszählungen zur Stützung der Interpretationsergebnisse
- Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen für eine kontinuierliche Zustandsüberwachung durch jährliche Befliegung und Kroneninterpretation identer Bäume
- räumliche photogrammetrische Auswertung der in den Luftbildern abgegrenzten Bestände
- Übersichtsdarstellung der Auswertung als thematische Karte 1:50 000
- Darstellung im Maßstab 1:10 000 in einem gegenüber dem Maßstab 1:50 000 erweiterten Karteninhalt und zusätzliche Ausgabe von Bearbeitungsergebnissen in Listen - und Berichtsform
- die Untersuchung war so anzulegen, daß die Ergebnisse Vorarlbergs mit jenen des benachbarten Auslandes verglichen werden können.

Nicht Gegenstand des Arbeitsprogrammes sollte eine Deutung allfälliger Ursachen der aufzuzeigenden Vitalitätsminderungen oder Klärung kausaler Zusammenhänge dafür sein.

Nach den Vorstellungen des Auftraggebers sollte zur Erreichung der obigen Zielsetzung eine an das "Sanasilva-Programm" der Schweiz angelehnte Methodik für die Waldzustandsinventur Vorarlbergs eingesetzt werden. Im Sanasilva-Programm werden für einzelne Gebiete flächendeckende Farbinfrarotbefliegungen durchgeführt, die Bestandesgrenzen auf photogrammetrischem Wege in bestehende großmaßstäbliche Karten ausgewertet und diese Flächen dann entsprechend den Schädigungsstufen koloriert. Die bestandesweisen Schadstufen werden davor über eine forstliche Luftbildinterpretation ermittelt /13/.

Mehrere Gründe wie z.B.

- das Fehlen großmaßstäblicher Karten von Vorarlberg
- der Wunsch des ÖBIG, als für die Interpretation zuständiger Partner, auf eine EDV-mäßige Erfassung und Speicherung der Interpretationsergebnisse im Hinblick auf die zu erwartende Datenmenge und ihre spätere Weiterverwendbarkeit
- die Vorlage der für die Auswertung notwendigen politischen Gemeindegrenzen in digitaler Form beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV)
- das Wissen um die Vorteile digitaler Methoden bei der Durchführung großflächiger Kartierungen von Interpretationsergebnissen und die bei der AVT vorhandene Erfahrung auf diesem Gebiet und
- die Absicht der AVT für Aufgaben der Themen Leitungskataster und digitales Geländemodell ein interaktives graphisches System anzuschaffen

waren dafür ausschlaggebend, daß seitens der AVT dieses Projekt als Teil eines für Vorarlberg aufzubauenden Landinformationssystem gesehen wurde. Da auch von Auftraggeberseite nach Kenntnis unserer Vorstellung eine derartige Projektslösung unterstützt wurde, galt es nur mehr dieses Ziel in der vorgegebenen Zeit zu realisieren.

3. ABLAUF DES PROJEKTES

Abbildung 3 stellt ein Flußdiagramm eines stark vereinfachten Projektablaufes dar.

Ein detailiertes Eigehen auf die einzelnen Bearbeitungsschritte würde den Umfang dieses Berichtes sprengen und stünde zudem im Widerspruch zu der in diesem Zusammenhang im Abschnitt 2 gemachten Aussage. Wegen Detailinformationen wird daher auf /27/, /5/ und /9/ verwiesen.

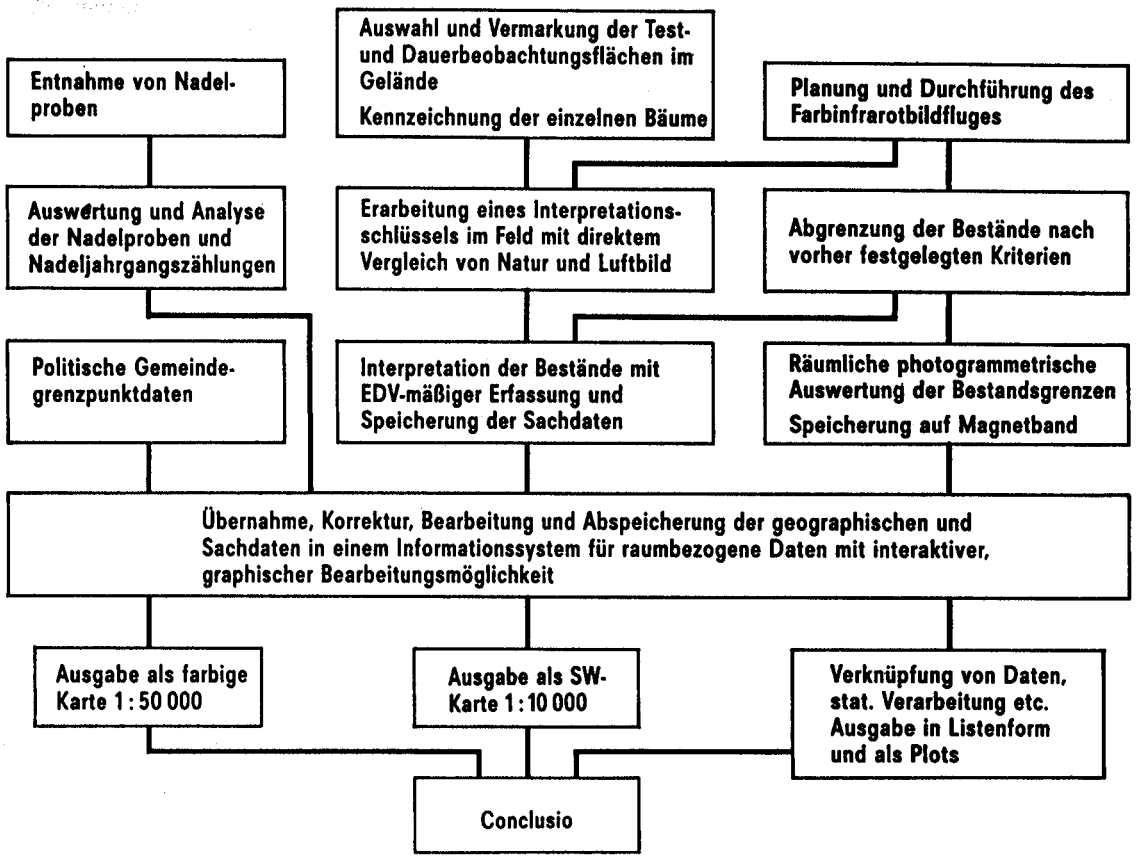

Abbildung 3: Vereinfachter Projektsablauf der "Waldzustandserhebung Vorarlberg" (modifiziert übernommen aus /9/)

3.1 FELDARBEIT, ERSTELLUNG EINES INTERPRETATIONSSCHLÜSSELS

Sollen durch Interpretation objektive und reproduzierbare Ergebnisse gewonnen werden, so sind dafür terrestrische Erhebungen notwendig. Im Rahmen der Feldarbeiten erfolgt die Auswahl und Anlage von Test- und Dauerbeobachtungsflächen, die Auswahl von Referenzflächen, die Erstellung und Erprobung eines Interpretationsschlüssels sowie die Beerntung von Probebäumen. Der Interpretationsschlüssel stellt für jede Baumart getrennt eine Beziehung zwischen den in den Farbinfrarotluftbildern erkennbaren Ausprägungen der Struktur- und Farbmerkmale der Baumkronen und ihren terrestrisch ermittelten Vitalitätsmerkmalen dar.

Um im Feld dieselben Betrachtungsmöglichkeiten für die Luftbilder zu haben, wie sie später bei der Interpretation (siehe 3.3) gegeben sind, wurde vom ÖBIG eine Vorrichtung gebaut, die die Mitführung und Benutzung eines Interpretationsgerätes Wild Aviopret in einem Kleinbus ermöglichte. Diese Vorgangsweise in Verbindung mit dem Diskussionstubus am Aviopret hat sich als optimale Voraussetzung bei der Erstellung des Interpretationsschlüssels erwiesen. Die Feldarbeiten standen unter der fachlichen Leitung von Prof. Dr. H. KENNEWEG, Berlin.

3.2 BILDFLUG

Die topographischen Gegebenheiten in Vorarlberg verlangen eine flächendeckende Befliegung, will man aus den Bildern detailierte Aussagen über den Waldzustand bis auf Bestandesniveau ableiten. Die im Vergleich zur Befliegung in Rasterform dadurch anfallenden Mehrkosten erschienen dem Auftraggeber gerechtfertigt, da das Bildmaterial neben der forstlichen Anwendung Grundlage für weitere Aufgaben des Umweltschutzes, der Raum- und Verkehrsplanung in Vorarlberg sein sollte.

Die Befliegung erfolgte im August 1984 und 1985 mit einer Normalwinkelkammer (c = 30 cm), Bildformat 23 x 23 cm^2, Bildmaßstab 1:6 000 bis 1:12 000 und Farbinfrarotfilmmaterial Kodak 2443 durch das BEV /22/.

Ursprünglich war nur das 1984 geflogene Gebiet für eine Bearbeitung vorgesehen (siehe Abbildung 4). Die vorläufigen Interpretationsergebnisse von 1984 veranlaßten jedoch das Amt der Vorarlberger Landesregierung auch die restlichen von Wald bedeckten Landesteile im Sommer 1985 befliegen zu lassen. Dadurch wurde mit Ausnahme der unbewaldeten Hochgebirgsteile im Südosten und der Rheinmündung im Nordwesten das gesamte Landesgebiet beflogen. Zusätzlich wurden und werden jährlich vier Dauerbeobachtungsflächen (siehe Abbildung 4) im Bildmaßstab 1:3 000 zur Feststellung einer möglichen Zustandsveränderung beflogen.

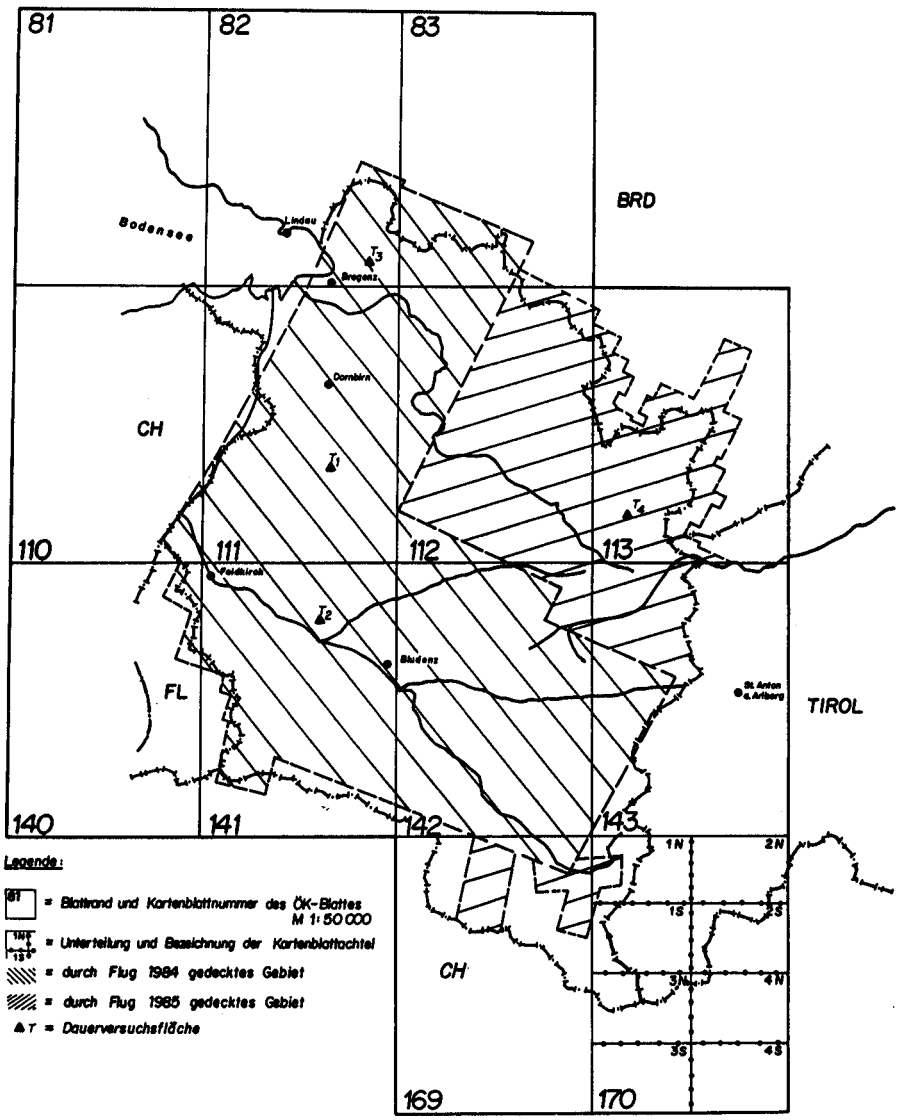

Abbildung 4: Operatsübersicht des Projektes "Waldzustandserhebung Vorarlberg" (modifiziert übernommen aus /5/)

Die Tatsache weshalb sich Farbinfrarotfilmmaterial in besonderer Weise für die Unterscheidung von Vegetationsarten und Vitalitätszuständen eignet und daher für Waldzustandsinventuren zum Einsatz gelangt, wird als bekannt vorausgesetzt. Wegen etwaiger Details wird z.B. auf /16/ verwiesen.

3.3 LUFTBILDINTERPRETATION

Der mittlere Bildmaßstab von 1:10 000 stellt sicherlich einen Grenzwert für eine Einzelbaumansprache dar. Eine Maßstabsvergrößerung hätte jedoch eine vom Auftraggeber nicht akzeptierte wesentliche Aufwandssteigerung bedeutet. Eine gewisse Maßstabskompensation wurde dadurch erreicht, daß mit dem Wild Aviopret ein optisch sehr leistungsfähiges Gerät für die Luftbildinterpretation eingesetzt wurde. Die Einschränkungen und Nachteile, die gewöhnliche Stereoskope haben und deren Verwendung bei vergleichbaren Aufgaben als nicht optimal angesehen wurden /17/, entfallen weitgehend. Die Interpretation der Luftbilder zerfällt in die Bestandesabgrenzung und in die Vegetationsbeurteilung.

3.3.1 BESTANDESABGRENZUNG

Durch eine Bestandesabgrenzung nach vorhandenen Forstkarten oder nach vorgegebenen forstlichen, topographischen, sowie bau- und kulturtechnischen Kriterien, werden für die nachfolgende stichprobenweise Kronenbeurteilung homogene Befundeinheiten geschaffen. Die Abgrenzung erfolgte auf den hochtransparenten Schutzhüllen der Luftbilder unter stereoskopischer Betrachtung. Nicht bewaldete Flächen innerhalb von Beständen wurden ab einer Mindestgröße von ca. 1 ha als Inseln ausgeschieden. Zusätzlich wurden eindeutige Bestandesnummern vergeben, die als Verknüpfungsmerkmale zwischen den waldbeschreibenden Sachdaten und den geometrischen Bestandesgrenzen in der Geographischen Datenbasis (GDB) dienen (siehe 3.5).

3.3.2 VEGETATIONSBEURTEILUNG

Über jene Bilder, auf deren Schutzhüllen bereits die Bestandesgrenzen eingezeichnet waren, wurde eine hochtransparente Folie mit einem regelmäßigen Kreisraster gelegt. Die Kreisabstände entsprechen bei einem Bildmaßstab von 1:10 000 50 m in der Natur. Im Raster sind zusätzlich Nebenkreise vorgesehen, die für die Beurteilung von Beständen in Tallagen zur Anwendung gelangen. Damit wird eine gewisse Maßstabskompensation hinsichtlich der durchschnittlichen Anzahl von zu beurteilenden Bäumen pro Flächeneinheit erreicht.

Unter stereoskopischer Betrachtung im Wild Aviopret wurden zuerst die Bestände in ihrer Gesamtheit und danach die Einzelkronen in bzw. nächst der Kreise des Rasters in vier Stufen beurteilt. Die Ergebnisse der Interpretation wurden über ein Terminal direkt in der EDV-Anlage des ÖBIG abgespeichert. Durch den Rechner war eine Benutzerführung des Interpreten möglich und überdies konnten Plausibilitätsprüfungen und damit Datenkorrekturen zu einem Zeitpunkt erfolgen, zu dem sich die auszuwertenden Bilder noch im Interpretoskop befanden. Neben der eindeutigen Bestandesidentifikationsnummer wurden die Bestandesparameter: Bestandesart, Wuchsklasse, Kronenschlußgrad und globaler Schadindex, sowie für jede zu beurteilende Baumkrone die Merkmale: Baumart, Vitalitätsstufe und Sondermerkmal ermittelt /27/. Nach Abschluß und Prüfung der waldbeschreibenden Werte wurden diese auf Magnetband ausgegeben und dienten als Sachdateninput des geographischen Informationssystemes (siehe 3.5).

3.4 PHOTOGRAMMETRISCHE AUSWERTUNG

Die Topographie Vorarlbergs und damit verbunden der Wunsch des Auftraggebers eine mittlere Geländehöhe sowie die Neigung und Orientierung der Fallinie pro Bestand zu ermitteln, waren Grund für eine dreidimensionale Bestandesgrenzenauswertung. Dieser ging eine räumliche Blocktriangulation am analytischen Stereoauswertegerät Zeiss Planicomp C 100 der AVT voraus. Die Vorteile einer Aerotriangulationsmessung an einem analytischen Stereoauswertegerät bei Existenz entsprechender Software wurde einmal mehr bei diesem Projekt deutlich. So konnte z.B. trotz des Fehlens signalisierter oder für diesen Flug eigens bestimmter Paßpunkte, über Hochpunkte des staatlichen Festpunktfeldes, einzelnen Paßpunkten aus früheren Operaten und Koten aus der topographischen Karte ÖK 50 die Modelle näherungsweise so gut orientiert werden, daß über die bekannten Koordinaten Triangulierungspunkte automatisch angefahren werden konnten, wodurch viele von ihnen wenigstens als Höhenpaßpunkte für die Blockausgleichung benützbar wurden. Die einzelnen Blöcke bestanden aus jeweils 150 bis 250 Modellen. Die Ausgleichung erfolgte mit dem bekannten Programm PAT-M43 /1/.

Ausgehend von den Ergebnissen der Blockausgleichung wurden unter Benutzung der Planicomp Standardsoftware die Einstelldaten für die Orientierung der Bildpaare in den Analoggeräten Zeiss Planimat D2 und Zeiss Planicart E3 der AVT ermittelt z.B. /15/. Dort wurden neben den Luftbildern die Folien mit den Bestandesabgrenzungen in den Bildträgern eingelegt.

So konnten auch von nicht eigens forstlich ausgebildeten photogrammetrischen Operateuren die Bestandesabgrenzungen erfaßt und ihre Koordinaten auf Magnetband registriert werden. Die Bestandesgrenzenauswertung erfolgte abschnittsweise jeweils zwischen zwei Knotenpunkten. Zu Kontrollzwecken wurden auf den Internzeichentischen der Analoggeräte Kontrollauswertungen angefertigt. Um später im Rechner den Zusammenhang zwischen den geometrischen Daten und den waldbeschreibenden Sachdaten herstellen zu können, wurde zusätzlich innerhalb jedes Bestandes, die bei der Interpretation vergebene Bestandesnummer, registriert.

3.5 ÜBERNAHME DER DATEN UND IHRE BEARBEITUNG IN EINEM GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM

Durch die Mitwirkung am Aufbau raumbezogener (geographischer) Informationssysteme setzt der Geodät und Photogrammeter der Gegenwart nach RINNER /18/ nur jene "ordnende Funktion" mit den heutigen technischen Möglichkeiten fort, die auch seine Berufskollegen in der Vergangenheit besorgten.

Als geographisches Informationssystem werden Instrumente der EDV bezeichnet, die die Behandlung raumbezogener Daten ermöglichen, wobei zwischen graphischen und nichtgraphischen Daten zu unterscheiden ist. Während die graphischen Daten zur Beschreibung der geometrischen Abbildung der Umwelt dienen, handelte es sich bei den nichtgraphischen Daten um alphanummerische Sachinformationen, die mit den graphischen Daten korreliert sein müssen. Für den Benutzer stellen derartige Informationssysteme Hilfsmittel für Planungs- und Entwicklungsaufgaben dar und können so zu Instrumenten bei der Entscheidungsfindung in den Bereichen des Rechts, der Verwaltung und der Wirtschaft werden /4/.

Nach Fixierung der tatsächlichen Projektslösung (siehe Abbildung 3) wurde von der AVT die in der Abbildung 5 angeführte Hardwarekonfiguration erworben.

```
*****************************************************************
*                                                               *
*      SIE ARBEITEN AN DER SIEMENSANLAGE 7-530B DER             *
*                                                               *
*         A R B E I T S G E M E I N S C H A F T                 *
*           V E R M E S S U N G   T I R O L                     *
*                                                               *
*  BETRIEBSSYSTEM:        BS2000  V7.5                          *
*                                                               *
*  AUSBAUSTAND:           HAUPTSPEICHER              4 MBYTE    *
*                         FESTPLATTE               125 MBYTE    *
*                         FESTPLATTE               266 MBYTE    *
*                         MAGNETBANDSTATION     800/1600 BPI    *
*                         SCHNELLDRUCKER          600 ZL/MIN    *
*                                                               *
*                         GRAFISCHER ARBEITSPLATZ    9731-5     *
*                                                               *
*          ****     V I E L    E R F O L G      ****            *
*                                                               *
*****************************************************************
```

Abbildung 5: Derzeitiger Ausbaustand der Siemensanlage bei der AVT

Als Software steht dazu das modularstrukturierte Paket SICAD-Kartographie mit der in der Abbildung 6 dargestellten Struktur und den dort angeführten Programmen zur Verfügung.

Die für die Bearbeitung des Vorarlberprojektes benötigte Software besteht aus nachfolgend angeführten Komponenten

- "Grundsystem" und "Grundfunktionen Vermessung" für die interaktive Bearbeitung des digitalen Kartenbestandes
- "Flächenverschneidung" für die rechnerische Verschneidung und Flächenermittlung der Waldbestände mit den politischen Grenzen
- "Thematische Anwendung" für die Auswertung und Visualisierung von raumbezogenen Sachdaten
- "Geographische Datenbasis (GDB)" für die blattschnittfreie Datenhaltung
- Projektspezifische Funktionen zur Ermittlung der mittleren Höhe, der Neigung und des Azimutes der Fallinie pro Bestand.

Mit dem Modul "Geographische Datenbasis (GDB)" steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dessen Hilfe die Datenhaltung beliebig große Gebiete als digitales Kartenwerk einerseits und zusätzlich raumbezogene Sachdaten andererseits ermöglicht wird, und zwar direkt, innerhalb des interaktiven Prozesses. Das bedeutet, daß zum Unterschied von Lösungen bei anderen Systemen graphische und nichtgraphische Daten gleichberechtigt nebeneinander und gemeinsam verwaltet

werden /4/. Der erfolgreiche Einsatz eines Informationssystemes setzt als wichtigen Aspekt einen durchgehenden Datenfluß zwischen den für kartographische Systemlösungen charakteristischen Komponenten - Datenerfassung, Datenverarbeitung, Datenverwaltung und Graphik - voraus. Unter dem letztgenannten Begriff sind sowohl interaktive graphische Systeme, als auch graphische Ausgaben auf Zeichenanlagen zu verstehen /19/. Auf das Projekt bezogen heißt das, daß bisher drei Sachdateien in das Rechnersystem einflossen: Ausgehend von den Farbinfrarotbildern wurden durch die Interpretation die waldzustandsbeschreibenden Sachdaten gewonnen. Gleichfalls über die Luftbilder wurden mit Hilfe der Photogrammetrie die Bestandesgrenzen als geometrische Daten bestimmt. Weitere geometrische Daten stellen die koordinativ vorliegenden Grenzen der Gemeinden dar.

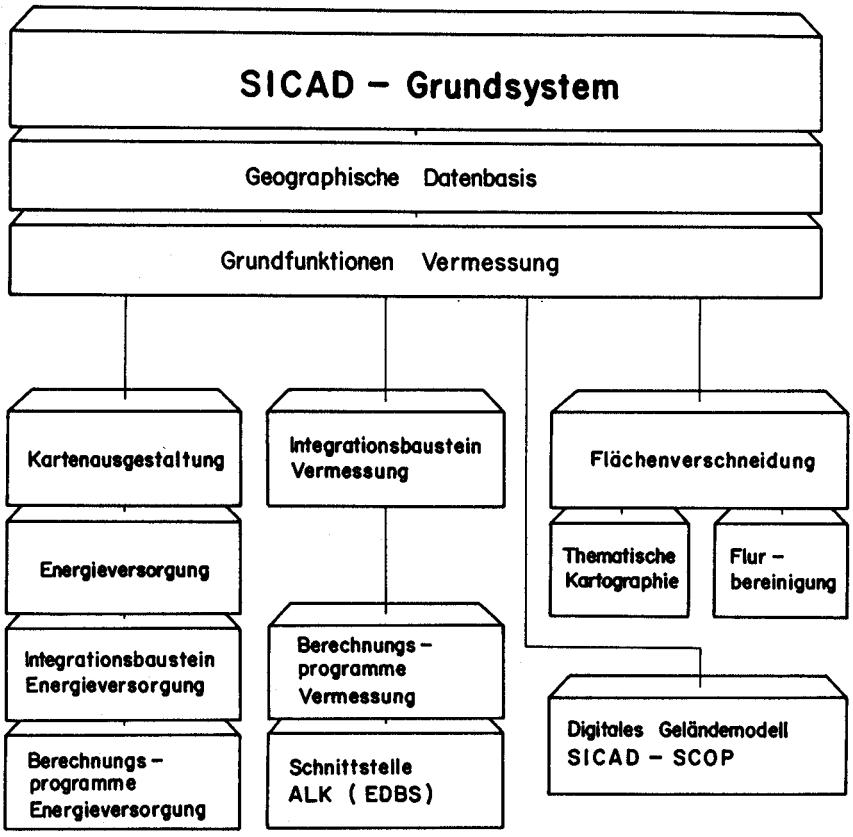

Abbildung 6: Software-Struktur und existierende Programmmodule des Paketes SICAD - Kartographie

3.6 AUSWERTUNGEN UND ERGEBNISSE

Ausgehend von den im Zuge des Projektes erarbeiteten bzw. übernommenen Daten, wurden unter Benutzung der oben angeführten Hard- und Softwarekomponenten, zunächst die beim Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg" beauftragten Karten und Listen erstellt (siehe Abbildung 7). Zu Ausführungen hinsichtlich der EDV-mäßigen Bearbeitung mit SICAD wird auf /5/ verwiesen.

3.6.1 WALDZUSTANDSKARTE 1:50 000

Aus der bei der Interpretation gewonnenen vierstufigen Vitalitätsbeurteilung der einzelnen Baumstichproben wurde für jeden Bestand durch gewichtete Mittelbildung eine Vitalitätskennziffer V errechnet:

$$V = (1 * f_1 + 2 * f_2 + 3 * f_3 + 4 * f_4) / (f_1 + f_2 + f_3 + f_4)$$

Dabei bedeuten die Ziffern 1 - 4 die Gewichte der einzelnen Vitalitätsstufen und $f_1 - f_4$ die Baumanzahl in der jeweiligen Vitalitätsstufe. Diese Bestandesgrößen waren in sechs Klassen aufzuteilen und durch unterschiedliche Farben darzustellen. Neben diesen sechs Vitalitäts-

klassen waren Bestände, die als Jungwuchs, reines Laubholz etc. interpretiert wurden, mit einer eigenen Signatur zu versehen. Unter allen Waldbeständen waren weiters die Risikoflächen zu entdecken. Das sind Bestände, die auf besonders steilen Hängen stocken, einen schlechten Baumzustand aufweisen und stark aufgelichtet sind (Hangneigung ≥ 30°, Vitalitätskennziffer ≥ 2,5, Kronenschlußgrad < 0,5). Diese "gefährdeten Bestände" sind in den Karten zusätzlich durch eine schwarze Schraffur gekennzeichnet.

Ursprünglich war die Darstellung genau im Blattschnitt der ÖK 50 vorgesehen gewesen. Im Zuge der Bearbeitung stellte sich heraus, daß auf einige Blätter nur wenige Bestände im Blattrandbereich fallen. Durch die blattschnittfreie Datenspeicherung in der GDB konnte der jeweilige Ausgabebereich den Gegebenheiten ohne Schwierigkeiten und wesentlichem Mehraufwand angepaßt werden.

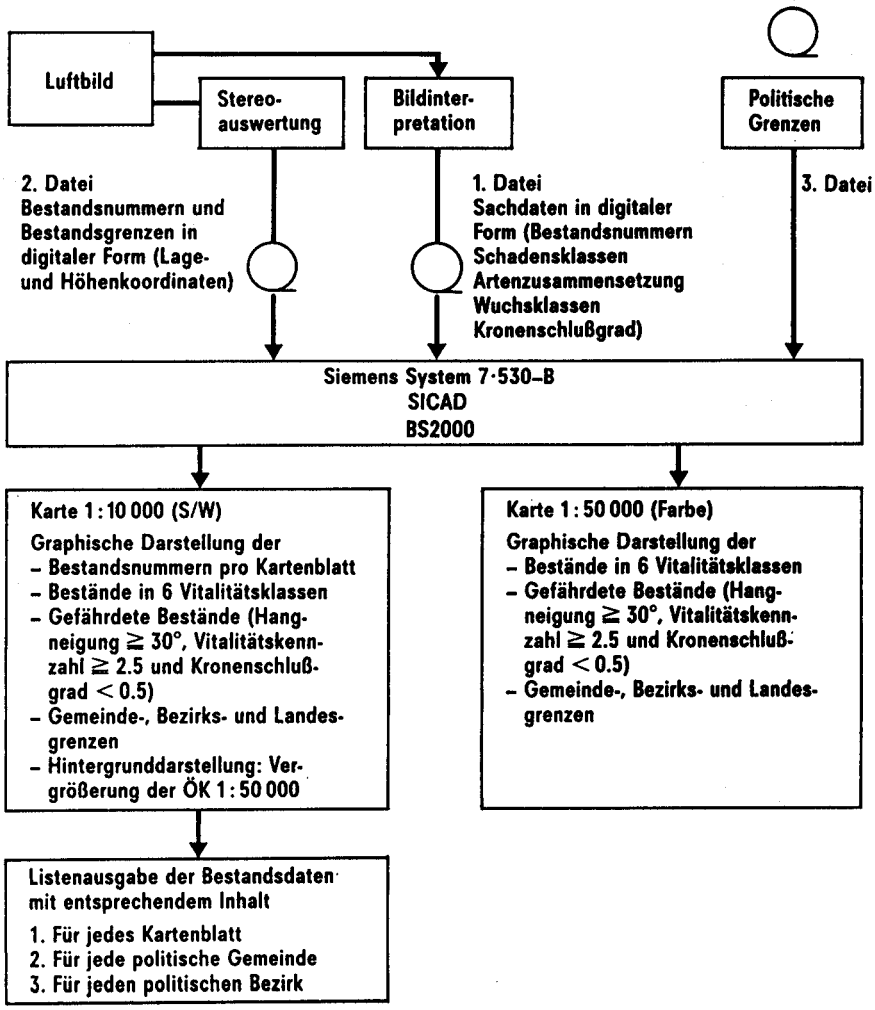

Abbildung 7: Datenfluß beim Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg"

3.6.2 WALDZUSTANDSKARTE 1:10 000

Diese Karte ist als Arbeits- und Planungsbehelf für die Vorarlberger Forstbehörde gedacht. Auf Grund des Fehlens eines großmaßstäblichen topographischen Kartenwerkes wurde die ÖK 50 auf den Maßstab 1:10 000 vergrößert und dient als Kartenhintergrund. Dadurch ist eine bessere Orientierbarkeit der Waldzustandskarten gegeben. Um eine möglichst einfache und kostengünstige Vervielfältigungsmöglichkeit zu haben, wurden die Kartenblätter, die jeweils ein Achtel eines Blattes der ÖK 50 darstellen, als Transparentplan in SW-Form erstellt.

Photogrammetrische Woche 1987
Institut für Photogrammetrie
Schriftenreihe, Heft 12, 1987

3.6.3 LISTEN

Von den ausgewerteten und aufbereiteten Sachdatenbeständen wurden zwei Arten von Listen erstellt:

1. Waldbestandsspezifische Daten

Als Ergänzung zu jedem Kartenblatt 1:10 000 wurden die durch die Luftbildinterpretation und durch die Auswertung im SICAD-System (mittlere Geländehöhe, Neigung und Richtung der Fallinie) gewonnenen Daten für jeden Bestand in Listenform ausgegeben.

2. Gemeinde- und bezirksspezifische Daten

Nach erfolgter analytischer Verschneidung der Waldbestandespolygone mit den politischen Grenzen, wurden aus den Verschnittflächen gemeinde- und bezirksweise Angaben über den Waldzustand ermittelt und ebenfalls in Listenform ausgegeben (siehe Abbildung 8).

TSOS BWALD.SD.KLASS.BEZIRKE

ERGEBNISSE DER WALDZUSTANDSERHEBUNG 1984 UND 1985 FUER DIE BEZIRKE VORARLBERGS

BEZIRKE:	BLUDENZ			FELDKIRCH			DORNBIRN			BREGENZ			SUMME		
BEZFL(HA)	128577			86412			17292			27871			260152		
WLDFL(HA)/(%)	33969	/	26.4	31419	/	36.4	6732	/	38.9	11856	/	42.5	83976	/	32.3
FLVK1(HA)/(%)	14	/	0.0	11	/	0.0	11	/	0.2	25	/	0.2	61	/	0.1
FLVK2(HA)/(%)	1632	/	4.8	4116	/	13.1	396	/	5.9	990	/	8.4	7134	/	8.5
FLVK3(HA)/(%)	17640	/	51.9	17128	/	54.5	4519	/	67.1	5893	/	49.7	45180	/	53.8
FLVK4(HA)/(%)	10536	/	31.0	5793	/	18.4	1367	/	20.3	3098	/	26.1	20794	/	24.8
FLVK5(HA)/(%)	121	/	0.4	80	/	0.3	12	/	0.2	62	/	0.5	275	/	0.3
FLVK6(HA)/(%)	0	/	0.0	0	/	0.0	0	/	0.0	0	/	0.0	0	/	0.0
FLNBW(HA)/(%)	4026	/	11.9	4291	/	13.7	427	/	6.3	1788	/	15.1	10532	/	12.5
SUMME	33969	/	100.0	31419	/	100.0	6732	/	100.0	11856	/	100.0	83976	/	100.0
FLGEF(HA)/(%)	556	/	1.0	0	/	0.0	18	/	0.3	10	/	0.1	584	/	0.5

LEGENDE :
BEZFL(HA).....BEZIRKSFLAECHE IN HEKTAR
WLDFL(HA).....WALDFLAECHE IN HEKTAR
FLVK1(HA)/(%)....FLAECHE DER VITALITAETSKLASSE 1 IN HEKTAR UND PROZENT
FLVK2(HA)/(%).... - " - 2 - " -
:
:
FLNBW(HA)/(%)....NICHT BEWERTETE WALDFLAECHEN IN HEKTAR UND PROZENT
FLGEF(HA)/(%)....GEFAEHRDETE WALDFLAECHEN IN HEKTAR UND PROZENT

Abbildung 8: Bezirksweise Flächenergebnisse über den Waldzustand in Vorarlberg

4. DATENUMFANG, ZEITAUFWAND, PARTNER

Insgesamt wurden in den beiden Jahren ca. 2500 Bilder erflogen. Für die Auswertung wurden 1800 Modelle trianguliert. Der Wald Vorarlbergs wurde in 7 300 Bestände unterteilt in denen 240 000 Einzelkronen zu interpretieren waren. Für die Abgrenzung der 7 300 Bestände wurden rund 400 000 Punkte registriert. Der Speicherbedarf für die Waldbestände in der GDB beträgt knapp 100 MByte.

Die folgende Zusammenstellung gibt Auskunft über den bei diesem Projekt benötigten Zeitaufwand:

Flug: August 1984 und 1985

Feldarbeiten: August - September 1984 bzw.
August - September 1985

Interpretation: Oktober 1984 - Mai 1985 bzw.
Oktober 1985 - März 1986

Photogrammetrische Auswertung und Bearbeitung mit SICAD: Dezember 1984 - September 1986

Photogrammetrische Woche 1987
Institut für Photogrammetrie
Schriftenreihe, Heft 12, 1987

Die an diesem Projekt beteiligten Partner sind in der Abbildung 9 angegeben. Der Liste ist zu entnehmen, daß das Projekt sowohl in fachlicher als auch in organisatorischer Hinsicht durch ein "interdisziplinäres" Team bearbeitet wurde.

Auftraggeber:	**Amt der Vorarlberger Landesregierung Abteilung V c – Forstwesen Forstdirektor Dipl.-Ing. H. Dünser**
Interpretation und Gesamtleitung:	**Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Wien Projektsleiter: Dr. K. Zirm und Dipl.-Ing. F. Fibich**
Photogrammetrische Auswertung, Datenverarbeitung, Kartenerstellung:	**ARGE Vermessung Tirol, Imst**
Bildflug:	**Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV)**
Beerntung der Probebäume:	**Amt der Tiroler Landesregierung Anstalt für Forstplanzenerzeugung und Landschaftspflege, Innsbruck**
Chemische Nadelanalyse und Nadeljahrgangszählung:	**Forstliche Bundesversuchs-anstalt, Wien**
CAD-System:	**Siemens Projektleiter: Dipl.-Ing. M. Baumann,**

Abbildung 9: Partner bei der Bearbeitung des Projektes "Waldzustandserhebung Vorarlberg"

5. DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN

Ziel dieser Einrichtung ist die Dokumentation und Analyse der jährlichen einzelbaumweisen Zustandsveränderung klar definierter, lagemäßig genau erfaßter Bäume. Waren es im Jahre 1984 nur die Flächen T1 und T2, so wurden und werden seit dem Jahre 1985 vier Dauerbeobachtungsflächen T1 - T4 (siehe Abbildung 4) beflogen und ausgewertet. Das Problem der identen Baumansprache wird dadurch gelöst, daß die Interpretation im analytischen Stereoauswertegerät Planicomp C 100 erfolgte. Dabei werden die im ersten Flugjahr interpretierten Bäume über ihre Landeskoordinaten in den Bildern der Folgejahre automatisch angefahren und interpretiert.

Die Ergebnisse in den Abbildungen 10 und 11 zeigen, daß

1. sich der mittlere Kronenzustandsindex (= Vitalitätskennzahl) für Fichten und Tannen vom Jahre 1985 auf 1986 um 0,2 Einheiten verschlechtert hat und
2. sich der mittlere Kronenzustandsindex (= Vitalitätskennzahl) für Fichten und Tannen in den Jahren 1984 bis 1986 bei den Testflächen T1 und T2 um rund 0,5 Einheiten verschlechterte, wobei der wesentliche Sprung zwischen den Jahren 1985 und 1986 liegt und in der Hauptsache die Baumart Fichte betrifft.

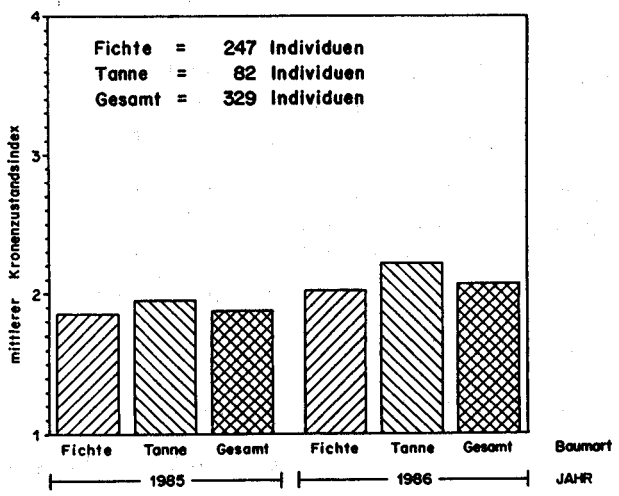

Abbildung 10: Mittlerer Kronenzustand bei den Dauerbeobachtungsflächen T1 - T4 in den Jahren 1985 und 1986 (modifiziert übernommen aus /23/)

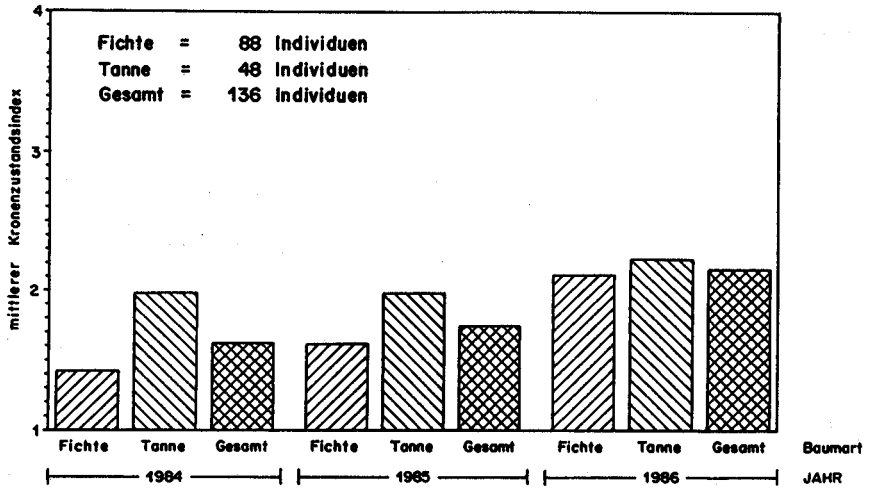

Abbildung 11: Mittlerer Kronenzustand bei den Dauerversuchsflächen T1 und T2 in den Jahren 1984 bis 1986 (modifiziert übernommen aus /23/)

6. MEHRFACHNUTZUNG DER DATEN

Die Gewinnung von Primärdaten ist, wie dies auch beim vorliegenden Projekt der Fall war, meist mit einem hohen Aufwand verbunden. Liegen einmal Daten in digitaler Form vor, so können sie unter Einsatz der EDV innerhalb kurzer Zeit immer wieder genutzt werden. Durch eine Mehrfachnutzung wird auch eine Wirtschaftlichkeit für den Einsatz eines geographischen Informationssystemes erreicht /20/. Mit dem aus dem Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg" gewonnenen und in der GDB gespeicherten Daten wurde diese Mehrfachverwendung bisher für nachfolgend angeführte Kartenprodukte genutzt:

6.1 DARSTELLUNG ALLER WALDBESTÄNDE

Für eine periodische, terrestrische, forstliche Schadensinventur wurden bisher SW-Kopien der ÖK 50 verwendet. Bei der Eintragung der Erhebungen durch das Forstpersonal gab es dabei immer wieder Probleme. Deshalb und aus Aktualitätsgründen bezüglicher der tatsächlichen Wald- und Bestandesgrenzen wurden diese auf maßhaltiger Folie im Maßstab 1:50 000 ausgegeben. Dabei wurden die Waldflächen mit einer zarten Punktsignatur hinterlegt. Die Forstbeamten können ihre Erhebungen in davon angefertigten Lichtpausen eintragen.

Diese äußeren und inneren Waldgrenzen sollen auch als Grundlagen für Forsteinrichtungen dienen, wozu allerdings eine Darstellung in einem anderen Kartenmaßstab notwendig ist.

6.2 KARTEN FÜR DAS PROJEKT "REGIONALPLANUNGSKONZEPT ZUR SCHALENWILDBEWIRTSCHAFTUNG IN VORARLBERG UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES WALDSTERBENS"

Wie im Abschnitt 1 skizziert, würde durch den Entfall der Schutzwirkung der Gebirgswälder die Bewohnbarkeit der meisten Gebirgstäler wenigstens stark reduziert. In Vorarlberg sollen durch ein Expertenteam dazu konkrete Angaben erarbeitet werden /25/. Ein Teilprojekt läuft unter dem Titel "Regionalplanungskonzept zur Schalenwildbewirtschaftung in Vorarlberg unter besonderer Berücksichtigung des Waldsterbens". Dafür waren, ausgehend von den vorhandenen Sachdaten, folgende drei thematische Kartensätze im Maßstab 1:50 000 zu erstellen.

6.2.1 WUCHSKLASSENVERTEILUNG

Die Bestände wurden nach fünf Stufen

a) Kultur, Jungwuchs und Dickung
b) Stangenholz
c) Baumholz
d) Altholz und
e) gemischter Bestand (Plenter- und Femelwald)

ausgegeben.

6.2.2 KRONENSCHLUSSGRAD

Bei der Bestandesinterpretation wurden die Beschirmungsverhältnisse der einzelnen Bestände nach drei Stufen, nämlich

a) 30 - 50%ige Beschirmung = Kronenschlußgrad 1
b) 50 - 70%ige Beschirmung = Kronenschlußgrad 2
c) 70 - 100%ige Beschirmung = Kronenschlußgrad 3

eingeteilt. Ausgehend von diesen Größen wurden die Karten erstellt.

6.2.3 ARTENZUSAMMENSETZUNG

Aus den bei der Interpretation pro Bestand erfaßten Artenangaben wurden nach folgenden acht verschiedenen Artenzusammensetzungen

a) Fichte (Reinbestand)
b) Tanne (Reinbestand)
c) Laubholz (Reinbestand)
d) sonstiges Nadelholz (Reinbestand)
e) Nadelholzmischbestand mit Tanne
f) Nadelholzmischbestand ohne Tanne
g) Nadelholz - Laubholz - Mischbestand mit Tanne
h) Nadelholz - Laubholz - Mischbestand ohne Tanne
i) Kultur, Jungwuchs, Dickung

thematische Karten erstellt.

6.3 DRUCKVORLAGEN FÜR DIE WALDZUSTANDSKARTE 1:50 000

Bei allen bisher vorgestellten farbigen Karten 1:50 000 ist jedes Blatt ein Original. Die Ausgabe der Karten erfolgte auf einem HP-7586B A Ø Endlosplotter. Dadurch, daß Vollflächen durch Schraffieren mit sehr kleinem Strichabstand entstehen, kann für die Herstellung eines Kartenblattes der Plotter bis zu drei Stunden arbeiten. Eine höhere Stückzahl pro Karte kann auf diese Weise nicht wirtschaftlich erstellt werden. Da jedoch ein echter Bedarf an den farbigen Waldzustandskarten 1:50 000 bestand, entschloß sich die Vorarlberger Forstbehörde, diese Karten drucken zu lassen. Zusammengefaßt auf zwei Blätter - Nord und Süd - wurden auf Folien Druckvorlagen für jede Kartenfarbe erstellt. Zur besseren Orientierung wurde in diese Karte das Gewässernetz der ÖK 50, das seitens des BEV beigestellt wurde, mitgedruckt.

6.4 WALDZUSTANDSKARTE 1:150 000

Die gedruckte Waldzustandskarte 1:50 000 (siehe 6.3) hat ein Kartenformat von 115 x 160 cm^2. Die Benutzung einer Karte dieses Formates ist vielfach unpraktisch. Für Übersichtszwecke genügt überdies ein kleinerer Maßstab, weshalb die Waldzustandskarte auch im Maßstab 1:150 000 erstellt wurde.

Die oben angeführten Karten zeigen recht instruktiv, welche Möglichkeiten ein geographisches Informationssystem bietet. Interessehalber sei noch ergänzt, daß die Erstellung der unter 6.1 bis 6.3 angeführten Karten bzw. Druckvorlagen innerhalb von nur drei Wochen erfolgte.

7. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Nach Abschluß des Projektes "Waldzustandserhebung Vorarlberg" können folgende Feststellungen getroffen werden:

- das für die Inventur erflogene Bildmaterial stellt einmal Dokumente dar, die bei der forstlichen Interpretation zur Gewinnung sowohl von punktuellen als auch von integralen Informationen benutzt werden. Daneben können die Luftbilder für unterschiedlichste Aufgaben der Planung und Verwaltung herangezogen werden, wodurch sich ihr volkswirtschaftlicher Wert weiter erhöht
- die für eine flächendeckende Waldzustandserhebung in der oben beschriebenen Form notwendigen Hard- und Softwarekomponenten stehen zur Verfügung
- die Gewinnung der Primärdaten ist gleichgültig welche Weiterverarbeitungsmethode gewählt wird, aufwendig. Durch die Möglichkeiten der Mehrfachnutzung der Daten bringt eine Iventur unter Einsatz eines geographischen Informationssystemes sowohl in kostenmäßiger als auch in terminlicher Hinsicht Vorteile
- die Erstellung und Nutzung von geographischen Informationssystemen sollte unter Berücksichtigung interdisziplinärer Gesichtspunkte erfolgen.

Umweltfragen und -probleme sind, wie sich in der letzten Zeit leider eindrucksvoll zeigte, grenzüberschreitend. Ein entsprechender Informationsaustausch und eine Weitergabe der Informationen an Verantwortliche und an die Bevölkerung ist notwendig, soll nicht durch einen Mangel an Information Platz für Emotionen anstelle von Sachlichkeit und Vernunft geschaffen werden. Nachdem das Problem des Waldsterbens, wie in der Einleitung angedeutet, für ein Gebirgsland lebensbedrohend ist, hat die Vorarlberger Landesregierung nach Vorlage der Ergebnisse dieser Waldzustandsinventur, diese sofort an die Bevölkerung weitergegeben (siehe z.B. 6.3). Mit dieser Informationsweitergabe soll auch ein entsprechender Wissensstand innerhalb der Bevölkerung erreicht werden /25/. Maßnahmen zur Behebung von Problemen werden im Regelfall von allen befürwortet, so lange sie nichts kosten und den unmittelbaren persönlichen Bereich nicht berühren. Ein Abgehen von diesem Verhalten kann nur über eine Meinungsbildung aller erfolgen. Deshalb ist jeder aufgerufen, dazu beizutragen, daß es nicht flächenhaft so kommt, wie dies bereits der griechische Philosoph Platon (427 - 437 v.Chr.) beschrieben und wie man es modifiziert, über Teile unseres nördlichen Nachbarlandes möglicherweise bald schreiben wird können:

"In den Bergen wird der fruchtbare Boden immer fortgespült; unaufhörlich gleitet er herab und verschwindet in der See. Was bleibt, ist ein ausgemergelter Leib!".

LITERATURVERZEICHNIS

/1/ ACKERMANN F., EBNER H. und KLEIN H.: Ein Programmpaket für die Aerotriangulation mit unabhängigen Modellen, Bildmessung und Luftbildwesen, Nr. 4, Karlsruhe 1970

/2/ Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforstinspektion: Zustand der Tiroler Wälder, Untersuchungen über die Immissionsbelastungen und den Waldzustand in Tirol, Bericht für das Jahr 1986, Innsbruck 1987

/3/ AUER G.: Umweltkarten neu gemischt, Auto Touring, Nr. 5, Wien 1987

/4/ BAUMANN M.: Aufbau und Einsatz eines raumbezogenen Informationssystems mit SICAD, CAD-Kartographie, Anwendungen in der Praxis, Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe 1985

/5/ BAUMANN M., FRIEDL J., HABARTA M. und OTEPKA G.: Der Einsatz eines CAD-Systemes bei einer landesweiten Waldzustandserhebung, CAD-Kartographie, Anwendungen in der Praxis, Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe 1985

/6/ Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz: Volkswirtschaftliche Bedeutung von Waldschädigungen durch luftverunreinigende Schadstoffe, Forschungsbericht Umweltschutz, Lebensmittelangelegenheit, Veterinärverwaltung, Nr. 3/85, Wien 1985

/7/ Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Wildbäche in Österreich, Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Aufgaben und Tätigkeiten, Wien 1987

/8/ EHGARTNER M.: Photogrammetrische Waldzustandserfassung im Raum Ranshofen, Diplomarbeit ausgeführt am Institut für Photogrammetrie der TU-Wien, Wien 1986

/9/ FIBICH F., ZIRM K., HACKL J., MAUSER H., MALIN H. und OTEPKA G.: Erhebung der Vitalität des Waldes in Vorarlberg; Projektsstufe II, Endbericht, (im Druck), Bregenz 1987

/10/ GROSSMANN W.D.: Unser Wald krankt vor allem am Auto, Kurier vom 25. 2. 1987, Wien 1987

/11/ GRUDEN D.: Automobil und Umwelt, Phoenix, Nr. 1, Zürich 1987

/12/ GUGGENBERGER E. und VOITL H.: Waldsterben Made in Austria, Edition S, Verlag der Österreichischen Staatsdruckerei, Wien 1986

/13/ HAITZMANN H. und WIDMER F.: Sanasilva,Wildreporter, Nr. 24, Heerbrugg 1987

/14/ HILDEBRANDT G. und KADRO A.: Aspects of Countrywide Inventory and Monitoring of Actual Forest Damages in Germany, Bildmessung und Luftbildwesen, Nr. 3a, Karlsruhe 1984

/15/ HOBBIE D.: Results and Experience of 18 Month's Work with the C-100 Planicomp, Institut für Photogrammetrie, Universität Stuttgart, Nr. 4, Stuttgart 1977

/16/ HUSS J.: Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft, Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe 1984

/17/ KILZ E.: Zu den Problemen bei der Auswertung einer großräumigen Luftbildinventur auf Infrarotbasis, Allgemeine Forst Zeitschrift, Nr. 43/44, München 1984

/18/ RINNER K.: Über die ordnende Funktion der Geodäsie - Die Geodäsie als Ordnungsprinzip, Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, Nr. 2, Wien 1985

/19/ SCHILCHER M.: Interaktive graphische Systeme, Bildmessung und Luftbildwesen, Nr. 4, Karlsruhe 1984

/20/ SCHILCHER M.: CAD-Kartographie - Einführung und Stand der Entwicklung, CAD-Kartographie, Anwendungen in der Praxis, Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe 1985

/21/ SCHÖPFER W.: Zur Optimierung künftiger Waldschadenserhebungen in der Bundesrepublik Deutschland, Allgemeine Forst Zeitschrift, Nr. 43/44, München 1984

/22/ STRENN L.: Waldzustandserhebung Vorarlberg 1984, Eich- und Vermessungsmagazin, Heft 44, Wien 1984

/23/ Umweltbundesamt: Veränderung des Waldzustandes auf vier Dauerversuchsflächen im Land Vorarlberg, (im Druck), Wien 1987

/24/ VOLKRODT W.: Elektromagnetische Wellen als Ursache des Waldsterbens, Wohnung + Gesundheit, Nr. 2, Wien 1987

/25/ Vorarlberger Landesregierung: Wir brauchen unseren Wald, Vorarlberg Bericht, Nr. 46, Bregenz 1985

/26/ ZIRM K.: Aspekt zum Waldzustand in Europa, Review, Nr. 1/2, Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Wien 1985

/27/ ZIRM K., FIBICH F., HACKL J., MALIN H., MAUSER H. und WEINWURM M.: Erhebung der Vitalität des Waldes in Vorarlberg, Erste Untersuchungsergebnisse, Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen, Wien 1985

ZUSAMMENFASSUNG

Den Waldschäden kommt in einem Gebirgsland besondere Bedeutung bei, da geschädigte Bäume ihre Schutzfunktionen nur bedingt erfüllen können. Die Bekämpfung des Waldsterbens verlangt politische Entscheidungen und damit verbunden eine entsprechende Meinungsbildung bei der Bevölkerung. Dazu sind Angaben über das genaue Ausmaß der Schäden notwendig. Mit dem Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg", bei dem es sich um eine flächendeckende Einzelkronenbeurteilung unter Benutzung von Farbinfrarotbildern handelt, wurde mit SICAD ein geographisches Informationssystem eingesetzt. Dadurch ergeben sich im Vergleich zu anderen Inventuren neue Möglichkeiten bei der Speicherung, Verknüpfung, Visualisierung und Fortführung der Daten und der Ergebnisse.

AN INVENTORY OF FORESTS IN VORARLBERG

ABSTRACT

Healthy forests are particularly important in mountainous territories because trees protect against the possibilities of landslides and avalanches. In order to make actions against forest damages it is necessary to make political decisions and to insist the support of local population. For this purpose informations and maps showing the actual forest decline are necessary. The Vorarlberg forest inventory program was carried out using CIR-film to interpret single crowns informations throughout the entire state. In order to carry out the project the SICAD geographic informationsystem was used. SICAD made it possible to digitize and reorganize the data, thereby allowing us to visualize the informations in different ways.

Dipl.-Ing. Dr. G. Otepka
Arbeitsgemeinschaft Vermessung Tirol (AVT)
Innsbrucker Straße 8
A-6600 Reutte