

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Luzern
Band: 30 (1988)

Artikel: Waldschadenerhebungen an der Rigi-Südseite
Autor: Baumann, Reto
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-523790>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 17.01.2026

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

Waldschadenerhebungen an der Rigi-Südseite

RETO BAUMANN

Zusammenfassung

Im Herbst 1983 gaben der Bund und die Kantone das «SANASILVA»-Programm in Auftrag. Im Kanton Luzern wurden bis 1988 von 7500 ha oder von 20% der Waldfläche mit Hilfe von Infrarot-Luftbildern Waldschadenkartierungen gemacht. An der Rigi wurden 871 ha Wald untersucht. Für dieses Gebiet beträgt die mittlere Schadenintensität für alle Baumarten $S=1,1$; d. h. nur 50% der Bäume sind gesund, 40% schwach und 10% stark geschädigt. Je älter der Bestand, desto stärker ist der Schaden; bei Nadelbäumen ist er grösser als bei Laubbäumen. Die Schadenschwerpunkte liegen bei Gebieten mit Windwurf oder extremem Standort. Die Kontrolle und Pflege der Wälder beschönigen die Untersuchungsresultate. Es werden Technik und Methode der Kartierung erklärt. Über den Schadenverlauf können noch keine Angaben gemacht werden. Die vorliegende Arbeit ist eine Zustandserfassung vom Sommer 1986.

Résumé

En automne 1983 la confédération et les cantons ont commandé le programme «SANASILVA». Dans le canton de Lucerne 7500 ha, soit 20% de l'extension des forêts furent cartographiés à l'aide de photographies aériennes infrarouges. 871 ha de forêts de la région du Rigi furent cartographiés.

Dans cette région l'intensité moyenne des dégâts est pour toutes les espèces d'arbres $S=1,1$; c'est-à-dire que seulement 50% des arbres sont sains, 40% sont faiblement et 10% gravement atteints. Le degré des dégâts est en rapport direct avec l'âge des arbres. Les arbres les plus vieux sont les plus atteints. Les dégâts constatés aux conifères sont plus graves que ceux aux arbres à feuilles caduques. Les dégâts les plus graves furent découvertes dans les régions exposées au vent. Le contrôle et l'entretien des forêts pallient les résultats des recherches. La technique et la méthode de la cartographie sont expliquées. On ne peut pas encore donner des déclarations sur l'évolution des dégâts. Le présent travail est un recensement de l'état de l'été 1986.

Abstract

In autumn 1983, Confederation and Cantons issued instructions for the «SANASILVA» programme. In Canton Lucerne, up to 1988, the forest damage evident in 7500 ha., or 20% of woodland, has been charted by means of infrared aerial photography. Of that, 871 ha. of woodland is on the Rigi. Damage intensity for all types of trees in this region has reached medium level ($S=1.1$). This means that only 50% of trees remain healthy; 40% are lightly and 10% heavily affected. The older the forest stand, the more serious the damage. Conifers are more

vulnerable than deciduous trees. More intensive damage is to be found in areas with blowdowns or of extreme positioning. Forestry care and planning tend to palliate the results of research. The

technical aspects and methods of charting are explained. Details concerning the course of damage cannot yet be elucidated. The present article shows the state of coverage in Summer 1986.

1. Einleitung

Regelmässig tauchen Meldungen über den schlechten Gesundheitszustand unserer Wälder in den Schlagzeilen der Presse auf. In der Forstwirtschaft ist dieses Problem schon seit einiger Zeit zu einem zentralen Thema geworden. Bereits im Herbst 1983 starteten der Bund und die Kantone ein umfangreiches Programm mit dem Ziel, den Gesundheitszustand unserer Wälder sowie die Ausbreitung und Entwicklung der Schäden festzustellen. Dieses Programm erhielt den klingenden Namen SANASILVA. Grundsätzlich stehen für dieses Vorhaben verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung.

Zur Hauptsache kamen bis heute zwei Methoden zur Anwendung: terrestrische Stichprobenerhebung und flächenhafte Waldschadenkartierung mit Infrarot-Luftbildern. Bei der Stichprobenerhebung werden an bestimmten Stellen im Wald die Bäume vom Boden aus bezüglich ihres Gesundheitszustandes beurteilt. Je nach Dichte des Stichprobennetzes können Aussagen über die Waldschäden von Grossregionen (z. B. Mittelland, Jura usw.) oder von einzelnen Kantonen gemacht werden. Zur Erfassung von lokalen und regionalen Schadensituationen wurde die zweite Methode, also die Waldschadenkartierung mit Hilfe von Infrarot-Luftbildern, angewendet. Diese Methode

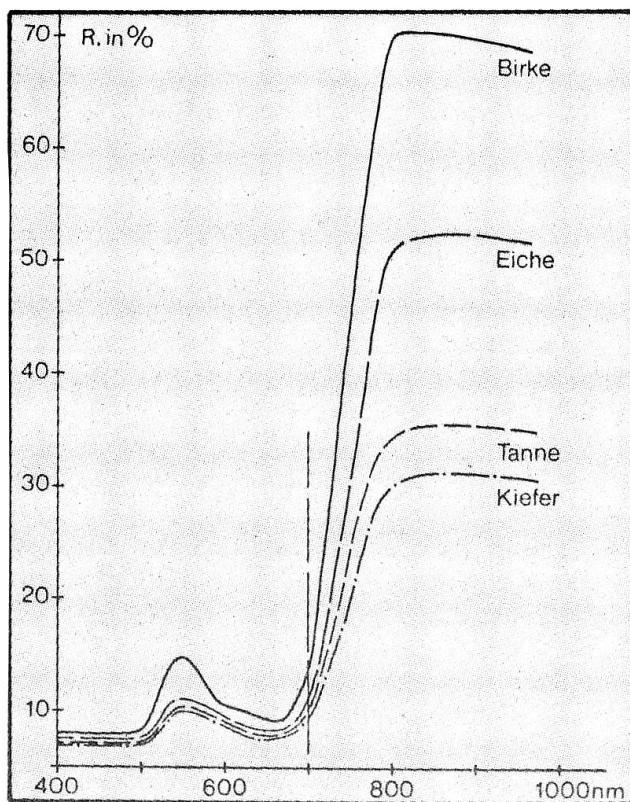


Abb. 1: Spektrale (wellenlängenabhängige) Rückstrahlung verschiedener Baumarten (BACKSTRÖM und WELANDER, 1953).

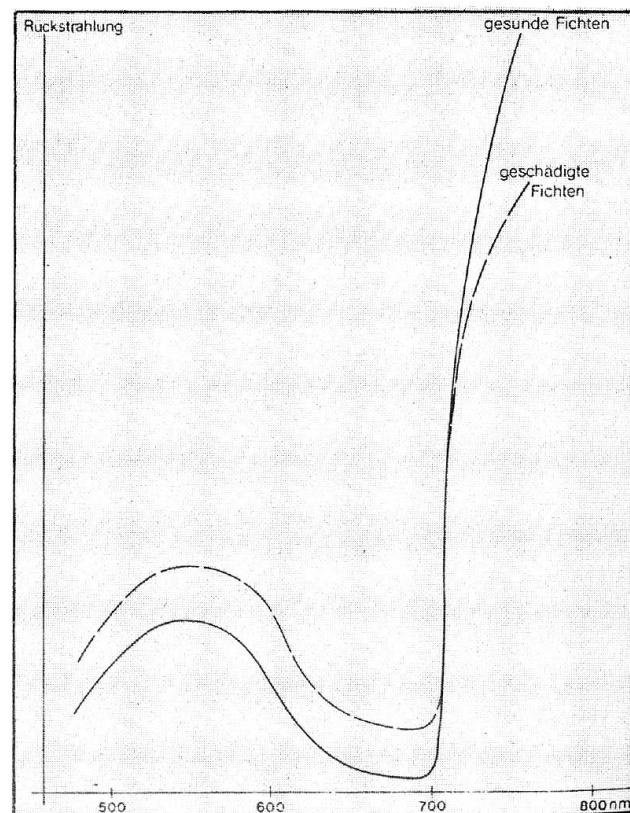


Abb. 2: Spektrale Rückstrahlung gesunder und geschädigter Fichten (KRITIKOS, 1983).

stützt sich auf in- und ausländische Untersuchungsergebnisse, (OESTER et al. 1981, SCHERRER et al. 1981) ab.

Im Kanton Luzern wurden seit 1984 bis zum Sommer 1988 ca. 7500 ha Wald, d. h. ungefähr 20% der gesamten Waldfläche, untersucht. Weitere 2500 ha sind noch in Bearbeitung. An der Rigi wurden 871 ha Wald analysiert.

2. Ziel der Untersuchung

Die vorliegende Studie hat folgende Ziele:

- Bereitstellen eines jederzeit verfügbaren Dokumentes (Infrarot-Luftbild)
- Erfassung und Kartierung des Waldzustandes an der Rigi-Südseite
- Lieferung fundierter Grundlagen für die forstlichen Planungen und die Öffentlichkeitsarbeit
- Schaffung der Voraussetzung zur Bestimmung der Schadenentwicklung

3. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt an der Rigi-Südseite, in den Gemeinden Vitznau, Weggis und Greppen. Es beschränkt sich also auf den Luzerner Kantonsteil. In den Jahren 1984 und 1987 wurden auch auf der Schwyzere Seite Luftbilder geflogen, sodass nun die

gesamte Rigi erfasst ist. Diese Bilder wurden bis heute teilweise ausgewertet, sind aber in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt.

4. Verwendete Grundlagen

4.1 Infrarot-Luftbilder

Für die Aufnahme der Luftbilder benötigt es speziell ausgerüstete Flugzeuge. Die Eidgenössische Vermessungsdirektion V+D, das Bundesamt für Landestopographie, das Militär und die privaten Flugdienste der Swissair und der Firma Wild besitzen solche Vermessungsflugzeuge. Sie befliegen das zu untersuchende Gebiet streifenweise, wobei in kurzer Abfolge Fotos erstellt werden, die sich in Längs- und Querrichtung überdecken. Die eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen (EAFV) nimmt jedes Jahr die Flugbegehren der kantonalen Forstdienste und der Forschungsinstitute entgegen, führt die Flugplanung durch und übergibt das jährliche Flugprogramm der Vermessungsdirektion, welche für die Durchführung verantwortlich ist. Die EAFV überprüft dann die Qualität der Bilder und archiviert sie. Sie bleiben ihr Eigentum, können aber ausgeliehen werden. Verwendet wird jeweils ein spezieller Film vom Typ «Aerochrome Infrared Nummer 2443» der Firma Kodak (vgl. auch Kap. 5.1), Tab. 1.

Fluglinie	663	664	665
Bildnummer	467-475	481-505	509-531
Aufnahmedatum	25.7.1986		
Aufnahmezeit	12.30	12.40	12.58
Flughöhe ü.M.	2870 m	3240 m	2740 m
Bildmaßstab	ca. 1:9000		
Kamera	WILD RC10		
Objektiv	NAg II 7102 P.D.		
Brennweite	213.56 mm		
Flugdienst	V+D		

Tab. 1: Verwendetes Luftbildmaterial



Abb. 3: Normale Farbaufnahme eines Waldrandes bei der Seeburg, Luzern (Foto: PETER HAHN, Luzern).

4.2 Pläne

Das Vermessungsamt des Kantons Luzern stellte freundlicherweise Übersichtspläne 1:5000 zur Verfügung, welche auch einen Teil des angrenzenden Kantons Schwyz darstellen. Dies ist notwendig, damit die Luftbilder im Autographen genau orientiert werden können (vgl. auch Kap. 5.3).

4.3 Geräte und Software

Die bei der Arbeit eingesetzten Geräte sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

5. Untersuchungsmethoden

5.1 Grundlagen

Die Waldzustandserfassung mit Hilfe von IR-Luftbildern benötigt eine spezielle Methode. Diese wurde von der EAFV entwickelt. Sie ist im Bericht Nr. 285 der EAFV

(SCHWARZENBACH et al. 1986) umfassend beschrieben. Fürs bessere Verständnis der vorliegenden Studie sind die wichtigsten Aspekte hier aufgeführt.

Grosse Bedeutung kommt der Verwendung des Infrarotfarbbildes zu. Dieser Film zeichnet nicht – wie fälschlicherweise oft angenommen wird – die Wärmestrahlung (thermisches Infrarot) auf, sondern er hält die Sonnenlichtreflexion im sichtbaren Spektralbereich (400–700 nm) und im unsichtbaren Bereich des nahen Infraroten (700–880 nm) fest. Die verschiedenen Baumarten reflektieren das Sonnenlicht im nahen Infrarot-Bereich viel ausgeprägter als bei normalen Farbbildern (vgl. Abb. 1–4). Geschädigte Bäume reflektieren in diesem Wellenbereich deutlich weniger stark als intakte, vitale Bäume (Abb. 2). Somit können die einzelnen Bäume und ihre Schäden besser unterschieden und beurteilt werden.



Abb. 4: Infrarotaufnahme desselben Waldrandes (Foto: PETER HAHN, Luzern).

Ein wichtiges Hilfsmittel dazu ist das Stereoskop (Abb. 5). Werden zwei Bilder aus demselben Gebiet mit diesem speziellen optischen Gerät betrachtet, so entsteht ein räumlicher Eindruck, d. h. Gebäude, Bäume, Berge usw. nehmen dreidimensionale Formen an. Auf diese Weise kann man zahlreiche Details erkennen.

Die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Arbeitsschritte sind in ihrer logischen Abfolge in der Tabelle 2 zusammengefasst.

5.2 Interpretationsschlüssel

Der Interpretationsschlüssel ist das Bindeglied zwischen der Natur und deren Abbildung auf dem Foto. Er beschreibt die notwendigen Merkmale, um die Bäume und ihre Zustände zu erkennen. Dieser Schlüssel entsteht durch einen intensiven Vergleich einzelner Bäume im Gelände und im IR-Bild. Er muss für jedes Projekt den besonde-

ren Verhältnissen angepasst werden, denn sowohl das Bildmaterial als auch die lokalen Verhältnisse können ändern. Diese Unterschiede werden verursacht durch Dunst, Lichteinfall, Staub, Streulicht, Infrarotempfindlichkeit des Films, Topographie, Exposition, Pflanzen (Misteln, Flechten, Waldrebe) und Wuchsformen der Bäume.

5.3 Bestandesausscheidung

Grössere Waldkomplexe sind meist nicht homogen. Einzelne Waldteile unterscheiden sich von ihrer Umgebung, z. B. in der Baumartenzusammensetzung, der Entwicklungsstufe (Alter), dem Kronenschluss, der Schädigung usw. Solche in sich mehr oder weniger einheitlichen Waldteile werden Bestände genannt. Sie sind auch im Luftbild zu erkennen und können dort abgegrenzt werden. Die so erhaltenen Bestandes- und Waldgrenzen müssen vom verzerrten

	Tätigkeit	verwendetes Gerät
Vorbereitung	1. Erstellen eines Interpretations-schlüssels	Stereoskop WILD AVIOPRET APT 1
Datenerfassung	2. Bestandesausscheidung auf dem IR-Luftbild 3. Photogrammetrische Übertragung der Bestandesgrenzen von den Luftbildern auf Übersichtspläne 1:5000 4. Schadenbeurteilung im IR-Luftbild 5. Flächenbestimmung der Bestände	Stereoskop Autograph WILDA-8 Stereoskop Planimeter HAFF Digital
Kontrollen	6. Verifikation der erhobenen Daten im Gelände	
Datenauswertung	7. Berechnung der Schaden-intensität und statistische Auswertungen	Computer: Victor VPC II Programm: IR-88

Tab. 2: Arbeitsablauf

Nadelholz	Anteil der Nadelbäume mindestens 80%
Mischbestand	Anteil der Nadelbäume zwischen 21% und 79%
Laubholz	Anteil der Laubbäume mindestens 80%

Tab. 3: Mischungsgrade

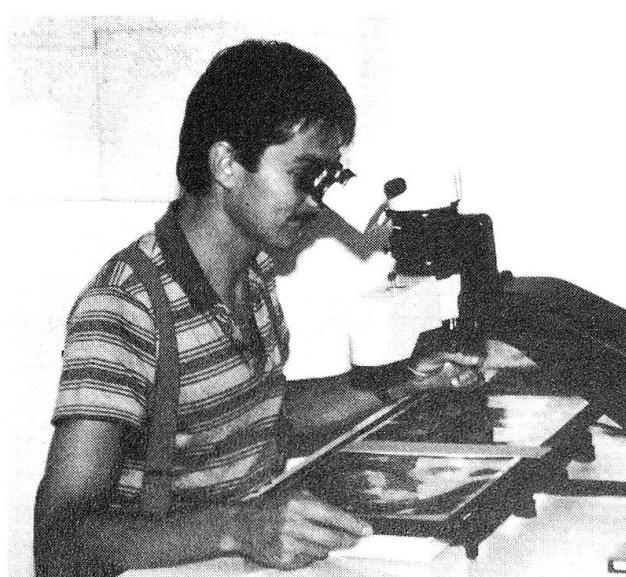


Abb. 5: Das Stereoskop ist bei der Interpretation ein wichtiges Hilfsmittel.

Luftbild (Zentralprojektion) lagegerecht und flächentreu auf Übersichtspläne (Zylinderprojektion) übertragen werden. Um eine genügende Genauigkeit zu erhalten, wird ein Stereokartiergerät, ein sogenannter Autograph, eingesetzt (vgl. Abb. 6).

Sind die Bestände auf die Pläne übertragen, so werden sie zur eindeutigen Identifikation gemeindeweise numeriert.

5.4 Luftbildinterpretation

Nun folgt ein entscheidender Arbeitsschritt. Die ausgeschiedenen Bestände werden jetzt genau untersucht. Beurteilt werden die vier Merkmale Mischungsgrad, Entwicklungsstufe, Kronenschluss und Schäden.

Der *Mischungsgrad* ergibt sich aus dem Verhältnis Nadel-/Laubholz. Die Flächen-

anteile der Nadel- und Laubbäume werden auf 10% genau festgehalten (Tab. 3).

Bei der Bestimmung der *Entwicklungsstufe* wird der Hauptbestand beurteilt, also derjenige Teil der Bestockung, welcher dem Bestand den Charakter gibt. Folgende Stufen werden unterschieden (Tab. 4):

Entwicklungsstufe	d_{dom}^*
Jungwuchs/Dickung	0– 7 cm
Stangenholz	8–19 cm
schwaches Baumholz	20–34 cm
mittleres Baumholz	35–49 cm
starkes Baumholz	über 49 cm
stufige Bestände	variabel
Pionierbestände	Gebüsch etc.

Tab. 4: Entwicklungsstufen

* d_{dom} = durchschnittlicher Brusthöhendurchmesser (BHD) der hundert dicksten Bäume pro Hektar. Der Brusthöhendurchmesser ist der Stammdurchmesser auf 1,3 m über dem Boden.

Der *Kronenschluss* gibt Auskunft über die Dichte der Bestände. In der Tabelle 5 sind die sog. *Schlussgrade* definiert.

Schlussgrad	Umschreibung
gedrängt	Eingeklemmte, deformierte Kronen
geschlossen	Normal entwickelte Kronen
locker	Geringe gegenseitige Beeinflussung der Kronen; kleine Zwischenräume
lückig	Keine gegenseitige Beeinflussung der Kronen; grosse Zwischenräume
aufgelöst	Ganze Baumgruppen fehlen

Tab. 5: Schlussgrade

Die *Schädigung* der Bäume wird anhand des Nadel- bzw. Blattverlustes ermittelt. Gesunde Bäume besitzen noch alle ihre Blätter

(Nadeln). Sind die Bäume krank, verlieren sie die Blätter (Nadeln). Je mehr fehlen, umso grösser ist der Schaden. So können die Bäume verschiedenen Schadenkategorien zugeordnet werden (vgl. Tab. 6 u. Abb. 7,8).

Schaden-kategorie	Umschreibung
0	Gesund, keine im Luftbild sichtbaren Schäden
1	Verfärbungen, jedoch ohne Nadel-/Blattverlust
2	Leichter Nadel-/Blattverlust
3	Starker Nadel-/Blattverlust
4	Abgestorben

Tab. 6: Schadenkategorien

Die Flächenanteile der Schadenkategorien werden für jeden Bestand in 10%-Stufen angegeben. Daraus lässt sich die Schadenintensität berechnen. Die Zahlenwerte von 0 bis 4 geben die Schädigung des Bestandes als Ganzes an. Starke Schäden werden dabei stärker gewichtet als schwache Schäden.

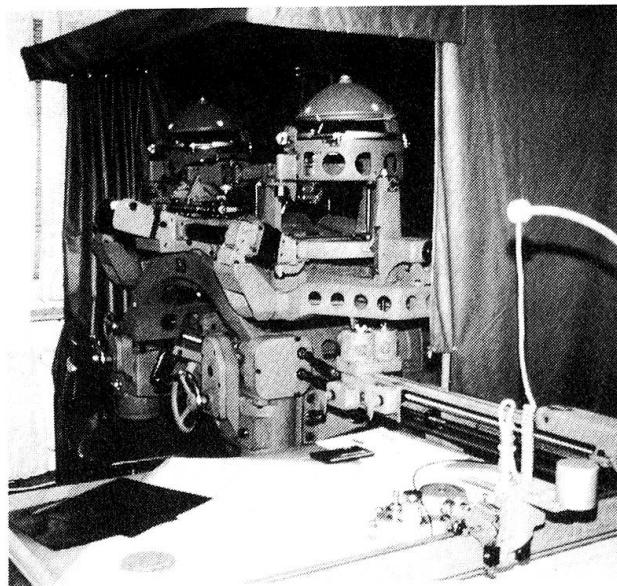
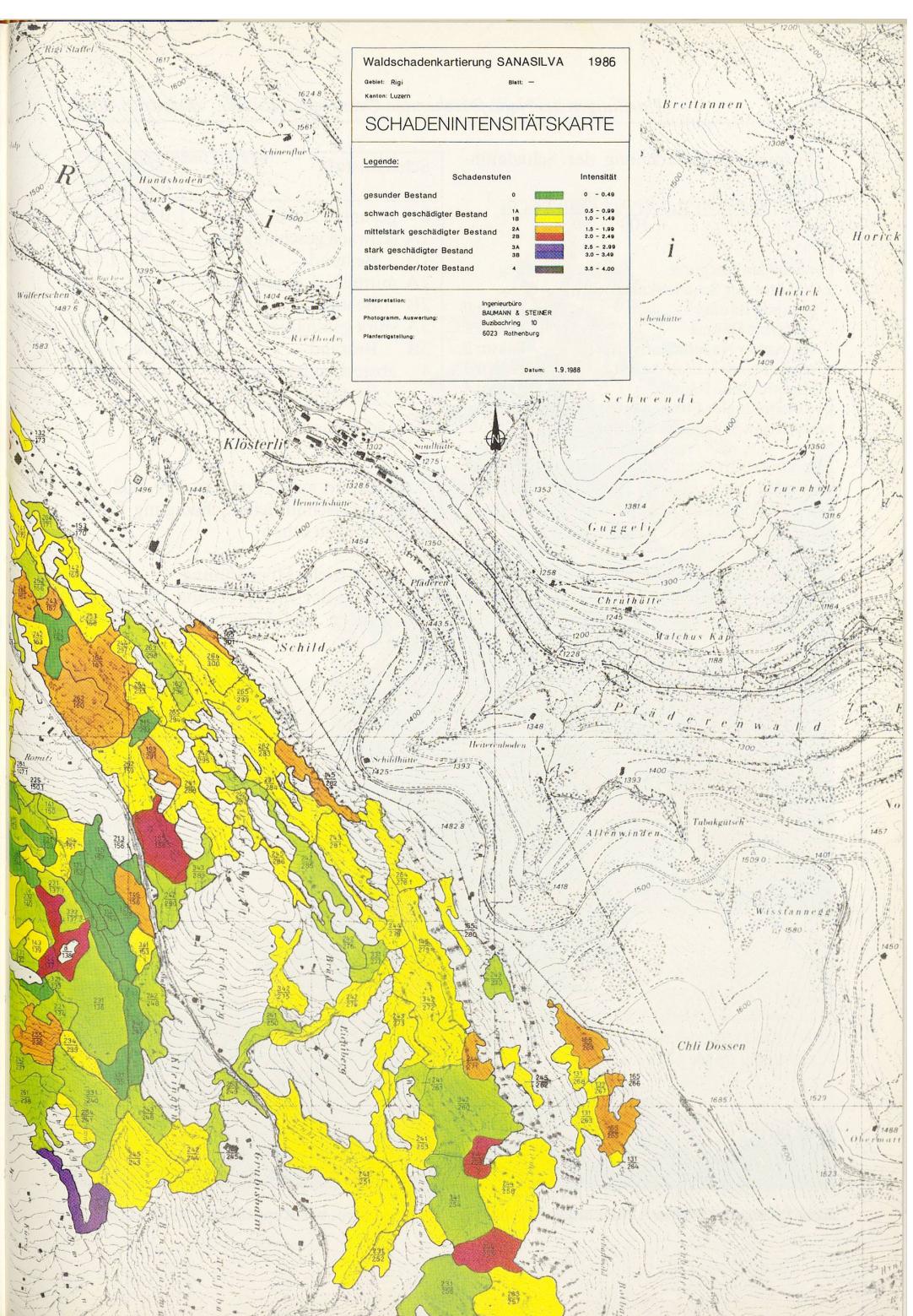
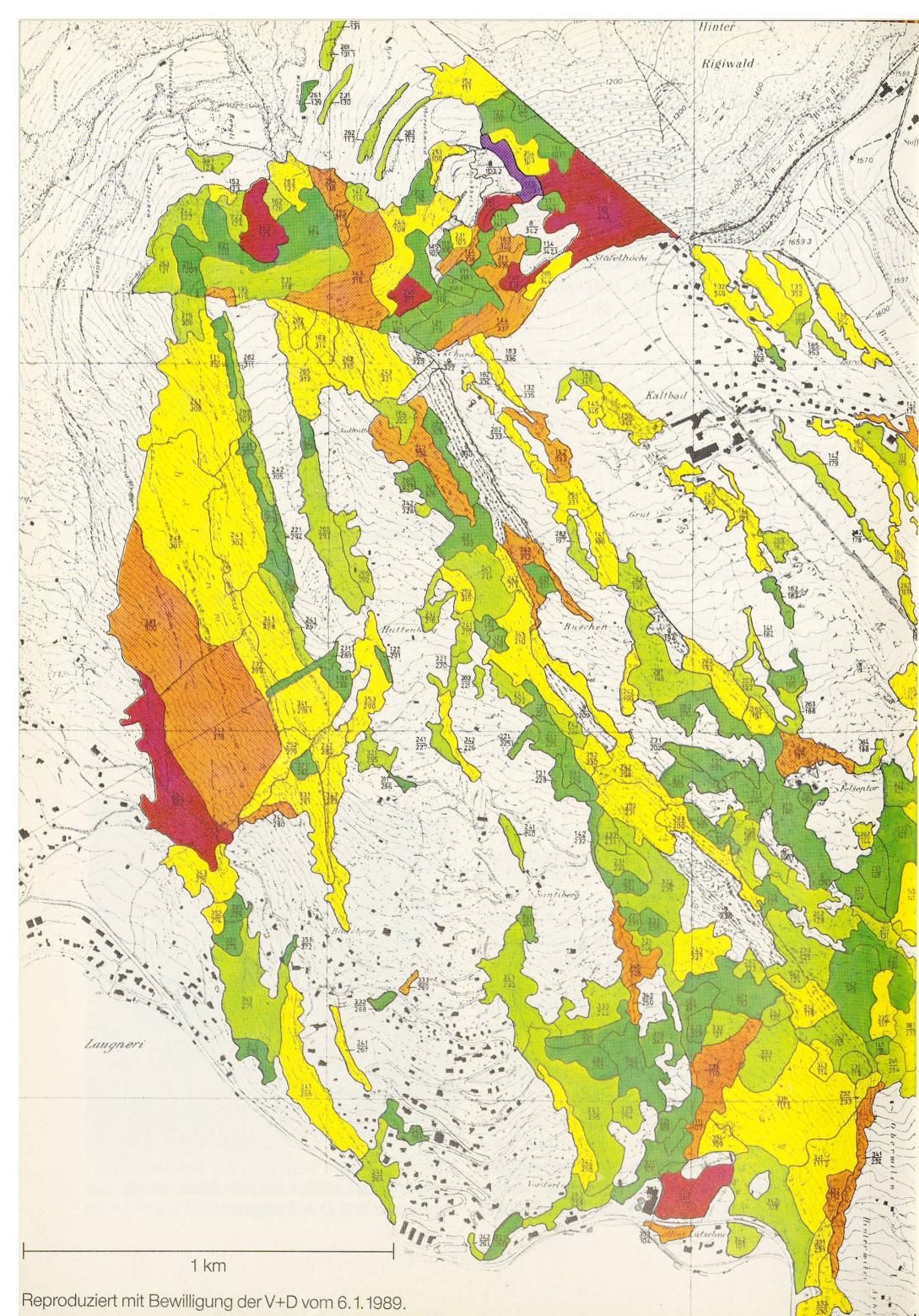


Abb. 6: Für das Übertragen der Bestandesgrenzen ab dem Luftbild auf die Pläne wurde der Autograph WILD A-8 eingesetzt.



Formel zur Berechnung der Schadenintensität S:

$$S = \frac{k_0 \cdot p_0 + k_1 \cdot p_1 + k_2 \cdot p_2 + k_3 \cdot p_3 + k_4 \cdot p_4}{100}$$

i = Schadenkategorie

k_i = Faktor der Schadenkategorie i:

gesunde Bäume	Faktor 0
verfärbte Bäume	Faktor 1
schwacher Nadel-/Blattverlust	Faktor 2
starker Nadel-/Blattverlust	Faktor 3
abgestorbene Bäume	Faktor 4

p_i = Prozentualer Flächenanteil der Bäume in den betroffenen Schadenkategorien i.

Die so ermittelten Schadenintensitätswerte variieren zwischen 0, gesunder Bestand (vgl. Abb. 9), und 4, abgestorbener Bestand (vgl. Abb. 10).

Für die Darstellung in den Schadenintensitätskarten werden die Werte in 8 Stufen unterteilt (Tab. 7).

Schadenstufe	Schadenintensität
0 gesunder Bestand	0.00–0.49
1A schwach geschädigter	0.50–0.99
1B Bestand	1.00–1.49
2A mittelstark geschädigter	1.50–1.99
2B Bestand	2.00–2.49
3A stark geschädigter	2.50–2.99
3B Bestand	3.00–3.49
4 absterbender/toter Bestand	3.50–4.00

Tab. 7: Schadenstufen

In den Karten auf Seiten 298, 299, 302, 303 ist die durchschnittliche Schädigung für jeden Bestand zu sehen.

5.5 Terrestrische Überprüfung

Im Verlaufe der Interpretation können gewisse Fragen und Unsicherheiten auftau-



Abb. 7: Gesunde Fichte – trotz ungünstigen Umweltbedingungen, wie Kuppenlage, Wind, Blitz.

Abb. 8: Fichte mit starkem Nadelverlust



chen, die dann im Gelände überprüft werden müssen. Solche Verifikationen geben dem Interpreten nicht nur Sicherheit, sondern sie dienen auch der Selbstkontrolle. Da die vier Bestandesmerkmale nicht gemessen, sondern nur geschätzt werden können, besteht die Gefahr von subjektiven Abweichungen. Diesem Umstand wird mit den erwähnten Verifikationen, einer soliden Ausbildung der Fachleute und einem regelmässigen Treffen aller in der Schweiz tätigen Interpreten begegnet.

5.6 Bestimmung der Bestandesfläche

Für die Datenauswertung ist die Kenntnis der Bestandesfläche wichtig. Diese wird mit Hilfe eines präzisen Instruments, dem Planimeter, gemessen und auf 5 Aren gerundet.

5.7 Datenauswertung

Die grosse Datenmenge erfordert eine Auswertung mit Hilfe der EDV. Basierend auf der Tabellenkalkulation von Symphony erarbeitete Herr B. PFYFFER, Kantonsoberförstamt Luzern, das Auswertungsprogramm

SCHADENINTENSÄTTSKARTE

Legende:

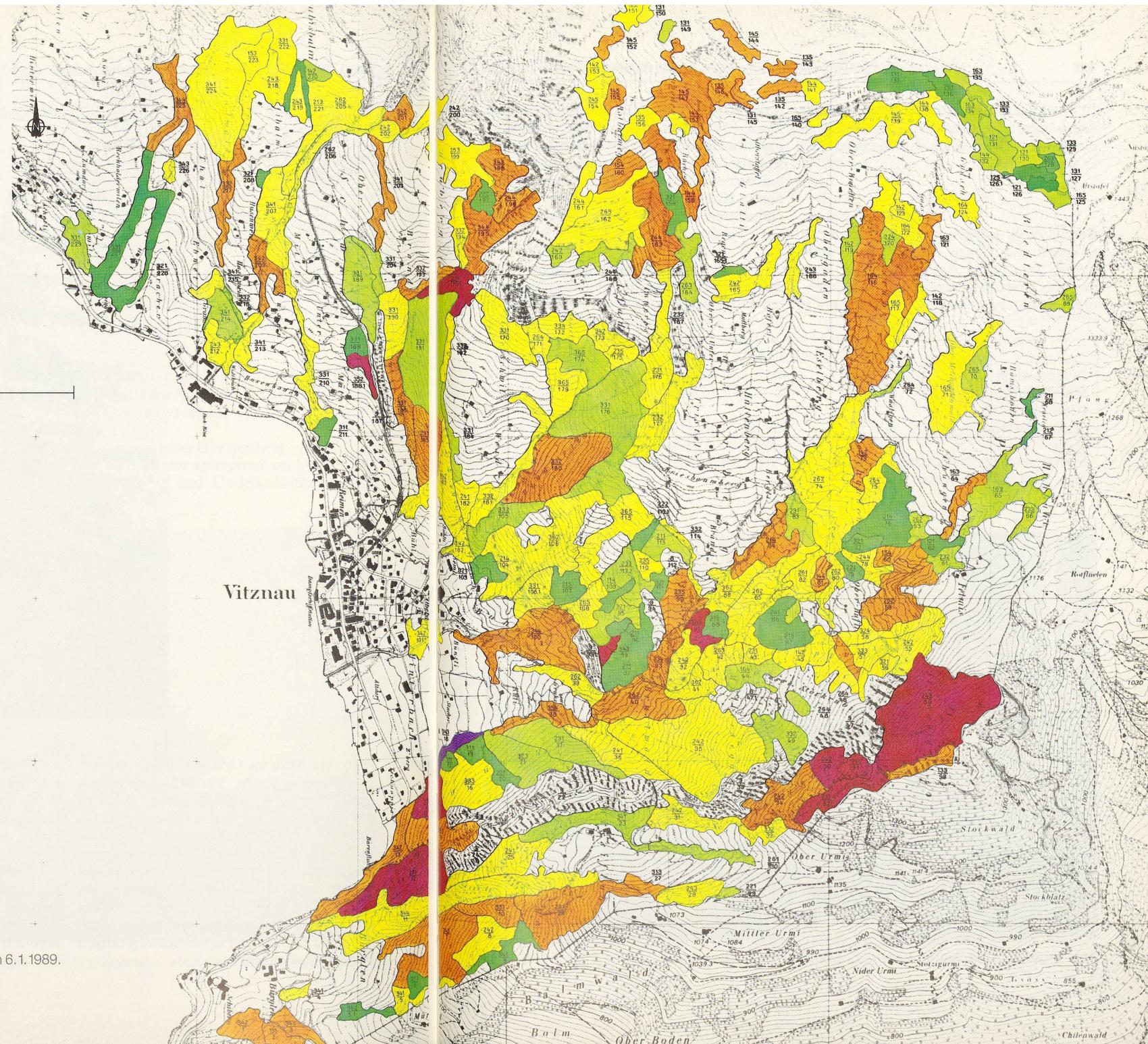
Schadenstufen	Intensität
gesunder Bestand	0 - 0.49
schwach geschädigter Bestand	0.5 - 0.99
1A	1.0 - 1.49
mittelstark geschädigter Bestand	1.5 - 2.49
2A	2.0 - 2.49
stark geschädigter Bestand	2.5 - 3.49
3A	3.0 - 3.49
absterbender/toter Bestand	3.5 - 4.00

Interpretation: Ingeneurbüro
 Photogramm. Auswertung: BAJMANN & STEINER
 Planerligstellung: Buzbachring 10
 6023 Rothenburg

Datum: 15.3.1988

1 km

Vitznau



IR-88. Es ermöglicht nebst einer raschen und komfortablen Datenverarbeitung auch die grafische Darstellung der Ergebnisse.

6. Resultate

Bereits 1984 wurden in den Gemeinden Greppen und Weggis einige Wälder, total 126 ha, untersucht. Auf Wunsch des Kantonsoberforstamtes Luzern sind jene Ergebnisse in die vorliegende Arbeit integriert

worden. Nun beträgt die untersuchte Waldfläche 871 ha. Da bei der 84iger Erhebung nur zwischen jungen, mittelalten, alten und stufigen Beständen unterschieden wurde, musste bei der Auswertung der neuen Daten die im Kapitel 5.4 beschriebenen Entwicklungsstufen diesem größeren Raster angepasst werden.

6.1 Aufbau und Struktur der Wälder
An der Rigi sind viele verschiedene Baumarten anzutreffen. Am häufigsten kommen

	Laubholz %	Nadelholz %
Jungbestände	45	55
Mittelalte Bestände	32	68
Altbestände	37	63
Stufige Bestände	56	44
Total	40	60

Tab. 8: Mischungsverhältnisse



Abb. 9: Gesunder Bestand im Entlebuch, entspricht der Schadenstufe 0.

Buchen, Fichten und Tannen vor. Das Verhältnis Laubbäume zu Nadelbäume beträgt genau 3 zu 2. Tabelle 8 zeigt die Mischungsverhältnisse der einzelnen Entwicklungsstufen.

Die Hälfte der Waldfläche ist von alten Beständen bedeckt. Die Jungwaldflächen machen nur 10% aus (vgl. Abb. 11).

6.2 Gesundheitszustand der Wälder

Die vorliegende Untersuchung ergab, dass die Wälder an der Rigi *nicht mehr gesund* sind! Die analysierte Waldfläche erreicht eine mittlere Schadenintensität S von 1.10. Das bedeutet *schwach geschädigt*. Es sind nur noch 50% der Bäume gesund. Der Rest weist Schäden auf, 40% schwache und 10% sogar starke (vgl. Abb. 12).

Interessant ist natürlich zu wissen, wie das Gebiet im Vergleich zu anderen dasteht. 1986 wurde über die ganze Schweiz die terre-

strische Sanasilva-Inventur gemacht. Die Resultate dieser Untersuchung ergaben für die Grossregion Voralpen einen Anteil von 46% geschädigter Bäume. Allerdings gibt es

Gebiet Rigi 100% = 871 HA

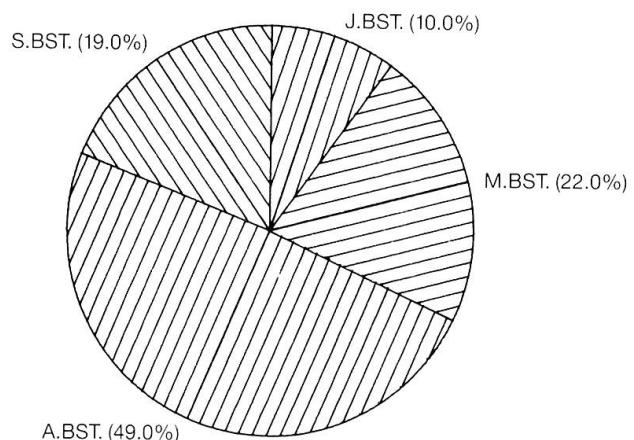


Abb. 11: Flächenanteile der Entwicklungsstufen.



Abb. 10: Abgestorbener Bestand im Erzgebirge (DDR), entspricht der Schadenstufe 4 (Foto: K. ISLER, Liestal).

Gemeinde/ Gebiet	Fläche	Schadenintensitäten und Flächenanteile pro Entwicklungsstufe	Flächenanteile pro Schadenkategorie									
			Jungbestände	mittelalte Bestände	Altbestände	stufige Bestände	Gesamtwald	0	1	2	3	4
	davon Nadelholz	ha (%)	14 (13)	28 (26)	52 (48)	14 (13)	107 (100)	54 (51)	0 (0)	44 (41)	9 (8)	0 (0)
Griepen	Fläche	ha	9	14	18	6	47					
	davon Nadelholz	ha	0.13	1.08	1.35	0.97	1.08					
	Schadenintensität	N + L	0.06/0.26	1.23/0.93	1.59/1.23	1.03/0.92	1.11/1.05					
Vitznau	Fläche	ha	28 (7)	93 (23)	195 (47)	94 (23)	410 (100)	192 (47)	1 (0)	170 (42)	47 (11)	0 (0)
	davon Nadelholz	ha	11	23	75	53	162					
	Schadenintensität	N + L	0.33	1.14	1.32	1.17	1.18					
	N/L		0.22/0.40	1.47/1.03	1.74/1.06	1.54/0.69	1.53/0.94					
Weggis	Fläche	ha	47 (13)	72 (20)	179 (51)	55 (16)	353 (100)	190 (53)	2 (0)	131 (38)	30 (9)	0 (0)
	davon Nadelholz	ha	19	26	63	33	141					
	Schadenintensität	N + L	0.18	0.92	1.25	1.05	1.01					
	N/L		0.14/0.21	0.93/0.92	1.41/1.16	1.17/0.86	1.09/0.95					
Gesamtgebiet	Fläche	ha	89 (10)	193 (22)	426 (49)	163 (19)	871 (100)	435 (50)	4 (0)	346 (40)	86 (10)	0 (0)
	davon Nadelholz	ha	40	63	156	92	351					
	Schadenintensität	N + L	0.22	1.05	1.29	1.11	1.10					
	N/L		0.14/0.28	1.19/0.98	1.59/1.12	1.38/0.77	1.30/0.96					

Tab. 9: Die wichtigsten Auswertungsergebnisse

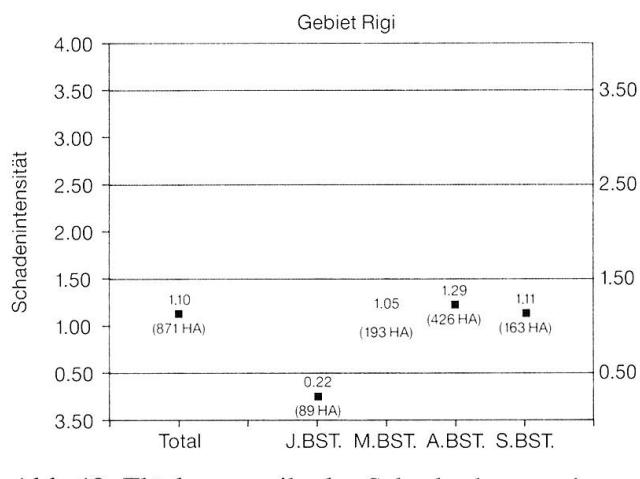


Abb. 12: Flächenanteile der Schadenkategorien.

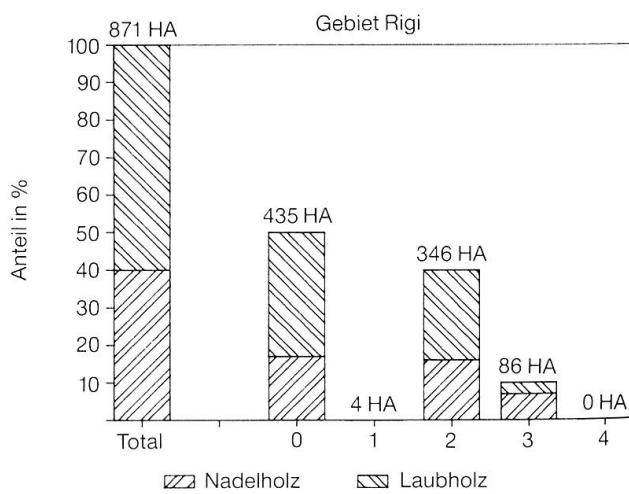


Abb. 13: Schadenintensitäten des Gesamtgebiets und der verschiedenen Entwicklungsstufen.

noch keine Methode, um die Ergebnisse der beiden unterschiedlichen Erhebungen quantitativ zu vergleichen. Die Zahlen zeigen aber, dass die Schäden in der gleichen Größenordnung liegen.

Besonders auffällig ist die Abhängigkeit der Schäden von der Entwicklungsstufe. *Je älter die Bestände, desto stärker sind sie geschädigt.* Während die jungen Bestände noch gesund sind, haben die mittelalten Bestände die Schwelle zur schwachen Schädigung deutlich überschritten. Bereits an der oberen Grenze dieser Stufe liegen die Altbestände (vgl. Abb. 13). In diesen Beständen sind mehr als die Hälfte, nämlich 58% der

Bäume erkrankt! 13% haben sogar starke Schäden.

Der Vergleich zwischen Nadel- und Laubbäumen zeigt, dass allgemein die Nadelbäume ($S=1.30$) etwas stärker von den Schäden betroffen sind, als die Laubbäume ($S=0.96$). Dieser Unterschied ist auch innerhalb der einzelnen Entwicklungsstufen festzustellen.

Alle diese Auswertungsergebnisse sind in der Tabelle 9 zusammengefasst.

Die Schadenintensitätskarten zeigen einige Schadenschwerpunkte. So treten im Junkholz (Gemeinden Greppen und Weggis), im unteren Teil des Chilenwaldes (Gemeinde Weggis), im Stockwald (Gemeinde Vitznau) und im Bürglenwald (Gemeinde Vitznau) gehäuft mittelstark bis stark geschädigte Bestände auf. Meistens sind diese Gebiete durch andere Faktoren, wie Windwurf, extremer Standort usw., zusätzlich belastet.

Natürlich sehen die Förster und Waldbesitzer dem Waldsterben nicht tatenlos zu. Sie entfernen nach Möglichkeit alle stark erkrankten und absterbenden Bäume. An deren Stelle setzen sie junge, gesunde Pflanzen. Darum hat die Pflege der Wälder einen beschönigenden Einfluss auf die Untersuchungsresultate. Hinsichtlich der Ursachenbekämpfung der Waldschäden sind die Förster machtlos. Die vorliegende Untersuchung ist eine reine Zustandserfassung für den Zeitpunkt *Sommer 1986*. Sie ist kein Beweis dafür, dass das Waldsterben fortschreitet und, wenn ja, wie schnell. Dazu ist zu einem späteren Zeitpunkt eine weitere Befliegung notwendig. Erst dann können die beiden Untersuchungen verglichen und die Entwicklung festgestellt werden. Andere Untersuchungen haben aber eindeutig gezeigt, dass die Schäden von Jahr zu Jahr zunehmen.

LITERATURVERZEICHNIS

- BACKSTRÖM & WELANDER (1953): siehe TZSCHUPKE, W. (1984).
- * BAUMANN, R. (1985): *Waldschadenkartierung SANASILVA 84/85* – Bericht über die Situation im Kanton Luzern.
- * BAUMANN, R. et al. (1985): *Wie krank sind unsere Wälder wirklich?* – Broschüre des Kantonsoberforstamtes Luzern.
- * HÄGELI, M. et al. (1987): *Waldschäden im unteren Aaretal* – Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Bericht 296.
- KRITIKOS (1983): siehe TZSCHUPKE, W. (1984).
- MAHRER, F. et al. (1986): *Sanasilva-Waldschadenbericht 1986*.
- OESTER, B. et al. (1981): *Beurteilung der Föhrenvitalität (Pinus silvestris L.) anhand von grossmassstäblichen Infrarot-Luftbildern* – Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Mitt. 57/4, 453–477.
- SCHERRER, H.U. et al. (1981): *Alternative Verfahren für die Interpretation von Föhrenschäden (Pinus silvestris L.) auf mittelmassstäblichen Infrarot-Farbaufnahmen* – Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Mitt. 57/4, 433–452.
- SCHWARZENBACH, F.H. et al. (1986): *Flächenhafte Waldschadenerfassung mit Infrarot-Luftbildern 1:9000* – Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Bericht 285.
- TZSCHUPKE, W. (1984): *Erfassung der neuartigen Waldschäden mit Infrarot-Farbluftbildern* – Allgemeine Forstzeitschrift 43/44, 1084–1085.
- Weitere Literatur: siehe Angaben mit *

Reto Baumann
Ingenieurbüro
Baumann & Steiner
Buzibachring 10
6023 Rothenburg

