BFW-DOKUMENTATION 7/2007
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft

Abschlussbericht zum Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS): Zusammenstellung von Metadaten und kritische Analyse

Final report to the Austrian forest damage monitoring system (WBS): Composition of meta data and critical analysis

F. Kristöfel,
M. Neumann

FDK 48--05:57:(436)

Empfohlene Zitierung:

Abschlussbericht zum Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS): Zusammenstellung von Metadaten und kritische Analyse / F. Kristöfel und M. Neumann / BFW-Dokumentation; Schriftenreihe des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Wien, 2007, Nr. 7, 45 S.

ISSN 1811-3044
Copyright 2007 by
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
Für den Inhalt verantwortlich:
Leiter: Dipl.-Ing. Dr. Harald Mauser
Herstellung und Druck:
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Wien
URL: http://bfw.ac.at
Bestellungen und Tauschverkehr:
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
Bibliothek
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Wien
Tel. + 43-1-878 38 1216
Fax. + 43-1-878 38 1250
E-mail: bibliothek@bfw.gv.at
Online Bestellungen: http://bfw.ac.at/order_online
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung 5
Abstract 5

Vorwort 5

Rückblickende Einleitung 6

Begriffe und Definitionen 8
- Waldzustand 9
- Kronenzustand 10
- Monitoringprogramm 11
- Erhebungsparameter 11

Das Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS) 13
- Konzeption des WBS 13
- Arbeitsprogramm 15
- Flächeneinrichtung 15

Aufnahmeumfang der einzelnen Projekte 18
- Aufnahmeumfang Nadelproben (NPB) 18
- Aufnahmeumfang Integrale Schadstoffmessung (ISM) 20
- Aufnahmeumfang Terrestrische Kronenzustandserhebung (KZI) 23
- Aufnahmeumfang Luftbildinventur (LBI) 25
- Aufnahmeumfang Bodenzustandsinventur (BZI) 27
- Aufnahmeumfang forstpathologische Untersuchungen (FP) 30
- Aufnahmeumfang Zuwachsuntersuchungen (ZUW) 30

Das Ende des WBS 33
- Nadelproben (NP) 33
- Integrale Schadstoffmessung (ISM) 33
- Terrestrische Kronenzustandserhebung (KZI) 34
- Luftbildinventur (LBI) 34
- Bodenzustandsinventur (BZI) 34
- Forstpathologische Untersuchungen (FP) 34
- Zuwachsuntersuchungen (ZUW) 35
- Klimadaten 35
- Daten der Waldinventur 35
- Integrale Auswertungen 35

Die gesamteuropäische Waldzustandsüberwachung 35

Abschließende Bemerkung 36
- Literatur 37

Literatursammlung(geordnet nach Teilprojekten und Erscheinungsjahr) 39
- WBS - Allgemein 39
- LBI 40
- KZE 41
- BZI 42
- FP 43
- NP 43
- ZUW 43
- ISM 43

Abbildungsverzeichnis 45

Abschlussbericht zum Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS): Zusammenstellung von Metadaten und kritische Analyse

F. Kristöfel und M. Neumann

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Institut für Waldwachstum und Waldbau, Wien

Kurzfassung. Das Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS) war eines der umfangreichsten Projekte der vormaligen Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA); heute Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW). Das Gemeinschaftsprojekt wurde 1987 initiiert und nach einer Laufzeit von 15 Jahren 2001 eingestellt. Das WBS sollte, als Nachfolgeprojekt der Waldzustandsinventur, den Waldzustand, seine Veränderungen und Einflussfaktoren längerfristig erfassen, um daraus Ursachen der Waldschäden zu erkennen und Abhilfemaßnahmen ableiten zu können.

Während der 15jährigen Projektszeit des WBS wurden laufend Ergebnisse publiziert. Der nun vorliegende Bericht kann die Informationsmenge von mehr als 150 Publikationen nicht wiedergeben, soll aber einen zusammenfassenden Überblick über die durchgeführten Arbeiten bieten, sowie die angewandten Methoden, erhobenen Parameter und den Umfang der verfügbaren Informationen dokumentieren und Schlussfolgerungen aus 15 Jahren Waldzustandsmonitoring ermöglichen.

Schlüsselworte: Monitoring, Waldzustand, Waldschäden, Ökosystemforschung

Abstract. [Final report to the Austrian forest damage monitoring system (WBS): Composition of meta data and critical analysis.] The Forest Damage Monitoring System (WBS) was one of the most extensive projects of the former Federal Forest Research Centre (FBVA); nowadays Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW). The joint project was initiated in 1987 and after a running time of 15 years, it was terminated in 2001. The WBS, as follow-on project of the forest condition inventory, should acquire the forest condition, its changes and factors of influence at longer term, in order to recognize causes of forest damage and to derive remedial actions. During the 15 years of project time of the WBS constantly results were published by the project collaborators. This report cannot offer the information capacity of more than 150 publications. It is however, a recapitulatory overview of the accomplished work, as well as to document the applied methods, raised parameters and the range of the available information and to enable conclusions from 15 years forest condition monitoring.

Keywords: Monitoring, forest condition, forest damage, ecosystem research

Vorwort

Das Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS) war eines der umfangreichsten Projekte der vormaligen Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA); heute Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW). Es wurde 1987 von Prof. Pollanschütz initiiert, der es auch bis 1990 leitete. Nach einer Laufzeit von 15 Jahren wurde es 2001 als Gemeinschaftsprojekt eingestellt. Während der Projektsdauer wurden laufend Ergebnisse publiziert, in Summe entstanden durch die Projektmitwirkenden mehr als 150 Beiträge in Fachmedien. Darüber hinaus wurden die wesentlichsten Erkenntnisse dem Fachpublikum im Rahmen von fünf Seminaren vorgestellt.

Das Waldschaden-Beobachtungssystem war ein sehr ambitiöses Vorhaben, das als Nachfolger der Waldzustandsinventur den Waldzustand, seine Veränderungen und Einflussfaktoren längerfristig erfassen sollte, um daraus Ursachen der Waldschäden zu erkennen und Abhilfemaßnahmen ableiten zu können. Es sollten also Monitoringauf-

gaben und Ursachenanalysen in einem Projekt verbunden werden. Ambitiös war das Vorhaben aus verschiedenen Gründen. Einerseits sollte mit der Durchführung einer periodisch wiederholten flächendeckenden Luftbildinventur technologisches Neuland beschritten und ein österreichweites Netzwerk von Monitoringflächen eingerichtet werden. Andererseits sollten beinahe alle Institute der Forstlichen Bundesversuchsanstalt koordiniert zu einem Forschungsthema beitragen und die Mitarbeit des im Rahmen der Studiengesellschaft für Bauernfragen bis Jahresende 1991 extern angestellte Personals abgestimmt werden, was hohe Anforderungen an das organisatorische Geschick stellte. Darüber hinaus war die Luftbildinventur auf die Mitwirkung anderer Organisationen angewiesen.

Seit den ersten Meldungen in den 80er Jahren über Waldsterben bzw. „Neuartige Waldschäden" wurde versucht, den Ursachen für die beobachteten Phänomene auf die Spur zu kommen, um optimale Gegenmaßnahmen ableiten zu können. Während zu Beginn vielfach die Meinung vorherrschte, dass die Wälder generell durch eintragsbedingte Versauerung geschädigt wären, wurde im Laufe der Zeit deutlich, dass dieser monokausale Ansatz der Komplexität von Waldökosystemen nicht gerecht werden konnte. Im Laufe der Zeit wurden daher differenziertere, vielfach von Fallstudien abgeleitete Hypothesen entwickelt. Das Waldschaden-Beobachtungssystem zeigte, dass diese komplexen Hypothesen nicht allgemeingültig durch vergleichsweise einfache, aber großflächig operational einsetzbare Erhebungsmethoden verifiziert werden können, selbst wenn dieses Monitoring über einen längeren Zeitraum und auf einer Vielzahl von Standorten durchgeführt wird. Allgemein zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Waldzustand - im Sinne eines Gesundheits- bzw. Krankheitszustandes des Waldes - in Österreich im beobachteten Zeitraum keine entscheidende Veränderung erfahren hat und dass es keine generelle Ursache für lokal unbefriedigende Situationen gibt. Generellen Anlass zur Sorge gibt der (Verjüngungs-) zustand der Hochlagenwälder und die regional vom Gewünschten abweichende Zusammensetzung der Verjüngung, insbesondere das Fehlen von Laubmischbaumarten und der Tanne. In jüngster Zeit vermehrte Probleme durch Käferbefall sind oftmals auch auf den großen Schadholzanfall nach den Windwürfen vom November 2003 und Jänner 2007 zurückzuführen und fallweise überdurchschnittlich hohe Temperaturen haben die Situation örtlich extrem verschärft. Die Waldflächenentwicklung ist überwiegend positiv zu bewerten. Die ständige Vorratszunahme ist hingegen hinsichtlich der Stabilität der Waldbestände kritisch zu hinterfragen.

Der nun vorliegende Bericht kann die Informationsmenge von mehr als 150 Publikationen nicht wiedergeben, soll aber einen zusammenfassenden Überblick über die durchgeführten Arbeiten bieten, er soll die angewandten Methoden, erhobenen Parameter und den Umfang der verfügbaren Informationen dokumentieren und Schlussfolgerungen aus 15 Jahren Waldzustandsmonitoring ermöglichen.

Rückblickende Einleitung

Das „Waldsterben" erlangte von Deutschland ausgehend in den frühen 1980er Jahren auch in Österreich größtes öffentliches Interesse. Über die Medien wurden heftige, teilweise auch inkompetente und unsachliche Diskussionen zu diesem Thema ausgetragen. Eine Auswahl von Zeitungsschlagzeilen aus diesem Zeitraum kann dies belegen:

- *Rezepte gegen den schnellen Baumtod* (Kurier, 21.06.1983)
- *Unser Wald stirbt* (Kronenzeitung, Serie 8.04.-27.04.1984)
- *Schon die Hälfte des Waldes krank* (Kronenzeitung, 30.04.1984)
- *So stirbt der Wald in Österreich unaufhaltsam* (Kurier, 24.10.1986)
- *Waldschäden endlich gründlich erheben* (Kurier, 4.08.1987)
- *Waldsterben: Pro Jahr 20 Milliarden Schaden* (Kurier, 19.11.1987)

Die Politik reagierte verhältnismäßig schnell, auch das die Bedeutung der Situation unterstreichend. Einerseits wurden Verordnungen und Gesetze erlassen bzw. Förderungen der öffentlichen Hand gewährt (z. B. Katalysatorregelung, Reduktion der Schwefelemissionen, Entstickungs- und Entstaubungsanlagen) und andererseits Finanzmittel zur Verfügung gestellt zur Erfassung des Ausmaßes der „Waldschäden" und für Grundlagenuntersuchungen. Betroffenen Waldeigentümern wurden je nach Ausmaß der Schäden Steuererleichterungen durch Senkung des Einheitswertes gewährt.

Auf internationaler Ebenen wurde im Jahre 1985 im Rahmen des seit 1979 bestehenden Übereinkommens der UNECE über weiträumige grenzüber-

schreitende Luftverunreinigung (Genfer Luftreinhaltekonvention) ein Internationales Kooperationsprogramm für die Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests; ICP Forests) ins Leben gerufen. 1986 verabschiedete dann auch die Europäische Union ein Programm zum Schutz der Wälder gegen Luftverunreinigungen und schuf mit einer Ratsverordnung die rechtliche Grundlage für die Durchführung und Kofinanzierung von Erhebungen. In Österreich wurde das Thema 1984 brisant genug, um längerfristig 15 Förster und 15 Forstakademiker speziell für die Durchführung einer bundesweiten Erhebung der Waldschäden bei der Studiengesellschaft für Bauernfragen anzustellen.

Nach der anfänglichen Brisanz begann das öffentliche Interesse am „Waldsterben" gegen Ende der 1980er Jahre wieder abzuflauen. Die Wissenschaft und die Forstwirtschaft waren noch die einzigen, die sich ernsthaft und langfristig mit der Thematik auseinandersetzten (Roesele et. al. 2001). Waldzustandserhebungen zeigten keine klaren Entwicklungstrends, zunehmend verfügbare Forschungsergebnisse widerlegten simple, monokausale Zusammenhänge und weiterer Forschungsbedarf wurde offenbar (Glatzel 1987; Ulrich 1989; Schlaepfer & Haemmerli 1990).

Auch mit dem Umgang der Medien mit dem Thema begann man sich auseinander zu setzen (Baumgartner, 1991). Als das von vielen, auch seriösen Quellen, prognostizierte Sterbensszenario nicht im befürchtetem Ausmaß eintrat, löste der Begriff „neuartige Waldschäden" die plakative Bezeichnung "Waldsterben" ab, dadurch wollte man die aktuell beobachteten Phänomene von schon lange bekannten Waldschäden abgrenzen (Rösel 1996).

Auch dazu einige Schlagzeilen:
- *Noch ist Österreichs Wald zu retten*! (Die Furche, 11.12.1987)
- *Mythenreiches Waldsterben. Ausmaß der Waldschäden wird erheblich überschätzt* (Die Zeit, 25.11.1988)
- *Das Waldsterben aus heutiger Sicht* (Neue Zürcher Zeitung, 10.11.1989)
- *Hie Waldsterben, da Waldwuchern* (Die Zeit, 17.11.1989)

Das Schlagwort "Waldsterben" wurde zwar weiterhin noch verwendet, das große Interesse daran und die allgemeine Betroffenheit darüber hatte sich etwas gelegt. Der Wald gab immer dann Anlass zu kurzlebigen Schlagzeilen in der Tagespresse, wenn neueste Ergebnisse zum Waldzustand veröffentlicht wurden:
- *Wald stirbt wieder schneller* (Kurier, 21.11.1990)
- *Wald ist weiter schwer krank* (Der Standard, 1.03.1992)
- *Waldsterben in Österreich noch dramatischer als angenommen* (Kurier, 2.04.1992)
- *Heuer starben viermal so viele Bäume wie 1991* (Der Standard, 3.11.1992)
- *Dem Wald geht es wieder schlechter* (Kurier, 4.11.1992)
- *Abschied vom Wald* (News, 17/1993)

Gleichzeitig begannen neue Schlagworte wie "Klimakatastrophe" oder "Global Warming" die Waldschäden aus den Schlagzeilen zu verdrängen, was eine profundere Auseinandersetzung mit dem Thema ermöglichte. Zunehmend verfügbare Erhebungsergebnisse zeigten, dass weder vom Sterben der Wälder noch von umweltbedingten Zuwachsverlusten die Rede sein konnte:
- *Österreich Bäume werden schöner, gesünder – und zugleich auch mehr* (Die Presse, 9.07.1994)
- *Ist Waldsterben nicht aufzuhalten?* (Wiener Zeitung, 3.01.1997)
- *Das Waldsterben nur ein Phantom* (Die Furche, 2.10.1997)
- *Der Irrtum der Naturschützer* (Profil, 20.07.1998)
- *Sterben für die Statistik* (Der Spiegel, 51/2001)
- *Der Wald lebt* (Profil, 28.01.2002)

Die Polemiken zum Thema „Waldsterben" halten auf niedrigem Niveau weiter an, und die Schlagzeile vom 12. Juli 2003 in der deutschen Presse „Künast erklärt Waldsterben für gestoppt" lieferte wieder Anlass für etliche Kontroversen.

"Über allen Wipfeln ist Gift", schrieb der Stern 1981. "Österreichs Wald fiebert", warnte der damalige niederösterreichische Landesrat Franz Blochberger. Anfang der Achtzigerjahre gaben Umweltschützer dem menschlichen und tierischen Leben auf der Erde kaum mehr als einige Jahrzehnte. Heute, rund dreißig Jahre nach dem ersten Aufschrei der Ökologiebewegung, ist immer noch nicht der letzte Baum gerodet, der letzte Fluss vergiftet und der letzte Fisch gefangen - obwohl Umweltschutzorganisationen wie Greenpeace das ständig prophezeien. Im Gegenteil: Statt mit Waldsterben kämpft Mitteleuropa mit dem Phänomen "Verwaldung", soll heißen, dass der Wald schneller wächst, als Ökologen lieb ist. […] (Horaczek 2004).

Vom Waldsterben über die neuartigen Waldschäden hin zum Waldzustand: Das bedeutet nichts anderes, als dass wir uns zum Glück von der Vorstellung des Waldsterbens trennen durften – aber auch, dass wir uns an die immissionsbedingten Waldschäden gewöhnt haben, sie gewissermaßen als Standortfaktor hinnehmen. Was auch das Vernünftigste sein dürfte und nichts mit Schönfärberei zu tun hat. (KRONAUER 2000).

Begriffe und Definitionen

Der Rückblick zeigt, dass vor allem zu Beginn der Waldzustandserhebungen die entscheidenden Begriffe nur unscharf definiert waren und sie daher in der Diskussion vermischt bzw. unspezifisch verwendet wurden, was oft auch zu Wortklaubereien führte.

Umweltbeobachtung, ausgehend von einem sehr weitgehenden Verständnis des Begriffes, ist die aktive Wahrnehmung von Veränderungen bestimmter Teile, Größen und Wirkungsgefüge ökologischer Systeme. Diese werden vielfach mit Hilfe von technisch-physikalischen Hilfsmitteln, wie Messgeräte und Registrierinstrumente erfasst und festgehalten oder mittels Zählungen, Inventaren etc. aufgezeichnet. Erste wegbereitende Ansätze dazu gab es im UNESCO Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (**MAB**). Es wurde 1970 ins Leben gerufen und setzte sich die Erforschung der Mensch-Umwelt-Beziehungen zum Ziel (http://www.unesco.org/mab/mabProg.shtml). Eine umfassende Definition von Umweltbeobachtung wurde im Rahmen der European Environmental Monitoring Balancing and Prognosing Community (EU-EMS) definiert: Unter Umweltbeobachtung wird das Messen, Erheben und Erfassen des Zustands der Atmosphäre, der Biosphäre, der Hydrosphäre, der Pedosphäre, der Wechselwirkungen zwischen den Umweltmedien und der Stoffeinträge in die Umwelt verstanden. Dazu gehört auch das raum- und zeitübergreifende Auswerten, Aggregieren, Bilanzieren und Bewerten von Umweltdaten. Ein Ziel der Umweltbeobachtung ist die Ermittlung und Fortschreibung von Zustandsgrößen der Umwelt. (UMEG FG34, 2003).

Regelmäßige Beobachtung ist vor allem in technischen Bereichen als **Monitoring** bekannt. Monitoring nimmt die Überwachungsfunktion mit Hilfe von technischen Mess- und Sichtgeräten (Monitor) wahr. Im deutschen Sprachgebrauch hat sich der Begriff des Umweltmonitorings vor allem für die technisch orientierte Überwachung gehalten. Mit der Wandlung vom linearen zum ökosystemaren Umweltverständnis und dem Einbezug von Wirkungsgefügen in die regelmäßige Registriertätigkeit, hat sich der Begriff Umweltbeobachtung allgemein durchgesetzt.

Die **Kontrolle** ist wie das Monitoring ein Überwachungsinstrument. Die Registrierung erfolgt wie beim Umweltbeobachtungsvorgang ebenfalls regelmäßig. Beim Überschreiten von festgelegten Ziel- und Sollgrößen (Richt- und Grenzwerten) als Schwellenwerte werden Handelsanweisungen und interne Maßnahmen ausgelöst. Die Kontrolle befasst sich mit den Abläufen innerhalb eines Betriebes oder eines Projektes. Die Kontrolle kann somit Teil einer Umweltbeobachtungsaktivität sein. Das Kontroll-Konzept soll die durch die hohe Arbeitsteilung in komplexen Systemen notwendige Koordination und Integration auf der Ebene des Managements gewährleisten und dient als internes Prüf-, Diagnose- und Steuerungsinstrument.

Bei der **Evaluation** handelt es sich um ein Analyseverfahren, das im Gegensatz zur Kontrolle die Wirksamkeit und Effizienz von öffentlichen und externen Abläufen untersucht. Die Evaluation erfolgt nicht regelmäßig, sondern einmalig vor oder nach Entscheidungen. Sie vergleicht wie die Kontrolle das beobachtete Ergebnis an Zielgrößen (umweltpolitische Zielgröße, Vollzug). Wo versucht wird, Veränderungen der Umweltqualität mit bestimmten Maßnahmen der Umweltpolitik zu erklären, wird von der Evaluation des politischen Vollzugs gesprochen. Dabei wird anhand der verfügbaren Umweltinformationen überprüft, ob Umweltveränderungen auf den Einsatz spezifischer, umweltpolitischer Maßnahmen zurückzuführen sind.

Die systematisch aufgebaute und methodisch kontrollierte Datenerhebung der Beobachtung liefert Messwerte, Häufigkeitszahlen und auch qualitative Ergebnisse. Umweltbeobachtung baut auf einer derart konzipierten Erhebung von Langzeitreihen auf. Wie die wissenschaftlich orientierten Langzeitstudien stützen sich auch die Dauer- und Langzeitbeobachtung auf möglichst lückenlose Datenerhebungen über lange Zeit. Die aus der Erhebungsphase der Umweltbeobachtung resultierenden Daten können als Ausgangsdaten zur Umweltinformation und Berichterstattung dienen.

Sie können aber auch für die Formulierung verallgemeinernder Aussagen (Gesetze) und Theorien in der Forschung benutzt werden. Die wissenschaftlich orientierte Beobachtung findet im Gegensatz zur Gelegenheitsbeobachtung stets unter dem Aspekt einer präzisierten Fragestellung (Hypothese) statt.

Von **Experimenten** spricht man dann, wenn ein Ereignis speziell zu seiner Beobachtung hervorgerufen wird. Im Gegensatz zum Feldexperiment, welches unter natürlichen Bedingungen stattfindet, werden beim Laborexperiment mit der Kontrolle möglichst aller relevanten Rahmenbedingungen und Einflussgrößen weitgehend künstliche Situationen geschaffen. Umweltbeobachtung findet im Feld statt und registriert Veränderungen bestimmter, möglichst repräsentativer Kompartimente des ökologischen Systems. Es handelt sich dann um aktive Beobachtung, wenn die Registrieraktivitäten unter experimentellen Bedingungen ablaufen.

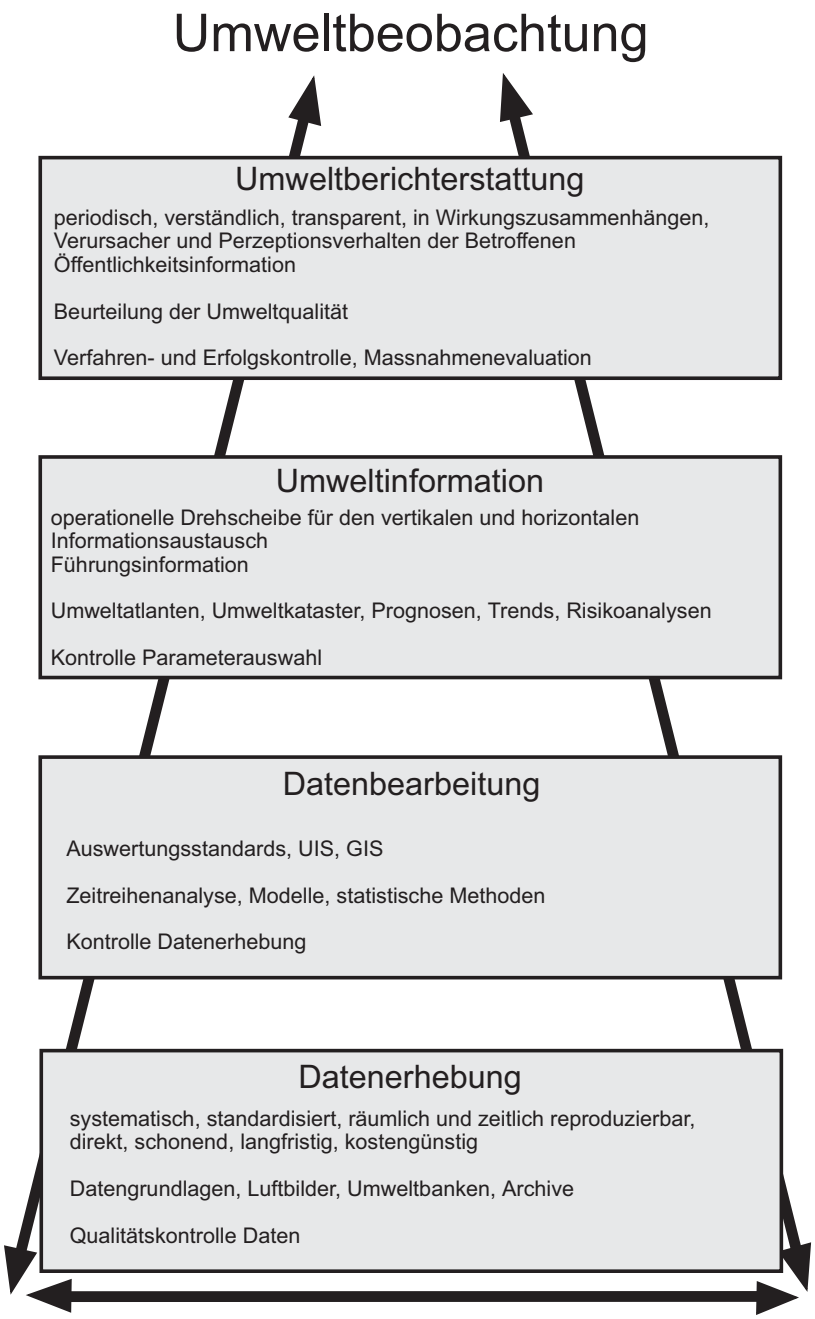


Abb. 1:
Schema Umweltbeobachtung (nach Koordinationsstelle SKUB, 1993)

Waldzustand

In den frühen 1980er Jahren bekam der Begriff „Waldzustand“ plötzlich Bedeutung als Synonym für den Grad des - je nach Sichtweise - Gesundheits- oder Krankheitszustandes des Waldes. Eine Definition fehlte damals vollkommen und ist auch heute nicht vollständig gegeben. Gleiches gilt in noch stärkerem Maße für Grenzwerte zu Unterscheidung zwischen „gut“ und „schlecht“.

Der „Waldzustand“ kann einerseits als Produkt aller waldrelevanten Einflussfaktoren verstanden werden, andererseits kann man darunter den Grad der Erfüllung der vom Menschen gewünschten Waldfunktionen verstehen (Kristöfel & Neumann 1994). Ein „guter“ Waldzustand wäre aus anthropogener Sicht dann gegeben, wenn alle vom Wald geforderten Funktionen im Sinne der Nachhaltigkeit zufriedenstellend erfüllt werden (Neumann 1989). Der Begriff des „Waldzustandes“ ist also durch das unterschiedliche Ausmaß der darin subsumierten, auch subjektiven Aspekte, nicht eindeutig definiert und somit ist auch der „Waldzustand“ nicht eindeutig erfassbar (Neumann 1991). Der Zustand des Waldes wird sowohl von anthropogenen als

auch ganz wesentlich von natürlichen (Schad-) Einwirkungen wie Klima, Standort usf. geprägt (KRISTÖFEL & NEUMANN 1994). Nach dem derzeitigen Verständnis kann darunter eher der Status quo verschiedener Waldökosysteme verstanden werden. Gemäß den Zielsetzungen des ICP-Forests sollen die räumlichen und zeitlichen Veränderungen des – wie immer gearteten bzw. definierten - Waldzustandes und seiner Beziehung zu anthropogenen (namentlich Luftverunreinigung) und natürlichen Stressfaktoren erfasst werden (UNECE, CEC 2000).

Kronenzustand

Die ersten beobachteten Symptome der „neuartigen Waldschäden" zu Ende der 1970er und frühen 1980er Jahren waren Nadel-/Blattverluste (*defoliation*) und/oder Verfärbungen (*discolouration*) der Baumkronen. In verschiedenartigen Kombinationen galten Nadel-/Blattverluste und/oder Verfärbungen als beteiligt an den Syndromen der neuartigen Waldschäden. Deshalb waren in den meisten europäischen Ländern Nadel-/Blattverluste und/oder Verfärbungen die Hauptparameter zur Erfassung des Kronenzustandes (ICP-FORESTS 1998). Diese anfänglich in der Bundesrepublik Deutschland auf den langfristigen Beobachtungsflächen festgestellten Symptome lösten die Sorge um den Wald aus. Es konnten aber aus diesen Beobachtungen keine flächenrepräsentativen Aussagen über große Waldflächen getätigt werden. Deshalb wurden ab 1983 in Teilen Deutschlands und 1984 in der Schweiz Stichprobennetze zur „Erfassung von Ausmaß und räumlicher Verteilung der Waldschäden" (Baden-Württemberg) bzw. für die „Entwicklung der Waldschäden und die Erfassung des Gesundheitszustandes" (Schweiz) eingerichtet. Als das entscheidende Aufnahmemerkmal zur Erfassung des Waldzustands wurde der Kronenzustand des Einzelbaumes erachtet (KRISTÖFEL & NEUMANN 1994).

An der damaligen Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA) wurde 1983 mit der Einrichtung, Probenahme und Analyse im Rahmen des Bioindikatornetzes ein erster Schritt zur Überwachung der Schadstoffbelastung durch ein österreichweites passives Biomonitoring gesetzt, diese seither fortgeführte Untersuchung zeigte Überschreitungen der per Verordnung seit 1982 festgelegten Grenzwerte insbesondere bei Schwefel. 1984 wurde dann ein Vorschlag für die Durchführung der "Waldzustandsinventur (WZI)" erarbeitet. Das Hauptziel dieser Kronenzustandserhebungen in Österreich war die zuverlässige Erfassung von Kronenzustandsveränderungen in Form eines Biomonitorings von morphologischen Reaktionen der Waldbäume. Es wurde also eine Inventur der Waldzustandsveränderungen konzipiert, zur Erfassung der Veränderungen des Kronenzustands der gewählten Indikatorbäume (POLLANSCHÜTZ 1986).

In der Anfangsphase bestand auch in Österreich ein größtes Interesse an den Ergebnissen der Kronenzustandserhebungen und an entsprechenden Interpretationen. Sowohl die alljährlich publizierten Ergebnisse als auch die Methodik der Erhebungen an sich waren in der Öffentlichkeit heftigen Diskussionen und Kontroversen ausgesetzt. Allein der Umstand, dass das Ausmaß der erhobenen „Schäden" in Österreich deutlich geringer war als in Deutschland, führte zu Vorwürfen von "Fehlern" aber auch "Manipulationen". Auch die Zuordnung der Bäume zu „Schadstufen", ob Bäume mit einer bestimmten Kronenzustandsform einer bestimmten Vitalitätsstufe oder Schadklasse zuordenbar sind, wurde in Frage gestellt (MAUSER 1987). Für eine Beurteilung von Veränderungen im Sinne eines langfristigen Monitorings ist die Einteilung in Schadstufen an sich jedoch von untergeordneter Bedeutung. Entscheidend ist hingegen, dass ein einmal gewähltes Klassifizierungsschema über die Jahre hindurch unverändert bleibt (POLLANSCHÜTZ 1985).

Der Kronenzustand wurde als Erhebungsparameter für den Waldzustand gewählt, weil er leicht im Zuge von Inventuren erfassbar ist und ein Zusammenhang mit der Zuwachsleistung unterstellt wurde. Dieser Zusammenhang wurde auch durch eine Vielzahl von Studien im Lauf der Jahre belegt (STERBA & ECKMÜLLNER 1988, BECKER et al. 1990). Für Österreich konnte dies mit Daten des WBS von STEYRER (1996) nachgewiesen werden. Eine internationale Studie (DEFOGRO) im Rahmen des ICP-Forests mit Daten wiederholter BHD-Messungen an mehr als 15000 Bäumen aus 15 Ländern, die im Rahmen der EU-Regulation kofinanziert worden war, zeigte eine negative Korrelation zwischen Grundflächenzuwachs und Nadel-/Blattverlust für die Baumarten Fichte, Kiefer und Buche auf (LORENZ et al., 2004). Klar wurde aber im Laufe, dass der Zusammenhang zwischen Kronenverlichtung und Zuwachs nicht linear ist und ein beträchtlicher Anteil unerklärter Variation

verbleibt und methodische Fragen insbesondere die Wahl der adäquaten Vergleichsbasis von Beginn an Anlass zu Diskussionen gaben (STERBA 1986).

Der Kronenzustand ist überwiegend von Alter, Standort und Konkurrenz bestimmt. Darüber hinaus wird dieser durch eine Reihe von biotischen und abiotischen Stressoren verursacht. Die konkrete Erfassung des Kronenzustandes ist Abbild des aktuellen Zustandes zu einem Erhebungszeitpunkt. Die Ursachen für diesen erfassten Zustand sind jedoch Resultat von unterschiedlichen und verschieden lange vor dem Erhebungszeitpunkt einsetzenden und eventuell noch fortwirkenden äußeren und inneren Faktoren. Je nach Dauer und Intensität und Wirkung dieser Faktoren sind die Auswirkungen auf den Baum unterschiedlich, d.h. ohne Kenntnis dieser Faktoren im einzelnen und in ihrer synergistischen Wirkung ist eine Abschätzung der Konsequenz auf den Gesundheitszustand nicht möglich. Folglich sind in allen Erhebungsergebnissen von Kronenzustandsinventuren Nadel-Blattverluste ohne Spezifizierung der Ursachen zusammengefasst (UNECE, CEC 2002). Ansätze einiger Länder, im Zuge der Erhebung vor Ort eine Unterscheidung in bekannte und unbekannte Ursachen der Kronenverlichtung zu treffen, konnten sich international nicht durchsetzen.

Monitoringprogramm

Das Waldschaden-Beobachtungssystem war ein österreichweites, waldspezifisches Monitoringprogramm. Entscheidende Aspekte von Monitoring sind: beobachtend, veränderungsspezifisch und regelmäßig. Diese Regelmäßigkeit (in Methode, Zeit und/oder Raum) grenzt Monitoring von allgemeinen Aufzeichnungen und anekdotischen Berichten z.B. Klosterchroniken ab. Die Konzentration auf die Erfassung von Veränderung hat Konsequenzen auf das Erhebungsdesign. Der Begriff der Beobachtung umschließt alle Arten der Informationsbeschaffung, seien es quantitative oder qualitative Verfahren. Der ursprüngliche Anwendungsbereich von Monitoring lag im „Regulativen Monitoring". Dieses Verfahren kam aus dem Produktionsbereich; es wurde aber auch im Umweltbereich z.B. Wasserqualität in Badeseen, Ozonkonzentrationen, oder Messung der Schwefelgehalte im Bioindikatornetz, eingesetzt. Notwendige Voraussetzung dafür sind Grenzwerte, bei deren Erreichen bzw. Überschreiten gewisse vorher festgelegte Maßnahmen in Kraft gesetzt werden. Diese meist aus Experimenten resultierenden Grenzwerte waren und sind im Umweltbereich teilweise nicht vorliegend bzw. nicht anerkannt. Eine dennoch geforderte Interpretation von Monitoringergebnissen wird in diesen Fällen schwierig, oft werden dann Darstellungsgrenzen aus Arbeitshypothesen zu Grenzwerten ohne entsprechende Absicherung derselben durch Experimente.

Das aktiv gesteuerte Experiment und das Monitoring als beschreibende Beobachtung mit nachfolgender Analyse sind die zwei klassischen Eckpfeiler des Erkenntnisgewinns. Die Statistik hat dazu entsprechende Werkzeuge entwickelt: Tests auf der einen Seite und explorative Verfahren andererseits. Jene sind beweisend, diese können nur Hypothesen nahe legen.

Obwohl das eigentliche Monitoringziel von zentraler Bedeutung bei allen Monitoringvorhaben ist, wird es im Rahmen von Umweltbeobachtung vielfach nicht vorab definiert. Was aber nicht definiert oder definierbar ist, kann auch nicht erfasst werden. Weiters wäre es entscheidend zu klären, durch welchen Parameter das eigentlich interessierende Merkmal beschrieben werden kann. Ob der Wald ein geeigneter Indikator für die generelle Umweltsituation (-belastung) ist, war und ist ebenso umstritten, wie die Frage, wodurch der Waldzustand charakterisiert werden kann. Viele der Diskussionen im Zuge des Waldsterbens sind auf diese ungeklärten Fragen zurückzuführen.

Erhebungsparameter

Immer wenn das eigentlich interessierende Merkmal nicht oder nur zu schwierig erfassbar ist, werden Parameter als beschreibende Maßzahlen zu dessen Erfassung gewählt. Die Güte der Charakterisierung des Merkmals durch den oder die Parameter ist von Genauigkeit, Skalierung, zeitlichen und räumlichen Auflösung der Parameter abhängig und von der Größenordnung des Merkmals und dessen Veränderungsgeschwindigkeit bestimmt. Die Beobachtung sollte möglichst objektiv erfolgen, die Parameter sollten valid und reliabel im Sinne von LIENERT (1968) sein. Der Nadel-/Blattverlust oder die Kronenverlichtung und die Verfärbung als Parameter für den Gesundheitszustand des Baumes erfüllten diese Forderung nur unzureichend. Die Objektivität von Kronenzustandseinstufungen wurde zwar durch intensive Bemühungen zur

Verringerung der persönlichen Ansprachestreuung erhöht, ist jedoch bis heute im internationalen Vergleich nicht hinreichend. Für den Zuwachs als Parameter des Baumzustandes spricht die höhere Validität, allerdings ist er stark konkurrenzbeeinflußt und es fehlen einfach anwendbare Vergleichsreferenzen. Die Mortalitätsraten wären zwar ein objektiver und valider Parameter, konnten jedoch den Wunsch nach einer möglichst frühen Erkennung von Schäden nicht erfüllen. Andere Parameter waren nicht operational einsetzbar.

Nach beinahe zwei Jahrzehnten der Waldschadensforschung gibt es heute mehr Information über die Abhängigkeiten der unspezifischen Indikatoren Nadelverlust und Verfärbung von den natürlichen und den anthropogenen Umweltbedingungen. Die Evaluierung der Aufnahmemethoden zeigt, dass die Zuordnung in die Schädigungsstufen innerhalb bekannter Grenzen zuverlässig ist und der Wert der Evaluierung von Zeitserien wird im großen Maßstab anerkannt (ICP Forests 1998). Gerade weil die Kronenverlichtung auf eine Vielzahl von Stressfaktoren zurückzuführen ist, ist sie ein wertvoller, allgemeiner Indikator für den Waldzustand (UNECE und Europäische Kommission 2003).

Die Zusammenhänge zwischen den verschiedensten Einflussfaktoren und den mess- bzw. sichtbaren Auswirkungen auf den Baum sind jedenfalls sehr komplex und noch keineswegs endgültig geklärt.

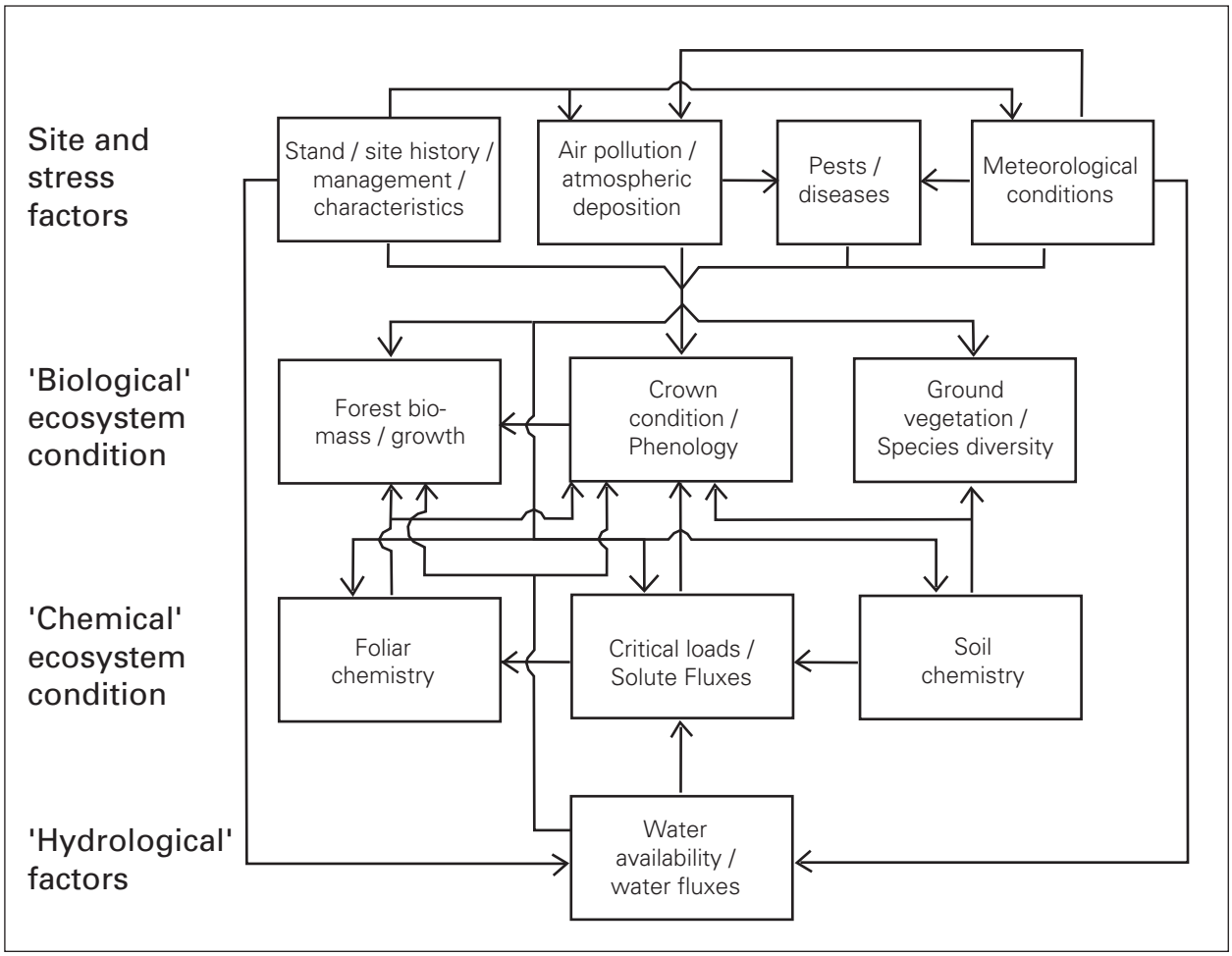


Abb. 2:
Beziehungen zwischen Standorts- und Stressfaktoren und dem Zustand des forstlichen Ökosystems (nach EC - UNECE, 2003)

Das Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS)[1]

Es war schon 1984 zu Beginn der Waldzustandsinventur (WZI) beabsichtigt, in einer ersten Phase das Ausmaß der Schädigungen unabhängig von der Ursache zu erheben und dann in einer zweiten Phase eine Untersuchung der Ursachen-Wirkung-Zusammenhänge zu beginnen. Mit dem Waldschaden-Beobachtungssystem (WBS) erfolgte 1987 die Umstellung von einer Überwachungsinventur mit dem Ziel der Erfassung von Zustand und Veränderungen auf ein neues Verfahren für das Erfassen und Verstehen von Wirkungszusammenhängen (Kristöfel & Neumann 1994). Auch wurden schon in der Anfangsphase der WZI von der forstlichen Öffentlichkeit umfassendere Untersuchungen zum Kronenzustand eingefordert. *Die Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Kronenzustandsform und Zuwachs sowie physiologischen Merkmalen (Wasserhaushalt, Gas- und Stoffwechsel, Enzymaktivität) des Baumes sind zu verstärken. Derzeit ist es nicht möglich, Bäume mit einer bestimmten Kronenzustandsform ohne weiteres einer bestimmten Vitalitätsstufe oder Schadklasse zuzuordnen* (Mauser 1987).

Das Waldschaden-Beobachtungssystem, im Jahr 1987 von Prof. Pollanschütz konzipiert, sollte zwei Aufgaben gerecht werden: Einerseits das nationale Bedürfnis nach Informationen über den (Gesundheits-) zustand des Waldes erfüllen und andererseits Grundlagendaten für die Untersuchung von Ursachen-Wirkungsbeziehungen im Zusammenhang mit „neuartigen Waldschäden" liefern (Neumann 1992). *Sämtliche Faktoren, die das Waldökosystem beeinflussen, sollen so weit als möglich bei diesen Untersuchungen Berücksichtigung finden. Das WBS folgt diesen Vorgaben, indem es alle Teilprojekte auf Ökosystem-Ebene bearbeitet* (Ruhm 1990).

Nach Pollanschütz (1987) wurden für das WBS drei Forschungsschwerpunkte festgelegt:

- Großräumige und somit bundesweite periodische und repräsentative Inventur der Waldschädigungen, soweit sie am Kronenzustand erkennbar sind, um deren räumliche Ausdehnung und zeitliche Entwicklung zuverlässig und mit vertretbarem Aufwand erfassen zu können.
- Intensive und integrierte Untersuchungen auf relativ wenigen, aber (möglichst) systematisch über das Bundesgebiet verteilten Dauerbeobachtungsflächen, wobei abgesehen von den periodischen Kronenzustandserhebungen die Schwergewichte auf bodenkundlichen, vegetationskundlichen, immissionskundlichen, forstpathologischen und zuwachskundlichen Erhebungen liegen werden.
- Spezielle forstliche Ökosystem-Analysen bis hin zur fundierten Abschätzung möglicher künftiger Entwicklungen

Konzeption des WBS

Das Waldschaden-Beobachtungssystem, mit dessen Einrichtung 1987 begonnen worden war, sollte spätestens ab 1989 folgende Teilprojekte umfassen (Pollanschütz 1987):

- Jährliche terrestrische Erhebung des Kronenzustandes (KZI) an den Probebäumen des permanenten Stichprobennetzes (etwa 300 von 500 Probeflächen), auf Probeflächen in Beständen jünger als 50 Jahre (etwa 200) erfolgt eine flächenbezogene, also globale Kronentaxation.
- Periodische flächendeckende Luftbildinventur (LBI). Die permanenten Probeflächen stellen dabei einen Teil der notwendigen „Eich-" bzw. Referenzflächen dar.
- Jährliche Gewinnung von Nadelproben (NP) von je drei stehenden Probebäumen zur Bestimmung der Gehalte an akkumulierbaren Schadstoffen (S, F, Cl, Schwermetalle) und der Hauptnährelemente.
- Auf bestimmte Zeitperioden und Regionen beschränkte Anwendung integraler Messmethoden (ISM) zur Erfassung des Eintrages (trokkene Deposition) von SO_x, NO_x, und O_3 und, wo dies möglich ist, zusätzliche Erfassung der nassen Deposition.
- Periodische bodenkundliche und vegetationskundliche Untersuchungen (BZI).
- Forstpathologische Untersuchungen (FP), insbesondere an gefällten Analysebäumen aus dem Umfeld der permanenten Probeflächen, zur Abklärung terrestrisch oder durch Fernerkundung festgestellter pathologischer Kronenveränderungen.
- Stammscheiben dieser gefällten Analysenbäume dienen zuwachskundlichen Untersuchungen (ZUW).

[1] Kurzfristig wurde auch das Kürzel WABSY in Erwägung gezogen (Pollanschütz 1988a).

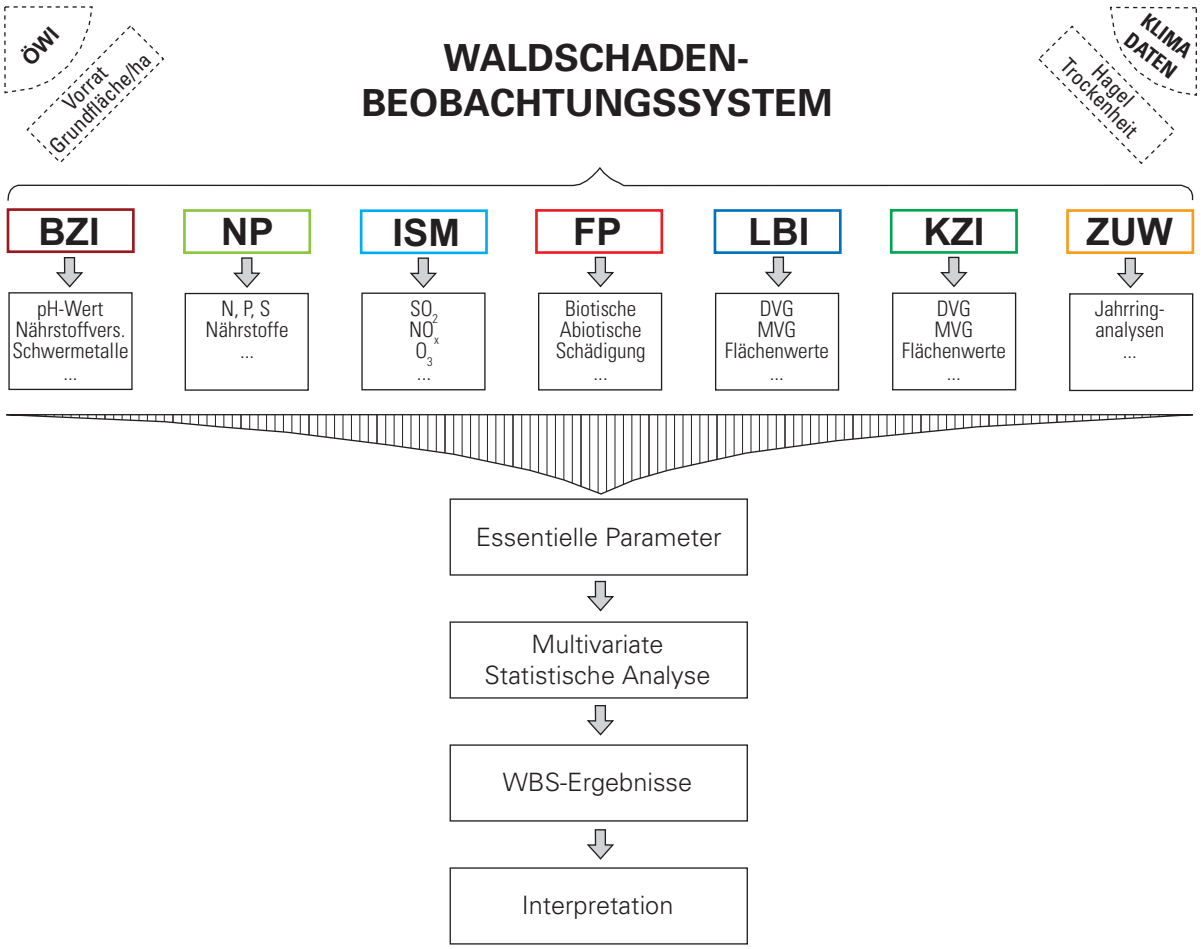


Abb. 3:
Die Teilprojekte und Ablaufschema des WBS (nach Kristöfel 1990)

Im Jahre 1990 wurden zudem noch bestandesgeschichtliche Erhebungen zur Aufdeckung anthropogener Störfaktoren in Erwägung gezogen (Pollanschütz 1991a).

Die zusammenschauende oder „verknüpfende" Auswertung war das eigentliche Ziel des Gesamtprojekts (Neumann 1992). Vorgesehen war die intensive Verknüpfung aller auf den bzw. um die WBS-Dauerbeobachtungsflächen durchgeführten Untersuchungen und Erhebungen untereinander und die Einbeziehung von Daten der Forstinventur und einer damals noch zu konzipierenden Klimadatenbank. Die Ergebnisse sollten in einem gemeinsamen EDV-Konzept einer integralen Auswertung zugeführt werden (Kristöfel 1990).

Akzeptanz

Die Reaktion der (forstlichen) Öffentlichkeit auf das neue Forschungsprojekt war zwiespältig. Einerseits wurden die geplanten Aktivitäten als „Waldökosystemmonitoring für die neunziger Jahre" (Mannsberger & Wagner, 1991) gut geheißen. „*Von vielen der befragten Professoren und Assistenten wird das WBS als ein großer Fortschritt gegenüber der WZI gesehen*" (Hogl 1990). Andererseits gab es, vor allem von Seiten der Landesforstdirektionen, Einwände „*daß 1989 mit dem neuen luftbildgestützten Waldschadensbeobachtungssystem begonnen werden soll und daß die bisherige terrestrische Waldzustandsinventur aus Geldmangel eingestellt wird*" (Scheiring 1989).

Es wurden damals bereits auch Zweifel an der Funktionalität des WBS geäußert: „*Ich habe den Eindruck, daß nun auch Insider ihre Zweifel haben, ob das komplizierte Koordinationsgebäude des WBS tragfähig sein wird. Das Vorhaben ist für die österreichische Land- und Forstwirtschaft, aber sicherlich auch für viele Bereiche des Umweltschutzes und der Wirtschaft einfach zu wichtig, als daß es mißlingen darf*“ (SCHEIRING 1989). An der FBVA jedenfalls herrschte damals im Zusammenhang mit diesem Projekt eine gewisse Aufbruchsstimmung: „*Permanente Beobachtung der Wälder und der Schadensverläufe im Zusammenspiel mit Ursachenforschung […] müssen ohne jeden Verzug mit dem nötigen politischen und dadurch auch finanziellen und personellen Nachdruck betrieben werden*“ (POLLANSCHÜTZ 1991b).

Arbeitsprogramm

Das Gemeinschaftsprojekt G7 der FBVA mit der Bezeichnung „Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem“ wurde nach Beratungen innerhalb des „Kontaktkomitees“ der FBVA im Auftrag des BMLF erstmals 1987 in das Arbeitsprogramm aufgenommen (POLLANSCHÜTZ 1988b). In interdisziplinärer Zusammenarbeit der Institute für Standortskunde, Forstschutz, Waldwachstum und Betriebswirtschaft sowie Immissionsforschung und Forstchemie sollte der Einfluss der biotischen und abiotischen Faktoren auf den Wald- und Waldbodenzustand periodisch erfasst und die Entwicklungen kausalanalytisch erforscht werden (RUHM 1990). Eine Kooperation mit anderen Forschungsinstitutionen war vorgesehen (POLLANSCHÜTZ 1987). Die Projektdauer war zeitlich nicht begrenzt, da die Parameter einer natürlichen Variation unterliegen und diese erst nach einer genügend langen Zeitreihe interpretierbar werden (NEUMANN 1992). Im weiteren Sinne wird nunmehr dieses ursprünglich entwickelte Konzept, allerdings mit einem weitaus geringeren Umfang von Probeflächen, mit den Aktivitäten auf den Level-II-Flächen des ICP-Forests fortgeführt.

Flächeneinrichtung

Nach intensiver teils kontroversieller Diskussion innerhalb der FBVA wurde entschieden das WBS mit der Österreichischen Forstinventur zu verknüpfen. Die Einrichtung der Probeflächen des WBS erfolgte in den Jahren 1987 und 1988 auf dem Jahresnetz 1981 der Österreichischen Forstinventur (ÖFI).

Die Erhebungstrakte der Österreichischen Forstinventur

Die Österreichische Forstinventur (ÖFI) wird seit 1961 von der FBVA durchgeführt, die Österreichische Waldinventur (ÖWI) - seit 1992 - ist deren Fortsetzung. Die Hauptaufgabe der „ÖFI 1961/70“ war eine objektive Erfassung der Waldfläche, des Holzvorrates, des Zuwachses und des Einschlages. In der Erhebungsperiode 1971/80 wurden darüber hinaus Merkmale erhoben, die einen besseren Einblick in die innere Struktur des Waldes ermöglichen. Bei der „ÖFI nach 1980” wurde in der Aufnahmeperiode 1981/85 durch Einrichtung von Dauerprobeflächen das Schwergewicht auf die Ermittlung von Zustandsveränderungen gelegt. Die Kontinuität und die Vergleichbarkeit zu den beiden vorhergegangenen Inventuren blieben jedoch weitgehend erhalten. In der Aufnahmeperiode 1986/90 wurden die ersten Folgeerhebungen durchgeführt. Zur Überprüfung der Repräsentativität des permanenten Stichprobennetzes und zur Erhöhung der statistischen Genauigkeit erfolgten zusätzliche Erhebungen auf temporären Trakten. Bei der zweiten Folgeerhebung, nunmehr „ÖWI 1992/96“, fanden auch wichtige ökologische Fragestellungen wie z.B. Jungwuchserhebung oder Totholzaufnahme im Erhebungskonzept Berücksichtigung. Erstmals wurde auch der begehbare Schutzwald außer Ertrag in die Erhebungen miteinbezogen. Bei der „ÖWI 2000/02” war der Informationsbedarf zur Kontrolle eines weitgefassten Nachhaltigkeitsbegriffes von vorrangiger Bedeutung. Der bestehende Aufnahmekatalog wurde erweitert um Aussagen auf nationaler Ebene zu den gesamteuropäischen Kriterien und Indikatoren für nachhaltige Waldbewirtschaftung gemäß der Resolution L2 der Dritten Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa zu ermöglichen. Für die „ÖWI 2007/09“ ergab sich zusätzlicher Informationsbedarf sowohl aus internationalen Berichtspflichten wie auch aus nationalen Entwicklungen. Vor allem für das Berichtswesen des Kyotoprotokolls werden zahlreiche neue Parameter erfasst. Auch für zentrale Forschungsthemen - wie die Auswirkungen eines möglichen Klimawandels auf den Wald, die Schutzfunktionalität des Waldes oder die Biodiversität - werden zusätzliche Erhebungen bzw. Adaptionen

der bereits in der letzten Periode durchgeführten Erhebungen vorgenommen.

Die Erhebungen der Österreichischen Waldinventur beruhen auf einem Stichprobenverfahren mit systematischem Stichprobenraster. Eine Erhebungseinheit der so genannte Trakt besteht aus vier Probeflächen (Clusterstichprobe). Seit 1981 sind diese Erhebungseinheiten (Trakte und Probeflächen) permanent eingerichtet. Der Trakt, ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 200 m, wurde vom Südostpunkt, dem Trakthauptpunkt, ausgehend im Gelände festgelegt, jedoch nicht sichtbar markiert. Eine erste Bestimmung von GPS-Koordinaten erfolgte während der Erhebungsperiode 2000/02. Bis 1996 wurde im Rahmen der Inventur jährlich ein Fünftel des Gesamtumfangs (etwa 1100 Trakte) erhoben, einem ebenfalls gleichmäßigen Aufnahmenetz von 8,7 x 8,7 km entsprechend. Das Teilsample des Jahres 1981 wurde als Basis für die Einrichtung des WBS-Aufnahmenetzes gewählt.

Insgesamt wurden für das WBS von den etwa 1100 Probeflächen der ÖWI 534, auf Wald fallende südöstliche Trakthauptpunkte (ÖFI-Probefläche 00) eingerichtet.

Für die Flächeneinrichtung kamen folgende Betriebsarten in Betracht:

- Wirtschaftswald
- Schutzwald im Ertrag
- Schutzwald außer Ertrag
- Land-Ausschlagwald
- Auen-Ausschlagwald

Es wurden also, im Unterschied zur ÖFI, auch Flächen im Schutzwald außer Ertrag eingerichtet, falls sie den übrigen Auswahlkriterien entsprachen.

Im Jahre 2002 wurden aufgrund des zwischenzeitlich von der ÖWI festgestellten Waldflächenzugangs acht Probeflächen auf Punkten, die bei der letzten Inventurperiode Nichtwald waren, neu eingerichtet.

Gemäß der Arbeitsanweisung zur Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen des WBS vom April 1987 (unveröffentlicht) wurden zwei Typen von WBS-Dauerbeobachtungsflächen unterschieden:

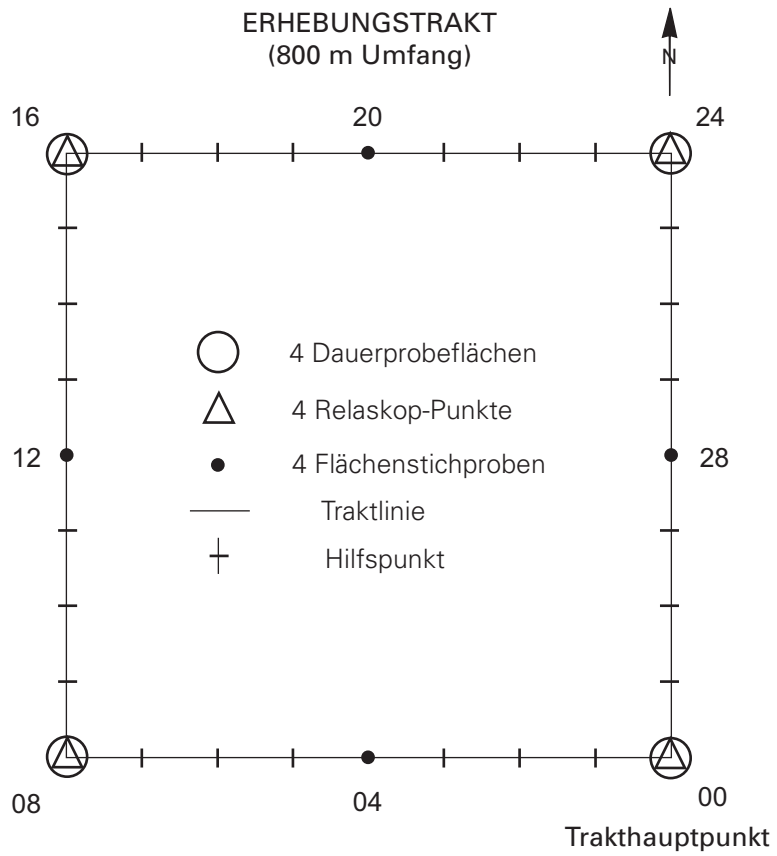


Abb. 4:
Erhebungstrakt der ÖFI (nach Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Forstinventur 1981 – 1985 (Fassung 1981))

1. WBS-Dauerbeobachtungsflächen ohne eingemessene bzw. kartierte Probebäume, auf denen nur eine jährliche flächenbezogene Kronenzustandsbeurteilung innerhalb eines 500 m² Probekreises (r=12,62 m) vorgesehen war
2. WBS-Dauerbeobachtungsflächen mit eingemessenen und kartierten Probebäumen, an denen jährlich eine einzelbaumweise Kronenbeurteilung vorgenommen werden sollte. Diese Flächen sind konzentrisch in zwei Probekreisen angeordnet. Im inneren 500 m² Probekreis (r=12,62 m) wurden alle Bäume ab 5 cm Kluppschwelle kartiert und von diesen der BHD gemessen, im äußeren 1000 m² Probekreis (r=17,84 m) alle Bäume ab 10 cm erfasst.

Derartige Flächen wurden nur bei ausreichender Größe des Waldbestandes eingerichtet d.h. wenn zumindest 30 Bäume der lokalen Hauptbaumart zur Kronenzu-

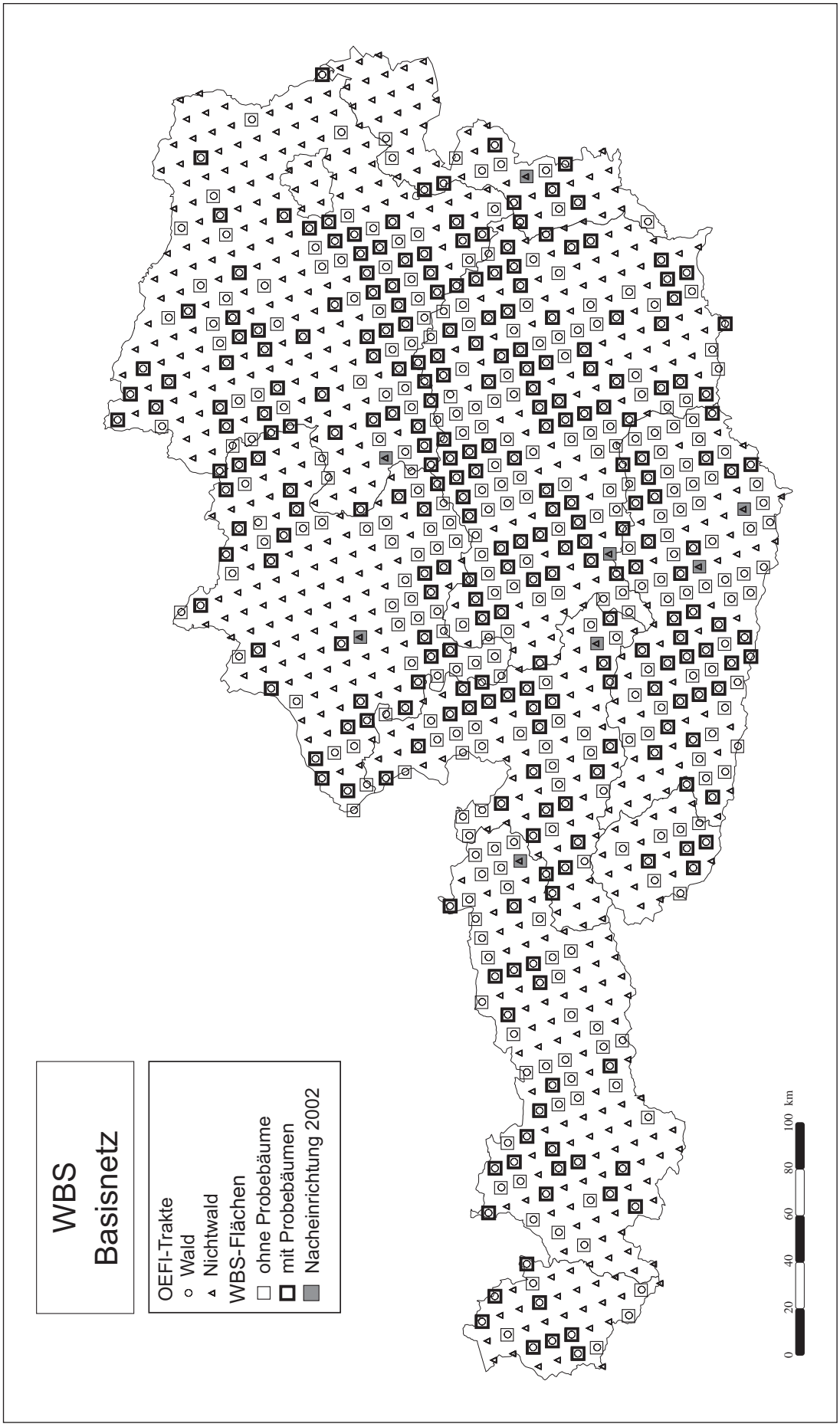


Abb. 5:
Basisnetz des WBS

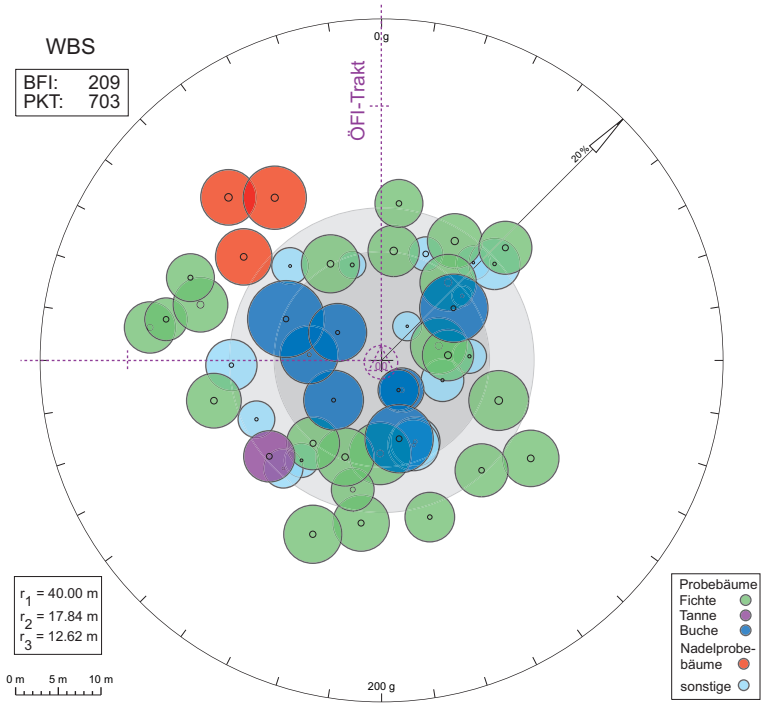


Abb. 6:
Probefläche mit eingemessenen Probebäumen

mittelpunkt aufgezeichnet. Eine sichtbare, äußere Markierung wurde zur Vermeidung einer Beeinflussung der Repräsentativität der Forstinventur unterlassen. Zur Bestimmung der Oberhöhe wurde die Höhe der 5 stärksten Probebäume im 500 m²-Kreis gemessen.

Außerhalb der 1000 m² Probekreise wurden auf beiden Flächentypen, insofern die Auswahlkriterien erfüllt wurden, zusätzlich 3 Bäume zur jährlichen Gewinnung von Nadel-/Blattproben ausgewählt. Diese wurden, im Gegensatz zu den Probebäumen für die Kronentaxation, dauerhaft markiert.

standsbeurteilung gemäß den nachfolgend angeführten Kriterien ausgewählt werden konnten.

Für die Auswahl von Probebäumen zur Kronenzustandsbeurteilung galten folgende Kriterien:

- Die untere Altersgrenze bei der Ersteinrichtung war das Alter 41 bezogen auf das ÖFI-Erhebungsjahr 1981. Im Jahre 1996 wurden 54 Flächen gemäß EU-Richtlinie zusätzlich eingerichtet und damit der österreichische Wald ohne irgendwelche Einschränkung systematisch erfasst. Im Jahre 2002 wurden 8 WBS-Dauerbeobachtungsflächen auf neu bewaldeten Flächen eingerichtet, und davon 5 in das transnationale Netz integriert.
- Soziale Stellung (nach Kraft) vorherrschende und herrschende Bäume
- Sichtbarkeit (Taxierbarkeit) der Krone

Zusätzlich zu den Probebäumen der Hauptbaumart wurden die im 1000 m² Kreis vorhandenen geeigneten Bäume der Nebenbaumarten als Probebäume ausgewählt.

Alle Bäume auf der Probefläche, also auch die nicht als Probebäume ausgewählten, wurden mit Nummer, Azimut, Entfernung vom Probeflächen-

Aufnahmeumfang der einzelnen Projekte

Aus unterschiedlichsten Gründen konnten nicht alle Projekte auf allen Flächen durchgeführt werden. Die Abbildung 7 zeigt welche Teilprojekte im Laufe der Jahre auf welchen Flächen realisiert wurden.

Aufnahmeumfang Nadelproben (NPB)

Auswahlkriterien für Nadel- und Laubprobebäume:

- vorherrschend oder herrschend
- keine Probebäume der ÖFI
- Baumart (Fichte > Kiefer > Buche)
- Besteigbarkeit
- Erreichbarkeit
- keine groben mechanischen Schäden
- einheitlicher Standort wie die Probefläche
- keine Randbäume
- Entfernung vom Probeflächen Mittelpunkt min. 17,9 m und max. 50 m
- Mindestalter 60 Jahre

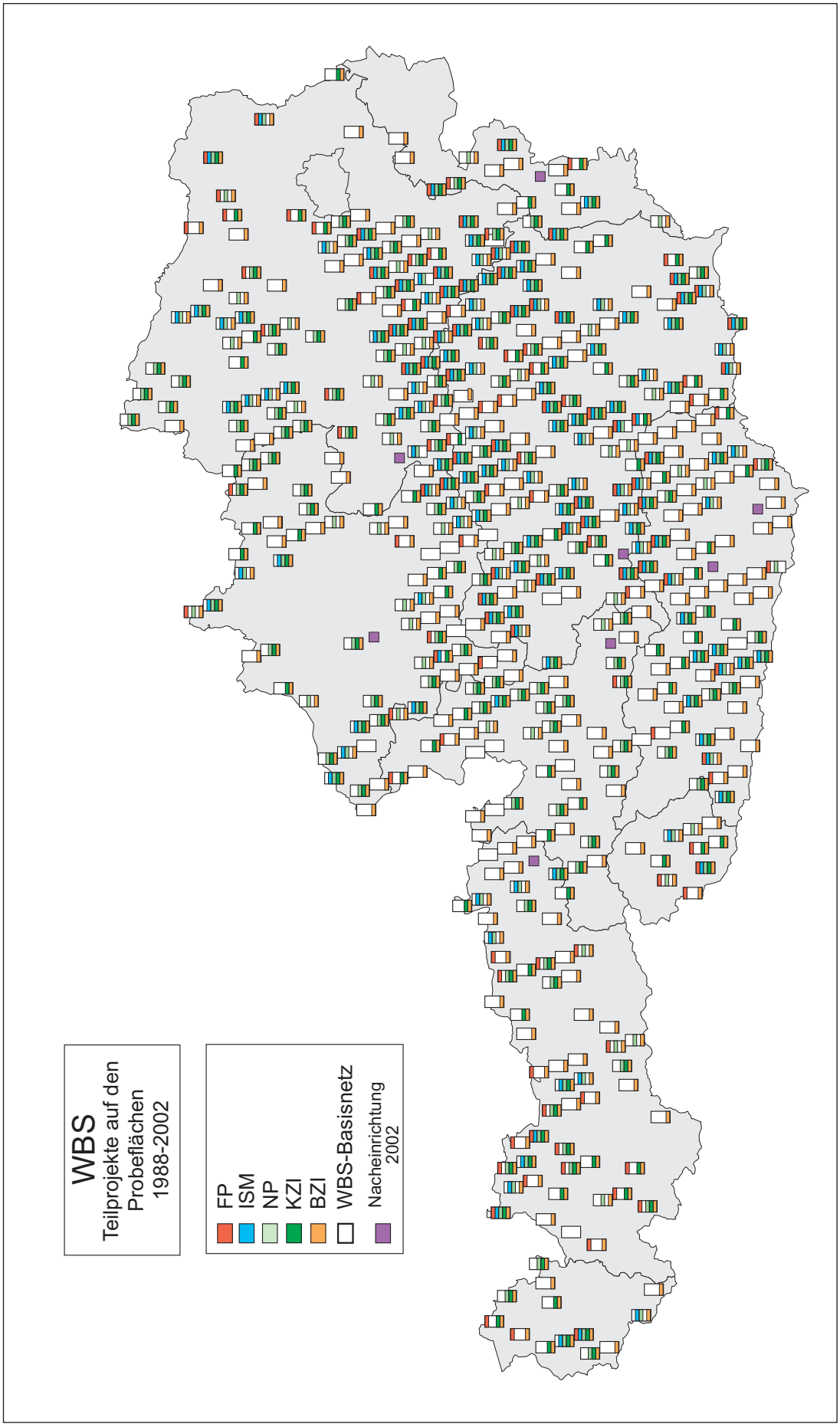


Abb. 7:
Im Basisnetz durchgeführte Teilprojekte des WBS

Auf rund 300 WBS-Flächen wurden ab 1989 jährlich Nadel-/Blattproben im Herbst durch die Landesforstdienste gewonnen. Es wurden jeweils Äste aus dem obersten Kronendrittel (6. bis 7. Quirl) entnommen, der 1. und 2. Nadeljahrgang abgetrennt, verpackt und an die FBVA übermittelt. Die Probenvorbereitung, die Analyse und die Auswertung wurden an der FBVA durchgeführt.

Probenvorbereitung und Analyse
(nach FÜRST 1992)

Die Proben wurden ungewaschen bei 80° C im Umlufttrockenschrank getrocknet, von den Holzteilen befreit und gemahlen und vor der Analyse bei 105° C nachgetrocknet.

Der Schwefelanalyse erfolgte durch Verbrennung mit Sauerstoff und nachfolgender IR-Absorptionsmessung (LECO). Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes erfolgte nach Kjeldahlaufschluss titrimetrisch. Die Bestimmung von Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen, Mangan und Zink erfolgte nach Aufschluss mit Schwefelsäure/Salpetersäure mittels Plasmaemissionsspektroskopie (ICP-OES).

Tabelle 1:
Jährliche Probenahmen

Jahr	Flächen	Bäume	Proben
1989	289	855	1698
1990	291	852	1694
1991	286	839	1666
1992	284	835	1658
1993	281	829	1646
1994	275	815	1621
1995	270	805	1601
1996	268	797	1585
1997	267	797	1585
1998	264	789	1569
1999	266	795	1581

FÜRST A. 1992: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems – Ergebnisse 1989. FBVA-Berichte Nr. 63, 37 pp.

Aufnahmeumfang
Integrale Schadstoffmessung (ISM)

Durch die Anwendung integraler Schadstoffmessungen (ISM) sollten Informationen über die Verteilung und den Eintrag von NO_x, SO_2 und Ozon gewonnen und Belastungsschwerpunkte ermittelt werden.

Methodik (nach LEITNER 1990, SMIDT 1994)

NO_x: Die NO_x–Messung mit NO_x-Kerzen beruht auf der Umwandlung von Diphenylamin in n-Nitrosodiphenylamin, welches bei 390 nm photometrisch gemessen wird. Die Angabe der Messwerte erfolgt in mg Nitrosamin/d. Die Expositionsdauer beträgt 14 Tage.

SO_2: Die SO_2-Messung mit Bleikerzen beruht auf der Umwandlung von Bleidioxid in Bleisulfat. Dieses wird mittels Sodaauszug in Natriumsulfat umgewandelt, als Bariumsulfat ausgefällt und gravimetrisch bestimmt. Die Angabe der Messwerte erfolgt in mg SO_3/dm^2*28d. Die Expositionsdauer beträgt 28 Tage.

O_3: Die O_3-Messung mit Indigopapier beruht auf der Umwandlung von Indigo zu Isatin. Dieses wird bei 404 nm photometrisch gemessen, der Indigo-Kontrollwert bei 604 nm. Die Angabe der Messwerte erfolgt in Extinktionseinheiten. Die Expositionsdauer beträgt 14 Tage.

Details zur Methodik finden sich bei LEITNER (1990).

Die ISM-Messungen erfolgten von Sommer 1990 bis Sommer 1993. In den ersten beiden Messperioden ab Juni 1990 wurden an 119 Mess-Stationen Messungen durchgeführt, in der dritten Messperiode ab Juli 1992 an 82 Mess-Stationen. In den ersten beiden Messperioden wurden Stationen in den Bundesländern Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark betrieben. In der dritten Messperiode wurden die Stationen im gesamten Bundesgebiet aufgestellt, die Zahl der Mess-Stationen insgesamt jedoch reduziert.

Die SO_2-Messungen wurden nur in der ersten Messperiode durchgeführt. Weil 99 % der Werte in Klasse 1 (bis 5,6 SO_3/dm^2*28d) lagen und der Messaufwand relativ hoch war, wurden diese Messungen nicht mehr weitergeführt.

Kriterien zur Flächenauswahl

- WBS-Flächen mit Nadelprobebäumen
- Freifläche in unmittelbarer Nähe der WBS-Fläche
- Ganzjährige Erreichbarkeit

Die Auswahl der Flächen vor Ort und die Betreuung der Mess-Stationen wurde von den Landesforstbehörden durchgeführt.

Vorteile der ISM:

- Möglichkeit des großflächigen Einsatzes
- Eignung zur Erfassung von Belastungsschwerpunkten

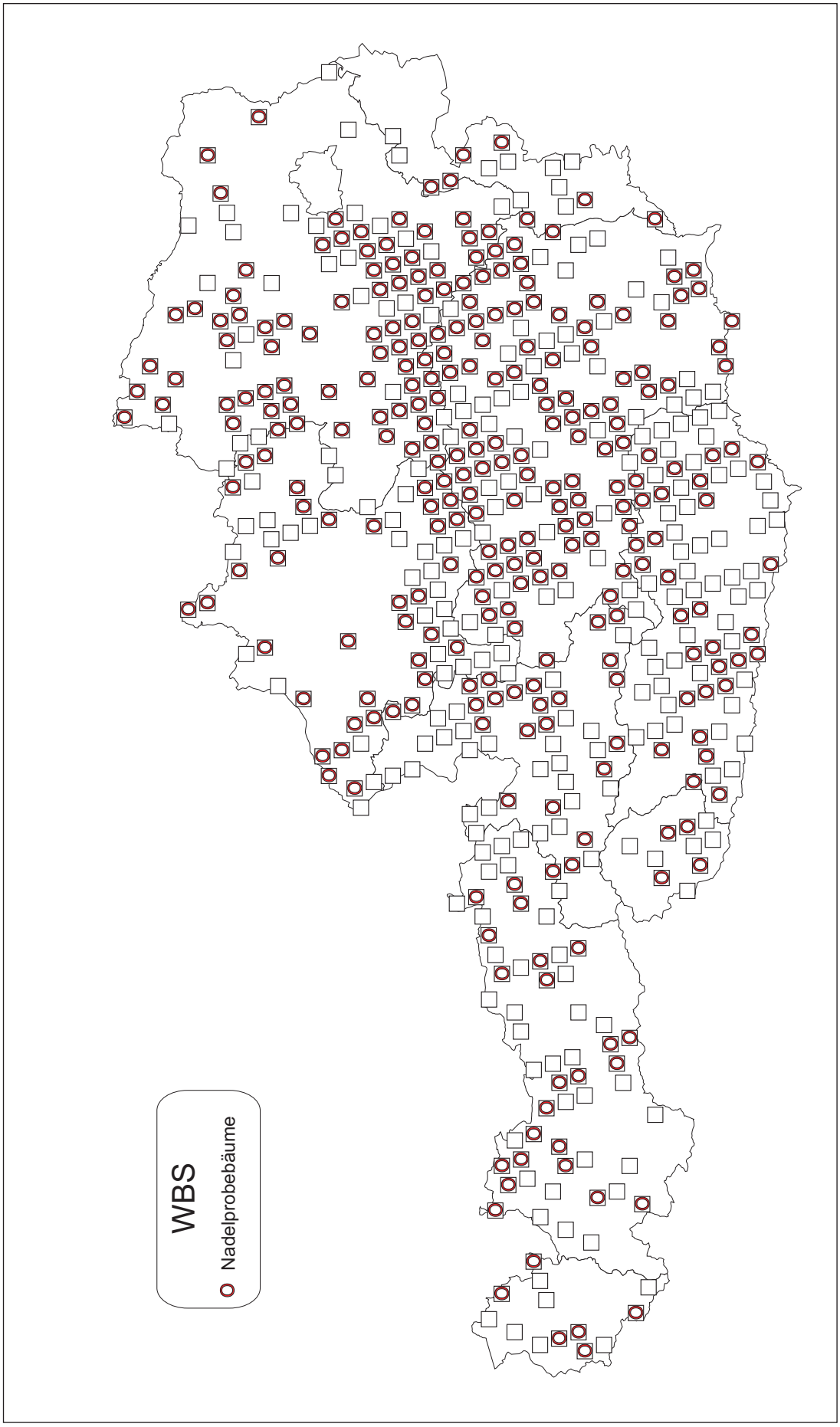


Abb. 8:
Lage der Probeflächen mit Nadelprobebäumen

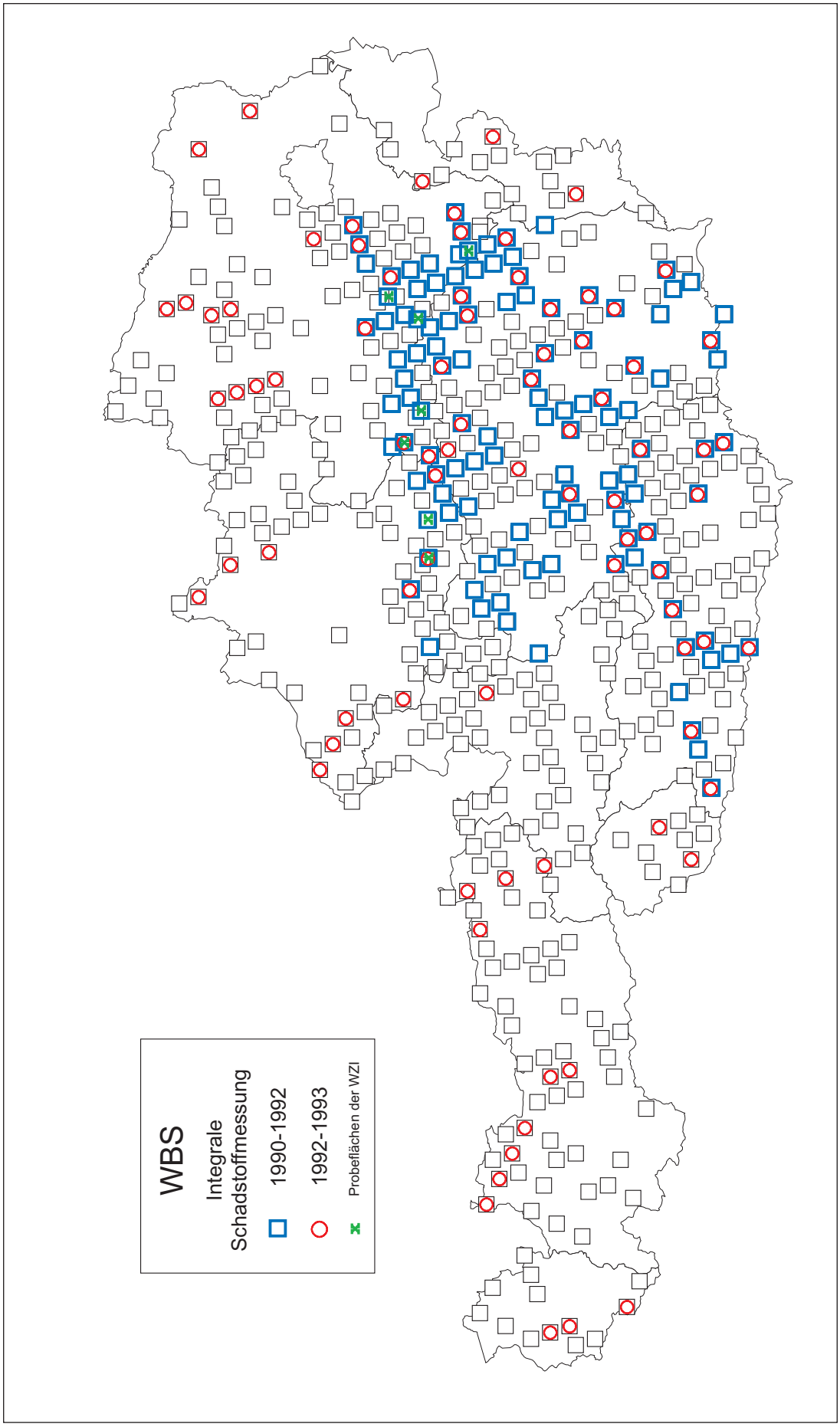


Abb. 9:
Lage der ISM-Flächen

- Einfache Betreuung
- Kostengünstig im Vergleich zu registrierenden Messstellen
- Keine Stromversorgung notwendig

Nachteile

- Geringe zeitliche Auflösung
- Keine Aussagen über die zeitliche Variation
- Kurzfristig auftretende Spitzenbelastungen können nicht erfasst werden
- Keine Auswertung über die Windrichtung möglich
- Relativ hohe Ausfallsquote (in diesem Fall bis zu 20%)

Die Ergebnisse der ersten Messperiode wurden von LEITNER (1992), jene der dritten von SMIDT (1994) publiziert. Die Ergebnisse der zweiten Messperiode (1991-1992) wurden nicht publiziert.

Literatur

LEITNER J. 1990: O_3-und NO_x-Messungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt mit integrierenden Meßmethoden. II. Workshop zum Thema Integrale Meßmethoden. Salzburg 10.4.1991, 59-70.

LEITNER J. 1992: Ergebnisse der integralen Ozonmessungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems: Meßperiode Sommer 1990 bis Sommer 1991. FBVA-Berichte Nr. 71, 39-44.

SMIDT S. 1994: Ergebnisse der integralen NO_x- und Ozonmessungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems - Sommer 92 bis Sommer 93 ISM-Bericht 1/94 FBVA-Wien

Aufnahmeumfang Terrestrische Kronenzustandserhebung (KZI)

Von 1987 bis 1988 wurden auf dem Jahresnetz 1981 der damaligen Österreichischen Forstinventur (ÖFI) auf allen auf Waldboden gelegenen Trakthauptpunkten (ÖFI-Probefläche Nr. 00) insgesamt 534 Dauerbeobachtungsflächen für das WBS eingerichtet.

Von 1989 bis 2002 wurde der Kronenzustand auf den Probeflächen jährlich in den Sommermonaten erhoben. Auf den Probeflächen ohne eingemessene Probebäume erfolgte eine flächige Taxation des Kronenzustandes, getrennt nach Baumarten. Auf den Flächen mit eingemessenen Probebäumen erfolgte zusätzlich eine Einzelbaumtaxation.

Auf Basis einer freiwilligen Zusammenarbeit mit der Europäischen Union wurde 1990 begonnen, Flächen des WBS für das transnationale Netz der EU mit einer Rasterweite von 16x16 km zu adaptieren. Hiezu wurden jene Flächen mit Probebäumen ausgewählt, welche weniger als 8 km von den Schnittpunkten des transnationalen Netzes entfernt waren. Die dem Probeflächenmittelpunkt nächstgelegenen 30 Probebäume wurden ausgewählt. Im Jahre 1996 wurden 54 Flächen gemäß EU-Richtlinie in jüngeren Beständen nachträglich eingerichtet. Dies deshalb, weil ursprünglich nur Flächen in Beständen eingerichtet wurden, die älter als 40 Jahre waren. Im Jahre 2002 wurden aufgrund der von der Waldinventur festgestellten Waldflächenzunahme acht neue WBS-Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet, und davon 5 in das transnationale Netz integriert.

Zusätzlich wurden 40 Probeflächen aus dem Vorläuferprojekt Waldzustandsinventur (WZI) für das WBS adaptiert. Diese über das gesamte Bundesgebiet verteilten Flächen wiesen den höchsten durchschnittlichen NBV aller WZI-Flächen auf. Bis zum Jahre 2002 erfolgte auch auf diesen Flächen eine Kronentaxation im Zuge der jährlichen Kronenzustandserhebungen.

Parameterliste		
Lage- und Standortsparameter	**Bestandesparameter**	**Einzelbaumbeschreibung**
Geographische Koordinaten	Baumartenanteile	Baumart
Seehöhe	Alter	Polarkoordinaten
Exposition	Oberhöhe	Soziale Stellung
Hangneigung	Ertragsklasse	Kronenklasse
Geländeform	Wuchsklasse	Kronendurchmesser
Grundgestein	Bestandesaufbau	Durchmesser
Bodentyp	Baumartenmischung	Schäden*
Vegetationstyp	Pflegezustand	Wipfelregion*
Wasserhaushalt	Bestandesschäden*	Kronenzustand*
Wuchsgebiet	Bestandesgeschichte	Nadelverlustprozent*
Wuchsraum		Entnadelungstyp*
Waldkategorie		Verfärbung*
		Wasserreiser*
		Mistelbefall*

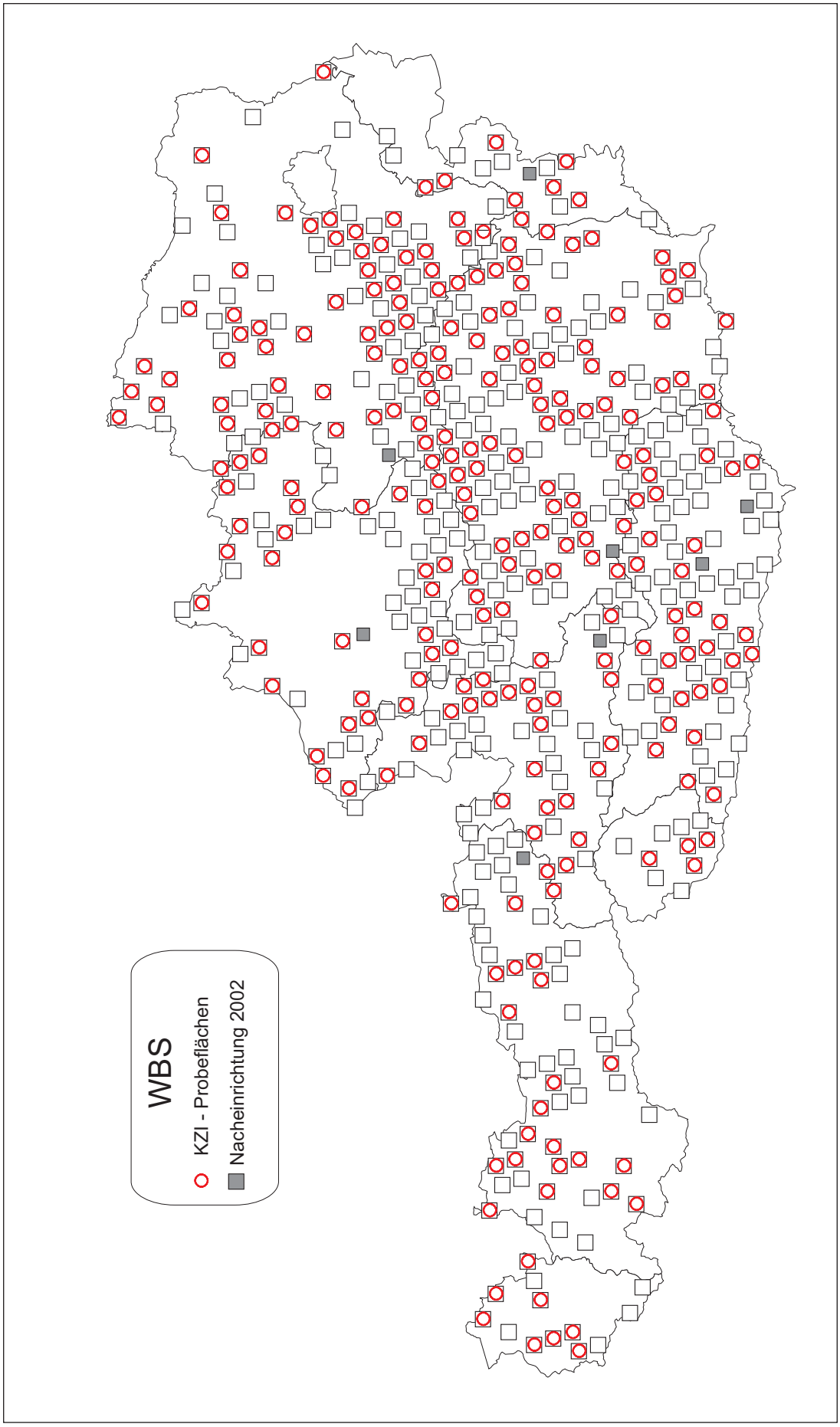


Abb. 10:
Lage der Probeflächen mit eingemessenen Probebäumen

Die oben angeführten Parameter wurden anlässlich der Flächeneinrichtung erhoben und gegebenenfalls im Zuge der jährlichen Kronenzustandserhebungen ergänzt. Die mit * gekennzeichneten Parameter wurden jährlich erhoben.

Tabelle 2:
Anzahl der Probeflächen mit eingemessenen Probebäumen und Anzahl der Probebäume

Jahr	Nationales Netz		Transnationales Netz	
1989	184	6510	—	—
1990	182	6330	72	2132
1991	223	6890	79	2244
1992	219	6732	77	2186
1993	218	6551	76	2121
1994	216	6397	76	2107
1995	216	6349	76	2103
1996	264	7682	130	3670
1997	263	7503	130	3604
1998	262	7348	130	3577
1999	261	7242	130	3535
2000	260	7118	130	3506
2001	260	7002	130	3451
2002	264	7029	133	3503

Aufnahmeumfang Luftbildinventur (LBI)

Die Grundlage der Luftbildinventuren bildeten Farb-Infrarot-Luftbilder (FIR) mit einem mittleren Bildmaßstab von 1:7500, die flächendeckend über das Untersuchungsgebiet in der Hauptvegetationszeit erflogen wurden. Zwischen 1987 und 1997 wurden rund 9500 km², etwa 10 % der Landesfläche, beflogen. Die Auswertung erfolgte an analytischen Stereoauswertegeräten mittels einer zweistufigen Stichprobeninventur mit regelmäßigem Stichprobenraster. Die einzelnen Projekte hatten unterschiedliche Erhebungsraster zwischen 100 und 700 m. An den Rasterpunkten (Kreisprobeflächen) wurde, neben einer umfangreichen Erhebung der topographischen und bestandesstrukturellen Merkmale, eine pauschal-flächige Taxation des Kronenzustandes (ab Wuchsklasse Jugend) und die Beurteilungen von Einzelbäumen (ab Wuchsklasse starkes Stangenholz) durchgeführt. Die Ergebnisse der dem Landeskoordinatensystem zugeordneten Punktdaten wurden in projektspezifischen Datenbanken abgelegt. Die kartographische

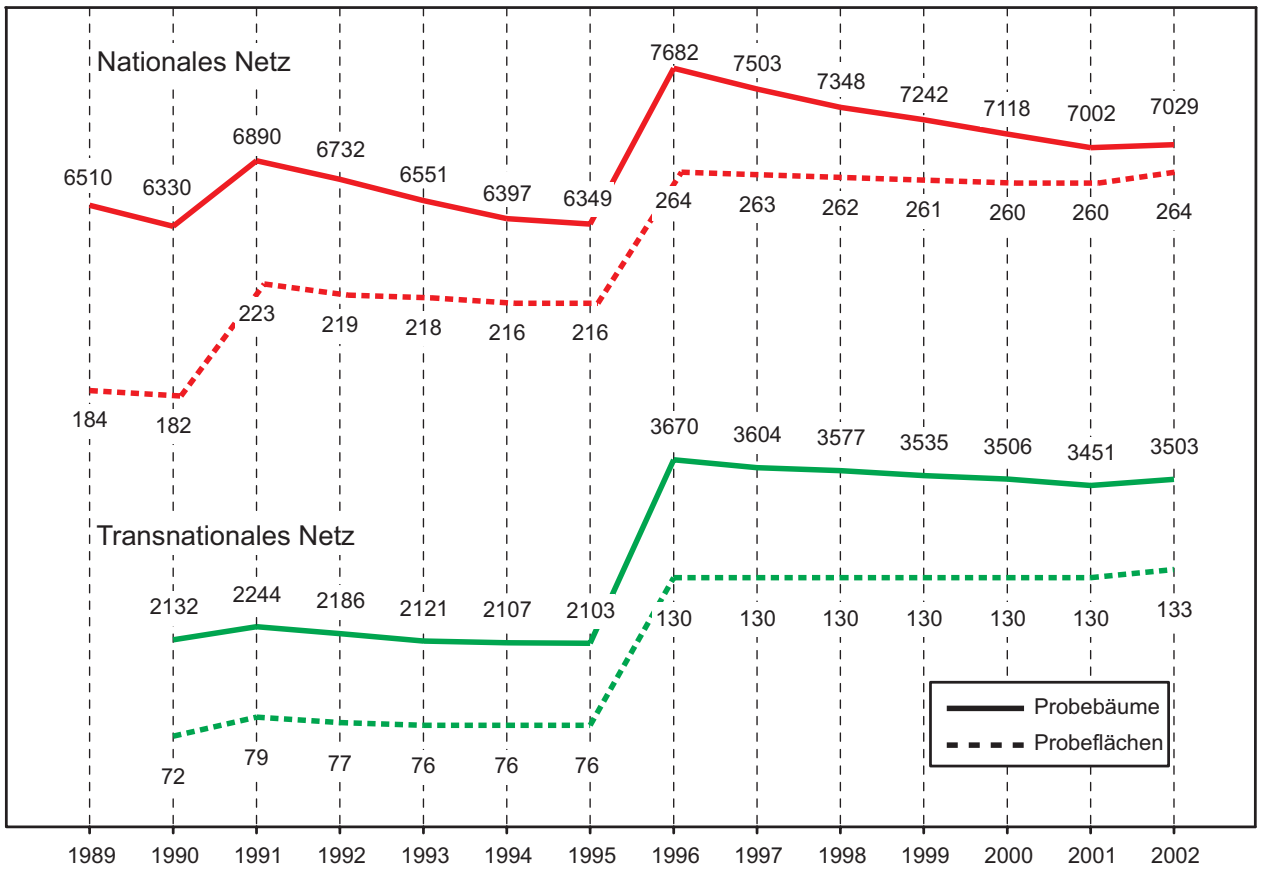


Abb. 11:
Jährlicher Aufnahmeumfang der terrestrischen Kronenzustandserhebungen

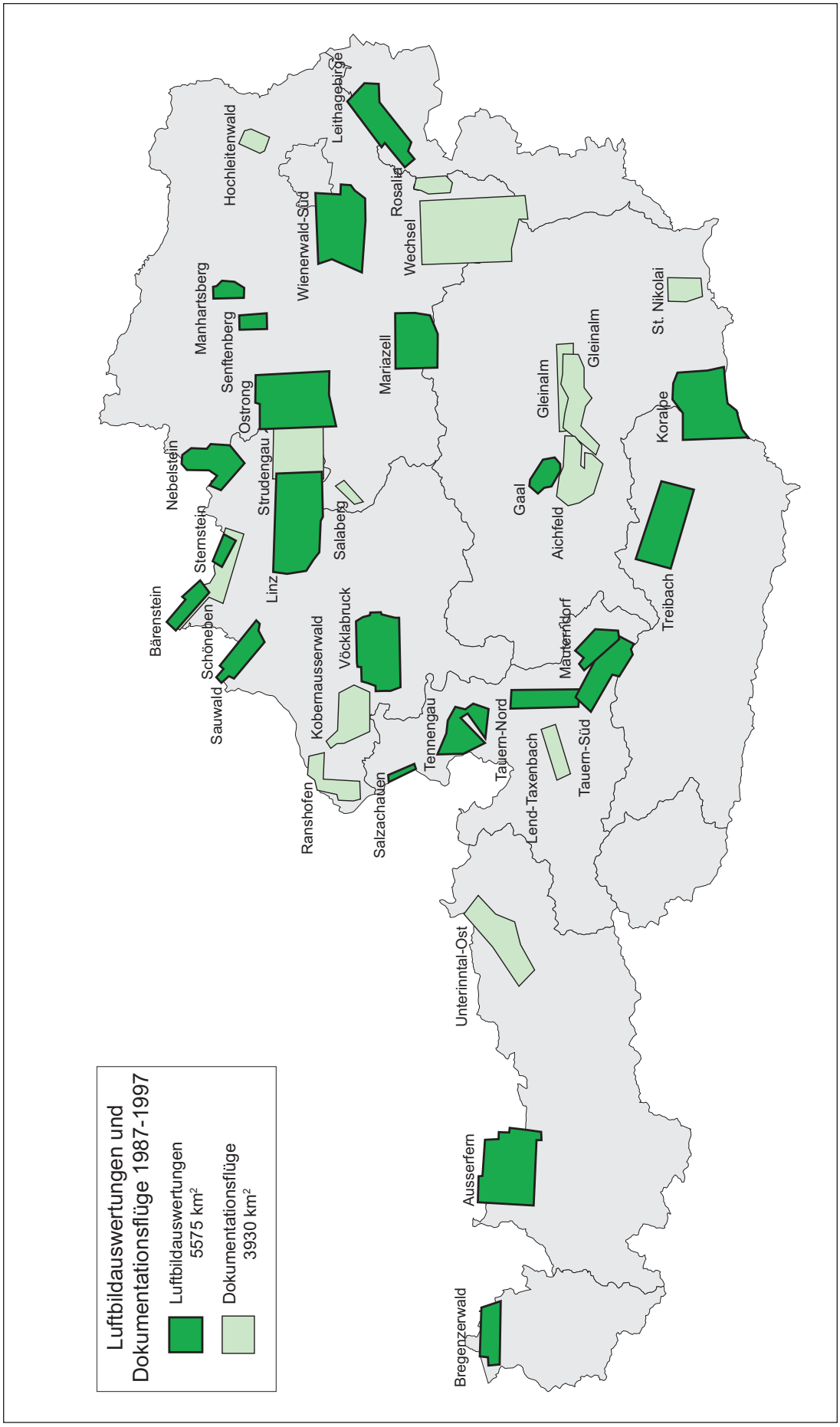


Abb. 12:
Befliegungsgebiete der Luftbildinventur im Rahmen des WBS

Ergebnisdarstellung zeigte den farbcodierten Kronenzustand der Stichprobenpunkte. Aus den einzelnen Projekten wurden zudem Informationen über Waldfläche, Höhenstufenbereich, Hangneigung, Exposition, Geländeform, Wuchsklasse, Baumartenverteilung, Mischung, Altersstruktur, Schlussgrad, Stabilität, Waldweide, u. a. abgeleitet.

Tabelle 3:
Übersicht über die Befliegungsgebiete

Projekt	Jahr	Fläche
Vöcklabruck	1989	250 km²
Tauern Nord	1989	190 km²
Bregenzerwald	1989	130 km²
Leithagebirge	1989	180 km²
Tauern Süd	1990	190 km²
Linz	1990	520 km²
Ostrong	1990	570 km²
Treibach	1990	430 km²
Ausserfern	1990	500 km²
Wienerwald Süd	1991	570 km²
Nebelstein	1991	240 km²
Bärenstein	1992	75 km²
Sternstein	1992	30 km²
Sauwald	1992	160 km²
Tennengau	1992	240 km²
Manhartsberg	1993	60 km²
Senftenberg	1993	60 km²
Salzachauen	1993	10 km²
Koralpe	1993/94	580 km²
Mariazell	1994	340 km²
Mauterndorf	1995	145 km²
Gaal	1997	105 km²
Σ		5575 km²
Dokumentationsflüge (keine detaillierte Auswertung):		
Wechsel	1990	1060 km²
Schöneben	1990	300 km²
Gleinalm Teil	1990	220 km²
Unterinntal-Ost	1991	380 km²
Strudengau	1991	530 km²
Aichfeld/Gleinalm	1992	590 km²
Ranshofen	1992	180 km²
Salaberg	1993	35 km²
St. Nikolai	1993	110 km²
Hochleitenwald	1993	65 km²
Rosalia	1994	80 km²
Kobernausserwald	1995	260 km²
Σ		3930 km²

Aufnahmeumfang Bodenzustandsinventur (BZI)

Auf insgesamt 514 Probeflächen wurden Bodenproben gewonnen, auf 513 Probeflächen vegetationskundliche Erhebungen durchgeführt und von 511 Probeflächen wurden die Bodenproben chemisch analysiert.

Jeweils eine Profilgrube für die Bodenansprache wurde den 3 Nadel-/ Blattprobebäumen zugeordnet. Waren keine derartigen Bäume vorhanden, wurden 3 Profilgruben innerhalb der 1000 m² Flächen um den Probeflächenmittelpunkt gewählt. Im unmittelbaren Bereich dieser Profilgruben wurden die Humusproben geworben. Die vegetationskundlich erhobene Fläche lag im Allgemeinen zwischen den drei Probebäumen und umfasste 150 bis 500 m², durchschnittlich jedoch 200 m². Wesentlich bei allen Parametern waren spezielle Homogenitätskriterien (keine Lücken, Ränder, Nassgallen etc.).

Im Gelände wurden allgemeine Standortsdaten, Vegetation, Boden- und Humuseigenschaften erhoben.

Probennahme und Erhebung der Parameter im Gelände:

Standortsdaten:
Die Merkmalsausprägungen der einzelnen Standortsparameter wurden in standardisierten Merkmalsklassen zusammengefasst.

- Wuchsraum
- klimatische Höhenstufe
- Exposition
- Hangneigung
- Relief und Kleinrelief
- Ausgangsgestein (Grundgestein und Deckschichten)
- Bodenhydrologische Merkmale
- Wasserhaushaltsstufe
- Gründigkeit des Bodens

Auflagehumus:
Mindestens drei, bei geringer Auflagemächtigkeit eine größere Anzahl von Humusproben wurden mittels Stechrahmen (25x25 cm) volumsgerecht entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt.

- Humushorizontierung
- Humusausgangsmaterial
- Lagerung
- Durchwurzelung
- Humusform

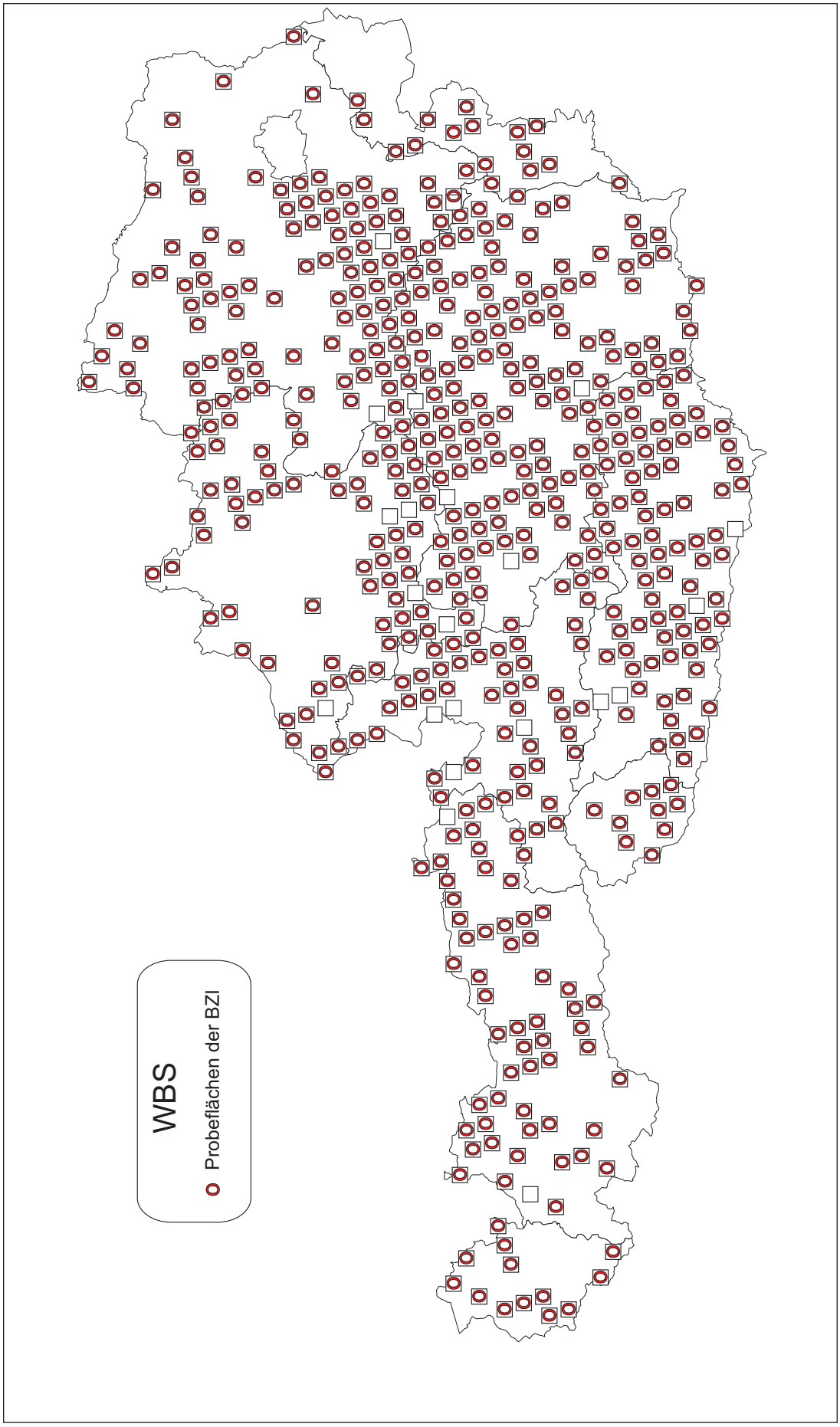


Abb. 13:
Lage der Probeflächen der Waldboden-Zustandsinventur

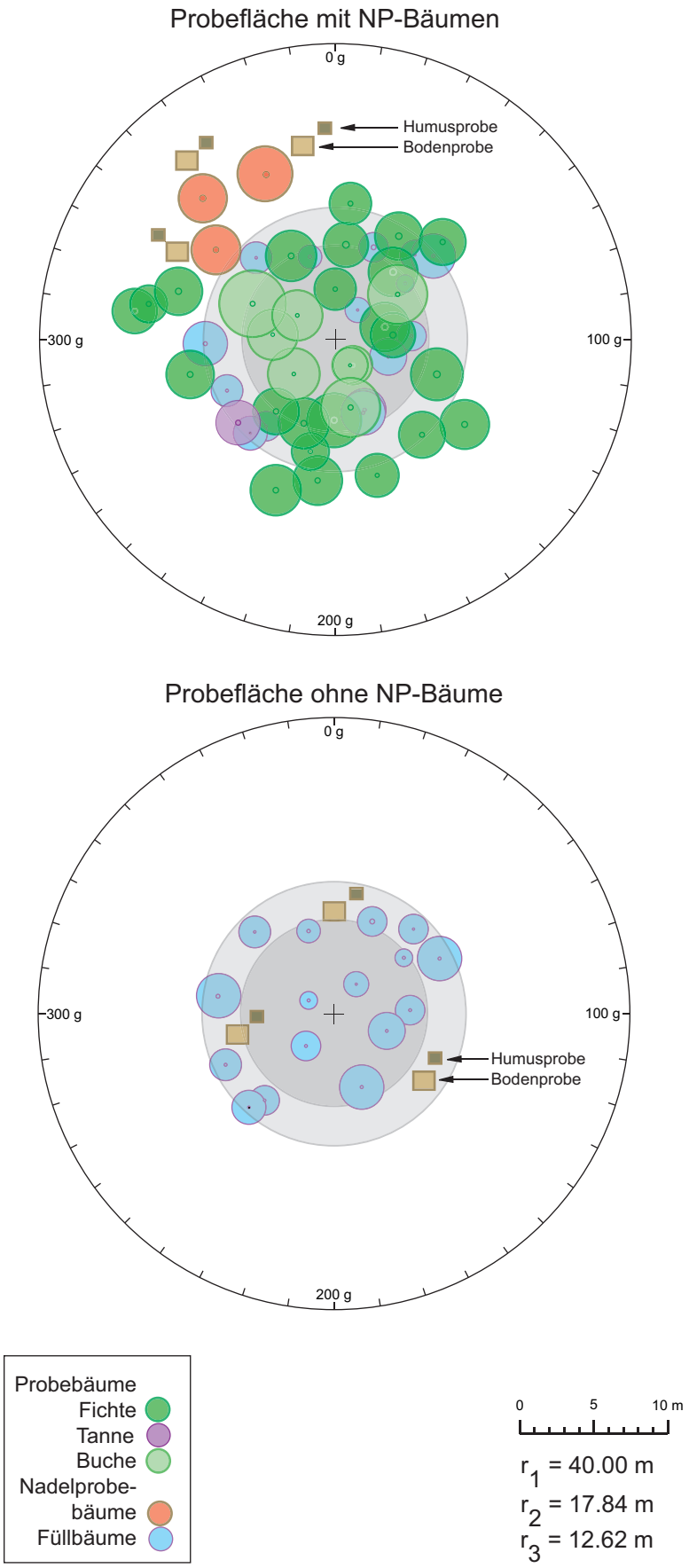


Abb. 14:
Schematische Lage der Probenahmen auf den Probeflächen

Mineralboden:
Die Proben des Mineralbodens wurden getrennt nach fixen Tiefenstufen (geometrischen Horizonten) und zwar 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm und 30-50 cm - nicht volumsgerecht - als Mischproben aus 3 Profilgruben sowie jeweils den 4 Profilwänden geworben.

- Horizontbezeichnung
- Horizontmächtigkeit
- Deutlichkeit und Form der Horizontabgrenzung
- Textur und Struktur (Art und Größe)
- Skelettgehalt
- Bodenfarbe
- Fleckung
- Karbonattest (Feld-Schnelltest mit HCl)
- Durchwurzelung
- Bodentyp

Vegetation:
Vegetationsaufnahmen modifiziert nach der Methode von BRAUN-BLANQUET.

- Vegetationstyp
- Begrünungsgrad

Bodenanalytik:
Für die Analyse wurden die Proben luftgetrocknet und gesiebt (<2 mm), zur Bestimmung von organischem Kohlenstoff, Gesamt-Stickstoff, Gesamt-Schwefel und Karbonat zusätzlich gemahlen. Analysiert wurden:

- pH ($CaCl_2$) – potentielle Acidität
- pH (H_2O) – aktuelle Acidität
- Karbonat
- Organischer Kohlenstoff
- Gesamt-Stickstoff
- Gesamt-Schwefel

Mineralische Nähr- und Schadelemente:
P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Ni, Pb, Cd, Al (nur im Auflagehumus).

Austauschbare Kationen:
K+, Ca++, Mg++, H+, Fe+++, Mn++, Al+++ Aus diesen Einzelbestimmungen wurden die Kationen-

austauschkapazität (KAK), die Basensumme (S-Wert), die Basensättigung (V-Wert) sowie der Prozentanteil der einzelnen Kationen an der KAK errechnet.

Korngrößen:
Es wurde eine kombinierte Sieb- und Sedimentationsmethode gemäß der ÖNORM angewandt. Analysiert wurde nur die Tiefenstufe 30-50 cm.

FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT (Hrsg.), 1992 : Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Ergebnisse .Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien, Nr. 168/I,II, 247 pp.

Aufnahmeumfang forstpathologische Untersuchungen (FP)

Im Zuge der jährlichen Kronenzustandserhebungen wurden auch biotische und abiotische Schäden, soweit sie okular erfasst und pauschal beurteilt werden konnten, erhoben. In diesem Teilprojekt sollten jedoch auftretende Schäden differenziert analysiert und genauen Schadursachen zugeordnet werden. Schäden im Kronenbereich, die bei der üblichen okularen Taxation nicht erkannt werden konnten, wurden durch den Einsatz von Baumsteigern erfasst und auch Zweigproben für exaktere Diagnosen gewonnen. Stamm- und Wurzelfäuleuntersuchungen wurden mittels Bohrkernproben und Conditiometermessungen mit Bohrlochsonde vorgenommen. Vor Ort nicht exakt analysierbare Schäden und Schadorganismen wurden im forstpathologischen Labor der FBVA untersucht.

Ausgewählt wurden Probeflächen mit durchschnittlich höherer Kronenverlichtung.

Erhobene Schäden:	
Biotische Schäden	**Abiotische Schäden**
Insekten an den Nadeln/Blättern	Sturm-, Windschäden
Insekten am Stamm	Schneebrüche
Pilze an den Nadeln	Hagelschäden
Mistelbefall	
Mechanische Schäden	**Folgeschäden**
Rückeschäden	Ersatztriebe
Schälschäden	Wipfeldürre
Steinschlag	Fäule
Waldweide	

Das Auftreten der jeweiligen Schäden wurde in vier Intensitätsstufen (25%-Stufen) klassifiziert. Als weitere Klassifikationsmöglichkeit war „kein Auftreten bzw. kein Auftreten möglich“ vorgesehen.

Insgesamt wurden Untersuchungen auf 164 Probeflächen, darunter auch auf den für das WBS adaptierten WZI-Flächen, durchgeführt.

Aufnahmeumfang Zuwachsuntersuchungen (ZUW)

Auf allen Probeflächen mit eingemessenen Probebäumen wurden anlässlich der Flächeneinrichtung in den Jahren 1987 bis 1990 die BHD gemessen. Innerhalb des 500 m² Kreises wurden alle Bäume mit einem BHD > 5 cm erfasst; außerhalb desselben, innerhalb des 1000 m² Kreises, alle Bäume mit einem BHD > 10 cm. Die Höhen, zur Bestimmung der Oberhöhe und der Bonität, wurden an den jeweils 5 stärksten Bäumen der lokalen Hauptbaumart im 500 m^2 Probekreis gemessen. Im Herbst 1992 und Frühjahr 1993 erfolgte die erste Wiederholungsmessung, die zweite im Sommer 1998. Rund 10500 Bäume wurden jeweils in den drei Messperioden erfasst.

Die Ergebnisse der ersten Wiederholungsmessung wurden von STEYRER (1996) beschrieben. Eine Auswertung der zweiten Wiederholungsmessung konnte wegen Ressourcenmangel bislang nicht durchgeführt werden.

Im Zuge von speziellen Zuwachsuntersuchungen wurden auf eigens dafür ausgewählten Probeflächen Stammscheiben für Stammanalysen gewonnen und Bohrkerne geworben. Zusätzlich erfolgten flächige Aufnahmen von BHD und Baumhöhen, so dass die Ermittlung von flächenbezogenen Werten des Zuwachsganges möglich war. Derartige Untersuchungen wurden 1991 im Montafon in Vorarlberg (NEUMANN 1993), 1992/93 am Dobratsch in Kärnten (JUNGWIRTH 1998), 1993 in Aigen in Oberösterreich und 1994 in Windischgarsten in Oberösterreich (NEUMANN 1999) durchgeführt. Die Zuwachsuntersuchungen in Aigen und in Windischgarsten konnten aufgrund mangelnder personeller Ressourcen erst teilweise ausgewertet werden.

JUNGWIRTH P., 1998: Zuwachsuntersuchungen an Fichte in verschiedenen Seehöhenstufen in den südlichen Zwischenalpen Österreichs. FBVA-Berichte Nr. 102, 54 pp.

NEUMANN M. , 1993: Zuwachsuntersuchungen an Fichte in verschiedenen Seehöhenstufen im österreichischen Zentralalpenraum. Cent.bl. gesamte Forstwes. 110 Jg., p. 221-274

NEUMANN M. 1999: Zuwachsleistung auf den Diagnoseprofilflächen. Mitteilungen der FBVA, 172; 73-93

STEYRER G. 1996: Auswahl und Prüfung von Zuwachsparametern als Waldzustandsindikatoren - Einfluß des Kronenzustandes auf den Zuwachs FBVA-Berichte Nr. 93, 121-136

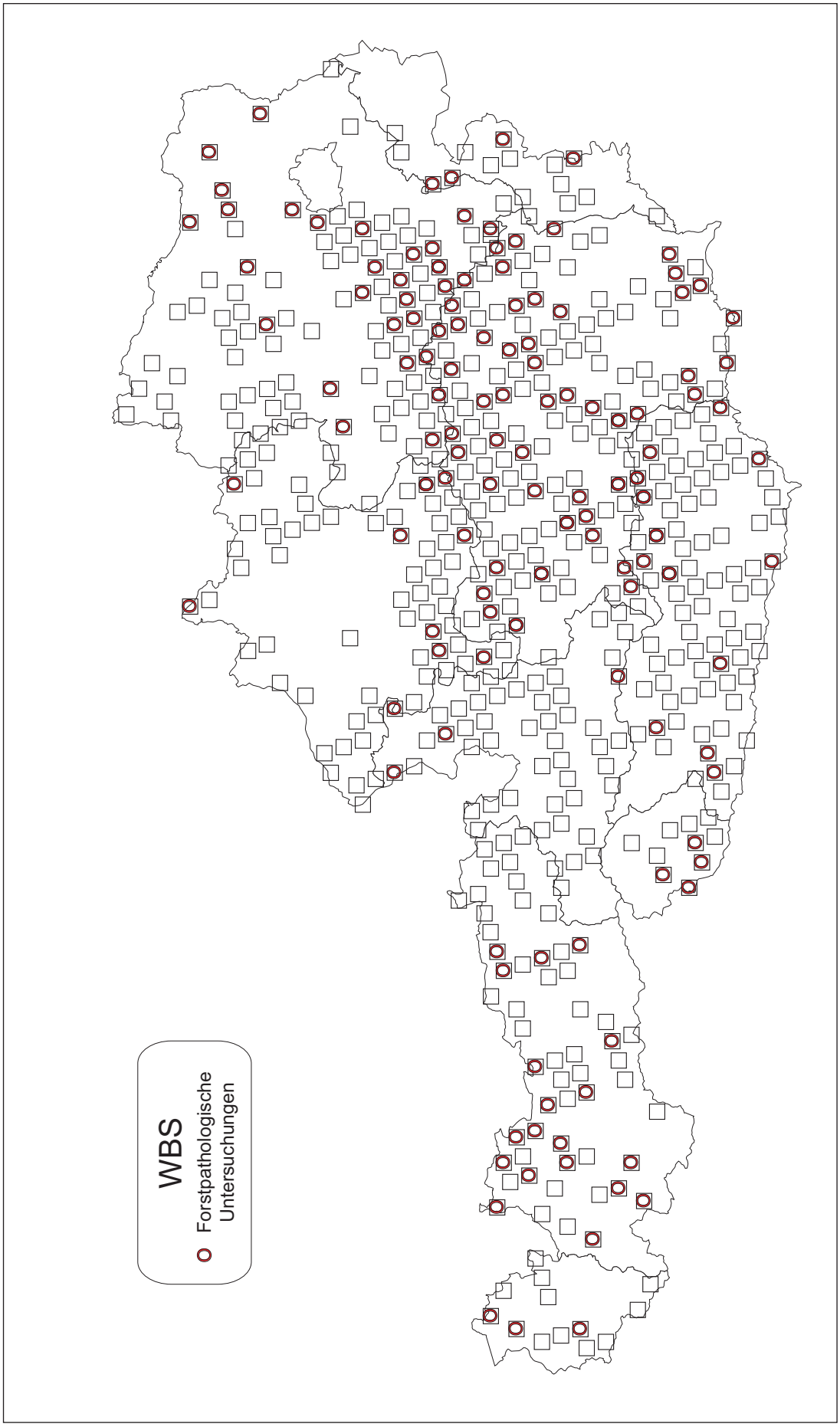


Abb. 15:
Lage der Probeflächen der forstpathologischen Erhebungen

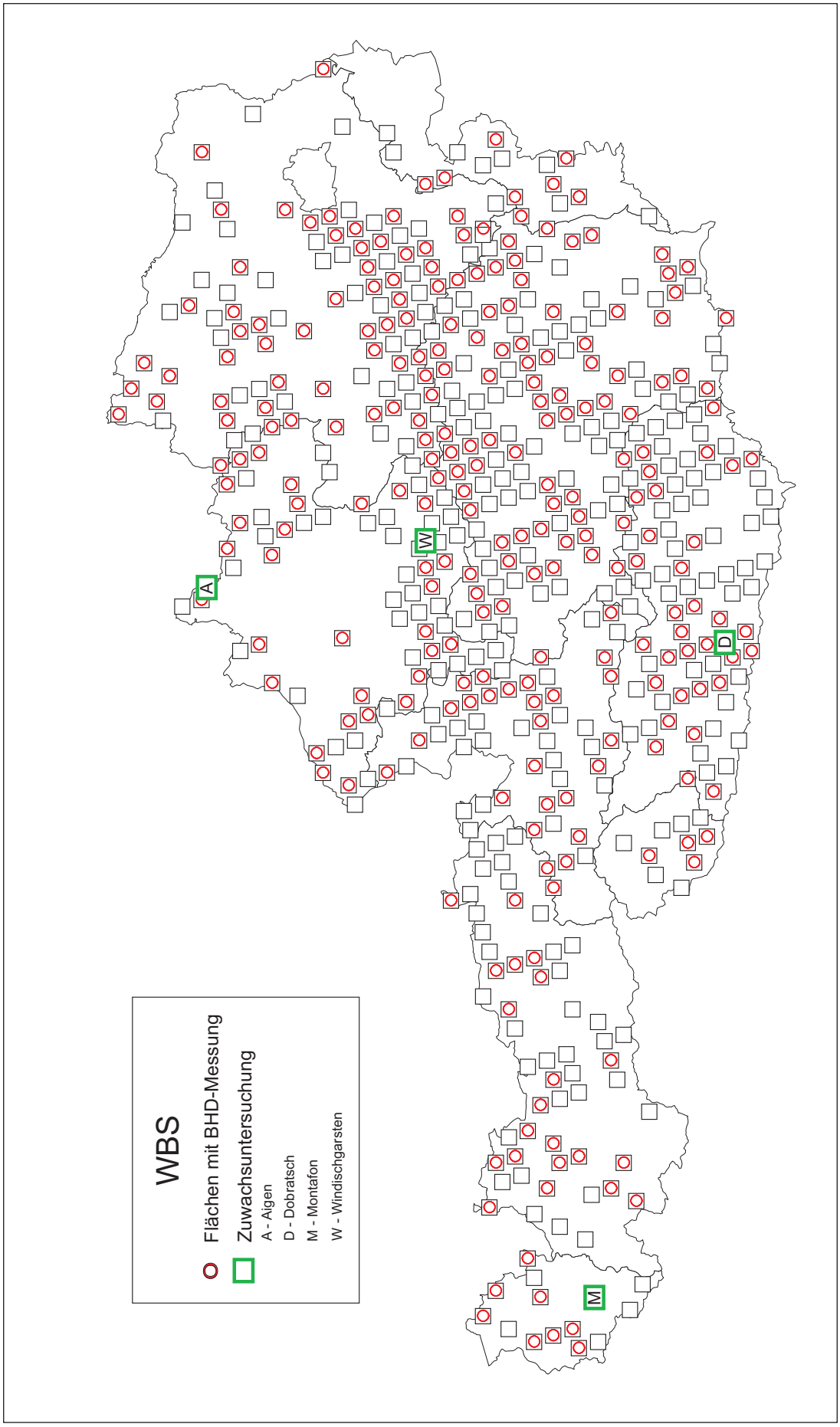


Abb. 16:
Lage der Probeflächen der Zuwachsuntersuchungen

Das Ende des WBS

Das umfassend konzipierte Gemeinschaftsprojekt konnte vom Beginn an niemals im vollen Umfang realisiert werden. Eine der Ursachen für das Scheitern dieses Planes lag zweifellos in der mangelnden Bereitstellung von materiellen und personellen Ressourcen. Das Thema „Waldsterben" war zu Beginn der 1990er Jahre auch aus der Aktualität der politischen Tagesordnung und aus den Massenmedien verdrängt (Roesele et. al. 2001) und somit war kein vordringlicher Handlungsbedarf mehr gegeben. Aber auch persönliche Interessen einiger am Projekt Beteiligten trugen nicht unwesentlich zum Scheitern bei.

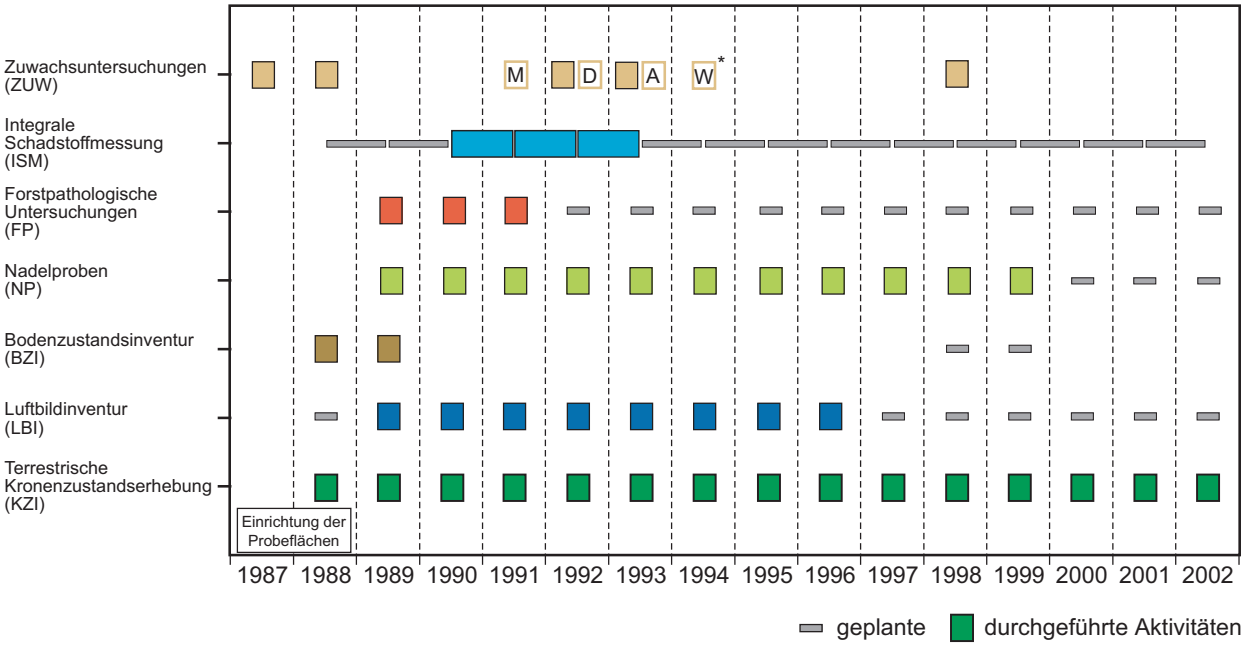
Beim Personalstand ergaben sich gleich zum Projektbeginn gewichtige Änderungen. Die 30 Angestellten der Studiengesellschaft für Bauernfragen (STUGES), welche ursprünglich im Rahmen der Waldzustandsinventur (WZI) beschäftigt waren, arbeiteten vom Projektstart an am WBS mit. Zu Beginn des Jahres 1989 wurde der Personalstand jedoch um 50 % - von 30 auf 15 Personen - reduziert. Ende 1991 wurden die Dienstverträge der verbliebenen Mitarbeiter mit der STUGES aufgelöst und es bestand die Hoffnung, alle 15 in den Personalstand der Forstlichen Bundesversuchsanstalt zu übernehmen. Es wurden jedoch nur 10 neue Mitarbeiter übernommen. Diese nochmalige Personalreduktion um 33% bedingte weitere einschneidende Änderungen im Projektablauf (Neumann 1992).

Nadelproben (NP)

Die jährliche Gewinnung von Nadelproben zur Bestimmung der Gehalte an akkumulierbaren Schadstoffen und der Hauptnährelemente wurden ab 1989 alljährlich durchgeführt. Mit Ende 1999 wurden die Aktivitäten aus Kostengründen zugunsten der Fortführung des Bioindikatornetzes eingestellt.

Integrale Schadstoffmessung (ISM)

Im Jahre 1990 wurde mit den integrierenden SO_2-, NO_x- und O_3-Messungen begonnen, diese wurden im Jahre 1993 wieder eingestellt. Der Plan zur Einrichtung von Messstellen für die Erfassung der nassen Deposition war zwar drei Jahre lang im Arbeitsprogramm der FBVA vorgesehen gewesen, wurde dann aber im Jahre 1990 wegen der angespannten Personalsituation endgültig aufgegeben.



* Spezielle Zuwachsuntersuchungen: A - Aigen, D - Dobratsch, M - Montafon, W - Windischgarsten

Abb. 17:
In der Laufzeit des WBS durchgeführte Teilprojekte

Terrestrische Kronenzustandserhebung (KZI)

Von 1989 bis 1997 wurde die jährliche terrestrische Erhebung des Kronenzustandes auf dem gesamten permanenten Stichprobennetz mit insgesamt 534 Probeflächen durchgeführt. Vom Jahr 1998 an wurden nur mehr die ungefähr 260 Probeflächen mit koordinativ eingemessenen Probebäumen taxiert, da ab diesem Zeitpunkt nur mehr drei Aufnahmeteams zur Verfügung standen. 2003 wurden aus Einsparungsgründen erstmals nur die rund 130 Probeflächen des transnationalen Netzes aufgenommen. Mit Ende 2006 wurden die seit 1984 in Österreich jährlich durchgeführten Kronenzustandserhebungen eingestellt. Der maßgebliche Grund war die fehlende weitere Kofinanzierung der Monitoringaktivitäten durch die EU. Die Verordnung (EG) Nr. 2152/2003, in der eine Kofinanzierung der Monitoringaktivitäten auf EU-Ebene festgelegt war, ist mit Ende 2006 ausgelaufen. Die Nachfolgeverordnung LIFE+ wurde nicht zeitgerecht verabschiedet und wird voraussichtlich erst ab 2008 in Kraft treten (Details siehe Kapitel „Die gesamteuropäische Waldzustandsüberwachung"). Eine Wiederaufnahme der Kronenzustandserhebungen wird für 2010 in Aussicht genommen.

Luftbildinventur (LBI)

Die Luftbildinventur war als eines der Kernprojekte des WBS konzipiert, eine künftige Umstellung von der terrestrischen Kronenzustandsinventur in Richtung Luftbildinventur mit terrestrischer Bezugsauswertung war geplant. Die vorgesehene österreichweite Luftbildinventur mit einer zyklusweisen Befliegung des gesamten Bundesgebietes und Wiederholungsbefliegungen ab dem 6. Jahr konnte jedoch von Anbeginn an nicht realisiert werden. Die Hauptgründe waren a) die Einstellung der Produktion des hochauflösenden Infrarotfilmes Kodak SO 131 b) starke Personal- und Kapazitätseinschränkungen c) mangelnde Kooperationsbereitschaft der Ministerien und der Ausstieg des Umweltbundesamtes aus dem Projekt d) Verzögerungen bei der Aerotriangulierung von Seiten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen. Deshalb wurde im Jahre 1989 ein neues Konzept erarbeitet, welches die Befliegung von so genannten „forstlichen Interessensgebieten" vorsah. Deren Auswahl erfolgte unter Einbindung der Landesforstdienste (Gärtner 1992). Dieses Konzept wurde zwei Jahre lang erprobt und sollte 1991 in der Planvariante mit der Kronenzustandsinventur einzelner regionaler Befliegungsgebiete und Wiederholungsflügen in einem fünfjährigen Zyklus anlaufen (Regner 1991). Aber auch diese reduzierte Version konnte mangels ausreichender Kapazitäten bei der Befliegung und drastischer Personaleinschränkungen nicht vollständig umgesetzt werden. Ein neues Konzept für eine Luftbildinventur in ausgewählten Gebieten von „besonderem forstlichen Interesse", mit einem jährlichen Gebietsumfang von ca. 1000 km²/Jahr, wurde 1992 vorgestellt (Gärtner 1992) Dieses Konzept wurde dann bis 1997 operational durchgeführt, danach wegen mangelnder Nachfrage eingestellt.

Auch Überlegungen auf europäischer Ebene zum Thema Luftbildinventuren kamen zum Schluss, dass die Mittel der Fernerkundung keine Alternative zu dem terrestrischen Inventurkonzept auf dem 16x16 km Netz darstellten. Luftbildgestützte Waldschadensinventuren sind in erster Linie geeignet für die Inventarisierung von Schäden in Waldgebieten, die aus bestimmten Gründen von besonderem Interesse sind und durch das 16x16 km Stichprobennetz nicht repräsentativ erfasst werden (Gross et. al. 1996).

Bodenzustandsinventur (BZI)

Die erste planmäßige Bodenzustandsinventur im Rahmen des WBS wurde 1988/89 auf 514 von 534 Probeflächen durchgeführt. Die in 5- bis 10-Jahresintervallen vorgesehenen periodischen Wiederholungsaufnahmen (Kilian 1991) wurden nicht mehr realisiert. Im Rahmen des Forest Focus Programms der Europäischen Gemeinschaft werden in den Jahren 2006 und 2007 Bodenanalysen auf dem transnationalen Teilsample wiederholt.

Forstpathologische Untersuchungen (FP)

Forstpathologische Sonderuntersuchungen wurden in den Jahren 1989 bis 1991 vorgenommen, dadurch wurde rund ein Drittel der Probeflächen des WBS intensiv untersucht. Die 1991 noch geplant gewesenen jährlichen Untersuchungen wurden nicht realisiert.

Zuwachsuntersuchungen (ZUW)

Eine erste Wiederholungsmessung (BHD und Höhe) auf den WBS-Flächen erfolgte 1992/93, eine zweite 1997/1998. Stammscheiben von ausgewählten Analysestämmen für spezielle Zuwachsuntersuchungen wurden zwischen 1991 und 1994 an vier verschiedenen Orten gewonnen. Weitere Aktionen konnten aus Kapazitätsmängeln nicht durchgeführt werden.

Klimadaten

Der geplante Aufbau einer Datenbank über besondere atmosphärische Einflüsse auf den Waldzustand, der in Ansätzen mit Daten zu Hagelereignissen der Österreichischen Hagelversicherung und der Zentralanstalt für Meteorologie bereits begonnen worden war (Fürlinger 1992), wurde Ende 1991 aus Personalmangel eingestellt.

Daten der Waldinventur

Eine Zusammenführung der Daten des WBS mit jenen der Waldinventur war von Anfang essentieller Bestandteil des Projekts, konnte aber nicht in Angriff genommen werden.

Integrale Auswertungen

Die geplante Zusammenführung der Daten, die Analyse derselben und eine integrative Auswertung kamen nie zustande. In Ansätzen erfolgten kombinierte Auswertungen mit Teilen der vorhandenen Daten aus den Themengebieten NP und BZI (Fürst et al. 1996), NP und BZI (Jandl 1996) sowie NP mit BZI und KZI (Kristöfel 1997).

Ein internationaler Überblick über integrative Studien im Rahmen des ICP Forests findet sich bei Seidling (2000).

Die gesamteuropäische Waldzustandsüberwachung

(UNECE und Europäische Kommission 2003)

Der Ursprung des heutigen gemeinsamen Monitoringsystems reicht zurück in die achtziger Jahre, als in weiten Teilen Europas eine dramatische Verschlechterung des Zustands der Wälder beobachtet wurde. Als Reaktion auf die wachsende Besorgnis, dass die Luftverunreinigung der Grund für diese Verschlechterung sein könnte, wurde 1985 im Rahmen des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) das Internationale Kooperationsprogramm für die Erfassung und Überwachung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (ICP Forests) ins Leben gerufen. Per Ende 2006 nahmen rund 40 Länder an diesem paneuropäischen Monitoringprogramm teil.

1986 verabschiedete die Europäische Union das Programm zum Schutz der Wälder gegen Luftverunreinigungen und schuf mit der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 die rechtliche Grundlage für die Durchführung und Kofinanzierung der Monitoringaktivitäten in den EU Mitgliedsstaaten. Die Geltungsdauer der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 des Rates vom 17. November 1986 über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung sowie die Verordnung (EWG) Nr. 2158/92 des Rates vom 23. Juli 1992 zum Schutze des Waldes in der Gemeinschaft gegen Brände sind am 31. Dezember 2002 abgelaufen. Im allgemeinen Interesse der Gemeinschaft, die Monitoringtätigkeiten, die durch jene Verordnungen eingeführt wurden, fortzusetzen und weiterzuentwickeln, wurden sie in ein neues System mit der Bezeichnung „Forest Focus“ eingegliedert. Nach langwierigen Diskussionen und Kontroversen wurde die “VERORDNUNG (EG) NR. 2152/2003 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. November 2003 für das Monitoring von Wäldern und Umweltwechselwirkungen in der Gemeinschaft (Forest Focus)” beschlossen und am 11.12.2003 im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht. Die Laufzeit dieser Verordnung endete bereits nach vier Jahren mit Dezember 2006.

Die Ziele des Monitoringprogramms waren:

- Bereitstellung einer regelmäßigen Übersicht über die räumlichen und zeitlichen Veränderungen des Waldzustandes und seiner Be-ziehung zu

anthropogenen und natürlichen Stressfaktoren auf einem europäischen und nationalen großräumigen systematischen Netz (Level I – Flächen des systematischen Aufnahmenetzes);
- Beitrag zu verbesserten Erkenntnissen über die Beziehungen zwischen dem Zustand der Waldökosysteme und Stressfaktoren, insbesondere der Luftverunreinigung, durch intensive Überwachung einer Reihe ausgewählter, über Europa verteilter Dauerbeobachtungsflächen (Level II – Flächen der intensiven und fortgesetzten Überwachung);
- Beitrag zur Berechnung von Critical Levels, Critical Loads und ihrer Überschreitungen in Wäldern;
- Zusammenarbeit mit anderen Umweltmonitoringprogrammen, um andere wichtige Aspekte wie Klimawandel und die biologische Vielfalt in Wäldern zu erhalten und so zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung der europäischen Wälder beizutragen;
- Sammlung von Informationen über die Prozesse in Waldökosystemen und Bereitstellung relevanter Informationen für politische Entscheidungsträger und die breite Bevölkerung.

Im Rahmen des ICP-Forests wurde 1985 beschlossen, Intensivbeobachtungsflächen (Level II Flächen) zu installieren. Die durchgeführten Untersuchungen auf den Level II Flächen umfassen: Kronenzustand, Wachstum, Bodenzustand, Nadel- und Blattgehalte, Depositionsmessung, Meteorologie, Bodenlösung, Bodenvegetation, Phänologie. Der Aufnahmeumfang auf diesen Flächen ist somit ähnlich, wie er auf den WBS- Flächen vorgesehen war.

Die Anzahl der Level II Flächen ist auf maximal 20 % der Level I Flächen je Land beschränkt. In den Jahren 1994/95 wurden in Österreich 20 Level II Flächen eingerichtet und seither regelmäßig bearbeitet.

Auch die Zielsetzung von Level II, ein besseres Verständnis des Einflusses von Luftverschmutzung und anderer Schadfaktoren zu ermöglichen und damit zur Kenntnis von Wirkungsbeziehungen beizutragen, war für das WBS vorgegeben gewesen.

Abschließende Bemerkung

Das WBS war als langfristig angelegtes Gemeinschaftsprojekt an der FBVA geplant gewesen und sollte im Wesentlichen zwei Aufgaben gerecht werden: einerseits das nationale Bedürfnis nach Informationen über den (Gesundheits-) Zustand des Waldes regelmäßig zu erfüllen und andererseits Grundlagendaten für die Untersuchung von Ursachen-Wirkungsbeziehungen im Zusammenhang mit „neuartigen Waldschäden“ liefern (Kristöfel & Neumann 1994). In diesem Sinne war, möglichst über Jahrzehnte hinweg, eine „dynamische Überwachung“ der Wälder und Waldböden vorgesehen (Pollanschütz 1991b).

Dieser mehrfachen Herausforderung konnte nicht vollständig entsprochen werden: Die Luftbildinventur musste schon bald nach Projektstart auf die Befliegung von ausgewählten Teilgebieten beschränkt werden. Damit war die österreichweite Erfassung des Waldzustandes auf die terrestrischen Erhebungen beschränkt, die ursprünglich nur als Referenzflächen für die Luftbildinterpretation bzw. für deren Ergänzung gedacht waren. Aussagen waren daher nur für Gesamtösterreich möglich, Informationsbedürfnisse der Bundesländer konnten dadurch nicht mehr befriedigt werden. Die Bodenzustandsinventur konnte erstmals für das Bundesgebiet repräsentative Zustandsdaten liefern, Aussagen über Veränderungen wären jedoch nur nach einer Wiederholung möglich gewesen, die zwar nach 10

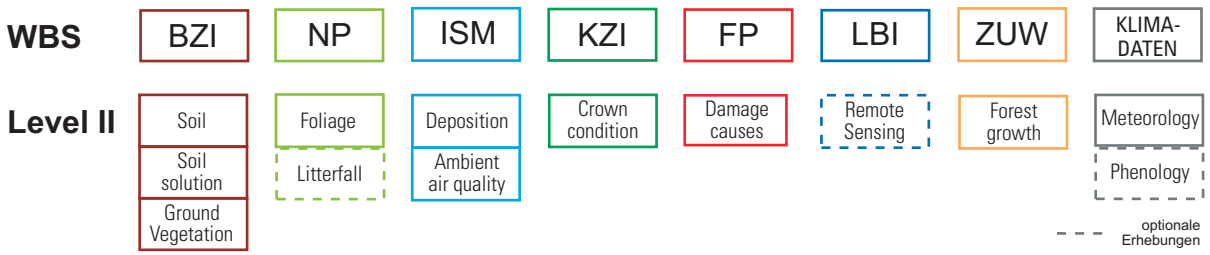


Abb. 18:
Vergleich der Teilprojekte des WBS und des Level II

Jahren beabsichtigt war, jedoch nicht realisiert werden konnte. Finanzielle Gründe führten zum Einstellen der integralen Schadstoffmessung und schließlich auch zu Beendigung der Nadelanalysen, damit wurden keine Einflussfaktoren mehr unmittelbar erfasst. Der Monitoringumfang beschränkte sich somit ab 2000 entgegen der ursprünglichen Absicht auf die Erfassung des Kronenzustandes.

Das ehrgeizige und zukunftsweisende Projekt konnte weder in allen vorgesehenen Teilen noch im zeitlichen Umfang realisiert werden. Demzufolge sind auch die angestrebten umfassenden wissenschaftlichen Erkenntnisse nur Stückwerk geblieben, eine Zusammenschau aus den Ergebnissen der Einzelprojekte kam nicht zustande.

Im Laufe des Projektes wurde am BFW eine umfangreiche Basis an langfristigen umweltrelevanten Daten geschaffen. Die Daten sind mit nachvollziehbaren Methoden erhoben, überwiegend sind sie bereits auch geprüft und deren Verfügbarkeit ist langfristig gewährleistet. Informationen aus verschiedenen Teilprojekten sind bereits jetzt in zahlreiche transnationale Studien im Rahmen des ICP Forests eingebunden und werden auch für zukünftige wissenschaftliche Untersuchungen und Fragestellungen von großer Bedeutung sein. So helfen zum Beispiel die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur ganz aktuell bei der Bewertung von Nährstoffentzügen durch Nutzung von Ast- und Nadelmassen. Eine Verknüpfung von Ergebnissen aus der Waldinventur mit Daten aus dem WBS wird in Zukunft von zunehmender Wichtigkeit werden. Diese Möglichkeit der Verbindung wird auch in anderen europäischen Ländern angestrebt. International wurde mit der Einrichtung des WBS-Aufnahmenetzes bzw. dessen Subsample, dem transnationalen Netz Level I, ein einzigartiges harmonisiertes Netzwerk geschaffen, welches auch in Zukunft zu Monitoringzwecken, wie etwa im Rahmen der kommenden LIFE+ Verordnung der EU, Verwendung finden wird.

Durch den umfassenden und langfristigen Projektansatz und die fachübergreifende Kooperation wurden am BFW umfangreiche Kompetenzen im Bereich des Umweltmonitorings entwickelt, wovon nicht zuletzt weit über hundert einschlägige Publikationen zeugen. In zahlreichen internationalen Treffen im Rahmen der EU und des ICP Forests wurden von österreichischer Seite wesentliche Beiträge für das gesamteuropäische Waldzustandsmonitoring eingebracht. Auch im Bereich der Labortechnik und Analytik gingen wesentliche Impulse für das paneuropäische Programm aus. Dies war auch ein entscheidender Grund das Forests Foliar Coordinating Centre (FFCC) des ICP Forests am BFW zu installieren.

In jüngster Zeit wird auf europäischer Ebene und in Österreich die Einrichtung von Programmen zur langfristigen Ökosystemforschung diskutiert. Im laufenden EU-Forschungsprojekt ALTER-Net werden dazu methodische Grundlagen erarbeitet. Die mit einer ökologischen Langzeitforschung verbundenen Herausforderungen sind sehr ähnlich jenen einer längerfristigen Waldschadensbeobachtung und –forschung. Es besteht die Hoffnung, dass die Erfahrungen aus dem WBS helfen können, die Erfolgschancen einer langfristigen Ökosystemforschung zu erhöhen.

Literatur

BAUMGARTNER P. 1991: Die Entwicklung der Waldschadenproblematik in den Medien während der letzten fünf Jahre. Schweiz.Z.Forstwes. 142, 1-17

BECKER M., BRÄKER O.-U., KENK G., SCHNEIDER O., SCHWEINGRUBER F.-H., 1990: Kronenzustand und Wachstum von Waldbäumen im Dreiländereck Deutschland-Frankreich-Schweiz in den letzten Jahrzehnten. AFZ/Wald 11, 263-274

FÜRLINGER G. 1992: Erfassung und Darstellung von Hagelschäden. FBVA-Berichte Nr.71, 71-78.

FÜRST A., GABLER K., MUTSCH F. 1996: Manganese Supply of Spruce in Austria – Connections between Soil Content and Needle Content. Wien. ISEAC 26 - Tagungsband: 4 S.

GÄRTNER M. 1992: Die Luftbildinventur an der FBVA: Vergangenheit - Gegenwart - Zukunft. FBVA-Berichte Nr. 71, 11-14.

GLATZEL G. 1987: Ursachen des Waldniederganges in Österreich (Bericht 1987 der FIW) Österr.Forstztg., 243, 24-27

GROSS C-P., CUMER A., INTEMANN H. 1996: Die Überwachung von Waldschäden mit Luftbildern in Europa. AFZ/Wald 51 (2), 73-74.

HOGL K. 1990: Waldschaden-Beobachtungssystem - Informationsstand an der Universität für Bodenkultur. Unveröffentlichte Seminarunterlage zum WBS-Seminar am 3.und 4. April 1990, FBVA, 93-98.

HORACZEK N. 2004: Apocalypse na ja. Falter. Stadtzeitung Wien Nr. 33/04, 11.08.2004.

ICP FORESTS 1998: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests (updated 2001). Ed.: Programme Co-ordinating Centre, UNECE.

JANDL R. 1996: Abhängigkeit der Baumernährung vom chemischen Zustand des Bodens. FBVA-Berichte Nr.93, 87-100

KILIAN W. 1991: Waldbodenzustandsinventur. Zielsetzungen, Methoden und Stand der Arbeiten. FBVA-Berichte, (49), 14-18.

KOORDINATIONSSTELLE SKUB, 1993: Integrierte ökosystembezogene Umweltbeobachtung: Konzept für die Einführung eines Beobachtungssystems. Ausführlicher Bericht. Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften, 128 S, 8 Anhänge.

KRISTÖFEL F. 1990: Übersicht über das Gesamtprojekt - Auswertungsmethodik und Teilergebnisse der terrestrischen Kronenzustandserhebung. Unveröffentlichte Seminarunterlage zum WBS-Seminar am 3.u.4. April 1990, FBVA, 1-6.

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. 1994: Von der Waldzustandsinventur zum Waldschaden-Beobachtungssystem. Waldforschung an der FBVA 1984-1994; 53-57

KRISTÖFEL F., 1997: National Reports – Austria. In: EC-UNECE (eds.): Ten Years of Monitoring Forest Condition in Europe. Studies on Temporal Development, Spatial Distribution and Impacts of Natural an Anthropogenic Stress Factors. Technical Background Report. Brussels, Geneva, 91-96.

KRONAUER H. 2000: Waldzustandserhebung 2000. AFZ/Wald 25, 1371-1373.

LIENERT, G.A., 1986. Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. 3. Auflage, Band 1, Verlag Anton Hain, Meisenheim Königstein/Ts, 806 p.

LORENZ M., BECHER G., MUES V., FISCHER R., ULRICH E. DOBBERTIN M., STOFER S., 2004: Forest Condition in Europe 2004. UNECE 2004, Geneva.

MANNSBERGER G. & WAGNER H. 1991: WBS – Waldökosystemmonitoring für die neunziger Jahre. Österr. Forstztg.,102 (2), 55-56.

MAUSER H. 1987: Ist die Waldzustandsinventur überfordert? Holz-Kurier, 42 (31/32), 10-11

NEUMANN M. 1989: Zu Fragen der Waldzustandserfassung durch großräumige Inventuren. Cent.bl gesamte Forstwes., 106(3), 161-178

NEUMANN M. 1991: Waldschaden-Beobachtungssystem - Einführender Überblick. FBVA-Berichte Nr. 49, 7-13.

NEUMANN M. 1992: Die ersten vier Jahre des Waldschaden-Beobachtungssystems: Rückblick und Ausblick. FBVA-Berichte Nr. 71, 7-10

POLLANSCHÜTZ J. 1985: Waldzustandsinventur: Prinzipielle Fragen der Methodik und Ergebnisse. Forschungsinitiative gegen das Waldsterben, Bericht 1985, 18-30

POLLANSCHÜTZ J. 1986: Zur Kritik an der Waldzustandsinventur. Holzkurier 41(13), 1-4

POLLANSCHÜTZ J. 1987: Periodische Luftbildinventur - ein Teilprojekt des österreichischen Waldschaden - Beobachtungssystems. Österr. Forstztg. 98 (8), 74-76.

POLLANSCHÜTZ J. 1988a: Forest damage monitoring systems in Austria. Proceedings: Seminar on Remote Sensing of Forest Decline Attributed to Air Pollution, Prepared by International Institute for Applied Systems Analysis Laxenburg, 5.1-5.4.

POLLANSCHÜTZ J. 1988b: Periodische Luftbildinventur (LBI) als Teilprojekt des Waldschadensbeobachtungssystems (WBS). Forschungsenquete 1988/ Universität für Bodenkultur, Wien, Zentrum für Umwelt und Naturschutz, Österr. Forstverein 1989, 12-16.

POLLANSCHÜTZ J. 1991a: Österreichisches Wald-(Schaden-) Beobachtungssystem und Waldschadensforschung der FBVA/Wien. GSF-Bericht Nr. 24/91, 181-200

POLLANSCHÜTZ J. 1991b: Waldschaden-Beobachtungssystem. Folgerungen und Ausblick für das Gesamtprojekt. FBVA-Berichte Nr. 49, 121-128.

REGNER B. 1991: Luftbildinventuren. Überblick über die Projekte des Jahres 1990. In: Österreichisches Waldschaden-Beobachtungsystem. Ziele, Methoden und erste Ergebnisse FBVA-Berichte Nr. 49, 108-112.

RUHM F. 1990: WBS nach internationalen Richtlinien. Österr. Forstztg., 101(10), 36.

ROESELE G., ZIESCHANG O., ZOSSO 2001: Karriere eines politischen Themas am Beispiel Waldsterben. Seminararbeit, ETH-Zürich. http://www.fowi.ethz.ch./ppo/stud/semiiss01/waldsterben.htm

RÖSEL K. 1996: Grundlagen der Waldschadensproblematik http://www.umweltministerium.bayern.de/service/umwberat/ubbwal.htm

SCHEIRING H. 1989: Folgt nun Waldschadensbeobachtungslücke? Holzkurier 44(5), 8.

SCHLAEPFER R., HAEMMERLI F., 1990: Das Waldsterben in der Schweiz aus heutiger Sicht. Schweiz.Z-Forstwes. 141, 163-188

SEIDLING W. 2000: Multivariate Statistics within Integrated Studies on Tree Crown Condition in Europe. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, Hamburg, 45 pp.

STERBA H., ECKMÜLLNER O., 1988: Nadelverlust - Zuwachsrückgang: Doch eine Beziehung. Österr. Forstztg. 99(10), 52-53

STERBA H., 1986. Methoden der Zuwachsuntersuchungen im Zusammenhang mit dem "Waldsterben". Forstliche Umschau; Hamburg 1986; 29.Jg.; Heft 2; 85-93

STEYRER G. 1996: Auswahl und Prüfung von Zuwachsparametern als Waldzustandsindikatoren - Einfluß des Kronenzustandes auf den Zuwachs FBVA-Berichte Nr. 93, 121-136

ULRICH B. 1989: Stand der Göttinger Waldschadensforschung-eine Kurzfassung. Forst und Holz 44, 419-422

UMEG FG34, 2003: Umweltbeobachtung. Glossar - Erstausgabe: Mai 2003 Internetreihe. Hrsg: UMEG.de & EU-EMS.org

UNECE, CEC 2002: Forest Condition in Europe. Results of the 2001 Large-scale Survey. 2002 Technical Report. Geneva, Brussels. 99pp + Annexes.

UNECE, CEC 2000: Der Waldzustand in Europa. Kurzbericht 2000. Geneva, Brussels

UNECE und Europäische Kommission 2003: Der Waldzustand in Europa. Kurzbericht 2003. Genf und Brüssel. 42 pp.

EC - UNECE, 2003; W. de Vries, G.J. Reinds, M. Posch, M. J. Sanz, G.H.M. Krause, V.

Calatayud, J.P. Renaud, J.L. Dupouey, H. Sterba, E.M. Vel, M. Dobbertin, P. Gundersen and J.C.H. Voogd. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe, 2003 Technical Report. EC, UNECE 2003, Brussels, Geneva, 163 pp.

Literatursammlung
(geordnet nach Teilprojekten und Erscheinungsjahr)

Rund 150 Publikationen wurden im Rahmen des WBS von Mitarbeitern in der FBVA verfasst. Bereits in den ersten 5 Jahren des Projektes wurden 50 % der gesamten Publikationen produziert, nach 7 Jahren waren es 75%. In den restlichen Jahren der Projektslaufzeit nahm die Publikationstätigkeit deutlich ab, was auch das nachlassende Interesse am Projekt dokumentiert.

WBS - Allgemein

POLLANSCHÜTZ J. 1987: Waldschäden: Zurück zur Sachlichkeit. Holzkurier 42 (51), 1-2.

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Der Zustand des Österreichischen Waldes - Waldzustandsmonitoring, Ergebnisse, Zukunftsperspektiven. Forschungsinitiative gegen das Waldsterben; Symposium 1988, 19-38.

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Waldschadensforschung in Österreich - Auszug aus dem Arbeitsprogramm 1988 der FBVA Forschungsenquete 1988, Österr. Forstverein

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Der Zustand des Österreichischen Waldes. In: Tagungsbericht über das Symposium. Waldsterben in Österreich, Theorien, Tendenzen, Therapien.

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Das österreichische Waldschaden - Beobachtungssystem. AFZ/Wald, 43 (1-3), 11.

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Grundzüge der Österreichischen Waldschadensinventuren. Umweltstatistik - Beurteilung von Umweltsituationen mit Hilfe der Statistik, Tagungsband des Symposiums vom 5.2.1988, Graz, 1-27.

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Forest damage monitoring systems in Austria. Proceedings: Seminar on Remote Sensing of Forest Decline Attributed to Air Pollution, Prepared by International Institute for Applied Systems Analysis Laxenburg, 1988, 5.1-5.4.

POLLANSCHÜTZ J. 1989: Forstliche Voraussetzungen für Waldschadenserhebungen, insbesondere im Rahmen des WBS. Österr. Forstztg., 100(2), 25-28.

HOGL K. 1990: Waldschaden-Beobachtungssystem - Informationsstand an der Universität für Bodenkultur. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 93-98.

KREHAN H. UND TOMICZEK CH. 1990: Waldschadensforschung im östlichen Mitteleuropa und in Bayern (Tagungsbericht Neuburg/Inn). Forstschutz - Aktuell, Nr. 5

LINHART R. 1990: Erste Ergebnisse im November. Waldschadenbeobachtung. Holzkurier 45(15),14.

LINHART R. 1990: WBS-Seminar an der FBVA. Österr. Forstztg., 101(5), 14

POLLANSCHÜTZ J. 1990: Zu Waldschadensforschung - Leidenschaftslose Darstellung. Österr. Forstztg., 101(5), 69

RUHM F. 1990: WBS nach internationalen Richtlinien. Österr. Forstztg, 101(10), 36.

SCHNABEL G. 1990: Über die Repräsentativität des Beobachtungsflächen-Netzes des Waldschaden-Beobachtungssystems. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 7-12.

NEUMANN M. 1991: Waldschaden-Beobachtungssystem - Einführender Überblick. FBVA-Berichte Nr. 49, 7-13.

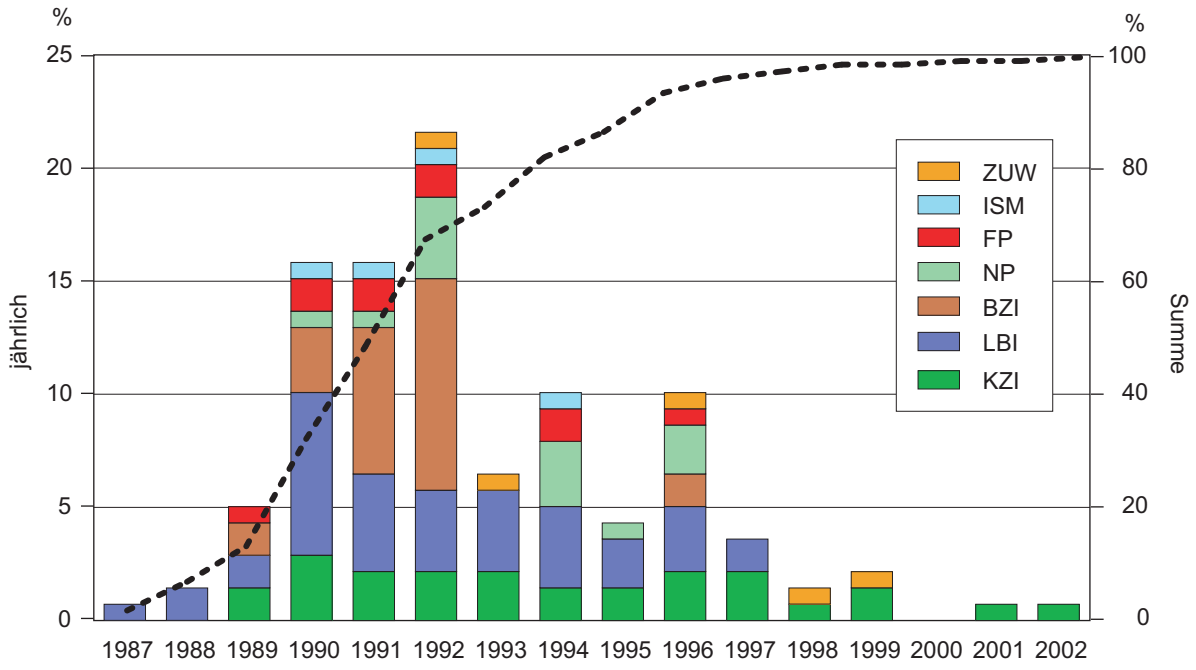


Abb. 19:
Prozentuelle Verteilung der Veröffentlichungen zu den einzelnen Teilprojekten des WBS in den Jahren 1987-2002

POLLANSCHÜTZ J. 1991: Österreichisches Wald-(Schaden-) Beobachtungssystem und Waldschadensforschung der FBVA/Wien. GSF-Bericht Nr.24/91, 181-200.

POLLANSCHÜTZ J. 1991: Waldschaden-Beobachtungssystem. Folgerungen und Ausblick für das Gesamtprojekt. FBVA-Berichte Nr. 49, 121-128.

FÜRST A. 1992: Einsatz der Analytik im Österreichischen Waldschaden-Beobachtungssystem. Labor direct, Chemie - Pharma - Medizin 3/1992

NEUMANN M. 1992: Die ersten vier Jahre des Waldschaden-Beobachtungssystems: Rückblick und Ausblick. FBVA-Berichte Nr.71, 7-10

NEUMANN M. 1993: Forest Damage Assessments in Austria Environment Mon. Assessment 28, 183-188

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. 1994: Von der Waldzustandsinventur zum Waldschaden-Beobachtungssystem. Waldforschung an der FBVA 1984-1994, 53-57

NEUMANN M. 1995: Von der Waldzustandsinventur zum Waldschaden-Beobachtungssystem. Ökobilanz Wald/95; 87-90.

NEUMANN M. 1996: Waldschaden-Beobachtungssystem - einführender Überblick. FBVA-Berichte Nr.93, 7-10

KRISTÖFEL F., 1997: National Reports – Austria. In: EC-UN/ECE (eds.): Ten Years of Monitoring Forest Condition in Europe. Studies on Temporal Development, Spatial Distribution and Impacts of Natural an Anthropogenic Stress Factors. Technical Background Report. Brussels, Geneva, 91-96.

LBI

POLLANSCHÜTZ J. 1987: Periodische Luftbildinventur - ein Teilprojekt des österreichischen Waldschaden - Beobachtungssystems. Österr. Forstztg., 98 (8), 74-76.

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Periodische Luftbildinventur (LBI) als Teilprojekt des Waldschadensbeobachtungssystems (WBS). Forschungsenquete 1988/ Universität für Bodenkultur, Wien, Zentrum für Umwelt und Naturschutz, Österr. Forstverein 1989, 12-16.

POLLANSCHÜTZ J. 1988: Periodische Luftbildinventur (LBI) als Teilprojekt des Waldschaden-Beobachtungssystems (WBS) Schadstoff- Monitoring II, Forschungsenquete 1988, Österr. Forstverein

REGNER B., HUMMENBERGER H. 1989: Kronenzustand der Waldbestände entlang der Brenner-Autobahn Untersuchungsbericht – FBVA

SCHNEIDER W. 1989: Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes FBVA-Berichte, Sonderheft/89

HUMMENBERGER H.P. 1990: Erstellung des Interpretationsschlüssels anhand des Beispieles. Tauern Nord WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, 75-78.

GÄRTNER M., GASSEBNER H. 1990: Entwicklung des Dürrlinganteils an der Waldgrenze im Wipptal. FBVA-Pilotstudie - Endbericht im Eigenverlag

GÄRTNER M., GOEBEL W., SALBABA T. 1990: Kronenzustandserhebung Bregenzerwald 1989 Untersuchungsbericht - FBVA

GÄRTNER M., GOEBEL W., SALBABA T. 1990: Kronenzustandserhebung Leithagebirge 1989 Untersuchungsbericht - FBVA

GÄRTNER M., GOEBEL W., SALBABA T. 1990: Kronenzustandserhebung Vöcklabruck 1989 Untersuchungsbericht - FBVA

GÄRTNER M., REGNER B., HUMMENBERGER H. 1990: Kronenzustandserhebung Tauern/Nord 1989 Untersuchungsbericht - FBVA

GOEBEL W. 1990: Überblick über die LBI-Projekte des Jahres 1989 FBVA-Berichte Nr.49, 102-107

GOEBEL W. 1990: Möglichkeiten der Luftbildinventur. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 63-68.

REGNER B. 1990: Untersuchungsbericht über den Einfluß der Brennerautobahn auf den Kronenzustand der angrenzenden Waldbestände. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 69-74.

SALBABA T. 1990: Einführung in den Arbeitsablauf der Luftbildinterpretation. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 81-86.

GÄRTNER M. 1991: Luftbildinventur - Handhabung und Möglichkeiten. FBVA-Berichte Nr. 49, 96-101.

GÄRTNER M., FÜRLINGER G., WIESINGER R. 1991: Kronenzustandserhebung Linz 1990 Untersuchungsbericht - FBVA

GÄRTNER M., REGNER B., HUMMENBERGER H. 1991: Kronenzustandserhebung Tauern/Süd 1990 - Abschnitt B - Talquerprofile Untersuchungsbericht - FBVA

GÄRTNER M., REGNER B., HUMMENBERGER H. 1991: Kronenzustandserhebung Tauern/Süd 1990 - Abschnitt A - Gebietsauswertung Untersuchungsbericht - FBVA

GÄRTNER M., REGNER B., HUMMENBERGER H. 1991: Kronenzustandserhebung Tauern/Nord 1989 - Ergänzung Untersuchungsbericht – FBVA

REGNER B. 1991: Luftbildinventuren - Überblick über die Projekte des Jahres 1990 FBVA-Berichte Nr. 49

GELBER P. 1992: Selektions- und Analysemöglichkeiten der LBI-Software. FBVA-Berichte Nr. 71, 27-32.

GÄRTNER M. 1992: Die Luftbildinventur an der FBVA: Vergangenheit - Gegenwart - Zukunft. FBVA-Berichte Nr. 71, 11-14.

REGNER B. 1992: Die Luftbildinventur als Instrument für regionale Waldzustandserhebungen FBVA-Berichte Nr. 71, 21-25.

SALBABA T. 1992: Bisherige Projektbearbeitungen der Luftbildinventur im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems. FBVA-Berichte Nr. 71,15-20.

WIESINGER R. 1992: Kleinräumige Luftbildauswertung am Beispiel von WBS bzw. WZI-Flächen im Außerfern. FBVA-Berichte Nr. 71, 33-38.

GÄRTNER M., REGNER B., HUMMENBERGER H. 1993: Untersuchungsbericht Außerfern 1990. FBVA -Wien.

GÄRTNER M. 1993: Die Luftbildinventur an der FBVA. Österr. Forstztg.; 1/93, 49

GÄRTNER M. 1993: Außerfern 1990 - Untersuchungsbericht der Luftbildinventur. Österr. Forstztg. 8/93, 61.

GÄRTNER M., WIESINGER R., SALBABA T. 1993: Nebelstein 1991 Untersuchungsbericht FBVA-Wien

GÄRTNER M., REGNER B. 1993: Wienerwald-Süd 1991 Untersuchungsbericht FBVA-Wien

GÄRTNER M., WIESINGER R., HUMMENBERGER H. 1994: Bärenstein 1992 + Sternstein 1992 Untersuchungsbericht FBVA-Wien

GÄRTNER M., REGNER B., SALBABA T. 1994: Salzachauen 1993 Untersuchungsbericht FBVA-Wien

GÄRTNER M. 1994: Untersuchungsbericht der Luftbildinventur 'Wienerwald Süd 1991'. Österr. Forstztg.; 7/94, 60.

GÄRTNER M., REGNER B., SALBABA T. 1994: Tennengau 1992 Untersuchungsbericht FBVA-Wien

Gärtner M. 1994: Die Luftbildinventur im Rahmen der Waldschadenbeobachtung. Österreichische Zeitschrift f Vermessung und Geoinformation (VGI) 4/94,404

GÄRTNER M., WIESINGER R. 1995: Waldzustandserhebung 'Manhartsberg 1993' Untersuchungsbericht FBVA

GÄRTNER M., WIESINGER R. 1995: Sauwald 1992 Untersuchungsbericht - FBVA

GÄRTNER M., REGNER B. 1995: Luftbildinventur 'Salzachauen 1993'. Österr. Forstztg.; 7/95, 51.

GÄRTNER M., REGNER B. 1996: Luftbildauswertung Salzachauen - Waldzustandsuntersuchung und Bestandeskartierung FBVA-Berichte Nr. 93, 149-158:

REGNER B., GÄRTNER M., HUMMENBERGER H. 1996: Waldzustandsbericht Tauern-Nord 1989. Ergänzungsband Daten und Analyse. Untersuchungsbericht – FBVA.

REGNER B., GÄRTNER M., HUMMENBERGER H. 1996: Waldzustandsbericht Tauern-Süd 1990. Ergänzungsband Daten und Analyse. Untersuchungsbericht – FBVA.

REGNER B., GÄRTNER M., WIESINGER R. 1996: Waldzustandsbericht Koralpe 1919/94. Untersuchungsbericht – FBVA.

GÄRTNER M., REGNER B. 1997: Waldzustandsbericht Mariazell 1994. Untersuchungsbericht – FBVA.

GÄRTNER M., REGNER B. 1997: Waldzustandsbericht Mauterndorf 1995-96. Untersuchungsbericht – FBVA.

KZE

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. UND POLLANSCHÜTZ J. 1989: Ergebnisse der Kronenzustandserhebungen - Es war schon schlechter. Österr. Forstztg. 100, 51-53

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. UND POLLANSCHÜTZ J. 1989: Waldschadensbeobachtung 89: Ergebnisse der Kronenzustandserhebungen. Holzkurier 44(46), 9

KRISTÖFEL F. 1990: Übersicht über das Gesamtprojekt - Auswertungsmethodik und Teilergebnisse der terrestrischen Kronenzustandserhebung WBS-Seminar 3.u. 4. 4. 1990, FBVA

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. UND POLLANSCHÜTZ J. 1990: Österreich: Ergebnisse der Kronenzustandserhebungen 1989. Forst und Holz 45, 406-408

SCHADAUER K. 1990: Genauigkeitsmaße von Kronentaxierungen und ihre Auswirkungen auf die statistische Auswertung WBS-Seminar FBVA 1990

STEMBERGER A. 1990: Über Ausmaß und Verteilung der Mortalität: Gegenüberstellung von Ergebnissen der Waldzustandsinventur mit früheren Untersuchungen WBS-Seminar FBVA 1990

KRISTÖFEL F. UND NEUMANN M. 1991: Waldschaden-Beobachtungssystem: Übersicht über die Entwicklung des Kronenzustandes von 1988 bis 1991. Österr. Forstztg. 103, 40-41.

NEUMANN M. 1991: Kronenzustandsinventuren - Methodik und Ergebnisse der Jahre 1988-1990. FBVA-Berichte Nr. 49, 113-120.

POLLANSCHÜTZ J. 1991: Immissionseinwirkungen, eine unspezifische Ursache für Kronenverlichtungen. Mitteilungen der FBVA, Wien, Heft 166, 249-262.

KRISTÖFEL F. 1992: Anmerkungen zur terrestrischen Kronenzustandserhebung im Rahmen des WBS FBVA-Berichte Nr.71, 67-70.

KRISTÖFEL F. UND NEUMANN M. 1992: Terrestrische Kronenzustandserhebungen 1992. Ergebnisse im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems. Holzkurier 47(45), 10-12.

SCHNABEL G. 1992: Analyse des Kronenzustandes auf den WZI/WBS-Probeflächen. FBVA-Berichte Nr.71, 55-60.

KRISTÖFEL F. UND NEUMANN M. 1993: Ergebnisse der terrestrischen Kronenzustandserhebungen für 1992 Österr. Forstztg. 104 (2), 28-30

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. 1993: Ergebnisse der terrestrischen Kronenzustandserhebungen 1993. Österr. Forstztg. 104(12), 10-12.

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. 1993: Waldschäden 1992 in Österreich. Ergebnisse der terrestrischen Kronenzustandserhebungen im Rahmen des WBS. Forst und Holz; 48.Jg.; Nr.10; 288-289.

KRISTÖFEL F. - NEUMANN M. 1994: Waldschadensbericht 1994: Kronenzustand leicht verbessert. Holz-Kurier Nr. 48/94; 18

KRISTÖFEL F. - NEUMANN M. 1994: WBS 1994: Kronenzustand leicht verbessert. Österr. Forstztg. 12/1994; S 8-10.

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. 1995: Kronenzustandsverbesserungen - ein anhaltender Trend?. Österr. Forstztg.; 106 (12), 40-42.

NEUMANN M., NEUMÜLLER A. 1995: Kronenzustandserhebungen. In 'Gesundenuntersuchungen für den Wald - Anleitung zur Probennahme und Interpretation; Hrsg. Österreichischer Forstverein, 38-46.

KRISTÖFEL F. 1996: Terrestrische Kronenzustandserhebung und jährliche Änderungen FBVA-Berichte Nr.93, 137-142

NEUMANN M. 1996: Internationaler Abstimmungskurs Kronenzustandserfassung Holz-Kurier Nr.30/31,11

STEMBERGER A. 1996: Aufnahmetraining und Ansprachequalität FBVA-Berichte Nr.93, 143-146

KRISTÖFEL F., NEUMANN M. 1997: Tanne und Eiche deutlich verschlechtert Holz-Kurier 52 (2), 8.

KRISTÖFEL F. & NEUMANN M., 1997: Ergebnisse der Kronenzustandserhebungen 1996. Österr. Forstztg. 108 (3), 39-40.

KRISTÖFEL F. & NEUMANN M., 1997: Kronenzustand im zehnten Erhebungsjahr leicht verbessert. Holzkurier 52 (49), 18-19.

KRISTÖFEL F. & NEUMANN M., 1998: Kritischer Kronenzustand bei Eiche und Tanne, Buche und Lärche atmen durch. Holzkurier 53 (51/52), 23.

KRISTÖFEL F. & NEUMANN M., 1999: Eiche und Tanne geht es weiterhin schlecht. Österr. Forstzeitung 110 (1), 30-31.

KRISTÖFEL F. & NEUMANN M., 1999: Kronenzustand stabil. Problemfälle sind weiterhin Tanne und Eiche. Holzkurier 54 (45), 22.

KRISTÖFEL F. & NEUMANN M., 2001: Kronenzustand verschlechtert. Kiefer und Buche am stärksten betroffen, Eiche besser. Holzkurier 56 (47), 6-7.

KRISTÖFEL F. 2002: Kronenzustandserhebung im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems. Erhebungen und Diagnosen des BFW und Dokumentation von Waldschädlingsfaktoren 2001. Forstschutz Aktuell Sonderheft, Wien, (28): 10 -11.

BZI

KILIAN W. 1989: Waldbodenzustandsinventuren in Österreich. Österr. Forstztg. 100 (3), 86.

POLLANSCHÜTZ J. UND KILIAN W. 1989: Bundesweite Inventuren des Waldzustandes mit besonderer Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte. Geowissenschaftliche Mitteilungen , Wien, Techn. Universität, 1989,(33),146-153.

ENGLISCH M., KILIAN W. UND MUTSCH F. 1990: The Austrian Forest Soil Monitoring System. Proceedings, 19. IUFRO World Congress 5.-11.8.1990 Montreal, Canada Division 1.02.369.

ENGLISCH M. 1990: Erste Ergebnisse der Waldbodenzustandsinventur 1988/89. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 19-26.

KILIAN W., MAJER C. 1990: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Probennahme. FBVA-Berichte, Sonderheft 1990, 58 pp.

WEISER A. 1990: Waldbodenzustandsinventur - Ablauforganisation von der Probenahme bis zur grafischen Auswertung. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 13-18.

ENGLISCH M., KILIAN W. UND MUTSCH F. 1991: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Erste Ergebnisse. FBVA-Berichte Nr. 48, 75.

ENGLISCH M., KARRER G. UND WAGNER H. 1991: Bericht über den Zustand der Böden in Niederösterreich. Berichtband des BMLF (FBVA) und der LFI Niederösterreich, Wien, 110.

ENGLISCH M. 1991: Waldbodenzustandsinventur. Methodische Überlegungen und erste Ergebnisse zur Frage "Waldbodenversauerung". FBVA-Berichte Nr.49, 19-30.

ENGLISCH M. 1991: Ergebnisse der Waldboden-Zustandsinventur zum Problemkreis Bodenversauerung. Internationaler Holzmarkt Jg.82 (17/18), 37-40

KARRER G. 1991: Waldbodenzustandsinventur. Die Vegetationsaufnahmen und Möglichkeiten ihrer forstökologischen Auswertung. FBVA-Berichte Nr. 49, 49-61

KARRER G., KILIAN W. UND MUTSCH F. 1991: Waldbodenzustandsinventur. Ausblick. FBVA-Berichte Nr. 49, 62-67.

KILIAN W. 1991: Waldbodenzustandsinventur. Zielsetzungen, Methoden und Stand der Arbeiten. FBVA-Berichte Nr. 49, 14-18.

MUTSCH F. 1991: Waldbodenzustandsinventur. Überblick zur Schwermetallsituation österreichischer Waldböden. FBVA-Berichte Nr. 49, 39-48.

MUTSCH F. 1991: Waldbodenzustandsinventur. Methodische Ansätze zur Verdichtung von chemischen Analysendaten bei Bodenuntersuchungsnetzen. FBVA-Berichte Nr. 49, 31-38.

ENGLISCH M., KARRER G., MUTSCH F. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Methodisch Grundlagen. Mitteilungen der FBVA; 168; 5-22.

ENGLISCH M. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Atmogene Hauptnährstoffe. Mitteilungen der FBVA; 168; 43-56.

ENGLISCH M. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Standorts- und Bodenbeschreibung. Mitteilungen der FBVA; 168; 23-42

ENGLISCH M. 1992: Österreichische Waldbodenzustandsinventur: Einige Ergebnisse zum Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt österreichischer Waldböden. FBVA-Berichte Nr.71, 103-111.

HERZBERGER E. UND KARRER G. 1992: Test der internen Konsistenz und Verbesserungsmöglichkeiten ökologischer Zeigerwerte mit Hilfe von Daten der Österreichischen Waldbodenzustandsinventur FBVA-Berichte Nr.71, 93-102.

KARRER G. 1992: Österreichische Waldbodenzustandsinventur. Vegetationsökologische Analysen. Mitteilungen der FBVA; 168; 191-240.

KARRER G. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Vegetationsökologische Analysen. Mitteilungen der FBVA; 168; 193-230

KILIAN W. 1992: Österreichische Waldbodenzustandsinventur. Einführung. Mitteilungen der FBVA; 168; 1-4.

KILIAN W. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Zusammenschau und Ausblick. Mitteilungen der FBVA; 168; 243-246

KILIAN W. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Säurehaushalt - austauschbare Kationen. Mitteilungen der FBVA; 168; 87-142.

MUTSCH F. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Schwermetalle. Mitteilungen der FBVA; 168; 143-190.

MUTSCH F. 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Lithogene Hauptnährstoffe. Mitteilungen der FBVA; 168; 57-86.

WEISER A. 1992: Bodenuntersuchungen auf den WZI/WBS-Probeflächen. FBVA-Berichte Nr.71, 61-66.

HERZBERGER E. 1996: Standortseinflüsse auf die Bonität von Fichtenbeständen in Österreich; eine Analyse mittels linearer Regressionen. . FBVA-Berichte Nr.93, 65-86.

JANDL R. 1996: Abhängigkeit der Baumernährung vom chemischen Zustand des Bodens FBVA-Berichte Nr.93, 87-100

FP

KREHAN H. 1989: Waldschaden-Beobachtungssystem - Aktuelle Forstschäden in Niederösterreich und Burgenland. Forstschutz - Aktuell, Nr. 2

FÜRLINGER G. 1990: Erfassung und Verarbeitung von Hageleregnissen zur Erstellung einer Datenbank. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 39-44.

KREHAN H. 1990: Teilergebnisse der forstpathologischen Untersuchungen 1989. WBS-Bericht; FBVA Wien;1990

KREHAN H. 1991: Forstpathologische Untersuchungen im Rahmen des Österreichischen Waldschaden-Beobachtungssystems. Proceedings der Expertentagung Waldschadensforschung, 13.-15.11.1990; GSF-Bericht 24, 468-471.

KREHAN H. UND SCHADAUER K. 1991: Forstpathologische Untersuchungen - Methodik und erste Ergebnisse. FBVA-Berichte Nr. 49, 68-76.

FÜRLINGER G. 1992: Erfassung und Darstellung von Hagelschäden. FBVA-Berichte Nr.71, 71-78.

KREHAN H. 1992: Ergebnisse forstpathologischer Untersuchungen: Inwieweit können Kronenverlichtungen mit biotischen und abiotischen Schadfaktoren erklärt werden? FBVA-Berichte Nr.71, 85-92.

DONAUBAUER E., KREHAN H., TOMICZEK C. 1994: Waldzustand, Waldschäden und Forstschutzprobleme in Österreich. AFZ/Wald 7, S 372-375.

STEYRER G. 1994: Kronenzustand und mechanische Schäden. Forstschutz aktuell 16/95: 4-5

CECH T.L., WIESINGER R. 1996: Kiefernsterben in Niederösterreich 1993-1995 FBVA-Berichte Nr.93, 159-166

NP

BRANDSTETTER M. 1990: Bioindikation durch Blatt- und Nadelproben. WBS-Seminar 3/4. April 1990, FBVA, Wien, 45-50.

FÜRST A. 1991: Nachweis von Schwefelimmissionseinwirkungen auf Probeflächen des WBS mit Hilfe von Pflanzenanalysen. FBVA-Berichte Nr.49, 88-95.

FÜRST A. 1992: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems – Ergebnisse 1989. FBVA-Berichte Nr. 63, 37 pp.

FÜRST A. 1992: Die Bedeutung des Schwefel-/Stickstoffverhältnisses für die Beurteilung des Ernährungszustandes von Fichten. FBVA-Berichte Nr. 71, 51-54.

FÜRST A. 1992: Die Schwefelimmissionssituation auf den WBS-Flächen im Jahr 1991 und die Veränderungen seit 1989. FBVA-Berichte Nr. 71, 45-50.

FÜRST A. 1992: Erste Ergebnisse der blatt- und nadelanalytischen Untersuchungen im Rahmen des Österreichischen WBS. Forstschutz Aktuell 9/10-09/92, 8-10.

FÜRST A. 1992: Einsatz der Analytik im Österreichischen Waldschadenbeobachtungssystem – Poster am HP Forum Analytik 1992, 20 - 23. Jänner 1992 Wien.

FÜRST A. 1994: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems. Ergebnisse von 1989 bis 1992. ECOINFORMA 5; S 171-182

FÜRST A. 1994: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems - Ergebnisse 1990 Bericht WBS-NP 1/94 FBVA-Wien

FÜRST A. 1994: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems - Ergebnisse 1991 Bericht WBS-NP 3/94 FBVA-Wien

FÜRST A. 1994: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems. Ergebnisse der Probenahme 1992. Bericht WBS-NP 3/1994; FBVA Wien.

FÜRST A. 1995: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems - Ergebnisse 1993 Bericht WBS-NP4/95 FBVA-Wien

FÜRST A. 1996: Blatt- und nadelanalytische Untersuchungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems - Ergebnisse 1989 bis 1993 FBVA-Berichte Nr.93, 101-110

FÜRST A. 1996: Eisen-, Mangan- und Zinkversorgungsgrad der Fichte im Jahr 1993 in Österreich FBVA-Berichte Nr. 93, 111-120

FÜRST A., GABLER K., MUTSCH F. 1996: Manganese Supply of Spruce in Austria – Connections between Soil Content and Needle Content. Wien. ISEAC 26 - Tagungsband: 4 S.

ZUW

STEMBERGER A. 1992: Über den Radialzuwachs absterbender Bäume. FBVA-Berichte Nr.71, 79-84.

NEUMANN M. 1993: Zuwachsuntersuchungen an Fichte in verschiedenen Seehöhenstufen im österreichischen Zentralalpenbereich. Cent.bl. gesamte Forstwes. 110 Jg., 221-274

STEYRER G. 1996: Auswahl und Prüfung von Zuwachsparametern als Waldzustandsindikatoren - Einfluß des Kronenzustandes auf den Zuwachs FBVA-Berichte Nr. 93, 121-136

JUNGWIRTH P. 1998: Zuwachsuntersuchungen an Fichte in verschiedenen Seehöhenstufen in den südlichen Zwischenalpen Österreichs. FBVA-Berichte Nr. 102, 54 pp.

NEUMANN M. 1999: Zuwachsleistung auf den Diagnoseprofilflächen. Mitteilungen der FBVA 172; 73-93

ISM

LEITNER J. 1990: O_3- und NO_x-Messungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt mit integrierenden Meßmethoden. II. Workshop zum Thema Integrale Meßmethoden. Salzburg 10.4.1991, 59-70.

LEITNER J. 1991: Immissionskundliche Untersuchungen – integrale Schadstoffmessungen. FBVA-Berichte Nr. 49, 77-87.

LEITNER J. 1992: Ergebnisse der integralen Ozonmessungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems: Meßperiode Sommer 1990 bis Sommer 1991. FBVA-Berichte Nr. 71, 39-44.

SMIDT S. 1994: Ergebnisse der integralen NO_x- und Ozonmessungen im Rahmen des Waldschaden-Beobachtungssystems - Sommer 92 bis Sommer 93 ISM-Bericht 1/94 FBVA Wien

Verfasser: Dipl.-Ing. Ferdinand Kristöfel
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
Institut für Waldwachstum und Waldbau
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien
E-Mail: ferdinand.kristoefel@bfw.gv.at

Dipl.-Ing. Dr. Markus Neumann
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum
für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
Institut für Waldwachstum und Waldbau
Seckendorff-Gudent-Weg 8
1131 Wien
E-Mail: markus.neumann@bfw.gv.at

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schema Umweltbeobachtung (nach Koordinationsstelle SKUB, 1993)....9
Abb. 2: Beziehungen zwischen Standorts- und Stressfaktoren und dem Zustand des forstlichen Ökosystems (nach EC - UNECE, 2003)....12
Abb. 3: Die Teilprojekte und Ablaufschema des WBS (nach Kristöfel 1990)....14
Abb. 4: Erhebungstrakt der ÖFI (nach Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Forstinventur 1981 – 1985 (Fassung 1981))....16
Abb. 5: Basisnetz des WBS....17
Abb. 6: Probefläche mit eingemessenen Probebäumen....18
Abb. 7: Im Basisnetz durchgeführte Teilprojekte des WBS....19
Abb. 8: Lage der Probeflächen mit Nadelprobebäumen....21
Abb. 9: Lage der ISM-Flächen....22
Abb. 10: Lage der Probeflächen mit eingemessenen Probebäumen....24
Abb. 11: Jährlicher Aufnahmeumfang der terrestrischen Kronenzustandserhebungen....25
Abb. 12: Befliegungsgebiete der Luftbildinventur im Rahmen des WBS....26
Abb. 13: Lage der Probeflächen der Waldboden-Zustandsinventur....28
Abb. 14: Schematische Lage der Probenahmen auf den Probeflächen....29
Abb. 15: Lage der Probeflächen der forstpathologischen Erhebungen....31
Abb. 16: Lage der Probeflächen der Zuwachsuntersuchungen....32
Abb. 17: In der Laufzeit des WBS durchgeführte Teilprojekte....33
Abb. 18: Vergleich der Teilprojekte des WBS und des Level II....36
Abb. 19: Prozentuelle Verteilung der Veröffentlichungen zu den einzelnen Teilprojekten des WBS in den Jahren 1987-2002....39