

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 137 (1986)
Heft: 12

Artikel: Die Planung im Falle von Waldschäden in einem Forstbetrieb des schweizerischen Mittellandes
Autor: Schlaepfer, Rodolphe / Günter, Rudolf / Schmid, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765192>

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: 15.01.2026

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

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

137. Jahrgang

Dezember 1986

Nummer 12

Die Planung im Falle von Waldschäden in einem Forstbetrieb des schweizerischen Mittellandes

Von *Rodolphe Schlaepfer, Rudolf Günter und Bruno Schmid*
Aus dem Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich,
Fachbereich Forsteinrichtung, CH-8092 Zürich

Oxf.: 624.4

1. Einleitung

Im Rahmen der 142. Jahresversammlung des Schweizerischen Forstvereins vom 12. bis 14. September 1985 in Zürich wurden verschiedene Exkursionen durchgeführt. Die Exkursion A: «Erfassung von Waldschäden und Konsequenzen für die forstliche Planung» stand als Gemeinschaftsarbeit unter der Leitung des Kantons Zürich (Dr. H. Eichenberger, K. Pfeiffer), der EAFV (F. Mahrer) und des Fachbereiches Forsteinrichtung der ETH.

Ausgehend von der Situation in einem Forstbetrieb im Forstkreis I und von den Problemen und Fragen, die sich dem Bewirtschafter aufgrund der Schadenssituation in diesem Betrieb stellen, wurden verschiedene mögliche Methoden der Waldschadenerfassung vorgestellt und die Folgerungen für die forstliche Planung einerseits auf Betriebsebene und andererseits auf der Ebene Kanton und Land diskutiert.

Der Beitrag des Fachbereiches Forsteinrichtung wurde beschränkt auf die Ebene des Forstbetriebes. In Zusammenarbeit mit dem Kreisoberförster (K. Pfeiffer) wurde für den Betrieb «Landforst» eine Waldschadenerhebung und eine Revision der wichtigsten Planungen, insbesondere der waldbaulichen Planung und der Nutzungsplanung durchgeführt.

In diesem Aufsatz werden die Resultate der Schadeninventuren und der Zwischenrevision dargestellt.

2. Methodische Grundlagen

2.1 Die Grundprinzipien der Forsteinrichtung

Die Forsteinrichtung ist ein wichtiger Teil der Betriebsführung. Sie umfasst die Festlegung der Betriebsziele, die Beschaffung von Informationen über den Wald, die Nutzungsplanung und die forstliche Integralplanung (Schlaepfer, 1984). Die Nutzungsplanung legt den Hiebsatz fest, unter Berücksichtigung der waldbaulichen Planung, des Prinzips der Nachhaltigkeit und der besonderen Randbedingungen im Forstbetrieb. Die Integrale Planung berücksichtigt die verschiedenen Bedürfnisse, die an den und vom Forstbetrieb selbst gestellt werden, und koordiniert sämtliche Einzelplanungen; ihre Resultate werden als Betriebsplan präsentiert.

2.2 Die Konsequenzen von Waldschäden für die forstliche Planung

Allgemeine Überlegungen über den Einfluss der Waldschäden auf die Forsteinrichtung auf Betriebsebene wurden schon früher formuliert (Kramer, 1984; Schlaepfer, 1984). Hier wird auf einige wichtige Aspekte hingewiesen.

Im Falle von aussergewöhnlichen Ereignissen, wie zum Beispiel das Eintreten von grossflächigen Waldschäden, muss die Forsteinrichtung dem Betriebsleiter Instrumente zur Verfügung stellen, die es ihm erlauben, die Auswirkungen der neuen Verhältnisse zu erkennen und die nötigen Korrekturmassnahmen zu treffen. Wie immer in Katastrophensituationen müssen nach einer ersten Grobanalyse die nötigen Sofortmassnahmen getroffen werden (siehe auch Schwager, Stauffer: Handbuch für die Bewältigung von Waldschadenereignissen, 1984). Wenn die Schäden nicht unerwartet und plötzlich eintreten, sondern vorhersehbar sind, steht mehr Zeit zur Verfügung, um Ausmass, Verteilung und Entwicklung derselben im Betrieb zu erfassen. Diese Informationen können mit Hilfe einer geeigneten Forstinventur beschafft werden. Anschliessend folgt eine Analyse der Lage, die zu einer Anpassung der Betriebsziele und zu Revisionen der verschiedenen Planungen, insbesondere der waldbaulichen Planung, der Nutzungsplanung und der integralen Planung führen.

Im Beispiel «Landforst» wurde wie folgt vorgegangen:

- a) Grobanalyse des Betriebes
- b) Waldschadeninventuren
- c) Revision der waldbaulichen Planung
- d) Revision der Nutzungsplanung
- e) Integralplanung

2.3 Die Waldschadenerhebung auf Betriebsebene

2.3.1 Terrestrische Inventur

Methode: Um einen Überblick zu gewinnen über die Waldschadensituation der einzelnen Entwicklungsstufen und Baumarten, wurde eine terrestrische Stichprobeninventur durchgeführt. Ein systematischer Stichprobenraster im Quadratverband mit einer Probefläche pro zwei Hektaren Wald bildete die Grundlage für die Probeflächendichte. Das Aufsuchen der Proben im Gelände erfolgte mit Hilfe des Stichprobenplanes und mit Schrittmass. Die Proben wurden temporär eingerichtet.

Als Aufnahmekriterium für die Einzelbäume gelangte das Bitterlich-Verfahren mit dem Zählfaktor 4 zur Anwendung. Die Aufnahmewahrscheinlichkeit ist also proportional zur Grundfläche des Baumes. Auf den Probeflächen wurden einerseits Flächen-, andererseits Einzelbaumkriterien angesprochen.

Die Flächenbeurteilung enthielt die Ansprache von: Waldform, Entwicklungsstufe, Alter, Schlussgrad, Bestandesstruktur, Mischungsgrad, Angabe über den letzten Eingriff.

Die Einzelbaumansprache umfasste folgende Größen: Baumart, Brusthöhendurchmesser, soziale Stellung, Kronenlänge, Kronenform, Nadel-/Blattverlust, Vergilbung, vorzeitiger Blattverlust, Peitschentriebe, Büschelbildung, Kleinblättrigkeit, Fruktifikation, Schleimfluss, biotische/abiotische Schäden.

Für die nachfolgende, einfache Auswertung sind die vier Kriterien Entwicklungsstufe, Baumart, Brusthöhendurchmesser und Nadel-/Blattverlust ausreichend. Die zusätzlichen Merkmale sollen als Grundlage für weitere interne Auswertungen dienen.

Die Zweimann-Aufnahmeequipe beurteilte den Kronenzustand mit Hilfe von Feldstechern. Beide Taxatoren führten eine Beurteilung des Nadel-/Blattverlustes auf 5% genau durch und einigten sich bei Nichtübereinstimmung. Als Referenzbilder dienten die Vergleichsphotos der EAFV (1984).

Zeit-Aufwand: Während der terrestrischen Aufnahmen wurde der zeitliche Aufwand festgehalten. Die gemessenen Zeiten für das Aufsuchen der Probeflächen sowie der Aufwand für Arbeiten auf der Probefläche ergaben Durchschnittswerte, wie sie in *Tabelle 1* dargestellt sind.

Für sämtliche Arbeiten im Gelände musste im Durchschnitt mit 35,4 Minuten pro Probefläche kalkuliert werden.

Zur Relativierung dieser guten Zeiten kann folgendes gesagt werden: Der untersuchte Wald ist sehr gut erschlossen. Die Topographie des Geländes ist günstig (relativ flach), der Pflegezustand der meisten Bestände in Ordnung, was die Kronenansprachen stark erleichtert. Die Wetterverhältnisse waren als ideal

zu bezeichnen. Die beiden Taxatoren verfügten bereits über Erfahrungen bei Waldschadeninventuren. Vergleiche mit einer ähnlichen Inventur, die 1983/84 vom Fachbereich Forsteinrichtung durchgeführt wurde (Schlaepfer *et al.* 1985), zeigen, dass die berechneten Zeitaufwände für eine Zweimann-Equipe als minimal zu werten sind.

Tabelle 1. Durchschnittswerte der terrestrischen Stichprobeninventur.

Anzahl Bäume pro Probestfläche	9,3 Stück
Zeitaufwand zum Aufsuchen der PBF	8,3 Min.
Zeitaufwand für Einmessung und Ansprache eines Einzelbaumes	2,9 Min.
Zeitaufwand für Einmessung und Ansprache pro PBF	27,1 Min.
Gesamtaufwand pro PBF	35,4 Min.
Tagesleistung (8 Std.) einer 2-Mann-Gruppe	13,5 PBF

2.3.2 Anwendung des Infrarot-Luftbildes

Methode: Parallel zu den terrestrischen Erhebungen wurden die Schäden im Infrarot-Luftbild erfasst. Das Luftbild bietet den Vorteil des grossräumigen Überblicks, wie er terrestrisch im Wald nicht möglich ist. Mit dem Infrarot-Luftbild ist der Waldzustand zum Zeitpunkt der Erhebung dauerhaft dokumentiert. Die Beobachtungsverhältnisse des anzusprechenden Bildes sind einheitlich, und der Einzelbaum ist mit seiner Umgebung vergleichbar. Im weiteren sind die Interpretationsergebnisse jederzeit nachprüfbar.

Als Bildmaterial standen die neuesten IR-Aufnahmen (Flugdatum 18. Juli 1985) im Massstab 1 : 9000 des Korporationswaldes Landforst zur Verfügung. Die Interpretation erfolgte nach den Richtlinien des Sanasilva-Teilprogrammes «Erfassung von Waldschäden mit Infrarot-Luftbildern» der EAFV. Ziel war die Herstellung einer Waldschadenkarte sowie einer Schadenintensitätskarte. Die Waldschadenkarte zeigt den prozentualen Flächenanteil der geschädigten Bäume pro ausgeschiedenem Bestand, die Schadenintensitätskarte die Intensität der Schäden, das heisst den durchschnittlichen Schädigungsgrad pro Bestand.

Grundlage der Interpretation ist eine auf dem Luftbild erarbeitete Bestandskartierung. Anschliessend wird jede Bestandesfläche aufgrund von Einzelbaumbeurteilungen prozentual in nachfolgende fünf Kategorien aufgeteilt. Diese Aufteilung erfolgt, für das Laub- und Nadelholz getrennt, gutachtlich auf 10% genau.

Schadenkategorien der Einzelbäume

- 0 gesund, keine luftbildsichtbaren Schäden
- 1 vergilbt, verfärbt, jedoch kein Nadel-/Blattverlust
- 2 leichter Nadel-/Blattverlust (inklusive Verfärbungen)
- 3 starker Nadel-/Blattverlust (inklusive Dörräste)
- 4 tot

Für diesen Beurteilungsvorgang benötigt der Luftbildfachmann einen detaillierten Interpretationsschlüssel, der die im Luftbild beobachteten Merkmale sinnvoll mit den terrestrischen Erscheinungen und Ausdrucksformen verknüpft. Der Interpretationsschlüssel ist mit der Legende einer Karte vergleichbar, die mit ihren Symbolen die Erscheinungen und Ausdrucksformen im Luftbild beschreibt.

Ist ein Baum nicht mehr gesund, so ändern sich im Infrarot-Luftbild je nach Schädigung seine Struktur, Textur, Farbe und Kronenform. Beispielsweise erscheint eine gesunde Buche im Infrarot-Luftbild in einem gleichmässig satten Rosa, ohne Einblick ins Kroneninnere, bei starkem Blattverlust erscheint sie jedoch mattrosa mit grossen Anteilen an weissgrauen Flächen, mit zerzaustem Kronenbild, ausgeprägt sichtbaren Astachsen und guter Kroneneinsicht. Aufgrund der prozentualen Einschätzung der Schadenkategorien der Einzelbäume werden für die Legende der Schadenkarte sechs Schadenklassen gebildet, die den Flächenanteil des Bestandes mit geschädigten Bäumen wiedergeben:

<i>Schadenklasse</i>	<i>Flächenanteil mit geschädigten Bäumen</i>
0	0%
1	10% und 20%
2	30% und 40%
3	50% und 60%
4	70% und 80%
5	90% und 100%

Die Legende der Schadenintensitätskarte zeigt folgende fünf Schadenintensitätsstufen:

<i>Schadenintensitätsstufe</i>	
0	gesunder Bestand
1	schwach geschädigter Bestand
2	mittelstark geschädigter Bestand
3	stark geschädigter Bestand
4	toter Bestand

Die Schadenintensität eines Bestandes ist der gewogene Mittelwert der Schadenkategorien der Einzelbäume. Die Gewichtung entspricht dabei den Flächenanteilen der Schadenkategorien der Einzelbäume pro Bestand.

Ein Hauptanliegen dieser Arbeit bestand darin, die aus dem Luftbild gewonnenen Informationen als Hilfsmittel in die waldbauliche Planung, im speziellen die Verjüngungsplanung, einfliessen zu lassen.

Bereits während der Schadenkartierung auf dem Infrarot-Luftbild wurden die stärker geschädigten Bestände und die Althölzer auf eine separate «Arbeitskarte» übertragen. Diese Karte erwies sich bei der Festlegung der zu verjüngen-

den Bestände und ihrer Dringlichkeiten als wertvolles Hilfsmittel, zeigte sie doch gleichzeitig zur terrestrischen Einschätzung einen zusätzlichen Blickwinkel, nämlich denjenigen der luftbildsichtbaren Schädigung. Der Waldbauer findet hierin eine wertvolle Zusatzinformation, mit der er seine terrestrische Schadenbeurteilung vergleichen und überprüfen kann.

Zeit-Aufwand: Zur Arbeit des Luftbildinterpreten gehören folgende Teilarbeiten:

Modellabgrenzung, Ausscheidung der Bestände, Interpretation der ausgeschiedenen Flächen, Verifikation im Gelände

Zeitaufwand: 19 Std. (= 9 Min./ha)

Nicht inbegriffen in diesen Zeiten sind die photogrammetrische Auswertung, Reinzeichnungs-, Kolorierungs- und Planimetrierungsarbeiten; sie wurden an ein auswärtiges Büro vergeben. Die Kosten für diese Arbeiten betrugen für die Herstellung der Schadenkarte rund Fr. 25. — pro ha.

3. Das Fallbeispiel

3.1 Allgemeines zum Betrieb

Als Untersuchungsobjekt wurde der Forstbetrieb der Korporation Landforst im Forstkreis I des Kantons Zürich gewählt. Die untersuchten Waldungen liegen auf dem Zimmerberg zwischen Gattikon und Horgen, westlich entlang der Autobahn Zürich—Chur zwischen 530 und 640 m ü. M. Die Topographie ist flach bis leicht hügelig, Hauptexposition ist nordwest.

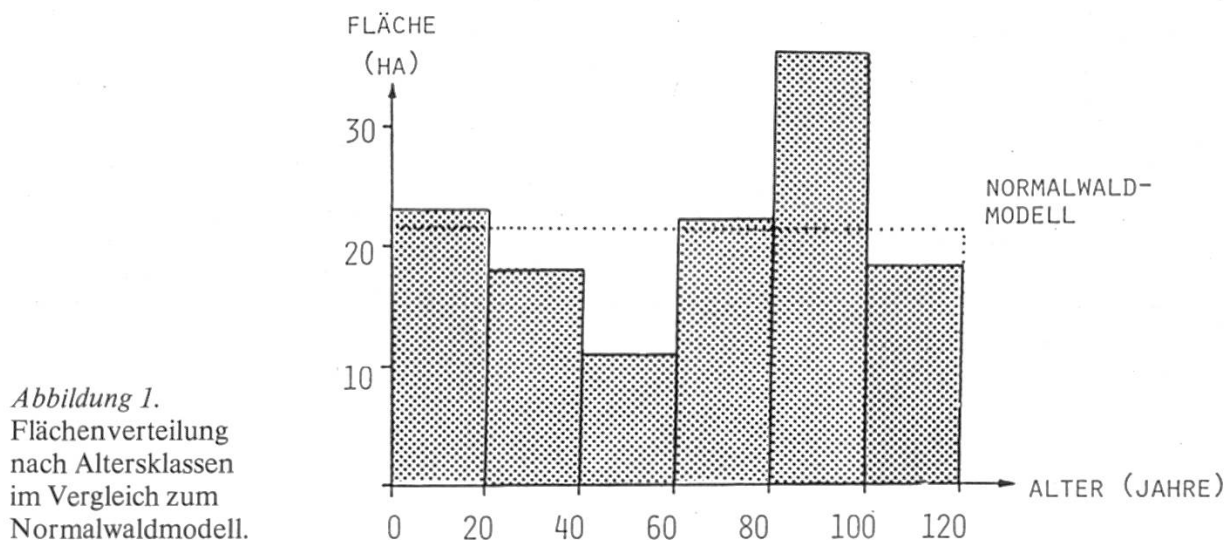
Der Wald ist gut arrondiert und umfasst eine bestockte Fläche von total 128 ha. Unausgeglichen präsentiert sich die Altersklassenverteilung (*vergleiche Abbildung 1*): Untervertreten sind die 20- bis 60- und 100- bis 120jährigen Bestände, stark übervertreten die 80- bis 100jährigen. 1978 wurde ein Vorrat von 452 Tfm/ha vollkluppiert, davon 89% Nadel- und 11% Laubholz. Das errechnete Mittelstammvolumen betrug 1,39 Tfm. Die Fichte ist mit 45% des Gesamtvorrates am weitaus stärksten vertreten, gefolgt von Föhre und Lärche mit zusammen 26%, Tanne mit 17% und Buche mit 5%. Der Gesamtzuwachs für die Periode 1968/78 betrug 8,0 Tfm/ha.Jahr. Der Hiebsatz wurde bei der letzten Wirtschaftsplanrevision 1978 auf 1360 Tfm/Jahr festgesetzt.

Die Groberschliessung der Waldungen darf als abgeschlossen bezeichnet werden.

Die Waldungen liegen im Forstrevier Thalwil/Horgen/Oberrieden. Hier sind als festangestellte Arbeiter tätig: ein Förster, ein Waldarbeiter und ein Forstwartlehrling. Diese Arbeitsgruppe erledigt anfallende Arbeiten (vor allem

Sommer- und gelegentlich Holzereiarbeiten) bei den einzelnen Waldbesitzern und verrechnet sie diesen nach Aufwand. Die Holzerei im Landforst wird von Korporationsmitgliedern (sogenannte Froner) teils im Stundenlohn, teils im Akkordverfahren erledigt. Zum sogenannten Klatferholzaufkrüsten (schwache bis mittelstarke Sortimente) werden noch traditionsgemäß regelmässig Korporationsmitglieder verpflichtet.

Die Holzkorporation Landforst besitzt einen Forstraktor mit Seilwinde, der zur besseren Auslastung auch an andere Waldbesitzer vermietet wird.



3.2 Inventurresultate

3.2.1 Terrestrische Stichprobeninventur

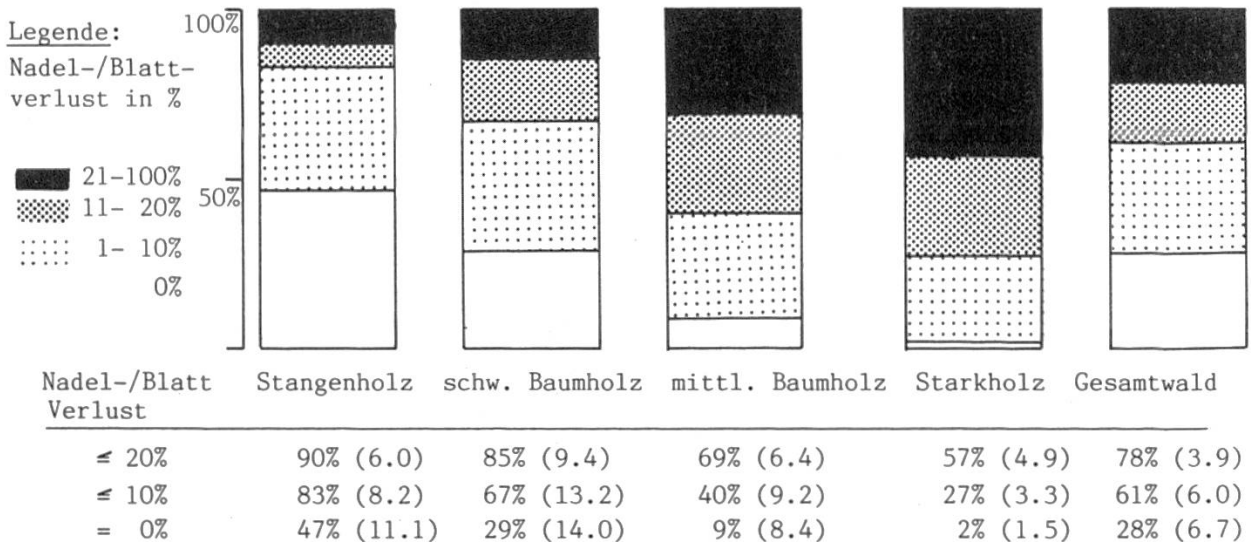
Gesamthaft wurden bei der Stichprobeninventur 65 Probeflächen aufgesucht. Die Verteilung nach Entwicklungsstufen ergab:

Aufgesuchte Probeflächen		65
davon Jungwuchs/Dickung ohne Einzelbaumansprachen	(0–20j.)	3
Stangenhölzer	(20–40j.)	14
schwache Baumhölzer	(40–70j.)	8
mittlere Baumhölzer	(70–100j.)	16
Starkhölzer	(> 100j.)	24

Eine einfache Auswertung der Daten ergab die folgenden, wichtigsten Ergebnisse (dargestellt in den *Abbildungen 2 und 3*): Der Anteil der Bäume ohne Nadel-/Blattverlust nimmt mit zunehmendem Alter von Entwicklungsstufe zu Entwicklungsstufe signifikant ab. Wurden in den Stangenholzbeständen noch durchschnittlich 47% ohne Nadel-/Blattverlust angesprochen, so liegt der analoge Wert für starkes Baumholz bei 2%. Umgekehrt verhält es sich mit dem Anteil

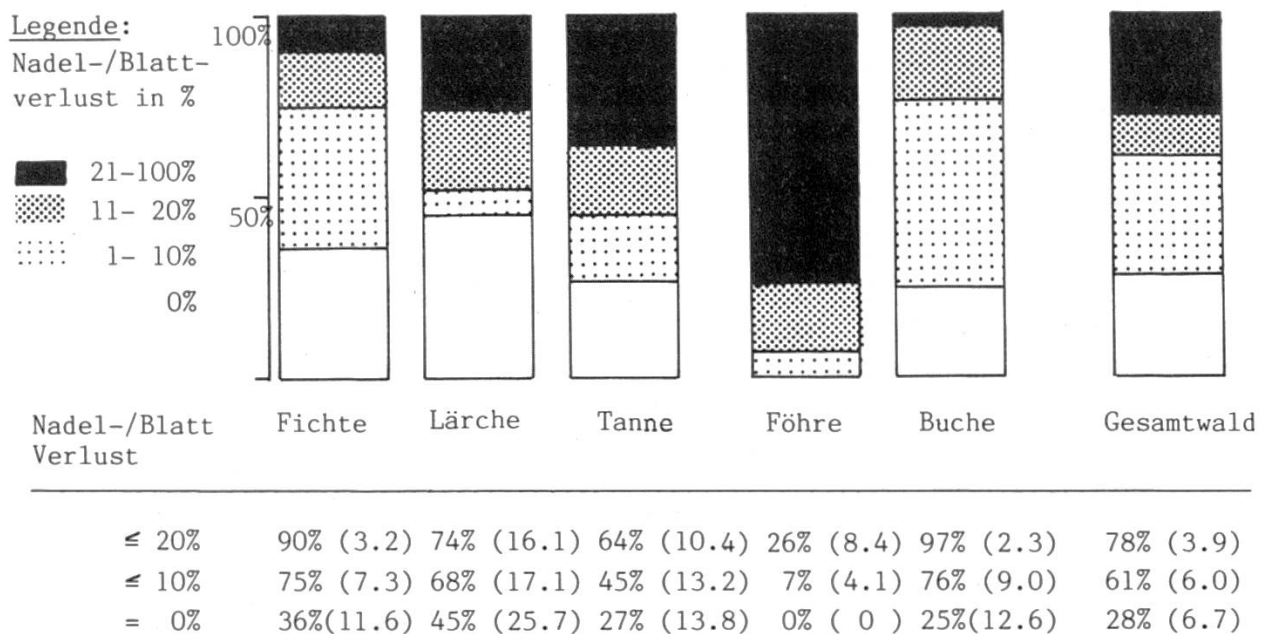
stärker geschädigter Bäume. Der Anteil mit Verlusten von mehr als 20% der Assimilationsmasse steigt von 10% im Stangenholz über 15% im schwachen Baumholz, 31% im mittleren Baumholz auf 43% in den starken Baumhölzern.

Die Schadenverteilung pro Baumart ergibt ein heterogenes Bild. Während der Zustand der Buchen und der Fichten als befriedigend zu bezeichnen ist, muss vor allem jener der Föhren als bedenklich bezeichnet werden: 93% aller Föhren weisen Nadelverluste von mehr als 20% auf. Bemerkenswert auch der Zustand der Lärchen: Einem recht grossen Anteil Bäume ohne Nadel-/Blattverlust (45%) steht ein beachtlicher Anteil mit Verlusten grösser als 20% gegenüber (26%).



Schätzwert pro Entwicklungsstufe (Standardfehler des Mittelwertes)

Abbildung 2. Schadenverteilung pro Entwicklungsstufe.



Schätzwert pro Baumart (Standardfehler des Mittelwertes)

Abbildung 3. Schadenverteilung pro Baumart.

Inwieweit es sich bei den Föhrenansprachen um Fehldiagnosen handelte (vergleiche *Marcet, Sieber, 1985*), lässt sich nachträglich nur noch schwer feststellen.

3.2.2 Luftbild-Inventur

Die Flächenzusammenstellung der Waldschadenkarte nach Schadenklassen zeigt folgende Verteilung (*Abbildung 4*):

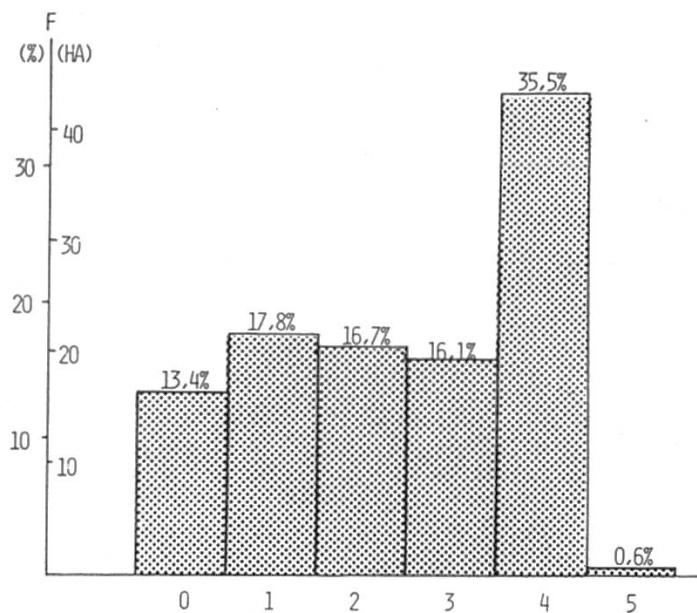


Abbildung 4.
Flächenzusammenstellung
der Waldschadenkarte
nach Schadenklassen.

Schadenklasse	Flächenanteil mit geschädigten Bäumen
0	0%
1	10% und 20%
2	30% und 40%
3	50% und 60%
4	70% und 80%
5	90% und 100%

Ein grosser Flächenanteil der Bestände (35,5%) weist 70 bis 80 Flächenprozent geschädigte Bäume auf. Ein Vergleich mit der Bestandeskarte zeigt, dass es sich dabei vorwiegend um starke Baumhölzer handelt. Bei der Interpretation dieser Resultate muss man sich aber bewusst sein, dass in jeder Schadenklasse ein gewisser Anteil an gesunden Bäumen vorhanden ist. Beispielsweise weist die Schadenklasse 4 (Flächenanteil geschädigte Bäume = 70 bis 80%) immer noch einen Flächenanteil von 20 bis 30% an gesunden Bäumen auf.

Betrachtet man die Flächenzusammenstellung der Schadenintensitätskarte, so erkennt man, dass der Hauptanteil der geschädigten Bestände zu den Stufen «schwach geschädigt» (34%) und «mittelstark geschädigt» (38%) zu zählen sind (*Abbildung 5*).

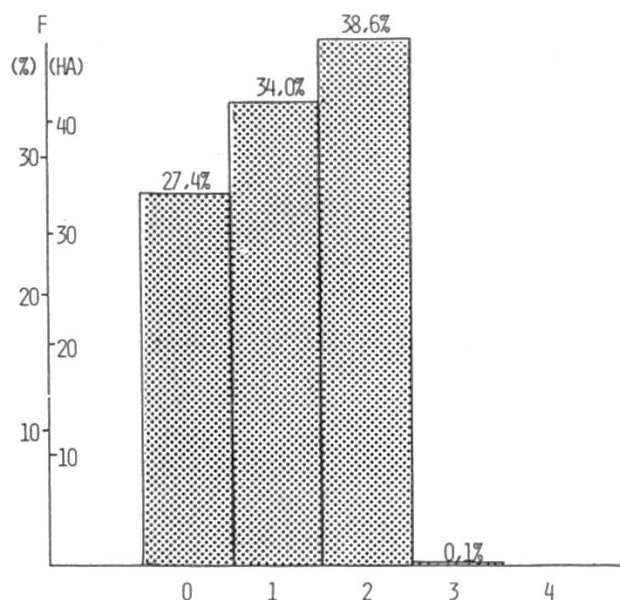


Abbildung 5. Flächenzusammenstellung der Schadenintensitätskarte.

Schadenintensitätsstufe

0
1
2
3
4

gesunder Bestand
schwach geschädigter Bestand
mittelstark geschädigter Bestand
stark geschädigter Bestand
toter Bestand

3.2.3 Vergleich von terrestrischer Inventur und Luftbild-Inventur

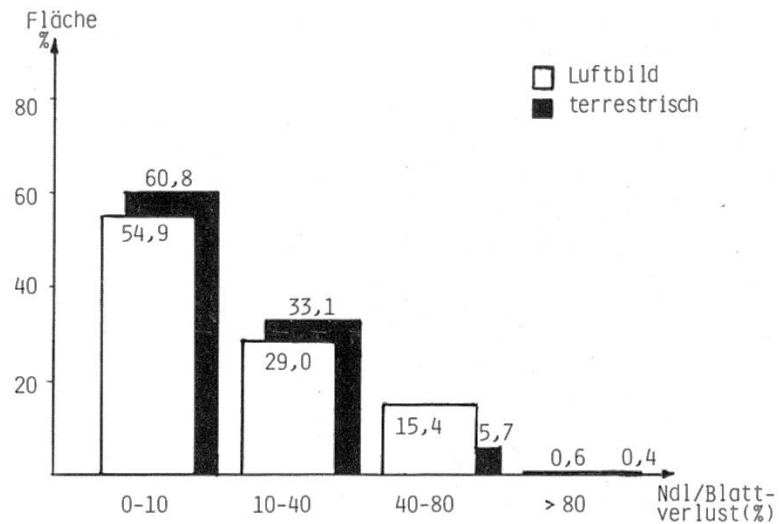
Ein Vergleich von terrestrischer Inventur mit Luftbild-Inventur ist schwierig und nur bedingt möglich, da die beiden Inventuren einerseits nicht auf genau denselben Ansprachekriterien basieren und andererseits die Klasseneinteilungen nicht identisch sind.

Im Luftbild wurden je für das Nadel- und Laubholz getrennt fünf Schadenkategorien der Einzelbäume unterschieden (vergleiche Abschnitt 2.3.2).

Die Problematik liegt darin, dass die Abgrenzungen dieser fünf Kategorien nicht auch durch den prozentualen Nadel-/Blattverlust, wie dies terrestrisch der Fall ist, ausgedrückt werden. In dieser Beziehung mangelt es noch an detaillierten Untersuchungen. Eine Diplomarbeit am Fachbereich Forsteinrichtung der ETHZ (Meier 1984) ergab in einer kleinen Voruntersuchung für die Weisstanne, dass die Grenzen zwischen den Kategorien 0 (gesund) und 2 (leichter Nadelverlust) bei etwa 10% Nadelverlust und zwischen der Schadenkategorie 2 und 3 (starker Nadelverlust) bei etwa 40% Nadelverlust gezogen werden können. Die Grenze zwischen den Schadenkategorien 3 und 4 (tot) konnte mangels genügender Anzahl Werte nicht festgelegt werden. Sie wird vom Interpreten der Landforst-Luftbilder bei rund 80% geschätzt.

Für den nachfolgenden Vergleich wurden die einzelnen Schadenklassen der Bestände in Flächenwerte umgerechnet. Die terrestrischen Daten wurden für diesen Vergleich mit der Grundfläche gewichtet. Nimmt man an, dass sich die Grundfläche eines Baumes annäherungsweise proportional zur überschirmten

Abbildung 6.
Vergleich von terrestrischer
Inventur und Luftbildauswertung
für den Gesamtwald.



Fläche verhält, so ist ein grober Vergleich der beiden Inventuren möglich. Jungwuchs- und Dickungsflächen berücksichtigten wir in diesem Vergleich nicht (Abbildung 6).

Der Vergleich zeigt, dass im Infrarotluftbild etwas mehr Schäden angesprochen wurden. Dies ist beim Beispiel «Landforst» insbesondere in den grösseren Verlustklassen der Fall. Der Klasse «gesund», wozu im Luftbild für diesen Vergleich auch die nur verfärbten Bäume (ohne Blattverlust) gezählt wurden, sind durch die terrestrische Inventur 60,8% und durch die Luftbild-Inventur 54,9% der Fläche zugesprochen worden.

3.3 Waldbauliche Planung

Im Rahmen der vorliegenden Zwischenrevision wurden nur die Haupteingriffe geplant, das heisst Verjüngung und Durchforstungen. Pflegeeingriffe und übrige Massnahmen wurden nicht behandelt.

Das praktische Vorgehen bei der *Verjüngungsplanung* war folgendes: Während der Schadenkartierung mittels Luftbild wurden stark geschädigte Altholzbestände ausgeschieden (vergleiche Abschnitt 2.3.2). Flächen, die bei der Planung 1978 als verjüngungsdringlich beurteilt wurden, in der Zwischenzeit aber noch nicht zur vollständigen Verjüngung gelangten, wurden ebenfalls auf die Karte übertragen. Damit ergab sich bereits eine im Büro ausgearbeitete grobe Kartierung von Verjüngungsbeständen. Mit Hilfe dieser Arbeitsgrundlage erfolgte die eigentliche Verjüngungsplanung im Walde. Dabei wurden die kartierten Bestände genauer beurteilt und eventuell zusätzlich verjüngungsdringliche Bestände ausgeschieden. Beurteilungskriterien waren für alle Flächen einerseits die waldbauliche Situation, andererseits die Waldschadenssituation. Bei der waldbaulichen Situationsbeurteilung untersuchte man folgende Kriterien: Transportgrenze, bereits vorhandene, brauchbare Verjüngungsansätze, Steil-

ränder, Zustand der Bäume bezüglich Hiebsreife, Standort, Hiebsfolge. Soweit als möglich mitberücksichtigt wurde auch die bei der Planung 1978 festgesetzte Strategie, dies, um eine Kontinuität im Verjüngungskonzept zu gewährleisten. Alle Überlegungen zusammen führten zu einer bestandesweisen Dringlichkeitsansprache nach drei Stufen: 1 = Verjüngung muss unbedingt in der kommenden Bewirtschaftungsperiode erfolgen; 2 = Verjüngung muss in der Periode durchgeführt werden, kann aber auf den Schluss ausgehalten werden; 3 = Verjüngung kann in der Planungsperiode erfolgen, kann aber auch auf die nächste aufgeschoben werden.

Etwas schwieriger gestaltete sich die Beurteilung der Behandlungsdringlichkeit aufgrund der Waldschadenssituation. Im Walde erfolgte eine bestandesweise Dringlichkeitsansprache, bei der in Zweifelsfällen auch die Resultate des Luftbildes konsultiert wurden. Die Fristen der Dringlichkeitsstufen entsprechen jenen der waldbaulichen Beurteilung.

Unter Berücksichtigung des momentanen unausgeglichene Altersklassenaufbaues (vergleiche *Abbildung 1*) und der Kenntnis des Normalwaldmodells konnte die definitive Verjüngungsplanung durchgeführt werden. Es werden zuerst die sowohl waldbaulich als auch von der Schadenssituation her dringenden Bestände zur Verjüngung gelangen müssen.

Anstelle der Angabe einer fixen Räumungsfläche wäre es auch denkbar, einen Bereich mit einem Minimal- und einem Maximalwert zu bestimmen. Für den Minimalwert müssten alle Flächen unbedingt berücksichtigt werden mit der Dringlichkeitskombination 1/1, das heisst Bestände, die sowohl vom waldbaulichen Gesichtspunkt als auch von der Schadenssituation her als behandlungsdringlich beurteilt wurden. Zusätzlich müssten Nachhaltigkeitsüberlegungen die Festsetzung dieser beiden Grenzwerte mitbestimmen. Der Minimalwert garantiert die unbedingt notwendige Verjüngungstätigkeit, der Maximalwert soll eine Übernutzung der Waldungen verhindern.

Die *Durchforstungsplanung* erfolgte terrestrisch. Dabei wurden bestandesweise die Dringlichkeits- und die Eingriffsintensität festgelegt. Verjüngungs- und Durchforstungsplanung kartographisch dargestellt ergaben die Massnahmenkarte.

3.4 Nutzungsplanung

Mit der definitiven waldbaulichen Planung als Grundlage wurde ein neuer Hiebsatz gerechnet. Die Vorratswerte wurden der Inventur 1978 entnommen und sofern möglich (Vollkluppierung mit Kluppierungseinheiten) bestandesweise verteilt. Für sämtliche Berechnungen wurde der seit 1978 geleistete Zuwachs unberücksichtigt gelassen, weil Angaben dazu fehlen. Für den Räumungshiebsatz wurden 100% des Vorrates 1978 eingesetzt, bei den Lichtungen ein Vorratsnutzungsprozent zwischen 25 und 50, je nach Anzahl Eingriffe bis

zur Räumung und waldbaulicher Ansprache. Die Durchforstungsprozente wurden zum Teil den Ertragstafeln entnommen, zum Teil aufgrund von Erfahrungswerten bestimmt. Die Hiebsatzfestlegung erfolgte bestandesweise, was eine individuelle Behandlung der einzelnen Bestockungseinheiten je nach waldbaulicher Planung erlaubte.

Tabelle 2 zeigt das Resultat der Nutzungsplanung, die Hiebsatzfestlegung in Form einer Flächen- und einer Volumenangabe. Getrennt aufgeführt werden dabei die Durchforstungseingriffe und Verjüngungen (Lichtungen und Räumungen).

Tabelle 2. Hiebsatz.

	<i>Planung 1978–1987</i>	<i>Planung 1985–1994</i>
<i>Flächenhiebsatz</i>		
Durchforstungen	62,0 ha	50,3 ha
Lichtung/Räumung	14,6 ha	19,6 ha
<i>Volumenhiebsatz</i>		
Durchforstungen	600 Tfm/Jahr	550 Tfm/Jahr
Lichtung/Räumung	760 Tfm/Jahr	1150 Tfm/Jahr
Total	1360 Tfm/Jahr	1700 Tfm/Jahr

Der Vergleich der beiden Planungen bestätigt, was zu erwarten war. Aufgrund des nicht nachhaltigen Altersklassenaufbaus und des als gut zu beurteilenden Pflegezustandes werden die Eingriffe in Durchforstungsbeständen quantitativ etwas zurückgehen. Demgegenüber musste der Verjüngungshiebsatz erhöht werden, einerseits um eine drohende Überalterung der Bestände zu verhindern, andererseits um dem sich verschlechternden Waldzustand Rechnung zu tragen. Gesamthaft gesehen ergab die Zwischenrevision 1985 eine Hiebsatzerhöhung von 340 Tfm/Jahr gegenüber dem Planungswert von 1978. Wenn man davon ausgeht, dass die Planung 1978 einen der damaligen Situation angepassten Hiebsatz veranschlagte, so muss die 25prozentige Erhöhung innerhalb nur sieben Jahren als markant bezeichnet werden.

3.5 Integrale Planung

Unter integraler Planung versteht man die Koordination sämtlicher Einzelplanungen des Forstbetriebes. Das Resultat der integralen Planung ist der Betriebsplan. Aus dieser Definition wird deutlich, dass im vorliegenden Falle eine integrale Planung im engeren Sinne nicht durchgearbeitet wurde. Einige Einzelplanungen wurden überhaupt nicht oder nur wenig detailliert behandelt.

Ausgehend von der definitiven Massnahmenplanung können grobe Angaben zu den weiteren Teilplanungen gemacht werden. Der Hiebsatzvoranschlag sieht grössere Nutzungsmengen vor als bisher. Dies wird sicherlich Auswirkungen auf das zu erwartende Arbeitsvolumen haben. Die Mehrbelastung wird

allerdings nicht proportional mit dem erhöhten Hiebsatz ansteigen, da die Nutzungen vor allem aus Verjüngungsschlägen stammen werden, bei welchen der Holzereiaufwand pro m³ Holz erfahrungsgemäss geringer ist als für Durchforstungsschläge mit schwächeren Dimensionen. Damit sind auch die wichtigsten Auswirkungen auf den finanziellen Haushalt des Betriebes erklärt. Sowohl der absolute als auch der prozentuale Anteil der Nutzungsmenge aus Verjüngungsschlägen wird zunehmen, was eine vorteilhaftere Sortimentszusammensetzung (starkes Holz) bedeutet und damit den Durchschnittserlös pro m³ Verkaufsholz erhöhen wird. Gleichzeitig wird, wie bereits erwähnt, der Aufwand nicht im selben Ausmass ansteigen, was zu einer besseren Betriebsbilanz führen wird. Dass es sich dabei aber um eine kurz- bis mittelfristige Erscheinung handeln wird, ist evident. Die grösseren Verjüngungshiebe werden künftig vermehrten Aufwand in Form von Jungwaldpflege provozieren, während die intensiven Eingriffe im starken Holz zurückgehen werden. Es handelt sich also um eine vorübergehende Liquidierung des vorhandenen Kapitals (stehendes Holz). Der zu erwartende Überschuss wird mittel- bis langfristig wieder vollumfänglich in nicht rentable Pflegearbeiten investiert werden müssen.

Was die übrigen Teilplanungsbereiche wie zum Beispiel Erschliessungsplanung, Investitionen, Maschinen usw. anbelangt, so wurden sie im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt.

3.6 Gesamtkosten der Zwischenrevision

Die Kosten für eine Wirtschaftsplanrevision in der vorliegenden Form setzen sich wie folgt zusammen:

Terrestrische Stichprobeninventur (inklusive Planung)	Fr. 28.—/ha
Luftbildauswertung (inklusive Erstellung einer Waldschadenkarte)	Fr. 33.—/ha
Auswertungs-, Revisions- und Redaktionsarbeiten	Fr. 12.—/ha
 Totalkosten für Zwischenrevision	 Fr. 73.—/ha

Zur Relativierung dieser Kosten muss gesagt werden, dass der Anteil für die photogrammetrische Auswertung der Luftbilder etwas hoch ausfiel, weil aufgrund der ungünstigen Waldform (langer, schmaler Waldstreifen) für die 128 ha Wald insgesamt fünf Luftbildmodelle verwendet werden mussten. Bei grösseren Auswertungen werden die Luftbildmodelle ganz ausgenützt, was zu den üblichen Durchschnittskosten von Fr. 25.— bis Fr. 30.—/ha führen würde. Nicht miteinbezogen sind die Kosten für die Befliegung und die Luftbilder (Filmmaterial, Entwickeln, Lagerung usw.), die vom Sanasilva-Programm übernommen wurden. 1985 kam ein IR-Luftbild auf durchschnittlich Fr. 55.— zu stehen; dieser Betrag würde sich für Einzelflüge jedoch stark erhöhen. Die Kosten für

die Stichprobenaufnahmen errechneten sich pro effektiven Aufwand in Stunden (vergleiche *Tabelle 1*) mit einem Stundenansatz von Fr. 50. —. Sie sind nicht allgemeinverbindlich, sondern richten sich nach den Stundenansätzen des eingesetzten Personals. Im weiteren könnten sie gesenkt werden, wenn bei den Erhebungen nur die benötigten Einzelbaum- und Bestandesmerkmale erfasst würden (vergleiche 2.3.1).

4. Schlussfolgerungen

Aufgrund der gemachten Erfahrungen darf bezüglich methodischem Vorgehen bei Waldschadenerhebungen auf Betriebsebene folgendes festgehalten werden:

1. Um Grundlagen zum Gesundheitszustand der Bäume pro Baumart, Entwicklungsstufe und, innerhalb dieser Aufnahmen, über die Schadensintensität zu erhalten, eignet sich eine terrestrische Stichprobeninventur mit detaillierten Einzelbaumansprachen. Die Probendichte muss dabei so gewählt werden, dass die zu erhaltenden Resultate den Anforderungen an eine vorgegebene Genauigkeit entsprechen.
2. Sind bestandesweise Schadeninformationen als Grundlage für die waldbauliche Massnahmenplanung erwünscht, so eignet sich eine terrestrische Stichprobeninventur mit systematischem Raster nur dann, wenn eine stratifizierte Aufnahme durchgeführt wird. Die Abgrenzung dieser Straten kann auf der Basis von Luftbildern vorgenommen werden. Damit könnte vermieden werden, dass einerseits unwichtige Waldteile bzw. Entwicklungsstufen zu genau und mit zu grossem Aufwand erfasst werden, während auf der anderen Seite die eigentlich interessanten Bestände nur unzureichend abgedeckt werden.
3. Die mittels Infrarot-Luftbild erarbeitete Waldschadenkarte gibt Auskunft über die örtliche Verteilung von geschädigten Beständen. Die Schadenintensitätskarte liefert darüber hinaus die Information über das Ausmass oder die Stärke der Schäden. Sie kann für den Förster ein wertvolles Hilfsmittel bei der Erarbeitung der waldbaulichen Massnahmenplanung sein. Durch die für diese beiden Karten benötigte Bestandeskartierung ab Luftbild kommt der Förster gleichzeitig ohne grossen Mehraufwand (Kolorieren der Karte) zu einer aktuellen Bestandeskarte.
Eine Auswertung mit IR-Luftbild ist nicht billig. Es ist zu berücksichtigen, dass nach Abschluss des Programmes Sanasilva, bei dem die Flug- und Bildkosten vom Bund übernommen wurden, die Kosten entsprechend höher sein werden.
4. Für eine effiziente waldbauliche Massnahmenplanung im Rahmen einer Betriebsplanrevision wird ein kombiniertes Verfahren als das geeignetste angeschaut: Ausscheidung von potentiellen Verjüngungsflächen mittels Infrarot-

Luftbild, Situationsbeurteilung und Bestandesansprache terrestrisch und schliesslich definitive Entscheidungsfindung im Rahmen der integralen Planung unter Mitberücksichtigung der Nachhaltigkeitsüberlegungen und betrieblichen Einschränkungen.

5. Für die Wirtschaftsplanzwischenrevision in der beschriebenen Form scheinen der Aufwand und die Kosten recht hoch zu sein. Mit den erwähnten Verbesserungsmöglichkeiten liesse sich aber eine Zwischenrevision vertreten. Wichtig ist dabei, dass eine solche gut geplant wird.

Im Rahmen der ordentlichen, periodisch durchgeführten Wirtschaftsplanrevisionen soll die Waldschadenssituation unbedingt mitberücksichtigt werden. Die beschriebene Methode könnte dabei gute Dienste leisten. Der Mehraufwand wäre verhältnismässig gering, könnten doch die terrestrischen Schadensansprachen mit der Forsteinrichtungsinventur, die Luftbildschadenbeurteilung im Rahmen der Bestandeskartenaktualisierung durchgeführt werden.

Résumé

La planification en cas de dégâts aux forêts d'une entreprise du Plateau suisse

Les dégâts aux forêts peuvent avoir une influence importante sur la mode de gestion forestière. Au niveau du plan d'aménagement, certaines grandeurs de planification (comme la possibilité) ou encore certaines opérations sylvicoles devront être réajustées avant la fin de la période d'aménagement, à la suite d'une modification de la situation forestière. Pour des raisons financières, une révision complète du plan d'aménagement est plus souvent rendue impossible. Le travail présenté ici a donc consisté en un relevé des différentes situations de dégâts aux forêts et en une analyse de leurs conséquences sur la planification à court et à moyen terme. A cet égard, n'ont été pris en compte que les domaines de la planification directement concernés (en particulier, la planification sylvicole et celle de l'exploitation). La méthode d'inventaire des dégâts, retenue comme la plus appropriée, consiste en une combinaison d'un relevé terrestre avec une étude des photographies aériennes en infrarouge. Les informations ainsi recueillies ont permis la modification de la planification des opérations sylvicoles.

Dans le cas traité de la corporation de Landforst (ZH), il résulta de cette révision intermédiaire une augmentation de la possibilité de 25%, par rapport à la planification de 1978. La livraison de bois a augmenté, grâce aux coupes de rajeunissement qui ont dû être menées en raison de la situation de dépérissement des peuplements adultes (il s'agit d'ailleurs plutôt de «coupes de chablis», au sens large).

La mise au point de la méthode présentée ici n'est pas encore achevée; cependant, ce travail a montré qu'il est possible d'actualiser la planification forestière à l'aide d'un inventaire des dégâts aux forêts. En fixant des objectifs simples et en planifiant soigneusement l'inventaire, les coûts de telles révisions intermédiaires des plans de gestion devraient être diminués.

Traduction: J. Arnould

Literatur

- EAFV, Scherrer, H. U., 1986: Erläuterungen zur Sanasilva-Waldschadenkartierung mit Infrarot-Luftbildern im Massstab 1: 9000, Entwurf, 4. Version 2. Oktober 1986. Unveröffentlicht.
- Kramer, H., 1984: Forsteinrichtungsplanung bei immissionsbedingten Waldschädigungen. *Forst- und Holzwirt* 39 (11): 275–277.
- Marcet, E., Sieber, M., 1985: Anmerkungen und Richtigstellung zum «Baumsterben»: Benadelungslücken bei Föhren. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 136 (12): 1031–1034.
- Meier, F., 1984: Die Erfassung der Waldschäden mit dem Infrarotluftbild im Lehrwald der ETH. Diplomarbeit am Institut für Wald- und Holzforschung der ETH Zürich, Fachbereich Forsteinrichtung. Unveröffentlicht.
- Schlaepfer, R., Mandallaz, D., Commarmot, B., Günter, R., Schmid, B., 1985: Der Gesundheitszustand des Waldes im Revier Schaffhausen. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 136 (1): 1–18.
- Schlaepfer, R., 1984: L'aménagement des forêts, source d'informations et cadre de la gestion forestière suisse. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 135 (6): 445–467.
- Schlaepfer, R. 1985: Influence des dégâts aux forêts sur l'aménagement des forêts au niveau de l'entreprise. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 136 (5): 390–396.
- Schwager, G., Stauffer, A., 1984: Handbuch für die Bewältigung von Waldschadenereignissen. Schweiz. Verband für Waldwirtschaft, Solothurn, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Bundesamt für Forstwesen, Bern.