

## 6 Standorts- und bodenkundliche Untersuchungen (Franz Mutsch & Michael Englisch)

### 6.1 Standortkundliche Erhebung

Die standortkundlichen Aufnahmen umfassen neben den Lageinformationen die Reliefbeschaffenheit (Reliefform, Reliefausdehnung, Mikrorelief), Hangneigung, geologische Verhältnisse, Bodengründigkeit, die bodenhydrologischen Verhältnisse (Stau- und Oberflächenwassereinfluß, Grundwasserstand) und den Wasserhaushalt. Der Bodentyp wurde nach der österreichischen Bodensystematik und der FAO-Bodensystematik klassifiziert, die Humusformen wurden nach der österreichischen Systematik klassifiziert. In den Abbildungen sind die genetischen Horizonte beschrieben (⇒ **BODEN, HORIZONTE'**) und die wesentlichsten chemischen Eigenschaften dargestellt. Detaillierter sind die Darstellungen nach geometrischen Tiefenstufen (⇒ **BODEN, TIEFENSTUFEN'**).

Zusätzlich werden die folgenden humus- und bodenkundlichen Einzelmerkmale angeführt:

► In den Auflage- (Humus-)horizonten: Horizontbezeichnung, Horizontmächtigkeit, Lagerung, Durchwurzelung, Schmierigkeit und Ausgangsmaterialien der Humusbildung.

## 6 Site and soil survey (Franz Mutsch & Michael Englisch)

### 6.1 Site survey

*In addition to identifying the location, site surveys comprise also information on the relief (form, extension, micro relief), slope, geological conditions, soil depth, soil hydrology (stagnic and gleyic influence, ground water level) and soil moisture class. The soil type was classified according to the Austrian and the FAO soil classification systems. The humus form was classified according to the Austrian classification system. The figures show the genetic horizons (⇒ **BODEN, HORIZONTE'**) and the most important chemical properties. Geometric depth layers are displayed in more detail (⇒ **BODEN, TIEFENSTUFEN'**).*

*In addition, the following humus and soil relevant characteristics are provided.*

► *Organic layer: horizon name, depth, stratification, rooting, smeariness and parent material of humus formation.*

Tab. 4:  
Die Intensivbeobachtungsflächen (Level II) verteilen sich auf folgende Bodentypen (österreichische Bodensystematik und FAO-Systematik) und Humusformen:

Table 4:  
The permanent observation plots (level II) comprise the following soil types (Austrian soil classification and FAO-taxonomy) and humus forms:

Bodentyp	Soil type	Anzahl Flächen Number of plots
Felsbraunerde aus ärmerem Silikatgestein	Dystric Cambisols on rock material	3
Felsbraunerde aus reicherem Silikatgestein	Eutric Cambisols on rock material	5
Semipodsol	Cambic Podzols	3
Lockersediment-Braunerde	Cambisols on fine sediments	2
Pseudogleye	Planosols, Stagnic Fluvisols	2
Rendsina	Rendzic Leptosols	3
Kalk-Braunlehm	Chromic Cambisol	1
Bachau- (Schwemm)böden	Fluvisols	1
Humusform	Humus form	
Mull	Mull	1
moderartiger Mull	moder-like mull	3
mullartiger Moder	mull-like moder	3
Moder	Moder	8
rohhumusartiger Moder	mor-like moder	1
moderartiger Rohhumus	moder-like mor	1
Rohhumus	Mor	3

► Im Mineralboden: Horizontbezeichnung, Horizontmächtigkeit, Horizontabgrenzung nach Deutlichkeit und Form, Bodenart, Skelettgehalt nach Art und Anteil, Bodenfarbe, Fleckung, Auftreten von Konkretionen, Auftreten von freiem Karbonat, Struktur nach Aggregatform und Deutlichkeit der Ausbildung, die Durchwurzelung und das Auftreten von wichtigen Bodenlebewesen (Regenwürmer).

► *Mineral soil: horizon name, depth, delimitation according to sharpness and form, soil type, content of coarse material according to nature and portion, soil colour, mottling, occurrence of concretions, occurrence of free carbonate, structure according to the form of aggregates and development, the rooting and occurrence of important soil organisms (earthworms).*

## 6.2 Flächendesign und Probenahme

Auf jeder Beobachtungsfläche wurde eine bodenkundliche Teilfläche mit 25x25 m eingerichtet und der Auflagehumus und der Mineralboden, nach Möglichkeit bis 80 cm Tiefe (0 – 5, 5 – 10, 10 – 20, 20 – 40, 40 – 80 cm), beprobt. Bei tiefgründigen Böden konnte die Probenahme mit einem Hohlbohrer durchgeführt werden. Es wurden 16 Proben auf einem quadratischen Raster (Rasterabstand 5 m) entnommen, jeweils vier wurden zu einer Durchschnittsprobe vereinigt.

War keine Probenahme mit dem Hohlbohrer möglich, wurden an vier Eckpunkten der Teilfläche Profilgruben gegraben. Aus den vier Seitenwänden jeder Grube wurde jeweils eine Probe entnommen und zu einer Durchschnittsprobe vereinigt. Unabhängig von den Möglichkeiten der Probenahme standen daher je Tiefenstufe und Probefläche vier Durchschnittsproben für die Analyse zur Verfügung. Der Auflagehumus wurde in allen Fällen an den vier Eckpunkten der Teilfläche mittels Stechrahmen (25 x 25 cm) entnommen.

Die Parallel-Analysen von vier Durchschnittsproben sollen dazu beitragen, das Streuungsmaß der lokalen Inhomogenitäten der Waldböden abzuschätzen. Dadurch kann die Anzahl der für eine bestimmte Fragestellung notwendigen Einzelproben besser festgelegt werden. Wiederholungsbeprobungen im Abstand von fünf bis zehn Jahren dienen dazu, den zeitlichen Trend der verschiedenen Bodenparameter zu erfassen.

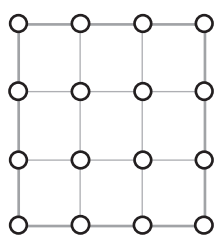
## 6.2 Plot design and sampling

*On each permanent observation plot a surface of 25x25 m was determined for the purpose of soil sampling. Samples were taken from the organic layer and the mineral soil up to a depth of 80 cm, if possible (0 – 5, 5 – 10, 10 – 20, 20 – 40, 40 – 80 cm). On deep soils the samples were taken with a soil core. 16 samples were taken at a square grid (at an interval of 5 m), every four samples were mixed to a combined sample.*

Meßfläche (z.B. 50 x 50 m)  
*Measuring plot (50 x 50 m)*

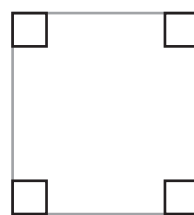
Probenahme mit  
Hohlbohrer

*sampling with  
soil cores*



Profilgruben  
(nicht volumsgerechte  
Probenahme)

*soil pits  
(non volumetric  
soil sampling)*



*If no sampling was possible with the soil core, profile pits were dug out at the four corner points of the subplot. From the four side walls of each pit one sample each was taken for a combined sample. Regardless of the possibilities of sampling, for each depth layer and for each sample plot four combined samples were available. The organic layer was taken in all cases at the four corners of the subplot by means of a sampling*

*frame (25 x 25 cm).*

*The parallel-analyses of four combined samples should contribute to better assessing the spreading of local inhomogenities in the forest soil. Thus, it might be possible to identify in detail the number of the individual samples necessary for the resolution of a specific problem. Replication at an interval of five to ten years will be made in order to record the temporal trends of the different soil parameters.*

### 6.3 Chemische Analysen

Die bodenchemischen Parameter dienen der Charakterisierung der Beobachtungsflächen und geben Auskunft über die Waldernährung (den „verwitterbaren“ Vorräten an Nährelementen, den austauschbaren und für die Pflanzen potentiell aufnehmbaren Anteilen an Kationen, den Säurestatus und das Puffervermögen [Carbonat-Gehalt, pH und Kationen-Austauschkapazität] sowie über den Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt). Auch allfällige Schwermetalleinträge in den Waldboden können dadurch erfaßt werden.

Folgende Parameter wurden analysiert:

► **Allgemeine Parameter:**

pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, Carbonat, C<sub>org</sub>, N<sub>tot</sub>

► **Nährelemente und Schwermetalle**

im Säureauszug („der verwitterbare Vorrat“):

P, K, Ca, Mg, Fe; Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Pb, Cd;

im Auflagehumus auch Al

► **Austauschbare Kationen:**

K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>; Mn<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, Al<sup>+++</sup>, H<sup>+</sup>; RT (Rücktausch)

► **Korngrößenverteilung:**

Sand (≥0,063 - <2,000 mm), Schluff (≥0,002 - <0,063 mm), Ton (<0,002 mm)

Sämtliche angewandten Analysenmethoden stimmen mit den im Manual vorgeschlagenen Referenzmethoden entweder überein oder sind mit diesen zumindest vergleichbar. Analysiert wurde in allen Fällen der lufttrockene Feinboden (< 2 mm); die Bezugsbasis ist ofentrocken (105 °C).

Die pH-Werte wurden in H<sub>2</sub>O und in einer 0,01 mol/l CaCl<sub>2</sub>-Lösung bestimmt; vom Auflagehumus wurden 2 g, vom mineralischen Feinboden 10 g mit 25 ml H<sub>2</sub>O bzw. CaCl<sub>2</sub>-Lösung versetzt. Die Suspension wurde gut durchmischt und der pH-Wert frühestens nach zwei Stunden, längstens aber nach 24 Stunden nach nochmaliger kräftiger Durchmischung gemessen. Carbonat wurde gasvolumetrisch nach SCHEIBLER bestimmt. C<sub>org</sub> und N<sub>tot</sub> wurden gemeinsam mittels Elementaranalyse (LECO CN 2000) analysiert. Die verwitterbaren Vorräte an Nährelementen und Schwermetallen sowie Al wurden im Säureauszug (Gemisch aus Salpetersäure [5 Teile] und Perchlorsäure [1 Teil]) gemessen. Zur Erfassung der austauschbaren Kationen und der Kationenaustauschkapazität wurden 5 g Boden mit 0,1 molarer ungepufferter BaCl<sub>2</sub>-Lösung versetzt, über Nacht stehen gelassen und am nächsten Tag zwei Stunden ge-

### 6.3 Chemistry analyses

Soil chemical parameter are used to characterize the monitoring plots and provide information on the forest nutrition status. (the „weatherable“ pools on nutrient elements, the exchangeable and potentially uptakeable cation portions, the acid status and the buffer capacity [Carbonate-content, pH-value and cation-exchange capacity]. Information is provided also concerning the carbon and nitrogen cycle). In addition, important heavy metal inputs can be identified in the soil using this method.

The following parameters were analysed:

► **General parameters:**

pH-H<sub>2</sub>O, pH-CaCl<sub>2</sub>, Carbonate, C<sub>org</sub>, N<sub>tot</sub>

► **Nutrient elements and heavy metals in acid extraction („the weatherable pool“):**

P, K, Ca, Mg, Fe; Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Pb, Cd; in organic layers also Al

► **Exchangeable cations:**

K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>; Mn<sup>++</sup>, Fe<sup>+++</sup>, Al<sup>+++</sup>, H<sup>+</sup>; RT (back exchange)

► **Particle size:**

sand (≥0,063 - <2,000 mm), silt (≥0,002 - <0,063 mm), clay (<0,002 mm)

Most applied methods correspond to or are comparable with the reference methods proposed in the Manual. In all cases, the air dried fine soil (< 2 mm) was analysed; the reference base was oven dry (105 °C).

The pH-values were determined in H<sub>2</sub>O and in a 0,01 mol/l CaCl<sub>2</sub>-solution. From 2 g of the organic layer and 10 g mineral fine soil a 25 ml H<sub>2</sub>O or CaCl<sub>2</sub>-solution was prepared. The suspension was well shaken and the pH-value was measured after two hours at the earliest and 24 hours at the latest, after shaking well again. The gas volume of carbonate was determined according to SCHEIBLER. C<sub>org</sub> and N<sub>tot</sub> were analysed jointly by means of elemental analysis (LECO CN 2000). The weatherable stocks on nutrient elements and heavy metals as well as Al were measured in the acid extract (mixture of nitric acid [5 parts] and perchloric acid [1 part]). In order to identify the exchangeable cations and the cation exchange capacity 5 g soil were mixed with 0,1 molar non buffered BaCl<sub>2</sub>-solution, left over night and shaken for two hours the next day. The subsequent analysis of nutrient elements and heavy metals in the acid extract

schüttelt. Die anschließende Analyse der Nährelemente und Schwermetalle im Säureauszug sowie der austauschbaren Kationen erfolgte mittels eines sequentiellen Plasmaemission-Spektrometers (VARIAN 200). Die Korngrößen wurden mittels kombinierter Sieb- und Sedimentationsmethode bestimmt.

#### 6.4 Ergebnisse

Im Datenteil des Bandes werden neben einer Schemazeichnung des Profils und einer Profilbeschreibung nach der Österreichischen Bodensystematik die Daten der chemischen Analyse, sowohl auf genetische Horizonte als auch auf Tiefenstufen bezogen, dargestellt. Zur besseren Lesbarkeit sind die Meßwerte für die einzelnen Horizonte bzw. Tiefenstufen mit farbcodierten Linien verbunden. Die dargestellten Meßwerte stellen Einzelwerte (Horizonte) bzw. Mittelwerte aus den Messungen von 4 Durchschnittsproben (Tiefenstufen) dar. Für einige Schlüssel-Merkmale (pH-Wert,  $C_{org}$ ,  $N_{tot}$ , C/N-Verhältnis, Basensättigung) ist für jede Tiefenstufe zusätzlich die Standardabweichung aufgetragen.

Die Böden der drei Beobachtungsflächen Grimmenstein (07), Mürzzuschlag (15) und Ehrwald (18) sind carbonathaltig. Entsprechend hoch sind dort die pH-Werte ( $CaCl_2$ ) im Mineralboden – meist über pH 6 oder auch pH 7. Im Auflagehumus hingegen sinken sie bis unter pH 5. Auf den restlichen, carbonatfreien Beobachtungsflächen bewegen sich die pH-Werte zwischen 2,7 und 4,8, die Basensättigung zwischen 2 % (Zillertal 19) und rund 90 % (Unterpullendorf 02, Pöggstall 06, Klausenleopoldsdorf 09 und Jochberg 17). Auf zwei Probenflächen (Mondsee 11 und Zillertal 19) liegt die Basensättigung im gesamten Profil unter 10 %; die Mg-Sättigung im Zillertal (19) beträgt dabei durchwegs nur 1 %. Gemeinsam mit der Fläche Hochhädrich (20) mit extrem niedriger Basensättigung von < 6 % ab 5 cm Mineralbodentiefe handelt es sich um die am stärksten versauerten und nährstoffverarmten Böden aller Level-II-Flächen. Schwermetallkontaminationen spielen hingegen keine Rolle, wengleich auf einigen Flächen eine deutliche Abnahme von Blei mit zunehmender Bodentiefe zu verzeichnen ist, was einen Hinweis auf atmogene Einträge darstellt. Auf den Flächen Dobersberg (08) und Mondsee (11) ist Mangelversorgung der Pflanzen an Kupfer nicht auszuschließen.

*as well as the exchangeable cations was done by means of a sequential plasma emission spectrometer (VARIAN 200). The particle size was determined by means of a combined sieve and sedimentation method.*

#### 6.4 Results

*In the second section of this report schematic soil diagrams and soil profile descriptions according to the Austrian soil taxonomy are presented for each plot. In addition chemical data, referring to genetic horizons as well as depth layers for each plot are shown. For better readability the values for the separate horizons and depth layers are connected by colour-coded lines. The presented values are single values (genetic horizons) respectively means from 4 samples (depth layers). Additionally, standard deviations for each depth layer are shown in the graphs for some key parameters (pH-value,  $C_{org}$ ,  $N_{tot}$ , C/N-ratio, base saturation).*

*The soils of the three plots of Grimmenstein (07), Mürzzuschlag (15) and Ehrwald (18) contain carbonate. As a result, pH-values ( $CaCl_2$ ) are rather high in the mineral soil - mostly more than pH 6 or even pH 7. In the organic layer, they are lower than pH 5. On the remaining carbonate free monitoring plots the pH-values are between 2,7 and 4,8, the base saturation is between 2 % (Zillertal 19) and 90 % (Unterpullendorf 02, Pöggstall 06, Klausen-Leopoldsdorf 09 and Jochberg 17). At two plots (Mondsee 11 and Zillertal 19) the base saturation in the whole profile is lower than 10 %; the Mg-saturation is only 1 % on the average in the Zillertal (19). Along with the site Hochhädrich (20) showing extremely low base saturations of < 6 % as of 5 cm mineral soil depth these are the most acidified and nutrient poor soils of all Level-II-plots. Heavy metal contamination plays no major role, regardless of a distinct decline of lead with increasing depth which is an indication of atmogene inputs. At the sites of Dobersberg (08) and Mondsee (11) some insufficient supply of plants with copper cannot be excluded.*