

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 138 (1987)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Inventur und Überwachung des Gesundheitszustandes des Waldes  
**Autor:** Schmid-Haas, Paul  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766068>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.03.2025

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

## Inventur und Überwachung des Gesundheitszustandes des Waldes<sup>1</sup>

Von Paul Schmid-Haas

Oxf.: 622:(494)

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

### Problemstellung

Wegen der in den letzten Jahren in vielen industrialisierten Gegenden bei mehreren Baumarten abrupt und sehr grossflächig auftretenden Schwächezeichen ist die Überwachung des Gesundheitszustandes unserer Wälder über Nacht zu einer der wichtigsten Aufgaben der Waldinventur geworden. Gewünscht wird, durch Beobachtungen den Gesundheitszustand des Waldes zu beurteilen, die mögliche zukünftige Entwicklung zu prognostizieren und die Wahrscheinlichkeit und Geschwindigkeit des Absterbens zu schätzen. Abgesehen von klassischen Immissionsschadengebieten, in denen die Schäden teilweise andersartig auftreten und sich auch anders entwickeln, fehlt dafür praktisch jegliche Erfahrung. Erst relativ langfristige und aufwendige Untersuchungen werden uns in die Lage versetzen, diese Aufgabe optimal zu erfüllen. Die Kenntnis der Ursachen für die Schädigungen wäre dafür eine wichtige Hilfe.

Vorläufig muss man sich damit begnügen, die erkennbaren Schwächezeichen so genau als möglich zu erfassen und vor allem zu kontrollieren, ob und wie rasch sich diese Gefahrensignale verstärken. In wenigen Jahren ist in dieser Beziehung schon sehr viel erreicht worden. Die Proceedings der Konferenz über *Inventorying and Monitoring Endangered Forests* einer IUFRO-Konferenz in Zürich (1986) und eine weitere umfangreiche Literatur legen davon ein beredtes Zeugnis ab. Bei der Erfassung von Merkmalen, die für den Gesundheitszustand des Waldes relevant sein können, und von deren Veränderungen, müssen die Daten vor allem objektiv, vergleichbar, zeitlich konstant, vielseitig und repräsentativ sein.

Eine organisatorisch, statistisch und arbeitstechnisch gut geplante Erhebung wird mit relativ bescheidenem Aufwand viel wichtige und genaue Information liefern. Für die Inventur des Gesundheitszustandes gelten natürlich die gleichen

<sup>1</sup> Erweiterter Text eines Vortrages am IUFRO-Weltkongress in Ljubljana, 1986.

Überlegungen wie bei den bisherigen Problemstellungen, weitgehend können gleiche oder ähnliche Beobachtungs- und Messmethoden angewendet werden, und generell sind die gleichen statistischen Gesetzmässigkeiten und Probenahmemethoden zu berücksichtigen (*Schlaepfer* 1986).

Im folgenden soll nicht allgemein Bekanntes, sondern nur für die neue Problemstellung Spezifisches zur Sprache kommen. Das soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass jemand, der eine derartige Inventur plant, den grossen Erfahrungsschatz und das Verständnis der Zusammenhänge aus dem Bereich der allgemeinen Waldinventur unbedingt benötigt.

### **Luftbilder und Scannerdaten**

Aus Helikoptern, Flugzeugen und Satelliten können gute Übersichten über Waldflächen gewonnen werden.

Scannerdaten aus Satelliten liefern wichtige Auskünfte über grosse Waldflächen und flächenhafte Veränderungen. Im praktischen Einsatz sind diese Methoden hierfür insbesondere in den Tropen sowie in extensiv und grossflächig bewirtschafteten Wäldern der gemässigten Klimazonen. Informationen über Baumartenzusammensetzungen, Alter, Dichte und Struktur der Bestände und ihre Veränderungen sind bereits viel schwieriger zu erhalten und praktisch erst in einfachen waldbaulichen Verhältnissen zu beschaffen. Noch viel schwieriger wird das Problem, wenn zusätzlich zur Art des Waldes noch sein Gesundheitszustand variiert (*E. Müller, K.I. Itten*, 1986). Bei grossflächigen Kalamitäten können derartige Daten sehr nützlich sein, bei den mosaikartig und oft einzelbaumweise auftretenden Schwächezeichen ist davon noch nicht viel zu erwarten.

Luftbilder bewähren sich hingegen bei der Erkennung der Waldzustände und ihrer Entwicklung schon lange. Für allgemeine Aufgaben sind bisher meist Schwarzweissbilder in Massstäben 1 : 16 000 bis 1 : 50 000 verwendet worden, für die neue Aufgabe werden Infrarotfarbbilder empfohlen. Im allgemeinen kommen nur Luftbilder, auf denen man die wichtigsten Baumarten unterscheiden kann, für die Erfassung des Gesundheitszustandes in Frage. Zumindest in Gebieten mit vielen Mischbeständen sind dafür beim gegenwärtig verwendeten Filmmaterial Massstäbe über 1 : 12 000 vorzuziehen. Empfohlen werden je nach spezieller Problemstellung Massstäbe von 1 : 3000 bis 1 : 12 000. Die Kosten für die Befliegung, das Filmmaterial und die Auswertarbeiten werden damit pro Flächeneinheit ganz erheblich grösser als bei den gewohnten kleineren Massstäben. Mit derartigen Massstäben kommt man rasch finanziell an die Grenzen des Tragbaren, sofern man nicht auf Stichprobenahmen ausweicht. Wo Aufnahmen der gesamten Waldfläche gemacht werden, finden dann meist die unentbehrlichen Wiederholungen nicht mehr statt.

Für die Luftbildauswertung ist eine gute Ausbildung der Interpreten besonders wichtig. In jeder Region und für jede Befliegung muss neu studiert werden, was die Farben auf den Luftbildern bedeuten. Die Filmemulsion wird durch die Ablichtung von Testflächen im sichtbaren Bereich und im nahen Infrarot geprüft. Im Gelände wird verglichen, wie der Baum in Wirklichkeit und auf dem Photo aussieht. Das ist bei jeder Befliegung wieder notwendig, da die Farben durch die Beleuchtung sowie durch den Film eine etwas andere Bedeutung bekommen können. Es genügt nicht, ein für allemal einen Interpretationsschlüssel zu erstellen und ihn gewissenhaft anzuwenden.

Im Vergleich zu den terrestrischen Erhebungen weist das Luftbild Vor- und Nachteile auf. Der Hauptvorteil des Luftbildes ist sicher auch bei der neuen Aufgabe, dass rasch und einfach grosse Flächen überblickt werden können, während man bei terrestrischen Erhebungen oft vor lauter Bäumen den Wald nicht mehr sieht. Dafür kann man im Gelände die einzelne Krone mit dem Feldstecher viel detaillierter beobachten, als das auf dem Luftbild möglich ist. Auf dem Luftbild betrachtet man die Bäume senkrecht von oben, im Gelände dagegen schräg von unten. Auf dem Luftbild sieht man somit vor allem die Lichtkrone, den für den Baum wichtigsten Teil der Krone, im Gelände dagegen vor allem die unteren Kronenteile, die bei den meisten Nadelhölzern am häufigsten verlichtet sind. Auf dem Infrarotfarbbild werden, wie der Name sagt, elektromagnetische Wellen im Infrarotbereich zusätzlich zum sichtbaren Bereich erfasst. Damit können einerseits gesunde Blätter und Nadeln besonders gut von totem Material unterschieden werden. Andererseits kann das Infrarotfarbbild die Interpretation erschweren, weil die Abbildung nicht dem Bild entspricht, das wir vom Wald und von seinen Phänomenen gewohnt sind und für das wir Erfahrungen gesammelt haben. Der Zuwachs ist auf Luftbildern kaum zu erkennen, Höhentrieb- und Seitentrieblängen ungenau und unsicher, der Stammdickenzuwachs und damit der Holzmassenzuwachs überhaupt nicht.

Als einen der Hauptvorteile des Luftbildes wird sein Dokumentationswert hervorgehoben. In der Tat ist dieser Wert des Luftbildes kaum zu überschätzen, können doch die alten Bilder jederzeit neu interpretiert und damit nachträglich Entwicklungen rekonstruiert werden. Leider ist dieser Vorteil für die Beurteilung des Gesundheitszustandes des Waldes nur beschränkt vorhanden, weil die Farben von der Filmemulsion sowie von seiner Lagerung und Entwicklung abhängig sind und beim heute verwendeten Infrarotfarbfilm Kodak IR 2443 alles andere als reproduzierbar sind. Die Farben lassen deshalb nur soweit qualitative Aussagen zu, als sie im Wald überprüft und geeicht worden sind. Vergleichbarkeit zwischen Luftbildern erreicht man dann nur indirekt über ausgelegte Tafeln mit bekannten Reflektionseigenschaften. Vermutlich ist es technisch möglich, dieses Problem in Zukunft besser zu lösen. Eine Eichung der Luftbildinterpretation durch terrestrische Ansprachen sollte nur erfolgen, soweit im Gelände die gleichen Phänomene angesprochen werden wie auf dem Luftbild. Wenn Verfärbungen nur oder vor allem im infraroten Spektralbereich sichtbar

sind oder wenn die oberen Kronenteile vom Boden aus nicht genügend gut einsehbar sind, können derartige Eichungen die Ansprachen auf dem Luftbild verschlechtern und verfälschen.

### **Kombination von Luftbildinterpretation und terrestrischer Aufnahme**

Kombinationen von Luftbildauswertungen mit terrestrischen Inventuren scheinen sich aufzudrängen. Für diese Art der Erfassung des Gesundheitszustandes fehlt leider noch fast jede Erfahrung. Wo bereits eine terrestrische und eine Luftbildinventur durchgeführt worden sind, wurden die beiden Inventare meist völlig getrennt ausgewertet (*Mössmer, 1986*). Wie bei anderen Waldinventuren kommen auch für die Erfassung des Gesundheitszustandes im wesentlichen zwei verschiedene kombinierte Erhebungsverfahren in Frage: eine bestandesweise oder eine stichprobenweise Auswertung auf den Luftbildern, in beiden Fällen kombiniert mit einer terrestrischen Stichprobenerhebung.

Im ersten Fall soll auf dem Luftbild nicht ein Einzelbaum, sondern eine Waldfläche taxiert werden. Die Luftbildinterpretation dient zur Herstellung einer Waldschadenkarte und zur Stratifizierung der terrestrischen Stichproben. Bei der terrestrischen Erhebung werden die Luftbilder mitgenommen, um bei jeder Stichprobe festzustellen, in welchem Bestand das Zentrum liegt. Gleich stark geschädigte und ähnlich bestockte Waldflächen werden zu Straten zusammengefasst und ihr Areal bestimmt. Die terrestrischen Stichproben innerhalb dieses Stratums geben dann Mittelwerte für quantitative Merkmale respektive über die Häufigkeitsverteilung irgendeiner Klassierung in diesem Teil des Waldes. Durch eine derartige Verwendung des Luftbildes können die Kosten für die Schätzung des Holzvorrates mit vorgegebener Genauigkeit oft nahezu halbiert werden. Ähnlich grosse Vorteile dürfen bei der Schätzung des Nadel-/Laubverlustes und ähnlicher Merkmale erwartet werden. Bei flächendeckender Befliegung entstehen Waldschadenkarten, die nicht nur die mittlere Schädigung schätzen helfen, sondern zudem zeigen, wo die grössten Schäden auftreten. Das ist für Forstschutz- und Wirtschaftsplanungen besonders wichtig. Da Baumarten, Alter und anderes in den terrestrischen Stichproben sowieso erfasst werden, sollte für die Luftbildauswertung die Benützung kleinerer Massstäbe möglich sein. Dabei sind Unterschiede in der Kronenstruktur zwar nur noch teilweise, Farbunterschiede aber nach wie vor gut zu erkennen.

Bei stichprobenweiser Auswertung werden auf dem Luftbild im allgemeinen die Einzelbäume angesprochen. Die Resultate der Luftbildauswertung werden in ähnlicher Form vorliegen wie die Daten der terrestrischen Inventur. Einen Vorteil bringt die Kombination erst, wenn teilweise die gleichen Probeflächen auf dem Luftbild und im Gelände erfasst werden. Die Schwierigkeiten einer Übertragung vom Luftbild ins Gelände oder umgekehrt dürfen zwar nicht unterschätzt werden, die Aufgabe ist aber lösbar (*Kölbl, 1984, Hildebrandt, 1986*).

Bei der von Kölbl angeregten Methode werden die Stichproben und die lokalen Massstäbe in Vergrößerungen des Luftbildes eingetragen und dieses ins Gelände mitgenommen. Für das genaue Aufsuchen der Punkte im Wald stehen in gebirgigem Gelände meist genügend kennzeichnende Geländepunkte zur Verfügung, im flachen Gelände kann relativ genau eingemessen werden. Bei der von Hildebrandt empfohlenen Methode werden die Stichprobeflächen zuerst im Gelände festgelegt. Mittels Pfeil und Bogen wird dann eine Baumspitze mit einem farbigen Band gekennzeichnet, das bei der Befliegung mitabgebildet wird. Die im Gelände eingemessenen Stichprobeflächen werden also auf das Luftbild übertragen. Um Veränderungen gut zu erfassen, müssen auch die Luftbildstichproben permanent angelegt werden. Die modernen analytischen Auswertegeräte erleichtern diese Aufgabe erheblich. Für die Interpretation von Luftbildstichproben können ohne sehr grossen zusätzlichen Aufwand gut geeignete grosse Massstäbe eingesetzt werden. Wenn alle terrestrischen Stichproben auf dem Luftbild erfasst werden, spricht man von einer doppelten Probenahme, sonst von einer Probenahme mit teilweiser Ersetzung (SPR, sampling with partial replacement). Im Gegensatz zur üblichen kombinierten Inventur sind auf dem Luftbild Informationen zu beschaffen, die im Gelände nicht oder nur sehr schwierig zu erlangen wären. Für die Erfassung des Gesundheitszustandes mit zweistufiger Probenahme sind daher auch die statistischen Probleme neu zu überlegen.

### **Kronenansprache im Gelände**

Das auffälligste Schwächezeichen ist die geringe Benadelung oder Belaubung. Dieses relativ unspezifische Kennzeichen kann auf verschiedene Art und Weise zustande kommen und für den Baum unterschiedliche Bedeutung haben, aber jede Verlichtung ist vermutlich ein Zeichen für Stress. So können Fichten, Tannen und Föhren vorzeitig die älteren Nadeln abwerfen, ihre Kronen verlichten sich häufig von unten nach oben und von innen nach aussen. Diese Bäume verringern den Wasserverlust erheblich stärker als die Nettoassimilation, da ältere, nicht mehr voll leistungsfähige und beschattete Nadeln verlorengehen. Eine derartige Verlichtung kann daher eine positive und sehr wirkungsvolle Abwehrreaktion gegen Trockenstress darstellen. Bei Laubbäumen wird dagegen oft festgestellt, dass gerade die obersten Zweige nicht oder nur mangelhaft austreiben oder dass die Blätter besonders klein sind. Hier fehlen also Blätter der Sonnenkrone. Aber auch in diesem Fall wird der Assimilationsverlust nur dann ins Gewicht fallen, wenn das vorhandene Blattwerk nicht mehr genügend dicht ist, da die von den fehlenden Blättern nicht aufgenommene oder reflektierte Strahlung von den tieferen Kronenschichten aufgefangen werden kann. Auch in diesem Fall ist also keineswegs klar, wie gross die Schädigung eines Baumes mit einem bestimmten Laubverlust ist.

Andererseits ist die Belaubung oder Benadelung eine quantitative Grösse, die bei sehr guter Instruktion trotz grosser Schwierigkeiten relativ objektiv und vergleichbar geschätzt werden kann. Die Erfahrung zeigt, dass die Anspracheunterschiede zwischen guten Interpreten klein sind und systematische Unterschiede weitgehend ausgeschaltet werden können. Durch gemeinsame Ausbildung der Instruktoren konnte beispielsweise erreicht werden, dass die Resultate der Waldschadeninventuren der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz vergleichbar sind.

Im unteren Bereich der Krone könnten alle Nadeln abgefallen sein, wodurch die Länge der grünen Krone verkürzt worden wäre. Trotzdem sollte nicht versucht werden, die Verkürzung der Krone zu schätzen und dem Nadelverlust zuzuschlagen, da die Kronenlänge sehr stark von den gegenwärtigen und früheren Konkurrenzbedingungen abhängig ist. Die Länge der grünen Krone kann dagegen als zusätzliche Grösse erfasst werden. Bei der Beurteilung der Nadelverluste muss berücksichtigt werden, dass mit der Ansprache der Benadelungsdichte nicht immer das gesamte Nadeldefizit erfasst wird.

Die Nadeln oder Blätter, die bereits gelb oder braun geworden sind, gelten als nicht mehr vorhanden, soweit der Prozess klar irreversibel ist. Speziell erfasst werden jedoch die Nadeln oder Blätter, die einen gelblichen oder goldenen Schimmer aufweisen, bei denen man aber noch nicht genau weiss, ob sie nicht wieder grün werden können. Oft sind auch nur die Nadelspitzen oder Blattränder braun. Die Vergilbung mag sehr viel weniger gravierend sein als der Nadel-/Blattverlust, kann jedoch ein spezielleres Merkmal für eine bestimmte Erkrankung oder Schädigung sein. Sie sollte daher quantitativ und nach der Art der Vergilbung erfasst werden.

Neben vorzeitigem Verlust, fehlender Neubildung von Blättern und Nadeln oder Verfärbung kann auch die Triebbildung kennzeichnend sein. Vermindertes Höhenwachstum kann zu storchennestartigem Aussehen der obersten Kronenpartie führen, fehlendes Austreiben von Seitenknospen kann zu sogenannten Peitschentrieben führen. Auch verstärkte Ersatztriebbildung kann das Aussehen der Krone sehr stark verändern sowohl bei Ersatztrieben am Stamm (Klebäste) als auch an den Ästen. Zudem können Grösse und Form von Nadeln und Blättern auffällige Abweichungen von der Norm aufweisen. Diese Kennzeichen können qualitativ, meist aber nicht quantitativ erfasst werden. In jedem Fall ist auch hierfür eine sehr genaue Beschreibung und Abgrenzung gegenüber der Norm notwendig.

Die genauesten Resultate für Kronenansprachen werden erreicht, wenn jeder Baum von mehreren Seiten beobachtet wird. Das bedingt aber ein Umkreisen jedes Baumes in einem relativ grossen Abstand und damit einen beträchtlichen Aufwand pro Baum. Da es meist nicht so sehr auf die absolute Genauigkeit der einzelnen Ansprache als vielmehr auf die Genauigkeit der zwischen zwei Inventuren festgestellten Unterschiede ankommt, kann die Ansprache aus einer einzigen Richtung mit einem viel geringeren Aufwand zu einem fast ebenso

guten Resultat führen, wenn nur dafür gesorgt wird, dass bei jeder Inventur aus der gleichen Richtung angesprochen wird. Zu diesem Zweck werden die Bäume in der Anspracherichtung numeriert. Wenn die Probeflächen nicht sichtbar sein sollen, wird die Anspracherichtung notiert. Bei der ersten Aufnahme wird ein Standort gesucht, von dem aus die Krone möglichst gut eingesehen werden kann. Der Standort darf nicht zu nahe beim Baum sein, der Baum soll nicht im Gegenlicht erscheinen, und in geneigtem Gelände soll die Krone möglichst von der Hangoberseite betrachtet werden.

Bei Regen oder Nebel sollten keine Kronenansprachen vorgenommen werden, da die Benadelung bei schlechter Sicht oft systematisch überschätzt wird. Bei der Folgeaufnahme soll die tägliche Arbeitsplanung berücksichtigen, dass jede Probefläche wieder zu einer ähnlichen Tageszeit erfasst wird. Damit kann vermieden werden, dass die Bäume im Gegenlicht angesprochen werden müssen, was zu erheblichen Verfälschungen führen müsste.

Wenn die Bäume bei der Folgeinventur nicht in der gleichen Richtung angesprochen werden wie das erste Mal, geben die Inventurdifferenzen die Entwicklung des Gesundheitszustandes der einzelnen Bäume weniger genau wieder. Sofern mehrere Jahre zwischen den Inventuren liegen, kann diese Ansprachemethode trotzdem genügen. Das trifft insbesondere bei Inventuren für die mittelfristige betriebliche Planung (Periode 5 bis 20 Jahre) zu.

Belaubung, Benadelung und andere Ansprachen der Krone können vergleichbar eingeschätzt werden, wenn

- die Ansprachevorschriften möglichst genau schriftlich formuliert werden und möglichst weitgehend international gelten.
- die Instruktoren ihre Ansprachen gegenseitig abstimmen, wenn möglich auch über die Landesgrenzen hinaus.
- Parcours angelegt werden, bei denen die Ansprachen eingeübt und mit den von den Instruktoren bestimmten richtigen Werten verglichen werden können.
- alle Beteiligten sehr gründlich ausgebildet werden, wobei besonders sorgfältig darauf geachtet wird, dass bei der Ansprache am Einzelbaum eine gewisse Sicherheit besteht und dass bei allen der gleiche Standard eingehalten wird. Instruktionen sollten mit einer Prüfung verbunden sein, wobei sowohl die richtige Normierung als auch die Sicherheit bei der Ansprache am Einzelbaum überprüft werden.
- Kontrollequipes einen Teil der Ansprachen unabhängig nachvollziehen und möglichst schon am nächsten Tag mit der Equipe die aufgedeckten Fehler besprechen. Soweit notwendig, können die beanstandeten Bäume dann nochmals gemeinsam aufgesucht werden. Korrekturen, die zu spät erfolgen, sind praktisch wirkungslos.

Die Erfahrung zeigt, dass die Belaubung und andere Merkmale der Krone zuverlässig eingeschätzt werden können, wenn alle Beteiligten sehr eingehend



instruiert und ihre Arbeit systematisch kontrolliert wird. Diese Massnahmen können allerdings nicht vermeiden, dass die Ansprachen von Jahr zu Jahr strenger oder weniger streng werden. Die Beteiligten werden sich dessen überhaupt nicht bewusst sein. Daher ist trotz aller möglichen Einwände nur eine konstante Ansprache möglich, wenn die Taxierung mit farbigen Kronenphotos festgehalten und zusätzlich zu Parcours auch an diesen eingeübt wird. Vorausgesetzt wird dabei eine grössere Anzahl erstklassiger Kronenbilder (Müller, 1986). Da die Kronenformen von Region zu Region ändern können, sind Bilder für jeden Kronentyp erforderlich.

Die Belaubungsdichte und die Vergilbung werden als quantitative Grössen erfasst und sollen für wissenschaftliche Zwecke im allgemeinen entsprechend ausgewertet werden. Jede Klassenbildung führt zu einem Informationsverlust und erschwert meist die Auswertung. Für die Orientierung der Öffentlichkeit ist oft trotzdem eine Klassenbildung notwendig. Die Einteilung, die für den sogenannten Nadel- oder Blattverlust in mehreren Ländern angewandt wird, scheint sich einigermassen bewährt zu haben:

| <i>Nadel/Blattverlust</i> | <i>Bezeichnung</i>   |
|---------------------------|----------------------|
| 0–10%                     | Ohne Schadenmerkmale |
| 15–25%                    | Schwach geschädigt   |
| 30–60%                    | Mässig geschädigt    |
| 65–95%                    | Stark geschädigt     |
| 100%                      | Abgestorben          |

Jede Klasseneinteilung und jede Klassenbezeichnung ist jedoch bis zu einem gewissen Grad willkürlich. Für die allgemeine Orientierung ist die Einteilung in fünf Schadenstufen zu fein, meist wird denn auch nur eine Zweiteilung in geschädigte und ungeschädigte Bäume vorgenommen. Die Grenze zwischen geschädigten und ungeschädigten Bäumen muss ebenfalls willkürlich festgelegt werden, da jeder Unterschied in der Belaubung eine gewisse Bedeutung für den Baum haben muss. Sie wird in mehreren Ländern zwischen 10 und 15% festgelegt. Diese Grenze wird von Untersuchungen gestützt, die bei Tannen mit mehr als 10% Nadelverlust bereits einen bedeutend kleineren durchschnittlichen Zuwachs nachweisen als bei 0–10% Nadelverlust (Kenk et al. 1984, Schmid-Haas et al. 1986). Bei der Fichte werden neuestens ähnliche Resultate erhalten. Bei den übrigen Baumarten bestehen noch keine Untersuchungen, die diese Grenze stützen oder als fragwürdig erscheinen lassen. Pollanschiütz (1985) macht Plausibilitätsüberlegungen, die bei Fichte für eine Grenze bei höheren Nadelverlusten sprechen.

## Zuwachsmessung

Ein grosser Teil der vom Baum aufgenommenen Energie wird in die Holzproduktion umgesetzt. Ein geschwächter Baum wird weniger Energie umsetzen und deshalb weniger Holz- und Blattmasse produzieren oder weniger Reservestoffe bilden. Andererseits könnten Wachstumsbeschleunigungen, wie sie in den letzten Jahrzehnten in grossen Gebieten festgestellt worden sind, zu vermehrter Anfälligkeit und zu Instabilität führen. Die Reservestoffe und das Wurzelwachstum können durch eine Inventur praktisch nicht kontrolliert werden, das Wachstum der Krone nur relativ mühsam durch die Beobachtung der Triebblängen und der Dichte der Belaubung respektive der Benadelung der neuen Triebe. Leichter und genauer erfassbar und zudem aussagefähiger aber ist der Zuwachs des Stammes.

Der Dickenzuwachs eines Stammes kann durch periodische Messung des gleichen Durchmessers (oder Umfangs) oder durch die Entnahme eines Bohrspans und die Messung der Jahrringbreiten ermittelt werden. Einem Bohrspan kann die lebenslange Geschichte des Baumes abgelesen werden, Messungen der Jahrringbreiten lassen den Zuwachs jedes einzelnen Jahres feststellen. Durch die Beobachtung von Wachstumseinbrüchen, Knicken, können Stressjahre erkannt werden (*Schweingruber et al. 1983*).

Den Zuwachsmessungen und Knickbestimmungen muss eine Datierung der Bohrspäne vorangehen. Dazu werden die Wachstumsverläufe der untersuchten Bäume eines Standorts synchronisiert und Weiserjahre mit besonders kleiner Jahrringbreite oder spezieller Spätholzausbildung ermittelt. Die fehlenden Jahrringe können auf diese Weise weitgehend erkannt und die vorhandenen richtig datiert werden. Ohne Kenntnis der fehlenden Jahrringe können die Zuwachsbestimmungen unter Umständen zu grosse Zuwächse vortäuschen, insbesondere bei Bohrungen am unteren Stammabschnitt von älteren und geschwächten Bäumen.

Weitere systematische Fehler können entstehen, wenn die Bohrspäne vor der Messung unsachgemäss gelagert werden und schrumpfen oder wenn die Bohrung nicht genau radial erfolgt und die Richtungsabweichung bei der Messung nicht berücksichtigt wird. Die zufälligen Messfehler sind demgegenüber vernachlässigbar gering.

Spanentnahme, Wundverschluss und -desinfektion, Datierung und Jahrringbreitenmessung sind teuer, und die Verwundung des Baumes kann bei unsachgemässer Behandlung zu Infektionen führen. Die Spanentnahme sollte daher nur an relativ wenigen Bäumen vorgenommen werden. Da andererseits die biologische Streuung sehr gross ist, der Zuwachs von Baum zu Baum und in Brusthöhe von Richtung zu Richtung stark variiert, können auf diese Art zwar sehr genaue Wachstumsverläufe über grosse Zeiträume an speziell ausgewählten Einzelbäumen, aber nicht sehr gute quantitative Angaben über das Bestandes- oder das gesamte Waldwachstum gewonnen werden.

Mit dem Zuwachshammer kann die Prozedur beschleunigt und trotzdem der Zuwachs der letzten Jahre festgestellt werden. Allerdings kann am kurzen Span keine Datierung vorgenommen und fehlende Jahrringe können nicht entdeckt werden. Zudem müssen auch diese kleinen Wunden gut desinfiziert und verschlossen werden.

Für die Zuwachsbestimmung an einer grossen Zahl von Bäumen bleibt als Alternative oft nur die periodische Durchmessermessung. Die Durchmessermessung dient gleichzeitig der Feststellung der Dimension des Baumes, des Holzvorrates und – durch Differenzbildung – des Zuwachses. Durch eine grosse Zahl von Durchmessermessungen kann der grossen Variation des Zuwachses Rechnung getragen werden. Andererseits kann der Zuwachs erst ermittelt werden, wenn bereits zwei Inventuren mit permanenten Stichproben durchgeführt worden sind; erste Hinweise auf Zuwachsveränderungen erhält man gar erst nach drei Inventuren. Wenn die Zeit zwischen den Inventuren sehr kurz ist, wird zudem die Messgenauigkeit limitiert. Bei Inventuren zur Überwachung des Gesundheitszustandes, bei denen die Periode zwischen den Erhebungen in vielen Ländern nur ein Jahr beträgt, werden die Ansprüche an die Genauigkeit der Durchmessermessung extrem hoch.

Bei Inventuren für die betriebliche Planung und bei nationalen oder regionalen Inventuren sind in mehreren Ländern Kontrollstichproben eingeführt worden (Schmid-Haas 1986). In den nicht sichtbar gekennzeichneten permanenten Probestellen müssen die Durchmessermessungen an nicht markierter Stelle vorgenommen werden. Die Messstelle ist einzig durch die Vorschrift festgelegt, dass das Kluppenlineal nach dem Zentrum der Stichprobe gerichtet wird und die Höhe ab Boden 130 cm betragen muss. Die Standardisierung des Messfehlers beträgt bei diesem Vorgehen nach unseren Untersuchungen etwa 0,5 cm. Der Fehler durch Rundung auf ganze cm ist darin enthalten. Für den Durchmesserzuwachs beträgt die Standardabweichung dann 0,7 cm und ist grösser als ein durchschnittlicher Jahreszuwachs. Bei einem Messintervall von 10 Jahren fällt dieser Messfehler zwar nicht sehr ins Gewicht, bei einem Intervall von einem Jahr ist er hingegen gross, der Zuwachs eines einzelnen Baumes für ein Jahr ist mit dieser Methode jedenfalls nicht feststellbar. Da sehr viele Bäume gemessen werden, wird der Messfehler für den mittleren Durchmesserzuwachs allerdings trotzdem sehr klein. Sogar bei jährlichen Erhebungen wird der mittlere Durchmesserzuwachs ziemlich genau erfasst, sofern nicht systematische Fehler wie Unterschiede zwischen den verwendeten Messkluppen oder unterschiedlicher Druck auf die Kluppenschenkel das Resultat verfälschen. Bei Erhebungen auf kleiner Fläche oder bei der Untersuchung der Zusammenhänge zwischen dem Zuwachs und mehreren anderen Merkmalen müssen aber höhere Anforderungen an die Messgenauigkeit gestellt werden, sofern gleichzeitig die Messperiode kurz ist.

Stichprobestellen, die nicht auf Jahrzehnte hinaus repräsentativ bleiben müssen, oder Aufnahmeflächen, die zum vornherein nicht einer repräsentati-

ven Erhebung dienen, dürfen offen markiert werden. In derartigen Flächen können die Bäume numeriert und die Messstellen markiert werden. Damit kann die Arbeit bei allen Folgeinventuren etwas beschleunigt und die Fehler bei der Zuwachsmessung können verkleinert werden. Bei der in vielen Ländern in ertragskundlichen Versuchsflächen angewendeten Methode wird die Stelle am Stamm markiert, an der das Kluppenlineal (fast) angelegt werden soll. Die Standardabweichung beträgt bei dieser Art der Durchmesserermittlung und Registrierung auf mm für den Zuwachs eines Einzelbaumes 0,2 cm. Da in der Ertragskunde meist mit Intervallen von 4 bis 10 Jahren gearbeitet worden ist, haben diese Messungen bisher ihren Zweck erfüllt.

Diese Messmethode kann noch wesentlich verbessert werden. Dazu werden an den beiden Kluppenschenkeln Messstriche bei 10, 20, 30 (40) cm angebracht und verschiedenfarbig eingefärbt. An den Bäumen werden sodann die Stellen, an denen zwei gleichfarbige Messstriche der Kluppe aufliegen sollen, genau nach Höhe und Richtung ( $\perp$ ) markiert. Es ist ratsam, diese Stellen zuvor gut zu reinigen und vorspringende Schuppen mit scharfem Messer abzuschneiden. Die Bearbeitung der Messstellen muss allerdings äusserst vorsichtig erfolgen, damit jegliche lokale Zuwachsreaktion und soweit als möglich auch Harzfluss vermieden werden können. Diese für die Schweizer Waldschadeninventur 1984 entwickelte Messmethode (Schmid-Haas 1985) ist seither auch in den USA mit Erfolg erprobt worden (Barrett 1986). Der Aufwand für die Messung ist fast genau gleich gross wie bei der ertragskundlichen Standardmethode, die einmalige Vorbereitungsarbeit ist wenig grösser. Die Standardabweichung für die Zuwachsbestimmung ist dreimal kleiner und beträgt etwa 0,07 cm. Die Methode ist deshalb sehr gut geeignet für Inventuren, die alle ein bis vier Jahre stattfinden.

Durch die Messung von zwei Durchmessern pro Baum könnte der Messfehler bei jeder Messmethode um weitere 30 Prozent gesenkt werden. Die Messung des Umfangs ergibt bei Präparation der Messstelle rings um den Baum eine Standardabweichung von etwa 0,11 cm und ist also wesentlich weniger genau als die Durchmesserermessung. Der Mehraufwand lohnt sich meist weder für eine zweite Durchmesserermessung in Brusthöhe noch für die Umfangmessung. Mit beiden Varianten wird zwar die biologische Streuung etwas besser berücksichtigt, Untersuchungen haben aber wiederholt gezeigt, dass zur Reduktion der biologischen Streuung mit Vorteil mehr Bäume gemessen werden.

Die Genauigkeit jeder Zuwachsbestimmung kann illusorisch sein, wenn systematische Fehler den Zuwachs verfälschen. Nur mit sehr stabilen und regelmässig geeichten Kluppen und einer Messung ohne Druck auf den Kluppenschenkeln können systematische Fehler vermieden werden (Schmid-Haas *et al.* 1980).

Für die Ermittlung des Volumens genügt es, an einer relativ kleinen Zahl von Bäumen einen Durchmesser in grösserer Höhe und allenfalls die Gesamtschaftlänge zu messen (Schmid-Haas und Winzeler 1981, Hoffmann 1982).

Wenn die Schaftform sich nicht verändern würde, könnte man es bei einer einmaligen Messung dieser zusätzlichen Merkmale bewenden lassen und mit den einmal ermittelten Funktionen für Holzvolumen oder Holzwerte von den neuen Durchmessern auf das neue Volumen oder den neuen Wert schliessen. Leider sind gerade bei geschwächten Bäumen Schaftformveränderungen zu erwarten, insbesondere im untersten Teil des Stammes, also gerade dort, wo periodisch die Durchmesser gemessen werden. Daher wird man zwar einige Jahre mit konstanten Schaftformen rechnen dürfen, mit der Zeit aber die Schaftform neu bestimmen müssen. Die Genauigkeit der Messung der Zuwächse oberer Durchmesser oder der Höhe ist bei allen in Frage kommenden Messmethoden beschränkt. Die Standardabweichung für den Durchmesserzuwachs beträgt 0,9 cm, wenn er ohne Markierung der Messstelle mit der Finnenkluppe in 7 m Höhe gemessen wird. Für die Untersuchung von Schaftformveränderungen während 10 oder mehr Jahren sollte diese Genauigkeit genügen.

### **Entfernte Bäume**

Bäume, die zwischen zwei Inventuren entfernt worden sind, sind im allgemeinen genutzt; zum Teil sind sie abgestorben und dann zur Vermeidung von Seuchen entfernt worden. Bei Einzelbaumnutzung weisen die entfernten Bäume im Durchschnitt einen schlechteren Gesundheitszustand auf als die bleibenden Bäume. Dabei kann sich bei guter waldbaulicher Pflege der Gesundheitszustand des Waldes sogar verbessern, obwohl sich die einzelnen Bäume im Durchschnitt stark verschlechtern. Es ist daher sehr wichtig, dass die Veränderung der Einzelbäume erfasst wird und entfernte Bäume getrennt registriert werden. Der Vergleich von zwei Waldzuständen ohne genaue Kenntnis der Nutzung kann leicht zu Trugschlüssen führen.

Dieses Problem muss insbesondere auch bei der Luftbildinterpretation gebührend beachtet werden, wo nur bei Intensivstudien die Einzelbäume angesprochen und mit der letzten Taxierung verglichen werden können.

Die Kenntnis des Gesundheitszustandes, der Belaubungsdichte und des Zuwachses der Bäume vor ihrer Nutzung kann wesentlich zur Beurteilung der waldbaulichen Tätigkeit und zur Information über das Ausmass der Zwangsnutzung beitragen. Eine tiefere Einsicht in diese Zusammenhänge wird mithelfen, die Gefährdung des Waldes realistischer zu beurteilen.

### **Abklärung der Ursachen**

Waldinventuren sind Zustandserfassungen und können sichtbare Schäden feststellen. Gut geschulte Beobachter können manchmal auch die Ursache des

Schadens klar erkennen, etwa bei Insekten- oder Pilzbefall. In diesen Fällen müssen die Ursachen natürlich miterfasst werden. Im allgemeinen ist es hingegen nicht möglich, die genauen Ursachen zu erkennen. Insbesondere ist es nicht möglich, Immissionsschäden von durch alle anderen Ursachen bedingten Schäden zu unterscheiden, da es sich im allgemeinen um sehr unspezifische Schadenbilder handelt.

Waldschadeninventuren sollen und können zur Abklärung der Ursache der neuartigen Waldschäden und einiger an sich bekannter Schäden mithelfen. Die Kenntnis über Ort und Zeit stark auftretender Schäden, der befallenen Baumarten, der Abhängigkeit vom Standort, von bekannten Immissionen, von Aufbau und Struktur der Bestände, von der sozialen Stellung der Bäume sowie das Schadenbild können viele Hypothesen über primäre und sekundäre Ursachen ausschalten oder wenigstens wenig plausibel machen. Notwendig ist für diesen Zweck, dass die Inventare zusätzlich zu den Schäden, insbesondere Kronenansprachen und Zuwachsmessungen, die möglicherweise mit den Schäden korrelierten Merkmale (Standort, Bestandesstruktur, soziale Stellung, chemische Analyse der Blätter und anderes mehr) miterfassen.

Dem Einwand, dass blosse Beobachtungen und insbesondere Waldinventare nicht für die Ursachenforschung geeignete Mittel seien, ist entgegenzuhalten, dass mit alten Waldbäumen praktisch nicht experimentiert werden kann. Da die neuartigen Waldschäden vor allem an alten Bäumen festgestellt werden und Experimente fast nur an Jungbäumen vorgenommen werden können, müssen Waldinventuren in die Lücke springen. Einige bescheidene Möglichkeiten wurden bereits aufgezeigt (*Schöpfer 1984, Schmid-Haas 1985* und andere). Die grossräumigen Inventuren müssen hierzu allerdings durch viele kleinräumige Intensivinventuren und durch genaue Beobachtungen respektive Überwachungen von einzelnen Beständen und Einzelbäumen ergänzt werden. Da wir uns bei der Ursachenabklärung in einem eigentlichen Notstand befinden, muss uns jedes Mittel recht sein.

### **Prognose der Waldentwicklung und der möglichen Folgen**

Für die Prognose der zukünftigen Entwicklung des Waldes, der Waldschäden und der Auswirkungen dieser Schäden muss Art und Verlauf der Krankheit oder der Schädigung einigermaßen bekannt und zumindest an Einzelobjekten untersucht sein. Solange nicht einmal die Ursache bekannt ist, wäre es vermessend, die weitere Entwicklung der aufgetretenen Schäden zu prognostizieren.

Über die möglichen Entwicklungen und ihre Folgen können hingegen Szenarien erstellt werden. Dabei können verschiedene mögliche Waldentwicklungen angenommen und die dabei zu erwartenden ökonomischen oder ökologischen Folgen abgeleitet werden. Derartige Szenarien können für politische Entscheide und für eine allfällige Schwerpunktverlagerung in der Forschung von

grosser Bedeutung sein. Ausgangspunkt ist der gegenwärtige Waldzustand, wie er von der Inventur erfasst wird. Die speziellen Anforderungen an die Waldinventur werden weitgehend von den geplanten Szenarien abhängig sein. Für die Prognose der möglichen Folgen sollte die Waldschadeninventur möglichst eng mit der Erhebung anderer Merkmale verknüpft sein. Einfache und flexibel benützbare Datenbanken erleichtern die Aufgabe wesentlich.

### **Zusammenfassung und Folgerung**

Zur Methodik der Überwachung des Gesundheitszustandes des Waldes wurde in den letzten Jahren Bedeutendes geleistet. Die umfangreiche Literatur legt davon ein beredtes Zeugnis ab. Immerhin steht nach wie vor noch nicht fest, welche beobachtbaren Merkmale die Gefährdung bei den neuartigen und grossflächig auftretenden Waldschäden am treffendsten wiedergeben und wie schwerwiegend die beobachteten Phänomene sind. Dazu muss die Entwicklung der verschiedene Schadmerkmale aufweisenden Bäume noch auf Jahre hinaus verfolgt werden. Inzwischen ist es wichtig, dass die Wälder möglichst vielseitig und wiederholt beobachtet werden.

Sowohl Luftbildinterpretationen als auch terrestrische Stichprobenerhebungen haben grosse Vorzüge und gleichzeitig ihre Begrenzungen. Sie können und sollen daher unabhängig voneinander angewendet werden, aber auch kombinierte Inventuren sollten entwickelt und erprobt werden.

Im Gelände müssen Kronenansprachen vermehrt durch kurzfristige Zuwachsmessungen ergänzt werden. Der Zuwachs ist eine der wichtigsten Kenngrössen für die Gesundheit des Waldes und genauer erfassbar als die meisten anderen Symptome. Die Kronenansprache, insbesondere die Taxierung der Belaubungsdichte, sollte international besser vergleichbar werden. Die Publikation von guten Farbbildern taxierter Kronen kann einiges dazu beitragen. Gleichzeitig werden taxierte Kronenbilder trotz gewisser Schwierigkeiten die Gefahr wesentlich verringern, dass die Kronenansprache im Laufe der Jahre immer strenger oder immer milder wird und die Aussagen über die Veränderungen dadurch illusorisch werden.

Immer ist zu beachten, dass sowohl für die wichtigsten politischen, wirtschaftlichen und waldbaulichen Entscheide als auch für die Untersuchung der Zusammenhänge und Ursachen die Entwicklung des Gesundheitszustandes und nicht nur die momentane Situation erfasst werden muss und dass das eine weitgehende Anpassung der Inventurmethode bedingt.

Gute Organisation, sorgfältige Instruktion und laufende Kontrolle der Ansprachen können viel dazu beitragen, dass die Resultate von Waldschadeninventuren informativ, unverfälscht und objektiv sind. Im Zweifelsfall sind Messungen guten Schätzungen vorzuziehen, quantitative Schätzungen unsicheren qualitativen Ansprachen.

Damit die Bedeutung der Schäden besser abgeklärt, die Ursachen genauer ermittelt und die zukünftige Entwicklung des Waldes besser prognostiziert werden können, sollten die Waldschadeninventuren so weitgehend als möglich mit anderen Erhebungen kombiniert werden, insbesondere mit Standorts- und Bestandaufnahmen, mit der Erfassung von ökonomischen und ökologischen Parametern sowie mit Immissionsmessungen. Das gilt sowohl für nationale und regionale als auch für intensive lokale Inventuren. Ferner sollten alle Resultate in Form von Datenbanken leicht benutzbar sein.

### **Verdankung**

Den Herren P. Greminger, E. Müller, B. Oester und H.-R. Stierlin danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

## **Résumé**

### **Inventaire et surveillance de l'état de santé des forêts**

Au cours de ces dernières années, on a accordé une grande importance à la méthodologie adoptée pour la surveillance de l'état de santé des forêts. Toute la littérature s'y rapportant en est une preuve éloquente. Pourtant, on n'est à l'heure actuelle toujours pas certains des indices traduisant au mieux les dangers provoqués par l'apparition de nouveaux dégâts s'étendant à une large échelle. D'autre part, l'estimation de la gravité des phénomènes observés reste difficile. En outre, l'évolution des arbres présentant différents symptômes doit encore être suivie durant de nombreuses années. Pendant ce temps, il est important de procéder à de nombreuses observations répétées et diversifiées de la forêt.

L'interprétation des photos aériennes ainsi que les relevés terrestres d'échantillonnage présentent de grands avantages, tout en conservant certaines limites. Ces deux méthodes peuvent et doivent être utilisées indépendamment l'une de l'autre mais des inventaires combinés devraient aussi être développés et expérimentés.

La taxation des houppiers sur le terrain doit être complétée par des mesures de l'accroissement effectuées à des intervalles rapprochés. Ce facteur représente l'un des signes les plus caractéristiques de la santé des forêts. Il présente aussi l'avantage de pouvoir être estimé de manière plus précise que la plupart des autres symptômes.

La taxation du houppier, celle de la densité du feuillage en particulier, devrait être rendue plus facilement comparable à l'échelle internationale. La publication de bonnes photos en couleurs de ces houppiers est une contribution non négligeable qui permettra d'améliorer la situation. Par la même occasion, ce document diminuera considérablement le danger que la taxation des houppiers ne devienne, au cours des années, plus laxiste ou plus sévère, rendant ainsi illusoire l'observation des changements.

Il importe de ne pas oublier que, lorsque des décisions d'ordre politique, économique et sylvicole de grande importance sont prises, tout comme aussi lorsqu'on recherche certaines relations et causes, c'est l'évolution de l'état de santé de la forêt, et non seulement



la situation momentanée, qui doit être estimée, ce qui nécessite une notable adaptation de la méthode d'inventaire.

Une bonne organisation, une instruction précise et des contrôles réguliers de la taxation contribueront largement à ce que les résultats de l'inventaire des dégâts aux forêts soient informatifs, authentiques et objectifs. En cas de doute, il vaut mieux préférer des mesures à de bonnes estimations ou des estimations quantitatives à des taxations qualitatives peu sûres.

Afin de mieux pouvoir clarifier l'importance des dégâts, puis de déterminer les causes de manière plus précise et de mieux pronostiquer l'évolution de la forêt, il faudrait combiner les inventaires des dégâts aux forêts avec d'autres relevés, aussi souvent que possible. Le tableau d'inventaire des stations et des peuplements, le relevé des paramètres économiques et écologiques, ainsi que les mesures d'immissions tout particulièrement devraient en faire partie. Cela est valable aussi bien pour les inventaires nationaux et régionaux que pour certains inventaires locaux intensifs. En outre, tous les résultats devraient être catalogués dans une banque de données, ce qui les rendraient facilement utilisables.

Traduction: *M. Dousse*

#### *Literatur*

- Inventoring and Monitoring Endangered Forests*, 1986: Proceedings IUFRO Conference, August 19–24, 1985. Zurich, Switzerland, Eidg. Anstalt für das forstl. Versuchswesen, CH–8903 Birmensdorf, 405 Seiten.
- Barrett, J.P. Eckert, R.T., Cooke, R.R.*, 1986: Monitoring the Growth and Health of White Pine in New Hampshire. In: 'Inventorying and Monitoring Endangered Forests, IUFRO Conference Zurich 1985', pp. 201–203, Birmensdorf, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.
- Hildebrandt, G.*; 1986: Pilotinventur für eine europäische Waldschadeninventur. In: 'Inventorying and Monitoring Endangered Forests, IUFRO Conference Zurich 1985', pp. 237–242, Birmensdorf, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.
- Hoffmann, Ch.*, 1982: Die Berechnung von Tarifen für die Waldinventur. *Forstw. Centralblatt* 101, 24–36.
- Kenk, G., Kremer, W., Bonaventura, D., Gallus, M.*, 1984: Jahrring- und Zuwachsanalytische Untersuchungen in erkrankten Tannenbeständen des Landes Baden-Württemberg. *Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg* 112, 38 Seiten.
- Kölbl, O.*, 1984: Stichprobenerhebungen für die Arealstatistik. *Landnutzungssymposium 1983*. Institut de Photogrammetrie EPF Lausanne, pp. 331–345.
- Mössmer, R.*, 1986: Verteilung der neuartigen Waldschäden an der Fichte nach Bestandes- und Standortsmerkmalen in den Bayerischen Alpen. *Forstliche Forschungsberichte München* 73, 144 Seiten.
- Müller, E.*, 1986: Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, 72 Seiten.
- Müller, E., Itten, K. I.*, 1986. Eignung von Landsat-4-Thematic Mapper-Daten für Waldbestandeskartierungen. In: *Inventoring and Monitoring Endangered Forests, Proceedings IUFRO Conference, August 19–24, 1985, Zürich, Switzerland*, p. 189–193. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf.
- Pollanschütz, J.*, 1985: Zur Frage der Nadelverluste und Kronenverlichtung der Fichte. *Allg. Forstzeitung*, 110–114.

- Schlaepfer, R.*, 1986: Problems in the Planning of Forest Damage Inventories. In: 'Inventorying and Monitoring Endangered Forests, IUFRO Conference Zurich 1985', pp. 339–342, Birmensdorf, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen.
- Schmid-Haas, P.*, 1985: Der Gesundheitszustand des Schweizer Waldes 1984. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 136, 251–273 und Berichte 272, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 23 Seiten.
- Schmid-Haas, P.*, 1986: Permanente Waldinventur, Grundlage für die forstliche Planung und Kontrolle. In: Inventorying and Monitoring Endangered Forests, Proceedings IUFRO Conference, August 19–24, 1985, Zürich, Switzerland, p. 395–400. Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf.
- Schmid-Haas, P., Masumy, S.A., Niederer, M., Schweingruber, F.H.*, 1986: Zuwachs- und Kronenanalysen an geschwächten Tannen. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 137, 811–832.
- Schmid-Haas, P., Werner, J., Baumann, E.*, 1980: Fehler bei der Rundholzmessung. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 131, 801–820.
- Schmid-Haas, P., Winzeler, K.*, 1981: Efficient Determination of Volume and Volume Growth. In: Proceedings XVII IUFRO World Congress, S 4.01, S 4.02, S 4.04, S 6.05, Sept. 6–12, Kyoto, Japan, p. 231–257. Ed. M. Nishizawa, Kyushu University, Fukuoka City.
- Schöpfer, W., Hradetzky, J.*, 1984: Analyse der Bestockungs- und Standortmerkmale der terrestrischen Waldschadeninventur Baden-Württemberg 1983. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 110, 148 Seiten.
- Schweingruber, F.H., Kontic, R., Winkler-Seifert, A.*, 1983: Eine jahrringanalytische Studie zum Nadelbaumsterben in der Schweiz. Berichte 253, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, 29 Seiten.