



Möglichkeiten

der Erfassung von Sturmschäden anhand von Luftbildern als Grundlage für forstliche Wiederherstellungsprojekte

Herausgeber:

**Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Eidgenössische Forstdirektion, Bern**

Bearbeitung:

Ing. Büro H.U. Scherrer, 9650 Nesslau

1991

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Die Sturmschäden 1990	1
1.2 Behebung und Wiederherstellung	2
1.3 Das Luftbildprogramm des Bundes	3
1.4 Zielsetzung der vorliegenden Informationsbroschüre	3
2 Sturmschadeninventar des Bundes (Totalschäden)	4
2.1 Grundsätzliches	4
2.2 Das Verfahren	4
2.2.1 Luftbilddauswertung	6
2.2.2 Verarbeitung der Daten mit dem Geographischen Informationssystem (GIS)	7
2.3 Ergebnisse	8
2.3.1 Ergebnisse auf Stufe Bund	8
2.3.2 Ergebnisse auf Stufe Kanton	10
3 Sturmschadeninventare der Kantone (Streuschäden)	13
3.1 Grundsätzliches	13
3.2 Kantonale Inventurverfahren	14
3.2.1 Wahl der Variante	14
3.2.2 Kartierungsvariante I	16
3.2.3 Kartierungsvariante II	18
3.2.4 Kartierungsvariante III	20
3.2.5 Kartierungsvariante IV	22
3.2.6 Gegenüberstellung der verschiedenen Varianten	24
3.3 Kartierungsbeispiel "Iltios"	25
4 Weitere Verwendungsmöglichkeiten von Luftbildern	35
4.1 Illustration und Dokumentation	35
4.2 Detailpläne und Höhenkurven	35
4.3 Orthophotos	35
4.4 Profilaufnahmen	36
4.5 Aktualisierung der Erschliessung	36
4.6 Herkömmliche Bestandeskarten	36
5 Zusammenfassung/Résumé	37
Benützte und empfohlene Literatur	40

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

		Seite
Abb. 1	Schadholzmenge grosser Waldschäden in der Schweiz von 1900 bis 1990	1
Abb. 2	Schadholzmengen des Sturmereignisses 1990 in den einzelnen Kantonen (Stand 1.10.90), verglichen mit den durchschnittlichen Jahresnutzungen der Jahre 1984-882	2
Abb. 3	Arbeitsablauf des Sturmschadeninventars 1990 der Eidgen. Forstdirektion	5
Abb. 4	Kartenbeispiel des Bundesinventars, Ausschnitt aus der LK 1:25'000, Blatt Nr. 1213	9
Abb. 5	Ausschnitt aus einem Uebersichtsplan 1:10'000 mit ausgezeichnetem Bundesinventar	11
Abb. 6	Flächenverzeichnis der Totalschäden	12
Abb. 7	Entscheidungsschema für die Wahl der zweckmässigen Kartierungsvariante bei Sturmschadenkartierungen	15
Abb. 8	Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante I: Uebernahme des Bundesinventars und Verifikation, keine Erfassung der Streuschäden	17
Abb. 9	Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante II: Uebernahme des Bundesinventars, Erfassung der Streuschäden, Verifikation, photogrammetrische Auswertung analog	19
Abb. 10	Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante III: Uebernahme des Bundesinventars, Erfassung der Streuschäden, Verifikation, photogrammetrische Auswertung digital	21
Abb. 11	Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante IV: Uebernahme des Bundesinventars, Erfassung der Streuschäden, Verifikation, Bearbeitung mit GIS	23
Abb. 12	Das Kartierungsbeispiel Iltios, Ausschnitt aus der LK 1:25'000, Blatt Nr. 1134	25
Abb. 13	Luftbildausschnitte des Beispiels Iltios vor dem Sturm (A) und nach dem Sturm (B) vom Februar 1990	26
Abb. 14	Ausscheidung von Totalschadenflächen und Streuschäden	27
Abb. 15	Legende zur Sturmschadenkarte 1:5'000	29
Abb. 16	Sturmschadenkarte "Iltios" 1:5'000	30

TABELLENVERZEICHNIS

		Seite
Tab. 1	Qualitätsanforderungen an die Uebersichtspläne	10
Tab. 2	Charakteristika der vier Kartierungsvarianten	24
Tab. 3	Sturmschadenkategorien nach Eigentümern	31
Tab. 4	Anzahl Flächen nach Eigentümern und Sturmschadenkategorien	31
Tab. 5	Mittelwerte Hangneigung/Höhenlage nach Sturmschadenkategorien	32
Tab. 6	Zusammenfassung der Geländemerkmale, Totalschäden/Streuschäden	32
Tab. 7	Listen der Sturmschadenflächen der Alpkorporation Iltios und der Ortsgemeinde Alt St. Johann	33
Tab. 8	Listen der Sturmschadenflächen der Alpkorporation Eulstein, von A. Feiss, Unterwasser, und von M. Looser, Unterwasser	34
Tab. 9	Orthophoto-Begriffe	35

ABKUERZUNGSVERZEICHNIS

BFF(bis 1985)	Bundesamt für Forstwesen, Bern
BFL(von 1985-1988)	Bundesamt für Forstwesen und Landschafts- schutz, Bern
BUWAL(ab 1989)	Bundesamt für Umwelt, Wald und Land- schaft, Bern
DG	Deckungsgrad
EAFV (bis 1989)	Eidg. Anstalt für das forstl. Versuchs- wesen, Birmensdorf ZH
F+D (ab 1989)	Eidg. Forstdirektion, Bern
FIS	Forstliches Informationssystem (Geographi- sches Informationssystem, das speziell auf das Forstwesen zugeschnitten und in die Abläufe der forstlichen Planung und Kon- trolle integriert ist)
FL	Fluglinie
GIS	Geographisches Informationssystem
LB	Luftbild
LK	Landeskarte
L+T	Bundesamt für Landestopographie, Wabern
SS	Streuschäden
SVW	Schweiz. Verband für Waldwirtschaft, Solothurn
TS	Totalschäden
ÜP	Uebersichtsplan
V+D	Eidg. Vermessungsdirektion, Bern
WSL (ab 1989)	Eidgenöss. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf ZH

1 EINLEITUNG

1.1 Die Sturmschäden 1990

Die orkanartigen Weststürme vom 27./28. Februar 1990 verursachten in den Wäldern der Schweiz Schäden von katastrophalem Ausmass. Schätzungen zufolge (Stand 1.10.90) beträgt die gesamte Schadholzmenge rund 4.3 Mio. Kubikmeter. Es handelt sich um das grösste Waldschadenereignis seit 1900 (Abb. 1).

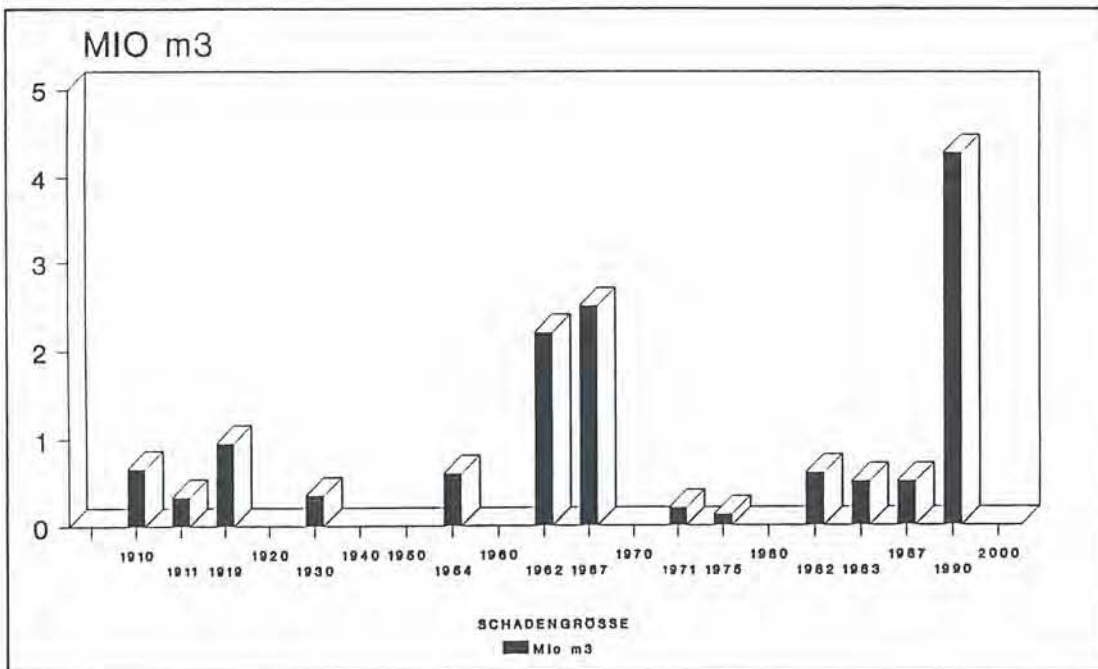


Abbildung 1 Schadholzmenge grosser Waldschäden in der Schweiz von 1900 bis 1990 [BUWAL, F+D]

Besonders stark betroffen sind das Voralpengebiet, die Nordabdachung der Alpen und teilweise die Zentralalpen, also die Kantone Bern (Oberland), St. Gallen (Toggenburg, Oberland), beide Appenzell, Graubünden (Oberland), Schwyz, Wallis, Glarus, Ob- und Nidwalden sowie Uri. Die Sturmholzmenge erreichte in einzelnen Kantonen mehrfache durchschnittliche Jahresnutzungen (Abb. 2).

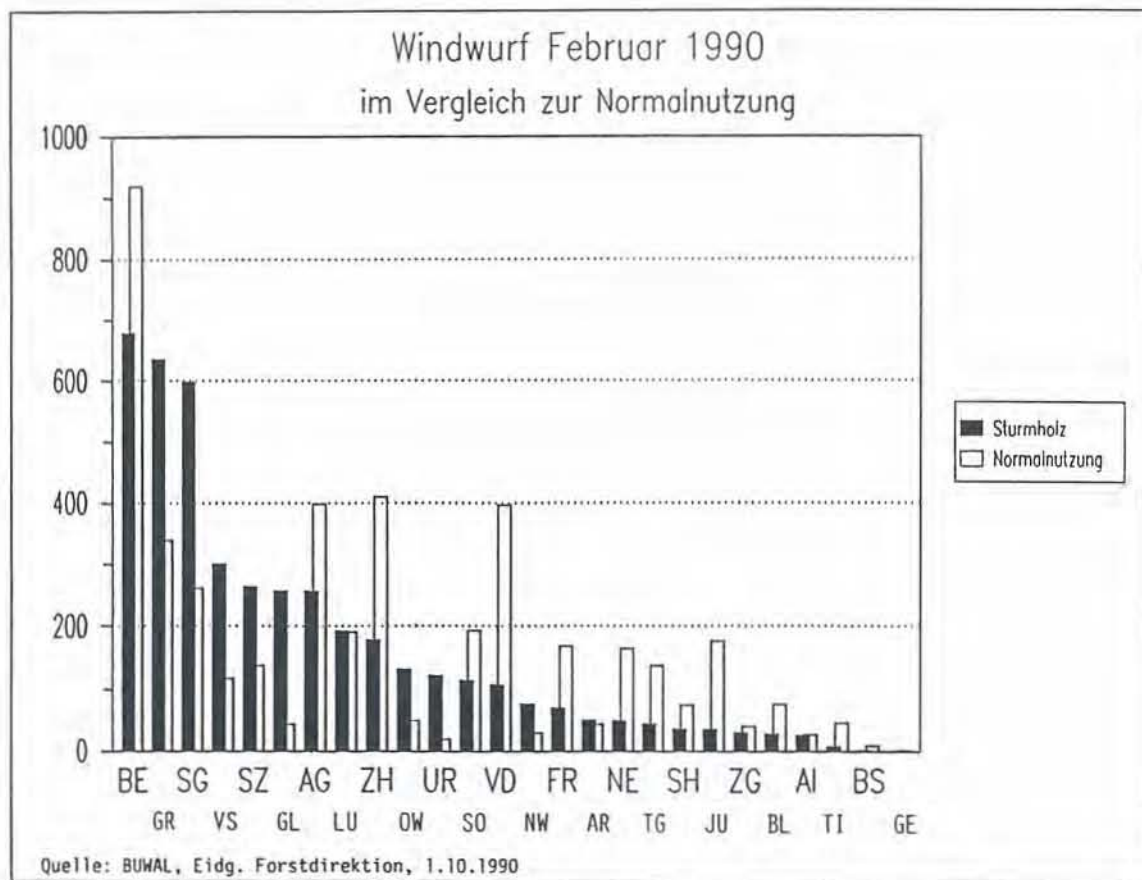


Abbildung 2 Schadholzmengen des Sturmereignisses 1990 in den einzelnen Kantonen (Stand 1.10.1990), verglichen mit den durchschnittlichen Jahresnutzungen der Jahre 1984-88 [BUWAL, F+D]

1.2 Behebung und Wiederherstellung

Ueber den Ablauf einer Schadenbewältigung enthält das "Handbuch für die Bewältigung von Waldschadenereignissen" [SVW/EAHV/BFF 1984] ein generelles Konzept. Die Wiederherstellung zerstörter Wälder erfolgt anhand von Projekten gemäss den Anforderungen des Bundes. WSL und F+D haben gemeinsam ein Merkblatt herausgegeben, welches Wiederbewaldungsmassnahmen auf Sturmschadenflächen behandelt, mit besonderer Berücksichtigung der Gebirgsverhältnisse [SCHOENENBERGER, RUESCH 1990].

Eine wichtige Grundlage für die Ausarbeitung von Wiederherstellungsprojekten bilden Sturmschadeninventare. Zerstörte Waldflächen können terrestrisch oder mit Luftbildern erfasst werden.

Bei terrestrischer Inventur ist der Zeitaufwand relativ gross, und deren Genauigkeit und Einheitlichkeit sind Grenzen gesetzt. Dennoch wurden Sturmschäden bisher in der Schweiz weitgehend nach diesem Verfahren erfasst. Es eignet sich gut bei lokalen Schadenereignissen kleinen Umfangs, einfachen topographischen Verhältnissen und guter Erschliessung.

Bei grossräumigen Schadenereignissen bietet der Luftbildeinsatz Vorteile: Die Erfassung kann genau, gesamtschweizerisch einheitlich nach bestimmten Kriterien und rasch erfolgen. Zusätzlich haben aktuelle Flugaufnahmen von Schadengebieten einen bleibenden dokumentarischen Wert.

1.3 Das Luftbildprogramm des Bundes

Für die Erfassung und Wiederherstellung der Sturmschadenflächen 1990 hat die Eidg. Forstdirektion (F+D) beschlossen, das Luftbild für eigene Bedürfnisse einzusetzen und dessen Anwendung bei den Kantonen zu unterstützen. Daraus resultierte ein spezielles Luftbildprogramm mit untenstehender Aufgabenteilung:

Stufe Bund: Flugplanung, Befliegung, Ausbildungskurs für Luftbildinterpreten, Informationsbroschüre, gesamtschweizerisches Sturmschadeninventar der Totalschäden, Abgabe der Inventurdaten an die Kantone, Archivierung und Ausleihe der Luftbilder.

Stufe Kanton: Uebernahme der Sturmschadendaten aus Bundesinventar, ergänzende Sturmschadeninventare der Streuschäden (fakultativ), Wiederherstellungsprojekte.

1.4 Zielsetzung der vorliegenden Informationsbroschüre

Die vorliegende Informationsbroschüre beschränkt sich auf die Luftbildauswertung als Methode bei Sturmschadeninventuren. Sie richtet sich an Entscheidungsträger (Forstdienste, Waldeigentümer) und Ausführende (Luftbildinterpreten/Sachbearbeiter bei Ingenieurbüros und Forstdiensten).

Die Ziele sind:

- Information über Möglichkeiten der Luftbildauswertung bei Sturmschäden im Wald als Grundlage zur Wiederherstellung
- Darstellung verschiedener Varianten der Kartierung und Erfassung von Sturmschäden als Entscheidungshilfe für die Wahl eines zweckmässigen Inventurverfahrens

Eine spezielle Anleitung für Luftbildinterpreten, welche zusätzlich die fachlich relevanten Aspekte der Luftbildauswertung und -interpretation bei der Sturmschadenerfassung behandelt, ist separat erhältlich.

2 STURMSCHADENINVENTAR DES BUNDES (TOTALSCHÄDEN)

2.1 Grundsätzliches

Das Sturmschadeninventar des Bundes hat eine vollständige und über die ganze Schweiz einheitliche Erfassung der Totalschäden im Wald zum Ziel. Folgende Erfassungsmerkmale und Rahmenbedingungen wurden formuliert:

Totalschadenfläche

Zerstörte Waldfläche mit einem maximalen Deckungsgrad der Restbestockung ≤ 0.2 (20%) *), unabhängig davon, welchen Deckungsgrad der Wald dort vorher aufwies.

Minimalfläche

Pro erfasste Einzelfläche 0,2 Hektaren. Dies entspricht der minimalen Fläche, die in der Regel auch bei Bestandeskartierungen im Planmassstab 1:5'000 angewendet wird.

Standortsmerkmale

Als wichtige forstliche Grössen werden pro Schadenfläche die Hangneigung, die Höhenlage und die Exposition aufgenommen.

Erfassungs- und Auswerteeinheiten

Kleinste Erfassungseinheit ist die Sturmschadenfläche, kleinste Auswerteeinheit die Politische Gemeinde. Für die territoriale Zuordnung der beiden Einheiten werden die digitalisierten Gemeindegrenzdaten des L+T übernommen.

Karten- und Plangrundlagen

Für die Eidg. Forstdirektion werden die Sturmflächen auf Landeskarten 1:25'000 dargestellt. Die Sturmflächen sind aber so zu erfassen, dass sie auch auf Uebersichtsplänen zu Handen der Kantone ausgegeben werden können.

2.2 Das Verfahren

Abbildung 3 gibt einen Ueberblick über den Projektablauf. Die Bearbeitung erfolgt weitgehend computergestützt. Die wichtigsten Schritte werden nachstehend erläutert.

*) Analog der Definition bei Waldschadenkartierungen mit farbigen Infrarot-Luftbildern [SCHERRER, GAUTSCHI, HAUENSTEIN 1990]

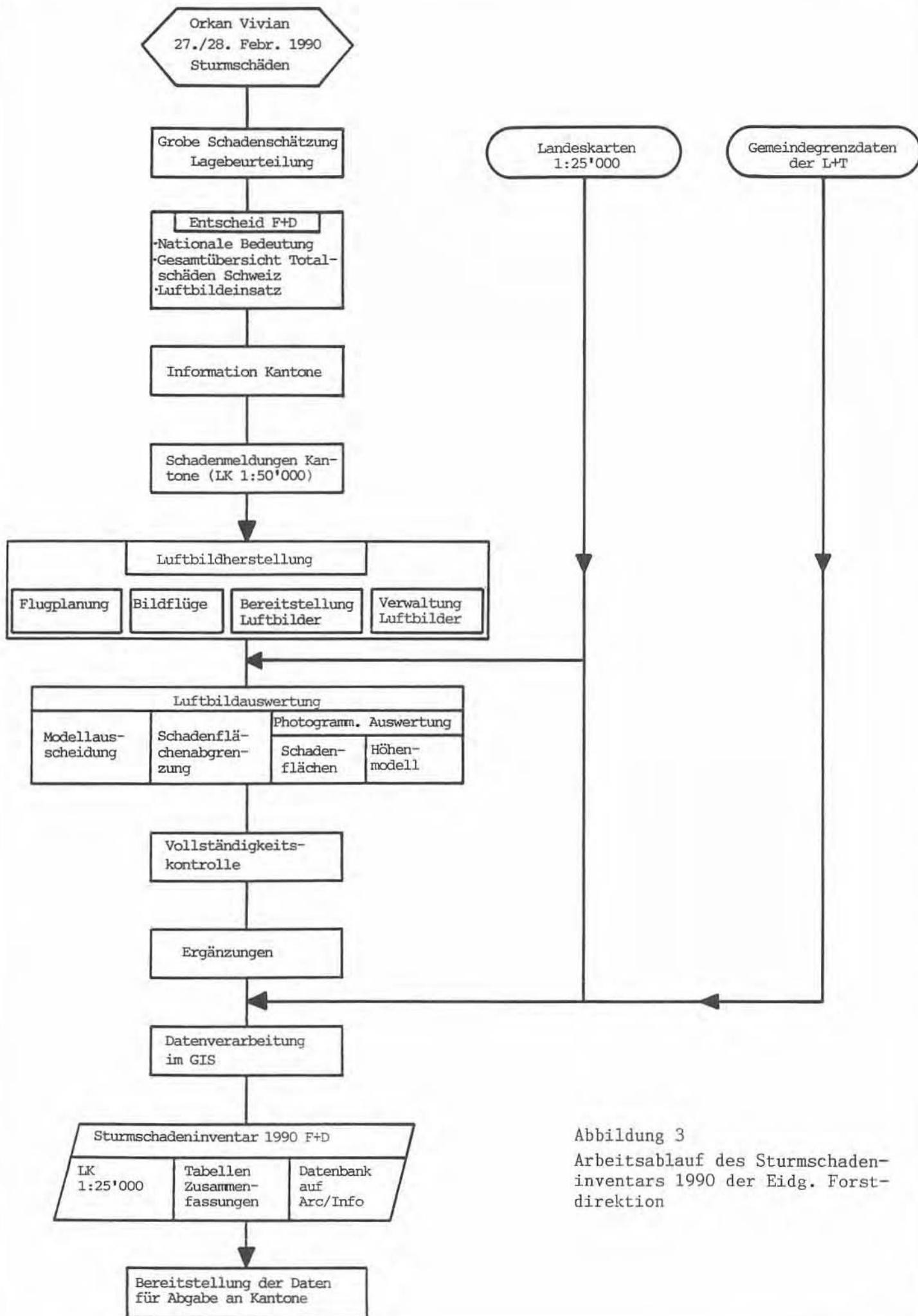


Abbildung 3
Arbeitsablauf des Sturmschaden-
inventars 1990 der Eidg. Forst-
direktion

2.2.1 Luftbilddauswertung

Die Befliegung der Sturmschadengebiete erfolgt grundsätzlich im Massstab 1:15'000 mit Normalfarbfilm. Dieser Bildmassstab eignet sich für Kartierungsarbeiten sowohl im Kartenmassstab 1:25'000 als auch im Planmassstab 1:5'000. Wo bereits andere Befliegungen vorgesehen waren, werden diese mit Sturmschadenbefliegungen koordiniert. Somit werden für die Sturmschadeninventur des Bundes sowohl Normalfarb- als auch farbige Infrarot- und Schwarzweissaufnahmen verschiedener Massstäbe ausgewertet.

Nach der Sichtung der Bilder und der Bestimmung der auszuwertenden Stereomodelle (Modellausscheidung) erfolgt die Abgrenzung der Totalschadenflächen auf den Luftbildern. Dies geschieht analog der Bestandesausscheidung für Waldschadenkartierungen [SCHERRER, GAUTSCHI, HAUENSTEIN 1990]. Mit einer Punktirnadel werden die Flächengrenzen in die Filmemulsion der Originaldias geritzt. Dabei werden weder Kantons- noch Gemeindegrenzen berücksichtigt. Beim Erkennen und Abgrenzen der Sturmschadenflächen entstehen gelegentlich Verwechslungen mit aus anderen Gründen unbestockten oder wenig bestockten Flächen. Da das Bundesinventar ohne Geländeverification ausgeführt wird, ist damit zu rechnen, dass es in Einzelfällen Fehler enthält. Für Wiederherstellungsprojekte müssen daher die Totalschadenflächen verifiziert und allfällige Fehler korrigiert werden.

Die photogrammetrische Auswertung der auf den Luftbildern abgegrenzten Sturmschadenflächen erfolgt an Geräten, welche die Koordinaten der Grenzlinienpunkte in digitaler Form abspeichern. Die Orientierung der Stereomodelle erfolgt mit freier Passpunktwahl auf der Basis der Landeskarte 1:25'000. Vergleichsmessungen der gleichen Passpunkte auf Uebersichtsplänen ergeben zufällige Differenzen von maximal 5 bis 7 m; die Lagegenauigkeit von Linienauswertungen beträgt ± 10 m und ist damit für forstliche Belange zu vernachlässigen.

Zusätzlich zur Auswertung der Schadenflächengrenzen werden in deren unmittelbarer Umgebung die Koordinaten einer Anzahl Bodenpunkte erfasst, um später die zu jeder Totalschadenfläche gehörenden Standortmerkmale (Hangneigung, Exposition, Höhenlage) zu bestimmen. Es wird darauf geachtet, dass diese Bodenpunkte das Gelände, insbesondere bei "bewegter Topographie" (Gefällsbrüche, Expositionsänderungen auf Kuppen oder in Gräben), gut repräsentieren.

2.2.2 Verarbeitung der Daten mit dem Geographischen Informationssystem (GIS)

Die photogrammetrisch erfassten Daten werden ins Geographische Informationssystem Arc/Info *) übernommen und für die Herstellung von Karten- und Planausgaben aufbereitet.

Die Flächendaten werden mit den Gemeindegrenzen **) rechnerisch verschnitten. Damit wird jede Fläche bzw. Teilfläche für die Datenauswertungen territorial zugeordnet. Die Flächenberechnung erfolgt elektronisch; dabei werden von Totalschadenflächen eingeschlossene intakte Waldinseln erkannt und abgezogen.

Mit den photogrammetrisch gemessenen Bodenpunkten und dem Programmpaket Arc/Info TIN *) wird ein lokales Geländemodell berechnet und mit den Sturmschadenflächen überlagert (verschnitten). Für jede daraus resultierende Teilfläche werden die Grössen "Hangneigung", "Exposition" und "Höhenlage" berechnet und pro Totalschadenfläche gemittelt.

Die gesamte Datenbank steht nach Abschluss der Arbeiten beim BUWAL zur Verfügung.

Das Geographische Informationssystem Arc/Info steht bei verschiedenen Bundesstellen und Instituten in Gebrauch (z.B. WSL, BUWAL, Universität Zürich, Universität Bern). In der Schweiz werden auch andere Geographische Informationssysteme angeboten oder sind bereits in Betrieb. Verschiedene Kantone evaluieren gegenwärtig.

Ergänzungen und/oder Korrekturen des Sturmschadeninventars sind nachträglich möglich, sofern festgestellte diesbezügliche Sachverhalte aus den Feldverifikationen auf der Stufe Kanton an die Datenbankverwaltung gemeldet werden. Allerdings werden nur wichtige Mutationen mit einer Mindestfläche von einer Hektare berücksichtigt. Hauptursachen für mögliche Mängel sind:

- Schadengebiete fehlen auf den Meldungen der Kantone und wurden deshalb nicht beflogen.
- Kleine isolierte Sturmflächen wurden bei der Flugplanung ignoriert.
- Sturmflächen sind auf den Luftbildern unvollständig abgebildet und können deshalb nicht photogrammetrisch ausgewertet werden (seitlich oder Anfang/Ende einer Fluglinie).

*) Arc/Info und Arc/Info TIN sind Produkte der Firma Environmental Systems Research Institute Inc." (ESRI) in Redlands, Kalifornien, USA.

**) Gemeindegrenzdaten des Bundesamtes für Landestopographie, digitalisiert auf der Basis der Landeskarte 1:25'000, Stand Sommer 1990.

- Flächenausscheidung oder photogrammetrische Auswertung sind unvollständig.
- Sturmflächen werden falsch beurteilt, d.h. bei der Flächenausscheidung infolge Verwechslung mit anderen Entstehungsursachen weggelassen oder hinzugenommen.

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Ergebnisse auf Stufe Bund

Zu jeder einzelnen Sturmfläche (Polygon) enthält die Datenbank Angaben zu folgenden Merkmalen:

- Topologie (Raumbezug)
- Höhenlage
- Exposition
- Hangneigung
- Flächeninhalt
- Flächennummer (gemeindeweise von 1 bis n)
- Gemeinde
- Kanton
- Datenquelle (Luftbild, terrestr. Kartierung)
- Datum der Erhebung (Flugdatum, terrestr. Kartierung)
- Datum der photogrammetrischen Auswertung bzw. Digitalisierung
- Datum der Integration in die Datenbank

Die in der Datenbank in Originalform vorhandenen Daten werden nach Bedarf kartographisch dargestellt, statistisch ausgewertet und tabellarisch zusammengestellt.

a) Landeskarte 1:25'000

Sämtliche Totalschadenflächen werden auf ungefalteten Landeskartenblättern lage- und flächengetreu farbig ausgezeichnet (Abb. 4). Das gesamte Inventar umfasst einen Kartensatz von ca. 200 Blättern im normalen Blattschnitt.

b) Tabellen

Die Totalschadenflächen werden nach den Standortmerkmalen "Höhenlage", "Exposition" und "Hangneigung" in die zueinander möglichen Beziehungen gesetzt:

Höhenlage und Hangneigung,
Höhenlage und Exposition,
Hangneigung und Exposition

und nach Kantonen, Regionen und gesamtschweizerisch zusammengestellt.

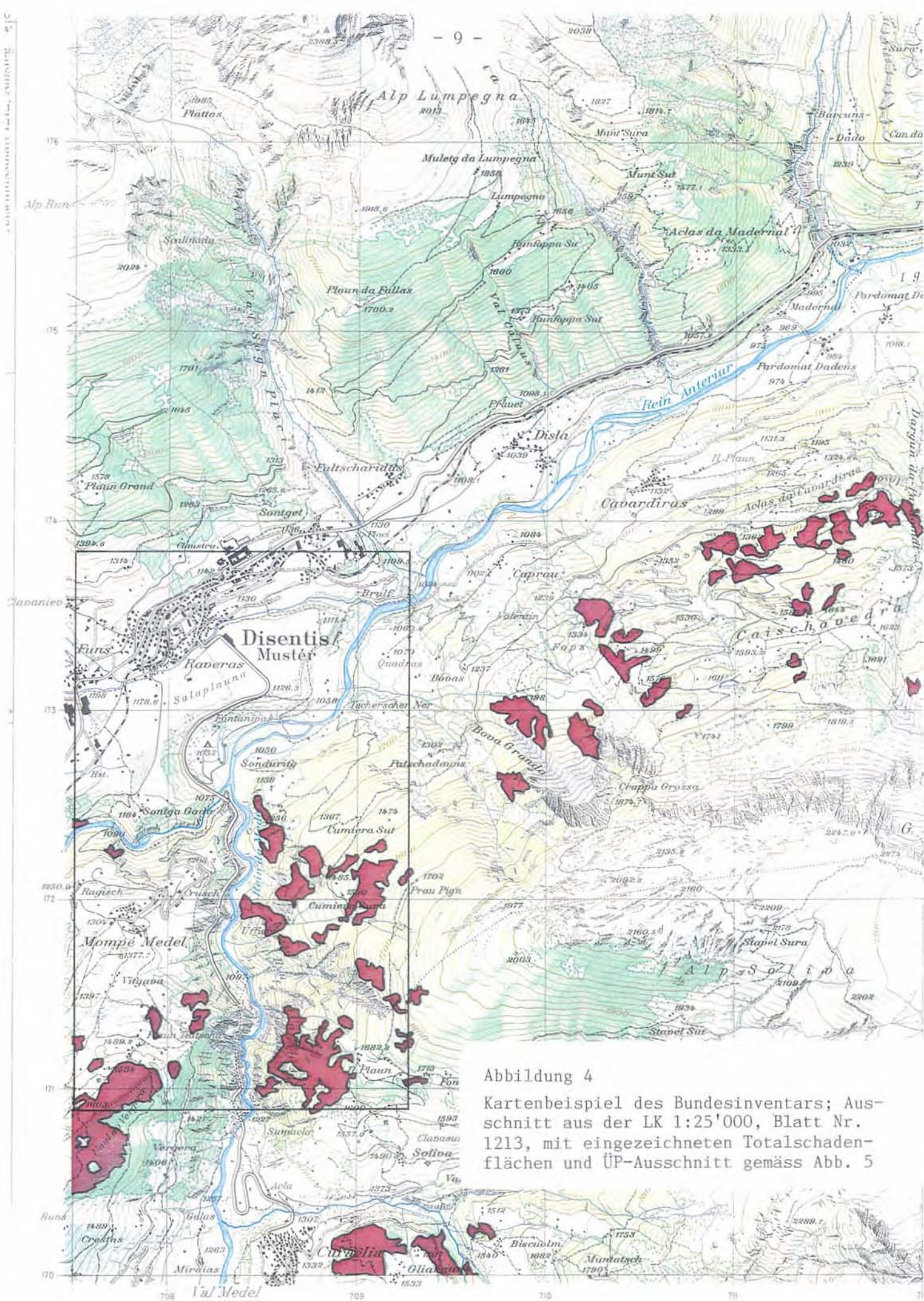


Abbildung 4

Kartenbeispiel des Bundesinventars; Ausschnitt aus der LK 1:25'000, Blatt Nr. 1213, mit eingezeichneten Totalschadenflächen und ÜP-Ausschnitt gemäss Abb. 5

2.3.2 Ergebnisse auf Stufe Kanton

Auf Wunsch der Kantone werden die Daten der Totalschadenflächen des Bundesinventars auf Uebersichtspläne ausgezeichnet (Abb. 5) und in Flächenverzeichnissen (Abb. 6) ausgedruckt. Die Kantone haben lediglich die entsprechenden Uebersichtspläne (Tochterpausen) bereitzustellen, die den Anforderungen von Tabelle 1 genügen müssen. Die Datenauswertungen erfolgen gemeindeweise. Auf Wunsch werden auch die Daten gesamthaft über einen ganzen Kanton abgegeben.

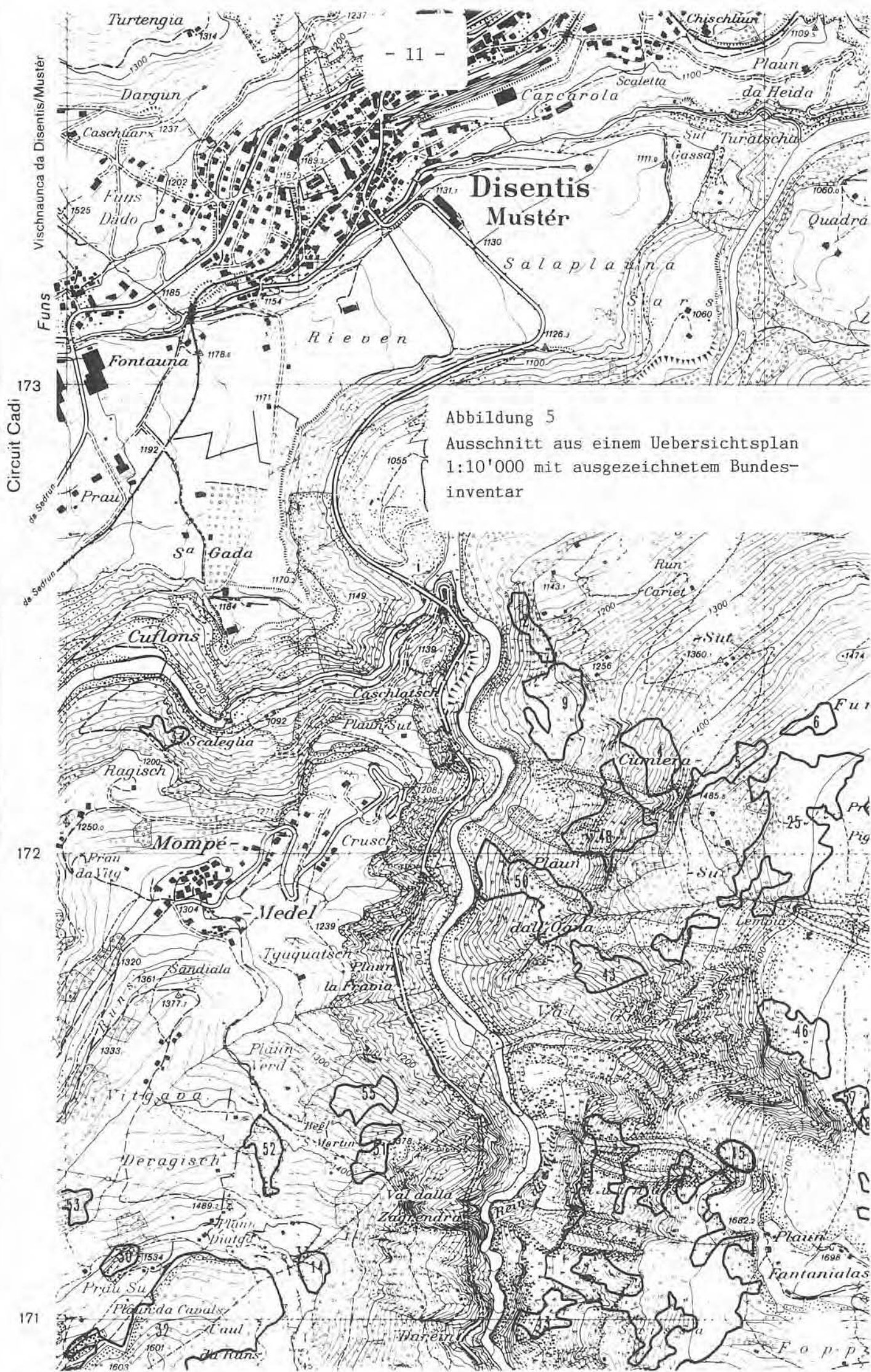
Diese Arbeiten zugunsten der Kantone werden im Auftrag der Eidg. Forstdirektion vom Ingenieurbüro H.U. Scherrer, 9650 Nesslau, kostenlos ausgeführt.

Tabelle 1 Qualitätsanforderungen an die Uebersichtspläne

Massstab - 1:5'000 oder 1:10'000

Format - Normaler Blattschnitt
 - Max. Grösse: 900 x 1'200 mm

Qualität - neueste Ausgabe des Vermessungsamtes
 - verzugsarme schwarze oder braune Polyesterpause
 - Dicke 0.09 mm
 - gleichmässiger Verzug in x und y: max. 2 mm
 - ungleichmässiger Verzug max. 1 mm



Kanton:		Forstkreis:				
Gemeinde:						
Sturmschaden- kategorie:	3 Totalschaden 2 mittlerer Streuschaden 1 leichter Streuschaden	Deckungsgrad $0,0 \leq DG \leq 0,2$ $0,2 < DG \leq 0,4$ $0,4 < DG \leq 0,6$				
Flächen- nummer	Sturm- schaden- kat.	Hang- neig. %	Expo- sition	Höhen- lage m ü.M.	Fläche ha	
:						:
:						:
:						:

Abbildung 6 Flächenverzeichnis der Totalschäden; dasselbe Form-
 ular kann auch für Sturmschadeninventare der Kan-
 tone (vgl. Kap. 3) verwendet werden.

3 STURMSCHADENINVENTARE DER KANTONE (STREUSCHÄDEN)

3.1 Grundsätzliches

Die Sturmschadeninventare der Kantone haben vollständige und über die einzelnen Kantone einheitliche Erfassungen entweder nur der Totalschäden oder der Total- und Streuschäden im Wald zum Ziel. Für erweiterte Sturmschadeninventare wurden zusätzlich folgende Erfassungsmerkmale und Rahmenbedingungen formuliert:

Streuschadenfläche

Teilweise zerstörte Waldfläche mit einer Restbestockung in der Oberschicht und einem Deckungsgrad $> 0,2$ und $\leq 0,6$ *); Flächen mit Deckungsgraden $> 0,6$ gelten nicht mehr als Sturmschadenflächen. Waldflächen, die schon vor dem Schadenereignis einen geringen Deckungsgrad aufwiesen (z.B. locker bestockte Weidwälder), stellen besondere Anforderungen an die Luftbildinterpretation. Eine Differenzierung der Streuschäden im Hinblick auf besondere Wiederherstellungs- oder Behandlungsmassnahmen in zwei Kategorien ist denkbar:

mittlere Streuschäden	$0,2 < DG \leq 0,4$
leichte Streuschäden	$0,4 < DG \leq 0,6$

Restbestockung

Vom Sturmschadenereignis verschonter Rest der Oberschicht auf einer Streuschadenfläche; eine Interpretation der Merkmale "Entwicklungsstufe" und "Mischung" [Art: Nadelholz/Laubholz, Grad: %-Anteile, (ev.) Form: Einzelbaum, Trupp, Gruppe, Horst] im Hinblick auf besondere Wiederherstellungs- oder Behandlungsmassnahmen ist denkbar *).

Subventionierungshinweis

Im Rahmen von Wiederherstellungsprojekten wird vom Bund nur das notwendige Minimum im Sinne der nachstehenden Kartierungsvariante I, jedoch allenfalls inklusive Streuschadeninterpretation, unterstützt. In diesem Sinne könnten die restlichen Varianten lediglich anteilmässig subventioniert werden.

Ein Sturmschadeninventar ohne Erfassung der Streuschäden ist materiell unvollständig. Erfahrungsgemäss (z.B. Sturmschäden Appenzell Innerrhoden 1987) ist der Flächenanteil der Streuschäden, gemessen an den Totalschäden, gerade in der Kategorie der mittleren Streuschäden ($0,2 < DG \leq 0,4$) beträchtlich. Ein Verzicht auf deren Erfassung ist demnach im Hinblick auf eine eventuelle Wiederherstellung als Nachteil zu werten.

*) Analog der Definition bei Waldschadenkartierungen mit farbigen Infrarot-Luftbildern [SCHERRER, GAUTSCHI, HAUENSTEIN 1990]

3.2 Kantonale Inventurverfahren

3.2 Kantonale Inventurverfahren

3.2.1 Wahl der Variante

Die vom Bund für die Sturmschadeninventur verwendeten Luftbilder und die daraus erhobenen Daten stehen den Kantonen kostenlos zur Verfügung. Je nach den unterschiedlichen Anforderungen an kantonale Sturmschadeninventare, die vom Umfang der Sturmschäden, den finanziellen Möglichkeiten, den Forsteinrichtungsmethoden etc. abhängen, werden, ausgehend vom Bundesinventar, nachstehend vier verschiedene Varianten dargestellt. Diese tragen den jeweiligen Gegebenheiten in den Kantonen Rechnung. Gründliche Vorabklärungen sind wichtig für eine fundierte Entscheidung zugunsten einer Variante.

Das Schema der Abbildung 7 bildet das Grundgerüst für die Entscheidungsfindung. Wichtigster Schritt nach den Entscheidungen für die Nutzung des Sturmschadeninventars des Bundes, für die Verwendung von Uebersichtsplänen und für die Weiterbearbeitung der Luftbilder ist die Wahl des photogrammetrischen Auswertverfahrens (analog oder digital).

Hiefür ist vordringlich festzulegen, welche Merkmale ausgewertet und wie die Resultate weiterverwendet werden sollen. Bei geringen Ansprüchen genügen analoge Kartiergeräte ohne Datenspeicherung. Für zusätzliche Luftbildauswertungen, nebst den Streuschäden (z.B. Geländeprofile, Detailpläne, Aktualisierung von Erschliessungen, Revision von Bestandeskarten), bei hohen Anforderungen an die Genauigkeit oder beim Einsatz eines Geographischen Informationssystems ist digitale Photogrammetrie zum vornherein vorteilhaft, will man allfälligen nachträglichen Digitalisierungsaufwand vermeiden. Für Anwendungen wie die Ueberlagerung unterschiedlicher Flächenausscheidungen (z.B. Sturmschäden mit Grundeigentum, Sturmschäden mit ehemaliger Bestockung) und die Herstellung von Orthophotos ist digitale Photogrammetrie unabdingbar. - Eine durchdachte Projektkoordination bereits im Stadium der Grundlagenerhebung trägt wesentlich zur Kostenminimierung bei.

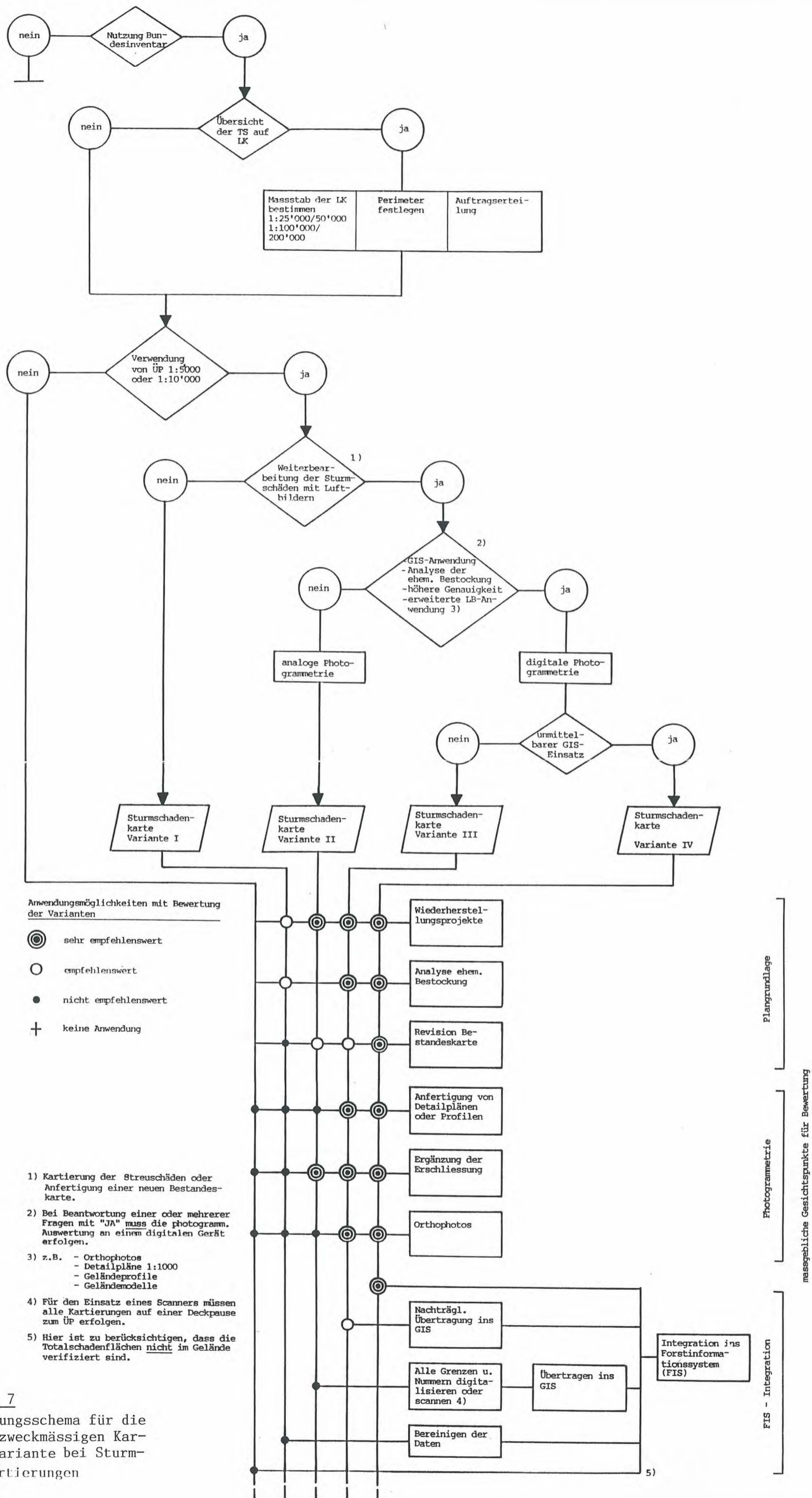


Abbildung 7

Entscheidungsschema für die Wahl der zweckmässigen Kartierungsvariante bei Sturmschadenkartierungen

3.2.2 Kartierungsvariante I:

"VERIFIZIERTE TOTALSCHADENKARTE"

Das Resultat der Kartierungsvariante I sind verifizierte Totalschadenkarten auf der Basis von Uebersichtsplänen mit den entsprechenden Listen und Datenauswertungen (Abb. 8).

Bei dieser Variante sind vom Kanton drei Arbeitsschritte zu übernehmen:

- Beschaffen der Uebersichtspläne
- Verifikation im Gelände, nachführen der Daten, Listen und Auswertungen
- Fertigstellung der Pläne

Verifiziert werden pro Totalschadenfläche die aus dem Bundesinventar verfügbaren Daten der Luftbildinterpretation, allen voran und obligatorisch die Sturmschadenkategorie, sodann fakultativ und je nach Bedarf die Standortsmerkmale (Höhenlage, Hangneigung, Exposition). Allfällige Korrekturen und Ergänzungen am Datenbestand des Bundesinventars sollten entweder dem Ersteller desselben (Ing. Büro H.U. Scherrer, Nessler) oder dem nachmaligen Datenbankverwalter (BUWAL) mitgeteilt werden zwecks Bereinigung und Uebernahme ins Geographische Informationssystem Arc/Info, mit welchem das Totalschadeninventar bearbeitet wurde.

Es ist unbedingt zu empfehlen, die allfällige terrestrische Erhebung weiterer wichtiger Standortsmerkmale für die Wiederherstellung (z.B. Boden, Pflanzensoziologie) mit der Verifikation der Luftbildinterpretation zu kombinieren.

Dieses Verfahren ist einfach und kostengünstig. Für geringe Kosten können auch verifizierte Uebersichten auf Landeskarten hergestellt werden.

Die Streuschäden werden nicht erfasst. Bestehende Bestandeskarten können somit nicht vollständig aktualisiert werden. Eine spätere photogrammetrische Auswertung der Luftbilder ist möglich und erfolgt nach einer der nachstehend beschriebenen Kartierungsvarianten II, III oder IV.

Verifizierte Totalschadenkarte

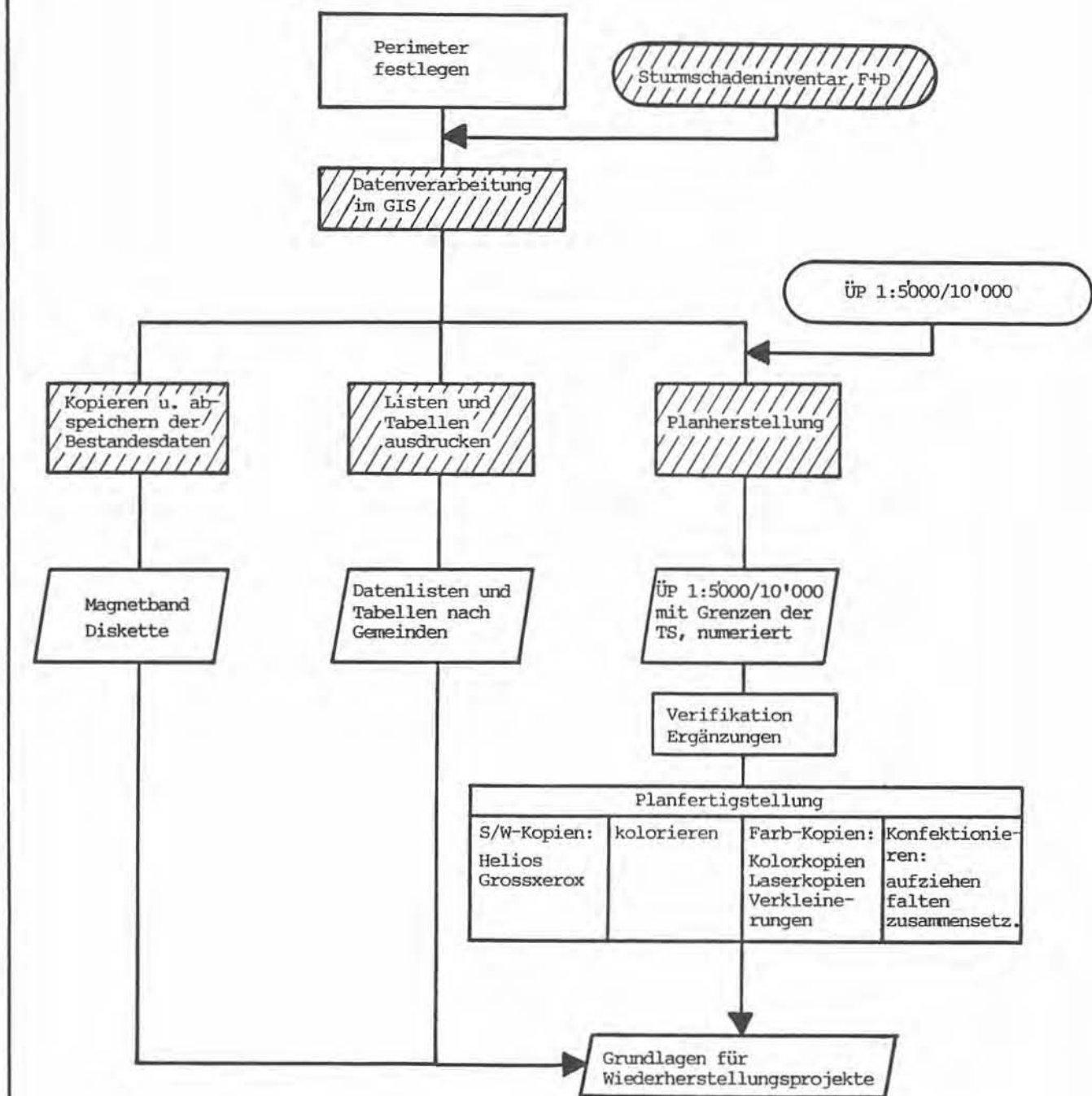


Abbildung 8

Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante I:
Uebernahme des Bundesinventars und Verifi-
kation, keine Erfassung der Streuschäden

Schraffiert: den Kantonen vom Bund kosten-
los bereitgestellte Grundlagen bzw. er-
brachte Dienstleistungen

3.2.3 Kartierungsvariante II:

"STURMSCHADENKARTIERUNG MIT ANALOGER PHOTOGRAMMETRIE"

Das Resultat der Kartierungsvariante II sind verifizierte, vollständige Sturmschadenkarten auf der Basis von Uebersichtsplänen mit den entsprechenden Listen und Datenauswertungen (Abb. 9). Die photogrammetrische Auswertung der Streuschäden erfolgt mit einem analogen (rein mechanischen) Gerät (z.B. KERN PG-2).

Die wichtigen Arbeitsschritte sind:

- Beschaffen der Uebersichtspläne mit den Totalschadenflächen und der Luftbilder
- Ausscheiden der Streuschadenflächen
- Photogrammetrische Auswertung
- Verifikation im Gelände und die Erfassung sämtlicher Daten der zusätzlich ausgewerteten Flächen
- Planfertigstellung

Dieses Verfahren ergibt eine vollständige Uebersicht über die Total- und Streuschäden. Bezüglich Verifikation, Korrekturen und Ergänzungen wird auf Abschnitt 3.2.2 verwiesen.

Soweit es die photogrammetrischen Geräte erlauben, können weitere Kartierungsarbeiten (Detailpläne, Ergänzungen der Erschliessung auf den Uebersichtsplänen) rationell durchgeführt werden. Bestandskarten können gesamthaft aktualisiert werden; letzteres erfordert allerdings aufwendige Handarbeit.

Die Uebertragung des gesamten Inventars auf Landeskarten, die Uebernahme der Daten in ein Geographisches Informationssystem, die spätere Anfertigung von Orthophotos sind sehr aufwendig und bringen zusätzliche, mit den Verfahren III und IV vermeidbare Kosten.

Sturmschadenkartierung mit analoger Photogrammetrie

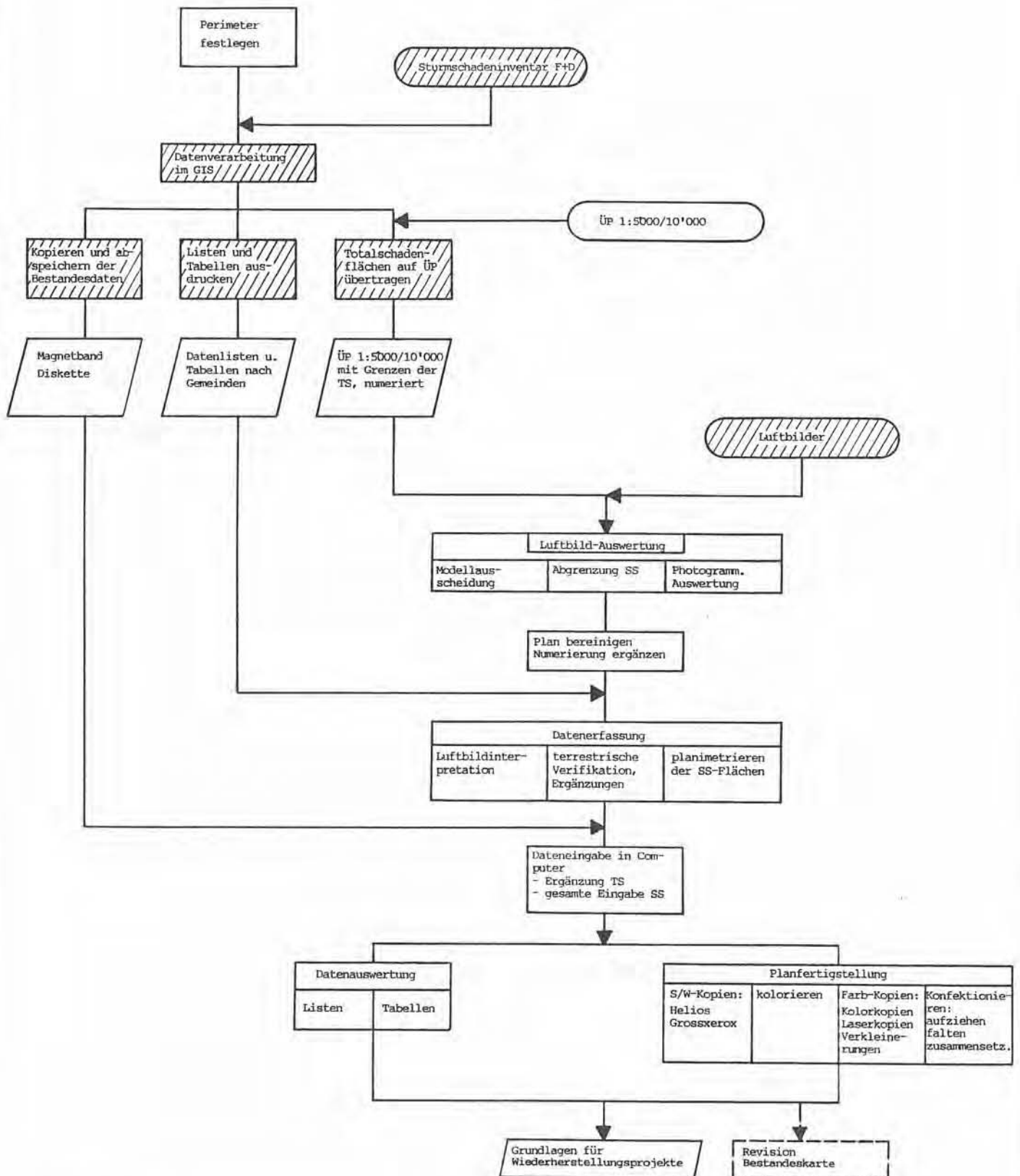


Abbildung 9

Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante II
 Uebernahme des Bundesinventars, Erfassung der
 Streuschäden, Verifikation, photogrammetrische
 Auswertung analog.

Schraffiert: den Kantonen vom Bund kostenlos
 bereitgestellte Grundlagen bzw. erbrachte
 Dienstleistungen.

3.2.4 Kartierungsvariante III:

"STURMSCHADENKARTIERUNG MIT DIGITALER PHOTOGRAMMETRIE"

Das Resultat der Kartierungsvariante III ist das gleiche wie bei der Variante II (Abb. 10). Der Unterschied liegt in der photogrammetrischen Auswertung. Sie erfolgt hier computergestützt; dabei sind zwei Typen digitaler Photogrammetriegeräte zu unterscheiden:

- a) Einfache Geräte, bei denen nur die ausgewerteten Linien und Punkte in digitaler Form gespeichert werden (z.B. KERN PG-2 mit PC-PRO-600)
- b) Hochwertige Geräte, die eine Bildwagensteuerung aufweisen und bei denen alle Orientierungsparameter und ausgewerteten Elemente digital gespeichert werden (z.B. WILD BC-x, KERN DSR-x)

Die übrigen Arbeitsschritte entsprechen denjenigen der Variante II.

Für die Modellorientierung sollten dieselben Passpunkte wie bei der Sturmschadeninventur des Bundes verwendet werden [erhältlich beim beauftragten Ingenieurbüro (LK 1:25'000, Daten)]. Dadurch reduziert sich der Aufwand bei der photogrammetrischen Auswertung und wird erreicht, dass die Streuschadenflächen, wo dies der Fall ist, exakt an die Grenzen der Total-schadenflächen anschliessen.

Eine nachträgliche Uebertragung der Daten in ein Geographisches Informationssystem ist möglich, da bereits alle Grenzen digital vorliegen. Allerdings ist zu beachten, dass Korrekturen der Grenzen, die bei der Verifikation oder bei der Planbearbeitung manuell gemacht werden, nicht in den Daten enthalten sind. Bei der Absicht, die Daten später in ein GIS zu übernehmen, sind die Korrekturen sorgfältig zu dokumentieren, damit sie zu gegebener Zeit digitalisiert werden können. Andernfalls entstehen unerwünschte Differenzen zwischen alten und neuen Kartendarstellungen.

Weitere Kartierungsarbeiten können rationell durchgeführt werden. Für die spätere Analyse der ehemaligen Bestockung, die Anfertigung von Geländeprofilen und Orthophotos müssen hochwertige photogrammetrische Auswertegeräte eingesetzt werden.

Sturmschadenkartierung mit digitaler Photogrammetrie

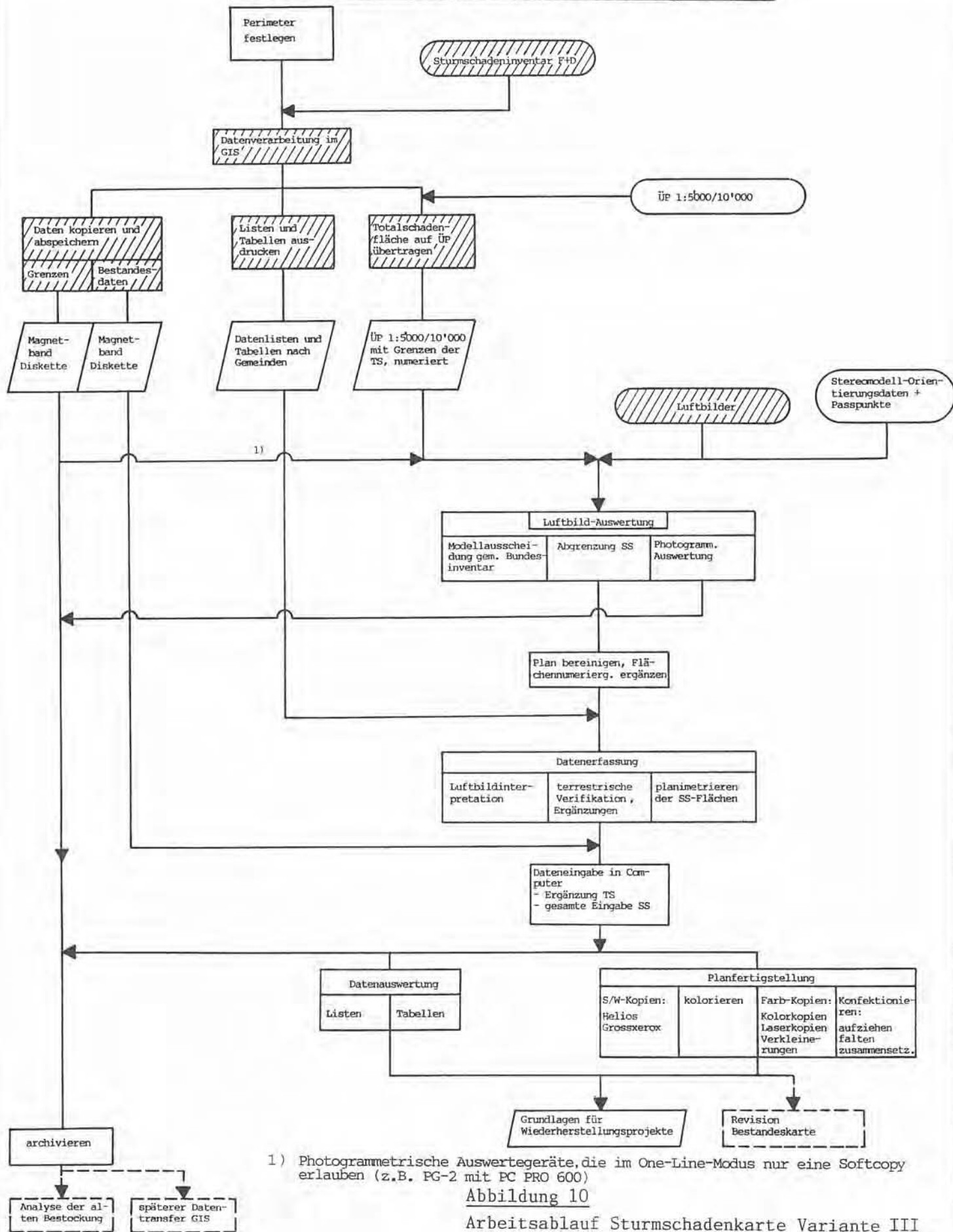


Abbildung 10

Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante III
 Uebernahme des Bundesinventars, Erfassung der Streuschäden, Verifikation, photogrammetrische Auswertung digital.

Schraffiert: den Kantonen vom Bund kostenlos bereitgestellte Grundlagen bzw. erbrachte Dienstleistungen.

3.2.5 Kartierungsvariante IV:

"GIS-INTEGRIERTE STURMSCHADENKARTIERUNG"

Kern der Kartierungsvariante IV ist die vollständige Integration eines Geographischen Informationssystems in den Arbeitsablauf (Abb. 11).

Die Bearbeitung der Daten mit einem GIS ist jedoch nur dann ratsam, wenn grössere Gebiete (grössere Datenmengen) auf die gleiche Art und Weise bearbeitet werden. Die modernen vektororientierten Systeme eignen sich für die Bearbeitung forstlicher Flächendaten und stellen ein grosses Instrumentarium für die Manipulation, Analyse und Darstellung der Daten zur Verfügung. Die Arbeiten müssen gut vorbereitet und zwecks Kostenreduktion oder -aufteilung, wenn möglich, mit anderen Institutionen und Projekten koordiniert werden.

Das Resultat dieser Variante ist das gleiche wie bei den Varianten II und III. Die Analyse- und Darstellungsmöglichkeiten (z.B. die Massstabsunabhängigkeit) sind jedoch bedeutend grösser, die weiteren Verwendungszwecke des Inventars vielfältiger. Wichtig sind folgende Punkte:

- Genaue Zielvorstellungen über die geplante geographische Datenbank, hier im besonderen das Sturmschadeninventar und seine Integration in ein umfassendes Forstliches Informationssystem, sind unabdingbare Voraussetzung.
- Da nebst Forstfachleuten und Luftbildspezialisten auch noch GIS-Fachleute am Projekt beteiligt sind, ist ein effizientes Projektmanagement noch erheblich bedeutender als bei einfacheren Kartierungsvarianten.
- Die photogrammetrische Auswertung muss mit einem digitalen Gerät erfolgen.
- Die erste Bearbeitung der graphischen Daten mit dem GIS muss unmittelbar auf die photogrammetrische Auswertung folgen.

GIS-integrierte Sturmschadenkartierung

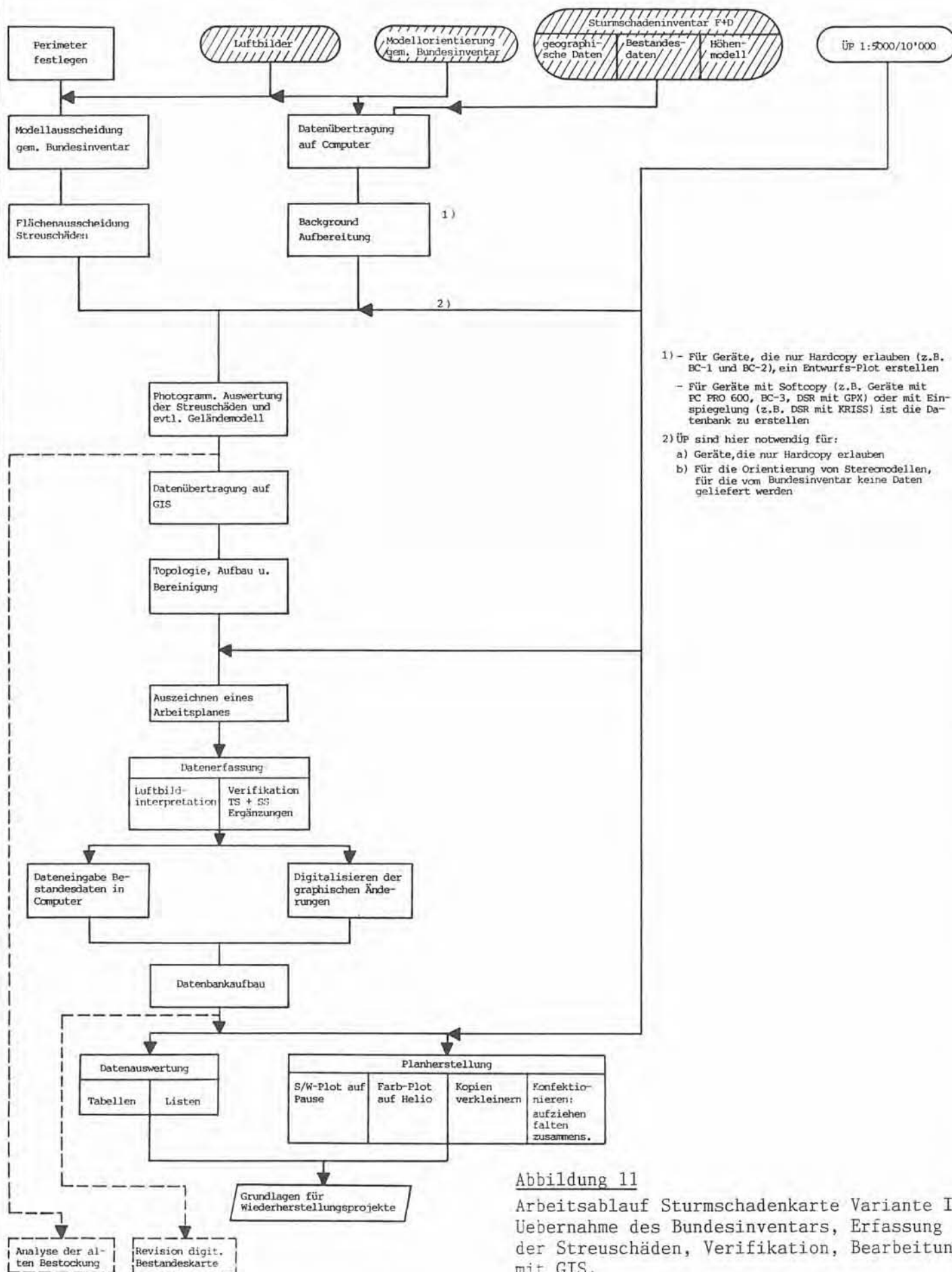


Abbildung 11

Arbeitsablauf Sturmschadenkarte Variante IV: Uebernahme des Bundesinventars, Erfassung der Streuschäden, Verifikation, Bearbeitung mit GIS.

Schraffiert: den Kantonen vom Bund kostenlos bereitgestellte Grundlagen bzw. erbrachte Dienstleistungen.

3.2.6 Gegenüberstellung der verschiedenen Varianten

Zusammenfassend werden hier die wichtigsten Punkte der vier Kartierungsvarianten einander gegenübergestellt (Tab.2). Für die Wahl des Kartierungsverfahrens sind nicht die unmittelbar entstehenden Karten ausschlaggebend, sondern die verschiedenen - teilweise erst zu einem späteren Zeitpunkt aktuellen - Verwendungsmöglichkeiten.

Tabelle 2 Charakteristika der vier Kartierungsvarianten

Kartierungs- variante	Charakteristika bezüglich		Summarische Bewertung
	Arbeitsablauf	Resultat	
I Verifizierte Totalschaden- karte	Sehr einfach (Verifikation im Gelände, Zeichenarbeiten).	Vollständiges Inventar der Totalschadenflächen, Karten, Listen, Datenzusammenstellung	Kostengünstig, einfach; gute Grundlage für Wiederherstellungsprojekte; Weiterverwendung eingeschränkt.
II Sturmschaden- karte mit ana- loger Photo- grammetrie	Einfach (Luftbildinterpretation, Photogrammetrie, Verifikation, Zeichenarbeiten).	Vollständiges Inventar der Total- u. Streuschadenflächen, Karten, Listen, Datenzusammenstellung.	Gute Grundlage für Wiederherstellungsprojekte; Weiterverwendung eingeschränkt.
III Sturmschaden- karte mit di- gitaler Photo- grammetrie	Einfach, durch digitale Photogrammetrie erhöhter Aufwand (Luftbildinterpretation, Photogrammetrie, Verifikation, Zeichenarbeiten).	Vollständiges Inventar der Total- u. Streuschadenflächen, Karten, Listen, Datenzusammenstellung; alle Daten digital gespeichert.	Gute Grundlage für Wiederherstellungsprojekte. Spätere Integration ins GIS gut möglich; zusätzliche Auswertung der Luftbilder sehr rationell.
IV GIS-integrier- te Sturmscha- denkartierung	Komplex, heute noch nicht sehr verbreitetes Arbeitsverfahren. Erfordert verschiedene Fachleute. Koordination wichtig.	Vollständiges Inventar der Total- u. Streuschadenflächen, Karten, Listen, Datenzusammenstellung. Vollständige Datenbank im Geographischen Informationssystem.	Teuerste Variante, aber Resultate am vielfältigsten weiterverwendbar.

3.3 Kartierungsbeispiel "Iltios"

Das dargestellte Beispiel entspricht im Ergebnis den Kartierungsvarianten II, III und IV; die Bearbeitung erfolgte gemäss Variante IV. Die Totalschadenflächen mit den entsprechenden Daten wurden dem Bundesinventar entnommen. Die Streuschäden wurden in zwei Kategorien erfasst. Zusätzlich wurde im vorliegenden Beispiel die Sturmschadenkartierung mit den Grenzen des Grundeigentums überlagert. Die Unterteilung der Schadenflächen nach Grundeigentümern ist bei den meisten forstlichen Wiederherstellungsprojekten erforderlich. Grundlage hierzu sind Grundbuchpläne oder Uebersichtspläne mit Parzellengrenzen.

Ueber jede Schadenfläche bestehen folgende Informationen:

- Sturmschadenkategorie
- Eigentümer
- Hangneigung, Exposition, Höhenlage
- Flächeninhalt

Der orkanartige Weststurm vom Februar 1990 richtete im obersten Toggenburg verheerende Schäden an. Das Kartierungsbeispiel "Iltios" liegt südlich von Unterwasser (Gemeinde Alt St. Johann) in einer Höhenlage zwischen 1200 und 1600 m ü.M. (Abb.12) und wird im oberen Bereich durch die Chäserenalp, im unteren Teil durch die Alp Iltios begrenzt.

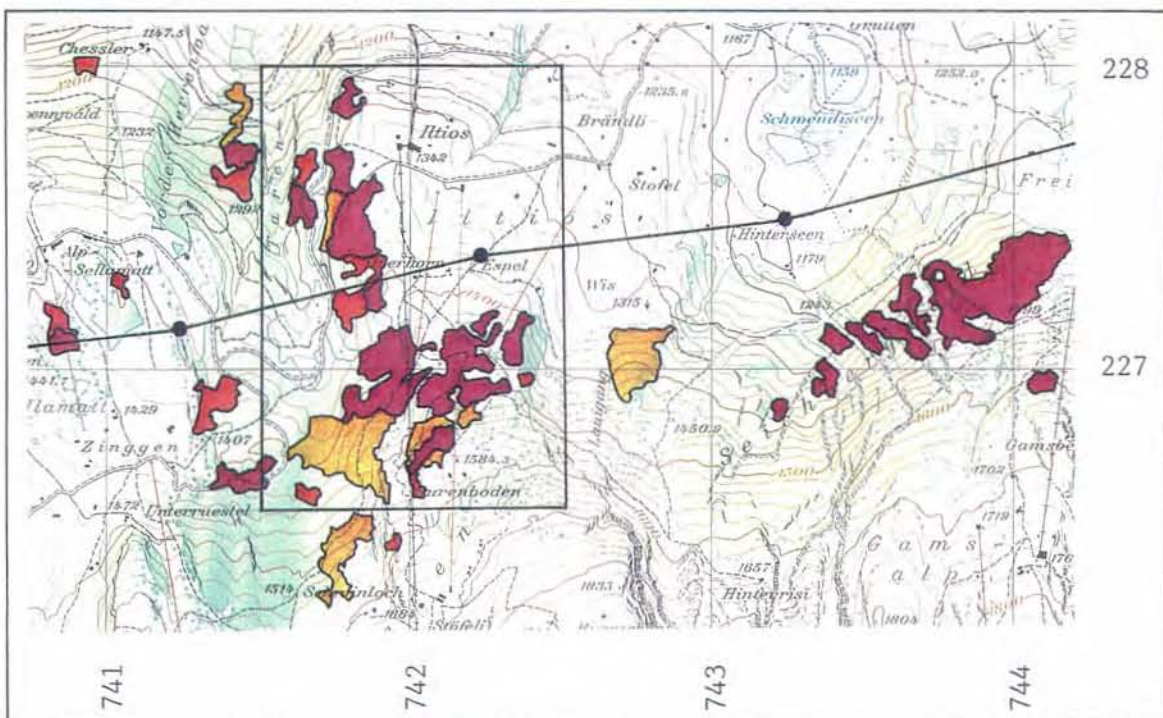
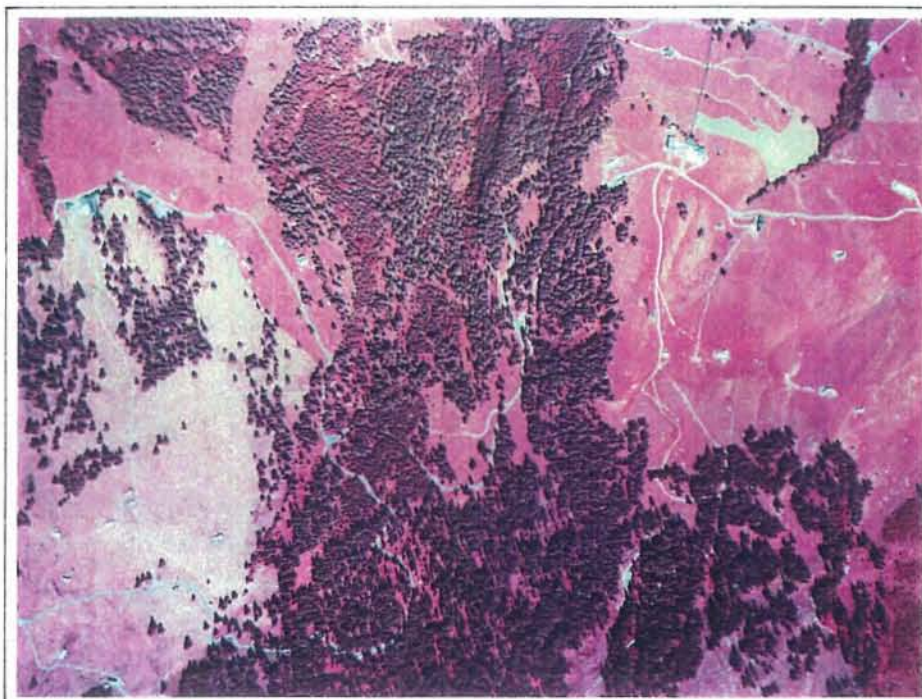


Abbildung 12 Das Kartierungsbeispiel Iltios

Ausschnitt aus der LK 1:25'000, Blatt Nr. 1134, mit eingezeichneter Fluglinie und 3 Sturmschadenkategorien: Totalschäden (rot), mittlere Streuschäden (orange) und leichte Streuschäden (gelb).



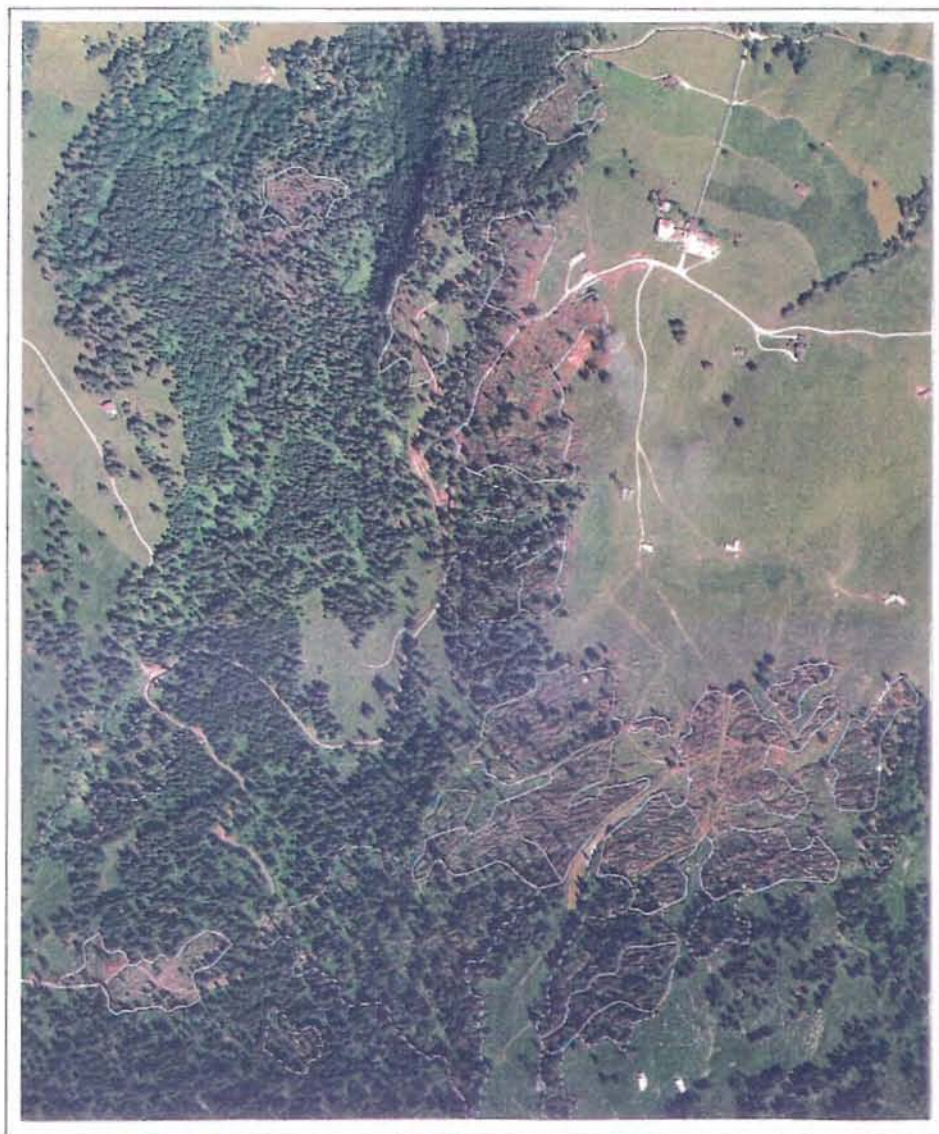
A: Infrarot-Luftbildausschnitt des Beispieles "Iltios",
Gemeinde Alt St. Johann SG, FL 642, Bild-Nr. 1031, 3.8.86.



B: Normalfarbiger Luftbildausschnitt des Beispieles "Iltios",
Gemeinde Alt St. Johann SG, FL 83, Bild-Nr. 837, 26.6.90.

Abbildung 13 A + B: Luftbildausschnitte des Testgebietes vor dem Sturm (A) und nach dem Sturm (B) vom Februar 1990. Unterschiedliche Schadenbilder in Abhängigkeit vom vorherigen Waldzustand (Deckungsgrad, Entwicklungsstufe).

Legende zu	B:	(1) bis (4):	Totalschäden im stark aufgelockerten Wald-Weide- Uebergangsbereich
		(5):	Total geschädigte Kleinkollektive
		(6) bis (7):	Totalschäden in vorherig leicht aufgelockerten Be- ständen
		(8):	Totalschaden in sehr stark aufgelockertem Weidewald
		(9) bis (11):	Alte Blößen
		(12) bis (15):	Streuschäden in vorgängig nur leicht aufgelockerten Beständen
		(16) bis (17):	Streuschäden in stark bis sehr stark aufgelockerten Weidewäldern



Normalfarbiger Luftbildausschnitt des Beispielles "Iltios",
Gemeinde Alt St. Johann SG, FL 83, Bild-Nr. 835, 26.6.90.

Abbildung Ausscheidung von Totalschadenflächen
 ($DG \leq 0.2$, Signatur ———)
 und Streuschäden
 ($0.2 < DG \leq 0.6$, Signatur - - - - -)

Abbildung 13 zeigt das Beispiel "Iltios" A) vor (Zustand 3.8.1986, farbige Infrarotaufnahme) und B) nach dem Sturm (Zustand 26.6.1990, Normalfarbaufnahme). In diesem Gebiet wurden geschlossene, leicht bis sehr stark aufgelockerte Bestände und isolierte Kleinkollektive vom Sturm betroffen. Abbildung 14 illustriert das Schadenbild anhand der ausgeschiedenen Total- und Streuschäden.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die Legende und die Sturmschadenkarte. Die Tabellen 3 bis 8 geben Aufschluss über die verschiedenen quantitativen Beziehungen der erfassten Merkmale zueinander. Von der gesamten Waldfläche im bezeichneten Perimeter von 90 ha (100%) wurden 19.5 ha (22%) total geschädigt ($DG \leq 0.2$), und 14.2 ha (16%) fallen in die Kategorie "Streuschäden" ($0.2 < DG \leq 0.6$). Es gibt keine Hinweise, dass die Verteilung der zerstörten Flächen in einer Beziehung zur ursprünglichen Bestandesstabilität steht.

Die geschädigten Flächen verteilen sich auf fünf verschiedene Eigentümer. Alle Schadenflächen der Alpkorporation Iltios stehen unter grossem Wild- und Weidedruck und werden durch den Sommer- und Wintertourismus stark belastet. In den Schadenflächen der übrigen Eigentümer sind diese Belastungen, mit Ausnahme des Wilddruckes, gering. Die Lage und Verteilung der einzelnen Schadenflächen sowie deren Schädigungsgrad lassen bereits erste Schlüsse zu im Hinblick auf die bevorstehende Wiederherstellung.

Sturmschadeninventar 1990

Kanton :

Gebiet :




Sturmschadenkarte 1:5000

Grundlage : Normalfarbige Luftbilder, Bildmassstab ca 1:15'000

Photogrammetrische Auswertung :

Verifikation :

Ergänzungen :

	<u>Kategorie</u>	<u>Deckungsgrad</u>	<u>Bezeichnung</u>
	stark	$0,0 < DG \leq 0,2$	Totalschäden
	mittel	$0,2 < DG \leq 0,4$	} Streuschäden
	leicht	$0,4 < DG \leq 0,6$	

 Eigentumsgrenzen

Ort, Datum:

Projektverfasser:

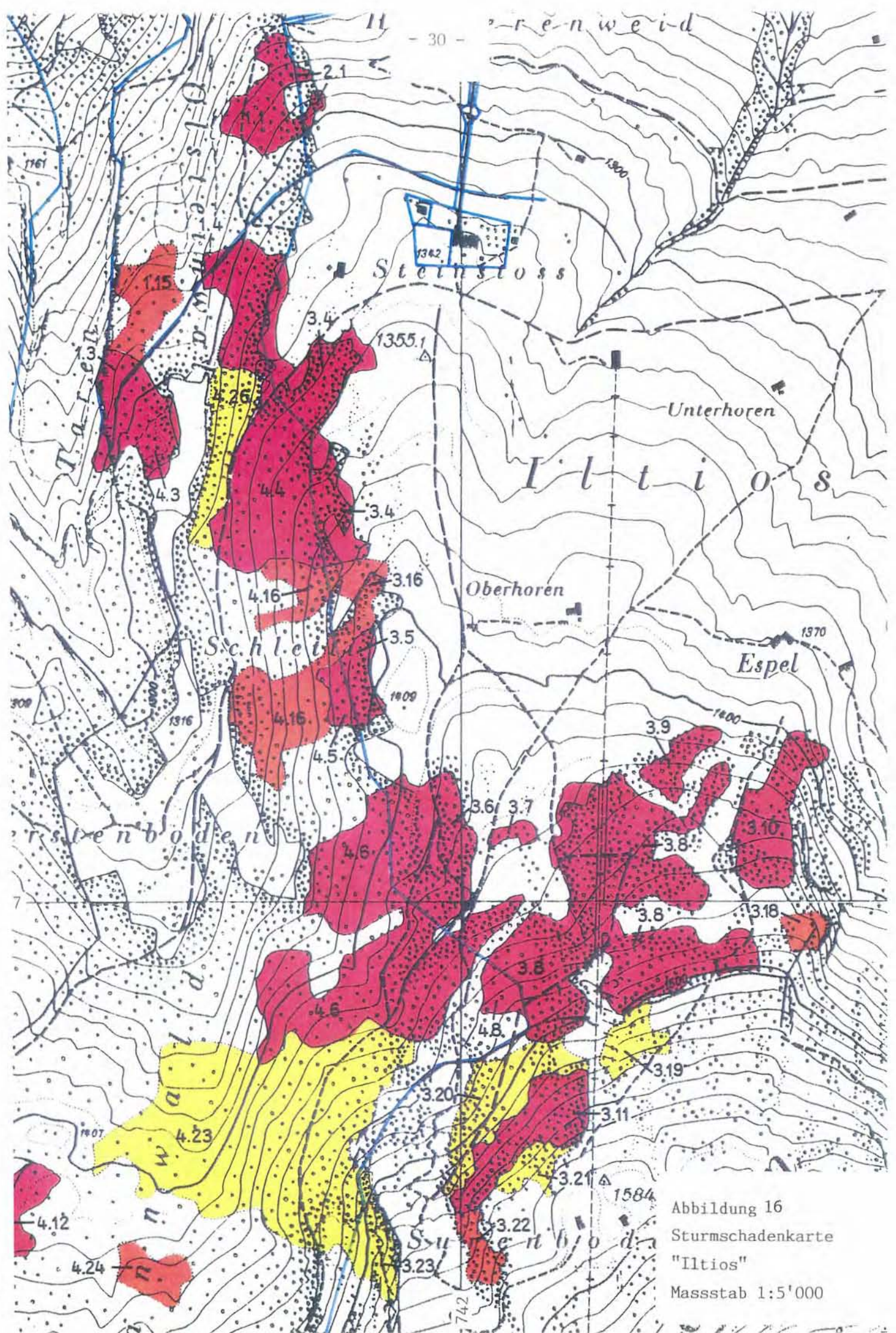


Abbildung 16
 Sturmschadenkarte
 "Iltios"
 Massstab 1:5'000

Sturmschadeninventar 1990

Kanton : St. Gallen

Forstkreis : Toggenburg

Gemeinde: Alt. St. Johann

Wiederherstellungsprojekt: Iltios

Tabelle 3 Sturmschadenkategorien nach Eigentümer

Eigentümer	Total- schaden ha	mittl. Streu- schaden ha	leichter Streu- schaden ha	Total ha
Waldkorporation Eulstein	0,89	0,60	-	1,49
Feiss, A. Unterwasser	0,13	-	-	0,13
Looser, M. Unterwasser	0,79	0,90	0,94	2,63
Alpkorporation Iltios	9,86	0,83	2,01	12,70
Ortsgemeinde Alt St. Johann	7,84	3,13	5,79	16,76
Total	19,51	5,46	8,74	33,71

Tabelle 4 Anzahl Flächen nach Eigentümern und Sturmschadenkategorien

Eigentümer	Total- schaden	mittl. Streu- schaden	leichter Streu- schaden	Total
Waldkorporation Eulstein	3	1	-	4
Feiss, A. Unterwasser	1	-	-	1
Looser, M. Unterwasser	1	1	1	3
Alpkorporation Iltios	8	3	4	15
Ortsgemeinde Alt St. Johann	6	3	2	11
Total	19	8	7	34

Sturmschadeninventar 1990

Kanton : St. Gallen

Forstkreis : Toggenburg

Gemeinde: Alt St. Johann

Wiederherstellungsprojekt: Iltios

Tabelle 5 Mittelwerte Hangneigung/Höhenlage nach Sturmschadenkategorien

	Totalschäden	Mittlere Streuschäden	Leichte Streuschäden	Gesamt
Mittlere Hangneigung	38 %	31 %	44 %	38 %
Mittlere Höhenlage	1340 m ü.M.	1350 m ü.M.	1410 m ü.M.	1360 m ü.M.

Tabelle 6 Zusammenfassung der Geländemerkmale
Totalschäden

Exposition	Hangneigungsklasse (ha)					
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%	> 100%	Total
N	1,37	1,44	-	-	-	2,81
NW	1,51	10,24	3,27	-	-	15,02
W	-	0,52	0,25	-	-	0,77
SW	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-
NE	-	-	0,91	-	-	0,92
Total	2,88	12,20	4,43	-	-	19,51

Streuschäden

Exposition	Hangneigungsklasse ha					
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100%	> 100%	Total
N	0,60	1,84	0,33	-	-	2,77
NW	-	6,43	1,41	-	-	7,84
W	-	1,29	0,68	-	-	1,97
SW	-	-	-	-	-	-
S	-	-	-	-	-	-
SE	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-
NE	1,45	0,17	-	-	-	1,62
Total	2,05	9,73	2,42	-	-	14,20

Sturmschadeninventar 1990

Kanton : St. Gallen

Forstkreis : Toggenburg

Gemeinde: Alt St. Johann

Wiederherstellungsprojekt: Iltios

Sturmschaden :	3	Totalschaden	0,0 ≤ DG ≤ 0,2
	2	mittlerer Streuschaden	0,2 < DG ≤ 0,4
	1	leichter Streuschaden	0,4 < DG ≤ 0,6

Eigentümer: Alpkorporation Iltios

Flächen- nummer	Sturm- schaden	Hang- neig. %	Expo- sition	Höhen- lage m ü.M.	Fläche ha	
3.4	3	20	NW	1350	1.51	
3.5	3	33	W	1395	0.36	
3.6	3	25	NW	1410	1.55	
3.7	3	14	N	1428	0.10	
3.8	3	32	NW	1460	4.15	
3.9	3	42	N	1430	0.33	
3.10	3	62	NO	1440	0.91	
3.11	3	55	NW	1530	0.95	
3.16	2	33	NW	1390	0.44	
3.18	2	40	NO	1475	0.17	
3.19	1	50	N	1520	0.33	
3.20	1	66	NW	1490	0.99	
3.21	1	75	NW	1560	0.20	
3.22	2	50	NW	1550	0.22	
3.23	1	33	NW	1530	0.49	

Eigentümer: Ortsgemeinde Alt St. Johann

Flächen- nummer	Sturm- schaden	Hang- neig. %	Expo- sition	Höhen- lage m ü.M.	Fläche ha	
4.3	3	28	NW	1300	0.71	
4.4	3	66	NW	1360	2.32	
4.5	3	33	W	1385	0.16	
4.6	3	38	NW	1420	3.19	
4.8	3	46	N	1470	0.19	
4.12	3	17	N	1405	1.27	
4.16	2	40	W	1350	1.29	
4.23	1	38	NW	1430	5.11	
4.24	2	25	NW	1425	0.39	
4.25	2	20	NO	1370	1.45	
4.26	1	50	W	1320	0.68	

Tabelle 7 Listen der Sturmschadenflächen der Alpkorporation Iltios und der Ortsgemeinde Alt St. Johann

Sturmschadeninventar 1990

Kanton : St.Gallen

Forstkreis : Toggenburg

Gemeinde: Alt St.Johann

Wiederherstellungsprojekt: Iltios

Sturmschaden :	3	Totalschaden	Deckungsgrad
	2	mittlerer Streuschaden	$0,0 \leq DG \leq 0,2$
	1	leichter Streuschaden	$0,2 < DG \leq 0,4$
			$0,4 < DG \leq 0,6$

Eigentümer: Waldkorporation Eulstein

Flächen- nummer	Sturm- schaden	Hang- neig. %	Expo- sition	Höhen- lage m ü.M.	Fläche ha	
1.1	3	41	NW	1280	0.64	
1.3	3	50	W	1290	0.21	
1.4	3	50	W	1290	0.04	
1.15	2	24	N	1280	0.60	

Eigentümer: Feiss, A., Unterwasser

Flächen- nummer	Sturm- schaden	Hang- neig. %	Expo- sition	Höhen- lage m ü.M.	Fläche ha	
2.1	3	41	N	1280	0.13	

Eigentümer: Looser, M., Unterwasser (Miteigt.)

Flächen- nummer	Sturm- schaden	Hang- neig. %	Expo- sition	Höhen- lage m ü.M.	Fläche ha	
5.2	3	40	N	1210	0.79	
5.13	1	45	N	1150	0.94	
5.14	2	33	N	1245	0.90	

Tabelle 8 Listen der Sturmschadenflächen der Alpkorporation Eulstein, von A. Feiss, Unterwasser, und von M. Looser, Unterwasser

4 WEITERE VERWENDUNGSMÖGLICHKEITEN VON LUFTBILDERN

4.1 Illustration und Dokumentation

Flugaufnahmen stellen wichtige und sehr genaue Zeitdokumente dar. Die heutigen photographischen Reproduktionsverfahren (Dias, Farbkopien, Prokifolien) erlauben eine vielseitige Anwendung der Bildinformationen bei Projektierungen und/oder bei der Oeffentlichkeitsarbeit. Als "aktuellste" Informationsquelle sind Luftbilder vor allem geeignet, neue Plan- und Kartengrundlagen zu erstellen oder bereits bestehende nachzuführen. Waldflächenveränderungen (Rodungen, Aufforstungen, Einwachsen von Brachland, Flächenschäden wie jetzt durch Sturm) lassen sich mit Hilfe von alten und neuen Luftbildern präzise dokumentieren. Bei rechtlichen Auseinandersetzungen kann das Luftbild einen unbestechlichen Beitrag leisten.

4.2 Detailpläne und Höhenkurven

Die Sturmschadenflächen werden auf die neuesten Ausgaben der Uebersichtspläne 1:5'000 bzw. 1:10'000 übertragen. Bei den Uebersichtsplänen 1:5'000 handelt es sich vor allem im Alpen- und Voralpengebiet meistens um photographische Vergrösserungen des Uebersichtsplanes 1:10'000.

Mit dem vorliegenden Bildmaterial im Massstab 1:15'000 können Detailpläne (Situationen) bis zu einem Massstab von ca. 1:2'500 angefertigt werden. Eine Verdichtung der Höhenkurven ist dann bis auf eine Aequidistanz von 2 m sinnvoll. Solche Plangrundlagen können bei aufwendigen technischen Verbauungsprojekten oder in Forschungsprojekten nützliche Dienste leisten und mit zusätzlichen Informationen über Infrastruktur, bestehende Verbauungen, geomorphologische Einzelheiten und waldbauliche Details aufgewertet werden.

4.3 Orthophotos

Orthophotos sind entzerrte Luftbilder, die in allen Teilen einen gleichmässigen, bestimmten Massstab aufweisen. Folgende Begriffe sind üblich (Tab. 9):

Tabelle 9 Orthophoto-Begriffe

Orthophoto	Produkt aus einem Stereomodell
Orthophotoplan	Zusammensetzung mehrerer Orthophotos
Orthophotokarte	Orthophoto oder Orthophotoplan mit Ueberdruck (Höhenkurven, Lokalnamen etc.)

Das Orthophoto allein gibt kaum Hinweise auf die topographischen Verhältnisse. Derselbe Bildausschnitt, jedoch mit weiss

aufgedrucktem Koordinatennetz und Höhenkurven, ermöglicht eine erheblich bessere Orientierung im Gelände.

Orthophotos enthalten sehr viel Details, im Gegensatz zu einer Karte, die stets generalisiert, bestimmte Informationen unterdrückt und andere hervorhebt. Orthophotos eignen sich nicht als Grundlage für thematische Karten.

4.4 Profilaufnahmen

Auf herkömmliche Art werden Längen- und/oder Querprofile je nach Genauigkeitsanforderungen aus Uebersichtsplänen, aus Detailplänen oder durch Feldaufnahmen erstellt. Sie können aber auch auf rationelle Art direkt photogrammetrisch aus Luftbildern gemessen und auf Pläne ausgezeichnet werden. Diese Anwendung beschränkt sich jedoch auf eher aufwendige resp. umfangreiche Projekte oder auf wissenschaftliche Arbeiten, wo umfassende und genaue Planungsgrundlagen benötigt werden.

Einen Sonderfall der Luftbildauswertung stellt in diesem Zusammenhang die Beurteilung von Wildbächen und deren Einzugsgebieten dar. Insbesondere in schwierigem Gelände und bei umfangreichen Sanierungskonzepten lohnt sich eine hydrologische Kartierung von Gerinnen mittels Luftbildern für die Planung von Wildbachverbauungen. Ebenso ist die Verwendung von Luftbildern hilfreich für die photogrammetrische Analyse von Rutsch- und Kriechgebieten, eventuell unter Einbezug alter Bilder [THEE, ZELLER, HAEGELI 1990].

4.5 Aktualisierung der Erschliessung

Der Nachführungsstand der Strassen ausserhalb des Siedlungsgebietes ist häufig schlecht. Mit den vorliegenden Luftbildern besteht die Möglichkeit, die Erschliessung für forstliche Zwecke auf den Uebersichtsplänen nachzuführen.

Genaue Angaben über die auszuwertenden Strassenabschnitte erleichtern dem Photogrammeter die Arbeit und reduzieren den Aufwand. Aeltere Wege, die bereits wieder durch Baumkronen über-schirmt sind, benötigen ergänzende Feldaufnahmen.

4.6 Herkömmliche Bestandeskarten

Die Abgrenzung und Klassifizierung von Waldbeständen sind eine Hauptanwendung des Luftbildes in der Forstwirtschaft. Bestandesgrenzen und -merkmale werden mit einer Kombination aus Luftbildauswertung und -interpretation und anschliessender terrestrischer Verifikation erfasst. Die auf Karten und Pläne übertragenen Informationen liefern für die Waldbewirtschaftung unentbehrliche Planungsgrundlagen.

In zahlreichen Fällen kann unter Einsparung finanzieller Mittel parallel zur Schadenkartierung eine Bestandeskarte hergestellt oder überarbeitet werden. Das Luftbildmaterial der Sturmschadenbefliegung (normalfarbig, 1:15'000) eignet sich hierzu hervorragend.

In Gebieten mit vorhandenen Bestandeskarten, deren Grenzen ebenfalls photogrammetrisch ausgewertet wurden, ist eine Verknüpfung mit den numerisch vorliegenden Sturmschadendaten sinnvoll. Je nach Schädigungsgrad erfolgt entweder

- eine Korrektur/Bereinigung der alten Bestandesgrenzen, abhängig von der Art der photogrammetrischen Auswertung:
 - analog ---> manuelle Bearbeitung
 - digital ---> digitale Bearbeitung
- oder eine vollständige Neubearbeitung der Bestandesauscheidung.

In Gebieten ohne Bestandeskarten ist eine neue Bestandeskartierung empfehlenswert. Dabei müssen einige Punkte beachtet werden:

- Alle total geschädigten Flächen sind bereits gemäss festgelegten Kriterien des Bundesinventars ausgewertet und werden in der vorliegenden Form übernommen.
- Streuschadenflächen, sofern fakultativ im Rahmen von Kantonsinventaren gemäss festgelegten Kriterien ausgewertet, werden in der vorliegenden Form übernommen.
- Die Festlegung und Interpretation von flächenbezogenen Bestandesmerkmalen [Entwicklungsstufe, Deckungsgrad (ev. Beschirmungs-, Schlussgrad), Mischungsart, -grad, -form, Bewirtschaftungsform] hängen von den Wünschen der Benützer ab.

5 ZUSAMMENFASSUNG/RESUME

Zusammenfassung

Die vorliegende Broschüre informiert über Möglichkeiten der Luftbilddauswertung bei Sturmschäden im Wald und soll Entscheidungshilfen bieten bei der Wahl zweckmässiger Inventurverfahren als Grundlage für die Wiederherstellung der Schadenflächen.

Das enorme Schadenausmass der Sturmkatastrophe vom Februar 1990 veranlasste den Bund, in Zusammenarbeit mit den Kantonen und Privaten eine gesamtschweizerische Uebersicht über die Totalschadenflächen (Deckungsgrad der Restbestockung ≤ 0.2) zu erstellen. Kern dieses Sturmschadeninventars bilden die flächenmässige Erfassung der Sturmschäden auf normalfarbigen Luftbildern im Massstab 1:15'000 und die Verarbeitung der so erhobenen Daten mit einem Geographischen Informationssystem. Ergebnis ist eine Datenbank mit folgenden Angaben zu jeder einzelnen Sturmfläche: Flächennummer, genauer Grenzverlauf, Höhenlage, Exposition, Hangneigung, Flächeninhalt, Gemeinde und Kanton. Diese Daten werden kartographisch dargestellt und statistisch ausgewertet.

Auf der Stufe Bund werden sämtliche Totalschadenflächen auf Landeskarten 1:25'000 ausgezeichnet. Die interessierten Kantone erhalten auf gelieferten Uebersichtsplänen 1:5'000 oder 1:10'000 die ausgeplotteten Sturmschadenflächen, gemeindeweise geordnete Flächen- und Datenlisten oder sämtliche Informationen auf EDV-Datenträgern.

Für weitergehende Sturmschadeninventare der Kantone werden vier verschiedene Kartierungsvarianten vorgestellt. Die einfachste Variante beinhaltet nur die Totalschadenflächen. Die drei weiteren Varianten umfassen zusätzlich die Streuschadenflächen mit einer verbliebenen Restbestockung (Deckungsgrad 0,2 bis 0,6) und zeigen Einsatzmöglichkeiten von unterschiedlichen Photogrammetrie- und EDV-Ausrüstungen. Das vorgestellte Fallbeispiel wird gemäss der GIS-integrierten Sturmschadenkartierung bearbeitet.

Den Abschluss bilden einige Hinweise über die weitergehende Verwendung von Luftbildern im Zusammenhang mit der Sturmschaden- und Wiederherstellungsproblematik.

Résumé

Le présent rapport informe sur les possibilités d'interprétation de vues aériennes lors de dégâts en forêt, dus à la tempête. Il doit faciliter le choix de la procédure adéquate d'inventorisation, qui est à la base de la reconstitution de surfaces sinistrées.

L'énorme étendue des dégâts dus à la tempête de février 1990 a amené la Confédération à établir une vue d'ensemble des surfaces totalement endommagées (degré de couverture du peuplement restant ≤ 0.2), en collaboration avec les cantons et des particuliers. Cet inventaire des dégâts dus à la tempête a été établi à partir de vues aériennes des dégâts, en couleur et à l'échelle 1:15'000e et du traitement des données ainsi recueillies à l'aide d'un système d'information géographique (SIG). Le résultat consiste en une banque de données fournissant, pour chaque surface sinistrée, les données suivantes: numéro de la surface, tracé exact des limites, altitude, exposition, déclivité, composition de la surface, commune et canton. La représentation cartographique de ces données est complétée par une interprétation statistique.

A l'échelon fédéral, toutes les surfaces totalement endommagées sont dessinées sur des cartes nationales au 1:25'000e. Les surfaces endommagées par la tempête seront reportées sur des plans d'ensemble au 1:5'000e ou 1:10'000e, livrés par les cantons intéressés à ces résultats. Avec ces plans en retour, les cantons recevront également des listes des surfaces et des données, classées par communes. Ils peuvent aussi recevoir toutes les informations sur des supports informatiques.

Quatre variantes différentes de cartographie sont présentées pour des inventaires cantonaux des dégâts allant plus loin. La variante la plus simple ne comprend que les surfaces totalement endommagées. Les trois autres variantes comprennent également les surfaces de dégâts partiels, avec un peuplement restant (degré de couverture: 0.2 à 0.6). Elles montrent les possibilités d'utilisation de différents équipements photogrammétriques et informatiques. L'exemple type présenté est traité à l'aide du relevé cartographique intégré des dégâts dus à la tempête, établi à l'aide du SIG.

Le rapport s'achève avec des indications sur l'utilisation de vues aériennes en relation avec le problème des dégâts dus à la tempête et de la reconstitution des surfaces sinistrées.

BENÜTZTE UND EMPFOHLENE LITERATUR

- SVW/EAFV/BFF (Hrsg.), 1984: Handbuch für die Bewältigung von Waldschadenereignissen. Gesamtbearbeitung von G. Schwager und A. Stauffer, Teufen, Flück-Wirth, Ringordner.
- FREI, C., KOELBL, O., SCHMID-HAAS, P., 1976: Beiträge zur Bestandeskarte, Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Ber., Nr. 147, 75 S.
- HUSS, J. (Hrsg.), 1984: Luftbildmessung und Fernerkundung in der Forstwirtschaft. Karlsruhe, Wichmann, 406 S.
- KOELBL, O., 1976: Anwendung des Luftbildes in der Schweizer Forstpraxis. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 74, 10: 295-301. Et: Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Ber., Nr. 188, 7 S., 1 ganzseitige Farbbeilage.
- KOELBL, O., 1977: Fernerkundung in der Schweiz. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 75, 9: 281-289. Et: Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Ber., Nr. 178, 9 S.
- KURTH, A., RHODY, B., et. al., 1962: Die Anwendung des Luftbildes im schweizerischen Forstwesen. Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 38, 1: 1-224.
- SCHERRER, H.U., GAUTSCHI, H., HAUENSTEIN, P., 1990: Waldzustandserfassung mit Infrarot-Luftbildern. Schlussberichte Programm Sanasilva 1984-1987, Teilprogramm Nr. 3. Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Ber., Nr. 318, 102 S.
- SCHOENENBERGER, W., RUESCH, W., 1990: Wiederbewaldung nach Sturmschäden. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch., Merkbl. Forstprakt. Nr. 17, 6 S.
- SCHWARZENBACH, F.H., OESTER, B., SCHERRER, H.U., GAUTSCHI, H., EICHRODT, R., HUEBSCHER, R., HAEGELI, M., 1986: Flächenhafte Waldschadenerfassung mit Infrarot-Luftbildern 1:9000. Methoden und erste Erfahrungen. Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Ber., Nr. 285, 76 S.
- THEE, P., ZELLER, J., HAEGELI, M., 1990: Wildbachverbau; Photogrammetrische Geländeauswertungen. Eidgenöss. Anst. forstl. Versuchswes., Ber., Nr. 324, 44 S.
- TRACHSLER, H., 1989: Grundlagen und Beispiele für die Anwendung von Luftaufnahmen in der Raumplanung. Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung, Bericht, Nr. 41, 4. unveränderte Neuauflage, 65 S.
- WANGLER, F., 1974: Die Sturmgefährdung der Wälder in Südwestdeutschland. Eine waldbauliche Auswertung der Sturmkatastrophe 1967. Diss. Uni Freiburg/Br., 224 S.