

**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN**

(früher "Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs")

168. Heft/Band I

1992

SONDERDRUCK AUS:

**ÖSTERREICHISCHE
WALDBODEN-ZUSTANDSINVENTUR**

ERGEBNISSE

WALDBODENBERICHT

I. Band

Teil I: Methodische Grundlagen

(M. Englisch, G. Karrer, F. Mutsch)

Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien

Das Lebensministerium.

L A N D
F O R S T
W A S S E R

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Printed in Austria

ISBN 3-7040-1161-4
ISSN 0374-9037

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

ÖSTERREICHISCHE WALDBODEN-ZUSTANDSINVENTUR

Teil I: METHODISCHE GRUNDLAGEN

Michael ENGLISCH, Gerhard KARRER und Franz MUTSCH

Zusammenfassung: Für die Waldboden-Zustandsinventur werden 514 Waldflächen in einem systematischen Raster herangezogen. Auf diesen Flächen wurden Standorts-, Boden- und Vegetationsaufnahmen durchgeführt und Bodenproben nach fixen Tiefenstufen geworben. Der Probeflächenaufbau, die Methodik der Feldaufnahme sowie der Bodenanalysen werden beschrieben. Auf die Vergleichbarkeit der Methoden mit denen, welche bei anderen Bodenzustandsinventuren in Österreich bzw. in Europa angewandt werden, wird eingegangen. Die Datenverwaltung mittels ORACLE-Datenbank und statistische Auswertemethoden werden angerissen.

Stichworte: Waldboden-Zustandsinventur, Standortserhebung, Vegetationsaufnahmen, Bodenanalytik, Methodik

Abstract: The Forest Soil Monitoring System consists of 514 sample plots arranged in a systematic grid. Site-, soil- and vegetation relevées were carried out and soil samples from predefined depth layers were taken. The layout of the plots and methodology of relevées and soil analysis are described. Some aspects of methodological compatibility with other soil monitoring systems in Austria and in Europe are discussed. Data management using an ORACLE data base and some outlines of applied statistical methods are given.

Keywords: soil monitoring, site relevee, vegetation relevee, soil analyses, methodology

Als Voraussetzung für die Durchführung von Bodenzustandsinventuren wurden im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft von der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft in Zusammenarbeit vieler Fachorganisationen Richtlinien erarbeitet, die eine einheitliche Vorgangsweise und Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleisten (BLUM et al., 1989).

Die vorliegende Waldboden-Zustandsinventur folgt diesen Richtlinien. Sie ist Teil des Waldschaden-Beobachtungssystems (WBS), womit sich fachgebietsüberschreitende Interpretationsansätze ergeben. Die Waldboden-Zustandsinventur geht damit über die Möglichkeiten einer Bodenzustandserhebung hinaus. Die Erhebungs- und Analysenpalette entspricht den von der UNECE geforderten Auflagen für Waldschadens- und Bodenzustandserhebungen auf Level 2 (UNEP-ECE, 1991) und geht teilweise darüber hinaus.

1 Probeflächenauswahl und -aufbau

1.1 Erhebungsnetz

Für die Auswahl von Probeflächen für Erhebungen, die für Großräume repräsentative Ergebnisse erbringen sollen, stehen zwei Alternativen zur Wahl: Ein starres Rasternetz oder freie Festlegungen nach bodenkundlichen oder anderen speziellen Fragestellungen.

Für die vorliegende Untersuchung wurde die erste Möglichkeit gewählt. Ausschlaggebend hierfür waren folgende methodische Vorteile:

- Zufälligkeit der Lage der Probeflächen in bezug auf ökologische Gegebenheiten
- Wegfall der aufwendigen Vorerkundung und Vorauswahl der Flächen
- Verwendbarkeit für geostatistische Rechen- und Auswerteverfahren
- Übersichtliche graphische Darstellung

Dafür mußte in Kauf genommen werden, daß kleinräumig auftretende geologische und morphologische Einheiten nicht oder überrepräsentativ erfaßt wurden.

Die Probestflächen der bundesweiten Waldboden-Zustandsinventur, welche mit den Netzknoten des Waldschaden-Beobachtungssystems (WBS) ident sind, stellen eine systematische Auswahl aus dem Rasternetz 1981/85 der Österreichischen Forstinventur dar. Die Einrichtung der Dauerbeobachtungsflächen erfolgte auf den Hauptpunkten jedes fünften permanenten Traktes der Forstinventur 1981/85, wodurch sich ein Punktraster von 8,7 x 8,7 km ergibt. Dieses Netz ergibt eine Gesamtzahl von 534 Probestflächen auf Holzboden, von denen 514 tatsächlich aufgesucht wurden. Der Rest ist größtenteils in für Probenahmen unangbarem Gelände gelegen, oder für die Untersuchung nicht geeignet. Auf 513 Probestflächen wurden vegetationskundliche Erhebungen durchgeführt, für 511 chemische Analysen erstellt.

Auf diesen Probestflächen finden auch die Erhebungen anderer Teilprojekte des WBS statt: So erfolgt auf allen 534 Flächen die jährliche flächenhafte Kronenzustandserhebung, auf zirka 180 Probestflächen werden zusätzlich dazu zumindest 30 eingemessene Probestbäume taxiert. Auf rund 290 Punkten wurden Probestbäume zur jährlichen Blatt- oder Nadelanalyse ausgewählt.

1.2 Probestflächenaufbau

Der Mittelpunkt der Probestflächen des WBS-Netzes entspricht dem jeweiligen Trakt-hauptpunkt der Österreichischen Forstinventur. Um diesen schließt sich der innere Kreis zur flächenhaften Kronenansprache mit einem Radius von 17,83 m (=1000 m²) und der äußere Kreis der Kronenansprache an Einzelbäumen mit einem Radius von 30 m.

Außerhalb - am Rande dieses Kreises, maximal jedoch 50 m vom Mittelpunkt entfernt - wurden 3 Bäume zur Probengewinnung für die jährlichen Nadel- bzw. Blattanalysen ausgewählt. Ihnen ist bei homogenen Standortverhältnissen jeweils eine Profilgrube zur Bodenansprache und Bodenprobenentnahme zugeordnet (Abbildung I.1). Bei heterogenem Standort wurde nur die flächenmäßig überwiegende Standortskomponente beprobt und die Profilgruben nur jenem Probestbaum (jenen Probestbäumen) zugeordnet, der (die) auf dieser Komponente stockt (stocken). Im unmittelbaren Bereich dieser Profilgruben wurden die Humusproben geworben.

Um Einflüssen wie Stammablauf und Kronentrauf auszuweichen, wurde der Stammzwischenbereich im Mindestabstand von 2 m und im Maximalabstand von 5 m vom Stamm beprobt.

Standen auf der Probestfläche keine Probenbäume zur Verfügung (Bestände unter einem Alter von 60 Jahren, Blößen, Jugend etc.), so wurden die Profilgruben im Radius von etwa 10 m um den Probestflächenmittelpunkt, jedenfalls aber innerhalb der 1000 m²-Fläche geöffnet.

Die Ansprache der Standortmerkmale erfolgte in der Regel auf einer Fläche von 1000 m², abhängig vom Standortsmosaik der Probestfläche kam es jedoch auch zu anderen Ausmaßen.

Die vegetationskundlich erhobene Fläche lag im allgemeinen zwischen den drei Probestbäumen und umfaßte 150 bis 500 m² (durchschnittlich 200 m²). Für die Abgrenzung dieser Fläche galten prinzipiell dieselben Homogenitätskriterien wie für die Auswahl der Probenbäume und die Standortsansprache. Besonderes Augenmerk galt der Vermeidung steiler Licht- und Feuchtigkeitsgradienten um Bestandeslücken und -ränder, Rückegassen, Naßgallen und Felsblöcke.

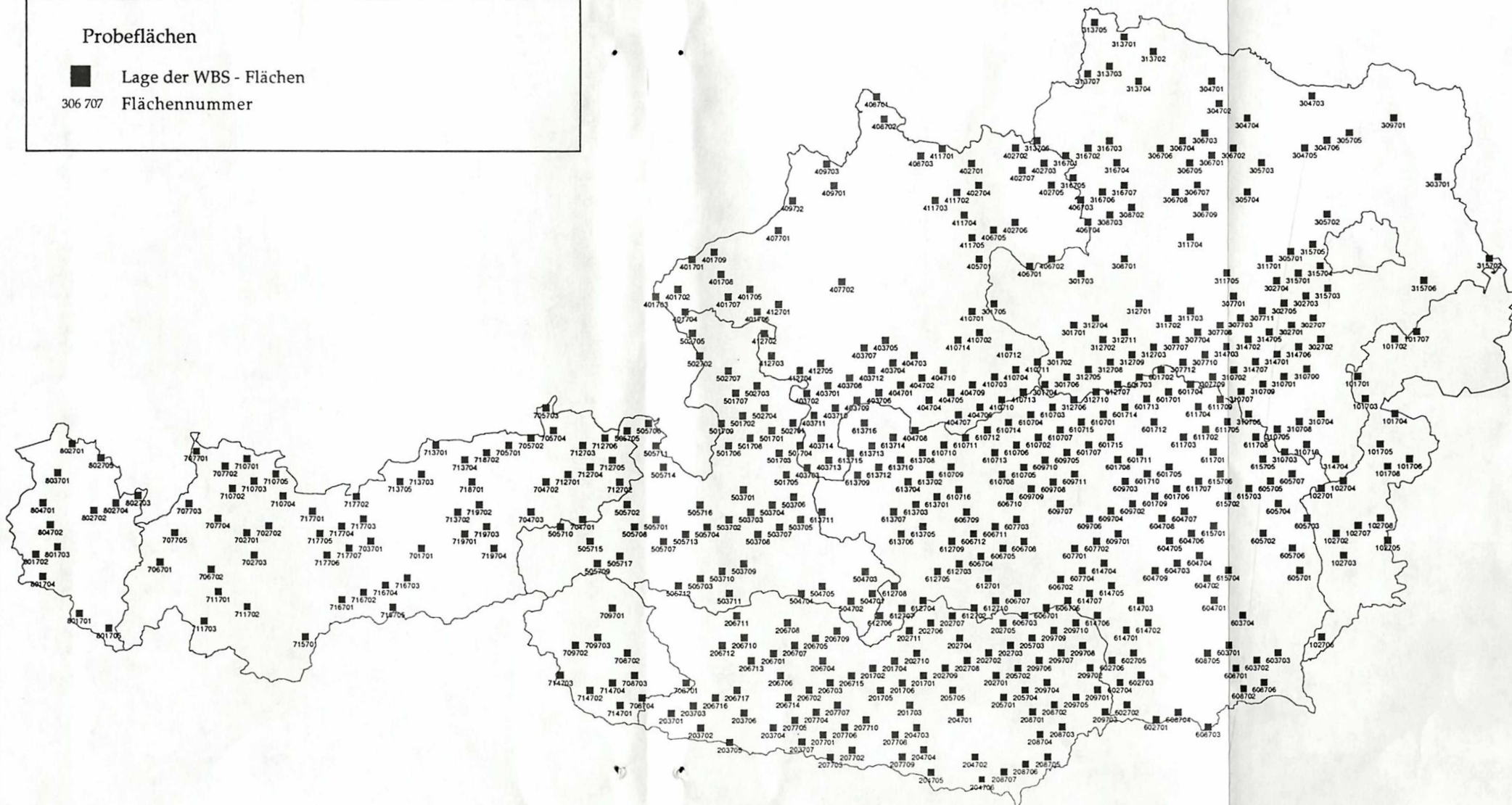
Da das Probestflächennetz bereits im Rahmen des WBS und der Österreichischen Forstinventur eingemessen und eingerichtet worden war, waren keine speziellen Vorbereitungsarbeiten erforderlich. Eine Übersicht über die Lage der Probestflächen und deren Codierung wird in der Karte I.1 gegeben.

Karte I.1: Probestflächenübersicht von Waldboden-Zustandsinventur und Waldschaden-Beobachtungssystem mit Punktcodierung

WALDBODENZUSTANDSINVENTUR IM RAHMEN DES WBS

Probeflächen

■ Lage der WBS - Flächen
306 707 Flächennummer



FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN
Institut für Standortkunde

Die Erhebungsmethodik entspricht den „Richtlinien zur Waldbodenuntersuchung“ (BLUM et al., 1986) und ist im einzelnen der Anleitung zur Feldarbeit und Probennahme der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur (KILIAN & MAJER, 1990) zu entnehmen.

Folgende Parameter wurden im Gelände erhoben:

a. Ortsdaten:

Probeflächencode innerhalb des WBS-Netzes, Koordinaten im Bundesmeldenetz
Querverweise auf andere Netze, z.B. Österreichische Forstinventur
Seehöhe

b. Standortdaten:

Wuchsraum (nach der Gliederung des Institutes für Standortkunde (KILIAN, 1972))
klimatische Höhenstufe
Exposition
Hangneigung
Relief und Kleinrelief
Ausgangsgestein (Grundgestein und Deckschichten)
Bodenhydrologische Merkmale (Hangwasserzug, Grundwasserstand)
Wasserhaushaltsstufe
Gründigkeit des Bodens
Die Merkmalsausprägungen der einzelnen Standortparameter wurden in standardisierten Merkmalsklassen zusammengefaßt.

c. Vegetation:

Vegetationstyp
Begrünungsgrad
Vegetationsaufnahmen

d. Boden- und Humuseigenschaften

Auflagehumus:

Humushorizontierung
Humusausgangsmaterial
Lagerung
Durchwurzelung

Humusform (im Sinne des ARBEITSKREISES STANDORTS-KARTIERUNG, 1980)

Mineralboden

Horizontbezeichnung
Horizontmächtigkeit
Deutlichkeit und Form der Horizontabgrenzung
Textur und Struktur (Art und Größe)
Skelettgehalt

Bodenfarbe (nach MUNSELL, 1975)

Fleckung

Karbonat (Feld-Schnelltest mit HCl)

Durchwurzelung

Der Bodentyp wurde nach der österreichischen Bodensystematik (FINK, 1969; verändert) angesprochen.

Sämtliche Erhebungsmerkmale wurden zwecks computergestützter Auswertung codiert. Die Codierung der Bodentypen ist aus Tabelle II.2, jene des Grundgesteins aus Tabelle II.1 und die der Vegetationstypen aus Tabelle II.14 (ENGLISCH, 1992) zu entnehmen.

Die Ansprache der klimatischen Höhenstufen erfolgt unter der Verwendung von Vegetationsmerkmalen. Die nachfolgenden Höhenangaben in Metern sind Richtwerte, die je nach Relief und Wuchsgebiet variieren:

Code	Klimat. Höhenstufe	Seehöhe (m)
1	kollin-planar	0- 300 (600)
2	submontan	(200) 300- 600 (1000)
3	tief- u. mittelmontan	(500) 600- 1200 (1300)
4	hochmontan	(1000) 1200- 1400 (1600)
5	tiefsubalpin	(1100) 1600- 1800 (1800)
6	hochsubalpin	(1500) 1800- 2200 (2400)

Die Merkmalsausprägungen bzw. der Codierungsschlüssel der übrigen, skalar gestuften Parameter sind in den Erhebungsformblättern (Abbildungen I.2 und I.3) festgelegt.

Die Bestandesbeschreibung wurde aus der allgemeinen Einrichtung der WBS-Probeblächen im wesentlichen übernommen.

Zur späteren Wiederauffindung der Profilgruben wurde ein Einmeßprotokoll angelegt.

1.3 Vegetationskundliche Merkmalsansprache

Für ökologische Fragestellungen wie der Waldboden-Zustandsinventur erweist sich die Erfassung der Vegetation mittels forstlicher Vegetationstypen (im Sinn von HUFNAGL, 1970 bzw. KILIAN & MAJER, 1990) als unzureichend. Durch die vollständige qualitative und quantitative Erhebung der Arten aller Vegetationsschichten ist ein wesentlich tieferes Verständnis des Standortscharakters und -zustands zu erwarten.

Die berücksichtigten forstlichen Vegetationstypen sind in Tabelle II.14 angeführt und bei KILIAN & MAJER (1990) im Detail beschrieben.

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten modifiziert nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Die Gesamtdeckung der Krautschicht (incl. Moosschicht) wurde in einer abgestuften Deckungswert-Prozentskala als „Begrünungsgrad“ (siehe Abbildung I.3) vorgenommen.

Die Arten in der Strauch-, Kraut- und Moosschicht wurden mit den Abundanz/Dominanzwerten nach BRAUN-BLANQUET (l.c.) versehen, wobei „r“ und „+“ als „+“ zusammengefaßt wurden (s. Abbildung I.3). Auf die Angabe der zum Großteil taxonspezifischen Soziabilitätswerte wurde verzichtet. Im Feld nicht eindeutig bestimmte Arten wurden an Hand von Belegen nachbestimmt.

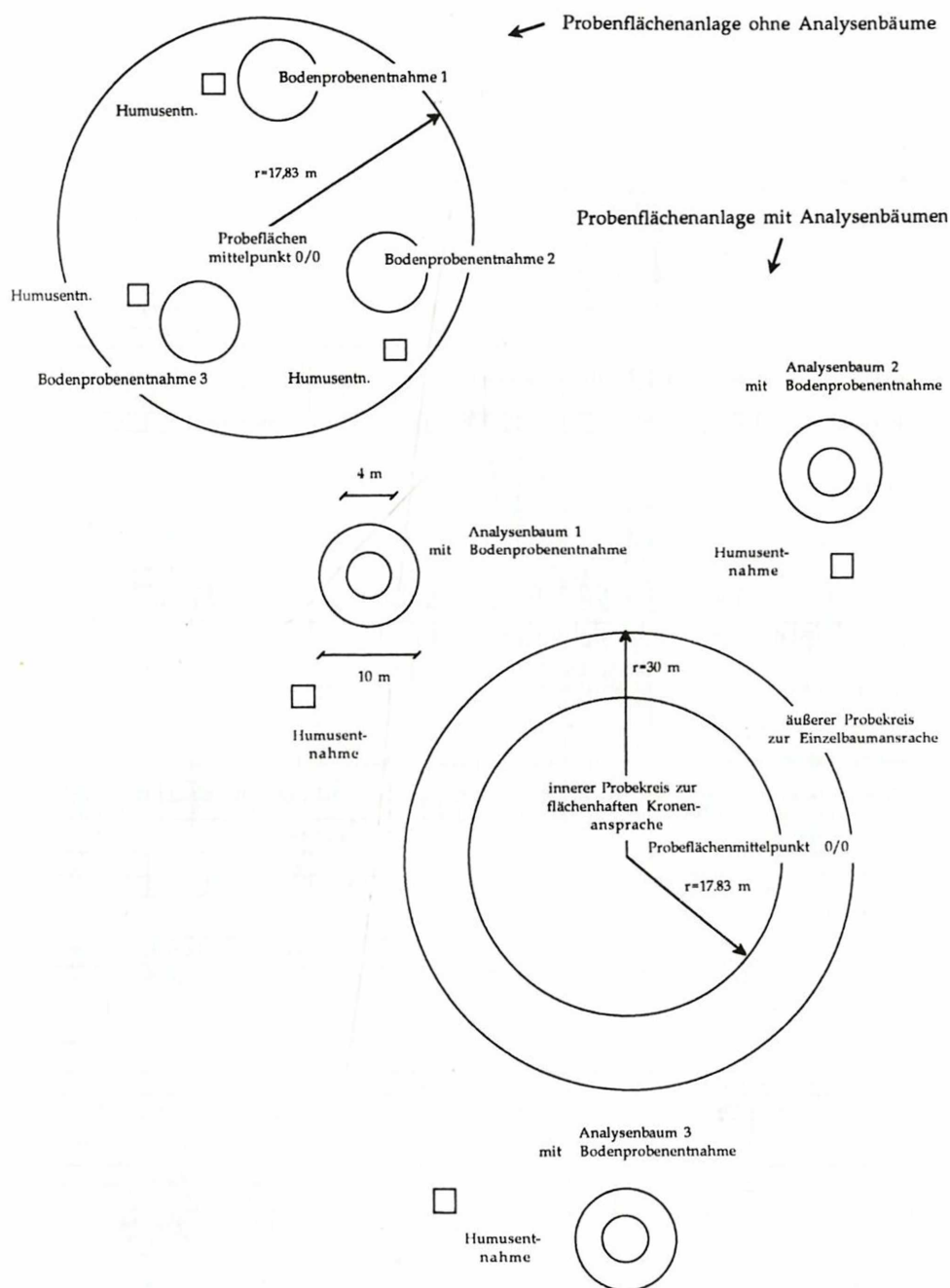


Abbildung I.1: Aufbau der Probeflächen von Waldboden-Zustandsinventur und Waldschaden-Beobachtungssystem

WBS - WALDBODENERHEBUNG

1. Standorts- und Vegetationsbeschreibung

Aufnahmedatum

--	--

--	--

--	--	--	--

Aufnahmegruppe

Ortsdaten :

Kennzahl d. Probefläche lt. WBS

1 2 3

1 = Bundesland, 2 = BFI
3 = Meßpunkt Nr.

ÖK Nr.

--	--	--

Hochwert

Rechtswert

Meridian

Trakt Nr.
(Forstinventur)

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

--	--	--

--	--	--	--	--	--	--

Standort :

Wuchsraum

--	--

klimat. Höhenstufe

Meereshöhe

--	--	--	--	--

Exposition	N	NO	O	S	SW	W	NW	eben
------------	---	----	---	---	----	---	----	------

Hangneigung			
-------------	--	--	--

Geländeform

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ebene	Verebnung	Talboden	Terrasse	Platte	Mulde, Kessel	Wanne	Graben	Oberhang	Unterhang	Mittelhang	Hangverstellung	Hangverebnung	Kuppe	Rücken	Riedel, Wall	Hangfuß	Schwemm-, -Schutt	Schwemm-, -Schutt

Ausdehnung des
Reliefteiles in m

Kleinrelief

horizontal

vertikal

--	--	--	--

ausgeglichen	1
Rinnen,Gräben	2
Buckel,Schichtköpfe	3
Blockflur	4

lt.geologischer Karte

Grundgestein
lt. Geländebefund

Deckschichten

Bodenhydrologische Verhältnisse

Grundwasserstand
cm

Wasserhaushaltsstufen

1	Oberflächenabfluß	(2 Angaben möglich)
2	Oberflächenzuluß	
3	Grundwasser	
4	Stauwasser, Trockenphase überwiegt	
5	Stauwasser, Trocken- und Naßphase gleich	
6	Stauwasser, Naßphase überwiegt	
7	Hangwasser	

min max

tro	mä t	mä f	fri	sehr fri	feucht	naß
1	2	3	4	5	6	7

Gründigkeit des Bodens

bis 15 cm	15-30	30-60	60-120	< 120 cm
1	2	3	4	5

Standort des Probenbereiches weicht von der Gesamtfläche bzw. Flächenmittelpunkt ab

Witterung der Vorperiode _____

Bodenvegetation:

Vegetationstyp

--	--	--

[illegible]

Abbildung 1.2: Erhebungsblatt: Standortbeschreibung und Vegetationsaufnahme

2. Bodenansprache

Bodentyp

Humusform

Humusprofil

Horizont	Horizont mächtig- keit von-bis in cm	Material z.B. Fi-Streu Gras- wurzelfilz	Lagerung							Durchwurzelung					Schmierig- keit		
			1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	ja	nein
			locker	verklebt	schichtig	bruchbar	brüchelig	kompakt	anderes	nicht dw.	schwach	mittel	stark	sehr stark	Wurzelfilz		

Mineralboden

Horizont	Horizontmächtigkeit von-bis in cm	Horiz. abgr.		Bodenart	Skelettgehalt			Bodenfarbe	Fleckung				Karbonate	Struktur +	
		Deutlichkeit	Form		Anteil	Art	Anteil		Häufigkeit	Kontrast	Häufigkeit	Kontrast		ja	nein

+) Strukturangabe fakultativ, nach Maßg.d.Möglichk.

Ergänzende Beobachtungen

3. Bodenproben

A. Humusauflage

Anzahl d. Rahmen 25 x 25

Probe Nr.	Mächtigkeit cm	Trockengewicht der Probe (g)	Auflage Trockengew. kg / m ²
Profil 1	Mittel		
Profil 2			
Profil 3			

stark umrandete Felder
nur vom Labor auszufüllen

B. Mineralboden

Probe Nr.	Tiefenstufe	Anmerkung
	0 - 10 cm	
	10 - 20 cm	
	20 - 30 cm	
	30 - 50 cm	

C. Lage der Probestellen

	N-Winkel(g)	Distanz (m)	Bezugsp.
Profil 1			
Profil 2			
Profil 3			

Österreichischer Waldbodenkataster FBVA

Abbildung 1.3: Erhebungsblatt: Profilbeschreibung

2 Bodenprobennahme

Auflagehumus

Es wurden mindestens drei, bei geringer Auflagemächtigkeit eine größere Anzahl von Humusproben mittels Stechrahmen (25 x 25 cm) volumsgerecht entnommen und zu einer Mischprobe pro Probefläche, welche sämtliche humose Auflagehorizonte beinhaltet, vereinigt. Aufgrund der volumsgerechten Probennahme können die Elementmengen pro Flächeneinheit errechnet werden.

Mineralbodenproben

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 gewonnen. Das Probenmaterial wurde, um den Streuungsfehler zu verringern, jeweils aus allen 4 Profilwänden entnommen. Elementmengen pro Flächeneinheit können unter Berücksichtigung des im Zuge der Bodenprofilbeschreibung geschätzten Skelettgehalts und des von Bodentyp und Bodenart abhängigen Raumgewichts geschätzt werden.

Die Probennahme nach geometrischen Horizonten wurde nach eingehenden Diskussionen deshalb gewählt, weil nur sie die räumliche und zeitliche Vergleichbarkeit der Analysendaten sicherstellt, auch dann, wenn die diagnostischen Bodenhorizonte zwischen den Einzelprofilen stark variieren (dieser Fall konnte durch die Auswahl homogener Teilbereiche der Probeflächen eingeschränkt werden) und sich über den Zeitablauf ändern. Das Problem unterschiedlicher Probennahme infolge divergierender Ansprache der bodendiagnostischen Horizonte durch verschiedene Aufnahmeteam wird vermieden. Ein weiterer Vorteil der tiefenstufenorientierten Probenwerbung liegt in den für alle Bodentypen gleichen kartographischen Darstellungsmöglichkeiten sowie in der besseren statistischen Bearbeitbarkeit. Alle diese Argumente tragen dazu bei, auch bei internationalen Bodenuntersuchungsnetzen die tiefenstufenorientierte Probennahme zu bevorzugen.

Die Nachteile einer Beprobung nach geometrischen Horizonten liegen in der Mischung von Material aus verschiedenen *genetischen* Horizonten zu einer Probe. Damit werden die spezifischen Eigenschaften der Einzelhorizonte verwischt. Auch die Merkmale der Bodenprofilbeschreibung, die nach genetischen Horizonten erhoben werden, verlieren den direkten Bezug zur chemischen Analyse.

3 Bodenanalytik

Die verwendete Analysenmethodik lehnt sich an die Broschüren „Waldbodenuntersuchung“ (BLUM et al., 1986) und „Bodenzustandsinventur“ (BLUM et al., 1989) an. Die in diesen Arbeiten angeführten Methoden liegen großteils als ÖNORM vor.

Für die Analyse wurde der lufttrockene Feinboden (Siebung auf ≤ 2 mm) herangezogen. Für die Bestimmungen von organischem Kohlenstoff, Gesamt-Stickstoff, Gesamt-Schwefel und Karbonat wurde der Boden zusätzlich feinvermahlen.

Folgende Parameter wurden analysiert:

pH (CaCl_2) - potentielle Acidität: 10 g Mineralboden (2 g Auflagehumus) wurden mit 25 ml 0,01 mol/l CaCl_2 -Lösung versetzt (ÖNORM L 1083).

pH (H_2O) - aktuelle Acidität: 10 g Mineralboden (2 g Auflagehumus) wurden mit 25 ml entionisiertem Wasser versetzt (ÖNORM L 1083).

Karbonat: Gasvolumetrische Bestimmung nach Scheibler (ÖNORM L 1084).

Organischer Kohlenstoff: Es wurde der Gesamt-Kohlenstoff durch Verbrennung der Proben im O_2 -Strom und nachfolgender IR-Detektion des gebildeten CO_2 bestimmt. Bei karbonathaltigen Böden wurde der Karbonat-Kohlenstoff abgezogen (ÖNORM L 1080).

Gesamt-Stickstoff: Bestimmung nach Kjeldahl (ÖNORM L 1082).

Gesamt-Schwefel: Bestimmung durch Verbrennung der Probe im O_2 -Strom und IR-Detektion des gebildeten SO_2 . Es wurde nur der Auflagehumus analysiert.

Mineralische Nähr- und Schadelemente im Säureaufschluß: Im Säureaufschluß wird annähernd der Gehalt an Nähr- und Schadelementen erfaßt, der mittelfristig aus physikalischer und chemischer Verwitterung von Primärmineralen freigesetzt wird bzw. aus Immissionen stammt. Die Methode dient daher zur Beurteilung des Vorrates an Nähr- und Schadelementen eines Standortes und des Auftretens allfälliger Intoxikationen durch bodenbürtige oder immittierte Schadelemente.

2 g Probe wurden mit 16 ml eines Säuregemisches aus 5 Teilen Salpetersäure und 1 Teil Perchlorsäure erhitzt. Der fertige Säureaufschluß wurde mit entionisiertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt (ÖNORM L 1085). Darin wurden bestimmt: P, K, Ca, Mg, Fe (Angabe dieser Elemente in Oxidform) sowie Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Pb, Cd. Im Auflagehumus wurde zusätzlich Al analysiert. P wurde als Farbkomplex mittels Spektralphotometer, die übrigen Elemente mit einem Atomabsorptionsspektrometer bestimmt. Mit Ausnahme von Cd, welches im Graphitrohr analysiert wurde, wurden alle anderen Elemente in der Flamme gemessen.

Austauschbare Kationen - Kationenaustauschkapazität: Die austauschbaren Kationen und die Kationenaustauschkapazität werden in Mineralböden, nicht jedoch im Auflagehumus bestimmt. Für Böden mit pH-Werten (in $CaCl_2$ -Lösung) $\geq 6,5$ wurde mit einer gepufferten (mit Triethanolamin auf pH 8,2) 0,1 mol/l $BaCl_2$ -Lösung ausgetauscht; für Böden mit pH-Werten (in $CaCl_2$ -Lösung) $< 6,5$ wurde ungepufferte 0,1 mol/l $BaCl_2$ verwendet. 5 g Boden wurden mit 100 ml Extraktionslösung geschüttelt (ÖNORM L 1086).

Im gepufferten Extrakt wurden nur K^+ , Ca^{++} und Mg^{++} , im ungepufferten Extrakt zusätzlich H^+ sowie Fe, Mn und Al als Fe^{+++} , Mn^{++} und Al^{+++} analysiert. (Im gepufferten Extrakt können die Gehalte an H^+ , Fe -, Mn - und Al -Ionen als „Null“-Werte angesehen werden.) H^+ wurde mit einem pH-Meter, die übrigen Kationen mit einem Atomabsorptionsspektrometer bestimmt.

Aus diesen Einzelbestimmungen wurden die Kationenaustauschkapazität (KAK) als Summe sämtlicher Kationen, die Basensumme (S-Wert) als Summe von K, Ca und Mg, die Basensättigung (V-Wert) als Prozentanteil des S-Wertes an der KAK, sowie der Prozentanteil der einzelnen Kationen an der KAK errechnet.

Zur Absicherung der Ergebnisse wurde die Kationenaustauschkapazität neben der Aufsummierung der einzelnen Kationen zusätzlich durch Rücktausch des eingetauschten Ba (mit 0,2 mol/l HCl) bestimmt. Bei karbonathaltigen Böden wurden mit Hilfe dieses Rücktausches wegen nicht zu verhindernder Lösung von Ca und Mg deren gemessene Werte korrigiert. In Anlehnung an KESSEBA (1962), wurde folgendermaßen vorgegangen: Bei den gepufferten Extrakten wurde der Rücktausch des Ba als 100 % Austauschkapazität angesehen, der ausgetauschte K-Wert wurde unverändert gelassen und die ausgetauschten Ca- und Mg-Gehalte wurden proportional zum (geringeren) Ba-Rücktausch korrigiert.

Die Angaben erfolgen in Millimol Ionen-Äquivalent (mmol IEq) pro 100 g Feinboden.

Korngrößen: Es wurde eine kombinierte Sieb- und Sedimentationsmethode angewandt (ÖNORM L 1061). Es wurde nur die Tiefenstufe 30-50 cm analysiert. Diese wurde aufgrund ihres relativ geringen Gehaltes an organischer Substanz gewählt. War die Probe dennoch humus- und/oder karbonatreich, wurde die Bestimmung der Korngrößen unterlassen. 6 Fraktionen wurden bestimmt:

Sand:	200-	2000 µm	63	-	200 µm		
Schluff:	20-	63 µm	6,3	-	20 µm	2-	6,3 µm
Ton:	0-	2 µm					

Absicherung der Methodik

Das bodenchemische Labor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien überprüft durch die Teilnahme an verschiedenen nationalen und internationalen Ringanalysen (ALVA Fachgruppe Boden, ASAC Arbeitsgruppe Atomspektroskopie, ECE/ICP-Forest) seine Analytik. Zusätzlich wurden Standardböden und Standardreferenzmaterialien (CEC S 1, CEC S 7, CEC SO4) zur Methodenabsicherung eingesetzt.

Bodenprobenbank

Von sämtlichen Auflagehumus- und Mineralbodenproben werden Restmengen aufbewahrt. Diese Proben sollen Analysen auch zu anderen Fragestellungen ermöglichen. Außerdem dienen sie als Referenzmaterial, um bei den beabsichtigten periodischen Wiederholungsaufnahmen Änderungen der Analysenergebnisse, bedingt durch mögliche Unterschiede in der Aufschluß- oder Analysetechnik, erkennen und von tatsächlich eingetretenen Veränderungen des chemischen Bodenzustandes unterscheiden zu können.

4 Datenverwaltung und Auswertung

4.1 Datenverwaltung

Die Datenspeicherung, Datenverwaltung und Auswertung erfolgte auf dem VAX-Cluster der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (1 Microvax 3300, 1 Microvax 4000). Sämtliche Daten sind nach Sachgebieten getrennt in Datenbanktabellen gespeichert. Aus der Datenstruktur heraus ergab sich die Zusammenfassung von Standortparametern, Bodenprofilbeschreibungen, Humusanspracheparametern und den Werten der chemischen Analyse zur bodenkundlichen Datenbank GEA und der Vegetationsaufnahmen mit den zugehörigen ökologischen Zeigerwerten zur vegetationskundlichen Datenbank FOREC (Abbildung I.4).

Dies erfolgte bis 1989 mittels an der FBVA entwickelter Software und wurde 1990 durch das relationale Datenbanksystem ORACLE komplettiert.

Die Implementierung des Systems erlaubt die verknüpfte Auswertung der einzelnen Sachgebiete. Mehrere Ordnungsvariablen und Verknüpfungsroutinen gewährleisteten darüber hinaus die Verbindung zu Daten anderer Erhebungssysteme (z.B. des Bioindikatornetzes, der Forstinventur und der regionalen Verdichtungsnetze).

Die codiert erfaßten Standorts- und Bodenprofilbeschreibungen können durch ein Decodierungsprogramm in Reinschrift ausgegeben werden. Analog dazu können auch die Analysendaten alleine oder in Verbindung mit Standortdaten nach ökologischen oder geographischen Gegebenheiten sortiert ausgegeben werden.

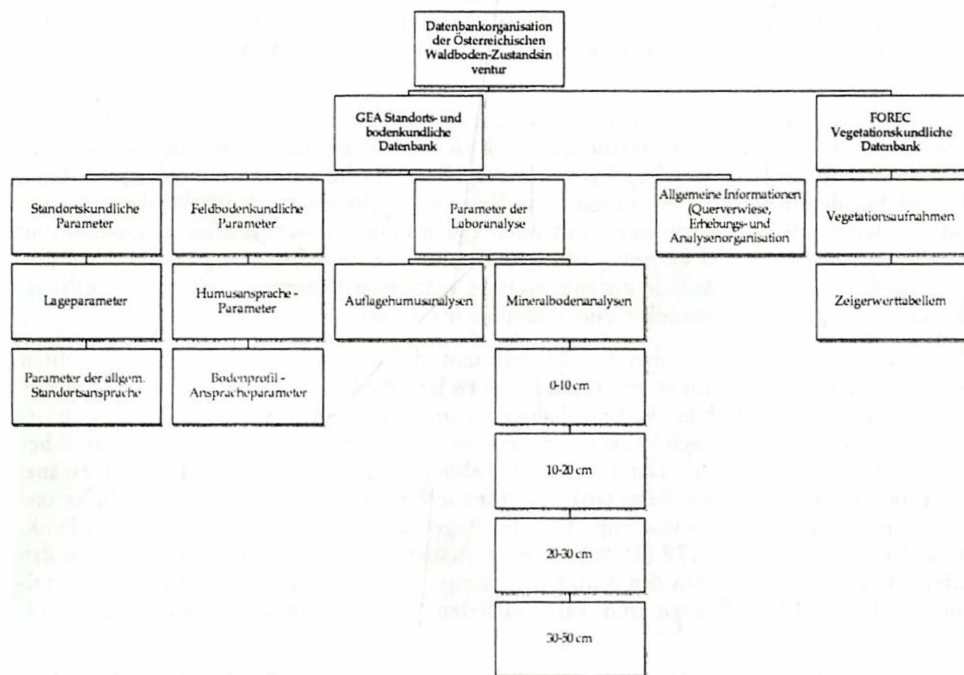


Abbildung 1.4: Überblick über die Datenbankorganisation

Die kartographischen Darstellungen einzelner Parameter erfolgten mittels an der FBVA hergestellter Software, die auf dem Grafiksystem GKS aufbaut, auf einem A0-Elektrostatplotter. Rechenoperationen wurden mit den Statistikpaketen GENSTAT, SPSS oder direkt in der Datenbank durchgeführt.

Bei der vegetationskundlichen Auswertung werden Clusteranalysen, Hauptfaktorenanalyse, Korrelationsanalyse und kanonische Korrespondenzanalyse aus den Programmpaketen TWINSPAN, CANOCO und MULVA-4 angewandt.

Die arithmetischen Mittel für die ökologischen Zeigerwerte wurden im Programm OEK-SYN (SPATZ et al., 1979) und in ORACLE gerechnet.

4.2 Auswertemethodik

Bodenkundliche Daten

Konzeption und Ablauf der Auswertung zeigt Abbildung 1.5. Die Rohdaten von Standortserhebung, Bodenansprache und -analyse wurden nach formaler und sachlicher Korrektur in die Datenbank GEA übertragen. Um einen ökologischen Überblick zu geben, wurden, soweit sinn-

voll, alle Parameter über folgende Merkmale stratifiziert: Bodentypengruppen, Großlandschaften sowie eine Teilung der Bodenprofile in karbonatbeeinflusste und karbonatfreie.

Für die Kollektive „karbonatfrei“ bzw. „karbonatbeeinflusst“ Böden werden folgende statistische Kenngrößen angegeben: 10er Perzentil, Median, 90er Perzentil, Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung. Für die restlichen Stratifizierungsmerkmale wird der Median angegeben.

Zur Analyse der Bodenproben wurden für karbonatbeeinflusste und karbonatfreie Böden z.T. unterschiedliche (modifizierte) Methoden eingesetzt. Diese bei der Laborarbeit notwendige Differenzierung stellt in der Regel auch in der Natur ein klares Unterscheidungsmerkmal dar, welches deutlicher als viele andere Stratifizierungsmerkmale auftritt: Karbonathaltige Böden unterscheiden sich nicht nur durch ihren Chemismus von karbonatfreien, sondern sind zumeist auch trockener und wärmer. Diese grundlegenden chemischen und physikalischen Unterschiede haben auch zur Ausbildung entsprechend adaptierter Vegetation geführt: die calcicolen und calcifugen bzw. basiphilen und acidophilen Pflanzen.

Als „karbonatbeeinflusst“ wurden Profile definiert, die in zumindest einer der beprobten Bodenschichten Karbonat aufweisen. Dazu kommen jene Profile, in denen zwar kein Karbonat gefunden wurde, die jedoch auf karbonathaltigem Ausgangsgestein gelegen sind, da auch tieferliegendes Karbonat ökologisch wirksam ist und den Standort beeinflusst. Es wurden daher neben dem Karbonatgehalt die Daten der Felderhebung (Bodentyp, Ausgangsmaterial), ergänzt durch die pH-Werte und die Basensättigung, für die Aufspaltung in karbonatbeeinflusste und karbonatfreie Standorte berücksichtigt. Von den insgesamt 511 bodenchemisch erfaßten Punkten zählen somit insgesamt 178 (35 %) zu den karbonatbeeinflussten, und 333 (65 %) zu den karbonatfreien Standorten. Aus den Kartendarstellungen VI.5 und VI.6 ist die räumliche Verteilung der karbonatbeeinflussten und karbonatfreien Probestellen ersichtlich (MUTSCH, 1992b).

Um ausreichend besetzte Kollektive zu beschreiben und zum Zwecke der Übersichtlichkeit wurden verschiedene Bodentypen und Wuchsräume zusammengefaßt. Die Vorgangsweise zur Erstellung dieser Gruppierung ist in ENGLISCH (1992) erläutert.

Soweit zur Abgrenzung von Gruppen statistische Tests zur Anwendung kamen, wurde verteilungsfreies Verfahren, wie dem U-Test nach Wilcoxon, Mann & Whitney (MANN & WHITNEY, 1947) der Vorzug gegeben.

Die Konzeption der im weiteren geplanten Arbeitsschritte für die Bearbeitung regionaler oder sachliche Teilaspekte zeigt der untere Abschnitt von Abbildung I.5. Mit Hilfe direkter und indirekter Clusterverfahren wird versucht werden, Faktorengruppen, welche auf den Zustand des Waldbodens Einfluß nehmen, und vor allem deren gegenseitige Abhängigkeiten zu beschreiben. Erste Ergebnisse dieses Auswerteverfahrens sind bereits in Teil IV dieses Bandes eingeflossen (MUTSCH, 1992a).

Vegetationskundliche Daten

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen folgt EHRENDORFER (1973) und den Ergänzungen dazu (GUTERMANN & al., 1976), die der Moose FRAHM & FREY (1983) und jene der Flechten überwiegend POELT (1966) und POELT & VEZDA (1980, 1981).

Für die vegetationskundliche Auswertung mußten die in Zehntel angegebene Flächenanteile der einzelnen Baumarten, die von der allgemeinen Flächeneinrichtung des WBS übernommen wurden, in Abundanz/Dominanzwerte nach BRAUN-BLANQUET umgerechnet werden.

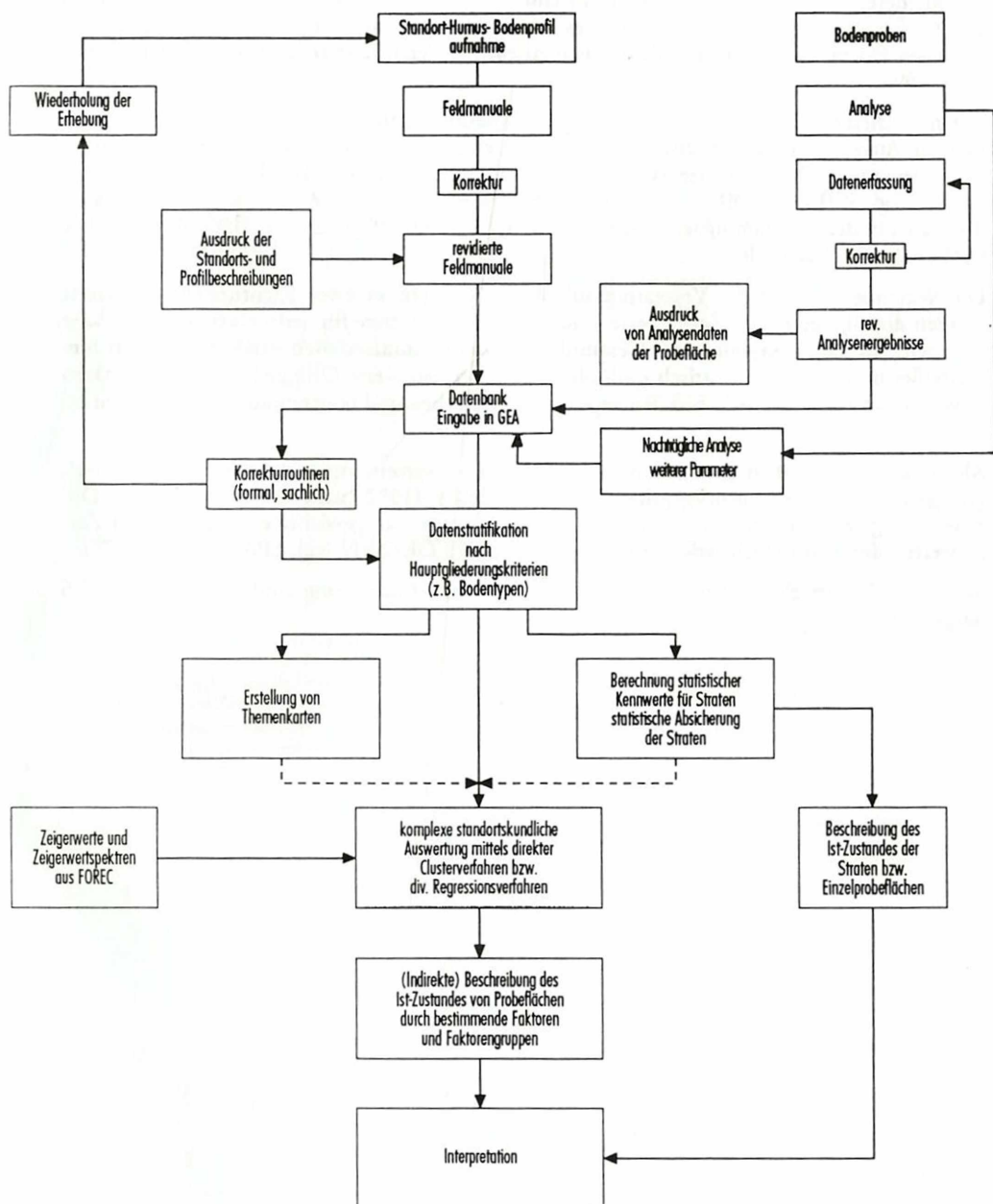


Abbildung 1.5: Ablauforganisation der Auswertung der Waldboden-Zustandsinventur

Der Großteil der im Gelände nicht ansprechbaren Pflanzen wurden an der FBVA bestimmt. Ein kleinerer Teil der Moose sowie der Flechten wurde extern revidiert oder bestimmt. Rund 20 000 Einzelangaben wurden - soweit es beurteilbar war - auf ihre Validität überprüft. In manchen Fällen war eine Kontrollaufnahme zu einer anderen Jahreszeit notwendig (vgl. KARRER, 1991).

Die nach diesen Kontrollen definitiven Vegetationsaufnahmen wurden in das vegetationsökologische Auswertungspaket FOREC an der FBVA eingegeben. Nach der Transformation in jeweils geeignete Datenformate (Cornell Condensed Format (vgl. HILL, 1979), MULVA-Format (vgl. WILDI & ORLOCI, 1990), OEKSYN-Format (vgl. SPATZ et al., 1979)) wurden die Daten in den Programmpaketen CANOCO (ter BRAAK, 1988) und MULVA-4 (WILDI & ORLOCI, 1990) behandelt.

Die Weiterbearbeitung der Vegetationsaufnahmen erfolgte in zwei Richtungen: Einerseits wurden die ökologischen Zeigerwerte und Zeigerwertspektren für jede einzelne Aufnahme ermittelt, zum anderen wurde der Gesamtdatensatz einer multivariaten Analyse zugeführt, um Ausreißer und größere, floristisch und/oder ökologisch definierte Gruppen von Probepunkten sowie Zusammenhänge zwischen den vegetationskundlichen und bodenkundlichen Daten zu erkennen.

Als Basis für die Arbeit mit den ökologischen Zeigerwerten wurde auf eine österreichweit gültige Zeigerwertliste zurückgegriffen, die in KARRER (1992) näher beschrieben wird. Die Berechnung der arithmetischen Mittel von ungewichteten und gewichteten ökologischen Zeigerwerten der Krautschicht erfolgte mit dem Programm OEKSYN (vgl. SPATZ et al., 1979).

Sämtliche Arbeitsschritte bei der vegetationskundlichen Auswertung sind in Abbildung 1.6 dargestellt.

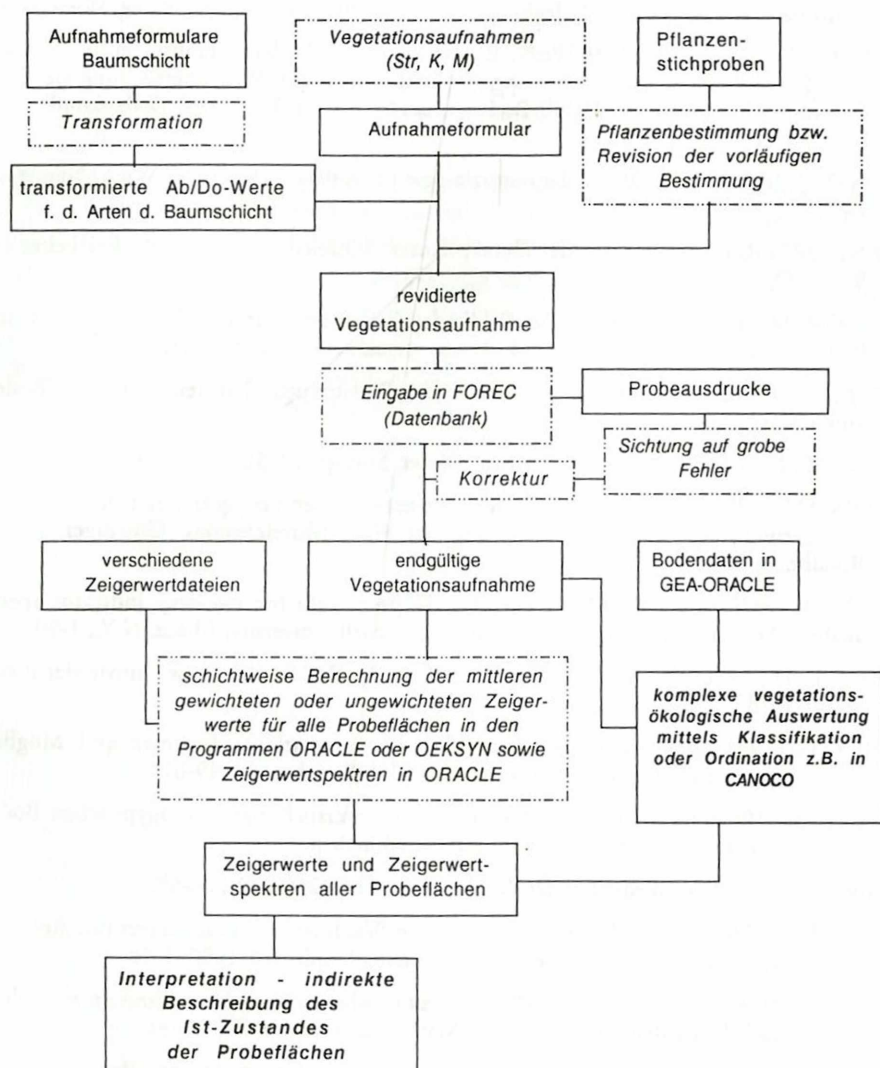
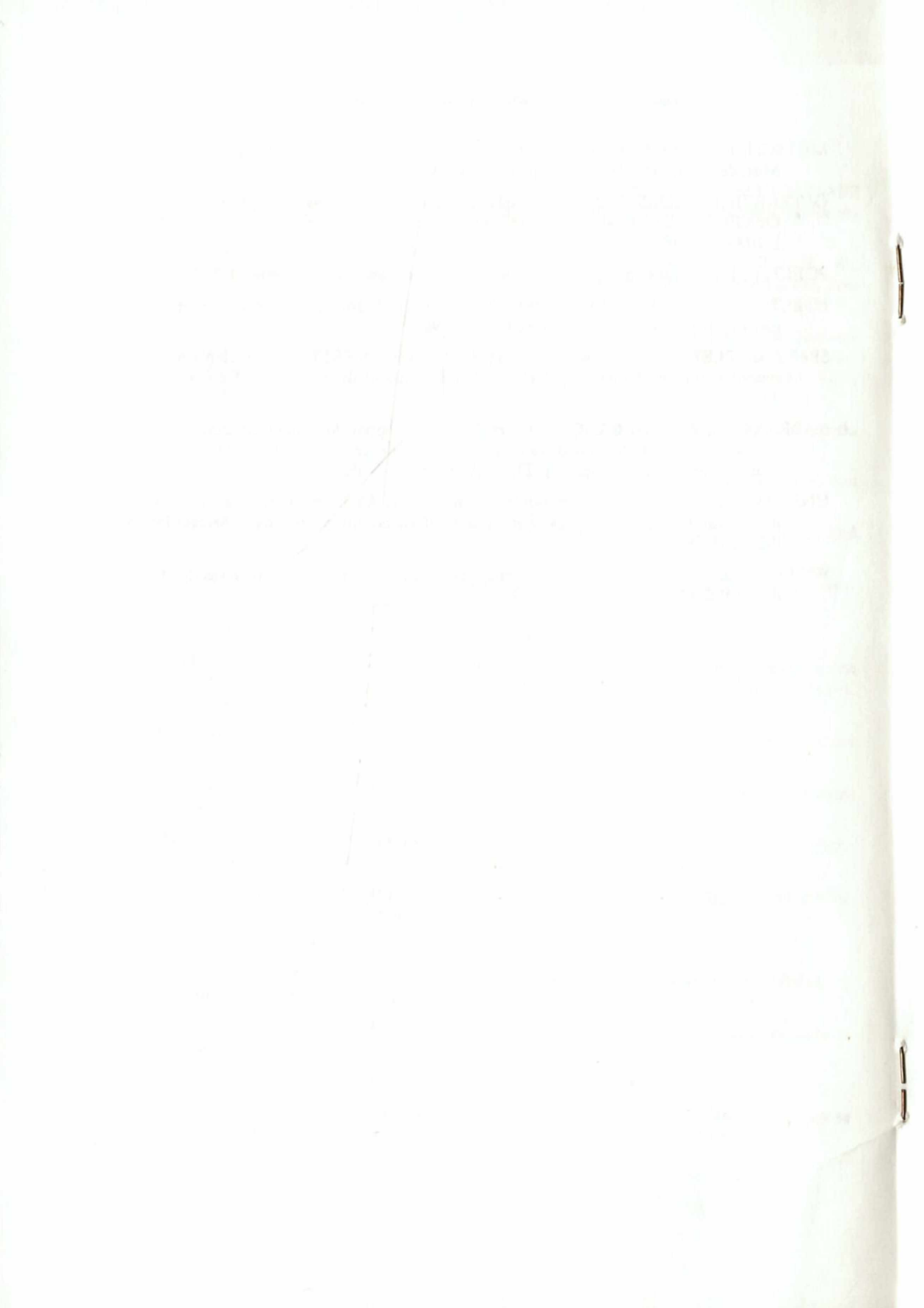


Abbildung 1.6: Ablauforganisation der vegetationsökologischen Auswertung der Waldboden-Zustandsinventur

5 Literaturverzeichnis

- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG, 1980: Forstliche Standortsaufnahme. 4. Auflage, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup.
- BLUM, W.E.H., DANNEBERG, O.H., GLATZEL, G., GRALL, H., KILIAN, W., MUTSCH, F. & STÖHR, D., 1986: Waldbodenuntersuchung, Geländeaufnahme, Probennahme, Analyse. Österr. Bodenkundl. Ges., AG Waldbodenuntersuchung, Wien, 1-59.
- BLUM, W.E.H., SPIEGEL, H. & WENZEL, W.W., 1989: Bodenzustandsinventur: Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgehensweise in Österreich. ARGE Bodenzustandsinventur der Österr. Bodenkundl. Ges., Hrg: BMLF, Wien, 1-95.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie (3. Auflage). Springer, Wien, New York, 1-865.
- EHRENDORFER, F., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. (2.Aufl., bearbeitet von W.GUTERMANN). G.Fischer, Stuttgart, 1-318.
- ENGLISCH, M., 1992: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur, Teil II: Standorts- und Bodenbeschreibung. Mitt. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Band 168, 23-44.
- FINK, J., 1969: Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs. Österr. Bodenkundl. Ges., Heft 13, Wien, 1-94.
- FRAHM, J.P. & FREY, W., 1983: Moosflora. Ulmer, Stuttgart, 1-522.
- GUTERMANN, W., 1975: Übersicht einiger ergänzter Sippen und geänderter Namen in den Markierungsformularen zur Kartierung der Flora Mitteleuropas. Göttinger Florist. Rundbr., 9: 44-52.
- HILL, M.O., 1979: TWINSPLAN: a FORTRAN program for two-way indicator species analysis. Section of Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, N.Y., 1-90.
- HUFNAGL, H., 1970: Der Waldtyp - ein Behelf für die Waldbaudagnose. Innviertler Presseverein, Ried i. I., 1-223.
- KARRER, G., 1991: Waldbodenzustandsinventur. Die Vegetationsaufnahmen und Möglichkeiten ihrer forstökologischen Auswertung. FBVA-Berichte, 49: 49-61.
- KESSEBA, A., 1962: Enzymatisch-bodenkundliche Untersuchungen an ägyptischen Böden. Dissertation an der Technischen Hochschule München.
- KILIAN, W., 1972: Die Gliederung der Wuchsräume. ÖFZ 25(1972), 64-69.
- KILIAN, W. & MAJER, C., 1990: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Feldarbeit und Probennahme. FBVA-Berichte, Sonderheft 1990: 1-58.
- MANN, H.B. & WITHNEY, D.R., 1947: On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. Ann. Math. Statist. 18 (1947), 58-60.
- MUNSELL SOIL COLOR CHARTS, 1975: Munsell Color Company, Inc., Baltimore.
- MUTSCH, F., 1992a: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur, Teil IV: Lithogene Hauptnährstoffe. Mitt. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Band 168, 59-88

- MUTSCH, F., 1992b: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur, Teil VI: Schwermetalle. Mitt. der Forstl. Bundesversuchsanstalt, Band 168, 145-192.
- ÖSTERREICHISCHES NORMUNGsinstitut (Hrsg.), 1989: ÖNORM L 1061. ÖNORM L 1075. ÖNORM L 1082. ÖNORM L 1083. ÖNORM L 1084. ÖNORM L 1085. ÖNORM L 1086.
- POELT, J., 1966: Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. Cramer, Lehre, 1-757.
- POELT, J. & VEZDA, A., 1977(+1981): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. Ergänzungsheft I(+II). Cramer, Lehre, 1-258 (+390).
- SPATZ, G., PLETL, L. & MANGSTL, A., 1979: Programm OEKSYN zur ökologischen und synsystematischen Auswertung von Pflanzenbestandsaufnahmen. Scripta Geobot., 9: 29-38.
- ter BRAAK, C.J.F., 1987: CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by partial, detrended, canonical correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis. TNO, Wageningen, 1-95.
- UNEP/ECE, 1991: Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Secretariate of the UN-ECE. Genf.
- WILDI, O. & ORLOCI, L., 1990: Numerical exploration of community patterns. SPB Academic Publishing, The Hague, 1-124.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [168](#)

Autor(en)/Author(s): Englisch Michael, Karrer Gerhard, Mutsch Franz

Artikel/Article: [Sonderdruck aus: Österreichische Waldboden-Zustandsinventur Ergebnisse. Waldbodenbericht I. Band 1-22](#)