



**FBVA-BERICHTE** Nr. 104/1998

Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien  
Waldforschungszentrum

---

## **Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich**

---

### *Guidelines for Forest Site Mapping in Austria*

M. ENGLISCH & W. KILIAN (Hrsg.)

FDK 101:114.7:(436)

Mitarbeit:

M. GÄRTNER

E. HERZBERGER

F. STARLINGER

**in Kooperation  
mit dem Österreichischen Forstverein**



**Empfohlene Zitierung:**

Anleitung zur Forstlichen Standortkartierung in Österreich / M. Englisch & W. Kilian (Hrsg.) in Kooperation mit dem Österreichischen Forstverein. FBVA-Berichte; Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, 1998, Nr. 104, 112 S.

ISSN 1013-0713

Copyright 1998 by  
Forstliche Bundesversuchsanstalt

Für den Inhalt verantwortlich :  
Direktor HR Dipl. Ing. Friedrich Ruhm

**Autoren:**

M. Englisch: Abschnitte 2.1, 2.3.1-2.3.3, 2.4-2.6, 3.1-3.2, 3.4-3.5  
M. Gärtner: Annex I  
E. Herzberger: Annex I und II ,2.2, 2.4.3, 2.3.5.1, 3.1  
W. Kilian: Abschnitte 1, 2.3.4-2.3.6, 2.4-2.5, 3.2.4, 3.3.3, 3.5  
F. Starlinger: Abschnitte 2.3.5.7, 3.3

unter Mitarbeit der Arbeitsgruppe Standortkartierung im  
Fachausschuß Waldbau des Österreichischen Forstvereins:

J. Aigner, R. Barbl, A. Blab, O. H. Danneberg, Th. Dirnböck, P. Ebner, J. Ewald,  
J. Flaschberger, K. Gartner, G. Glatzel, J. Greimler, H. Hager, M. Haupolter,  
F. W. Hillgarter, M. Höbarth, S. Huber, G. Karrer, K. Katzensteiner, H. Keller,  
R. Klosterhuber, G. Koch, W. Luckel, C. Majer, F. Montecuccoli, F. Mutsch,  
E. Pecina, H. Schume, M. Steinwender †, D. Stöhr, H. Weidinger, L. Wiener.

Herstellung und Druck :  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Waldforschungszentrum  
Seckendorff-Gudent Weg 8  
A-1131 Wien

Anschrift für Tauschverkehr :  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Bibliothek  
Seckendorff-Gudent Weg 8  
A-1131 Wien

Tel. + 43-1-878 38 216  
Fax. + 43-1-877 59 07

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

## Geleitwort

Neuerdings hat die Forstliche Standortskartierung wieder erhöhtes umwelt- und forstpolitisches Interesse erlangt, im lokalen bzw. regionalen Bereich setzen verschiedenste Institutionen Initiativen zur Standortserkundung und Standortskartierung.

Dies ist aus der Tatsache erklärbar, daß eine Vielzahl von Fragestellungen aus den Bereichen naturnaher Waldbau, multifunktionale und nachhaltige Waldwirtschaft, allgemeine Naturraumplanung, Biotop-, Natur- und Artenschutz, Biodiversität, Bewertung landschaftspflegerischer Maßnahmen, aber auch waldbauliche Sanierungskonzepte und projektorientierte Förderungsmaßnahmen Wissen über Zustand und Potential des Naturraums voraussetzen.

Die Forstliche Standortskartierung als eine universelle, ökologisch orientierte Naturraumerhebung kann dieses Wissen bereitstellen.

War das frühere Arbeitsziel der Standortskartierung vor allem die Schaffung von Unterlagen für die lokale Waldbauplanung, so muß eine zeitgemäße Standortskartierung imstande sein, umfassendere Fragestellungen der forstlichen und außerforstlichen Raumplanung und der Umweltinformation zu beantworten.

Es ergaben sich damit sowohl der Bedarf als auch die Notwendigkeit, bislang verwendete Kartierungsanleitungen zusammenzuführen, neu zu gestalten und zu erweitern. Dies um so mehr, als technische Entwicklungen wie Infrarot-Luftbilder, Datenbanken und Geographische Informationssysteme die Vorgangsweise revolutioniert haben.

Insbesondere fanden dabei die "Grundsätze und Anweisungen für die Forstliche Standortserkundung und -kartierung" (JELEM 1961) der FBVA die Kartierungen der Österreichischen Bundesforste, des Instituts für Waldökologie (BOKU), die Kartieranleitungen der deutschen Länder, Kanadas und der USA, sowie im Bereich der Standortaufnahme die Richtlinien der landwirtschaftlichen Bodenkartierung und der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft Berücksichtigung.

Mit der vorliegenden "Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich" werden diese erwähnten Initiativen koordiniert und Empfehlungen für eine einheitliche Vorgangsweise angeboten werden. Sie erlaubt (1) die Vergleichbarkeit der Ergebnisse, (2) die Qualitätssicherung von (Kartierungs)Projekten anhand einheitlicher Normen und nutzt (3) Synergieeffekte für übergreifende Projekte und Maßnahmen. Die Anleitung bietet aber auch eine vielseitige Grundlage für zusätzliche Nutzungen der Ergebnisse und erleichtert Wiederholungen der Aufnahmen im Sinne eines Monitorings.

Daher hat die Forstliche Bundesversuchsanstalt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Institut für Waldökologie der Universität für Bodenkultur sowie mit allen anderen auf dem Gebiet der Standortskartierung kompetenten Institutionen und Persönlichkeiten eine Arbeitsgruppe gebildet. Diese ist nunmehr im Fachausschuß Waldbau des Österreichischen Forstvereins organisiert. Sie hatte die Aufgabe, die Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung unter Wahrung eines möglichst umfassenden Konsens' zu erarbeiten. Auch in Zukunft soll diese Arbeitsgruppe die Methoden der Forstlichen Standortskartierung laufend dem neuesten Wissensstand anpassen.



HR Dipl.Ing. Friedrich Ruhm  
Direktor



## Zum Geleit

Erfreulicherweise orientiert sich das forstliche, raumordnerische und umweltpolitische Handeln zunehmend an den ökologischen naturräumlichen Gegebenheiten, dem Waldstandort. Damit wächst auch der Bedarf an entsprechenden Informationen. Da eine österreichweit einheitliche forstliche Standortserkundung und -kartierung bisher fehlt, wird auf lokaler und regionaler Ebene begonnen, die notwendigen Unterlagen zu erarbeiten. Dabei sind die methodischen Ansätze recht unterschiedlich.

Um alle diese Aktivitäten zu harmonisieren und die Vergleichbarkeit der Einzelergebnisse sicherzustellen, war es daher dringend erforderlich, Richtlinien für eine einheitliche Vorgangsweise bei Forstlichen Standortskartierungen zu erstellen. Die nur skizzenhaften „Grundsätze und Anweisungen für die Forstliche Standortserkundung und -kartierung“ der FBVA, an denen sich viele ältere Kartierungen orientierten, sind vor nunmehr beinahe 40 Jahren erschienen und weitgehend überholt.

Die Arbeitsgruppe für Standortskartierung im Fachausschuß für Waldbau des Österreichischen Forstvereines hat diese Aufgabe wahrgenommen. Sie legt nun als Ergebnis die unter Federführung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt erarbeitete „Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung“ vor.

Der erste Schritt war die kritische Prüfung und Revision der bisher gebräuchlichen Kartierungsmethoden unter Berücksichtigung der internationalen Entwicklung und der Möglichkeiten, die der Einsatz heute zur Verfügung stehender Technologien, Hilfsmittel (GIS, Fernerkundung) und neuer Informationen bietet.

Sodann wurde eine engere Auswahl von Konzepten anhand einer Pilotkartierung des Lehrforstes Bruck/Mur getestet. Dabei wurden Aufwand und die erzielten Aussagen untereinander und mit älteren Kartierungen in benachbarten Gebieten verglichen.

Das gewählte Konzept sollte jedenfalls folgenden Anforderungen genügen:

- möglichst weite Anwendbarkeit und Akzeptanz: Alle Gesichtspunkte und Interessen sollen berücksichtigt werden.
- dennoch zweckunabhängige Methodik: Erhebung der Standortseigenschaften, des Naturrauminventars, die für möglichst viele Anwendungen, auch außerforstliche, Aussagen ermöglicht. Themenkarten für spezielle Anwendungen können nachher davon abgeleitet werden.
- Die Ergebnisse der Kartierung sollten mit den anderen europäischen Kartierungen und möglichst mit den bisherigen österreichischen so weit übereinstimmen, daß überregionale Vergleiche möglich sind.
- Die Ergebnisse sollen zur Behandlung in Datenbanken und insbesondere in Geoinformationssystemen geeignet sein.
- Optimierung des Aufwandes in Hinblick auf die zu beantwortenden Fragestellungen.

Ähnliche Harmonisierungsbestrebungen laufen derzeit auch im Rahmen der EU. Sie sprechen dort naturgemäß eine übergeordnete Ebene standörtlicher Vergleiche an. Die vorliegende Anleitung soll hingegen den speziellen österreichischen Bedürfnissen und naturräumlichen Gegebenheiten im Detail gerecht werden. Eine weitestgehende Kompatibilität mit den dort erarbeiteten Merkmalsschlüsseln und die Möglichkeit der Einpassung der österreichischen Standortseinheiten in einen übergeordneten europäischen Rahmen ist dabei vorgesehen.

Die vorliegende Kartieranleitung ist bewußt knapp gefaßt und gibt nicht bis ins letzte Detail ausformulierte, verbindliche Anweisungen. Sie soll kein realitätsferner Wunschkatalog aller denkbaren Aufnahmeinhalte für forst-ökologische Spezialfragen sein, sondern behandelt nur diejenigen Kriterien, die im Gelände mit zumutbarem Aufwand erhoben werden können und für die Ableitung von Standortseinheiten notwendig sind. Dafür werden gelegentlich auch Alternativen und Begründungen diskutiert, warum gerade diese oder jene gewählt wurde.

Es ist zu erwarten, daß Teile von Abschnitt 3 (Erhebung der Standortmerkmale) in den nächsten Jahren modifiziert werden müssen. Derzeit laufen auf nationaler und europaweiter Ebene Bestrebungen, für wichtige Standortmerkmale wie z.B. Substratgruppen oder Wasserhaushaltstufen besser definierte Schlüssel zu erstellen, die vor allem das derzeit unbefriedigende gutachtliche Moment bei der Einstufung verringern sollen. Es ist noch nicht abzusehen, welche dieser Entwürfe sich durchsetzen werden. Die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft überarbeitet derzeit die Bodensystematik, Humus- und Horizont-Nomenklatur. Diesen Entscheidungen soll weder vorgegriffen, noch können sie abgewartet werden.

Die vorliegende Anleitung ist eine Gemeinschaftsarbeit der Arbeitsgruppe Standortskartierung. Neben den Autoren haben auch alle anderen Mitarbeiter der Arbeitsgruppe in umfangreichen Diskussionen, Stellungnahmen und Redaktions-sitzungen wesentlich zum Werden dieses Leitfadens beigetragen. Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.



Dipl.-Ing. Dr. Walter Kilian  
Leiter der Arbeitsgruppe Standortskartierung  
im Fachausschuß für Waldbau des Österreichischen Forstvereines



# Inhaltsverzeichnis

Geleitworte.....	3
Kurzfassung.....	11
Abstract.....	11
<b>1. Einführung und Grundlagen.....</b>	<b>12</b>
1.1 Aufgaben und Zweck der Forstlichen Standortskartierung.....	12
1.2 Grundbegriffe.....	12
1.3 Grundsätze des Verfahrens.....	14
1.3.1 Zweckunabhängige Erhebung des Naturraumpotentials.....	14
1.3.2 Kombiniertes Verfahren.....	14
1.3.3 Mehrstufiges Verfahren.....	15
1.3.4 Offenes System mit Lokalformen.....	16
1.3.5 Standortpotential und Standortzustand (permanente und temporäre Standortmerkmale).....	16
1.3.6 Modularer Aufbau des Kartierungsverfahrens.....	17
1.3.7 Abschätzung des Aufwandes.....	17
1.4 Arbeitsschritte der Standortaufnahme.....	18
1.5 Organisation.....	19
1.5.1 Fachliche Voraussetzungen.....	19
1.5.2 Beirat.....	19
1.5.3 Fachliche Anlaufstelle.....	20
<b>2. Methoden und Durchführung der Forstlichen Standortskartierung.....</b>	<b>20</b>
2.1 Vorbereitung.....	20
2.1.1 Festlegung des Auftragsumfangs.....	20
2.1.2 Beschaffung und Auswertung von Unterlagen.....	20
2.2 Standortserkundung.....	21
2.2.1 Übersichtsbegehung (Vorerkundung).....	21
2.2.2 Erfassung der Eigenschaften des Kartierungsgebietes über Probepunkte.....	21
2.2.2.1 Anordnung der Probepunkte.....	21
2.2.2.2 Anzahl der Probepunkte.....	21
2.2.2.3 Auswahl der Standorte.....	21
2.2.2.4 Erhebungsgegenstand.....	22
2.3 Klassifikation – Ableitung der Standortseinheiten.....	22
2.3.1 Allgemeines.....	22
2.3.2 Techniken der Standortsklassifikation.....	23
2.3.3 Gliederungsprinzip.....	25
2.3.4 Gliederungskategorien.....	25
2.3.4.1 Regionale Kategorien.....	25
2.3.4.1.1 Wuchsgebiete.....	25
2.3.4.1.2 Höhenstufen.....	25

2.3.4.2	Lokale Gliederungskategorien .....	28
2.3.4.2.1	Standortseinheit (Synonym: Standortstyp) .....	28
2.3.4.2.2	Standortseinheitengruppen .....	30
2.3.4.2.3	Mosaikeinheiten, Catenen .....	30
2.3.4.2.4	Zustandsformen (Vegetationstypen) .....	30
2.3.5	Obligatorische Merkmale und Standortseigenschaften zur Aufnahme, Herleitung und Beschreibung der Standortseinheit ("Pflichtparameter") .....	31
2.3.5.1	Klima .....	31
2.3.5.2	Wasserhaushalt .....	31
2.3.5.3	Nährstoffhaushalt - Trophiestufen .....	33
2.3.5.4	Lage (Relief) .....	34
2.3.5.5	Grundgestein - Substratgruppen .....	34
2.3.5.6	Boden .....	34
2.3.5.7	Vegetation .....	34
2.3.6	Optionale Merkmale und Eigenschaften .....	36
<b>2.4</b>	<b>Kartierung</b> .....	36
2.4.1	Maßstab, Auflösung .....	36
2.4.2	Kartierungsvorgang im Gelände .....	36
2.4.3	Kartendarstellung .....	38
<b>2.5</b>	<b>Erläuterungsband zur Standortskarte</b> .....	41
2.5.1	Inhalt des Erläuterungsbandes .....	41
2.5.2	Interpretation, Empfehlungen - abgeleitete Themenkarten .....	42
<b>2.6</b>	<b>Datenverwaltung</b> .....	44
<b>3</b>	<b>Standortsaufnahme</b> .....	45
<b>3.1</b>	<b>Allgemeine Standortsmarkale</b> .....	45
3.1.1	Georeferenzierung: Orts- und Lagedaten (P) .....	45
3.1.2	Geländeform (Makro- und Mesorelief) (P) .....	46
3.1.3	Mikrorelief (O) .....	48
3.1.4	Gründigkeit (P) .....	48
3.1.5	Geologische Verhältnisse (P) .....	48
3.1.6	Bodenhydrologische Verhältnisse (KP) .....	52
3.1.7	Im Gelände erfassbare klimatische Merkmale (O) .....	53
3.1.7.1	Erfassung witterungsbedingter Schäden (O) .....	53
3.1.7.2	Erfassung allgemeiner Witterungseinflüsse ("Stumme Zeugen") (O) .....	54
3.1.7.3	Witterung der Vorperiode (O) .....	56
<b>3.2</b>	<b>Standortsmerkmal Boden (P)</b> .....	56
3.2.1	Merkmale des Auflagehumus (KO) .....	56
3.2.1.1	Definitionen .....	56
3.2.1.2	Horizonte des Auflagehumus (O) .....	56
3.2.1.2.1	Haupthorizonte (O) .....	56
3.2.1.2.2	Sub-Horizonte (nach Arbeitsgruppe Bodensystematik der ÖBG, Nestroy 1998) ..	57
3.2.1.3	Horizontmächtigkeit (KP) .....	58
3.2.1.4	Material (O) .....	58
3.2.1.5	Durchwurzelung (O) .....	58

3.2.1.6	Lagerungsart (O) .....	58
3.2.1.7	Schmierigkeit (O).....	59
3.2.1.8	Schärfe der Horizontabgrenzung (nach v. Zezschwitz 1976, mod.) (O).....	59
3.2.1.9	Besonderheiten (O).....	59
3.2.1.10	Vorgangsweise bei der Ansprache von Humusformen und Humushorizonten .....	59
3.2.2	Merkmale des Mineralbodens (P) .....	60
3.2.2.1	Horizontbezeichnungen (nach BLUM et al. 1986, ex FINK 1969) (P) .....	60
3.2.2.2	Horizontmächtigkeit (KP) .....	61
3.2.2.3	Horizontabgrenzung (O) .....	61
3.2.2.4	Bodenart (P) .....	62
3.2.2.5	Grobanteil des Bodens (P) .....	63
3.2.2.6	Karbonate (KP) .....	63
3.2.2.7	Bodenstruktur (KP).....	64
3.2.2.8	Porosität (O).....	66
3.2.2.9	Konsistenz (O).....	66
3.2.2.10	Bodenfarbe (O) .....	68
3.2.2.11	Durchwurzelung (O) .....	68
3.2.2.12	Humusgehalt (O).....	69
3.2.2.13	Biologische Aktivität (O) .....	69
3.2.2.14	Fleckung, Konkretionen; Bänder (KP).....	69
3.2.3	Humusformen (nach Arbeitsgruppe Bodensystematik der ÖBG, Nestroy 1998) (KO) ..	69
3.2.3.1	Terrestrische Humusformen (KO).....	70
3.2.3.2	Semiterrestrische Humusformen (KO) .....	71
3.2.3.3	Subhydrische Humusformen (KO) .....	72
3.2.4	Bodentyp (KP).....	79
3.2.5	Bodenprobennahme, Bodenanalyse .....	79
3.2.5.1	Auswahl der Beprobungsflächen.....	79
3.2.5.2	Hinweise zur Probennahme .....	79
3.2.5.3	Probenmanipulation im Gelände .....	80
3.2.5.4	Probenmanipulation zur Sendung ans Labor .....	80
3.2.5.5	Probenvorbereitung für die Analyse .....	80
3.2.5.6	Analyseparameter und Analysemethoden.....	80
3.3	Standortsmerkmal vegetation (P).....	82
3.3.1	Vegetationsaufnahme (P).....	82
3.3.1.1	Flächenauswahl .....	82
3.3.1.2	Aufnahmemethodik .....	82
3.3.2	Waldgesellschaft (P).....	83
3.3.2.1	Klassifikation vegetationskundlicher Daten (P).....	83
3.3.2.2	Pflanzensoziologische Systematik (O) .....	84
3.3.3	Vegetationstypen .....	86
3.3.4	Aktuelle Vegetation (O).....	90
3.3.5	Potentielle natürliche Vegetation (PNV) nach TÜXEN (P).....	91
3.3.5.1	Herleitung der PNV (P) .....	91
3.4	Aufnahme der zuwachskundlichen Merkmale (O).....	92
3.4.1	Bestandesgrundfläche (O).....	92
3.4.2	Baumartenanteile (O).....	92
3.4.3	Alter (O).....	92
3.4.4	Bestandesoberhöhe (O).....	92

3.4.5 Ertragsklasse (O) .....	92
3.4.6 Bestockungsgrad (O).....	93
3.4.7 Kronenschlußgrad (O).....	93
3.4.8 Bestandesaufbau (O).....	93
3.4.9 Durchforstung in den letzten 10 Jahren, Durchforstungsart (O).....	93
3.4.10 Bestandesschäden (O).....	93
<b>3.5 abgeleitete Merkmale .....</b>	<b>93</b>
3.5.1 Zusammenfassende Beurteilung des Bodenwasserhaushaltes (P) .....	93
3.5.2 Trophie (P) .....	94
3.5.2.1 Richtwerte von Analyseergebnissen (KP).....	95
3.5.3 Klimatische Höhenstufe (P).....	95
3.5.4 Wuchsgebiete (P).....	97
<b>Annex I: Datenquellen für die Forstliche Standortskartierung.....</b>	<b>101</b>
<b>I.1 Nicht-kartographische Unterlagen.....</b>	<b>101</b>
<b>I.2 Karten und Bildmaterial .....</b>	<b>102</b>
I.2.1 ÖK 1:50.000 bzw. 1:25.000 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen.....	102
I.2.2 Forstbetriebskarten.....	102
I.2.3 Luftbilder und Luftbildkarten.....	102
I.2.4 Bundesweit flächendeckend verfügbare Höhenschichtenlinien.....	104
I.2.5 Satellitenaufnahmen .....	104
I.2.6 Themenkarten .....	104
<b>Annex II Erstellung und Inhalt einer Grundkarte für die Feldarbeit.....</b>	<b>105</b>
<b>II.1 Genauigkeit der Grundkarte.....</b>	<b>105</b>
<b>II.2 Erforderliche Karteninhalte.....</b>	<b>106</b>
<b>II.3 Raster.....</b>	<b>106</b>
<b>II.4 Feldbuch.....</b>	<b>106</b>
<b>II.5 Digitalisierung .....</b>	<b>107</b>
<b>II.6 Darstellung, Druck.....</b>	<b>107</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>107</b>
Forstliche Standortsaufnahme	
1. Standorts- und Vegetationsbeschreibung .....	109/110
2. Bodenansprache .....	111/112

# Anleitung zur Forstlichen Standortskartierung in Österreich

M. ENGLISCH & W. KILIAN (Hrsg.)

*Institut für Forstökologie, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien*

**Kurzfassung.** Es werden die in Österreich bisher verwendeten Methoden zur Forstlichen Standortskartierung zusammengeführt, revidiert und inhaltlich erweitert. Die internationale Entwicklung auf diesem Fachgebiet wird ebenso berücksichtigt wie aktuell zur Verfügung stehende Technologien, Hilfsmittel und Informationen. Inhaltliche und formale Mindeststandards für Forstliche Standortskartierungen werden vorgeschlagen.

Aus der Erhebung von Standortseigenschaften wird das Standortspotential abgeleitet und dem aktuellen Standortzustand gegenübergestellt.

Als Methode der Forstlichen Standortskartierung wird das „kombinierte Verfahren“ verwendet. Das kombinierte Verfahren verwendet als Grundlage zur Klassifizierung und Kartierung von Standortseinheiten der direkten Beobachtung zugängliche Ausprägungen von Lage, Klima, Boden, und Vegetation. Die Standortseinheiten werden als Lokalförmungen gefaßt und in hierarchisch übergeordneten Einheiten, Standortseinheitengruppen, Teilwuchsbezirken, Wuchsbezirken, klimatischen Höhenstufen und Wuchsgebieten eingeordnet.

Die Forstliche Standortskartierung wird in die Arbeitsschritte Standortserkundung, Standortklassifizierung und Standortskartierung gegliedert.

Der Aufnahmeinhalt, der Aufnahmeumfang und die Methoden der Standortserkundung werden vorgestellt. Für den Großteil der Aufnahmemerkmale werden taxative Listen der Merkmalsausprägungen vorgelegt. Die Merkmalsausprägungen sind zur einfachen Bearbeitung durch EDV codiert. Die Codes sind mit den Codes der wichtigsten in Österreich in Verwendung befindlichen Boden- und Standortinformationssystemen abgestimmt. Die Ableitung der Standortseinheiten bzw. der sie bestimmenden Standortsfaktoren aus den Aufnahmen der Standortserkundung, sowie die dabei eingesetzten Methoden (Expertenmeinung, multivariate Verfahren oder eine Kombination beider Vorgangsweisen, etwa eine nachträgliche Prüfung einer gutachtlichen Klassifikation durch mathematische Methoden) werden beschrieben. Die Methoden zur Umsetzung der Klassifizierungsergebnisse in die Fläche (Standortskartierung) werden vorgestellt.

Die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Verwendung Forstlicher Kartierungswerke werden erläutert. Beispiele zur Interpretation der Kartierungsergebnisse werden gegeben.

**Schlüsselworte:** Standortskartierung, Standortsklassifikation, Standortseinheit, Anleitung, Wald, Österreich, Methoden

---

**Abstract.** [Guidelines for Forest Site Mapping in Austria.] The methods for Forest Site Mapping, which have been used in Austria up to now are brought together, are revised and are broadened. The international development in this field is considered as well as available technologies, devices and informations. Minimum standards for Forest Site Mapping projects, what concerns contents and formal requirements are proposed.

From the assessment of site attributes the site potential is derived and is set against the site condition.

Forest Site Mapping in Austria uses the combined method (kombiniertes Verfahren). The combined method uses attributes of situation, climate, soil and vegetation which can be assessed in the field, for classification and mapping of site units. Site units are defined as locally valid units and are fit into units of higher levels of hierarchy, such as groups of site units, growth districts, altitudinal zones and growth regions.

Forest Site Mapping is divided into three stages: site survey, site classification and site mapping.

Extent and contents of site survey and methods of site survey are presented. For the major part of the assessment parameters complete lists of attributes are given. Code keys of these attributes are given for easy use by electronic data processing. The keys are compatible with the keys of the most important site and soil information systems in Austria.

The most important methods for site classification and for derivation of site factors, expert judgement, multivariate methods, respectively a combination of both methods are specified as well as their practical application. Methods and techniques of site mapping, which is the application of site classification results to an area, are described.

Various possibilities for the use of Forest Site Maps are listed. Examples for the interpretation of Forest Site Mapping results are given.

**Keywords:** site mapping, site classification, site unit, guidelines, forest, Austria, methods

## 1. Einführung und Grundlagen

### 1.1. Aufgaben und Zweck der Forstlichen Standortskartierung

Aufgabe der forstlichen Standortskartierung ist die Beschreibung, Klassifizierung und flächenhafte Darstellung der Waldstandorte. Sie ist eine Naturrauminventur im weiteren Sinne, Grundlage für eine Vielzahl von Planungen und Entscheidungen, die den Wald betreffen; sie bietet Daten und Argumente für Forst- und Umweltpolitik.

Anwendungsbereiche sind:

- ▶ multifunktionale Forstwirtschaft auf betrieblicher und überbetrieblicher Ebene
  - Planung und Maßnahmen zur Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes, Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Stabilität und Leistungskraft der Waldökosysteme
  - Forstschutz, Wasser- und Erholungsmanagement
- ▶ forstliche Raumplanung und Landschaftsplanung; Forstpolitik und allgemeine Bodenpolitik
- ▶ Natur- und Umweltschutz (Landschafts- Boden-, Wasser-, Biotop- und Artenschutz)
- ▶ Forstliche und allgemein ökosystemare Forschung.

Die Arbeiten an der vorliegenden Anleitung wurden mit einer Umfrage an Forstbetriebe, forstliche Dienststellen und Körperschaften über Interesse, Anwendung und besondere Wünsche an eine Standortskartierung begonnen. Von den Beantwortern wurden folgende Anwendungsgebiete (in der Reihenfolge abnehmender Bedeutung) genannt:

Forstwirtschaftliche Ziele:

- nachhaltig optimale Nutzung der Standortsproduktivität, Minimierung des Bewirtschaftungsaufwandes;
- ▶ Waldbauplanung, Forsteinrichtung;
  - ▶ Bestandesumwandlung, Bestandesbegründung, Baumartenwahl, Baumartenmischung, Bestandespflege, Holzproduktion.

Waldschutz:

Wiederherstellung und Erhaltung der Stabilität und Leistungskraft der Standorte durch

- ▶ Melioration, Düngung, Kalkung;
- ▶ Beurteilung von Waldschäden, Sanierungsmöglichkeiten.

Bodenschutz:

- ▶ Beurteilung der Widerstandsfähigkeit der Standorte gegenüber betrieblichen und äußeren Einflüssen; critical loads;
- ▶ Informationen über Eignung für Maschineneinsatz, Befahrbarkeit, Erschließung, Rückung, Wegebau, Trassenführung.

Allgemeine forstpolitische Entscheidungen;

- ▶ Förderungswürdigkeit von Maßnahmen (Umwandlung, Melioration);
- ▶ Wildökologische Planung (Ausscheiden von Refugialräumen, Äsungsangebot, Wildstandsoptimierung ...);
- ▶ Beweissicherung bei Eingriffen in das Waldökosystem;
- ▶ Forschung und Versuchswesen;
- ▶ Ertragskunde.

Landeskulturelle Ziele:

- ▶ Optimierung der Schutzwirkung des Waldes (Wohlfahrtswirkungen, Erholungswert);
- ▶ Wasserhaushalt- Management, Wasserwirtschaft, Bewahrung der Wasserqualität;
- ▶ Naturschutz: Inventar schutzwürdiger bzw. seltener Biotope und Arten;
- ▶ Beurteilung der Naturnähe der aktuellen Vegetation;
- ▶ Landschaftsschutz;
- ▶ Wildbach- und Lawinenverbauung.

Raumordnung und Raumplanung:

- ▶ Naturraumpotentialerhebung;
- ▶ Wald funktionsplanung, Bewertung, Belastbarkeit ...;
- ▶ allgemeine Landnutzungsplanung;
- ▶ Grundverkehr, Flurbereinigung, Waldzusammenlegung;
- ▶ Umwidmungen.

Wirklichkeitsnahe Einheitsbewertung

(Bodenwert, Sonderbiotope, Entschädigungen ...)

### 1.2 Grundbegriffe

▶ **Waldstandort:**

Der Standort ist die Summe aller ökologisch wirksamen (abiotischen) Umweltfaktoren auf ein Ökosystem. Unter Waldstandort werden die an einem Wuchsort für die Entwicklung der Wald-

bäume und Waldgesellschaften maßgeblichen Umweltfaktoren verstanden. Sie werden im wesentlichen von Klima, Geländeform und Boden bestimmt.

► **Standortsmerkmal:**

Die eigentlichen Wachstumsfaktoren (Wärme, Licht, Wasser, Nährstoffe), der Energie- und Stoffhaushalt selbst können in der Praxis kaum direkt ermittelt werden. Vielmehr werden zu ihrer Anschätzung im Gelände erkennbare **Standortsmerkmale**, das sind der direkten Beobachtung bzw. Messung zugängliche Ausprägungen von Lage, Klima, Boden und Vegetation (z.B. Geländeformen, Bodeneigenschaften, Auftreten von Pflanzen) bzw. leicht meßbare Kennwerte (z.B. bodenanalytische Daten), erhoben.

► **Standortseinheit** (Synonym: Standortstyp)

Die Standortseinheit ist die forstökologische Grundeinheit, innerhalb der weitgehend gleiche Standortseigenschaften vorliegen. Sie faßt Einzelstandorte mit ähnlicher Faktorenkombination und mit ähnlichen Wuchsbedingungen, gleichem Gefährdungs- und Leistungspotential und gleichen waldbaulichen Möglichkeiten zusammen. Standortseinheiten werden nach Unterschieden permanenter Faktoren, wie Klima, Bodenform, Reliefform und Wasserhaushalt voneinander abgegrenzt.

► **Waldgesellschaft**

Waldgesellschaft ist eine von Bäumen dominierte Gemeinschaft von Pflanzen, die einerseits in enger Beziehung zu den bleibenden Standortmerkmalen steht, andererseits aber durch menschliche Eingriffe (Bewirtschaftung, Immissionen) abgewandelt werden kann. Unter gegebenen Standortbedingungen hat die Waldgesellschaft eine bestimmte Konkurrenz- und Regenerationsökologie und ist durch natürliche und anthropogene Sukzessionsvorgänge mit bestimmten anderen Waldgesellschaften verbunden.

► **Potentielle natürliche Waldgesellschaft, potentielle natürliche Vegetation**

Als potentielle natürliche Waldgesellschaft (PNWG) wird die potentielle natürliche Vegetation (= PNV) eines Waldstandorts bezeichnet. Zu ihrer gedanklichen Konstruktion wird von TÜXEN (1956) angenommen, daß sie sich bei Beendigung des

menschlichen Einflusses einstellt ohne daß Boden-, Klima- und Florenveränderungen wie sie im Zuge einer länger dauernden natürlichen Sukzession vorkommen können, berücksichtigt werden. Sie ist als höchstentwickelte auf einem Standort mögliche Vegetation Ausdruck des Standortpotentials. Sie kann in unseren Landschaften deutlich von der realen Vegetationsdecke abweichen und ist dann nur über Vergleiche anhand der Standortseigenschaften ableitbar. Daher haftet ihr immer ein gewisses hypothetisches Moment an.

Die PNV ist aber nicht gleichbedeutend mit einem Zustand der Vegetation, der vorgefunden würde, wenn der Mensch nie eingegriffen hätte (TÜXEN 1956). Wenn die Standortfaktoren durch anthropogene Eingriffe irreversibel verändert wurden (etwa Kuppenabtrag, Absenkung des Grundwassers), so wird dies durch die Angabe jener Waldgesellschaft berücksichtigt, die sich unter den derzeit gegebenen Bedingungen als höchstentwickelte einstellen würde.

Bei Standorten, deren derzeitiger anthropogen veränderter Zustand innerhalb eines überschaubaren forstlichen Planungszeitraumes auf natürlichem Weg reversibel ist oder durch herkömmliche waldbauliche Maßnahmen wieder rückgängig gemacht werden kann, wird der Zustand vor der Veränderung als Basis für die Zuordnung der PNWG herangezogen. Dieser wird unter den gegenwärtigen Klimabedingungen als standortsbedingtes Optimum angenommen.

Hinsichtlich des Zeithorizontes entsprechen die der PNWG unterstellten Bedingungen sinngemäß jenen der „permanenten“ Faktoren der Standortseinheit.

► **Reale (= aktuelle) Vegetation**

Das ist die im Gelände konkret vorgefundene Vegetation. Nur sie kann tatsächlich aufgenommen und beschrieben werden. Ökologisch bedeutsam ist der Grad an Naturnähe der aktuellen Vegetation (reziproker Begriff dazu: Hemerobiegrad). Wesentliches Kriterium dafür ist das Ausmaß der Abweichung der realen Vegetation von der PNV.

Die reale Vegetation ist **standortsgerecht**, wenn ihre Ansprüche mit den standörtlichen Gegebenheiten in Einklang stehen. Das Spektrum standortsgerechter oder standortstauglicher Baumarten (auch Exoten!) ist für einen Standort daher größer als jenes der natürlichen Baumarten.

### 1.3 Grundsätze des Verfahrens

Die Forstliche Standortskartierung in Österreich erfolgt nach einem kombinierten, mehrstufigen Verfahren mit separater Erfassung des temporären Standortzustandes. Ziel ist die Klassifizierung und räumliche Darstellung der Waldökosysteme auf möglichst umfassender naturwissenschaftlicher Basis, mit Betonung der abiotischen Komponenten, die unter dem Begriff Standort zusammengefaßt werden.

#### 1.3.1 Zweckunabhängige Erhebung des Naturraumpotentials:

Häufig werden zwei Konzepte zur Diskussion gestellt:

1. Zweckunabhängige Beschreibung und Klassifizierung der ökologischen Gegebenheiten. Der Standort wird dabei als Summe aller ökologisch wirksamen Umweltfaktoren verstanden. Die Standortseinheit umfaßt Flächen mit ähnlicher Faktorenkombination.
2. Unmittelbare Differenzierung von Klassen gleicher Leistung, Gefährdung oder Eignung für vorgegebene Fragestellungen oder Zwecke.

Der ersten Variante, der wissenschaftlich fundierten Erhebung des Naturraumes unabhängig von einem ausgewählten Anwendungszweck, ist zunächst unbedingt der Vorzug zu geben. Sie erlaubt die Auswertung der meist aufwendigen Erhebung für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen, auch für Zwecke, die zur Zeit der Kartierung noch gar nicht bekannt oder geplant waren, selbst Vergleiche und Planungen über Kulturgattungen hinweg. Nur eine solche unmittelbare Erhebung der naturräumlichen Gegebenheiten ermöglicht eine kausale Interpretation ökologischer Zusammenhänge. Mit einer direkten, einseitig zweckorientierten Klassifizierung hingegen gingen die Basisinformationen, die zu diesem Befund geführt haben, verloren, die Anwendbarkeit wäre dementsprechend eingeschränkt.

Beide Konzepte müssen nicht Alternativen sein. Eine zweckorientierte Klassifizierung ist eine der möglichen Auswertungen der (zweckunabhängigen) Beschreibung der ökologischen Gegebenheiten.

Die zusätzliche Umsetzung der Kartierungsergebnisse in praxisrelevante Empfehlungen ist als selbstverständlich vorauszusetzen.

Sollten auf einen speziellen Zweck hin ausgerichtete Kartierungen im Wald durchgeführt werden, wird dringend empfohlen, zumindest bei der Erkundung die ganze Palette der ökologisch relevanten Parameter zu erheben und zu dokumentieren. Orientiert sich die nachfolgende Kartierung an einem Raster, so sollte - ohne großen Mehraufwand - das eine oder andere ökologisch relevante Merkmal mit erhoben werden.

#### 1.3.2 Kombiniertes Verfahren

(Synonyme: Biophysigraphische Methode, „total site“, „ökologische Standortsklassifizierung“)

Beim kombinierten Verfahren werden geographische, morphologische, geologisch-petrographische, bodenkundliche, klimatische, vegetationskundliche und sonstige regional oder örtlich bedeutsame Kriterien gemeinsam zur Beschreibung und Abgrenzung von Standortseinheiten herangezogen. Die Standortbeschreibung beruht also weder einseitig auf bodenkundlichen noch vegetationskundlichen Befunden, sondern auf einer Kombination aller Standortsfaktoren. Diese kombinierte Arbeitsweise erfolgt bei jedem Arbeitsschritt, nicht erst nach Abschluß der Geländearbeiten.

Sie entspricht dem modernen ökologischen Denkansatz. Sie ist Basis der meisten modernen Kartierungsverfahren, geht aber schon auf KRAUSS (1936) zurück.

Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Klassifizierung sicherer ist, da sie auf mehreren „Beinen“ steht. Wegen der engen Wechselwirkung der einzelnen Standortsfaktoren reichen bei Ausfall eines Merkmals die anderen Befunde immer noch zur Zuordnung der Fläche zu einer Standortseinheit aus. Andererseits können offensichtliche Widersprüche der Merkmalskombinationen Störungen (Degradationen etc.) aufdecken. Vor allem aber wird die Abgrenzung bereits gefaßter Standortseinheiten im Gelände erleichtert, da dafür das jeweils auffälligste Merkmal herangezogen werden kann.

Die Methode erlaubt eine gutachtliche Gewichtung der Merkmale für den speziellen Fall. Je nach den spezifischen regionalen Verhältnissen kann das Augenmerk schwerpunktmäßig mehr auf den Boden, auf die Vegetation, das Relief oder den Wasserhaushalt gelegt werden.

Eine rein vegetationskundliche Aufnahme ist jedoch in keinem Fall ausreichend, weil sie nur den aktu-

ellen Zustand, nicht aber die standörtlichen Zusammenhänge und das Standortpotential darzustellen vermag.

In der Praxis werden die einzelnen Aufnahmekriterien zu einer komplexen Befundeinheit zusammengefaßt. Doch müssen sie systematisch und nachvollziehbar beschrieben und dokumentiert werden, so daß im weiteren Verlauf keine Aufnahmeinformationen verloren geht.

Oft haben verschiedene Standortfaktoren eine gleiche Wirkung auf das Ökosystem. Unzureichende Wasserversorgung etwa kann durch Oberhanglage **oder** aber durch seichtgründige **oder** leichte **oder** steinige Böden verursacht werden. Diese als „Ersetzbarkeit der Faktoren“ bekannte Tatsache darf bei der Standortklassifikation nicht dazu führen, daß verschiedene Parameter alternierend zur Fassung ein und derselben Standortseinheit herangezogen werden, ohne daß diese Parameter selbst dokumentiert werden. Dies würde einen Verlust an Information bedeuten: Die Einzelparameter und ihre Grenzziehung wäre nicht nachvollziehbar und die Standortseinheit nur mehr für die vorgegebene Fragestellung interpretierbar.

Damit darf nicht die Technik innerhalb des kombinierten Verfahrens verwechselt werden bei der **Kartierung** von bereits wohldefinierten Standorteinheiten alternierend auf wenige Kriterien als Indikatoren zurückzugreifen (z. B. Vegetation anstelle von Humustyp, Relief anstelle von Wasserhaushalt), nachdem eine enge Korrelation der zur Wahl stehenden Indikatoren innerhalb der Standorteinheit bereits nachgewiesen wurde.

### 1.3.3 Mehrstufiges Verfahren

Im Gegensatz zu einstufigen Verfahren erfolgt bei dieser Methode die Standortklassifikation in mehreren Hierarchieebenen, in einer regionalen und einer lokalen Ebene:

#### Regionale Klassifikationsebene:

Die erste Stufe ist die Gliederung in großlandschaftliche Einheiten. Mit diesen übergeordneten Regionaleinheiten werden die über ganze Landschaften hinweg wirksamen standörtlichen Faktorenkomplexe erfaßt (Regionalklima, geomorphologischer Charakter einer Gegend...).

Für diesen Schritt stehen in Österreich bereits die Gliederung der **Wuchsgebiete** und der klimatischen **Höhenstufen** (KILIAN, MÜLLER & STARLINGER 1994)

zur Verfügung. Die Wuchsgebiete und ihre Umgrenzung entsprechen dem derzeitigen Wissensstand und sind gesetzlich verankert (Verordnung über den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut 1996). Im Zuge fortschreitender Standortserkundung ist eine weitere Unterteilung der Wuchsgebiete in **Wuchsbezirke** möglich und vorgesehen.

Dieses in der Literatur favorisierte top down-Prinzip - Vorlauf der großräumigen Gliederung vor der Detailkartierung - ist eher eine pragmatische Notlösung denn ein theoretisch begründetes Erfordernis. Eine gute Abgrenzung regionaler Großeinheiten setzt bereits eine ausreichende Lokalkennntnis voraus, die erst im Zuge langjähriger Erkundungs- und Kartierungsarbeit gewonnen wird. Diese Voraussetzung ist bei den meisten mitteleuropäischen Systemen bereits gegeben, ohne daß dies in den jeweiligen Methodenbeschreibungen entsprechend gewürdigt würde.

#### Lokale Klassifikationsebene:

Als zweite Stufe werden innerhalb der jeweiligen Regionaleinheit gesondert die eigentlichen Standorteinheiten nach einheitlichen Faktoren wie Substrat, Geländeform, chemische und physikalische Bodeneigenschaften, Wasser- und Lufthaushalt differenziert.

Die Zahl der Einheiten innerhalb einer Region bleibt auf diese Weise geringer als bei einstufiger Klassifikation, die Gliederung ist überschaubar. Die Einheiten haben einen guten regionalen Bezug, da die Parameter und deren Ausprägungen an das spezielle Untersuchungsgebiet angepaßt werden können. Weiters ist eine dezentralere Vorgangsweise (mehrere Organisationen, Ausscheidung von Schwerpunktgebieten) möglich. Dennoch ist die überregionale Vergleichbarkeit gegeben, wenn der regionale Charakter berücksichtigt und die Einzelparameter einheitlich skaliert werden.

Die Potentielle Natürliche Waldgesellschaft korrespondiert mit der Kombination von Region und lokaler Standorteinheit.

Standorteinheiten können zu größeren Gruppen zusammengefaßt werden. Dem überregionalen Vergleich dienen **Einheitengruppen**, welche nach wenigen markanten Parametern zusammengefaßt werden (Wasserhaushaltsklassen, Trophiestufen).

Für kleinmaßstäbige Übersichten können **Standortsgesellschaften** definiert werden - Mosaikheiten, die das kleinräumige Wechselspiel mehrerer Standorte, etwa entlang von Hanglagen (Toposequenzen), zusammenfassen. In den Erläuterungen

werden die Komponenten des Komplexes einzeln beschrieben.

Bei einstufigen Verfahren werden demgegenüber die Einheiten landesweit in einer Ebene gegliedert; die Merkmalskombination zu ihrer Definition muß daher stets auch die regionalen Eigenheiten (Klima, Waldgesellschaften...) umfassen.

### 1.3.4 Offenes System mit Lokalformen

Im Sinne optimaler Vergleichbarkeit und einfacherer Datenhandhabung wäre es naheliegend, die Standortseinheiten nach einem starren Raster vorgegebener skalierten Faktoren zu fassen.

Solche geschlossene Systeme vorgefertigter Einheiten, etwa nach einer mehrdimensionalen Faktorenmatrix von Wasserhaushaltsklassen, Nährstoffhaushaltsklassen und Klimazonen, können vor allem der überregionalen Zuordnung zu größeren Gruppen dienen. Ein Beispiel dafür wäre ein in Großbritannien entwickeltes System (ECOLOGICAL SITE CLASSIFICATION FOR FORESTRY IN GB, G. PYATT), das derzeit auf EU- Ebene in diesem Sinne weiterentwickelt wird.

Eine durchgehende Einheitengliederung auf lokaler Ebene ist nach diesem Prinzip jedoch nicht praktikabel. Die schematische Kombination aller Stufen selbst nur weniger Faktoren führt bereits zu einer ausufernden Zahl von Einheiten. So umfaßt das Klassifikationssystem der ehemaligen DDR allein für das Tiefland ca. 80 Substratklassen mal 40 Hauptbodenformen mal 10-20 Lokalbodenformen. Dennoch könnte die Eigenart selbst markanter und weit verbreiteter Standorte mit diesen wenigen Kriterien nicht ausreichend beschrieben werden. Es erweist sich daher als notwendig, einerseits nur solche Merkmalskombinationen zu Standortseinheiten zusammenzufassen, die tatsächlich in der Natur vorkommen und die Differenzierung einer Einheit rechtfertigen. Andererseits müssen oft, je nach den lokalen Gegebenheiten, auch nach zusätzlichen, frei gewählten Kriterien Standortseinheiten im Sinne von Lokalformen differenziert werden. Es muß stets die Möglichkeit offenbleiben, je nach den Erfordernissen des jeweiligen Wuchsgebietes alle vorgefundenen Standorte erfassen und einreihen zu können.

Deshalb ist es auch unmöglich, für alle in der Natur vorgefundenen Standorte eines Großraumes oder gar des gesamten Bundesgebietes im voraus ein Einheitenschema zu erstellen.

Es wird unterstrichen, daß die Standorte in der Natur eine Kombination kontinuierlich variabler Faktoren sind, aus welchen zum Zweck der Klassifizierung willkürlich Stufen oder Klassen abgegrenzt werden.

Für die Österreichische Standortskartierung wird folgender Weg empfohlen:

Jede Standortseinheit muß nach einem obligatorischen Satz von Kriterien eindeutig definiert sein; darüber hinaus kann sie zusätzlich nach optionalen Kriterien beschrieben und unterschieden werden. Das heißt: In eine Kombination obligatorischer Merkmale (eine Zelle in der vorgegebenen Merkmalsmatrix) können auch innerhalb eines Wuchsgebietes mehrere Einheiten fallen, andererseits können manche dieser Zellen unbesetzt oder mehrere zu einer Standortseinheit zusammengefaßt sein.

Zumindest die obligatorischen Merkmale müssen bei jeder Einheit explizit beschrieben sein. Die Zusammenfassung der Einheit nach alternierenden „ersetzbaren Faktoren“ ist nur bei optionalen Merkmalen erlaubt.

Ausgewählte **obligatorische Merkmale** („Pflicht-Parameter“) dienen zudem der nachträglichen Einordnung in Einheitengruppen für überregionale Vergleiche (Wasserhaushaltsstufen, Trophiestufen, evtl. ökologische Substratgruppen).

### 1.3.5 Standortspotential und Standortzustand (permanente und temporäre Standortmerkmale)

Es ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen:

► Der primären, permanenten, **potentiellen Standortqualität**, dem **Standortspotential**; dieses wird von langfristig unveränderlichen, vom Menschen schwer beeinflussbaren Faktoren geprägt (Regionalklima, Höhenlage, Relief, Grundgestein, schwer veränderliche Komponenten des Bodens wie Textur, Gründigkeit und davon abgeleitete hydrologische Verhältnisse).

Die Standortseinheit ist durch diese unveränderlichen Faktoren definiert, potentiell auch solche, die derzeit nicht wirksam sind.

Eine reine Vegetationskartierung könnte die sichere Differenzierung in potentielle und temporäre Standortqualität nicht gewährleisten.

► Dem **aktuellen Standortzustand**, geprägt von in kürzeren Zeiträumen veränderlichen, leicht beeinflussbaren Eigenschaften (Humus, Oberbodenstruktur, Lichtverhältnisse, Kleinklima, aktuelle

Nährstoffversorgung und Basenhaushalt etc.). Die Vegetation ist teils Faktor, teils Indikator des Standortzustandes. Biotopkartierungen beschreiben meist temporäre Phänomene und damit den aktuellen Zustand der Standorte.

Diese grundsätzliche Trennung zwischen „langfristig unveränderlich“ und „temporär“ ist zwangsläufig unscharf und eine Frage der Zeitdimension (vgl. Auwaldstandorte). Grundgestein ist stabiler als etwa das Klima, das gerade heute als bedingt veränderlich betrachtet werden muß. Der Ansatz der Dauerhaftigkeit ist pragmatisch: Der Bezugszeitraum umfaßt zumindest eine natürliche Bestandesrotation (Initialphase–Zerfallsphase) oder eine Sukzessionsperiode über das Vorwaldstadium hinweg. Die Variabilität kann ein einseitiger, irreversibler Trend sein (Reliefabtrag, Entkalkung ...). Irreversible Veränderungen werden den unveränderlichen Faktoren der Standortseinheit zugeordnet (dementsprechend ist auch die PNWG definiert).

Abhängig von Bewirtschaftung, Nutzungsgeschichte und Schadstoffeinwirkung kann jeder Standort verschiedene (reversible) Zustandsformen annehmen. Die aktuelle Standortqualität (z.B. Wuchsleistung) dieser Zustandsformen kann innerhalb ein und derselben Standortseinheit merklich variieren. Es ist oft schwierig, tiefgreifende Degradationen als solche zu erkennen und von vermeintlich irreversiblen Standortseigenschaften zu unterscheiden. Neben tiefgreifenden Degradationen als negativer Abweichung vom Standortspotential sind heute auch naturwidrige Aggradierungen über das natürliche Potential hinaus festzustellen.

Jedem Standort ist eine spezifische Elastizität, eine Bandbreite an möglichen reversiblen Zustandsformen eigen; danach unterscheiden sich stabile und labile Standorte.

Die Kenntnis des Ausmaßes der Zustandsabweichung (Naturferne, Hemerobiegrad) bzw. des Natürlichkeitsgrades ist eine wertvolle Entscheidungsgrundlage.

Gegenstand der Standortsklassifizierung im Sinne einer Erhebung des Naturraumpotentials ist die Standortseinheit im obigen Sinne. Die Erhebung des Standortzustandes bietet eine zusätzliche Information. Bei den bisherigen Kartierungen hat sich zur Darstellung der Zustandsform die aktuelle Bodenvegetation („**Vegetationstyp**“) als guter Indikator erwiesen. Es ist aber auch möglich, die Zustands-

form unter Einbeziehung der Baumschicht durch die aktuelle Waldgesellschaft wiederzugeben.

Weiters können auch waldgeschichtliche Kriterien herangezogen werden.

### 1.3.6 Modularer Aufbau des Kartierungsverfahrens

Fragestellung des konkreten Projektes, vorhandene Mittel und die Kosten bestimmen die Intensität der jeweiligen Standortskartierung. Sie kann sich beispielsweise auch auf eine Regionalerkundung oder Klassifizierungen beschränken. Auch die Wahl der Methoden und Hilfsmittel der Erkundung (z.B. Luftbildinterpretation, terrestrische Aufnahmen) hängt nicht zuletzt von den dafür aufzubringenden Kosten ab.

Jede Art von Kartierung bzw. Erkundung kann aber nach dem Bausteinprinzip für andere Anwendungen weiter verwendet werden, sofern die gewählten Standortskriterien objektiv und nach einheitlichen Richtlinien erhoben und beschrieben werden.

Für spezielle Fragestellungen kann der Parametersatz beliebig erweitert werden. Weiterführende Erhebungen, z.B. Biotopkartierungen und Habitatbeurteilungen können auf diesen Grundlagen aufbauen. Allerdings sind Biotopkartierungen selbst in der Regel Inventuren von Habitaten und keine eigentliche Flächenkartierung.

Solche nach einheitlichen Richtlinien erstellte Arbeiten können mit ähnlichen Projekten außerhalb des Waldes (Hochlagen, Grünland, Ackerland, Ödland) verknüpft werden.

### 1.3.7 Abschätzung des Aufwandes

Die Standortserkundung eines neuen Kartierungsgebietes erfordert etwa eine Vegetationsperiode Geländearbeit für zwei Personen, zuzüglich allfälliger Bodenanalysen, Nachbestimmung von Pflanzen, Tabellenarbeit und Auswertung. Dies ist ziemlich unabhängig von der Größe des Projektgebietes. Deshalb ist die Kartierung einer relativ kleinen Fläche in einem standortkundlich noch nicht bearbeiteten Raum vergleichsweise unwirtschaftlich. Die Zahl der unterschiedlichen Standortseinheiten und der zu ihrer Dokumentation notwendigen Aufnahmen nähert sich einem Grenzwert, bis alle Einheiten eines Teilwuchsbezirkes erfaßt sind.

Deshalb sollten Kartierungen möglichst auf bereits vorhandene, benachbarte Aufnahmen zurückgreifen können. Darin liegt der wesentliche Wert einer aufzubauenden zentralen Datenbank.

Regionalerkundungen eines größeren Raumes - etwa eines Wuchsgebietes oder großen Wuchsbezirkes - sind zwar in einem Jahr durchführbar, können aber nur einen Überblick über die wichtigsten Substratserien, Waldgesellschaften etc. liefern, ohne aber einen einigermaßen vollständigen Schlüssel der konkreten Standortseinheiten bieten zu können.

Als durchschnittliche Kartierungsleistung sind bei einem Maßstab von 1 : 10 000 etwa 15 ha pro Tag und Kartierer anzusetzen - wobei die Mitarbeit eines Figuranten unterstellt wird. In leicht begehbarem, übersichtlichen Gelände und homogenen Standortverhältnissen können auch Tagesleistungen bis zu 50 ha erzielt werden.

Entscheidend für die Kartierungsleistung ist primär die vorgegebene (und wirklich eingehaltene) Mindest-Ausscheidungsgröße in der Natur und erst sekundär der Kartierungsmaßstab.

Die Mehrkosten für die Aufnahme eines zusätzlichen Parametersatzes bei der **Erkundung** ergeben sich aus der Netto-Aufnahmezeit für diesen Parameter - abzüglich Weg- und Orientierungsaufwand. Sie ist nur dann erheblich, wenn es sich um einen andersartigen, zusätzlichen Aufnahmevorgang handelt, etwa zu wachskundliche Untersuchungen.

Bei der **Kartierung** fallen relative Mehrkosten eines zusätzlichen Parametersatzes dann ins Gewicht, wenn sich daraus zusätzliche Abgrenzungen ergeben. Die gleichzeitige Kartierung und zusätzliche Abgrenzung des Standortzustandes vermindert die Hektarleistung um ca. 30 %. In jedem Fall ist aber die Miterhebung einer Information billiger als eine nachträgliche separate Kartierung.

In einem sorgfältig erkundeten Gebiet ist der gesamte Parametersatz von einem einzelnen, gut ausgebildeten Kartierer überblickbar und erhebbar (Es müssen also nicht mehrere Spezialisten „nebeneinander“ kartieren). Er sollte aber unbedingt bei der Erkundung mitgearbeitet haben. Die Mitarbeit eines Figuranten ist jedoch nahezu unabdingbar (Tragen des Gerätes, Hilfe bei der Orientierung, Bohrstiche werben etc.), wobei es wertvoll ist, wenn auch dieser eine gewisse standortkundliche Erfahrung hat.

#### 1.4 Arbeitsschritte der Standortaufnahme

Standortskartierung ist vor allem im internationalen Sprachgebrauch ein unscharfer Sammelbegriff für dreierlei Ebenen:

- ▶ Klassifizierung aufgrund einer Standortserkundung, das Fassen von Einheiten.
- ▶ „site identification“, die Zuordnung einer Fläche zu einer bereits definierten Einheit.
- ▶ Kartierung im eigentlichen Sinn, die flächenhafte Ausscheidung von definierten Einheiten im Gelände.

Zahlreiche vor allem in Nordamerika gebräuchliche Methoden beschränken sich auf eine „site classification“: Das Vorhaben bleibt auf eine Klassifizierung des Projektgebietes beschränkt. Die Ansprache der Einheit vor Ort, etwa zur Beurteilung eines Maßnahmenobjektes, wird dem Anwender überlassen. Darauf kann neben anderen Verwendungszwecken auch eine eigentliche Standortskartierung aufbauen, ist aber im allgemeinen nicht vorgesehen. Eine Interpretation für den jeweiligen Anwendungszweck ist in jedem Fall erforderlich.

Auch die Standortskartierung im eigentlichen Sinn umfaßt mehrere Schritte:

1. Standortserkundung
2. Klassifizierung (Standortsgliederung, Definition der Einheiten)
3. Standortskartierung: Darstellung der flächenhaften Verteilung
4. Interpretation, abgeleitete Themenkarten; Datenverwaltung.

Die Standortserkundung erfolgt als erster, methodisch und formal von der Standortskartierung unabhängiger Schritt, in der Regel in einem einjährigen „Vorlauf“ vor der Kartierung. Dabei werden in dem vorgesehenen Arbeitsgebiet die Standortmerkmale der verschiedenen Standorte punktgenau erhoben und dokumentiert, und durch Vergleich und Verknüpfungsvorschriften (Tabellenordnung, mathematische Modelle u.a.) die Standortseinheiten abgeleitet.

Trotz dieser notwendigen formalen Trennung der drei Arbeitsschritte ist der Arbeitsablauf jedoch ein iterativer Vorgang. Es kann durchaus notwendig werden, einzelne Schritte zu wiederholen und in einem zweiten Durchgang zu überprüfen.

Vor Beginn der Kartierung muß - als Ergebnis der Erkundung - eine erste, vorläufige Standortgliederung (ein Schlüssel der Standorteinheiten) des Arbeitsgebietes fertig vorliegen. Die Erkundung wird jedoch mit dem Kartierungsfortschritt schrittweise ergänzt; es ist oft erforderlich, die Klassifizierung im Zuge der Kartierung noch zu modifizieren oder zu ergänzen. Die aufgrund von Punktdaten ermittelte Gliederung muß im Feld auf ihre Anwendbarkeit geprüft und allenfalls korrigiert werden. Die Standortgliederung ist daher erfahrungsgemäß erst wirklich endgültig, wenn die Kartierung abgeschlossen ist. Eine strenge zeitliche Trennung der Arbeitsschritte, die a priori-Erstellung einer verbindlichen Einheitsgliederung oder gar eines bundesweiten Merkmals- oder Einheitschlüssels ist aus diesen Überlegungen unrealistisch. Die wirkliche Erfassung aller lokalen Gegebenheiten zu einer vollständigen Liste von Standorteinheiten würde eine dichte flächenhafte Begehung voraussetzen, die ohne gleichzeitige Kartierung unwirtschaftlich wäre. Eine großräumige Erkundung ohne „Check“ an Beispielskartierungen führt mit Sicherheit nur zu Einheitengruppen oder „Beispielseinheiten“, allenfalls zu Ökoserien.

Andererseits wäre auch eine sofort beginnende Flächenkartierung ohne vorherige Erkundung, das Beschreiben von Lokalformen und deren nachträgliches Zusammensetzen zu einer Gliederung nicht zielführend. Die Zahl der Lokalformen würde bald ausufern und die nachträgliche Einordnung in ein logisch gegliedertes System manche Umformulierung von Einheiten und nochmalige Kartierung erforderlich machen.

Das Problem ist uralte, wie ein Zitat von K. G. KIRSCHNER und G. SCHLENKER (1955) belegt: *„So ist es .. selbstverständlich, daß einerseits die Standortsgliederung fertig vorliegen muß, ehe mit der Kartierung begonnen wird, daß aber andererseits die Standortsgliederung erst als abgeschlossen gelten kann, wenn die Kartierung beendet ist. Hätten wir ängstlich darüber nachgedacht, in welcher Reihenfolge die einzelnen Abschnitte einander zu folgen haben, so wären wir niemals zu einem Anfang gekommen. Man muß .... nach jedem Schritt rückschauend die vorausgegangenen überprüfen und, wo es Not tut, korrigieren. Manche Schritte müssen zweimal gemacht werden, einmal vortastend und zu einem späteren Zeitpunkt endgültig.“*

## 1.5 Organisation

### 1.5.1 Fachliche Voraussetzungen

Die Standortserkundung wird als primär forstwirtschaftliche Aufgabe grundsätzlich im forsteigenen Wirkungskreis durchgeführt. Die erforderliche Verständigung mit anderen einschlägigen Institutionen und Fachgebieten ist dabei zu pflegen.

Der Weg zur Standortskarte führt über die Standortserkundung, weshalb Erkundung, Klassifizierung und Kartierung zusammengehören, wie die internationale Erfahrung bestätigt. Sie sollten daher in einer Hand liegen und von derselben Organisation durchgeführt werden.

Die simultane Erhebung aller ökologisch wesentlichen Merkmale setzt eine umfassende Ausbildung des Kartierers, aber ganz speziell des Erkunders voraus. Kenntnisse von forstwirtschaftlichen Abläufen, Planungen und Maßnahmen sind ebenso Voraussetzung wie solche auf dem Gebiet der Botanik, der Bodenkunde, der Geologie und der Meteorologie. Eine spezielle forstökologische Ausrichtung (Studienschwerpunkt, Diplomarbeit) ist wünschenswert.

Zur Erkundung können Spezialisten (Pflanzensoziologen, Bodenkundler) zusätzlich beigezogen werden. In jedem Fall sollte der selbständigen Arbeit eine entsprechende Einschulung vorausgehen, um eine einheitliche Vorgangsweise und Qualität zu gewährleisten. Die durchführenden Organisationen sollten - vor allem bei Erstprojekten - mit der FBVA oder dem nachfolgend angeführten Beirat (Arbeitsgruppe für Standortskartierung beim Österreichischen Forstverein) Kontakt aufnehmen.

### 1.5.2 Beirat

Beim Österreichischen Forstverein wurde eine Arbeitsgruppe mit dem vorrangigen Ziel geschaffen, für die Weiterentwicklung der praktischen Standortskartierung zu sorgen und dafür entsprechende Aufgabenstellungen zu formulieren. Die Arbeitsgruppe, in welcher alle Experten und einschlägigen Institutionen vertreten sind, hat die Funktion eines unabhängigen Beirates.

Als mittelfristige Aufgabenstellung ist etwa der Ersatz der ausschließlich gutachtlichen Einschätzung von Wasserhaushalt und der Trophie durch die Einschätzung über quantifizierbare Merkmale zu nennen.

Ein weiteres dringliches Projekt ist die Fassung von Substrattypen im ökologischen Sinn, weil stratigraphische Einheiten nur begrenzte Aussagen anbieten. Bedingt durch die überwiegend gebirgige Lage Österreichs ist - im Gegensatz zu den deutschen Gliederungen - den anstehenden silikatischen Festgesteinen größeres Augenmerk zu schenken.

Weitere Aufgaben sind Qualitätskontrolle, Wahrung der vergleichbaren Vorgangsweise und Evidenzhaltung von Kartierungsprojekten, um Synergieeffekte zu nutzen und Doppelgleisigkeiten zu verhindern.

### 1.5.3 Fachliche Anlaufstelle

Eine zentral durchgeführte Standortkartierung des österreichischen Waldes wird in absehbarer Zeit nicht möglich sein. Wohl aber werden in zunehmendem Maße punktuelle Standortkartierungen zu aktuellen Projekten von verschiedenen privaten oder öffentlichen Organisationen durchgeführt werden. Deshalb ist eine zentrale Anlaufstelle notwendig, welche für die gegenseitige Information, Koordination, Schulung und Qualitätssicherung sorgt. Diese Aufgabe wird von der **Forstlichen Bundesversuchsanstalt**, Institut für Forstökologie wahrgenommen.

Diese Anlaufstelle berät in allen standortkundlichen Fragen, überprüft regionale forstökologische Einheiten insbesondere auf ihre Vergleichbarkeit, bietet nach Maßgabe der Möglichkeiten Hilfestellung bei der Bodenuntersuchung, den pflanzensoziologischen Auswertungen und der Interpretation der Ergebnisse.

Sie entwickelt die Methoden weiter und aktualisiert im Einvernehmen mit der Arbeitsgruppe Standortkartierung die vorliegende Anleitung.

In einer weiteren Ausbaustufe soll sie zu einer Leitstelle werden, die die Koordinierung umfangreicherer Kartierungsprojekte, die Unterstützung bei der Regionalerkundung und die zentrale Datenverwaltung - Aufbau und Führung einer Datenbank - übernimmt.

Schulung und Weiterbildung sollten durch Fortbildungsveranstaltungen angeboten werden.

## 2 Methoden und Durchführung der Forstlichen Standortkartierung

### 2.1 Vorbereitung

#### 2.1.1 Festlegung des Auftragsumfangs

Zu Beginn des Kartierungsprojekts wird das Arbeitsziel festgelegt und die Wünsche des Auftraggebers klar umrissen. Da gegenwärtig in Österreich einige nach Methoden, Umfang und Inhalt unterschiedliche Vorgehensweisen gebräuchlich sind, und der Begriff „Forstliche Standortkartierung“ unterschiedlich weit gefaßt wird, ist es sowohl für den Auftraggeber als auch für den Auftragsnehmer von Vorteil, den Umfang, die Darstellungsart und den Detaillierungsgrad vor Kartierungsbeginn festzulegen bzw. sich auf die Angaben der vorliegenden Anleitung zu beziehen. Aufgrund der breiten Anwendungsmöglichkeit von Forstlichen Standortkartierungen sind insbesondere der Umfang der standörtlichen Interpretation, der Empfehlungen und der empfohlenen Maßnahmen vor Projektbeginn festzulegen. Der Auftraggeber sollte Fragen des Datenschutzes detailliert regeln. Diese Frage hat bei Projekten, die mehrere Datenquellen benutzen, enorme Bedeutung.

#### 2.1.2 Beschaffung und Auswertung von Unterlagen

Eine wichtige Vorbereitung für Kartierungsprojekte besteht im Sichten vorhandener Unterlagen über das Kartierungsgebiet und der Erstellung einer guten Kartengrundlage (Grundkarte = Konzeptkarte) für die Standortkartierung selbst. Nähere Angaben dazu werden in Annex I und Annex II gemacht.

Die Beschaffung oder Erstellung einer geeigneten topographischen Karte bedeutet auch heute noch einen nicht zu unterschätzenden Vorbereitungsaufwand, da lagerichtige Revierkarten mit Höhenlinien nicht selbstverständlich sind.

Vorhandenes Informationsmaterial über relevante Fachbereiche sollte unbedingt vor der Kartierung umfassend ausgewertet und in die Konzeptkarte übertragen werden.

Für den Fall, daß die Grundkarte neu erstellt werden muß, was den üblichen Auftragsumfang und geplanten Zeitrahmen eines Kartierungsprojektes erheblich übersteigt, ist eine entsprechende Vorlaufzeit einzuplanen und bei der Kalkulation zu berücksichtigen.

## 2.2 Standortserkundung:

### 2.2.1 Übersichtsbegehung (Vorerkundung):

Es ist zweckmäßig, vor der eigentlichen Standortserkundung anhand der Konzeptkarte eine Informationsbegehung durchzuführen. Dadurch kann ein Überblick über die allgemeinen standortkundlichen Verhältnisse, über Zusammenhänge zwischen Geologie, Boden und Vegetation gewonnen werden. An Bodenaufschlüssen wie Weganschnitten, Steinbrüchen können bereits gewisse Gesetzmäßigkeiten beobachtet werden.

### 2.2.2 Erfassung der Eigenschaften des Kartierungsgebietes über Probepunkte

Die Standortserkundung erfolgt grundsätzlich punktuell durch exakte Aufnahme und Dokumentation der Standortmerkmale und der Vegetation an Probeflächen. Davon können später mittels Verknüpfungsvorschriften (Tabellenordnung, ... mathematische Modelle) die dominanten Standortfaktoren und in weiterer Folge Standortseinheiten abgeleitet werden. Die dokumentierten Punktdaten machen die getroffenen Entscheidungen zur Klassifikation sowie die davon abgeleiteten Folgerungen nachvollziehbar.

Die Probeflächen müssen zumindest bis zum Abschluß des Gesamtprojektes wiederauffindbar sein. Dies geschieht durch Eintragung in eine ausreichend genaue Karte und dauerhafte Markierung im Gelände.

#### 2.2.2.1 Anordnung der Probepunkte

Die Anordnung der Probeflächen kann nach folgenden Prinzipien erfolgen:

- ▶ in einem geometrischen Punktraster,
- ▶ entlang von Transekten oder
- ▶ an repräsentativen Punkten, die aufgrund der Vorerkundung bewußt ausgewählt wurden.

Das für statistische Verfahren vorteilhaftere systematische Rasternetz erfordert eine unrealistisch große Punktzahl, wenn man alle Standortseinheiten mit einer ausreichenden Zahl von Stichproben in geeigneten Beständen treffen will. Daher ist eine Kombination aus signifikant eingelegten Transekten und gutachtlich ausgewählten Probeflächen vorzuziehen. Wenn das Erkundungsgebiet wenig bekannt ist, sind Transekte und Toposequenzen zur Festlegung der Aufnahmepunkte vorzuziehen, um mit geringem Aufwand die ökologische Bandbreite des Untersuchungsgebiets abzudecken. Gute Hilfe kann dazu eine Vorstratifizierung aufgrund von Fernerkundung und thematischen Kartenunterlagen leisten.

Bei der gutachtlichen Auswahl „repräsentativer“ Flächen besteht allerdings die Gefahr, daß eine vorgefaßte Vorstellung über die Standortgliederung im Erkundungsgebiet scheinbar bestätigt wird und andere, nicht erwartete Gliederungskriterien unbenutzt bleiben. Sie treten dann erst bei der Flächenkartierung in Erscheinung und machen eine Nacherkundung und Revision des Standortsschlüssels notwendig.

#### 2.2.2.2 Anzahl der Probepunkte

Zumindest die wichtigsten Standortseinheiten und die Stufen der Hauptparameter sollten mit 5 bis 10 Stichproben repräsentiert sein. Als Faustformel für die Stichprobenzahl wird auch  $n^2$  bei  $n$  Standortseinheiten angegeben. Das setzt einerseits die Vorkenntnis der Einheitenanzahl im Arbeitsgebiet voraus und führt andererseits – für große Einheitenzahlen – leicht zu unrealistischen Werten: z.B. 900 Stichproben für 30 Einheiten. Bei exakten Aufnahmen der Vegetation, des Bestandes und des Bodens an Profilgruben einschließlich Probenwerbung liegt die realisierbare Obergrenze erfahrungsgemäß bei 60 bis 80 Probeflächen; mehr Stichproben müssen zu Lasten der Aufnahmeintensität gehen. Mit fortschreitendem Kenntnisstand kann in benachbarten, ähnlichen Gebieten die Zahl der notwendigen Probeflächen entsprechend verringert werden, bis schließlich die Erkundung für ein ganzes Wuchsgebiet repräsentativ ist und nur mehr stichprobenartig oder für Sonderstandorte ergänzt werden muß. (In Deutschland kommt in den neuen Bundesländern kommt heute im Schnitt nur mehr 1 Stichprobe auf 1000 ha (!).

#### 2.2.2.3 Auswahl der Standorte

Neben der Verteilung der Probepunkte innerhalb des Arbeitsgebiets hat die konkrete Auswahl der Probepunkte im Gelände maßgeblichen Einfluß auf die

notwendige Anzahl an Erkundungspunkten sowie auf die Qualität von Erkundung, Standortgliederung und Kartierungsschlüssel. Die Probeflächen sollten homogen sein nach Geländeform, Geologie, Boden und Bestand und jedenfalls später einer einzelnen Standortseinheit zugeordnet werden können. Sie sollten keine Störungen durch Wege, Fahrspuren, Wildfütterungen sowie ausreichend Abstand zu Wald-Feld-Grenzen und verhängerten Bestandesrändern aufweisen.

Die Probestellen sollen vorzugsweise in homogenen Altbeständen liegen, insbesondere in naturnahen Beständen zur Ermittlung der Potentiellen Natürlichen Waldgesellschaft. Zur Beurteilung der Sukzessionsdynamik und allfälliger Degradationsstadien sowie bei Mangel an Altbeständen können jedoch auch Aufnahmen (ggf. mit geringerem Erhebungsumfang) in Schlägen, Jungwüchsen und standortsfernen Bestandesformen notwendig sein.

#### 2.2.2.4 Erhebungsgegenstand

Gegenstand der Erhebungen sind:

- 1) Klima (Zuordnung zu Wuchsgebiet, aber auch Beachtung lokalklimatischer Eigenheiten)
- 2) Höhenstufen
- 3) Geländeformen
- 4) geologischen und petrographischen Verhältnisse
- 5) Bodenverhältnisse, Bodentypen, der Humus
- 6) Vegetation
- 7) Wasserhaushalt
- 8) Wald- und Forstgeschichte, Waldwirtschaft
- 9) Waldwachstum

Die Anleitung zur Erhebung der einzelnen Merkmale wird in Kapitel 3 gegeben.

Die Aufnahme der Probeflächen sollte möglichst exakt und umfassend sein, auch wenn darauf aufbauend nur eine relativ einfache Kartierung vorgesehen ist. Erst im weiteren Arbeitsverlauf und aufgrund der bei der Erkundung gewonnenen Informationen wird erkennbar, welche der Informationen für das konkrete Projekt von Bedeutung sind. Versäumnisse würden dann zumindest Zeitverlust und nachträglichen Mehraufwand bedeuten.

Als Beispiel für den Umfang der Standorts- und Vegetationsaufnahmen und für eine EDV-gerechte Aufnahme kann das in Abschnitt 3 dargestellte Formblatt dienen. In jedem Fall soll die Stichprobe eine exakte Vegetationsaufnahme und Beschreibung des Bodenprofils umfassen.

Nur von einer Auswahl der Profile können in der Regel Bodenproben gewonnen und analysiert werden.

Mit den Bodenanalysen sollen die im Zuge der Erkundung ausgeschiedenen Standortseinheiten belegt oder aber konkrete Fragestellungen - etwa über Unterschiede des Substrates und der Trophie - entschieden werden. Durch eine gezielte Auswahl der Grabungspunkte kann der Arbeitsaufwand optimiert werden.

In diesem Sinne ist auch die Erkundung selbst ein iterativer Vorgang. Im günstigsten Falle dienen Bodenanalysen und Vegetationstabellen lediglich der Kontrolle bzw. Bestätigung dessen, was durch Feldbefunde bzw. deren Auswertung quantitativ und qualitativ erkannt wurde. Sie können diese vorläufigen Entscheidungen aber auch widerlegen, sodaß eine entsprechende Modifikation der Gliederung und allenfalls Nacherkundung notwendig wird.

## 2.3 Klassifikation – Ableitung der Standortseinheiten

### 2.3.1 Allgemeines

Die Standortsklassifizierung ist die Auswertung des während der Erkundung gewonnenen Datenmaterials. Aus den vorliegenden Daten werden Standortseinheiten abgeleitet, diese wiederum in Einheiten höherer Hierarchie eingeordnet.

Für die Ableitung der Standortseinheiten können nur wenige allgemein verbindliche bzw. gültige Regeln aufgestellt werden. Gerade deswegen ist aber bei der Herleitung der Standortseinheiten auf Nachvollziehbarkeit und Transparenz bezüglich der Gliederungskriterien sowie der eingesetzten Methoden Wert zu legen. Die Dokumentation und Herleitung der Standortseinheiten wird am besten mittels einer (Standorts)Klassifikationstabelle (vgl. Tabelle 2.1) sowie der Vegetationstabelle erreicht.

Das zentrale Problem bei der Herleitung von Standortseinheiten ist, welche Variationsbreite innerhalb der Standortsfaktoren (-merkmale) zulässig ist, damit die definitorischen Rahmenbedingungen (vgl. Abschnitt 1; weitgehend gleiche Standortseigenschaften, ähnliche Wuchsbedingungen, gleiches Gefährdungs- und Leistungspotential, gleiche waldbauliche Möglichkeiten) der Standortseinheit noch erfüllt werden.

Als allgemeine Regeln können gelten:

- Auf einer Standortseinheit darf im Regelfall nur eine PNWG (Assoziations- oder Subassoziations-

niveau) bzw. eine bestimmte Ausbildung des Standortswaldes auftreten, eine PNWG (eine Ausbildung des Standortswaldes) aber in ein bis mehreren Standortseinheiten. Da zur Herleitung der PNWG im allgemeinen die Standortseinheit bekannt sein muß (um zwischen Potential und Zustand, d.i. aktuelle Vegetation gegen potentiell natürliche Vegetation zu unterscheiden), ist ein iterativer (vgl. auch Kapitel 2.3.2) Prozeß bei der Herleitung beider die Regel.

- ▶ Jede Standortseinheit wird grundsätzlich durch die sog. „Pflichtparameter“ (Trophie, Wasserhaushalt, klimatische Höhenstufe, Bodentyp, Bodenart, Relief, Neigung, Exposition) beschrieben. Die Klassifizierung der einzelnen Standortseinheiten erfolgt primär nach den genannten Merkmalen und Faktoren, doch können oder müssen auch zusätzliche Merkmale zur Unterscheidung von Standortseinheiten herangezogen werden.
- ▶ Eine Standortseinheit darf im Regelfall nur in einer klimatischen Höhenstufe auftreten.
- ▶ Von Einzelfall zu Einzelfall verschieden sind die Kriterien für eine mögliche Aufgliederung der PNWG (des Standortswaldes) in einzelne Standortseinheiten - je nachdem die jeweilige PNWG (der jeweilige Standortswald) engere oder breitere ökologische Bereiche abdeckt.

Häufig wird die Erstellung eines vollständigen Einheitenschlüssel für alle Standortseinheiten des Bundesgebiets mit der Begründung angeregt, daß dann regionale und lokale Kartierungen ohne großen Aufwand daran anschließen könnten. Dies wäre nur dann möglich, wenn einerseits alle in irgendeiner Region notwendigen Klassifikationsmerkmale bekannt wären, und andererseits jede einzelne Standortseinheit so gefaßt würde, daß sie in Bezug auf jedes Klassifikationsmerkmal nur eine einzige eindeutige Klasse belegen darf. Weiters müßte die Zuordnung zu den einzelnen Klassen jedes Merkmals innerhalb des gesamten Gültigkeitsgebiets des Klassifikationssystems gelten (z.B. müßte die Trophiestufe für jede Standortseinheit eindeutig einer bestimmten Klasse zuzuordnen sein) und alle Klassifikationskriterien in allen ihren Ausprägungen bekannt sein.

Da aus Gründen der Praktikabilität (es ergäben sich allein bei 3 Klassifikationsmerkmalen à 10 Ausprägungen 1000 Einheiten) und existierenden Wissenslücken die Voraussetzungen für diese Annahmen nicht zu erfüllen sind, muß die Ableitung von Standortseinheiten bis zu einem gewissen Grad (a) gutachtlich bzw. (b) auf lokale Besonderheiten

innerhalb eines umgrenzten Kartierungsgebietes angepaßt werden („offenes System“, vgl. Kapitel 1.3.4). Der erwähnte gutachtliche Aspekt der Ableitung von Standortseinheiten darf dabei nicht als nicht weiter zu begründendes Postulat von Standortseinheiten („Götterblick“) mißverstanden werden, sondern als Teilung der im Gelände aufgefundenen, verschiedenen Standortsgredienten in sinnvolle, mehr oder weniger in bezug auf die charakterisierenden Parameter einheitliche Teile. Dies bedingt häufig eine Zusammenfassung erhobener Merkmalsklassen oder auch eine weitere Unterteilung der Merkmalsklassen. Weiters ist zu bemerken, daß die Indikatoren in einzelnen Fällen nicht ausreichend sind, um eine eindeutige Merkmalseinordnung zuzulassen. In der Realität der Standortskartierung sind zwei weitere Einschränkungen bei der Ableitung von Standortseinheiten zu berücksichtigen:

Es kann aus praktischen Gründen (Flächengröße, Kartierungsaufwand) notwendig sein, Standortseinheiten zusammenzufassen, die in bezug auf ein oder mehrere Klassifikationsmerkmale relativ heterogen sind, obwohl eine Unterscheidung technisch möglich wäre (z.B. kleinräumige bachbegleitende Standortseinheiten).

Bei der Erkundung und Klassifikation ausgeschiedene Einheiten sind bisweilen nur mit hohem Aufwand flächig kartierbar. Auch hier ist dann gutachtlich eine Entscheidung zu fällen, ob die zusätzliche Aussage den Aufwand einer Abgrenzung rechtfertigt.

Als Alternative können Mosaikeinheiten ausgeschieden werden.

### 2.3.2 Techniken der Standortsklassifikation

Die Standortsgliederung ordnet die Standorte nach ihrer Einstufung bezüglich der Hauptstandortsfaktoren - Trophie, Wasserhaushalt und klimatischer Höhenstufe - an. Die Abgrenzung einer Gruppe von Standorten gegenüber anderen wird auf Basis dieser Faktoren und etwaiger zusätzlicher Merkmale vorgenommen.

Prinzipiell sind 2 Gruppen von Techniken zu unterscheiden, die jedoch auch kombiniert angewendet werden können:

#### 1. Manuelle („gutachtliche“) Techniken

Ähnlich wie bei der Tabellenarbeit in der Vegetationskunde können die Erhebungspunkte bzw. die Einzelmerkmale tabellarisch geordnet werden.

Während bei vegetationskundlichen Fragestellungen die aufgenommenen Variablen (= Pflanzenarten) durch ihre Abundanz/Dominanz- oder auch Stetigkeitswerte gleich skaliert sind, sind die erhobenen Standortmerkmale ungleich skaliert und werden zusätzlich in unterschiedlichen Skalenarten (mindestens Nominal- und Ordinalskalen) aufgenommen. Die Tabellenarbeit ist daher aus mehreren Gründen immer mit einem gutachtlichen Element verbunden:

- ▶ Auswahl der Merkmale für die Standort-Klassifikationstabelle
- ▶ Wichtung der Merkmale als Haupt- und Nebengliederungskriterien
- ▶ Wichtung der Skalierungsstufen der einzelnen Merkmale

Diese Punkte werden durch das Beispiel aus Tabelle 2.1 erläutert: es wurden 2 Standortseinheiten gebildet; Standortseinheit I umfaßt die Erhebungsflächen 1, 3 und 4, Standortseinheit II die Erhebungsflächen 2 und 5. Die Standortmerkmale sind in der Tabelle nach ihrer Bedeutung für die (vorliegende) Gliederung von rechts nach links angeordnet. In der Tabelle treten unterschiedlich skalierte Ordinalskalen ebenso wie Nominalskalen auf. Sowohl der Klassensprung beim Relief in Einheit II als auch unterschiedliche Grobskelettanteile und Exposition bei Einheit I wurden nicht zum Anlaß genommen, diese Einheiten weiter zu unterteilen (jeweils gutachtliche Entscheidung). Bei Standortseinheit II wurden Aufnahmeflächen 2 und 5 trotz unterschiedlicher Reliefausformung nicht getrennt, weil die Ausprägung (Annahme im Beispiel) nur kleinflächig ist.

In Hinblick auf die Definition der Standortseinheit muß daher dem Bearbeiter überlassen bleiben, welche Variation innerhalb der Standortsfaktoren (-merkmale) unterschiedlicher Standortseinheiten zulässig sind, die definitorischen Rahmenbedingungen (weitgehend gleiche Standortseigenschaften, ähnliche Wuchsbedingungen, gleiches Gefährdungs-

und Leistungspotential, gleiche waldbauliche Möglichkeiten) jedoch noch erfüllen.

## 2. Multivariate, computergestützte Verfahren

Folgende Verfahren können eingesetzt werden:

- ▶ Ordinationsverfahren( z.B. PCA, PCO, CA, CCA, NMDS) geben einen Überblick, welche Merkmale die wesentlichen (Standorts)faktoren wesentlich beeinflussen bzw. welche der eingeflossenen Merkmale keinen wesentlichen Informationsgehalt im gegebenen Datenset besitzen. Dabei kann entweder nur ein Datenset (etwa Standortmerkmale, chemische Merkmale, Vegetationsmerkmale) analysiert werden (z.B. PCA); Mittels CCA können zwei Datensets aufeinander abgebildet werden (z.B. Standortmerkmale auf Vegetation).

- ▶ Klassifikationsverfahren (hierarchisch-agglomerative Verfahren: SL, CL, AL; hierarchisch-divisiv-polythetische Verfahren: TWINSpan; nicht hierarchische Verfahren: FCM) teilen die Menge der Aufnahmeflächen aufgrund der eingegangenen Merkmale in Cluster, d.h. ein oder mehrere Flächen ähnlicher Eigenschaften. Dabei ist es je nach Verfahren möglich, verschiedene Grenzen vorzugeben:

- ein bestimmtes Ähnlichkeitsmaß, das innerhalb eines Clusters nicht unterschritten werden darf,
- eine bestimmte Anzahl von Clustern, in welche die Menge der Aufnahmeflächen geteilt werden soll,
- eine bestimmte Anzahl von Flächen pro Cluster.

Auch bei diesen Verfahren darf nicht übersehen werden, daß auf dem Weg der Verrechnung zahlreiche gutachtliche Entscheidungen zu treffen sind: So beeinflussen die in die Verrechnung einfließenden Merkmale und ihre Skalierung das Ergebnis sehr stark. Da gerade sehr viele Standortmerkmale in Nominal- oder Ordinalskalen aufgenommen werden, sind bei der Umcodierung in Dummy-Variable bzw. der Skalierung von Ordinalskalen gegeneinander zahlreiche gutachtliche, das Ergebnis beeinflussende Entschei-

Tabelle 2.1: Beispiel für eine Standort-Klassifikationstabelle

Erhebungsfläche	Standortseinheit	Gründigkeit	Skelettgehalt	Grundgestein	Relief	Exposition	Bodentyp	weitere Merkmale
1	I	60-120	0	Gneis	Mittelhang	N	BrE	.....
3	I	60-120	10	Gneis	Mittelhang	NE	BrE	
4	I	60-120	15	Gneis	Mittelhang	N	BrE	
2	II	30-60	40	Quarzit	Mittelhang	N	BrE	
5	II	30-60	40	Quarzit	Oberhang	N	BrE	

dungen notwendig. Der Vorteil der computergestützten Verfahren liegt daher vor allem:

- a.) In der größeren Transparenz bzw. besseren und einfacheren Dokumentation der gefällten Entscheidungen.
- b.) In der Möglichkeit, eine Vielzahl von möglichen Merkmalen auf ihre Relevanz für die Standortgliederung zu untersuchen.

### 3. Kombination von manuellen und computergestützten Techniken

Mehrere Verfahren, wie die CVA (Kanonische Variatenanalyse) bzw. die Diskriminanzanalyse bieten die Möglichkeit, die Relevanz einer bereits erstellten (gutachtlichen) Gliederung im nachhinein zu überprüfen, bzw. zu überprüfen, welche Merkmale von Bedeutung für die erstellte Gliederung sind.

#### 2.3.3 Gliederungsprinzip

Das Gliederungsprinzip der Standortklassifikation im mehrstufigen Verfahren besteht in der Einordnung der Standorte in folgende regionale und lokale Kategorien:

##### ► Regionale Klassifikation

- **Wuchsgebiete** (siehe unten); eine weitere Unterteilung in **Wuchsbezirke** ist möglich und vorgesehen.
- **Klimatische Höhenstufen.**

##### ► Lokale Klassifikation

- **Standortseinheiten** als zentrale Befund- und Kartierungseinheiten  
Sie können zu größeren Gruppen zusammengefaßt werden: den
- **Einheitengruppen** nach zusammenfassenden Kriterien (Wasserhaushaltsklassen, Trophiestufen, Ökoserien) für überregionale Vergleiche.
- **Standortsgesellschaften** werden zur Darstellung von Mosaikstandorten oder Toposequenzen für kleinmaßstäbige Übersichten verwendet.
- **Zustandsformen**

#### 2.3.4 Gliederungskategorien

##### 2.3.4.1 Regionale Kategorien

###### 2.3.4.1.1 Wuchsgebiete

Die höchstrangige Regionalgliederung der Waldstandorte Österreichs ist durch die Wuchsgebiete

gegeben. Die Wuchsgebiete (WG) sind nach forstökologischen Gesichtspunkten gefaßte Naturräume mit weitgehend einheitlichem Klimacharakter. Sie sind durch einen Komplex natürlicher, potentieller Waldgesellschaften gekennzeichnet, die mit Höhenstufe, Gestein und Relief variieren. Die Wuchsgebiete dienen als regionale Bezugsbasis für alle derzeit laufenden flächendeckenden forstlichen Erhebungssysteme wie Waldinventur, Waldschadenbeobachtungssystem, Bodenzustandsinventuren, aber auch für viele universitäre Projekte. Sie sind die rechtliche Grundlage für den Verkehr mit forstlichem Vermehrungsgut. Ihre Umgrenzung ist in der Verordnung über forstliches Vermehrungsgut (BGBL.163, 1996 VO Nr. 512) gesetzlich verankert.

Es genügt daher, das Projektgebiet den Wuchsgebieten zuzuordnen. Dennoch kann gerade die Kartierung wichtige Informationen für eine verbesserte Abgrenzung der Wuchsgebiete geben. Besonders die Grenzen der Wuchsgebiete sollten kritisch geprüft werden.

Im Vordergrund der naturräumlichen Charakteristik der Wuchsgebiete stehen das Regionalklima und geomorphologische Großenheiten. Im einzelnen kann die Wichtung der Faktoren abweichen; meist hat das Klima Vorrang: So erstrecken sich z.B. die Nördlichen Kalkalpen im Westen über drei markante Klimazonen und müssen daher auf entsprechende Wuchsgebiete aufgeteilt werden.

Entscheidender Indikator für die Wuchsgebiete sind jeweils die Regionalwaldgesellschaften (das sind die potentiell natürlichen Waldgesellschaften der Normalstandorte in der montanen Stufe der jeweiligen Region).

Die Wuchsgebiete sind zu Hauptwuchsgebieten (HWG) zusammengefaßt.

Eine Untergliederung in Wuchsbezirke ist vorgesehen, wird aber erst im Zuge fortschreitenden Wissens über die Standorte Österreichs möglich werden.

###### 2.3.4.1.2 Höhenstufen

Höhenstufen sind vertikale Klima- und Vegetationsgürtel. Sie überlagern im Bergland die regionale Eigenart der Wuchsgebiete. Waldbaulich und für die Herkünfte haben sie sogar Vorrang vor den Wuchsgebieten, sind aber in den stark gegliederten alpinen Lagen kleinmaßstäbig nicht darstellbar und daher den Wuchsgebieten unterzuordnen.

Die Abgrenzung der Höhenstufen erfolgt nicht nach definierten Höhenlagen, sondern nach Waldgesellschaften. Es werden unterschieden:

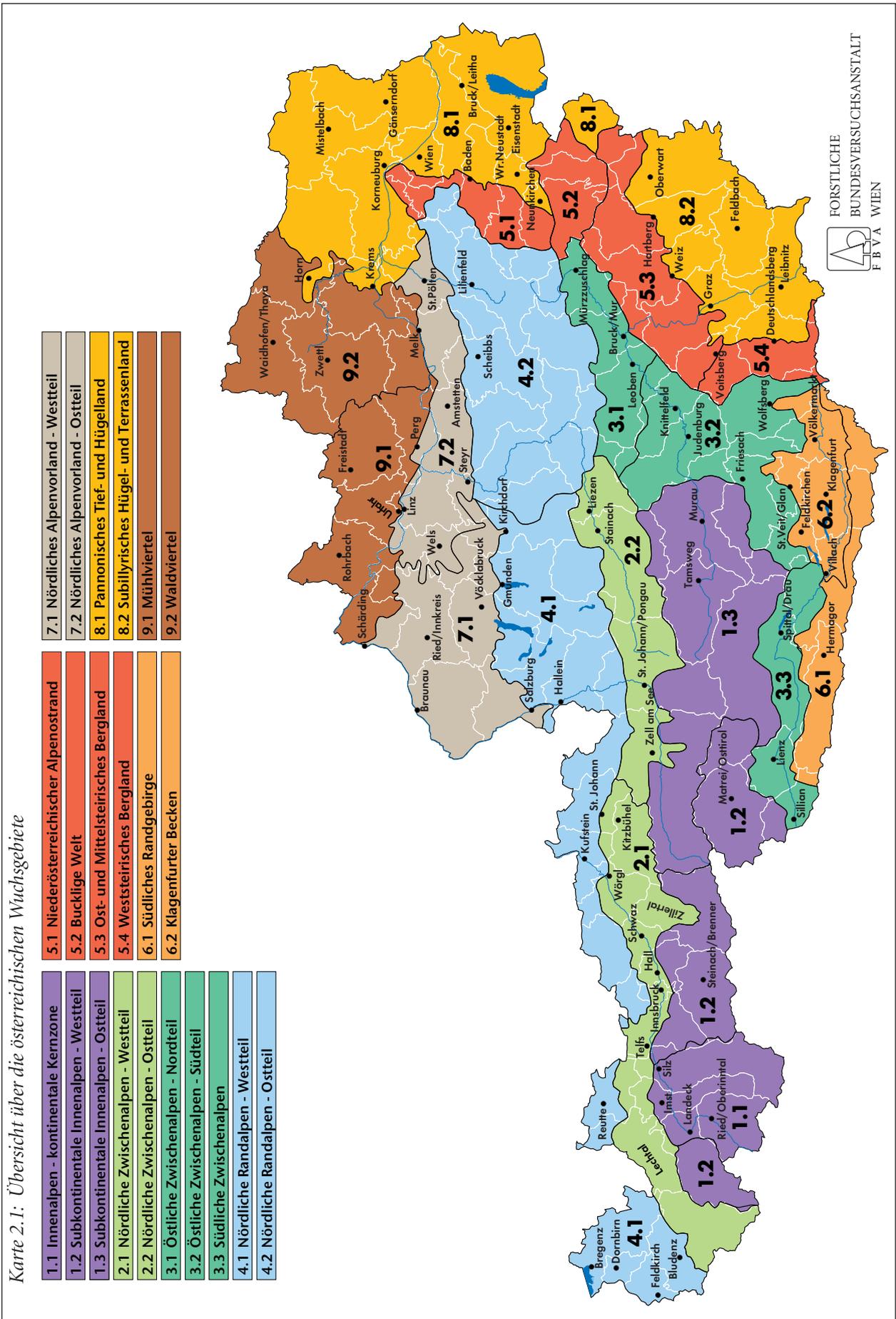


Tabelle 2.2: Übersicht über die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs (Kilian, Müller &amp; Starlinger 1994)

Code	Hauptwuchsgebiete	Code	Wuchsgebiete
1.	Innenalpen	1.1	Innenalpen - kontinentale Kernzone
		1.2	Subkontinentale Innenalpen - Westteil
		1.3	Subkontinentale Innenalpen - Ostteil
2.	Nördliche Zwischenalpen	2.1	Nördliche Zwischenalpen - Westteil
		2.2	Nördliche Zwischenalpen - Ostteil
3.	Östliche und Südliche Zwischenalpen	3.1	Östliche Zwischenalpen - Nordteil
		3.2	Östliche Zwischenalpen - Südteil
		3.3	Südliche Zwischenalpen
4.	Nördliche Randalpen	4.1	Nördliche Randalpen - Westteil
		4.2	Nördliche Randalpen - Ostteil
5.	Östliche Randalpen	5.1	Niederösterreichischer Alpenostrand (Thermenalpen)
		5.2	Bucklige Welt
		5.3	Ost- und Mittelsteirisches Bergland
		5.4	Weststeirisches Bergland
6.	Südliche Randalpen	6.1	Südliches Randgebirge
		6.2	Klagenfurter Becken
7.	Nördliches Alpenvorland	7.1	Nördl. Alpenvorland - Westteil
		7.2	Nördl. Alpenvorland - Ostteil
8.	Sommerwarmer Osten	8.1	Pannonisches Tief- und Hügelland
		8.2	Subillyrisches Hügel- und Terrassenland
9.	Mühl- und Waldviertel	9.1	Mühlviertel
		9.2	Waldviertel

► **Planar-kolline Stufe:** Eichen-Hainbuchen- und Eichenwälder; planar ohne Rotbuche.

► **Submontane Stufe:** Übergangsbereich zwischen kollinen Eichen-Hainbuchen-Wäldern mit hochwaldtauglicher Buche und tiefmontanen Buchenwäldern mit Eiche und Hainbuche.

► **Montane Stufe:** außeralpin und in den Randalpen Buchen- und Fichten-Tannen-Buchen-Wälder, in den Zwischenalpen Fichten-Tannen-Wälder, in den Innenalpen Fichtenwälder. Die Grenze zur subalpinen Stufe ist durch die obere Verbreitungsgrenze von Buche und Tanne markiert; wo Tanne und Buche regional (Innenalpen) fehlen, durch die Obergrenze von Bergahorn und Rotföhre. Weiter untergliedert in:

- **Tiefmontan:** Optimum der Buche; Tanne, Eichen und Rotföhre beigemischt. In den Zwischenalpen hat Buche nur in dieser Stufe Bedeutung.

- **Mittelmontan:** Kernbereich des Fichten-Tannen-Buchen- Mischwaldes; Fichte ist hier in allen Wuchsgebieten maßgeblich beteiligt. Mischbaumarten v.a. Lärche, Bergahorn, (Rotföhre); Esche und Sommerlinde erreichen hier ihre Obergrenze.

► **Hochmontan:** in den Randalpen noch Buche, in Südalpen auch Buchenbestände. Zur Unterscheidung gegen mittelmontan z.B. *Luzula sylvatica*, *Calamagrostis villosa*.

► **Subalpine Stufe:**

- **Tiefsubalpin:** einheitlich in allen WG Fichtenwälder mit Lärche, in den Innen- und Zwischenalpen mit Zirbe. In den Innenalpen noch vereinzelt Rotföhre. Unterschied zur montanen Stufe: Bestandesstruktur und Krautschicht.
- **Hochsubalpin:** In den Innenalpen und Silikat-Zwischenalpen Zirben-Lärchen-Wald. In den Randalpen Latschengebüsche.

### 2.3.4.2 Lokale Gliederungskategorien

#### 2.3.4.2.1 Standortseinheit (Synonym: Standortstyp)

##### Definition

Die Standortseinheit ist die forstökologische Grundeinheit, innerhalb der weitgehend gleiche Standortseigenschaften vorliegen. Sie faßt gleichartige Standorte mit ähnlicher Faktorenkombination und mit ähnlichen Wuchsbedingungen, gleichem Gefährdungs- und Leistungspotential und gleichen waldbaulichen Möglichkeiten zusammen, die auf dieselbe waldbauliche Behandlung gleichartig reagieren und in nicht degradiertem Zustand die gleiche Wuchsleistung/Ertragsfähigkeit erwarten lassen. Die Standortseinheiten erfassen die voraussichtlich bleibenden und unveränderlichen Eigenschaften (von Standorten). Die Standortseinheiten sind innerhalb eines Wuchsgebietes oder -bezirkes auftretende Lokalformen. Aufgrund der Standortserkundung werden diese Lokalformen für jedes Wuchsgebiet (-bezirk) gesondert gefaßt. Dies schließt nicht aus, daß vergleichbare Einheiten in mehreren Wuchsbezirken auftreten können.

##### Abgrenzung und Beschreibung der Standortseinheiten

Um alle erfaßten Standorte mit ihren regionalen Eigentümlichkeiten bestmöglich einreihen zu können, muß die Abgrenzung und Beschreibung der Standortseinheiten flexibel sein. Dennoch muß, um die Vergleichbarkeit und Transparenz der Standortseinheiten zu wahren, ein verbindlicher Mindeststandard eingehalten werden.

Jede Standortseinheit muß auf lokaler Ebene zumindest durch folgende **Basismerkmale** („Pflichtparameter“) umschrieben sein:

- a) Wasserhaushalt
- b) Trophiestufe
- c) Lage (Relief)
- d) Substrat (nach Möglichkeit Zuordnung zu einer Substratgruppe)
- e) Boden: Bodentyp, Bodenart, Gründigkeit, Grobskelett
- f.) potentiell natürliche Vegetation<sup>1</sup>

Für die Vollständigkeit jedes Kartierungswerks (-projekts) ist eine **Beschreibung der Standortseinheiten durch die obligatorischen Merkmale (sog. „Pflichtparameter“)**, in Tabellenform notwendige Voraussetzung. Falls zur Differenzierung der Einheiten nötig, müssen auch weitere (an sich optionale) Merkmale hinzugezogen werden.

Die Merkmale Wuchsgebiet und Höhenstufe werden nicht gesondert angeführt, da sie als Gliederungskriterien in einer oberen Hierarchiestufe (regionale Kategorien) ansetzen. Die Standortsmarkmale c) bis e) sind direkt aus der Erkundung zugänglich. Wasserhaushalt und Trophie sind hingegen zusammengesetzte Eigenschaften, welche im Zuge der Klassifizierung erst abgeleitet und taxiert werden müssen (z.B. die Wasserhaushaltsstufen als Integral über alle hydroklimatischen und bodenhydrologischen Standortskomponenten). Gerade die wichtigsten abgeleiteten Merkmale, der Wasserhaushalt und die Nährstoffversorgung, sind einer Quantifizierung schwer zugänglich und deshalb nur gutachtliche

---

#### <sup>1</sup>zur potentiell natürlichen Vegetation (Definition vergleiche Kapitel 1.2):

Für die forstliche Standortskartierung verbindlich (im Sinne eines obligaten Merkmals) ist eine Aussage zu der potentiell natürlichen Baumartenzusammensetzung.

Dabei kann als Ergebnis entweder eine Baumartenzusammensetzung im Sinne des „Standortswaldes“ ermittelt werden oder auch die Einordnung in ein syntaxonomisches System (z.B. Oberdorfer 1992 oder Mucina et al. 1993) erfolgen. In diesem Zusammenhang wird darauf verwiesen, daß die angeführten syntaxonomischen Systeme Pflanzengesellschaften nach rein floristischen Kriterien ohne Rücksicht auf deren Naturnähe katalogisieren, also die Einordnung eines aufgenommenen Bestandes in das System nicht bedeutet, damit die potentiell natürliche Vegetation (Waldgesellschaft) ermittelt zu haben.

Die natürlichen Baumarten werden bei jeder Standortseinheit angeführt. Es werden bis zu 3 Baumarten oder gebräuchliche Formulierungen für Baumartenmischungen, die auf die PNV weisen (z.B. „Wärmeliebender Traubeneichen-Mischwald“) genannt. Die Nennung der Baumarten erfolgt in der Reihenfolge abnehmender Mischungsanteile. Die inzwischen eingebürgerte Bezeichnung „...-wald“ für die natürliche Baumartenkombination ist allerdings irreführend, weil davon oft die Darstellung des aktuellen Bestandesbildes erwartet wird. Besser wäre die Bezeichnung „...-standort“. In der Beschreibung der Standortseinheit kann alternativ auch der Name der Gesellschaft im syntaxonomischen System angeführt werden.

Schätzparameter. Das gleiche gilt für die natürliche Baumartenzusammensetzung bzw. die PNWG.

Hilfsgrößen zur Einstufung in Klassen des Wasser- und Nährstoffhaushaltes sind in Kapitel 3.2 (Standortsmerkmal Boden) beschrieben. Dort werden die Klassen nochmals angeführt.

Es ist eine der vordringlichsten Forschungsaufgaben der Standortkunde, verbesserte, zumindest halb-quantitative Hilfsgrößen und Skalierungen zu erarbeiten. Entsprechende, derzeit noch nicht koordinierte Initiativen gibt es derzeit von verschiedenen Institutionen in Österreich, Nachbarländern und der EU. Deren Ergebnisse können aber erst in einer späteren Ausgabe dieser Richtlinien berücksichtigt werden.

Darüber hinaus können beliebige weitere, **optionale Merkmale** zur Beschreibung und Unterscheidung der standörtlichen Besonderheiten herangezogen werden. Insbesondere kommen hier kleinklimatische Indikatoren in Frage.

Bei der Auswertung der Vegetationstabelle sollte zusätzlich - so weit als möglich - die PNWG (der Standortswald) gefaßt und der Standortsgliederung zugeordnet werden. Vielfach wird dabei eine Gesellschaft oder ein Standortswald für mehrere Standorteinheiten - meist für eine Einheitsengruppe - gelten.

Erscheint die Umgrenzung einer Einheit nach nur einer Stufe eines Parameters nicht sinnvoll, kann auch eine Bandbreite über mehrere Stufen definiert werden (z.B.: „frisch bis sehr frisch“; „Braunerde und Semipodsol“ usw.)

Die **Beschreibung** benachbarter Standorteinheiten kann in vielen Merkmalen redundant sein. Zur gegenseitigen **Abgrenzung** genügen oft wenige, auch nur „optionale“ Merkmale. Eine schwierige Aufgabe der Standortsklassifizierung ist es, das entscheidende Abgrenzungsmerkmal zwischen ökologisch nicht gravierend unterschiedlichen Einheiten zu finden. Meist ist es dasjenige Merkmal, welches im konkreten Fall relative Extreme bildet.

Die Standorteinheit und ihre inhaltliche Abgrenzung zu anderen Einheiten muß jeweils klar definiert sein. Das heißt, es ist nicht nur der locus typicus zu beschreiben, sondern auch die Bandbreite der zulässigen Abweichungen der unterscheidenden Merkmale. Ebenso dürfen nicht Extreme als Locus typicus beschrieben werden.

Beispiel: „Felsrücken mit geringer Bodenbedeckung und offener Pioniervegetation“ ist eine idealisierte Beschreibung, die meist nur für wenige Quadratmeter zutrifft, während der Gesamtstandort durchaus einen schlecht-wüchsigen Sesleria-Kiefernwald trägt.

Dabei ist stets im Auge zu behalten, daß die Standorte in der Natur eine Kombination von kontinuierlich variablen Standortsfaktoren sind. Jede Umgrenzung von Einheiten ist ein willkürlicher Ausschnitt aus diesen Kontinua. Allenfalls kann mit mathematisch-statistischen Methoden versucht werden, Diskontinuitäten in diesen Kontinua aufzufinden. Scharfe Abgrenzungen sind bestenfalls gedanklich möglich, in der Natur jedoch nur selten anzutreffen. Deshalb müssen auch bei der flächenhaften Kartierung Grenzziehungen mehr oder weniger gutachtlich bleiben.

Ebenso wird es nur in den seltensten Fällen gelingen, für ein Arbeitsgebiet ein in sich konsistentes **Gliederungsschema** der Standorteinheiten aufzustellen, ohne eine Unzahl unrealistischer Einheiten zu konstruieren.

So wäre es etwa sinnlos, kleinfächig auftretende Bachauen oder extreme trockene Rücken weiter nach Trophie und Substrat zu gliedern; damit ist aber dieses für großflächige Hanglagen wesentliche Unterscheidungssystem durchbrochen.

#### Code:

Für den schnellen Vergleich, insbesondere aber für die EDV-gerechte Weiterbearbeitung der Standorteinheiten bietet sich die Möglichkeit der Beschreibung durch einen mehrstelligen Merkmalcode an. Dieser kann bei ausreichend großem Maßstab auch in der Standortskarte eingetragen sein. Voraussetzung dazu sind normierte Bezeichnungen für die Klassen der bestimmenden Faktoren. Auch für die übergeordnete Einstufung nach Höhenstufe, Wasserhaushalt, Trophiestufe hat sich eine Symbolkombination bewährt.

Beispiel dazu:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
	hochmontan	Fi-Ta-Bu	frisch	basenreich	Rücken	Gneis	Braunerde	sL	tiefgr.
Codefolge	hm	Fi-Ta-Bu	4	4	1	Gn	BrE	sL	3

Parameter a bis i müssen in der **Beschreibung** enthalten sein; aus diesen Parametern können (im Kartierungsgebiet) differenzierende Merkmale für den **Namen** frei gewählt werden.

#### **Benennung der Standortseinheit:**

Vorweg ist festzuhalten, daß die Begriffe **Benennung** der Standortseinheit und **Beschreibung** der Standortseinheit voneinander streng zu trennen sind. Während, wie oben schon gesagt, die Beschreibung der Standortseinheit die bestimmenden Merkmale taxativ aufzählt, ist die Benennung der Standortseinheit v.a. ein Hilfsmittel für den Benutzer des Kartierungswerks, die Einheiten im Zuge des Arbeitsvorgangs im Gedächtnis zu behalten.

Im wesentlichen bieten sich daher zwei Möglichkeiten der Benennung von Standortseinheiten an:

Einerseits können wie z.B. in der ehemaligen DDR oder der US Soil Taxonomy die Lokalformen nach der Lokalität des „Taufprofils“ benannt werden, etwa: „*Brucker Graphitphyllitbraunerde*“ anstelle der Standortsbeschreibung: „*Mäßig basenreiche Braunerde aus Graphitphyllit - skelettreich - sehr tiefgründig Schatthang - frisch*“. Dieser Weg steht jedoch nur offen, wenn eine „Nomenklaturstelle“ Benennungen zentral vergibt und überprüft.

Eher bietet sich der Weg einer sinnvollen Auswahl von Kriterien, die den Standort und seine Eigenschaften bzw. seine Differenzierung gegenüber anderen Einheiten festlegen, an:

Wuchsgebiet und Höhenstufe liegen bereits als übergeordnete Kategorien vor, müssen also im Namen der einzelnen Einheit nicht gesondert aufscheinen.

Zielführend ist eine Benennung der Einheiten als eine sinnvolle Kombination von obligatorischen Merkmalen sowie zusätzlicher weiter differenzierender Merkmale. Merkmale, die im gesamten Arbeitsgebiet die gleiche Ausprägung aufweisen, werden im Namen nicht aufscheinen - z. B. etwa die Substratgruppe (in der Beschreibung müssen sie jedoch stets enthalten sein!).

Eine bewährte Benennung von Standortseinheiten enthält Angaben zur potentiell natürlichen Vegetation, zur Wasserhaushaltsstufe, der Trophiestufe sowie Angaben zu Relief und Bodentyp.

#### 2.3.4.2.2 Standortseinheitengruppen

Zu Standortseinheitengruppen werden mehrere Standortseinheiten vereinigt, die bezüglich ihres Wasserhaushaltes und ihres Nährstoffhaushaltes Ähnlichkeiten aufweisen oder bestimmten Gesteins- und Bodenserien (Kalk) angehören. Damit stehen

auch über den Wuchsbezirk hinaus für forstwirtschaftliche Planungen, für Leistungsvergleiche und sonstige Beurteilungszwecke großräumige (regionale) Unterlagen zur Verfügung.

Diese Gruppen können gegebenenfalls auch in kleineren Maßstäben (z. B.: 1 : 25.000) dargestellt werden.

Auch die **potentiellen Waldgesellschaften** können als weiteres Ordnungsprinzip zur Gruppenbildung herangezogen werden.

#### 2.3.4.2.3 Mosaikeinheiten, Catenen

Treten unterschiedliche Standorte in enger, aber gesetzmäßiger Mosaiklage auf, die bei gegebenem Kartenmaßstab nicht mehr lagerichtig dargestellt werden kann oder dessen Darstellung nicht sinnvoll ist, können Komplexstandorte kartiert werden. In der Beschreibung müssen aber die Teilstandorte, welche die Mosaik bilden, einzeln beschrieben werden.

Derartige Mosaiklagen, etwa kleinräumiger Wechsel zwischen seichtgründiger Rendzina und tiefgründigem Kalk-Braunlehm, treten beispielsweise in Schichtkopflandschaften im Kalkgebirge auf.

Ähnlich kann bei Maßstäben ab 1 : 25.000 mit Standortsgesellschaften entlang von Hängen verfahren werden.

Derartige Catenen oder Standortsgesellschaften dürfen nicht mit Einheitengruppen verwechselt werden die nach bestimmten Merkmalen zusammengefaßt wurden.

#### 2.3.4.2.4 Zustandsformen (Vegetationstypen)

Die Standortseinheit umfaßt die voraussichtlich permanenten Eigenschaften des Standortes („Stammeigenschaften“ nach dem Kartierungssystem der ehemaligen DDR). Dem stehen die variablen Standortmerkmale („Zustandseigenschaften“ nach der ostdeutschen Kartierung) gegenüber, welche den durch Bewirtschaftung, Immissionen etc. beeinflussten oder herbeigeführten aktuellen, veränderlichen forstlichen Standortzustand bestimmen.

Demnach kann eine Standortseinheit je nach Bestockung und Bestandesgefüge, nach wirtschaftlichen Eingriffen, Nebennutzungen und sonstigen Einflußnahmen im Nebeneinander und Nacheinander mehrere verschiedene Zustandsformen aufweisen.

Je nachdem Veränderungen relativ leicht eintreten können und wenig oder stark vom Normalzustand abweichen, sind stabile und labile Standorte zu unterscheiden.

Die Differenz zwischen dem aktuellen Zustand und potentiellen Gleichgewichtszustand bedeutet Degradation („nicht genutzte Naturkräfte“) oder Aggradation (über Normalzustand hinaus).

Die Kartierung der Standortseinheiten behält über längere Zeiträume Gültigkeit. Die Ausscheidung von Zustandsformen kann hingegen in periodischen Abständen nachgeführt werden, und ermöglicht damit eine Art Erfolgskontrolle über die ökologische Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung.

Relativ kurzfristig veränderlich sind die Humusform und -menge sowie die Bodenvegetation; längerfristig Basensättigung und physikalischer Oberbodenzustand wie Verdichtung und Vernässung.

Zur Beschreibung und zur Kartierung des Standortzustandes können entweder Bodenvegetationstypen oder Humusformen, oder eine Kombination beider herangezogen werden. Die Vegetation ist ein empfindlicher Indikator des temporären Zustandes und gibt insbesondere Auskunft über den gegenwärtigen Humuszustand. Über die relativ einfache Ansprache und Abgrenzung der Vegetationstypen auf der Fläche kann daher auch die Humusform kartiert werden.

Es ist eine wesentliche Aufgabe der Standortskartierung, bei offensichtlich gleichen Bestandesbildern zu unterscheiden, inwieweit es sich um Zustandsformen/Degradationsstadien unterschiedlicher potentieller Standorte handelt.

### 2.3.5 Obligatorische Merkmale und Standorteigenschaften zur Aufnahme, Herleitung und Beschreibung der Standortseinheit („PFLICHTPARAMETER“)

#### 2.3.5.1 Klima

Das Klima ist die Gesamtheit der atmosphärischen Ereignisse an einem Ort, wie sie sich über einen längeren Zeitraum darstellt. Dieser Zeitraum muß lange genug sein, um die Herleitung von statistischen Kennwerten (Mittelwerte, Extremwerte, Häufigkeitsverteilungen) der Klimaelemente zu erlauben. Mit diesen Kennwerten werden alle an einem Ort möglichen atmosphärischen Ereignisse und Zustände in einem für diesen Ort typischen Intensitäts- und Häufigkeitsrahmen erfaßt. Konventionsgemäß wird dafür ein Zeitraum von 30 Jahren gewählt, derzeit bezieht man sich auf den Zeitraum 1961-1990.

#### Groß- oder Makroklima:

Das **Makroklima**, wird bestimmt von

- ▶ der Höhe über Meeresniveau
- ▶ der geographischen Breite
- ▶ der Lage innerhalb des Systems der atmosphärischen Zirkulation (und zu den Ozeanen).

Auch wenn das Großklima erwiesenermaßen nicht statisch ist und neben zyklischen Schwankungen auch gerichtete Veränderungen zeigt, so kann es in diesem Zusammenhang doch als quasistabil angesehen werden.

Das Makroklima wurde bei der Klassifikation der Wuchsgebiete und Höhenstufen (KILIAN, MÜLLER & STARLINGER 1994) als wesentliches Merkmal berücksichtigt.

#### Das Gelände- oder Lokalklima

Das **Meso- und Mikroklima** eines Standortes wird – als Abwandlung des Makroklimas – geprägt durch

- das Relief, Neigung und Exposition
- die relative Höhe zur Umgebung
- die Oberflächenbeschaffenheit (Bewuchs, Mineralboden oder dicke Auflage, etc.)

Das Mesoklima, soweit es durch das Gelände geprägt ist, kann wie das Makroklima hier als stabil angesehen werden.

Die mikroklimatische Situation ist jedoch in hohem Maß von der Vegetation selbst abhängig (z.B.: dichter Baumbestand, Bestandeslücke, dichte Bodenvegetation oder nackte Bodenoberfläche etc.) und damit über die Zeit veränderlich.

Bei Kartierungsprojekten sind eigene Messungen von meteorologischen Daten zur Charakterisierung von Meso- und Mikroklima, sowohl was den Zeitaufwand als auch den Ressourceneinsatz betrifft, so gut wie unmöglich. Daher wird üblicherweise auf vorhandene Datenquellen (vgl. Kapitel Annex I, Nicht kartographische Unterlagen) zurückgegriffen. Zusätzlich können im Gelände erfassbare Merkmale aufgenommen werden, die Rückschlüsse auf das Meso- und Mikroklima zulassen (vgl. Kapitel 3.1.7, im Gelände erfassbare klimatische Merkmale)

#### 2.3.5.2 Wasserhaushalt

Gerade der besonders wichtige Standortfaktor Wasserhaushalt ist nicht wirklich quantifizierbar. Dieser Umstand ist unbefriedigend, doch stehen bisher keine geeigneten objektiven Kriterien oder Feldmethoden für eine flächenbezogene Bewertung zu Verfügung.

Es muß deshalb eine integrale, gutachtlich Einstufung in „Wasserhaushaltsstufen“ erfolgen, welche etwa einen Jahresquerschnitt der Wasserversorgung wiedergeben sollen. Als Hilfsmittel für eine verbesserte Ansprache des Wasserhaushaltes stehen eine Reihe von halbquantitativer Verfahren und Merkmalen zu Verfügung, beispielsweise die Feuchte- Zeigerwerte der Vegetation. Sie sind in Kapitel 2.3.5.7 dargestellt.

Keineswegs dürfen die bodenhydrologischen Verhältnisse nach dem aktuellen Feuchtezustand des Bodens beurteilt werden, da dieser beträchtlichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt und maßgeblich von einzelnen Niederschlagsereignissen bestimmt wird. Vielmehr muß versucht werden, die nicht unmittelbar witterungsabhängigen Wasserverhältnisse anzusprechen.

Der Feuchtezustand ist auch von der Evapotranspiration des Bestandes (z.B. vernäste Blöße versus sehr frischer Bestand), der Lage und Dichte des Wurzelhorizontes u. a. m. abhängig. Anzustreben ist die von der aktuellen Vegetationsdecke unabhängige Angabe einer *potentiellen* Wasserhaushaltsstufe.

Es wird zwischen Geländewasserhaushalt und Gesamtwasserhaushalt unterschieden. Der **Geländewasserhaushalt** wird von Geländemorphologie, Untergrund und Boden, insbesondere dessen Gründigkeit und Textur bestimmt. Er ist damit relativ klar definiert und einigermaßen quantifizierbar, hat jedoch nur innerhalb eines Wuchsgebietes und einer klimatischen Höhenstufe Gültigkeit. Ein überregionaler Vergleich ist nicht oder nur bedingt möglich.

Die Kombination des Geländewasserhaushaltes mit der hydroklimatischen Eigenart (Niederschlag, Verdunstung - „Klimafeuchte“) des Wuchsgebietes und der Höhenstufe führt zum **Gesamtwasserhaushalt**. Dieser beschreibt überregional vergleichbare Wasserhaushaltsklassen: „frisch“ bedeutet dann in Vorarlberg die gleiche Wasserversorgung wie im Leithagebirge.

Für das Wasserangebot an die Pflanze ist der Gesamtwasserhaushalt entscheidend. Er bestimmt die ökologische Eignung des Standortes für die Nutzpflanze ebenso wie den Zeigerwert der Pflanzen und ist daher Gegenstand vegetationskundlicher Beurteilung des Wasserhaushaltes.

Beispiel: Kühl- nebelige Hochlage kompensiert z.T. einen unzureichenden Geländewasserhaushalt: Auf pedomorphologisch frischen, hochgelegenen Standorten zeigt die Vegetation eine höhere Feuchtezahl als auf ebensolchen Standorten tieferer Lagen.

Für die Herleitung der Standortseinheit wird daher der Gesamtwasserhaushalt herangezogen. Es werden folgende Wasserhaushaltsstufen unterschieden:

Tabelle 2.4:  
Übersicht über die Wasserhaushaltsstufen

Code	Bezeichnung
0	zu trocken für Wald
1	trocken
2	mäßig trocken
3	mäßig frisch
4	frisch
5	sehr frisch
6	feucht
7	naß
8	zu naß für Wald

Die obigen Wasserhaushaltsstufen 1 bis 7 entsprechen den bei der Bodenzustandsinventur, der Waldinventur etc. bisher benützten Stufen 1 bis 7. Die Skala wurde lediglich für nicht waldaugliche Extremstandorte um die Stufen 0 und 8 erweitert.

Eine weitere Unterteilung der Stufen ist möglich und oft zur Unterscheidung von Standorten notwendig (z.B. „betont frisch“ als Zwischenstufe zwischen frisch und sehr frisch);

Diese Skala gilt für alle Arten der Wasserzufuhr. Diese wird **zusätzlich** (bodenhydrologische Verhältnisse) angeführt mit Angaben über:

Art: Grundwasser, Hangwasser, Stauwasser.

Dauer: überwiegende Trockenphase, gleich lange Phasen, überwiegende Naßphase.

Intensität: z.B. schwache Staunässe.

Fehlt ein entsprechender Zusatz, wird normale Sickerwasserversorgung unterstellt oder eine nähere Bestimmung ist nicht möglich.

Dadurch besteht eine vielfältigere Möglichkeit deskriptiver Ergänzungen der speziellen hydrologischen Situation (z.B.: „frisch mit Hangwasserzug im Unterboden“). Modifikationen können näher beschrieben werden, z.B. „grundfrisch“ für Kapillarschluß an das Grundwasser, gegenüber „vorratsfrisch“ für hohe Speicherung der Winterfeuchte; hangsickerfeucht usw.

Auch eine getrennte Darstellung des Wasserhaushaltes für Bodenhorizonte kann zweckmäßig sein, z.B. für Böden mit ausgeglichen frischer Wasserversorgung für Tiefwurzler und trockenem Oberboden für Verjüngung.

### 2.3.5.3 Nährstoffhaushalt - Trophiestufen

Die Nährstoffversorgung ist neben dem Wasser- und Wärmehaushalt für den Pflanzenwuchs entscheidend. Für verschiedene Teilaspekte stehen quantitative Richtwerte und Analysendaten zu Verfügung (Bodenanalysendaten, Nadelspiegelwerte einzelner Baumarten). Für die Standortklassifizierung selbst ist aber eine zusammenfassende Beurteilung des Nährstoffhaushaltes notwendig.

Der Begriff Trophie beinhaltet auch die Vorstellung einer ausgewogenen Vielfalt des Nährstoffhaushaltes. Er ist aber für die Gliederung der Standorteinheiten eigentlich nicht ganz korrekt, weil er auch temporär variable Kriterien wie biologische Aktivität, Humusumsatz und Artenvielfalt beinhaltet. Er ist hier eigentlich als „potentielle Trophie“ zu verstehen.

Auch hier ist nur eine gutachtliche Einstufung möglich. Das analytisch faßbare Nährstoffangebot des Bodens allein ist keineswegs ein eindeutiges Kriterium für den tatsächlichen Ernährungszustand des Waldes. Vor allem sind folgende Aspekte zu beachten:

- ▶ Der Vorrat an Bodeninhaltsstoffen, der im Laufe der Nachwitterung allmählich zur Verfügung steht, ist ein permanentes Kriterium der Standorteinheit. Kurzfristig „pflanzenverfügbare“ Nährstoffe sind dagegen ein Kriterium des Standortzustandes. „Pflanzenverfügbar“ ist zudem ein unklarer Begriff, da „Pflanzenverfügbarkeit“ von der Pflanzenart und dem unterstellten Zeitraum abhängig ist.
- ▶ Die Trophiestufen in diesem Sinne betreffen die aus dem Substrat freisetzbaren, vor allem basischen Nährelemente, nicht jedoch den zeitlich stark variablen Stickstoffhaushalt (Daher ist zwischen nitriphilen und basiphilen Arten zu unterscheiden: Durch Stickstoffzeiger angezeigte Eutrophierung kann einseitige N-Zufuhr bei gleichzeitiger Versauerung und Basenarmut bedeuten).
- ▶ Karbonatgehalt und Basenhaushalt ist nicht notwendig Dasselbe (Karbonatböden müssen noch keineswegs nährstoffreich sein.).

- ▶ Feuchtere Standorte erscheinen im allgemeinen auch nährstoffreicher (auch nach dem Zeigerwert!), höher bzw. klimatisch kühler gelegene Standorte nährstoffärmer.

In Anlehnung an einen Vorschlag der EU-Arbeitsgruppe „site classification“ werden für eine zusammenfassende, einfache Einstufung des Nährstoffangebotes 5 Stufen vorgeschlagen (sh. Tabelle 2.5).

Eine eigene Klasse „Karbonatböden“ ist nicht vorgesehen. Sie müssen einer der Trophiestufen zugeordnet werden. Der Hinweis auf die ökologische Sonderstellung von Karbonatböden ist bereits durch das Kriterium „Substrat“ gegeben.

#### Taxation:

Vorrangige Kriterien sind: Ausgangsgestein (Basenreichtum), Verwitterbarkeit (Korngröße und Tiefe der Verwitterungsschicht - C<sub>v</sub>-Horizont) Verwitterungsgrad (Bodenalter, Deckschichten ...) und Speicherkapazität des Bodens.

Bodenanalysen können als eines unter mehreren Kriterien zur gutachtlichen Beurteilung beitragen. Als Richtwerte für das Anbot an einzelnen Nährelementen dienen die 2- und 8- Dezile der Gesamtgehalte aus der Waldboden-Zustandsinventur, sowie die Basensättigung im Unterboden (vgl. Kapitel 3.2, Standortmerkmal Boden).

Humustyp und Vegetation sind ebenso wie die Basensättigung des Oberbodens nur bedingt geeignet, da sie eher den temporären Zustand und nicht die (potentielle) Standortqualität ausdrücken. Doch liegen sie innerhalb der Bandbreite möglicher Zustandsformen. Insbesondere das sporadische Auftreten anspruchsvoller Arten in einer acidiphilen Vegetationsdecke weist auf ein höheres Nährstoffpotential, als es dem temporären Aspekt entspricht. Die mittlere Nährstoffzahl der Vegetationsaufnahme würde hier zu einer Fehlinformation führen.

Die Kartierung erfolgt synoptisch nach Bodenaspekt und Weiserpflanzen.

Die Kriterien Wasserhaushalt und Trophiestufe dienen auch zur Zusammenfassung in Einheitengruppen.

Tabelle 2.5: Übersicht über die Trophiestufen

sehr arm	dystroph	
arm	oligotroph	
durchschnittlich versorgt	mesotroph	1 Element unzureichend oder alle Elemente mäßig vorhanden
reich	eutroph	alle Nährelemente ausreichend vorhanden
sehr reich	hypertroph	alle Nährelemente im Überfluß

#### 2.3.5.4 Lage (Relief)

Wesentliche den Standort bestimmende Faktoren wie Intensität der Sonneneinstrahlung und Wasserhaushalt hängen von Exposition, Neigung sowie Form und Ausdehnung der Geländeeinheit ab. Als Klassifizierungskriterium werden markante Merkmalskombinationen (z. B. Oberhänge und Rücken) zusammengefaßt. Ebenso wird beim Merkmal Exposition eine Unterscheidung in Sonn- und Schattseite ausreichen. Die Wirkung austrocknender Winde, Abschattung vom Gegenhang u.a. sind dabei zu berücksichtigen. Die Erhebungsmerkmale werden in Kapitel 3.1 (Allgemeine Standortsmarkmale) ausführlich beschrieben.

#### 2.3.5.5 Grundgestein - Substratgruppen

Das Substrat als bodenbildendes Ausgangsmaterial ist einer der vorrangigen boden- und standortsprägenden Faktoren.

Für die Kartierung sind Bereiche mit gleichwertigen Ausgangssubstraten für die Bodenentwicklung abzugrenzen. Die Angabe geologisch-stratigraphischer Einheiten, wie sie die geologischen Karten ausweisen, sind meist nicht zielführend. Geeigneter ist eine ökologisch orientierte, lithologische Gliederung in Substratgruppen aufgrund des Mineralbestandes und des Verwitterungsverhaltens.

Beispielsweise umfaßt mancher „Paragneis“ basenreichere Substratabschnitte bzw. Verwitterungsmaterial als so manche als „Amphibolit“ ausgewiesene Einheit.

Leider steht eine solche Systematik noch nicht zu Verfügung. Eine Neubearbeitung anhand der landwirtschaftlichen Bodenzustandsinventur ist am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit der Geologischen Bundesanstalt Wien in Vorbereitung. Ähnliche Bestrebungen laufen derzeit beim „Arbeitskreis Standortskartierung“ in Deutschland und auf EU- Ebene.

Vorläufig können für grobe regionale Vergleiche die Substratgruppen der Waldboden-Zustandsinventur, der umfangreichere Entwurf des Umweltbundesamtes oder der Entwurf nach KOCH & HEILIG (unveröffentlichtes Manuskript) herangezogen werden. Alle sind in Kapitel 3.1 wiedergegeben.

Zumindest ist aber eine deskriptive Angabe über das Substrat jeder Standortseinheit erforderlich.

Eine Modifikation des bodenbildenden Ausgangsmaterials ergibt sich aus den verschiedenartigen Deckschichten, welche das anstehende Gestein überlagern (Löß, Fließerden etc.) und in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften von diesem

oft ganz wesentlich abweichen. Sie sind in den meisten geologischen Karten nicht ausgewiesen („abgedeckte Karten“) und können erst bei der Kartierung erfaßt werden. Geringmächtige Decken sind oft zur Gänze in die Bodenbildung einbezogen und als solche kaum mehr erkennbar, aber immer noch ökologisch wirksam.

Neben den in situ verwitternden Fest- und Lockergesteinen haben periglaziale, pleistozäne Verwitterungsdecken mit ihrer kryogenen Umlagerung durch Solifluktion, Solimixtion und Kryoturbation sowie ihre dadurch bedingte Lagengliederung (Basis-, Mittel-, Haupt- und Oberlage) als Ausgangsmaterial der Bodenbildung größte Bedeutung. Sie prägen die Standortseigenschaften ganz wesentlich.

Substratgruppen können auch zur Bildung von übergeordneten Standortseinheitengruppen herangezogen werden.

#### 2.3.5.6 Boden

Zum obligatorischen Merkmalsatz bei der Aufnahme gehören:

- **Bodentyp:** Bodentypen fassen viele ökologisch relevante Parameter des Bodens zusammen. Die Praxis hat allerdings gezeigt, daß der Bodentyp keineswegs eine ökologisch eindeutige Größe ist. In konkreten Fällen (z.B. Hanglagen im Zentralalpin) wechseln selbst Hauptbodentypen (z.B. Braunerde und Podsol) auf engstem Raum ohne irgend einen erkennbaren ökologischen Effekt. Es kann also für manche Standortseinheit durchaus angebracht sein, mehrere Bodentypen bzw. bodensystematische Einheiten zusammenzufassen. Beispiel: „podsolige Braunerde bis Podsol“.
- Durchschnittliche **Bodenart** (Textur) einschließlich ungefährer Angabe des **Grobanteils**, oder gegebenenfalls charakteristische Profilfolge der Bodenart.
- **Gründigkeit.**
- Als **optionale Unterscheidungsmerkmale** können zusätzlich alle weiteren Bodenmerkmale herangezogen werden, sofern sie im Gelände leicht und flächenhaft erkennbar sind oder sie mit anderen, leicht erkennbaren Kriterien eng korrelieren (Zeigerpflanzen, Relief), so daß nach diesen kartiert werden kann.

#### 2.3.5.7 Vegetation

Die Durchführung von Vegetationsaufnahmen (siehe Kap. 3.3.1) ist Teil der Erhebung aller verfügbaren Standortsmarkmale bei der Standortserkundung, ähnlich wie eine exakte Beschreibung des Bodenprofils.

Für die Standortsklassifikation bietet sich die Vegetation in dreierlei Hinsicht an:

### Zeigerwerte

Die Verwendung von ökologischen Zeigerwerten (ELLENBERG ET AL. 1991) ermöglicht eine annäherungsweise quantifizierende Charakterisierung des Wasser-, Nährstoff- und Wärmehaushalts der Standortseinheiten. Die Ellenberg-Zeigerwerte wurden an der FBVA unter Einbeziehung entsprechender Systeme anderer Nachbarländer für die österreichischen Verhältnisse teilweise adaptiert. Die Zeigerwerte sind aber mit zunehmendem Kenntnisstand sicherlich noch verbesserungsfähig.

Bei ihrer Interpretation ist zu beachten, daß die ökologische Amplitude vieler Arten groß ist und mit den Wuchsgebieten variiert. Deshalb sollte man sein Urteil möglichst auf die vollständige Artengarnitur eines Pflanzenbestandes bzw. einer Vegetationsaufnahme stützen.

### Potentielle natürliche Vegetation (PNV, Definition siehe Abschnitt 1.2)

Die PNV bzw. PNWG (=potentielle natürliche Waldgesellschaft) ist im Gegensatz zu den Standortfaktoren und -merkmalen ein aus deren Interpretation abgeleitetes Merkmal (siehe Kap. 3.3.5.1), welches das ökologische Zusammenwirken sämtlicher Standortfaktoren in ganzheitlicher Weise zum Ausdruck bringt. Sie gibt unmittelbare Hinweise für die waldbauliche Planung, da sie einen relativ stabilen und risikoarmen Gleichgewichtszustand zwischen Vegetation und Standortfaktoren darstellt. Allerdings ist zu beachten, daß sie wegen ihrer integrierenden Natur kaum Informationen über einzelne isolierte Standortfaktoren gibt. Sie kann daher deren Beschreibung nicht ersetzen.

Die PNV bietet die Möglichkeit, im Gelände auftretende standörtliche Unterschiede an ihrer Bedeutung für die Zusammensetzung der Vegetation zu messen. In diesem Sinne sind unterschiedliche Standortmerkmale bzw. Merkmalskombinationen, die eine unterschiedliche PNV zur Folge haben, zwangsläufig als Differentialmerkmale zur Trennung verschiedener Standortseinheiten heranzuziehen. In der Regel kann also eine Standortseinheit nur eine einzige PNWG aufweisen, umgekehrt können jedoch innerhalb einer PNWG mehrere Standortseinheiten vorkommen. Eine Ausnahme von der Regel kann in dem Fall gemacht werden, daß Mosaikeinheiten gebildet werden müssen (siehe Kap. 2.3.4.2.3).

Vor einer offensichtlichen Vegetationslastigkeit der Standortsklassifikation muß ausdrücklich gewarnt werden. Die Standortqualität wird vornehmlich von den abiotischen Faktoren geprägt; die Vegetation ist nur eines unter mehreren Standbeinen der Standortsprache. Die Standortsklassifikation allein auf Pflanzengesellschaften aufzubauen, ist deshalb nicht zulässig!

Die PNV sollte - vom wissenschaftlichen Standpunkt aus - nach Möglichkeit als pflanzensoziologische Einheit (siehe Kap. 3.3.2.2) – i.d.R. auf Subassoziationsstufe - gefaßt werden. Dies ist allerdings aufwendig und eine sichere Einstufung in das wissenschaftliche System der Pflanzengesellschaften nicht immer möglich. Um solchen für die Praxis der Standortskartierung wenig zentralen Problemen der Vegetationssystematik aus dem Weg zu gehen, können die Potentiellen Natürlichen Waldgesellschaften auch als einfachere „Standortsgesellschaften“ (Standortswald) definiert werden. Darunter ist die natürliche Baumartenzusammensetzung der PNWG einer Standortseinheit zu verstehen. Für die Standortsgesellschaften werden deutsche Bezeichnungen, die bis zu drei vorherrschende Baumarten („natürliche Baumarten“) enthalten, gewählt. Sie geben einen Anhalt für die naturnahe Zielbestockung. Oft entspricht eine PNWG oder Standortsgesellschaft mehreren Standortseinheiten; sie kann dann auch zu deren Zusammenfassung zu Einheitengruppen herangezogen werden.

### Aktuelle Vegetation - Bodenvegetationstypen

Die aktuelle Waldvegetation kann durch „Vegetationstypen“ (in Anlehnung an die „Waldtypen“ nach HUFNAGL 1970) beschrieben werden (siehe Kap. 3.3.3). Sie werden aus einer Kombination einiger dominanter Arten der Kraut- und Mooschicht gebildet und dienen vor allem zur Charakterisierung der Bodenvegetation. Die Stärke dieses Konzeptes liegt in der einfachen Anwendung, da nur wenige dominante Arten berücksichtigt werden müssen.

Die Vegetationstypen eignen sich gut als Weiser für den temporären Standortzustand, insbesondere die Belichtungsverhältnisse, die Humusform, das aktuelle Nährstoff- und Wasserangebot im Oberboden. Sie sind damit auch für die Beurteilung des unmittelbaren waldbaulichen Handlungsbedarfes und Behandlungserfolges dienlich. Die Vegetationstypen können ein Maßstab für den Wirtschaftserfolg sein und anlässlich von „Revisionen“ zu Kontrollzwecken nachkartiert werden.

Der Baumbestand wird in den Vegetationstyp nicht einbezogen. Da die Baumarten vielfach künstlich eingebracht sind, besitzen sie keinen Zeigerwert für die Standortseigenschaften oder stehen zu diesen oft sogar im Widerspruch. Sie sind aber häufig Ursache für Veränderungen des Standortzustandes, den dann die Bodenvegetation indiziert.

Eine Alternative zu den „Vegetationstypen“ bei der Beschreibung bzw. Kartierung der aktuellen Vegetation stellen selbstverständlich auch die Waldgesellschaften im Sinne pflanzensoziologischer Einheiten (siehe Kap. 3.3.2.2) dar. Wenn die PNV (siehe oben) im selben Gliederungsschema behandelt wird, ist eine unmittelbare Vergleichbarkeit zwischen Potentieller Natürlicher Vegetation (PNV) und aktueller Vegetation gegeben.

### 2.3.6 Optionale Merkmale und Eigenschaften

Für eine zusätzliche Differenzierung oder Charakterisierung von Standorten kann jedes beliebige weitere Merkmal herangezogen werden - abhängig von den lokalen Gegebenheiten oder vom speziellen Zweck der Kartierung. Beispiele sind etwa die Mächtigkeit von Deckschichten, Texturdiskontinuitäten und Hangwasserzug für Fragen der Wildbachverbauung oder des Wegebbaus, der Flurabstand von Grundwasser und Schotterhorizonten, und die Überflutungssituation für Beweissicherungen im Flußbau.

Von besonderer Bedeutung sind kleinklimatische Beobachtungen, etwa Frostlagen, Inversionsobergrenzen, Reiflagen, Windwurfgefährdung, oder Standorte mit besonders später Ausaperung, Winderosion oder Streuakkumulation und andere mehr.

## 2.4 Kartierung

### 2.4.1 Maßstab, Auflösung

Der brauchbarste Maßstab für die Kartierung forstlicher Standortseinheiten ist 1 : 10.000. Für Sonderprojekte und kleine Areale kommt auch 1 : 5000 in Frage, doch rechtfertigt die erhöhte Auflösung den vermehrten Aufwand meist nicht.

Der Maßstab ist durch das darzustellende Objekt bis zu einem gewissen Grad vorgegeben. So können bei einem vorgegebenen Maßstab von Übersichten 1 : 100.000 und mehr in der Regel nur noch Einhei-

tengruppen oder -familien (reliefabhängige Catenen und Mosaik) dargestellt werden.

Die landwirtschaftliche Bodenkartierung in Österreich kartiert im Maßstab 1 : 10.000, Karten der landwirtschaftlichen Bodenschätzung liegen im Maßstab 1 : 5000 vor.

Die topographischen Kartengrundlagen liegen bestenfalls im Maßstab 1 : 5000 vor, Infrarot- bzw. s/w-Luftbilder im Maßstab 1 : 7500 (FBVA-KZE-Flüge) bzw. 1 : 15.000 (BEV-Flüge).

Zweckmäßigerweise soll der Maßstab der Feldkarte größer sein als der vorgesehene Darstellungsmaßstab der Standortskarte. Die Auflösung im Gelände muß größer sein, damit markante Punkte und Kleinfächen erfaßt werden können. Sie erleichtern dem Benutzer die Benutzung des Kartenwerkes. Derartige Punkte werden im allgemeinen überzeichnet dargestellt.

Die Genauigkeit der Kartierung geht auf Kosten der Flächenleistung. Für Übersichten ist auch die Darstellung von Standortseinheitengruppen möglich, ebenso die Einordnung lokaler Projekte höherer Genauigkeitsansprüche in eine Regionalerhebung.

### 2.4.2 Kartierungsvorgang im Gelände

Die Kartierung erfolgt als simultane Abgrenzung komplexer Einheiten im Gelände.

Die Standortseinheit ist nach einer großen Zahl von Parametern definiert. Für die Kartierung muß die Abgrenzung/Identifikation jedoch auf wenige, überschaubare und flächig erkennbare Merkmale reduziert werden. Deshalb muß aus der Klassifizierung bereits klar hervorgehen, nach welchen (auch von Standortseinheit zu Standortseinheit wechselnden) Kriterien der Kartierer im Gelände tatsächlich Flächen abgrenzen soll.

Einige dieser bereits definierten Abgrenzungskriterien können vielleicht schon aus Fernerkundung, Geländemodell und Themenkarten übernommen bzw. vorstratifiziert werden. Die Unterlagen geben Hinweise, welche Grenzen man beim Feldbegang erwarten kann und bieten zumindest eine wertvolle Orientierungshilfe im Gelände. Erkennbare Grobstrukturen und Bestandesränder müssen nicht terrestrisch lagerichtig kartiert werden, so daß der Arbeitsaufwand im Gelände sinkt. Die solcherart vorgegebenen Grenzen müssen aber auf alle Fälle im Gelände aufgesucht und verifiziert werden.

Je genauer die Geländebeobachtungen sind, desto geringer wird der Feldaufwand mit Bohrer und

Spaten sein und desto genauer fällt die Grenzziehung im Gelände aus.

Das aufgrund der Erkundung festgelegte Einheitschema muß kontinuierlich auf seine Gültigkeit überprüft werden. Im Verlauf der Kartierung wird die Arbeitslegende der Konzeptkarte laufend aktualisiert. Die darin aufgeführten Einheiten haben nur vorläufigen Charakter. Gegebenenfalls müssen für Standorte, die sich schwer einordnen lassen, neue Einheiten gefaßt werden. Diese sind jedoch durch exakte Aufnahmen zu belegen und mit dem bisherigen Einheitenschlüssel abzugleichen.

Je größer der Maßstab ist, desto einheitlicher sind in der Regel die Standorte innerhalb der ausgeschiedenen Kartiereinheiten. Aber auch auf großmaßstäbigen Karten können Kartiereinheiten wegen ihrer kleinflächigen Verbreitung nicht auf der Karte darstellbar sein. Hier ist stets eine gutachtliche Zusammenfassung und Vereinfachung notwendig. Die Qualität der Standortskarte kann in ihrem praktischen Aussagewert nur bis zu einem bestimmten Punkt proportional zum Arbeitsaufwand verbessert werden.

Die Abgrenzung der Standortseinheiten setzt in jedem Fall eine flächenhafte Begehung im Gelände voraus. Grundprinzip ist der gutachtliche Begang mit Verfolgen von Geländelinien, quartärgeologisch-morphologischen Kriterien, Zeigerarten, Vegetationstypen und anderen Merkmalen, die im Gelände sichtbar sind und bei der Klassifizierung als signifikant erkannt wurden.

Er wird durch mehr oder wenige systematische Punktaufnahmen unterstützt. Die Lage der Bohrpunkte soll sich an Diskontinuitäten im Relief und der Vegetation orientieren. Reliefform, Hangneigung, Exposition sind maßgebliche Standortmerkmale.

Eine rein schematische Rasteraufnahme wird auch bei der landwirtschaftlichen Bodenkartierung ausdrücklich abgelehnt.

Doch kann sich die Vorgabe eines in der Grundkarte eingetragenen Rasternetzes als sehr vorteilhaft erweisen - wenn auch die Stiche nicht unbedingt an den Rasterpunkten erfolgen müssen.

Insbesondere in unwegsamem oder unübersichtlichem Gelände bietet ein vorgegebener Punktraster jedoch eine entscheidende Orientierungshilfe, zwingt zur objektiven Begehung, macht kritische Punkte wiederauffindbar und die getroffenen Entscheidungen und Abgrenzungen nachvollziehbar.

Das Vorgehen nach einem Raster über Messen von Richtung und Entfernung erleichtert vor allem die Orientierung bei wenig detailreicher Grundkarte

bzw. bei geringen Höhenunterschieden im Arbeitsgebiet oder großflächig einheitlichen Beständen oder einheitlichen Teilflächen. Liegt eine gute Karte mit aktuellen Bestandesgrenzen vor und befindet man sich in ausreichend gegliedertem Gelände, so können die Rasterpunkte ohne Messungen – über Orientierung nach anderen Karteninhalten (Bestandesgrenzen) – aufgesucht und etwa zwischen Punkten liegende Dickungen oder andere Hindernisse ohne Genauigkeits- und Zeitverlust umgangen werden.

In steilem Gelände ist die Kartierung anhand eines Rasters oft nicht zielführend. Ebenso kann es bei homogenem Gelände und offensichtlich gering variierenden Standorten sinnvoll sein, nur ausgewählte Rasterpunkte zu erheben und die effektiven Stichproben am Relief oder anderen signifikanten Standortsgrenzen zu orientieren.

Für jede Punktaufnahme werden in einem Feldbuch (vgl. Annex II) die für die Abgrenzung der Standortseinheiten als wesentlich erachteten und am Punkt erhobenen Merkmale bzw. Beobachtungen eingetragen. Folgende Parameter könnten als Abgrenzungsmerkmale von Interesse sein:

- ▶ Gründigkeit
- ▶ Geologisches Ausgangsmaterial
- ▶ Bodentyp
- ▶ Bodenart
- ▶ Wasserhaushalt
- ▶ Grund-Stauwassereinfluß
- ▶ Aktueller Feuchtezustand
- ▶ Bodenverdichtung, Verdichtungsneigung, Rutschungsneigung
- ▶ Bodenfarbe
- ▶ Deckschichten (Braunlehmeinfluß, ...)
- ▶ Humusform
- ▶ Vegetationstyp bzw. dominante Arten der Krautschicht.
- ▶ In jedem Fall sollte die dem Punkt zugeordnete Standortseinheit vermerkt werden.

Aus Praktikabilitätsgründen kommt natürlich nur eine kleine Auswahl dieser Parameter in Frage, die für das Arbeitsgebiet und die Differenzierung der Standortseinheiten relevant sind. Diese ausgewählten Parameter werden an allen Rasterpunkten des Kartierungsgebietes aufgenommen, so daß später eine flächendeckende Information der ausgewählten Inhalte vorliegt. In jedem Fall gewährleistet das Protokoll eine bessere Nachvollziehbarkeit der im Gelände getroffenen Entscheidung.

Die Grenzen der Kartiereinheiten (Standortseinheit, Vegetationstyp) sind bei der Arbeit im Gelände zu

ziehen und in der Konzeptkarte einzuzeichnen, und zwar nicht schematisch nach der Lage von Bohrpunkten, sondern unter strikter Beachtung des Reliefs und anderer wichtiger Merkmale wie Bodenvegetation, Humusform etc.

Ergänzende Beobachtungen wie einzelne größere Felsen, Rutschungen, Wasser/Quellaustritte, Wasserführung in Gräben etc. werden ebenfalls im Gelände in der Karte vermerkt.

Deutliche Abweichungen der Schichtenlinien von den natürlichen Gegebenheiten sollten vor Ort verbessert werden. Erfordert die Grenze zwischen zwei Standortseinheiten eine Bodenansprache mittels Schlagbohrer, so muß der Grenzverlauf zwischen zwei Stichen entweder durch weitere Stiche festgelegt oder unter Beachtung der übrigen für die Fassung der Einheiten maßgeblichen Faktoren wie Relief, Wuchsleistung etc. interpoliert werden. Auch hier sollte die Grenze bereits im Feld gezogen werden.

Beobachtungen, die sich nicht exakt lokalisieren oder umgrenzen lassen sowie ergänzende Informationen werden im Feldbuch unter möglichst genauer Angabe der Lokalität vermerkt.

Eine nachträgliche Grenzziehung durch Interpolation punktförmiger Aufnahmen - etwa nach geostatistischen Verfahren - am grünen Tisch wird als fehleranfälliges, bzw. sehr aufwendiges Verfahren nicht empfohlen. Es besteht hier die Gefahr, ungenau abzugrenzen, durch Fehlinterpolation unrichtige Flächenausscheidungen zu treffen oder kleinräumige, aber wichtige Sonderstandorte nicht zu erkennen. Eine Alternative böte fast ausschließlich eine unrealistisch hohe Zahl von Einzelinformationen (z.B. Bohrstiche) und die Ermittlung der räumlichen Variabilität aller relevanten Standortmerkmale.

Die Grenzen sind um so genauer zu ziehen, je größer der ökologische Unterschied zwischen zwei Kartiereinheiten ist.

Es ist jedoch auch hier wieder zu bedenken, daß bei der Klassifizierung von Natur aus kontinuierliche Merkmalsgradienten (z.B. Feuchte- und Nährstoffgradient) in willkürlich gewählte Abschnitte unterteilt werden. Die Abgrenzung im Gelände geschieht durch das Aufsuchen entsprechend idealisierter „Knickpunkte“, die es in der Natur aber gar nicht gibt (Beispiel: Grenzziehung zwischen Ober- und Mittelhang).

Unterste Grenze für die einwandfreie Darstellbarkeit einer Einheit ist auf der Karte im Maßstab 1 : 10.000 etwa 1/4 ha. Markante absetzende Standorts-

einheiten sollten auch bei geringer Flächengröße auskartiert und notfalls überzeichnet werden. Soll auf das Vorhandensein spezieller Standorte geringerer Ausdehnung hingewiesen werden, ist eine Signatur (mit der Flächenfarbe der Einheit) außer Situation möglich.

Während der Feldarbeit sollten täglich die erhobenen Grenzen und sonstigen Informationen aus der Feldkarte in eine „Reinkarte“ übertragen werden. Dies verhindert, daß Flächen beim Kartieren übersehen oder Grenzen nicht geschlossen werden. Kartierungs- oder Zeichenfehler können dadurch rechtzeitig entdeckt und noch im Gelände korrigiert werden.

### 2.4.3 Kartendarstellung

Zentrales Merkmal der Standortskarte ist die flächige Darstellung von Standortseinheiten (bzw. klimatischen Höhenstufen, Wuchsbezirken u. a.) und deren Abgrenzung in Linienform.

Abhängig von der Aufgabenstellung stehen verschiedene Darstellungsmöglichkeiten zur Verfügung:

► Die **Kartierung und Darstellung von Standortseinheiten** erfolgt vorzugsweise im Maßstab 1 : 10.000, Alternativen sind die Maßstäbe 1 : 5.000 und 1 : 25.000. Größere Maßstäbe als 1 : 25.000 entsprechen dem darzustellenden Inhalt (vgl. Definition der Standortseinheit) nicht mehr. Diese Präzisionsebene wird für die Planung konkreter Maßnahmen vor Ort benötigt und entspricht auch der Auflösung anderer forstlicher Themenkarten. Der Aufwand zur Erstellung solcher Karten ist hoch. Die Mindestgröße für lagerichtig dargestellte Einheiten beträgt im Normalfall für Maßstab 1 : 10.000 1 ha, bei sehr sorgfältiger Kartierung 1/4 ha, für 1:5.000 ca. 25 x 25 m (=1/16 ha). Schmale, aber deutlich abgrenzbare Einheiten wie Grabenwaldstandorte werden mit minimal darstellbarer Breite und damit zwangsläufig überzeichnet dargestellt. Markante Standorte (z.B. Felsrücken, Naßgallen) mit geringer Ausdehnung, deren Darstellung erwünscht ist, können mit Signaturen oder Dreiecksymbolen in der Farbe der jeweiligen Einheit „außer Situation“ dargestellt werden; gehäuftes Vorkommen kann auch durch wenige Symbole außer Situation dargestellt werden.

► Daneben besteht die Möglichkeit von Übersichtsdarstellungen, die nur eine ungenauere Orientierung erlauben, in Maßstäben von 1 : 25.000 bis

1:200.000. Objekt der Darstellung sind die Einheiten höherer Hierarchieebenen innerhalb des Kartierungssystems, etwa Standortseinheitengruppen bis Teilwuchsbezirke. Diese Art der Darstellung wird meist für überbetriebliche Planungsaufgaben angewendet. Sie bietet einen regionalen Überblick und erfordert geringere Kosten.

- Möglich ist auch die Kombination beider Darstellungen als übereinander gestaffelte Systeme - (Lokalkartierungen als Kern größerer Übersichten), sofern die Inhalte vergleichbar sind.

Die Kartierungsobjekte, also im allgemeinen Standortseinheiten, werden in Flächenfarbe (zur Farbwahl siehe unten) und eine durchgehend linienförmige schwarze oder dunkelbraune Umgrenzung dargestellt. Nicht kartierte Gebiete bleiben weiß. Mosaikartig durchmischte Standortseinheiten werden auf der Karte als Mischeinheit der beiden Einheiten dargestellt (Farben beider Einheiten schraffiert oder als eigene Mosaikeinheit). Zur Verbesserung der Lesbarkeit wird zusätzlich zur Flächenfärbung die Nummer der Standortseinheit in alle entsprechenden Polygone eingetragen. Zusätzliche Informationsschichten (z.B. die Darstellung von Zustandsformen durch Vegetationstypen) werden - ohne eigene Flächenfarbe - durch unterbrochene verschiedenfärbige Linien dargestellt. Wiederum zur Verbesserung der Lesbarkeit werden in die entsprechenden Polygone Buchstabenkürzel zur Beschreibung des darzustellenden Sachverhalts eingetragen. Die klimatischen Höhenstufen werden entweder durch den Verlauf der nach Höhenstufen unterschied-

enen Standortsgrenzen oder durch einen entsprechenden Linienzug kenntlich gemacht.

Die Kartenlegende enthält wenigstens den Namen und die Nummer der Standortseinheit mit der entsprechenden Farbcodierung, ein Abkürzungsverzeichnis der verwendeten Kürzel, die Erläuterung der Kartensymbolik, den Kartenmaßstab, sowie eine Erläuterung der verwendeten Flächen-Begrenzungslinien.

#### Kartensymbolik:

Für die Symbolik der Grundkarte sowie spezieller Merkmale innerhalb der Standortskarte werden die „Normen für Forstkarten“ (MAYER 1968) empfohlen. Ergänzend kann auch die Symbolik der ÖK 1 : 50.000 herangezogen werden.

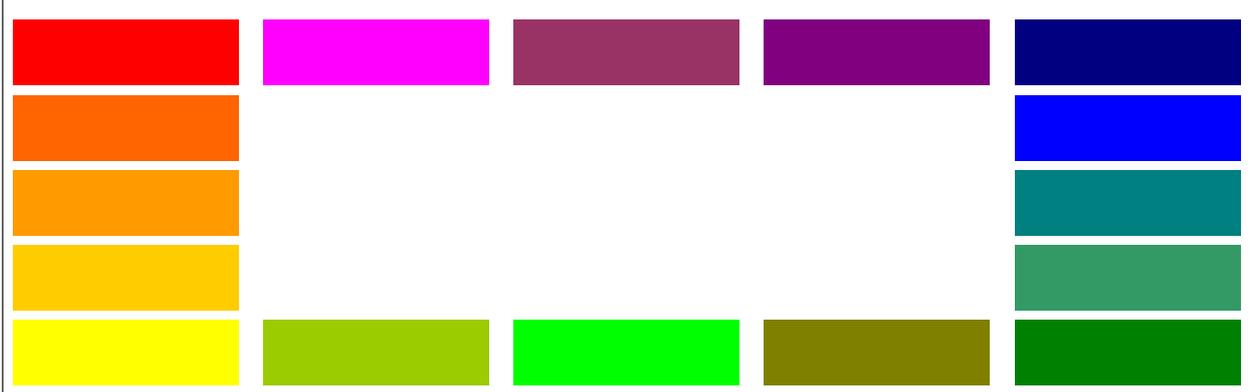
#### Farbgebung:

Da Lokalformen kartiert werden, ist es definitionsgemäß unmöglich, von vornherein ein einheitliches System der Farbgebung für alle Standortseinheiten vorzugeben. Da Standortseinheiten durchaus über mehr als zwei Gradienten (Merkmale) bestimmt werden, (z. B. Trophie, Wasserhaushaltsstufe, klimatische Höhenstufe) ist die Erstellung einer durchgehend logischen, „geometrischen“ Farbskala nicht möglich. Es wurden jedoch für einzelne obligatorische Merkmale („Pflichtparameter“), Farbskalen entwickelt oder aus der Literatur übernommen. Sie können dort, wo diese Parameter vorrangiges Gliederungsmerkmal sind, angewendet werden. Für häufig auftretende Kombinationen zweier Gradienten werden Farbmatrizen vorgeschlagen. Ein dritter Gradient könnte durch Farbtiefe oder Grauton dargestellt werden.

Abbildung 2.2: Schema einer farblichen Darstellung nach zwei Gradienten für das Merkmal *Geologie*:



Abbildung 2.3: Farbschema einer Standortsgliederung anhand der Gradienten *Feuchte* und *Trophie* (Basenreichtum):



Den beiden Achsen liegen die Gradienten „Härte des Gesteins“ und „Basenreichtum (bzw. Carbonatanteil)“ zugrunde.

Die Farben der Eckpunkte: rot für hart und sauer, blau für hart und basisch (carbonathaltig), entsprechen üblichen Darstellungen. Für die sauren lockeren (weichen) Gesteine wird gelb und für die lockeren (weichen) Carbonatgesteine die Farbe blau verwendet. Die Zwischenglieder können jedoch – abweichend von den dargestellten Beispielen – je nach Örtlichkeit

durchaus von diesem Vorschlag abweichen (reicher oder armer, harter oder weicher Glimmerschiefer etc.).

Je Kartierungsgebiet kann es sinnvoll sein, etwa nach der Härte nur in drei, nach dem Basenreichtum jedoch in 7 Stufen zu untergliedern

Eine Anlehnung in der Farbgebung nach neueren Karten der Geologischen Bundesanstalt kann jedoch durchaus eine gute Alternative darstellen.

Eine Gliederung nach diesen beiden Achsen liegt - mehr oder weniger offensichtlich - vielen Standorts-

Tabelle 2.6: Farbskalen für die Darstellung von Merkmalsausprägungen in Standortskarten

Gliederung nach	Merkmal(sausprägung)	Farbvorschlag
(Potentiell natürliche) Vegetation / Waldgesellschaft		SEIBERT (1968)
<b>Acidität:</b> (vgl. auch: Geologie)	1: stark sauer	rot
	2: sauer	
	3: intermediär	gelb
	4: basenreich, carbonatarm (-frei)	
	5: carbonatreich	blau
<b>Gründigkeit</b>	seichtgründig	gelb
	mittelgründig	grün
	tiefgründig	türkis
	sehr tiefgründig	blau
<b>Wasserhaushalt</b>	0: zu trocken für Wald	dunkelrot
	1: trocken	
	2: mäßig trocken	gelb
	3: mäßig frisch	(gelb)hellgrün
	4: frisch	grün
	5: sehr frisch	
	6: feucht	grünblau
	7: naß	
8: zu naß für Wald	dunkelblau	
<b>Bodenart</b>	fein	blau / grün
	grob	gelb / rot
<b>Trophie</b>	nährstoffarm	rot
	mäßig nährstoffversorgt	gelb
	nährstoffreich	grün
	carbonathaltig	blau
<b>Geologie</b>	Magmatite, Gneise: sauer	(hell-, blut-)rot
	Magmatite, Amphibolite etc.: basisch	rotviolett (oder dunkelgrün)
	"harte" Schiefer; saure Sandsteine	rotbraun
	"weiche" Schiefer; basische Sandsteine	dunkelbraun
	Kalke	dunkelblau
	carbonathaltige Sandsteine, Schiefer...	heller blau
	Lockersedimente carbonatfrei (Tone, Sande, Schotter → Moränen, ...)	
	Lockersedimente carbonathaltig	
	Silikatische Magmatite und Metamorphite: sauer	rot
	Silikatische Magmatite und Metamorphite: basisch	violett
	Silikatische Sedimentgesteine – nur gering metamorph: sauer	orange
	Silikatische Sedimentgesteine – nur gering metamorph: basisch	dunkelgrün
	Kalk	dunkelblau
Kalkhaltige sonstige Gesteine	hellblau	
Silikatische Lockergesteine	gelb	
Kalkhaltige Lockergesteine	hellgrün	

kartierungen zugrunde. Für diesen Fall wird folgende Darstellung vorgeschlagen:

Der „Nullpunkt“ des Systems (gelbe Farbe) wird bei den trockenen, sauren Standorten gewählt. Die Abszisse verläuft mit höherer Trophie (höheren Basengehalten) in Richtung grün, die basenreichen feuchten Standorte erhalten blau. Daß die feuchten sauren Standorte die Farbe „rot“ erhalten, ist ein notwendiges Zugeständnis an die Geometrie des Systems. Wie bei der Gliederung nach der Geologie dargestellt, ist auch in diesem Fall keine strenge Geometrie anzulegen. Es muß nicht zwingend ein (deutlicher) Unterschied zweier benachbarter Einheiten bezüglich des entsprechenden Gradienten vorliegen. Die Zuordnung der Farben soll nur eine grobe Abschätzung der Verhältnisse ermöglichen. Auch soll es freistehen, die Anzahl der Glieder nach den beiden Achsen für jeden Fall festzulegen, sowie einzelne Kästchen farblich feiner zu untergliedern. Es erscheint sinnvoll, innerhalb eines Projektes die mögliche Farbpalette auszuschöpfen, auch wenn es sich bei den Eckpunkten nur um relative Extreme handelt.

#### Farbskala für die Darstellung von Bodentypen:

Es wird auf die Grundzüge der Farbgebung der Bodenkarte von Österreich (Fink, 1969) zurückgegriffen. Ihr liegen folgende allgemeine Einteilungsprinzipien zugrunde:

- ▶ grün: feuchte bzw. (grund)wasserbeeinflusste Böden
- ▶ blau: Rendzinen (bzw. stark kalkbeeinflusste Böden)
- ▶ braun: Braunerden und Parabraunerden, Pseudogleye
- ▶ gelb: Regosole

#### Farbskala für die Darstellung der Vegetation (Waldgesellschaften)

In der Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern (Seibert, 1968) beschreibt die spektrale Verwandtschaft der Farben die pflanzensoziologisch-systematischen Verwandtschaftsverhältnisse der Pflanzengesellschaften. Diese Farbgebung wird auch für die Darstellung von Waldgesellschaften im Rahmen der Forstlichen Standortskartierung vorgeschlagen. Neben Klima bzw. Höhenlage sind in unseren Breiten vor allem die Böden für die Zusammensetzung der Vegetation, also für die Verbreitung der Pflanzengesellschaften, verantwortlich. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Anzahl an vorkommenden Untereinheiten, der dafür nötigen feineren Untergliederung sowie einer möglichst weitgehenden Wiedergabe der Topographie wurden folgende Farbuordnungen getroffen:

- ▶ rot: Kiefernwälder
- ▶ gelb: Eichenwälder
- ▶ grün: Buchenwälder
- ▶ blau: Eschenwälder (einschließlich anderer Edellaubbaumwälder)
- ▶ braun: Fichtenwälder

Auch die (kleinflächig) mögliche Verzahnung von Pflanzengesellschaften wird in diesem System dokumentiert: In einer Tabelle wurde den – mit deutschem Namen versehenen – Vegetationsgebieten jene Pflanzengesellschaften zugeordnet, die gemeinsam mit der namengebenden auftreten.

Beispiel: *Vegetationsgebiet*: Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald; *namengebende Pflanzengesellschaft*: Stellario-Carpinetum; *gemeinsames Auftreten mit*: Luzulo-Quercetum, Potentillo-Quercetum, Galio-Carpinetum luzuletosum, Galio-Carpinetum typicum, Galio-Carpinetum (kont. Rasse), Querco-Ulmetum, Pruno-Fraxinetum, Carici-Alnetum;

In Tabelle 2.6 werden die Farbvorschläge nochmals zusammengefaßt.

## 2.5 Erläuterungsband zur Standortskarte

### 2.5.1 Inhalt des Erläuterungsbandes

#### Der Erläuterungsband umfaßt

- ▶ einen ausführlichen Textteil,
- ▶ eine Standortsgliederung in Tabellenform
- ▶ Beilagen, z.B. Vegetationstabellen

Der Textteil ist in einen allgemeinen und einen speziellen Teil gegliedert:

- ▶ Der allgemeine Teil enthält die Beschreibung des Kartierungsgebietes nach Lage, Klima, Morphologie, Geologie, Vegetation, Waldgesellschaften, Boden, Humus, Wasserhaushalt, Waldgeschichte etc.
- ▶ Der spezielle Teil besteht aus:
  - Herleitung der Standortseinheiten (Standortsklassifizierungstabelle).
  - Herleitung der PNWG bzw. der natürlichen Baumartenzusammensetzung (**Vegetationstabelle**).
  - **Beschreibung** der im Kartierungsgebiet auftretenden Wuchsgebiete, Wuchsbezirke, Höhenstufen, Standortseinheiten, Vegetationstypen, geordnet nach Klassifizierungskategorien. Die

Beschreibung der Standortseinheiten enthält Angaben über Lage, Verbreitung und alle „verbindlichen“ Standortmerkmale wie Grundgestein und Boden, Wasserhaushalt, die potentiell natürliche Vegetation und zum Standortszustand (Vegetationstyp).

- Die **Standorts-Gliederungstabelle** charakterisiert die Standortseinheiten (gegebenenfalls nach Codes der Standortmerkmale) geordnet nach: Wuchsgebiet, Wuchsbezirk (falls ausgeschieden), Höhenstufen, Einheitengruppen nach Wasserhaushalts- und Trophiestufen, mit der zugeordneten Potentiellen Natürlichen Waldgesellschaft oder der Standortsgesellschaft, den angebotenen Zustandsformen sowie den obligatorischen Standorts- und Bodenmerkmalen. Sie ist de facto eine Kurzfassung der Beschreibung.
- Der **Kartierungsschlüssel** enthält nur diejenigen Merkmale, nach denen die Standortseinheiten (bzw. andere Kartierungsobjekte) tatsächlich - im Gelände - differenziert werden.
- Die **Standorts-Interpretation** (vgl. 2.5.2) enthält Vorschläge zur Baumartenwahl, Angaben zur Leistungsfähigkeit der Standorte, waldbauliche Besonderheiten, Behandlungsvorschläge, Bestockungsziel u. a. m.

### 2.5.2 Interpretation, Empfehlungen - abgeleitete Themenkarten.

Standortskarten geben Auskunft über die räumliche Verteilung und die räumliche Ausdehnung von vergleichbaren Standorten. Sie erlauben die Übertragung von Versuchs- und Meßergebnissen sowie von Erfahrungen mit Maßnahmen auf vergleichbare Flächen.

Die Aufgabe der Standortskartierung als einer Erhebung der ökologischen Naturraumausstattung wäre mit der Klassifizierung, Beschreibung und flächenhaften Darstellung der Waldstandorte erfüllt.

Die Anwendung und Umsetzung der forstlichen Standortskartierung wird im Regelfall mit weiterführenden Interpretationen und Empfehlungen unterstützt.

Die Anwendungsgebiete der Standortskartierung sind vielfältig, (siehe Kapitel 1.2) und für den Anwender u.U. der wichtigste Teil des Projektes, dem bereits bei Projektbeginn entsprechende Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Für den Forstbetrieb als dem „klassischen“ Anwender steht meist die Kenntnis seiner Produkti-

onsgrundlagen im Vordergrund. Die Interpretation einer Standortskartierung bildet die Grundlage für die zentrale Planung des Forstbetriebes, das Operat. Daher stehen Empfehlungen zur Baumartenwahl und Bestandeszusammensetzung in Zusammenhang mit waldbaulichen Überlegungen zu Mischungsformen, Pflegeplan, Nutzungsform, Begründungsform und Verjüngungszielen im Vordergrund der Interpretation.

Die PNWG bzw. der Standortswald dient als Ausgangspunkt und Vergleichsbasis für die Abschätzung von Wuchsleistung, Wertleistung, Betriebsrisiko und nachhaltiger ökologischer Verträglichkeit (Humus, Nährstoffkreislauf, Wasserbilanz) verschiedener Varianten der waldbaulichen Planung, welche eine Optimierung von ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten sucht.

Meist steht eine gewisse Bandbreite standortstauglicher und standortspfleglicher Baumarten und ihrer Mischungsanteile zu Verfügung. Auf stabilen, besseren Standorten ist der Spielraum größer als auf armen Standorten; auf Extremstandorten sollte die Abweichung von der PNWG (dem Standortswald) möglichst gering sein.

Die Standortskartierung kann und soll nur Rahmempfehlungen und Hilfestellung bei der Abwägung von Risiken und Alternativen geben.

Sie soll aber zur Abschätzung der waldwirtschaftlichen Möglichkeiten, der Folgen alternativer Maßnahmen und zur Wahl des Wirtschaftszieles beitragen.

Weitere aus der Standortskartierung herleitbare Aussagen, die v. a. die betriebliche Ebene betreffen, sind:

- ▶ Wildökologische Planung (Ausscheiden von Refugialräumen, Äsungsangebot, Wildstands-optimierung),
- ▶ Eignung für Maschineneinsatz, Befahrbarkeit, Rückung (Befahrbarkeitsklassen),
- ▶ Wegebau, Trassenführung,
- ▶ Ausweisung von schutzwürdigen Biotopen, Naturwaldreservaten.

Weitere Empfehlungen, die teilweise über die betriebliche Ebene hinausgehen, betreffen:

- ▶ (Beurteilung von) Maßnahmen zur Erhaltung und Wiederherstellung des natürlichen Standortpotentials: Düngungsmaßnahmen, aber auch Möglichkeiten der Abschöpfung von N-Überangebot durch nährstoffkreislaufintensive Bestockungsziele.
- ▶ (Beurteilung) der Förderungswürdigkeit von Maßnahmen (Umwandlung, Melioration).

- ▶ Standortsspezifische Belastungsgrenzen (critical loads).
- ▶ Zielkonflikte der Waldfunktionen.
- ▶ Schutzleistung und Wohlfahrtsleistung: Abflußverhalten, Wasserqualität, Hanglabilität, Erosion.
- ▶ Erholungsleistung: Ruhezonen, Landschaftsparks, Konzentration des Fremdenverkehrs auf stabile Standorte und wenig wertvolle Biotope.

Weiters kann die forstliche Standortskarte als Grundlage für wissenschaftliche Projekte (z. B. Auswahl von Versuchsflächen, Design von Versuchsanlagen, Ausscheidung von Naturwaldflächen) verwendet werden. Die Bedeutung der Kenntnis der naturräumlichen Grundlagen Österreichs ist gerade in Hinsicht auf potentielle Gefährdungen des Ökosystems Wald von großer Bedeutung. Die **Interpretation** wird im Erläuterungsband entweder bei jeder Standortseinheit oder in einem gesonderten Abschnitt in Text- oder Tabellenform dargestellt.

Weiterführende Auswertungen erfolgen auch in Form von abgeleiteten Themenkarten. Als Beispiele seien genannt:

- ▶ **W i n d w u r f - G e f ä h r d u n g s k a r t e**, Erosions-Gefährdungskarte.
  - ▶ Hanglabilitätsklassen- bzw. Befahrbarkeitsklassen-Karte.
  - ▶ Nitrat-Empfindlichkeitskarte.
  - ▶ Karte für konkret objektbezogene critical loads.
  - ▶ Bewertungskarten zum Vergleich verschiedener Landnutzungsformen.
  - ▶ Waldentwicklungsplan.

Beispiele für **mögliche Interpretationen** aus forstlichen Standortkartierungswerken:

**a. Beispiel für Beschreibung in freier Formulierung (Ontario, Canada (SIMS ET AL. 1989)):**

- ▶ **Mikroklima:** während der Vegetationsperiode feuchtkalt; verkürzte Vegetationsperiode durch späte Schneeschmelze und Bodenerwärmung; verbreitet Frostlöcher; Spätfrostgefahr, Nebelhäufigkeit und langanhaltende Naßphasen.
- ▶ **Bestand:** geeignete Baumarten samt Wuchsklasse (in der Reihenfolge abnehmender Standortstauglichkeit): Schwarzfichte (III -SI<35), Balsamtanne

(II - SI <56), Alaska-Lärche (II - SI <56), Schwarzesche (III SI <46), Thuja occ. (II, SI<56), Aspe (IV -SI <46), Auen - Harthölzer.

- mäßige Produktivität für Schleifholz, sehr geringe Produktivität für Schnittholz.
- zu erwartende Bestandesstruktur: Dichtschluß, wenig Unterwuchs, Entwicklung einer dichten Moosschicht.
- ▶ Trend zu seichter Durchwurzelung wegen hochreichender Staunässe, Windwurfgefahr.
- ▶ Maschineneinsatz stark eingeschränkt; instabile Feuchtböden nur kurzzeitig befahrbar; Holzernte nur während der Frostperiode.
- ▶ Für Wegebau wenig geeignet.
- ▶ Brandschutz: geringe Brandgefahr; geeignet für Präventivfeuer und Schlagbrennen; gute Pufferzone für Waldbrände; Löschwasserangebot.
- ▶ Anlage von Schutzstreifen nur mit schwerem Gerät.
- ▶ Für Deponien ungeeignet.
- ▶ Herbizideinsatz unzulässig.
- ▶ Für Erholungsnutzung ungeeignet.
- ▶ Jagdnutzung: geringe Diversität; mäßiges Äsungsangebot auf mäßig saure Bruchwaldarten beschränkt. Zahlreiche Tränken.
- ▶ Naturschutz: einzelne Lokalitäten als Sonderbiotop schutzwürdig.
- ▶ Abflußverhalten: hohe Wasserrückhaltung.
- ▶ Erosionsgefahr: keine.
- ▶ Rutschgefahr: keine

**b. Beispiel für tabellarische Angaben zur Baumarteneignung**  
Spalten:

Baumart	Vitalität	Konkurrenzverhalten	Pfleglichkeit	Massen- und Wertleistung	Betriebsrisiko

Die jeweilige Bewertung erfolgt in einer Ordinalskala, ähnlich den Schulnoten. Die Bezeichnung der Klassen wird durch Wertungen der Anbaueignung der Baumarten etwa „geeignet“ bis „ungeeignet“, „hoch“ bis „gering“, ausgedrückt.

## 2.6. Datenverwaltung

Die Datenverwaltung erfolgt mit Hilfe von Datenbanken.

Wesentliche Kriterien bei der Auswahl des zu verwendenden Datenbankprogramms sind

- ▶ die Kompatibilität zum verwendeten GIS-Programmpaket
- ▶ eine möglichst breite Auswahl an Schnittstellen. Da bei den einzelnen Schritten der Standortserkundung, -klassifizierung und -kartierung eine Vielzahl von zahlen- bzw. grafikorientierten Programmen zum Einsatz kommt, kommt diesem Punkt hohe Bedeutung zu.

Einige Hinweise zum Aufbau der Datenbank: Es hat sich dabei als günstig erwiesen, Erhebungen unterschiedlicher Fachgebiete (Vegetation, Boden, Meßwerte der chem. Analyse u. s. w.) in unterschiedlichen Datenbanktabellen abzulegen, die über Schlüsselvariablen (etwa: Flächennummer, Erhebungsdatum, politische Verwaltungseinheit oder geographische Einheit) miteinander verknüpft werden können.

Diese Schlüsselvariablen dienen gleichzeitig der Prüfung der formalen Richtigkeit und Vollständigkeit innerhalb der Datenbanktabellen. Die inhaltliche Richtigkeit kann etwa durch Doppeleingaben bzw. durch Plausibilitätsprüfungen weitgehend gesichert werden.

Zu den Möglichkeiten der Implementierung von Datenbanksystemen auf dem Gebiet der Forstökologie wird auf entsprechende Literatur verwiesen:

- GABLER, K. & ENGLISCH M., 1994: *Bodendatenbanken als Teil eines Informations- und Analysesystems für ökologische Fragestellungen*. in: Alef, K. Blum, W., Riss, A. Fiedler, H. & Hutzinger O. (Hrg.) Tagungsband zur ECO-INFORMA-'94 (6): 375-387.
- MUTSCH, F. & ENGLISCH, M. 1994: *Das forstökologische Informationssystem GEA/FOREC unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte der Datenqualität*. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 82(1/2): 86-94.
- SCHREIER, I. (1997): *Schnittstelle BORIS- Beschreibung der Schnittstelle und Anleitung zur schnittstellengerechten Datenaufbereitung*. Unveröffentlichtes Arbeitspapier des Umweltbundesamtes zur Bodendatenbank BORIS, Wien.

Zur Vercodierung der Aufnahmemerkmale existieren in Österreich dzt. einige Konventionen, die

im wesentlichen zweck- und fachbereichsspezifisch sind. Als wichtige Beispiele sind zu nennen:

- ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG 1996: *Forstliche Standortaufnahme*. 5. Aufl., Eching, 352 S. (Standort, Bodenwasser, Bodenchemie, Boden, Humus)
- BLUM, W. E. H.; BRANDSTETTER, A.; RIEDLER, CH. & WENZEL, W. W. 1996b: *Bodendauerbeobachtung – Empfehlung für eine einheitliche Vorgangsweise in Österreich*. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Wien. . (Standort, Boden, Humus, Bodenchemie)
- BLUM, W. E. H.; DANNEBERG, O. H.; GLATZEL, G.; GRALL, H.; KILIAN, W.; MUTSCH, F. & STÖHR, D. 1986: *Waldbodenuntersuchung – Geländeaufnahme, Probennahme, Analyse*. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich, im Auftrag des BMLF, Wien. (Standort, Boden, Humus, Bodenchemie)
- BLUM, W. E. H.; SPIEGEL, H. & WENZEL, W. W. (1996a): *Bodenzustandsinventur – Konzeption, Durchführung und Bewertung- Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich*. Überarbeitete Neuauflage. Im Auftrag des BMLF und des BMWVK, Wien. (Standort, Boden, Humus, Bodenchemie)
- BUNDESANSTALT FÜR BODENKARTIERUNG UND BODENWIRTSCHAFT 1967: *Die österreichische Bodenkarte 1 : 10.000 – Anweisung zur Durchführung der Kartierung*. Eigenverlag, Wien. (Boden; Kartierungsanweisung))
- EHRENDORFER, F., 1973 (Hrg.): *Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. 2. Auflage, Gustav Fischer, Stuttgart. (Pflanzennamen, Abkürzungskonvention)
- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1994: *Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 1992-1996*. Fassung 1994, Wien.
- KILIAN, W. & MAJER, C. 1990: *Österreichische Waldboden-Zustandsinventur – Anleitung zur Feldarbeit und Probennahme*. Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA-Berichte), Sonderheft, Wien.
- NOICHL, R., STÖHR, D., HAUPOLTER, M., AIGNER, J., HASELWANTER, G. & SCHÖBER A.,o.J.: *Aufnahmeanweisung. FIW-Projekt Loisachtal*. Vervielfältigtes Manuskript, 26 S. (Standort, Boden, Vegetation, Pflanzengesellschaften)
- SCHWARZ, S., ARZL, N. & DVORAK, A. 1997: *Datenschlüssel Bodenkunde*. Vervielfältigtes Manuskript, UBA Wien, 89 S.

In der vorliegenden Anleitung wurden zur Vercodierung hauptsächlich KILIAN & MAJER (1990), BLUM; SPIEGEL & WENZEL (1996), ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG (1996), SCHWARZ, ARZL & DVORAK (1997) herangezogen.

### 3. Standortsaufnahme

Im Gelände werden Standortmerkmale aufgenommen (z. B. Lagedaten, Bodenart, Geologie, Vegetationsaufnahmen), die entweder bereits im Gelände oder aber erst im Zuge der Standortklassifikation zu Standortfaktoren zusammengefaßt werden.

Die Fassung der Standortfaktoren anhand von erhobenen Einzelmerkmalen ist ein wesentlicher interpretativer Schritt zur Erfassung der entscheidenden Eigenschaften des Ökosystems bzw. des Standorts und erfolgt in der überwiegenden Zahl der Fälle gutachtlich bzw. durch die Einordnung in Bewertungsschemata.

Als Beispiel sei hier das Komplexmerkmal (der Standortfaktor) Wasserhaushalt genannt. Es wird auf Basis der Einzelmerkmale Bodenart, Bodenstruktur, Bodenmächtigkeit, Hangneigung, Exposition, Relief, Grundwasserstand, Stauwassereinfluß und der Vegetationsaufnahme abgeleitet. Dabei wird in einigen Ländern ein Bewertungsschema herangezogen (z.B. KLINKA ET AL. 1981, British Columbia), während in Österreich gutachtlich - weitgehend auf Erfahrungsbasis - vorgegangen wird.

Weiters ist zu berücksichtigen, daß nicht in allen Ökosystemen alle Standortfaktoren von gleicher (klassifikatorischer) Bedeutung sind und daher nicht in allen Ökosystemen die Erhebung der selben Merkmale Entscheidungshilfen und Kriterien zur Klassifikation von Standortseinheiten liefert.

(Beispiel: Auwaldstandorte werden durch die Kriterien Grundwasserhöhe und -schwankung, Überflutung, Schotteroberkante differenziert, während Trophie und Relief keine klassifikatorische Bedeutung besitzen.)

*Im weiteren werden Merkmale und Eigenschaften, die zur Ableitung von Standorteinheiten obligatorisch („Pflichtparameter“) sind, hinter der jeweiligen Überschrift mit (P) bezeichnet, Merkmale zur Ableitung obligatorischer Komplexmerkmale mit (PA), optionale Merkmale mit (O) und Komplexmerkmale (=abgeleitete Merkmale) mit (KP) - obligatorisches K. bzw. (KO) - optionales K.*

### 3.1 Allgemeine Standortmerkmale

#### 3.1.1 Georeferenzierung: Orts- und Lagedaten (P)

**Kennzahl der Probefläche:** Bewährt haben sich fortlaufende Nummern für Kartierungsgebiet, bzw. forstliche Wirtschaftseinheiten (Betrieb, Revier, Abteilung). Höhere Stellen (i.a. >Tausender, > Zehntausender) können der Anbindung in übergeordnete Datensysteme dienen.

Die **Koordinaten** der Untersuchungsfläche werden derzeit als Hoch- und Rechtswert im Bundesmeldenetz mit einer nominellen Genauigkeit von  $\pm 5\text{m}$  angegeben. Das Bezugssystem ist damit das Gauß-Krügersystem mit dem  $0^\circ$ -Meridian von Ferro.

- ▶ **Lagekoordinate in Ost-West-Richtung** (Zahl)  
y-Koordinate für Gauß-Krüger, Rechtswert in m bzw. geographische Länge in Dezimalgrad.
- ▶ **Lagekoordinate in Nord-Süd-Richtung** (Zahl)  
x-Koordinate für Gauß-Krüger, Hochwert in m bzw. geographische Länge in Dezimalgrad.

#### Kartenprojektion oder Koordinatensystem (Code)

*Tabelle 3.1:  
Codierung unterschiedlicher Projektionssysteme und Koordinatennetze*

Code	Bezeichnung
01	Lamberts konforme Kegelprojektion "neu" (Ursprung 13°20' ö.L, 47°30' n.B)
02	Gauß-Krüger Projektion
03	Bundsmeldenetz
04	Militärkoordinaten
05	geographische Koordinaten
06	Lamberts konforme Kegelprojektion "alt" (Ursprung 13°20' ö.L, 48°00' n.B.)

- ▶ **Meridianstreifen für Gauß-Krüger:** M28, M31, M34 ... für Österreich mögliche Meridianstreifen; es genügt, die bloße Zahl (z.B. 34) anzugeben.
- ▶ **Additionskonstante zur y-Koordinate bzw. zum Rechtswert („false easting“)** in m  
z.B. + 400.000 bei Lambert,  
Additionskonstante bei BMN bzw. Militärkoordinaten.
- ▶ **Additionskonstante zur x-Koordinate bzw. zum Hochwert („false northing“)** (Zahl) in m  
z.B. - 5.000.000 bei Gauß-Krüger  
+ 400.000 bei Lambert.

**Seehöhe:** Die Seehöhe wird mit einem Höhenmesser gemessen, bzw. nach einer verlässlichen Karte angegeben. Die erforderliche Genauigkeit beträgt  $\pm 20$  m.

**Exposition:** Die Exposition wird nach der mindestens achtteiligen (bzw. 16teiligen) Kompaßrose angegeben. Alternativ kann eine genaue Messung in Gon vorteilhaft sein. Eine Zusammenfassung nach Sonn- und Schatthängen u.ä. kann für manche Fragestellungen zielführend sein.

*Tabelle 3.2:  
Codierung der achtteiligen  
Windrose*

Code	Richtung
1	N
2	NE
3	E
4	SE
5	S
6	SW
7	W
8	NW
9	eben

*Tabelle 3.3:  
Codierung der sechzehn-  
teiligen Windrose*

Code	Richtung
10	N
15	NNE
20	NE
25	ENE
30	E
35	ESE
40	SE
45	SSE
50	S
55	SSW
60	SW
65	WSW
70	W
75	WNW
80	NW
85	NNW
90	eben

**Hangneigung:** Das durchschnittliche Gefälle wird mit dem Neigungsmesser ermittelt und in Prozent oder Grad (Gon) angegeben. Eine in der Forstwirtschaft übliche Klasseneinteilung lautet wie folgt:

*Tabelle 3.4: Neigungsklassen*

Code	Bezeichnung	Grad	Prozent
11	eben	0-2	0-3
12	schwach geneigt	2-5	3-9
13	mäßig geneigt	5-10	9-17
14	stark geneigt	10-20	17-36
15	steil	20-30	36-58
16	schröff	30-45	58-100
17	sehr schröff	>45	>100

### 3.1.2 Geländeform (Makro- und Mesorelief) (P)

Wesentliche den Standort bestimmende Faktoren wie Intensität der Sonneneinstrahlung und Wasserhaushalt hängen von Exposition, Neigung sowie Form und Ausdehnung der Geländeeinheit ab.

Wegen der starken Reliefabhängigkeit des **Meso-klimas** können für einige Reliefformen-Gruppen typische Modifikationen der klimatischen Durchschnittsbedingungen erwartet werden. Wichtige Beispiele von Zusammenhängen zwischen Reliefformen und Mesoklima sind

**Kuppen und Rücken:** Charakteristisch sind hier die durch durchschnittlich höhere Luftbewegung bewirkte stärkere Verdunstung und die tiefere Temperaturen. In klaren, windruhigen Nächten ist durch Ausstrahlung starker Temperaturrückgang möglich. Andererseits können in tieferen Lagen Kuppen, von denen die Kaltluft abfließt, bzw. die sich über entstehende Kaltluftseen erheben, wärmebegünstigt sein.

**Hänge:** Die Exposition entscheidet maßgeblich, welche Strahlungs- und Niederschlagsmengen ein Hang erhält. Südlich, aber vor allem südwestlich orientierte Hänge sind wärmebegünstigt. Dies kann sich in trockenen, warmen Tieflagen negativ, in Hochlagen bei geringerer Verdunstung bzw. geringem Wasserstreß positiv auf die Vegetation auswirken. Hänge sind oft auch dadurch begünstigt, daß sie einerseits über in der Nacht entstehenden Kaltluftseen liegen und gegenüber den Kuppen meist weniger bewindet sind.

In Mitteleuropa und speziell in Österreich sind die westlich und nordwestlich exponierten Hänge niederschlagsbegünstigt. Lediglich bei Schneefall erhalten die kammnahen Leelagen (noch) höhere Niederschlagsmengen.

**Täler:** In Tälern mit geringem Gefälle können durch Kaltluftstau in der Nacht überdurchschnittlich tiefe Temperaturen auftreten. Ist das Tal weit, so daß es tagsüber zu einer nennenswerten Sonneneinstrahlung kommt, sind starke Temperaturgegensätze zwischen Tag und Nacht zu erwarten. In engeren Tälern und bei stärkerem Gefälle bildet sich hingegen – vor allem bei vorhandenem Waldbestand – ein gleichmäßiges, kühl-feuchtes Klima aus. Ost-West verlaufende Alpentäler sind zeitweise durch Föhn wärmebegünstigt.

**Ebenen und Hochflächen:** Durch die bei fehlender Horizontüberhöhung mögliche hohe Sonneneinstrahlung und nächtliche Ansammlung von Kaltluft liegen die Temperaturschwankungen in Bodennähe hier durchschnittlich höher als an den Hängen.

Bei der Beschreibung des Reliefs ist die Angabe des räumlichen Bezugs von eminenter Bedeutung. Es ist daher zwischen Makro-, Meso- und Mikrorelief zu unterscheiden.

Die Längen- bzw. Breitenerstreckung von Makroreliefformen ist etwa im 100er- bzw. 1000er-Meterbereich zu suchen, die des Mesoreliefs etwa im 10er- bzw. 100er-Meterbereich. In einem unterschiedlichen

räumlichen Bezugssystem kann die gleiche Relief-form unterschiedlich zu klassifizieren sein: z. B. als Mittelhang im Bezugssystem „Mesorelief“, im Bezugssystem „Makrorelief“ aber als (Teil des) Talschluß.

Es empfiehlt sich, zur Charakterisierung von Relief-teilen möglichst genetisch neutrale Begriffe zu verwenden, da einerseits die Genese der Formen nicht immer eindeutig zu klären ist, andererseits genetische Formen mehrere Relief-formen umfassen können.

Eine exakte Trennung ist nicht in jedem Falle möglich, da manche Relief-formen an bestimmte genetische Prozesse (fast ausschließlich) gebunden sind (z.B. Terrasse).

Tabelle 3.5: Übersicht über die Formen des Makro- und Mesoreliefs

Code	Bezeichnung	Begriffsabgrenzung	Grundriß	Querschnitt	Längs-schnitt	Bezug
1	Ebene	Flachform großer Erstreckung				Ma
2	Verebnung	Flachform geringer Erstreckung				Me
3	Talboden, Talsohle	Flachform von ansteigenden Flächen begrenzt				Ma, Me
4	Terrasse	Flachform von ansteigenden und abfallenden Flächen begrenzt				Me
5	Platte, Plateau Hochfläche	Flachform von abfallenden Flächen begrenzt				Ma, Me
6	Mulde, Kessel, Spezialfall Pfanne	Konkavform mit kreisförmigem Grundriß				Me, (Ma)
7	Wanne	Konkavform mit ovalem Grundriß				Me, (Ma)
8	Graben	Konkavform mit langgestrecktem Grundriß, Sonderfall des Unterhanges				Ma, Me
9	Oberhang	konvexe Geländeform, Materialabfuhr überwiegt Materialzufuhr				Ma, Me
10	Unterhang	konkave Geländeform, Materialzufuhr überwiegt Materialabfuhr				Ma, Me
11	Mittelhang	Materialzu- und -abfuhr ausgeglichen				Ma, Me
12	Hangversteilung	oberhalb und unterhalb durch Flächen geringerer Neigung begrenzt				Me
13	Hangverflachung	oberhalb und unterhalb durch Flächen höherer Neigung begrenzt				Me
14	Kuppe	Konvexform mit kreisförmigem Grundriß				Me, (Ma)
15	Rücken	Konvexform mit ovalem Grundriß				Me
16	Riedel, Wall	Konvexform mit langgestrecktem Grundriß				Me
17	Hangfuß	Übergang des unteren Hangendes in eine ebene Fläche				Me
18	Schwemm-, Schutfächer	flache Aufschüttungsform				Ma, Me
19	Schwemm-, Schuttkegel	Aufschüttungsform mit stärkerer Wölbung und meist steilen seitlichen Begrenzungsflächen				Ma, Me

Zeichenerklärung: Ma = Makrorelief, Me = Mesorelief

Sind genetische Prozesse, die zur Bildung eines oder mehrerer zusammenhängender Relieftteile geführt haben, eindeutig identifizierbar, so empfiehlt es sich, diese zusätzlich anzumerken.

Zusätzlich zu den in Tabelle 3.5 taxativ aufgezählten Reliefbegriffen soll auch die horizontale und vertikale Ausdehnung des Relieftteils, in welchem sich die Aufnahmefläche befindet, angeführt werden, etwa Mittelhang: horizontale Ausdehnung 150 m, vertikale Erstreckung 30 m.

Die Ausdehnung des (Meso)Relieftteils wird in Meter angeschätzt.

Zusätzlich zu erhebende Merkmale:

- ▶ Vertikale Ausdehnung des Relieftteils [m]
- ▶ Horizontale Ausdehnung des Relieftteils [m].

### 3.1.3 Mikrorelief (O)

Als Ergänzung zu den Formen des Makro- und Mesoreliefs werden die Formen des Klein- oder Mikroreliefs ausgeschieden. Diese sind als Geländeformen von weniger als 3 m Höhendifferenz definiert.

*Tabelle 3.6: Übersicht über die Kleinreliefformen*

Code	Bezeichnung
1	Kleinrelief ausgeglichen
2	unruhig (z.B. Windwürfe)
3	Rinnen, Gräben, Furchen
4	Buckel, Schichtköpfe
5	Blockflur, Halde

Weitere, zusätzlich kennzeichnende Begriffe sind z.B.: rillig, kesselig, wellig, stufig, höckrig, zerschnitten, zerschnitten, zerschnitten.

### 3.1.4 Gründigkeit (P)

Unter Gründigkeit versteht man die Mächtigkeit der Bodenhorizonte über dem festen Gestein. Am treffendsten bestimmt man die Gründigkeit durch mehrere (3-5) Einschlüsse mit dem Schlagbohrer, der erhaltene Mittelwert stellt die Gründigkeit dar. Böden können nach diesem Merkmal eingeteilt werden in:

*Tabelle 3.7: Übersicht über die Gründigkeitsklassen*

Code	Bezeichnung	Gründigkeit
1	sehr flachgründig	unter 15 cm
2	flachgründig	15 - 30 cm
3	mittelgründig	31 - 60 cm
4	tiefgründig	61 - 120 cm
5	sehr tiefgründig	über 120 cm

### 3.1.5 Geologische Verhältnisse (P)

Genese und Dynamik der Waldböden werden von den petrographischen, geogenetischen und stratigraphischen Verhältnissen der oberflächennahen Gesteine wesentlich mitbestimmt. Bei jüngeren Gesteinen ist die Geogenese (fluviatile, glazigene Entstehung) vor allem für die physikalischen Eigenschaften der hier entwickelten Böden entscheidend. Die petrographischen Eigenschaften stehen bei den sog. Festgesteinen aufgrund ihrer Bedeutung für die chemischen Eigenschaften und Prozesse der daraus entstandenen Böden im Vordergrund. Stratigraphische Eigenschaften sind vor allem im regionalen und lokalen Bezug von Bedeutung. Profunde Kenntnisse über den bearbeiteten Raum und die einzelnen Taxa sind Voraussetzung.

Grundsätzlich wird bei der Aufnahme geologischer Merkmale zwischen Substrat (in die Bodenbildung einbezogenes Grundgestein), Deckschichten sowie unterliegendem Grundgestein, das nicht in die Bodenbildung mit einbezogen wird, unterschieden.

In der forstlichen Standortkartierung werden geologische Merkmale wesentlich dazu verwendet, die Trophie und - eingeschränkt - auch die Wasserhaushaltsstufe abzuleiten.

Bei den unten zur Diskussion gestellten Gliederungen der Gesteine und Sedimente wird daher notwendigerweise die üblicherweise verwendete genetisch-stratigraphisch-(petrographische) Einteilung durchbrochen. Die Klassifikationskriterien sind daher bei den Festgesteinen Mineralbestand und Verwitterungsgeschwindigkeit (und Genese), bei den Lockersedimenten Genese und Körnung.

Die Unvollständigkeiten, z.B. aufgrund fehlender Meßwerte für Verwitterungsraten und Nährstofffreisetzung und Inkonsistenzen innerhalb der angeführten, häufig verwendeten Gliederungen, machen den in dieser Richtung dringend nötigen, weiteren Forschungsbedarf deutlich.

Die präsentierten Gliederungen bieten eine für österreich- oder bundeslandweite Untersuchungen mehr oder weniger befriedigende Auflösung. Für lokale und regionale Arbeiten wird die Erstellung verfeinerter, auf der Grundgliederung basierender Klassifikationen empfohlen.

#### ▶ Deckschichten

Unter Deckschichten werden hier (alte) Feinmaterialdecken verstanden, die nicht Produkte der Bodenbildung an Ort und Stelle sind und sich vom Grundgestein unterscheiden. Ein ökologischer

Einfluß des Grundgesteins ist jedoch noch denkbar (z.B. Stauwirkung bei Texturübergängen). Wichtige in Österreich auftretende Deckschichten sind:

- Löß, Flugsand, feine Ausedimente
  - Staublehm, bindige Ausedimente
  - alte Verwitterungsdecken: karbonatisches, silikatisches Braun- und Rotlehmmaterial, Blocklehmdecken
  - Hangschutt, Fließerden, Kolluvien
  - Moränen

► **Grundgestein**

Bei der Ansprache des Grundgesteins ist es sinnvoll, zwischen bodenbildendem und nicht bodenbildendem Grundgestein zu unterscheiden.

Das Grundgestein wird sowohl im Zuge der Erkundung an den Erhebungsflächen sowie an Aufschlüssen, Böschungen u.ä., als auch im Kartierungsverlauf – flächig – aufgenommen, da der Generalisierungsgrad der zur Verfügung stehenden

geologischen Karten meist weitaus höher ist als für eine Standortskartierung 1 : 10.000 benötigt. Da auch bei der Erstellung moderner geologischer Karten Bohrungen nur im Einzelfall vorgenommen werden, ist, bezogen auf den Maßstab der Standortskartierung, mit bedeutenden Interpolationsfehlern zu rechnen. Ebenso sind bei der Benutzung geologischer Karten unterschiedliche „Abdeckungstiefen“ zu berücksichtigen (mehr oder weniger geringmächtige Schotterdecken, Moränen etc. sind in geologischen Karten in der Regel nicht eingezeichnet).

Kann das Grundgestein nicht eindeutig bestimmt werden, ist die Gewinnung von Handstücken nötig, damit eine nachträgliche Einordnung des Gesteins mit Hilfe von Schausammlungen oder Lehrbüchern möglich ist.

Zusätzlich zur Einordnung des Grundgesteins zu einer der nachfolgend angeführten Gruppen ist die Bestimmung des Gesteins im Feld im Langschriftvermerk zu empfehlen. Bei Deckschichten ist die Vorgangsweise analog.

Tabelle 3.8.a:

Gruppen des (bodenbildenden) Ausgangsmaterials (gilt sowohl für Grundgestein als auch für Deckschichten) nach HEILIG & KOCH 1997, unter Mitarbeit von ENGLISCH, ESTERLUS, KILIAN, STARLINGER unveröffentlichtes Manuskript

Code	Gruppenname	Geologische Einheiten der Gruppe					
<b>FESTGESTEINE</b>							
1	saure Silikatgesteine	Granit** Pegmatit Porphyroid	Granitgneis alle hellen Gneise Plattengneis	Granulit Quarzporphyr Weißschiefer	Quarzphyllit Phyllit Aplit	Quarzglimmerschiefer	
2	Intermediäre Silikatgesteine	Augitgneis Chloritgneise Schiefergneis Corderitgneis Mangan-Schiefer	Syenit(gneis) Hornblendegneis Biotitgneis Diorit(gneis) Pikrit	Granodiorit-(gneis) Graphitphyllit Serizitschiefer Chloritschiefer	Tonschiefer Grünschiefer Glanzschiefer Graphitschiefer	Glimmerschiefer Granatglimmerschiefer Hornblendeschiefer Ophiolit	
3	basenreiche Silikatgesteine	Andesit Amphibolit Porphyrit Amphibolasbest	Basalt** Eklogit Anorthisit Metadiabas	Pyroxenit Diabas Gabbro	Peridotit Hornblende Trachyt	Phonolith Dioriporphyr Melaphyr	Serpentinit Prasinit Ultrabasit
4	kalkführende Silikatgesteine	Kalkphyllit Kalksilikamarmor	Kalkglimmerschiefer Silikatmarmor	Glimmermarmor			
5	klastische, saure Sedimente	Quarzsandstein Quarzit	Glaukonitsandstein Radiolarit	Arkosesandstein Kieselschiefer	Hornstein Grauwacke	Silikat-konglomerat	
6	klastische, karb. Sedimente	Kalksandstein Hornsteinkalk Kalktuffe	Kalkmergel Kieselkalk Kalkbreccie	Mergelkalk Nagelfluh Rauhacke	Kalk-konglomerat		
7	feinklast., tonige Feinsedimente	Tonmergel (Schlier) Kaolin	Tonstein Schiefer-ton	Schluffstein Tegel	Schliersandstein Kiesel-ton		
8	Kalke, metamorphe Kalke	Kalke**	Marmor	dolomitische Kalke	Seekreide	Organokalk	
9	Dolomite	Dolomit**					
10	Gips	Gips	Anhydrit	Gipsbreccie			
<b>LOCKERGESTEINE</b>							
11	Moräne, unbestimmt						
12	Moräne, silikatisch						
13	Moräne, karbonatisch						
141	Geröll silikatisch	Kristallinschutt	Quarzgeröll	Quarzblöcke			
142	Schotter silikatisch	Quarzschotter	Blockwerk arm	Kies arm			
151	Geröll karbonatisch	Kalkschutt	Dolomitschutt				
152	Geröll karbonatisch	Kalkschotter	Kalkblockwerk	Kalkgrus	Dolomitgrus		
16	intermediäre Schotter/Geröll						
17	Sande silikatisch	Quarzsand	Flugsand arm	Flugsand entkalkt	Ausand arm		
18	Sande karbonatisch	Flugsand reich	Ausand reich				
19	Lockersediment silikat.	Staublehm arm	kalkfreie Tone				
20	Lockersediment karbonat.	Löß	Staublehm reich	Schwemmlöß	Silt	Schlufflehm	
21	Mischsubstrate	Mischsediment	Kolluvien	Aufschüttung	umgelagertes Material		
22	organisches Substrat						

\*\* sämtliche Ausprägungen der Gesteinsart

Die jeweils unter einer Codebezeichnung (z.B. 1) angeführten Gesteine sind nicht weiter durchcodiert. Eine differenziertere Gliederung kann erst in einer weiterentwickelten Version der "Anleitung" angeboten werden.

**Tabelle 3.8.b:**  
*Gruppen des (bodenbildenden) Ausgangsmaterials (gilt sowohl für Grundgestein als auch für Deckschichten)*  
 nach KILIAN & MAJER 1990

Code	Bezeichnung
1.0	Granit und granitäriger, harter Gneis etc.
1.1	grobkörnig, reich
1.2	grobkörnig, arm
1.3	feinkörnig (hierher auch "besserer" Eisgarnier, Sulzberger Granit)
1.4	Diorit/Gabbro (allgemein basenreiche dunkle Magmatite), mittel- bis grobkörnig
1.5	sonstige Magmatite
2.0	Gneis, Glimmerschiefer
2.1	sehr reich, Amphibolit (Olivin)
2.2	intermediär und Gneis/Glimmerschiefer allgemein
2.3	armer Quarzglimmerschiefer, harter Quarzphyllit
3.1	Quarzit, sehr armer Sandstein
3.2	verschiedener, auch toniger Sandstein (Flysch, Werfener Schichten)
3.3	Weicher Phyllit, Tonschiefer
3.4	Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllit, Kalksandstein
3.5	Mergel
4.1	Kalk
4.2	Dolomit
5.1	Serpentin
5.2	Vulkanite
6.1	Kalkschotter
6.2	Mischschotter
6.3	Quarzsotter
6.4	Moräne
6.5	Konglomerat (meist mit Ca)
7.1	Quarzsand (nur Quarzsand im engeren Sinn - typische Quarzsandstandorte)
7.2	Flugsand, Sand allgemein
7.3	Flugstaub, Staublehm
7.4	Löß
7.5	Ton, Tegel, Schluff
8.0	Alte Verwitterungsdecken
9.0	Ausediment allgemein
9.1	Ausande
9.2	Auschluff, Aulehm, Auton

**Tabelle 3.8.c:** *Gruppen des (bodenbildenden) Ausgangsmaterials (gilt sowohl für Grundgestein als auch für Deckschichten)*  
 nach BLUM ET AL., 1996, mod. UBA, 1997

10000	Tiefen- und Ganggesteine
10100	Granit, Diorit, Syenit, Granodiorit
10200	Peridotit, Gabbro
10300	Pegmatit
10900	Sonstige
20000	Vulkanite
20100	Quarzporphyr, Porphyrit
20200	Diabas, Basalt
20900	Sonstige
30000	Metamorphe Gesteine
30100	Quarzit
30200	Gneis, Granulit
30300	Amphibolit
30400	Grün-, Chloritschiefer
30500	Serpentinit
30600	Tonschiefer
30700	Phyllit
30800	Glimmerschiefer
30900	Marmor
39900	Sonstige
40000	Feste Sedimentgesteine
40100	Konglomerat, Brekzie
40200	Sandstein
40210	Quarzsandstein
40220	Kalksandstein
40300	Tonstein
40400	Mergel
40500	Kalk
40600	Dolomit
40900	Sonstige
50000	Lockersedimente
51000	Grobe Lockersedimente
51100	Schotter
51200	Moräne
51300	Schutt
51310	Hangschutt
51900	Sonstige
52000	Feine Lockersedimente
52100	Sand
52200	Lehm
52300	Löß
52310	verlehmter Löß
52400	Ton, Tegel
52900	Sonstige
53000	Grobe und feine Lockersedimente gemischt
60000	Anthropogen geschaffene Ausgangsmaterialien
60100	Planiermaterial
60900	Sonstige

Die Vorkomma-Zahlen symbolisieren die Haupt-Gesteinsgruppen dieser Gliederung, eine feinere Differenzierung erfolgt über die Nachkommastelle. Für Aufnahme und Datenbankeintrag ist das Komma ohne Relevanz.

Ausedimente, vgl. Tabelle 3.8 c, können von den sonstigen Lockersedimenten durch die Angabe der Codeziffer 1 an der 5. Stelle des Codes für Lockersedimente unterschieden werden. (z. B. 52101 Au-Sand).

Die bislang hauptsächlich verwendete (z.B. WBZI) Gliederung ist die von KILIAN & MAJER 1990. Die Gliederungen von HELIG & KOCH 1997 sowie BLUM et al. 1996 sind Neuentwicklungen auf dieser Basis.

### 3.1.6 Bodenhydrologische Verhältnisse (KP)

Die bodenhydrologischen Verhältnisse dürfen nicht nach dem aktuellen Feuchtezustand des Bodens beurteilt werden, da dieser beträchtlichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt und maßgeblich von Niederschlagsereignissen bestimmt wird. Es soll eher versucht werden, die nicht unmittelbar witterungsabhängigen Wasserverhältnisse anzusprechen. Im besonderen ist es wichtig zu klären, wodurch im konkreten Fall der Wasserhaushalt beeinflusst wird.

#### ► Oberflächenwasser

Unter Oberflächenwasser versteht man jenen Teil des Niederschlagswassers, der oberflächlich abrinnt oder in den Boden eindringt, dort jedenfalls aber nicht (über längere Zeiträume) gestaut wird.

Stärker geneigtes Gelände, plattige Moder- und Rohhumusaufgaben sowie oberflächennah dichtgelagerte Böden fördern den Abfluß, in schwach geneigtem Gelände unterhalb von Steilgelände überwiegt der Zufluß.

- Beurteilungskriterien:

Code	Kriterium
1	Abfluß > Zufluß
2	Abfluß = Zufluß
3	Abfluß < Zufluß

#### ► Grundwasser

Wird Bodenwasser bei der Versickerung durch eine wasserundurchlässige Schicht, die Grundwasser-sole (undurchlässiges Gestein), gestaut, entsteht Grundwasser. Dieses erfüllt als freies „ungepanntes“ Wasser sämtliche Hohlräume im Boden und unterliegt nur der Schwerkraft. In Abhängigkeit von Bodenart und Struktur bildet sich über dem Grundwasserspiegel ein beinahe vollständig mit Wasser gefüllter Kapillarsaum aus. Die Tiefenlage der Grundwasseroberfläche ändert sich unterschiedlich stark in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf und der Bodenart, der Evapotranspiration des Bestandes und der Neubildungsmöglichkeit von Grundwasser. Im Unterschied zum Stauwasser verdunstet Grundwasser unter natürlichen Bedingungen selten vollständig. Grundwässer stagnieren oder weisen nur geringen horizontalen Zug auf und sind deshalb meist relativ sauerstoffarm. Ist Grundwasser nicht in horizontaler Bewegung, spricht man von Grundwasserstau.

Durch die ständig reduzierenden Bedingungen kommt es im dauernd wassergesättigten Teil des Bodens (unterhalb des Grundwasserspie-

gels) zu einer typisch grau-blauen Horizontfärbung. Der darüberliegende Bereich, in dem der Grundwasserspiegel schwankt, ist rostfleckig. Die Bodenart zeigt zwischen beiden Horizonten keine deutlichen Unterschiede.

#### • Grundwasserstand:

Code	Kriterium
4	Grundwassereinfluß vorhanden

Die Ober- bzw. Unterkante des  $G_0$ -Horizontes kennzeichnen i.a. den mittleren Grundwasserhoch- bzw. -tiefstand. Zu beachten ist, daß durch Staunässe an der Oberkante des  $G_0$ -Horizontes ein zu hoher mittlerer Grundwasserhochstand vorgetäuscht wird (Unter mittlerem Grundwasserhoch- bzw. -tiefstand wird der jeweilige Grundwasserstand im langjährigen Mittel verstanden). Zu beachten ist die Möglichkeit dauerhaft veränderter Grundwasserstände (Entwässerung, Regulierung, Verbauungen). Bei Kartierungen in grundwasserbeeinflussten Gebieten können auch andere Kennwerte (z. B. Grundwasserhöchststand) von Bedeutung sein, die nur durch (längerandauernde) Messungen ermittelt werden können.

#### • Erhebungsmerkmale:

- **Grundwassertiefststand**  
(Unterkante des  $G_0$ -Horizontes)  
Merkmal:  $G_{\min}$  [cm]
- **Grundwasserhöchststand**  
(Oberkante des  $G_0$ -Horizontes)  
Merkmal:  $G_{\max}$  [cm]

#### ► Stauwasser

Der Begriff Stauwasser wird für oberflächennahes, geringmächtiges, sich lateral wenig bewegendes Grundwasser mit begrenzter Neubildungsmöglichkeit benutzt, das während der Vegetationszeit ganz oder teilweise verschwindet. Charakteristisch ist ein steter Wechsel von Trocken- und Naßphasen, insbesondere im Oberboden dieser Standorte. Die seitliche Bewegung des Stauwassers ist wie bei Grundwasser gering (Hangneigung < 9 %). Bei entsprechenden Bodenverhältnissen können stauwasserbeeinflusste Standorte unter bestimmten klimatischen Verhältnissen (Niederschläge > Evapotranspiration + Sickerung + Bilanz der seitlichen Zu- und Abflüsse) großflächig vorkommen.

Zur Diagnose von Stauwassereinfluß dienen **Stauwassermerkmale** des Bodens:

Unter dem A-Horizont tritt ein einheitlich graubrauner-hellolivbrauner Horizont mit Punktkonkretionen auf. Das Auftreten von Punktkonkre-

tionen deutet fallweise starkes Austrocknen des jeweiligen Bodenhorizontes an. Punktkonkretionen können auch in grundwasserbeeinflussten Böden bei extremen Schwankungen des Grundwasserspiegels vorkommen. Der Staukörper zeigt ein durch Rost-, Bleich- und Manganflecken marmoriertes Aussehen. Durch lang andauernde Naßphasen und tiefliegenden Staukörper können grundwasserähnliche Erscheinungen auftreten.

Als spezieller Fall des Stauwassers kann das Haftwasser, bzw. die haftwasserbedingte Staunässe aufgefaßt werden: Haftwasser, bzw. haftwasserbedingte Staunässe tritt bei Böden mit hohen Schluff- und Feinsandanteilen, aber geringen Tonanteilen, sowie geringem Grob- aber hohem Mittelporenanteil bereits bei Auffüllung bis zur Wasserspeicherkapazität auf. Die Standorte sind meist wasserstreu- bzw. windwurfgefährdet. Der P-Horizont setzt bereits unter dem Ah-Horizont an.

Je nach Dauer der einzelnen Phasen können bezüglich des Stauwassereinflusses unterschieden werden:

Code	Kriterium
5	kurze Naß-, ausgedehnte Trockenphase
6	Naß- und Trockenphase, in etwa gleich lang
7	lange Naß-, kurze, wenig ausgeprägte Trockenphase

#### ► Hangwasser

Hangwasser (Hangstauwasser, Hanggrundwasser; Definition nach AK STANDORTSKARTIERUNG 1996) ist mehr oder weniger oberflächenparallel hangabwärts sickern des Bodenwasser, welches den Wasserhaushalt des betrachteten Hangstandortes beeinflussen kann. Diese Erscheinungen treten bei Hangneigungen über 5° (9 %) auf.

Hangwasser kann oberflächennah auf dichtem Untergrund abfließen (Hanggrundwasser). Durch lateralen Abtransport von Eisen bzw. reduzierenden Verhältnissen (Punktkonkretionen u.a.) kommt es zu deutlichen Ausbleichungen des G-Horizonts, sofern diese nicht durch Humusfärbung verdeckt werden. Treten die wasserstauenden Schichten an die Oberfläche, findet man Quellfluren und Naßgallen.

Fließendes Stauwasser führt profilmorphologisch ebenfalls zu einem verfallenen Horizont, der auch durch Punktkonkretionen gekennzeichnet ist. Die O<sub>2</sub>-Versorgung ist bei zügigem Hangwasser wesentlich besser als bei stagnierendem Grund- oder Stauwasser.

In bezug auf die hydromechanischen Eigenschaften unterscheiden sich Hanggrundwasser und Hangstauwasser nicht. Die ökologische Interpretation ist jedoch unterschiedlich.

Ein Merkmal für die Präsenz von Hangwasser ist ein deutlicher Gefügewechsel, (dichteres Substrat, Änderung der Aggregatstruktur, Änderung der Lagerungsart bzw. -dichte).

Code	Kriterium
8	Hangwassereinfluß vorhanden

Da mehrere Kriterien gleichzeitig zutreffen können, ist es zulässig, maximal 2 Codes gleichzeitig anzugeben, z. B.: 1 und 4.

### 3.1.7 Im Gelände erfassbare klimatische Merkmale (O)

Neben den von den Klimastationen erhaltenen Meßwerten können im Gelände nach dem Augenschein eine Vielzahl von Auswirkungen des Klimas - vorwiegend des Lokalklimas - beurteilt werden.

#### 3.1.7.1. Erfassung witterungsbedingter Schäden (O)

Letale witterungsbedingte Schäden an Baumbeständen sind üblicherweise, außer bei standortswidrigen (Jung-)Beständen, durch Witterungsextreme verursacht.

Kann im Zuge einer Kartierung, vor allem über stumme Zeugen, das Risiko von Standorten in bezug auf diese Schäden beurteilt werden, ist der waldbaulichen Planung ein wichtiges Instrument in die Hand gegeben.

Diese Schäden können im Einzelnen durch

- Überhitzung
- Wassermangel
- Frost
- Schnee- und Eisbruch
- Sturm
- Hagel
- Wasserüberschuß verursacht werden.
- **Überhitzung**

An plötzlich freigestellten, sonnenexponierten Bestandesrändern kann durch Überhitzung Rindenbrand auftreten. Auf sonnenexponierten Freiflächen können durch zusätzliche Reflexion am Boden bzw. durch Extremtemperaturen am Boden (Natur)Verjüngungsprobleme auftreten.

► **Frost**

Frühfrost: noch nicht (für den Winter) ausgehärtete Blätter und Nadeln werden geschädigt. Dies tritt vor allem in Hochlagen bei unzureichend angepaßten Ökotypen auf. Spätfrost hingegen gefährdet Assimilationsorgane und Blüten, die während vorhergehender, günstigerer Witterungsphasen angelegt wurden.

Das Zusammenwirken von tiefen Lufttemperaturen und durch die Sonneneinstrahlung bewirkten hohen Rindentemperaturen kann Rindenrisse und Rindenschale verursachen. Vor allem plötzlich freigestellte Bäume sind gefährdet.

► **Wind, Sturm**

Neben der austrocknenden Wirkung des Windes und den damit verursachten Zuwachseinbußen ist die zerstörerische Wirkung des Windes zu nennen. Neben der Bestandesstruktur spielt besonders das Geländere relief für die Sturmschadensgefährdung eine große Rolle.

► **Wassermangel**

Trocknisschäden treten auf Standorten mit geringer Gründigkeit bzw. geringem Feinbodengehalt in Extremjahren auf. Hier sind die allgemein geringe Wüchsigkeit und die Zusammensetzung der krautigen Vegetation gute Weiser.

► **Wasserüberschuß**

Ebenso wie Wassermangel ist Wasserüberschuß keine rein meteorologisch bedingte Auswirkung. Im Zusammenhang mit Starkregen können jedoch an von der Vegetation ungenügend geschützten Hängen Erosionen auftreten, zu deren Vermeidung eine spezielle Bestandesbehandlung nötig ist.

► **Schneebruch**

Schneebruchschäden treten als Folge von Naßschneefall besonders in tiefen bis mittleren Lagen (ca. 1000 m) vor allem im Frühjahr auf. Dabei sind immergrüne Nadelbaumbestände - vor allem nach starken Durchforstungseingriffen - stärker gefährdet als laubwerfende Arten.

► **Schäden durch Nebelfrostablagerungen und Eisanhang:**

Schäden entstehen einerseits durch mit dem Wind herangeführte und an exponierten Ästen und Wipfeln in Form von Rauheis bzw. Rauhreifbahnen abgelagerte Feuchtigkeit. Hier sind vor allem dem Wind abgewandte Bestandesränder betroffen.

Wettersituationen, bei denen bei kalter Luft am Boden aus wärmeren Luftschichten Regen fällt, der an den unterkühlten Oberflächen friert, können zu großflächigen Ast- und Wipfelbrüchen führen. Hier sind, abgesehen von geringerer Gefährdung in größerer Seehöhe, keine kleinräumigen und standortsspezifischen Unterschiede im Risiko gegeben.

► **Hagel**

Hagel kann zum Verlust von Assimilationsorganen sowie durch Verletzung der Borke zu sekundären Pilzinfektionen führen.

3.1.7.2 Erfassung allgemeiner Witterungseinflüsse („Stumme Zeugen“) (O)

► **Wind**

- **Windfahnen** und **einseitige Kronenausbildung** zeigen die Hauptwindrichtung an.
- Auch eine, vor allem bei Alleebäumen zu beobachtende, **Schrägstellung** der Stämme nach der windabgewandten Seite hin ist ein Weiser für die Hauptwindrichtung.
- **Wipfelbrüche** und **Windwürfe** sind die Folge von Starkwinden und Stürmen. Während Wipfelbrüche und Windwürfe, die durch „Jahrhundertereignisse“ verursacht wurden, für den Zweck der Standortskartierung nur sehr beschränkte Indikatorfunktion besitzen, so können kleinräumig auftretende Schäden entweder Folge von Fehlern in der räumlichen Ordnung der Bewirtschaftung sein, oder aber Zeiger für lokalklimatische Besonderheiten (z.B. Düseneffekt) sein. Solche Beobachtungen sind dann bei der Klassifizierung von Standorten bzw. bei den Empfehlungen zur Baumartenwahl zu berücksichtigen.
- **Einseitiger Moos- bzw. Flechten- (Algen-) Bewuchs** an Stämmen deutet auf bevorzugte Windrichtungen bei Niederschlag. Algenbewuchs kann jedoch bei glatter Borke auch reine Folge des Stammablaufes sein.
- Die lokale **Ansammlung großer Mengen an Streumaterial, bzw. dessen Fehlen** an anderen Stellen, deutet auf starken Windeinfluß auch innerhalb des Bestandes hin. (So können auch ausgeprägte auflagenlose Bereiche um den Stammfuß eine Folge der Erhöhung der Windgeschwindigkeit bzw. von Wirbelbildungen in diesem Bereich sein.)
- Dies gilt sinngemäß auch für die Verfrachtung von Schnee. Die Folgen der daraus resultierenden, plätzeweise unterschiedlichen Schneebedeckung können anhand der krautigen Vege-

tation gut beobachtet werden. Befall durch Schneeschimmelpilze weist auf hohe Schneelagen bis ins Frühjahr hinein, bzw. Schneeakkumulationslagen hin.

#### ► Temperatur, Frost

- Das Zusammenwirken von tiefen Lufttemperaturen und starker Sonneneinstrahlung kann Rindenrisse bzw. Rindenschäle verursachen. Vor allem plötzlich freigestellten Bäume sind gefährdet.

Abgestorbene Terminaltriebe bei Jungpflanzen sind häufig Folge von Spät- und Frühfrösten.

- Der Zeitpunkt der Laubentfaltung weist auf begünstigte (Klein)Standorte hin. Neben der vorkommenden Artengarnitur der Vegetation können daraus Hinweise zur Lage der klimatischen Höhenstufen gezogen werden (siehe auch Ausaperung).

- Das Vorkommen von (wärmebedürftigen) Baumarten in unüblich großer Seehöhe deutet ebenfalls lokalklimatische Begünstigung an. Ein Ausbleiben entsprechender Baumarten in tieferen Lagen kann durch Inversion bzw. Kaltluftstau bedingt sein, muß aber genauer analysiert werden, da auch andere Ursachen dafür möglich sind. Auch der Ausfall von wärmebedürftigeren Baumarten mit abnehmender Seehöhe muß differenziert betrachtet werden. Falls nicht die Bewirtschaftung dafür verantwortlich ist, so kann auf den Sonderfall einer Temperaturumkehr geschlossen werden, wie sie etwa am Grunde von Dolinen auftreten kann.

#### ► Niederschlag

- In der Falllinie eingerichtete Nadelstreu deutet auf (häufige) Starkregenereignisse und damit verbundenen starken Oberflächenabfluß hin.
- Verletzungen der Rinde von waagrecht stehenden Zweigen und Ästen rühren oft von Hagelereignissen her.

Die beschriebenen Phänomene werden wie in Tabelle 3.9 codiert.

Ein weiterer, wichtiger Einfluß auf das Lokalklima ist die

#### ► Wirkung von Wasserflächen

Wasserflächen, sofern sie nicht gefroren sind, bewirken in ihrem Nahbereich einen Ausgleich der Temperaturen sowohl zwischen Tag und Nacht als auch zwischen den Jahreszeiten. Die Luftfeuchtigkeit in der Umgebung größerer Wasserflächen ist meist erhöht, somit die potentielle Verdunstung geringer. Die Vegetation kann im Nahbereich von Wasserflächen durch Reflexion höhere Strahlungsmengen erhalten.

Tabelle 3.9:  
Übersicht über witterungsbedingte Bestandes- und Bodenschäden

Code	Merkmal
<b>1</b>	<b>Temperaturextrema: Überhitzung, Frost</b>
11	Rindenrisse, Rindenschäle
12	Holzrisse
13	abgestorbene Terminaltriebe
14	Zeitpunkt der Laubentfaltung
15	Vorkommen von (wärmebedürftigen) Baumarten
<b>2</b>	<b>Wind, Sturm</b>
21	Windfahnen und einseitige Kronenausbildung
22	Schrägstellung der Stämme
23	Wipfelbrüche und Windwürfe
24	einseitiger Moos- bzw. Flechten- (Algen-) Bewuchs an Stämmen
25	ausgeprägte auflagenlose Bereiche um den Stammfuß
26	Verfrachtung von Schnee
27	Befall durch Schneeschimmelpilze
<b>3</b>	<b>Wasserextrema: Wassermangel, Wasserüberschuß</b>
31	Blaiken
32	Rutschungen
33	Überschwemmungen
34	Oberflächenerosion
35	Humuserosion
<b>4</b>	<b>Schneebruch</b>
<b>5</b>	<b>Schäden durch Nebelfrostablagerungen und Eisanhang</b>
<b>6</b>	<b>Hagel</b>
61	Rindenverletzungen
62	Nadelverluste

### 3.1.7.3 Witterung der Vorperiode (O)

Da die Witterung einen maßgeblichen Einfluß auf den aktuellen Bodenfeuchtezustand und damit auch auf eine Reihe anderer Bodenkennwerte hat (Nitrifikationsrate, pH-Wert etc.), sollte der Witterungsverlauf bei der Erhebung des Standortes grob charakterisiert werden. Die Einordnung wird nach folgendem Schema vorgenommen:

Code	Bezeichnung
1	keine Niederschläge innerhalb des letzten Monats
2	keine Niederschläge innerhalb der letzten Wochen
3	keine Niederschläge innerhalb der letzten 24 Stunden
4	regnerisch mit nicht sehr starken Niederschlägen in den letzten 24 Stunden
5	stärkere Regenfälle seit mehreren Tagen oder Starkregen innerhalb der letzten Stunden
6	extrem niederschlagsreiche Periode, Periode der Schneeschmelze

## 3.2 Standortmerkmal Boden (P)

### 3.2.1 Merkmale des Auflagehumus (KO)

#### 3.2.1.1 Definitionen

Unter Ektohumus wird die Gesamtheit der organischen Auflagehorizonte, d.s. L-, F-, H- und T-Horizonte sowie deren Subhorizonte verstanden. Ihnen gemeinsam ist ein Gehalt von über 17 % an organischem Kohlenstoff. Durch Multiplikation mit dem durch Konvention festgelegten Umrechnungsfaktor von 1.72 (der tatsächlich zwischen 1.5 und 2 schwanken kann) erhält man den Volumsgehalt an organischer Substanz, etwa 30 %, der weithin als Grenzwert des Ektohumus gegenüber den endorganischen Horizonten (A, AB, Terd) gilt. Ebenfalls verwendete Grenzen sind 32 und 35 % organischer Substanz (FAO, 1988).

Der Begriff „Humusform“ wurde durch MÜLLER (1878) eingeführt. Die Humusform wird als Gruppe von Bodenhorizonten definiert, die an oder nahe der Bodenoberfläche gelegen sind. Diese Horizonte sind entweder vorwiegend aus organischer Substanz aufgebaute Mineralbodenhorizonte mit höheren Anteilen organischer Substanz. Daher kann eine Humusform aus ausschließlich organischen oder organischen und mineralischen Horizonten bestehen. Die Mineralbodenhorizonte, die noch zu Humusprofilen gerechnet werden, sind A(h) und AB-Horizont. Diese weisen eine signifikante Anreicherung von organischer Substanz aus Rückständen von Wurzelsystemen oder durch Aktivität der Bodenfauna, bzw. durch Infiltrationsvorgänge auf.

Nach BABEL (1975) UND BARRAT (1964) sind B- und C-Horizonte, auch wenn sie mehr oder minder große Mengen organischen Materials enthalten, nicht zur Humusform zu rechnen.

Humusformen werden als Naturkörper betrachtet, ebenso wie die Böden, mit denen sie assoziiert sind. Sie weisen die höchste biologische Aktivität des gesamten Pedons auf. Dementsprechend weisen auch

die Merkmale der Humusformen die höchste Variabilität aller Horizonte des Pedons auf.

„Humusform-Profil“: Die Sequenz von organischen und mineralischen

Horizonten (in) einer Humusform bildet das Humusform-Profil. Dieses Profil und dessen morphologische und chemische Eigenschaften werden bei der Klassifikation von Humusformen benützt. Die minimale laterale Ausdehnung einer Humusform ist 25 (evtl. 50) cm, die vertikale Ausdehnung -theoretisch- unbegrenzt.

#### 3.2.1.2 Horizonte des Auflagehumus (O)

##### 3.2.1.2.1 Haupthorizonte (O)

Zur Ausscheidung der Auflagehumushorizonte werden die Grenzwerte der AK Standortskartierung (1982) für die Grobmaterialanteile verwendet.

##### ► L-Horizont (Ol, litter)

Terrestrische L-Horizonte bestehen aus weitgehend unveränderter Blatt- bzw. Nadelstreu (Förna). Blätter bzw. Nadeln sind entweder ausgebleicht oder entlang der Blattnerven dunkler gefärbt sowie punktiert (Pilze). Die Lagerung ist meist locker, seltener verklebt (Buchenstreu, Fichtennadeln). An der Streu haften 3- max. 5 % organische Feinsubstanz (als Flächenanteil geschätzt). Die Feinsubstanz (längster Durchmesser max. 2 mm) besteht aus den Ausscheidungen der Bodenfauna bzw. deren Resten.

##### ► F-Horizont (Of, fermentation)

F-Horizonte bestehen aus deutlich veränderten Nadel- bzw. Blattresten. Das Ausgangsmaterial ist jedoch noch erkenn- bzw. bestimmbar. Die Zwischenaderfelder von Blättern fehlen weitgehend, Blätter sind im wechselnden Maß fragmentiert und umgefärbt (gebleicht, vergraut). Deutliche Sprekelung und Punktierung tritt auf.

Die Lagerungsart wird durch die Umsetzungsgeschwindigkeit und die Umsetzungsart (zoogen, mykogen) geprägt. Sie ist damit letztlich humusformabhängig. Der Anteil der organischen Feinsubstanz beträgt mindestens 5-15, maximal jedoch - im unteren Teil (Grenze zum H-Horizont) des F-Horizonts, 50 Prozent. Abhängig von der Humusform ist der Übergang zum H-Horizont von scharf bis allmählich übergehend ausgeprägt. Ausschlaggebend ist dann für die Abgrenzung der Anteil an organischer Feinsubstanz. Gerade bei ungünstiger zu beurteilenden Humusformen läßt sich der F-Horizont (verklebt bis sperrig gelagert) lagig abheben und so leicht vom H-Horizont trennen.

#### ► H-Horizont (Oh, humification)

Wesentlichstes Merkmal terrestrischer H-Horizonte ist, daß sie zum weitaus überwiegenden Teil (>70/80 %) aus organischer Feinsubstanz bestehen. Das Ausgangsmaterial läßt sich nur noch in Ausnahmefällen feststellen. Bisweilen sind Zapfen, Holz, Rinde, Pflanzen- und Blattreste in größerem Ausmaß lagig oder linsenförmig eingemischt. Je nach Humusform sind die Übergänge zum F-Horizont bzw. Ah-Horizont leicht bis sehr schwierig festzustellen. Das Abgrenzungsmerkmal zum Mineralboden (A-Horizont) ist die bereits oben erwähnte Grenze von 30 % organischer Substanz (nach Volumen).

Die organischen Mineralbodenhorizonte, A-, der durch Humus gefärbte oberste Mineralbodenhorizont, sowie T-(Torfschichten unterschiedlichen Zersetzungsgrades nach der Definition von Fink (1969)) werden im Kapitel 3.2.2.3 behandelt. Sie sind sowohl Bestandteil der Humusform als auch des Bodentyps, werden aber konventionsgemäß als Teil des Mineralbodens mit den entsprechenden Merkmalen aufgenommen.

#### 3.2.1.2.2 Sub-Horizonte (nach Arbeitsgruppe

Bodensystematik der ÖBG, Nestroy 1998)

- **Ln** (= **neu, novum**): L-Horizont, der aus frisch gefallenem, weitgehend unverändertem Ausgangsmaterial besteht.
- **La** (= **alt, gealtert**): L-Horizont, in dem das bereits länger liegende Ausgangsmaterial bereits farblich verändert und biologisch etwas zerkleinert ist.
- **Fz**: F-Horizonte aus makroskopisch erkennbaren Pflanzenresten, die durch die Bodenfauna teilweise zerkleinert oder verändert wurden. Tierische Ausscheidungen sind im Gegensatz zu Pilzmycel häufig vorhanden und unter Vergrößerung leicht erkennbar.

- **Fmy**: F-Horizonte mit makroskopisch erkennbaren, strukturell gut erhaltenen Pflanzenresten. Das Material ist durch reichlich vorhandenes Pilzmycel verbunden. Tierische Ausscheidungen sind selten oder fehlen ganz.
- **Fzm**: Übergangsform zwischen Fz- und Fmy-Horizonten.
- **Fvz**: Auftreten von Wurzelfilz als bestimmendes Merkmal des Horizonts; es wird keine Unterscheidung vorgenommen, welche Pflanzen- oder Baumart den Wurzelfilz hervorruft.
- **Hz**: H-Horizonte, die durch weitaus überwiegend biogene Prozesse (die Bodenfauna) geprägt werden. Kennzeichnend ist die meist krümelige Struktur, das Auftreten von Losungen der Bodenfauna (Regenwurmlosungen). Bei warmen, trockenen Wetter sind oft große Mengen von Bodenfauna vorzufinden.
- **Hmy**: Der Horizont ist reichlich mit Pilzmycel bzw. -hyphen, auch von Mykorrhizapilzen durchzogen. Diese Horizonte sind meist strukturlos oder zeigen nur schwach ausgebildete Strukturen. Auftretende Strukturen sind häufig plattig, seltener undeutlich krümelig.
- **Hzm**: Übergangsform zwischen Hz- und Hmy-Horizonten.
- **Hvz**: Auftreten von Wurzelfilz als bestimmendes Merkmal des Horizonts; es wird keine Unterscheidung vorgenommen, welche Pflanzen- oder Baumart den Wurzelfilz hervorruft. In der Regel ist der H-Horizont der am intensivsten durchwurzelte Humushorizont, das Auftreten des Hvz-Horizonts daher unter Grasdecken und bei starker Begrünung zu erwarten.
- **(-)w**: Signum für Auflagehorizonte, die zu mindestens 35 Volumsprozent aus verfaulendem Holz bestehen. (Ab einem Volumsanteil von 30-35 % ist das C/N-Verhältnis gegenüber Horizonten ohne nennenswerten Holzanteil signifikant weiter).
- **(-)m**: (Mischung) für Horizonte, in die Material anderer Horizonte eingemischt ist.
- **(-)g**: für wasserbeeinflusste Horizonte (Horizonte dann meist verklebt, verpilzt, schwärzlich, unangenehm bis verfault riechend).
- **(-)eg**: zur Beschreibung von Naßbleichung in alpinen Böden (Bleichflecken, Konkretionen meist begleitend).

Können Horizonte nicht genauer charakterisiert werden, werden die Haupthorizonte auch ohne Indizes (L, F, H, A, T) ausgeschieden. Aufeinanderfolgende gleichartige Horizonte wurden durch Zahlenindizes weiter differenziert (z.B. Ah1, Ah2).

### 3.2.1.3 Horizontmächtigkeit (KP)

Die Mächtigkeit und die Lage jedes Horizontes sind durch zwei Zahlenangaben definiert. Sämtliche Angaben erfolgen auf 0,25 cm Genauigkeit und beziehen sich auf die Mineralbodenoberkante als Nulllinie; nur bei Böden mit Torfhorizonten wird von der Oberkante des T1-Horizontes an gemessen. Beispiel: L 6.25-4 cm, F 4-1.25 cm, H 1.25-0 cm, A 0-20 cm, Bv 20-45 cm, C ab 45 cm.

Schwankt die Horizontmächtigkeit innerhalb eines Profils, so erfolgen für die wechselnde Tiefe zwei Zahlenangaben, die durch einen Schrägstrich getrennt werden; z.B.: 7-4/3.5, 4/3.5-2.25/2, 2.25/2-0 cm.

Folgende Horizonteigenschaften werden neben dem Horizontnamen und der Mächtigkeit des Horizontes angesprochen:

### 3.2.1.4 Material (O)

Es wird das/die den Horizont bildende(n) Ausgangsmaterial(ien) in Langschrift angegeben. Für L- und F-Horizonte sind dies die erkennbaren Blatt-, Nadel-, Pflanzenreste und mögliche Rinden-, Ast-, Zweig-, Holz- sowie Totwurzelaufteile. Bei H-Horizonten bezieht sich die Angabe auf die Feinheit des humosen Materials bzw. Einmischungen von organischer Grobsubstanz aus L- und F- bzw. von Mineralbodensubstanz aus A- (und B-)Horizonten.

Es werden nur die beiden mengenmäßig (Volumenschätzung, bei wenig mächtigen Horizonten auch Flächenschätzung) bedeutendsten Fraktionen angesprochen (z.B. Fichten-Tannenstreu). Die Reihenfolge wird von der mengenmäßigen Bedeutung vorgegeben.

### 3.2.1.5 Durchwurzelung (O)

Es wird die Anzahl an Feinwurzeln (Wurzeldurchmesser < 2mm) je dm<sup>2</sup> angegeben. Die Bestimmung erfolgt in den einzelnen Horizonten an der leicht aufgerauhten Profilwand. In der Regel wird die Zwischenflächendurchwurzelung bestimmt, eine Durchwurzelung im Stockbereich sollte getrennt beurteilt und beschrieben werden. Es wird nach folgenden Stufen beurteilt:

Tabelle 3.11:  
Durchwurzelungs-Intensitätsstufen

Code	Bezeichnung	Feinwurzeln /dm <sup>2</sup>
1	schwach	1 - 5
2	mittel	6 - 10
3	stark	11 - 20
4	sehr stark durchw.	21 - 50
5	Wurzelfilz	> 50

Vorhandensein und Verteilung von Grobwurzeln können zusätzlich angegeben werden. Es findet derselbe Code wie bei Feinwurzeln, jedoch mit einem vorangestellten „G“, Anwendung.

### 3.2.1.6 Lagerungsart (O)

#### ► L-Horizont

Tabelle 3.12:  
Mögliche Lagerungsarten im L-Horizont

Code	Bezeichnung	Beschreibung
1	locker	zusammenliegend, nicht miteinander verklebt
2	verklebt	Blattspreiten miteinander verklebt (vor allem im Übergang zum F-Horizont)

#### ► F-Horizont

Tabelle 3.13:  
Mögliche Lagerungsarten des aus Laub hervorgegangenen F-Materials

Code	Bezeichnung	Beschreibung
1	locker	ohne Zusammenhalt einzeln liegend, zum Teil aneinander hängend
2	verklebt	deutlich aneinanderhängend
3	schichtig	dicht übereinanderliegend, zu Paketen verklebt
7	anders	wird verwendet, wenn die oben genannten Lagerungsarten nicht zutreffen

Tabelle 3.14:  
Mögliche Lagerungsarten des aus Nadeln hervorgegangenen F-Materials

Code	Bezeichnung	Beschreibung
1	locker	siehe oben
2	verklebt	siehe oben
3	schichtig	schichtige Lagerung, nur stellenweise abhebbar
4	brechbar	Der gesamte F-Horizont ist abhebbar. Das Material ist durch organische Feinsubstanz und Verpilzung so stark verflochten, daß es bei stärkerem Biegen bricht.
7	anders	wird verwendet, wenn die oben genannten Lagerungsarten nicht zutreffen

Die Pflanzenreste (Nadeln, Nadelstücke, Ästchenstücke) ähneln in ihren Formen noch jenen des L-Horizontes. Die höheren Feinsubstanzanteile und die meist vorhandene, mehr oder weniger starke Verpilzung verursachen die verschiedenen Lagerungsarten des F-Materials. Feinwurzeln treten nur vereinzelt auf, mineralische Beimengungen sind selten.

► **H-Horizont**

Unter Fichte ist oft ein ausgeprägter Wechsel zwischen nadelrestreichen und feinsubstanzreichen Lagen zu finden. Bei dem aus Resten von Laub und Nadeln hervorgegangenen Material des H-Horizontes können folgende Lagerungsarten auftreten:

*Tabelle 3.15:  
Mögliche Lagerungsarten im H-Horizont*

Code	Bezeichnung	Beschreibung
1	locker	überwiegend pulverig zerfallend
5	bröckelig	in gut kantengerundet zerfallende, mehr oder weniger große Stücke aus organischer Feinsubstanz mit nennenswerten Anteilen an Pflanzenresten
6	kompakt	dichtgelagerte organische Feinsubstanz mit geringen Anteilen an Pflanzenresten, bei Biegebeanspruchung brechend
6	anders	wird verwendet, wenn die oben genannten Lagerungsarten nicht zutreffen

Auf entwässerten Moorböden ist eine Abgrenzung zwischen H und T<sub>erd</sub> kaum möglich, die Horizontmächtigkeit wird von der Bodenoberkante angegeben. H-Material kann mittels Fingerprobe durch sein „seifiges“ Anfühlen von stark humosen Mineralbodenhorizonten unterschieden werden. Ist der H-Horizont schmierig, so deutet dies auf Wassereinfluß hin.

**3.2.1.7. Schmierigkeit (O)**

Die Schmierigkeit eines Horizonts (Ansprache nur bei H- und A-Horizonten) wird durch Schleimpilze, manchmal allein auch durch die gleichmäßige Durchfeuchtung von feinem, humosem Material hervorgerufen. Bei der Fingerprobe ist die taktile Qualität dann „seifig“. Dies ist in jedem Falle ein Indikator für hydromorphe Humusbildung. Entsprechend ist die Vergabe des Index „g“ oder einer hydromorphen Humusform zu überlegen.

Code	Schmierigkeit
1	ja
2	nein

**3.2.1.8 Schärfe der Horizontabgrenzung (nach v. Zezschwitz 1976, mod.) (O)**

Die Schärfe der Horizontabgrenzung ist ein Indikator zur Unterscheidung von Humusformen. Besondere Bedeutung besitzt dieses Merkmal bei der Trennung von Moder- und Rohhumusformen. Aufgrund der noch vorhandenen biogenen Einmischung und rascheren Umsetzung ist die Trennung zwischen H- und A-Horizonten bei Moder vorwiegend (sehr) unscharf, bei Rohhumus vorwiegend scharf (träge Umsetzung, keine Durchmischung durch die Bodenfauna). Ebenfalls unscharf (häufig ein Bereich von >10 cm) ist aus oben genannten Gründen der Übergang des humosen Mineralbodens in tiefer gelegene Horizonte bei der Humusform Mull.

Oben genannte Angaben beschreiben den Regelfall. Den Standort prägende Besonderheiten, wie Erosion und Akkumulation, Auflichtung des Bestands, Viehtritt, anthropogene Beeinflussung (historische Landnutzung) u. a. m. können gerade bei diesem Merkmal widersprüchliche Informationen verursachen.

*Tabelle 3.16:  
Schärfe der Horizontabgrenzung im Auflagehumus*

Code	Breite des Übergangsbereichs	Bezeichnung
1	linienhaft	sehr scharf
2	<2 mm	scharf
3	2-5 mm	unscharf
4	>5 mm	sehr unscharf

Diese Angaben beziehen sich ausschließlich auf die Auflagehorizonte!

**3.2.1.9 Besonderheiten (O)**

Besonderheiten werden in freier Formulierung beschrieben. Dazu zählen Volumsanteile >30 % an Grobskelett, deutliche Erosions- oder Akkumulationserscheinungen, Wildlösungen, Kohlenreste u.a.m.

**3.2.1.10 Vorgangsweise bei der Ansprache von Humusformen und Humushorizonten**

Geräte: Lupe, Wurzelschere, Messer, Spachtel, Rollmaßband; evtl. zusätzlich: Zählrahmen, Farbtafel, HCl-Fläschchen).

Der Vorgang der Humusform-Beschreibung läßt sich vorteilhaft mit der Humusprobenwerbung verbinden. Nach der bereits für die Bodenbeprobung erfolgten Auswahl eines Standortschnitts (Standortstyp, -einheit) sind in sich homogene Kleinstandorte (gleiches Kleinrelief, gleiche Neigung, keine Störungen durch Bäume, Stöcke, Felsen,

Steine) zur Ansprache und Beprobung zu wählen. Das aufzunehmende Profil wird auf ca. 25x25 cm Fläche abgesteckt oder mittels des Humusrahmens abgegrenzt. Die einzelnen Horizonte werden mit Messer und Spachtel vorsichtig lagenweise abgedeckt (und geworben) und die Eigenschaften aufgenommen. Lebende Wurzeln, die die Ansprache der Eigenschaften stören könnten, werden, nachdem sie gezählt sind (Durchwurzelung), mit Hilfe der Wurzelschere vorsichtig entfernt (Achtung: unvorsichtiges Entfernen zerstört Aggregate).

Die Horizontmächtigkeit wird mit dem Rollmaßband (neigungsberichtet) an 4 Stellen, jeweils in der Hälfte jeder Quadratseite in mm gemessen, die Messungen werden gemittelt und das Ergebnis auf 0.5 cm gerundet angegeben.

Besondere Beachtung ist der Abgrenzung von H- und A-Horizonten zu schenken. Falsche Abgrenzungen führen sehr rasch zu stark verzerrten Analysewerten, speziell bei Kohlenstoff, Stickstoff und Eisen.

H- und A-Horizonte können mit Hilfe der Fingerprobe (Gesteinskörnchen, rauhere Konsistenz), der Farbe (A-Horizont meist dunkler als H-Horizont; 1-2 Werte auf der Munsell-Tafel) sowie der Lagerungsart (Oberfläche des A-Horizontes meist dichter gelagert als H-Horizont) unterschieden werden.

### 3.2.2 Merkmale des Mineralbodens (P)

Eine genaue Ansprache der Bodenmerkmale erfolgt anhand von Profilgruben. Die Profilgrube wird an einer durch Eingriffe nicht gestörten Stelle angelegt (vorheriges Abbohren mit dem Schlagbohrer nötig). Standorte mit intaktem Auflagehumus sind Stellen mit vergraster Bodenvegetation (Lichtungen, Bestandeslücken) vorzuziehen. Die Schauwand soll nach der Sonne gerichtet sein, die darüberliegende Bodenfläche darf nicht betreten werden.

Das Bodenprofil wird nach den einzelnen, übereinander folgenden Horizonten beschrieben.

Um den Zeitaufwand des Profilgrabens zu verringern, kann bei tiefgründigen Böden der unterste, nicht durchwurzelte Teil des Profils auch mittels Schlagbohrer untersucht werden. Verschiedene Bodenmerkmale, z.B. Gleyfleckungen sind auf diese Weise allerdings schlecht erkennbar; die Horizontbegrenzen sind verschmiert, durch die Stauchung des Bohrkerns sind auch die Horizonterstreckungen nicht genau zu messen. Der Bohrkern ist in jedem Falle mit einem kleinen Messer entlang der Rinne

des Bohrers aufzuschneiden und die Schnittfläche zu untersuchen.

#### 3.2.2.1 Horizontbezeichnungen

(nach BLUM et al. 1986, ex FINK 1969) (P)

Die Horizonte werden durch Buchstabensymbole (z.B.: A, B, C), durch nachgestellte Buchstabenindices (z.B.: i, g, v) und durch Zahlenindices bezeichnet. Die Bezeichnungen der Mineralbodenhorizonte sind in Österreich seit langem gebräuchlich und werden daher in der nachfolgenden Aufstellung nur kurz angeführt.

**A-Horizont:** Der A-Horizont ist der durch Humus gefärbte oberste Mineralbodenhorizont.

**Ai =** beginnende, kaum sichtbare Humusbildung, Mächtigkeit <2 cm.; wenn mächtiger, dann keine kontinuierliche Horizontausprägung. Bei den folgenden Ausbildungen des A-Horizontes wurde die deutsche Nomenklatur verwendet. Der eher zutreffende Indexbuchstabe steht daher im Gegensatz zur österreichischen Nomenklatur am Schluß.

**Ah-Horizont (BOKU, Waldökologie: Ah<sub>biog</sub>)**

Keine Podsoligkeit; Humus biogen in den Mineralboden eingemischt. Struktur meist krümelig bis blockig-kantengerundet.

**Aeh-Horizont:** Schwache Podsoligkeit; Humus zum Teil eingewaschen (infiltriert). Struktur meist plattig, z.T. zugleich brüchig-kohärent; direkt unter der Mineralbodenoberfläche meist ein 1-2 cm mächtiger schwarzgrauer, humusreicher Saum ausgebildet, sonst weitgehend rötlichbraun gefärbt. Horizontbegrenzungen nach oben meist unscharf (mit H-Material verzahnt), nach unten deutlich, meist schwach wellig geformt.

**Ahe-Horizont:** Mäßige Podsoligkeit; Humus überwiegend eingewaschen. Struktur meist brüchig-kohärent, z.T. zugleich plattig; örtlich kleine, meist diffus wolkige Bleichflecken mit 1-2(4) cm Durchmesser; ungleichmäßig humos; Horizontbegrenzung nach oben meist scharf, nach unten meist undeutlich; wellig, vereinzelt taschenförmig geformt.

**Ae-Horizont (BOKU, Waldökologie: A(h)<sub>inf</sub>)**

Starke Podsoligkeit; Humus überwiegend eingewaschen. Struktur im trockenen Zustand ausgeprägt brüchig-kohärent, im feuchten Zustand bei leichtem Druck breitartig zerfließend; die gebleichten Horizontabschnitte zeigen eine zwischen weißrosa, rosagrau, grau und bräunlichgrau wech-

selnde Färbung, die häufig einen Stich ins Violette aufweist; die stark ungleichmäßig humosen, gebleichten Horizontabschnitte (E-Bereiche) sind nesterartig in den flächenhaft entwickelten Ahe eingesprengt.

Darüber hinaus können folgende Indizes, um spezielle Merkmale von A-Horizonten zu charakterisieren, verwendet werden (in der österr. Bodensystematik nicht vorgesehen).

- Ahh:** Ah-Horizonte, die einen Übergang zwischen den Auflage- (i.a. H-) und den organischen Mineralbodenhorizonten bilden oder in die Linsen oder Lagen organischer Feinsubstanz eingebracht sind. Der Gewichtsanteil des organischen Kohlenstoffs überschreitet in der Regel 17 %. Das Konzept entspricht im wesentlichen dem in der Schweiz (LÜSCHER 1987) verwendeten Horizont Ahh.
- A(h)K:** A(h)-Horizont, der mehr als 35 Volumsprozent an Holzkohle aufweist. Das Signum K wird nur in Zusammenhang mit A-Horizonten verwendet.
- E:** Durch Lessivierung (Illimerisation), Podsolierung oder Solodierung fahl gefärbter Eluvialhorizont.
- B:** Durch Eisenoxide gefärbter Verwitterungshorizont oder Anreicherungshorizont.
- Bv:** Mit Oxidation mehr oder weniger Verlehmung durch Verwitterung in situ.
- Bt:** Mit Ton aus den oberen Horizonten angereichert (durch Lessivierung,- mechanischer Vorgang.)
- Bh:** Mit sichtbaren Humusstoffen aus den oberen Horizonten angereichert (durch Podsolierung).
- Bs:** Mit Sesquioxiden aus den oberen Horizonten angereichert (durch Podsolierung).
- C:** Ausgangsmaterial (Muttergestein), locker oder fest, aus dem der Boden entstanden ist.
- Cv:** Angewitterter Teil des C-Horizontes.
- Cn:** Unverwitterter Teil des C-Horizontes.
- D:** Unterlagerndes Material, das an der Bodenbildung nicht beteiligt ist.
- G:** Durch Grundwasser geprägter Horizont (Gleyhorizont).
- Go:** Oxidationsbereich des G-Horizontes.
- Gr:** Reduktionsbereich des G-Horizontes.
- P:** Stauzone eines Pseudogleys, durch Tagwasser geprägt, fahl, nicht (wesentlich) humos, Punktkonkretionen.

- S:** Staukörper eines Pseudogleys mit deutlicher Marmorierung.
- T:** Torfschichten (T1, T2 usw.).
- Terd:** vererdeter, stark zersetzter Torfhorizont.

Weitere Buchstabenindices:

- g** - Leichte Grund- und Tagwassergleyerscheinungen.
- ca** - Kalziumkarbonatanreicherung.
- beg** - Begrabener Horizont.
- rel** - Reliktischer Horizont.
- p** - Durch Pflugarbeit beeinflusste Zone.
- rig** - Durch Rigolen veränderte Zone.

Übergangshorizonte bzw. Horizonte, die nach zwei verschiedenen, gleichwertigen Horizontkriterien eingestuft werden können (z.B.: der oberste, humose Mineralbodenhorizont A ist gleichzeitig ein durch Grundwasser geprägter G-Horizont), werden durch Nebeneinanderschreiben der Symbole ausgedrückt (AG). Bei Übergangshorizonten wird stets der im Profil tiefer liegende Horizont nachgereiht, z.B.: AB, BC.

Für jeden Mineralbodenhorizont werden folgende Horizontmerkmale erhoben:

- ▶ Horizontmächtigkeit [cm]
- ▶ Bodenart
- ▶ Skelettgehalt
- ▶ Bodenfarbe
- ▶ Fleckung und Konkretionen
- ▶ Karbonate
- ▶ Durchwurzelung

### 3.2.2.2 Horizontmächtigkeit (KP)

Die Mächtigkeit und die Lage jedes Horizontes sind durch zwei Zahlenangaben (Horizontoberkante bzw. Horizontunterkante) definiert. Sämtliche Angaben erfolgen in cm und beziehen sich auf die Mineralbodenoberkante als Nulllinie. Nur bei Böden mit Torfhorizonten wird von der Oberkante des T1-Horizontes an gemessen (Beispiel: L 6-4 cm, F 4-1 cm, H 1-0 cm, A 0-20 cm, Bv 20-45 cm, C ab 45 cm). Schwankt die Horizontmächtigkeit innerhalb eines Profils, so erfolgen für die wechselnde Tiefe zwei Zahlenangaben, die durch einen Schrägstrich getrennt werden; z.B.: 0-20/25, 20/25-40, 40-70 cm.

### 3.2.2.3 Horizontabgrenzung (O)

Es wird die Deutlichkeit der Abgrenzung und, wenn erforderlich, die Form des Überganges angegeben.

Tabelle 3.17:  
Deutlichkeit von Horizontabgrenzungen

Symbol	Bezeichnung	Breite der Übergangszone [cm]
sa	scharf absetzend	<2
a	absetzend	2 -5
ü	übergehend	5 -10
aü	allmählich übergehend	>10

Tabelle 3.18:  
Formen des Überganges zwischen Horizonten

Symbol	Bezeichnung	Beschreibung
g	gerade	
w	wellig	seichte Vertiefung im Grenzverlauf, Ausbuchtungen breiter als tief
t	taschenförmig	Vertiefungen, Ausbuchtungen tiefer als breit
u	unterbrochen	Abbrechen der Grenzlinie und tiefer- oder höherliegend Fortsetzung

### 3.2.2.4 Bodenart (P)

Das Korngrößenspektrum des mineralischen Bodenmaterials kennzeichnet die Bodenart. Im **Labor** werden die Korngrößenanteile mittels kombinierter Sieb- und Pipettenanalyse festgestellt.

Im **Gelände** wird die Bodenart mit der Fingerprobe (Tabelle 3.19) festgestellt, wobei zuerst die Bodenprobe annähernd an die Fließgrenze gebracht wird (Probe glänzt, darf aber keine Wasserhüllen haben; beim Drücken der Finger leicht feucht, es erfolgt aber kein Wasseraustritt). Dann wird die Probe zwischen den Fingern auf folgende Eigenschaften geprüft (vgl. Tab. 3.19):

- ▶ Sichtbarkeit und Fühlbarkeit von Einzelkörnern
- ▶ Rauheit beim Reiben
- ▶ Formbarkeit
- ▶ Wiederholbarkeit der Verformung
- ▶ Haften in den Hautrillen
- ▶ Klebrigkeit

#### Durchführung der Fingerprobe:

- ▶ Grobskelett absondern
- ▶ Richtig (= bis zur Feldfeuchte; Probe ist feucht, aber kein überschüssiges Wasser aus Probe tropfend) anfeuchten mit Wasser (Plastikflasche)
- ▶ (Mit dem Messer) Gut mischen
- ▶ Reiben zwischen Daumen und Zeigefinger
- ▶ Rollen zwischen Daumen und Zeigefinger
- ▶ Formen mit Daumen und Zeigefinger

Tabelle 3.19: Bestimmung der Bodenart durch die Fingerprobe (nach BA f. Bodenwirtschaft, mod.)

Bodenart	Schwereklasse	Sichtbarkeit der Einzelkörner	Fühlbarkeit der Einzelkörner	Rauheit beim Reiben	Formbarkeit	Wiederholbarkeit der Verformung	Haften in den Hautrillen	Klebrigkeit	Beschreibung	Bodenart	
S	I	4	4	4	1	1	1	1		S	
uS	I	4	3	3	1	1	1	1	Schluff glitzert; Material fühlt sich mehlig an	uS	
IS	II	3	3	3	2	2	2	1	reißt und bricht bei Verformung	IS	
tS	III	2	3	2	2	2	3	2	schwach plastisch	tS	
sU	II	2	2	2	2	2	2	1	Schluff glänzt seidig; Material fühlt sich samtig-mehlig an	sU	
U	II	1	1	1	2	2	3	1	Schluff glänzt stark seidig; Material fühlt sich samtig-mehlig an	U	
IU	III	1	1	1	2	2	3	1	Schluff glänzt seidig; Material fühlt sich samtig-mehlig an	IU	
sL	III	2	3	2	3	3	3	2	leises, aber hörbares Knirschen beim Kneten, etwa bleistift dick ausrollbar; wird dann brüchig	sL	
L	IV	2	2	1	5	4	3	3	leises, aber hörbares Knirschen beim Kneten, so plastisch, daß sich kleine Püppchen mit Armen und Beinen formen lassen; läßt sich nicht zu einer langen dünnen Schnur ausrollen	L	
uL	IV	2	1	1	4	3	4	3	gut ausrollbar	uL	
sT	IV	2	2	2	4	3	3	3	zähplastisch, gut ausrollbar	sT	
IT	V	1	1	1	5	4	4	4	schwach glänzende Reibstellen, läßt sich zu einer langen dünnen Schnur ausrollen	IT	
T	V	1	1	1	5	5	5	5	glänzende Reibstellen, läßt sich zu einer langen dünnen biegsamen Schnur ausrollen	T	
		1 – nicht		2 – schwach		3 – deutlich		4 – stark		5 – sehr stark feststellbar	

Tabelle 3.20:  
Korngrößengruppen des Feinbodens (Feinboden <2mm), ÖNORM L1050

Symbol	Bezeichnung	Äquivalentdurchmesser [mm]
T	Ton	<0.002
U	Schluff	0.002 - 0.063
fU	Feinschluff	0.002 - 0.0063
mU	Mittelschluff	0.0063- 0.02
gU	Grobschluff	0.02 - 0.063
S	Sand	0.063 - 2.0
fS	Feinsand	0.063 - 0.2
mS	Mittelsand	0.2 - 0.63
gS	Grobsand	0.63 - 2.0

### 3.2.2.5 Grobanteil des Bodens (P)

Der Grobanteil des Bodens (Bodenskelettgehalt) wird am Profil mit Hilfe der Tafel „Flächenanteile“ (Abb. 3.1) geschätzt und in folgenden Klassen angegeben (Tab. 3.21):

Tabelle 3.21:  
Beurteilung der Grobanteile des Bodens

Code	Bezeichnung	% vom Bodenvolumen
1	geringer Grobanteil	0 – 10
2	mäßiger Grobanteil	10 – 20
3	hoher Grobanteil	20 – 40
4	sehr hoher Grobanteil	40 – 80
5	vorwiegend Grobanteil	> 80

Die Schätzung ist schwierig, da die Steine oft durch Feinbodenüberzug unkenntlich sind.

Die Korngrößengruppe des Grobbodens (Bodenskelettes) wird durch die Form und die Größe der Gemengteile bestimmt (vgl. Tabelle 3.22). Besteht

das Bodenskelett aus zwei deutlich verschiedenen Komponenten, können diese auch getrennt in den hierfür vorgesehenen Spalten angegeben werden.

Außerdem ist anzugeben, ob das Gestein angewittert oder eine bestimmte Einregelung vorhanden ist.

Tabelle 3.22:  
Korngrößengruppen des Grobbodens (Bodenskelett, >2mm), ÖNORM L1050

Form der groben Gemengteile				Korngröße [mm]
eckig-kantig		abgerundet		
Symbol	Bezeichnung	Symbol	Bezeichnung	
Gr	Grus	Ki	Kies	2.0-63.0
fGr	-Feingrus	fKi	-Feinkies	2.0-6.3
mGr	-Mittelgrus	mKi	-Mittelkies	6.3-20.0
gGr	-Grobgrus	gKi	-Grobkies	20.0-63.0
St	Steine	Sch	Schotter	63.0-200
Bl	Blöcke	Bl	Blöcke	>200

### 3.2.2.6 Karbonate (KP)

Der Test auf Carbonat erfolgt im Gelände mit Hilfe 10 %iger HCl (1 Teil konzentrierte Salzsäure (37 %) und 3 Teile aqua destillata). Der Karbonatgehalt wird nach optisch und akustisch wahrnehmbaren Reaktionen geschätzt. Die Intensität der CO<sub>2</sub>-Entwicklung wird neben dem Carbonatgehalt auch von Bodenart, Porengrößenverteilung, aktuellem Wassergehalt, Karbonatverteilung und Art der Karbonatverbindung bestimmt.

Vorherrschen von Kalzit bedingt eine rasche, von Dolomit bzw. Siderit eine mehr oder weniger verzögerte Reaktion. Ein annäherndes Abschätzen des

Abb. 3.1: Tafel zur Beurteilung von Flächenanteilen verschiedener Merkmale

Porengrößen			Anteil makroskopisch sichtbarer Poren (pa) am Bodenvolumen		
überwiegender Ø in cm	Bezeichnung	Vol. %	< 2	2 - 5	> 5
		Symbol	schwach pa 1	mittel pa3	stark pa3
< 1	fein	f			
1 - 2	mittel	m			
> 2	grob	g			

Tabelle 3.23: Beurteilung des Karbonatgehaltes im Boden

Code	Bezeichnung	Carbonatgehalt (des Feinbodens) in %	optische/akustische Reaktion
C0	carbonatfrei	<0.5	keine oder nur schwache, nicht sichtbare Reaktion
C1	sehr carbonatarm	0.5-1.0	Aufbrausen nur stellenweise an Grobbodenpartikeln, Feinboden carbonatfrei
C2	carbonatarm	1.0-2.0	schwache, kaum sichtbare Reaktion
C3	carbonathaltig	2.0-10.0	± deutliche nicht anhaltende Bläschen-bildung durch CO <sub>2</sub> -Entwicklung
C4	carbonatreich	10.0-30.0	starkes anhaltendes Schäumen
C5	sehr carbonatreich	>30.0	

Karbonatgehaltes kann jedoch nur bei großer Erfahrung und laufender Eichung mit Laborwerten zufriedenstellend ausfallen.

Eine vereinfachte Aufnahme bzw. Vercodierung berücksichtigt nur Präsenz oder Absenz von Karbonaten:

Code	Merkmal
1	Karbonat vorhanden
2	kein Karbonat vorhanden

### 3.2.2.7 Bodenstruktur (KP)

#### Definition

Unter Bodenstruktur versteht man die räumliche Anordnung der Bodenteilchen. Sie übt vor allem auf den Wasser-, Luft-, Wärme- und Nährstoffhaushalt und auf das Wurzelwachstum einen wesentlichen Einfluß aus. Die Ansprache der Bodenstruktur - im Gelände kann nur das mit dem Auge erkennbare Makrogefüge beurteilt werden - ergibt wertvolle Rückschlüsse auf entsprechende Eigenschaften oder Vorgänge im Boden.

#### Strukturformen (Abbildung 3.2)

##### ► Einzelkornstruktur (Abb. 3.2a)

Eine Aggregatbildung fehlt, die Bodenteilchen liegen lose nebeneinander, Feinsubstanz ist kaum oder nicht vorhanden (Sande zeigen z.B. oft Einzelkornstrukturen).

##### ► Kohärentstruktur (Massivstruktur) (Abb. 3.2b)

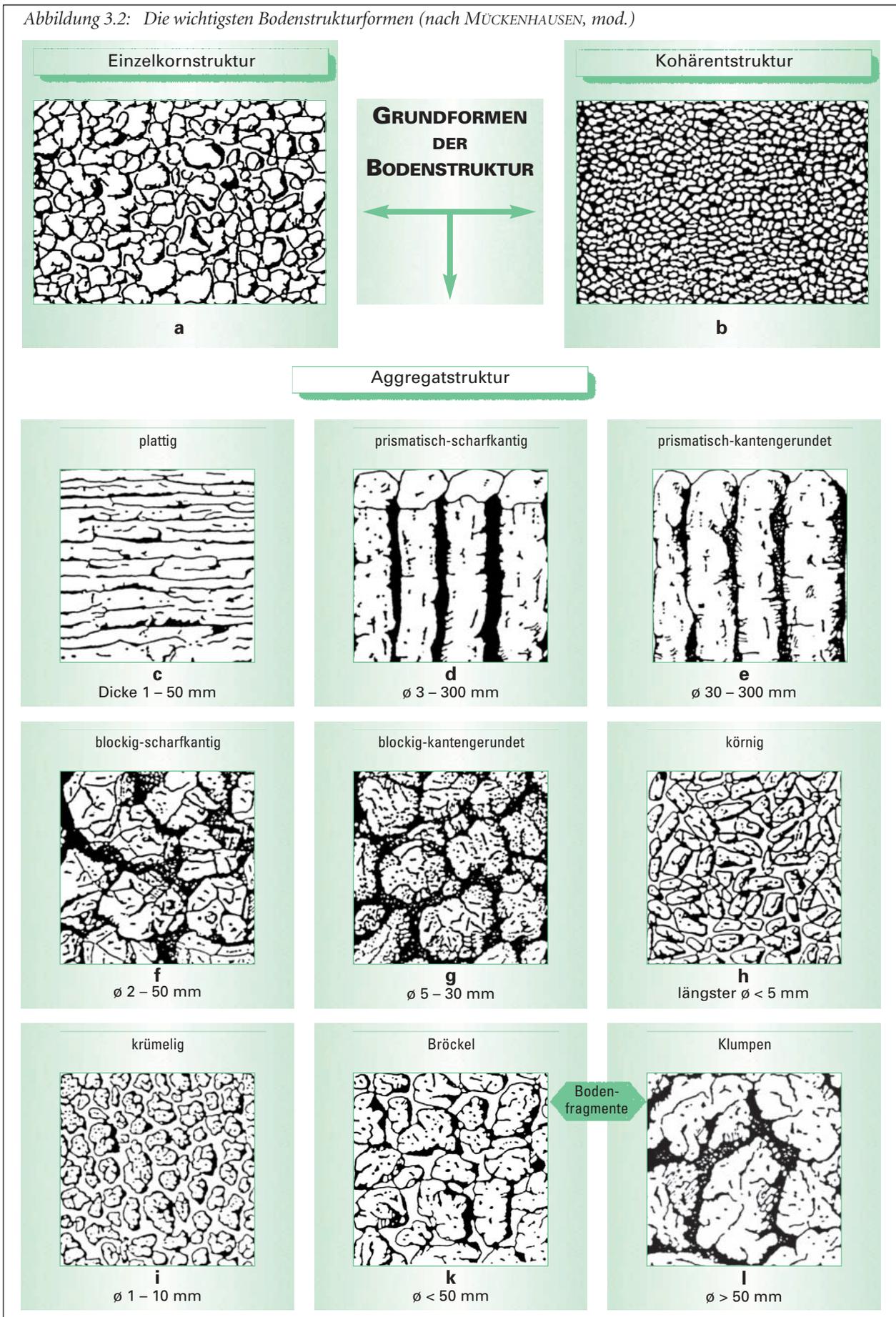
Die Bodenteilchen sind durch Kolloidsubstanz zu einer nicht gegliederten Bodenmasse verklebt. Kohärentstruktur tritt vor allem bei schweren Bodenarten an feuchten oder nassen Standorten auf; sie kann auch durch Ausfällung infiltrierter Humusstoffe hervorgerufen werden.

##### ► Aggregatstruktur

Die Aggregatstruktur kann folgende Ausbildung zeigen:

- **Plattige Struktur (Abb. 3.2c)**  
Plattige Bodenaggregate, die Fugen zwischen den Körnern verlaufen waagrecht.
- **Prismatische Struktur**  
Prismenähnliche, von fünf oder sechs Seitenflächen begrenzte Aggregate. Sie sind wesentlich höher als breit und stehen senkrecht im Boden. Die Seitenflächen passen gut zusammen (prismatisch-scharfkantig, Abb. 3.2d). Prismen sind erst in etwas größeren Profiltiefen anzutreffen. Sind Seitenflächen bzw. Kanten und Kopfflächen gerundet, so spricht man von Säulen- oder Kolumnarstruktur (= prismatisch-kanten gerundet, Abb. 3.2e).
- **Blockige Struktur**  
Die Aggregate sind durch unregelmäßige Flächen mit mehr oder weniger scharfen Kanten begrenzt, die Achsen sind ungefähr gleich lang. Man unterscheidet nach der Ausbildung der Kanten Polyederstruktur (= blockig-scharfkantig, Abb. 3.2f) und Subpolyederstruktur (= blockig-kantengerundet, Abb. 3.2g). Nach Auseinanderbrechen einer Scholle lassen sich die Teile bei Vorliegen von scharfkantigen Aggregaten wieder zusammensetzen, Teile von Aggregaten mit gerundeten Kanten aber kaum.
- **Körnige Struktur (Granularstruktur) (Abb. 3.2h)**  
Die Aggregate haben unregelmäßige Umrisse, ihre Oberflächen sind nicht aufeinander abgestimmt, wodurch sich eine lockere Anordnung ergibt. Die Aggregatkanten sind mehr oder weniger scharf, die längsten Durchmesser meist nicht größer als 5 mm. Diese Gefügesteuerung findet sich oft in den A-Horizonten schwerer Böden.
- **Krümelige Struktur (Abb. 3.2i)**  
Krümel sind mehr oder weniger runde, stark poröse Aggregate mit sehr unterschiedlicher

Abbildung 3.2: Die wichtigsten Bodenstrukturformen (nach MÜCKENHAUSEN, mod.)



Stabilität. Sie entstehen unter dem Einfluß hoher biologischer Aktivität und intensiver Durchwurzelung. Sie sind zwischen 1 und 10 mm groß.

Durch Bodenbearbeitung (z.B. Pflügen) entstehen nicht natürliche Bodenfragmente mit rauher Oberfläche. Nach ihrer Größe werden sie eingeteilt in:

- Bröckel (< 50 mm) (Abb. 3.2k)
- Klumpen (> 50 mm) (Abb. 3.2l)

### Beurteilung der Struktur

Die Beurteilung erfolgt nach

- ▶ Vorhandensein von Aggregaten (a)
- ▶ Deutlichkeit der Aggregatbildung (b)
- ▶ Form der Aggregate (c)

- ▶ bei Fehlen von Aggregaten (ad a):

Code	Merkmal
o	ohne Aggregatstruktur; d.h. keine Aggregate erkennbar, der Boden ist aber auch nicht als lose oder massiv zu bezeichnen
ol	loser Boden; Einzelkornstruktur
om	massiv; Massiv- oder Kohärenzstruktur

- ▶ bei Vorhandensein von Aggregaten Beurteilung nach b, c

- Deutlichkeit der Aggregatbildung (ad b):

Code	Merkmal
d	deutliche Aggregatausbildung
u	undeutliche Aggregatausbildung

- Form des Aggregats (ad c):

*Tabelle 3.24:  
Übersicht über die wichtigsten Aggregatformen*

	Code	Merkmal
	pl	plattig
	prs	prismatisch-scharfkantig (prismatisch)
	prr	prismatisch-kantengerundet (kolumnar)
	bls	blockig-scharfkantig (polyedrisch)
	blr	blockig-kantengerundet (subpolyedrisch)
	kö	körnig (granular)
	kr	krümelig

Form der Bodenfragmente

Code	Merkmal
bro	Bröckel
klu	Klumpen

Zur Beurteilung der Struktur wird mit dem Messer ein großes Bruchstück aus dem Horizont gelöst und in der Hand einem nicht zu starken Druck ausgesetzt. Eine zusätzliche Möglichkeit, die Bodenstrukturansprache zu erleichtern, ist die Spatenprobe. Dazu sticht man mit dem Spaten einen ca. 15 cm dicken und 30 cm tiefen Bodenziegel aus der Profilwand und läßt diesen am Spatenblatt liegend aus ca. 100 cm Höhe am Boden aufprallen. Dadurch lösen sich Strukturkörper voneinander und werden deutlicher sichtbar. Obwohl die Struktur eines Bodens ein charakteristisches Merkmal darstellt, ändert sie sich unter dem Einfluß wechselnder Bodenfeuchte.

### 3.2.2.8 Porosität (O)

Der Volumensanteil und die Größe der mit freiem Auge sichtbaren (makroskopischen) Poren wird unter Zuhilfenahme der Abbildung 3.3 geschätzt. Spalten, Risse und Klüfte können zusätzlich beschrieben werden.

*Tabelle 3.25:  
Größen- und Volumensanteilklassen von Bodenporen*

Symbol	Porengröße d [mm]	Bezeichnung
f	<1	fein
m	1-2	mittel
g	>2	grob

Symbol	Volumensanteil Poren [%]	Bezeichnung
pa 0	0	keine Poren feststellbar
pa 1	<2	schwach
pa 2	2-5	mittel
pa 3	>5	grob

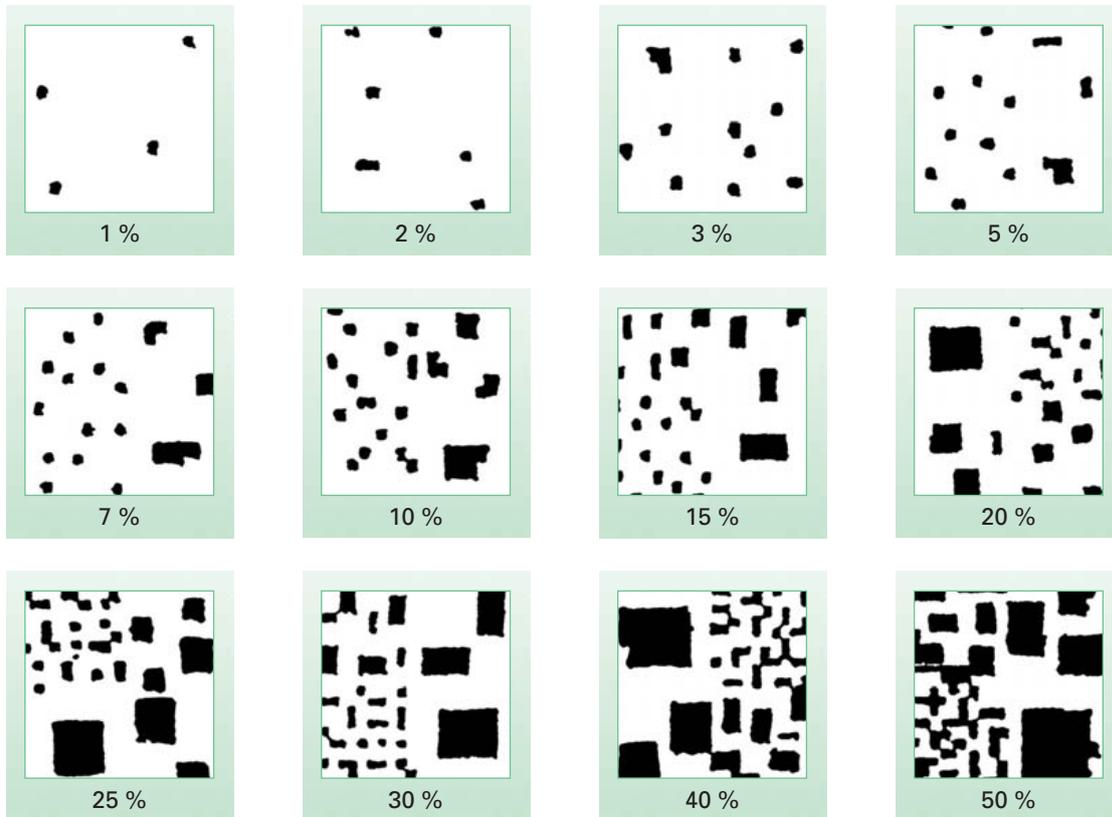
### 3.2.2.9 Konsistenz (O)

Die Konsistenz (auch: Kohärenz) ist eine feuchtigkeitsabhängige physikalische Eigenschaft, die angibt, wie stark der Zusammenhalt der Primärteilchen eines Bodens ist.

Alle Bestimmungen beziehen sich auf einen Feuchtigkeitszustand, der etwa der Fließgrenze entspricht. Der Wassergehalt des Bodenmaterials liegt dann in etwa bei Feldkapazität und entspricht nahezu dem Bodenfeuchtegrad „erdfeucht“.

Im Gelände werden unterschiedliche Merkmale bei unterschiedlichem Bodenfeuchtegrad bestimmt:

Abbildung 3.3: Tafel zur Bestimmung des Makroporenanteils am Bodenvolumen (mod. nach AG Bodenkunde 1982)



► **erdfeucht**

Merkmal: Zerdrückbarkeit

Merkmale: Ausrollbarkeit, Klebrigkeit

Tabelle 3.26: Konsistenzklassen im erdfeuchten Zustand

Symbol	Eigenschaft	Verhalten
p0	nicht plastisch	die Bodenmasse ist nicht ausrollbar
p1	plastisch	die Bodenmasse ist bis zur Drahtform ausrollbar, der Vorgang aber nicht wiederholbar
p2	stark plastisch	die Bodenmasse ist bis zur Drahtform ausrollbar, der Vorgang 1-2 mal wiederholbar
k0	nicht klebend	nach dem Drücken von Bodenmaterial zwischen den Fingern bleibt kein Bodenmaterial an den Fingern haften
k1	klebend	Nach dem Drücken des Bodenmaterials zwischen den Fingern besteht ein leichter Widerstand beim Öffnen der Hand; es bleiben Teile des Bodenteiges an der Haut haften
k2	stark klebend	relativ starker Widerstand gegen das Trennen der Finger nach dem Drücken, bei der Trennung der Finger reißt der Bodenteig auseinander und haftet fest an den Fingern

► **erdfrisch**

Tabelle 3.27: Konsistenzklassen im erdfrischen Zustand

Symbol	Eigenschaft	Verhalten
z0	zerfallend	das Bodenmaterial hat keinen Zusammenhalt und zerfällt schon ohne oder bei sehr leichtem Druck
z1	leicht zerdrückbar	das Bodenmaterial zerbröckelt bei mäßigem Druck der Hand (deutlicher Widerstand feststellbar), haftet aber wieder zusammen, wenn es zusammengepreßt wird
z2	schwer zerdrückbar	das Bodenmaterial läßt sich nur unter starkem Druck zwischen Daumen und Zeigefinger zerdrücken
z3	nicht zerdrückbar	das Bodenmaterial ist zwischen Daumen und Zeigefinger nicht zerdrückbar

Tabelle 3.28: Konsistenzklassen im lufttrockenen Zustand

Symbol	Eigenschaft	Verhalten
b0	zerfallend	das Bodenmaterial haftet nur schwach zusammen, es zerfällt schon bei leichtem Druck der Hand in Pulver oder kleine Aggregate
b1	leicht aufbrechbar	das Bodenmaterial zeigt gegen den Druck der Hand nur mäßige Widerstandskraft; es läßt sich zwischen Daumen und Zeigefinger zerbrechen
b2	schwer aufbrechbar	das Bodenmaterial leistet gegen den Druck der Hand starken Widerstand; es läßt sich zwischen Daumen und Zeigefinger nicht, wohl aber mit beiden Händen zerbrechen
b3	nicht aufbrechbar	das Bodenmaterial kann nicht mit den Händen aufgebrochen werden

### ► erdtrocken, lufttrocken

Merkmal: Widerstand gegen das Aufbrechen einer Scholle (Tab. 3.28)

Folgende Zusätze können bei den Stufen z2, z3, b2 und b3 verwendet werden;

Symbol	Eigenschaft
V	verhärtet
V+	steinartig verhärtet
K	verkittet
K+	stark verkittet

#### 3.2.2.10 Bodenfarbe (O)

Die Bestimmung der Bodenfarbe erfolgt mit Hilfe von Farbtafeln. Dabei werden vorwiegend die Munsell Soil Color Chart bzw. die Revised Standard Soil Color Charts verwendet. Die Farben dieser Farbtafeln sind nicht exakt ident. Die Bodenfarbe wird an der frischen Bodenprobe, die so stark durchfeuchtet wird, bis keine Farbänderung mehr eintritt, bestimmt. Sie wird durch eine Buchstaben-Zahlenkombination charakterisiert. Bestimmungsstücke dabei sind: Farbton (Hue), Helligkeit (Value) und Farbtintensität (Chroma).

#### 3.2.2.11 Durchwurzelung (O)

Es wird die Anzahl an Feinwurzeln (Wurzeldurchmesser < 2 mm) pro Flächeneinheit (Feinwurzeln 10x10 cm, Grobwurzeln 25x25 cm) angegeben. Die Bestimmung erfolgt in den Mineralbodenhorizonten an der leicht aufgerauhten Profilwand. Es werden mehrere Einzelflächen pro Horizont geschätzt, die Ergebnisse gemittelt. Üblicherweise wird die Profilgrube (vgl. Probennahme) unter anderem deshalb im Zwischenflächenbereich angelegt, um den Besonderheiten des Stockbereichs aus dem Weg zu gehen. In Anlehnung an die AG Bodenkunde (1982, Feinwurzeln) und KLINKA (1981, Grobwurzeln) werden folgende Stufen ausgeschrieben (sh. Tab. 3.29 und Tab. 3.30).

Tabelle 3.29: Klasseneinteilung für die Durchwurzelungsintensität: Feinwurzeln

Symbol	Bezeichnung	Feinwurzeln/dm <sup>2</sup>
(W)0	nicht durchwurzelt	keine Feinwurzeln feststellbar
(W)1	schwach	1-5
(W)2	mittel	6-10
(W)3	stark	11-20
(W)4	sehr stark durchwurzelt	21-50
(W)5	Wurzelfilz	>50

Tabelle 3.30: Klasseneinteilung für die Durchwurzelungsintensität: Grobwurzeln

Symbol	Bezeichnung	Grobwurzeln/6.25 dm <sup>2</sup>
(G)1	sehr wenige Grobwurzeln	<3
(G)2	wenige	3-10
(G)3	normal	11-20
(G)4	viele	21-30
(G)5	sehr viele	>30

Darüber hinaus können die Merkmale Spalten-durchwurzelung, Wurzelverteilung und Wurzel-ausrichtung aufgenommen werden.

#### 3.2.2.12 Humusgehalt (O)

Unter Humusgehalt wird die Gesamtmenge organischer Substanz im Mineralboden verstanden. Eine regionale Eichung der geschätzten Gehalte ist nur unter Zuhilfenahme von Werten der chemischen Analyse möglich. Die Beurteilung des Humusgehalts erfolgt in erster Linie nach dem optischen Eindruck, aber auch nach der Struktur und der Gleichmäßigkeit der Färbung. Der optische Eindruck hängt nicht nur vom Gehalt an organischer Substanz ab, sondern auch von der Art der Humusverbindungen, der Farbe des Grundgesteins, dem Carbonatgehalt u.a.m. Die Verwendung einer Farbtafel erleichtert

die Ansprache (feuchte Probe; eventuelle Nachreichungen auch mit der trockenen Probe). Die Gehaltsklassen (AK Standortskartierung 1996) lauten wie folgt:

*Tabelle 3.31:  
Klasseneinteilung - Humusgehalt*

Symbol	organische Substanz [%]	Bezeichnung
h0	0	humusfrei
h1	<1	sehr schwach humos
h2	1-2	schwach humos
h3	2-5	mittel humos
h4	5-10	stark humos
h5	10-15	sehr stark humos
h6	15-30	äußerst humos; bei Naßböden: anmoorig
h7	>30	Humusauflagen; bei Naßböden: Torfe

### 3.2.2.13 Biologische Aktivität (O)

Die biologische Aktivität wird vor allem über die Tätigkeit von Regenwürmern (Häufigkeit von Regenwurmgängen pro Flächeneinheit) gefaßt. Darüber hinaus können auch die Aktivitäten von Kleinsäugetieren (Wühlmäuse, Maulwurf, Ziesel, Hamster) angegeben werden.

*Tabelle 3.32:  
Klassen zur Beurteilung der Regenwurmtätigkeit*

Symbol	Bezeichnung	Anzahl der Gänge/dm <sup>2</sup>
R0	keine Regenwurmtätigkeit	0
R1	geringe Regenwurmtätigkeit	<2
R2	mäßige Regenwurmtätigkeit	2-5
R3	starke Regenwurmtätigkeit	>5

### 3.2.2.14 Fleckung, Konkretionen; Bänder (KP)

Flecken werden nach folgende Eigenschaften beschrieben:

#### ► Kontrast

Code	Kontrast
d	deutlich
u	undeutlich (Flecken können nur mehr am Bruchstück beschrieben werden)

#### ► Häufigkeit

*Tabelle 3.33:  
Übersicht zur Beurteilung der Häufigkeit von Bändern und Flecken*

Code	Häufigkeit
1	einzelne (<5 % der Fläche)
2	mehrere (5-20 % der Fläche)
3	viele (>20 % der Fläche)

#### ► Art

*Tabelle 3.34:  
Arten von Bodenflecken*

Code	Art
B	Bleichflecken
R	Rostflecken
H	Humusflecken
M	Manganflecken
V	Verwitterungsflecken
Re	Reduktionsflecken

Flächenanteile werden mit der Hilfstafel Abbildung 3.3 geschätzt.

Das Vorhandensein von Konkretionen, Bändern, Überzügen (Tonhüllen, Tonhumusüberzüge, Eisen-, Mangan-, Humusüberzüge) oder von Marmorierung kann zusätzlich angegeben werden.

Konkretionen können nach ihrer Häufigkeit, Verteilung und Größe aufgenommen werden.

### 3.2.3 Humusformen (nach Arbeitsgruppe Bodensystematik der ÖBG, NESTROY 1998) (KO)

#### 3.2.3.1 Terrestrische Humusformen (KO)

Die Auflage besteht vorwiegend aus dem Abfall von Landpflanzen. Alle Humushorizonte sind mindestens 90 % des Jahres durchlüftet. Die Umsetzung erfolgt aerob.

#### ► 110 Mull

0-2 (3) gliedriger Auflagehumus. Im Herbst kann unter günstigen Verhältnissen die Vorjahrsstreu bereits abgebaut sein, und die Humusform nur mehr aus dem Endohumus (A-, AB-Horizont) bestehen. In weniger günstigen Fällen ist der Auflagehumus ein- oder zweischichtig. Die Struktur ist meist krümelig. Ein H-Horizont fehlt meist.

Die Humusform entwickelt sich aus leicht abbaubarer (Laub-, Pflanzen-)streu, meist- aber nicht ausschließlich - unter Carbonateinfluß, ausgeglichenem Wärme- und Wasserhaushalt, vorwiegend in tieferen Lagen. Durch die rasche Umsetzung der organischen Substanz und deren tiefe Einmischung durch hohe Aktivität der Bodenfauna entstehen tiefgründige, krümelige A-Horizonte, die sehr undeutlich abgegrenzt in AB- und B-Horizonte übergehen.

111 Typischer Mull entspricht dem oben geschilderten Konzept.

112 Moderartiger Mull: H-Horizont filmartig dünn oder vereinzelt taschenförmig ausgeprägt.

- 113 Mullartiger Moder: Geringmächtiger H-Horizont tritt flächig auf; seltene Fehlstellen.
- 114 Rhizomull: wie typischer Mull, entstanden durch Umsetzung von feinen, weitverzweigten Wurzelsystemen; mit hohem Anteil der Wurzeln an Horizontmasse.

Standard-Horizontformel: L-F-Ah-AB;

Möglich: L-F-(H)-Ah-(AB), L-Ah-(AB), Ah-(AB)

#### ► 120 Moder

Im Regelfall 3-gliedriger Auflagehumus; L-Horizont nie mächtiger als F- oder H-Horizont. Die Umsetzung der organischen Substanz kann vorwiegend zoogen, vorwiegend mykogen oder zoogen-mykogen erfolgen. Ein Ah-Horizont kann daher noch vorhanden sein, jedoch auch bereits durch einen Aeh- oder Ahe-Horizont abgelöst sein. Die Grenze zwischen Auflage und Mineralboden ist meist scharf. Eine unschärfere Begrenzung liegt bei aktiveren Formen oder unter dem Einfluß von Vergrasung vor. Die Humusform tritt auf allen Substraten auf, die Umsetzung ist langsamer als bei Mullhumusformen (daher Ausbildung eines H-Horizontes). Die Humusform tritt von der submontanen bis zur tiefsubalpinen Höhenstufe auf. Vorwiegend Nadelwälder und Mischwälder.

- 121 Typischer Moder entspricht dem oben geschildertem Konzept.
- 122 Kalkmoder: Es tritt noch ein biogen geprägter Ah-Horizont auf. U. a. durch Bodenfauna eingebrachte Kalkteilchen → raschere Umsetzung.
- 123 Saurer Moder: Humussubstanz wird bereits vorwiegend infiltriert und nicht mehr durch tierische Aktivität eingebracht.
- 124 Rhizomodern: wie typischer Moder, entstanden durch Umsetzung von feinen, weitverzweigten Wurzelsystemen; mit hohem Anteil der Wurzeln an der Horizontmasse.
- 125 Rohhumusartiger Moder: Der H-Horizont ist bereits der mächtigste Auflagehorizont; dichter gelagert als Moder, zusammengepackt, bricht nicht scharfkantig.
- 126 Alpenmoder (Alpiner Pechmoder): tief-schwarzer, pechartiger H-Horizont bis zu 20 cm Mächtigkeit, sehr gleichförmig, kaum Grobanteile, keine Mineralteilchen. Meist unter feuchten Firmeten (*Carex firma*), daher meist stark durchfeuchtet, hohe biologische Aktivität (Collembolen). Über Böden der

carbonatischen Serie (Rendsina, Kalk-Braun-lehm, evtl. Pseudogley).

Standard-Horizontformel: L-F-H-Aeh;

Möglich: L-F-H-Ah, L-F-H-Ahe.

#### ► 130 Rohhumus

Immer 3-gliedriger Auflagehumus, Mächtigkeit der Auflage immer über 5 cm; scharfe Grenze zwischen Auflage (H-Horizont) und Mineralboden, unscharf nur bei Grasdeckung. Der scharfe Übergang ist durch die äußerst langsame Mineralisierung des organischen Materials bedingt. Auch der Übergang zwischen dem A-Horizont und den tieferliegenden Horizonten ist scharf ausgeprägt. In der Regel ist der F-Horizont der mächtigste Auflagehorizont (langsame Umsetzung). Der Humus gelangt ausschließlich durch Infiltration in den Mineralboden. Rohhumus tritt vorwiegend in Nadelwäldern der tiefmontanen bis subalpinen Stufe auf.

131 Typischer Rohhumus entspricht dem oben geschildertem Konzept; Mächtigkeit des H-Horizonts liegt zwischen den für aktiven bzw. inaktiven Rohhumus angegebenen Grenzen.

132 Aktiver Rohhumus: Merkmal:  $0,3.(L+F) < H < 0,5.(L+F)$

133 Inaktiver Rohhumus: Merkmal:  $H < 0,1.(L+F)$

134 Rhizo-Rohhumus: wie typischer Rohhumus, entstanden durch Umsetzung von feinen, weitverzweigten Wurzelsystemen; mit hohem Anteil der Wurzeln an der Horizontmasse.

135 Tangel-Rohhumus: Kennzeichnend sind mächtige (bis 50 cm) F-Horizonte, die jedoch biologisch aktiv sind; die aus mehr oder weniger rohen Pflanzenresten aufgebauten Horizonte werden immer wieder durch kalkreiches Regenwurmlosungsmaterial ange-reichert. Tritt auf karbonatischen Ausgangs-substraten auf.

Standard-Horizontformel: L-F-H-Ae; Möglich: L-F-H-Aeh, L-F-H-Ahe.

#### 3.2.3.2 Semiterrestrische Humusformen (KO)

Die Humushorizonte stehen periodisch bis dauernd unter Wassereinfluß. Die Oberkante der Humushorizonte hält sich dauernd im Bereich des piezometrischen Wasserspiegels oder überragt diesen. Die Pflanzenabfälle bestehen teilweise aus Landpflanzen. (Torfmoos, Sauergräser, Wollgras, Röhrichtgesellschaften u.a.m.).

- ▶ **210 Feucht-Mull**  
durch Wassereinfluß geprägte F- bzw. A-Horizonte (sonst. Eigenschaften ->Mull)
- ▶ **220 Feucht-Moder**  
durch Wassereinfluß kohlig schmieriger H-Horizont mit anschließendem Ahg- oder Aehg-Horizont (sonst. Eigenschaften ->Moder)
- ▶ **230 Feucht-Rohhumus**  
durch Wassereinfluß kohlig schmieriger H-Horizont mit anschließendem Aeg- oder Aheg-Horizont (sonst. Eigenschaften ->Rohhumus)
- ▶ **240 Niedermoor**  
Ausgangsmaterial:  
Seggen-, Schilf- und Braunmoostorf  
Niedermoore bilden sich bei vorwiegend biogener Verlandung von stehenden oder langsam fließenden Gewässern. Aus den abgestorbenen Pflanzen bildet sich unter Wasser vorwiegend anaerob Torf. Raschere Zersetzung findet erst nach Grundwasserabsenkung statt. Niedermoore sind relativ mineralstoffreich und meist karbonathaltig. Ihr Aufbau und ihre Eigenschaften sind stark von (künstlicher) Entwässerung, ihrem Zersetzungs- und Vererdungsgrad abhängig. Wasserhaushaltsstufe stets feucht oder naß.
- ▶ **250 Übergangsmoor** (Synonym: Bruchwaldtorf)  
Ausgangsmaterial: Bruchwaldtorf  
Übergangsmoore bilden sich auf Niedermooren, die von holziger Vegetation oder Schwinggrasrasen besiedelt werden. Der Torfhorizont ist mit Holzresten durchsetzt, manchmal existiert eine dünne Sphagnumdecke. Schilf fehlt, die Torfsubstanz wird aus Moosen und Wollgras gebildet. Saurere Verhältnisse als im Niedermoor.
- ▶ **260 Hochmoor**  
Ausgangsmaterial: Torfmoose  
Die Torfhorizonte werden aus Torfmoos (Sphagnum sp.) gebildet. Der gesamte Humus ist als Auflagehumus anzusehen. Hochmoore sind stets

sauer und außerordentlich nährstoffarm. Unter einer lebenden, bzw. abgestorbenen, aber unzersetzten Torfmoos-Schicht liegt der sog. Weißtorf, eine bereits zersetzte Torfschicht. Darunter findet sich wiederum der gut zersetzte „Schwarztorf“. Von diesem Idealaufbau weichen die Profile je nach Zersetzungsgeschwindigkeit, Entwässerung etc. mehr oder weniger stark ab.

Hochmoore sind im Zentrum unbestockt, am Rand treten Latsche (Spirke), Moosbirke (Kiefer, Fichte etc.) auf.

▶ **270 Anmoor**

Anmoore sind durch hydromorphe A-Horizonte mit mehr als 30 cm Mächtigkeit gekennzeichnet. Ihr Gehalt an organischer Substanz beträgt bis 30 Volumsprozent bei toniger Mineralbodenstruktur und bis 20 Volumsprozent bei sandiger Mineralbodenstruktur. Ist der Gehalt an organischer Substanz höher ist das Bodenmaterial den Mooren hinzuzurechnen. Der Farbwert der humosen Horizonte ist in trockenem Zustand als 5/X auf der Munselltafel (Bodenprobe mitnehmen !). Der unter Wasserüberschuß entstandene Humus ist schmierig, dunkel und hat einen „tintigen“ Geruch. Wasserhaushaltsstufe meist feucht bis naß (außer bei Trockenlegung).

**3.2.3.3 Subhydrische Humusformen (KO)**

Subhydrische Humusformen treten nur dann auf, wenn alle Horizonte (nahezu) immer unter der Wasseroberfläche gelegen sind. Sie treten in Mitteleuropa im Wald nicht auf. Mit ihnen assoziierte Bodentypen sind Dy, Gytia und Sapropel (siehe Kapitel 3.2.4).

Parameter zur Subtypisierung, die zu jeder Humusform gefügt werden können:

Diese Zusatzbezeichnungen werden, wenn sie vergeben werden, als 4. und 5. Stelle innerhalb der Codierung angeführt (z.B. 1112 xeromorpher typischer Mull).

<b>(extremes) Feuchtereigime</b>	hydromorph	...1	wird vergeben, wenn Wassereinfluß im Profil feststellbar (schmierige Konsistenz, Faulgeruch, verklebte Strukturen), aber die Humusform noch als terrestrische Bildung einzuschätzen ist
	xeromorph	...2	wird vergeben, wenn der Abbau der org. Substanz durch unausgeglichenen H <sub>2</sub> O-Haushalt gehemmt ist Merkmale: körnige Struktur, Einzelkornstruktur, Trockenfäule
<b>Basensättigung</b>	mild (karbonatisch)	...3	wird vergeben, wenn Karbonateinfluß feststellbar ist; (Karbonatteilchen in Auflagehorizonten)
	sauer (silikatisch)	...4	wird vergeben, wenn durch besonders ungünstiges Substrat die Humusbildung beeinflusst wird (saurer Mull: gebremste Aktivität der Bodenfauna, rel. mächtige F-Horizonte; saurer Moder: überwiegend mykogene Horizonte und Humusinfiltration)

Allgemeine Regel: Zulässig sind maximal zwei adjektivische Bezeichnungen zur Beschreibung eines Subtyps bzw. einer Übergangsform.

### 3.2.4 Bodentyp (KP)

In dieser Anleitung wird aus mehreren Gründen bewußt darauf verzichtet, das Merkmal Bodentyp verbindlich zu codieren.

Ein wesentlicher Grund hierfür ist, daß derzeit die bisher gültige österreichische Bodensystematik (nach Fink 1969) von einer Arbeitsgruppe der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft grundlegend überarbeitet wird, die endgültigen Ergebnisse jedoch nicht abgewartet werden können.

Zum anderen stehen gerade bei der Forstlichen Standortskartierung die Bodenfunktionen im Vordergrund, die von einem vorwiegend genetischen Bodensystem nicht immer angemessen differenziert werden können. So sind in vielen Fällen ökologisch bedeutsame Abgrenzungen auf Varietätenebene oder darunter zu ziehen, manchmal aber selbst Bodentypen zusammenzufassen, wenn sie sehr kleinräumig verzahnt und daher nur als Komplex darstellbar sind, oder aber wenn sie sich in ihrer ökologischen Qualität am konkreten Standort nur unwesentlich voneinander unterscheiden und die Abgrenzung von Standortseinheiten entlang kaum erkennbarer Übergänge nicht rechtfertigen würden.

Da selbst die neue Österreichische Bodensystematik darauf verzichtet, Varietäten taxativ aufzuzählen, müßte eine Codierung in jedem Fall unvollständig bleiben.

Vor allem für Zwecke der Bodenzustandsinventuren, der Waldinventur, der Versuchsflächenbeschreibung und eines Bodeninformationssystems sind seit längerem an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FORSTINVENTUR 1971, KILIAN & MAJER 1990) und seit kürzerem am Umweltbundesamt (SCHWARZ, DVORAK & ARZL 1997) Codeschlüssel in Verwendung, die etwa bis zum Subtypenniveau der bisherigen Österreichische Bodensystematik (FINK, 1969) reichen.

#### Bodengruppen

In Anlehnung an den an der FBVA bisher verwendeten Schlüssel werden nachfolgend flächenmäßig bedeutende, vorwiegend nach praktischen, ökologischen Gesichtspunkten unterschiedene Bodenformen beschrieben, wobei die Hierarchie der wissenschaftlichen Bodensystematik fallweise

bewußt durchbrochen wird. Es wird deshalb die systematisch unbelastete Bezeichnung „Bodengruppen“ verwendet. Sie können bei Bedarf modifiziert werden.

#### ► Silikatisches Gestein

##### • Rohboden und Ranker:

- **Rohböden** sind Anfangsbodenbildungen, bei denen noch kein typischer Humushorizont entwickelt ist. Sie gehen hauptsächlich durch physikalische Verwitterung aus dem Muttergestein hervor und sind meist von einer Pioniervegetation bedeckt (Profilformel: Ai-C). Rohböden auf Kalk sind der Bodengruppe Rendzina zuzuteilen.
- **Ranker** sind Böden auf kalkarmen festem Silikatgestein, die Humushorizonte liegen unmittelbar auf dem mehr oder minder aufgewitterten Ausgangsmaterial. Meist seichtgründige, steinige, im allgemeinen leichte Böden ohne deutlich ausgebildeten Mineralbodenhorizont. Die Standorte sind im allgemeinen trocken und minder ertragsfähig. Vorkommen auf exponierten Rücken, Oberhängen, erodierten Steilhängen usw., in allen Höhenstufen, jedoch gehäuft in Hochlagen (Profilformel (Ah-C).

Ranker und Rohböden kommen meist in enger Mosaiklage vor, werden daher hier zusammengefaßt.

Nicht zu dieser Gruppe gehören

- Humusböden auf Kalk und Dolomit:
  - Rendzina
- Humusböden auf kalkfreiem Flugsand im Trockengebiet:
  - Paratschernosem
- mächtiger Humusboden auf kalkhaltigem Lockermaterial im Trockengebiet:
  - Tschernosem
  - Moore, Anmoore, Auböden.

##### • Braunerde:

(Profilformel: A-Bv-C)

Hierher werden sowohl typische, autochtone Braunerden mit allmählich ineinander übergehenden Humus-, Verwitterungs- und Grundgesteinshorizonten als auch tiefgründige, unreife Kolluvien mit nur undeutlicher Horizontierung, welche in Steillagen sehr verbreitet sind, zusammengefaßt, da sich die Kolluvien in ihren ökologischen Eigenschaften von der Braunerde nur wenig unterscheiden, zumal sie im wesentlichen aus umgelagertem Braunerdematerial bestehen.

Andererseits umfaßt der systematisch ziemlich uniforme Bodentyp Braunerde ein breites Spektrum von Böden. Eine Aufspaltung auf Variantenebene ist daher zweckmäßig. Bewährt hat sich eine Trennung

#### ► Nach der Trophie

##### • Braunerde auf ärmerem Silikatgestein

Die Böden dieser Gruppe sind weder basenreich (Richtwert: Basensättigung <20 %) noch karbonathaltig und treten vorwiegend auf quarzreichen, bzw. langsam verwitternden Kristallingesteinen auf. Das Vorkommen ist im allgemeinen auf die wärmeren klimatischen Höhenstufen beschränkt. Die klimabedingte Höhengrenze gegenüber dem Semipodsol schwankt je nach Substrat. Auf landwirtschaftlich genutzter Fläche reicht die Braunerde in größere Höhen als unter Waldvegetation.

##### • Braunerde auf basenreichem, auch karbonathaltigem Silikatgestein, Kalkbraunerde

Die Gruppe tritt auf dunklen, basenreichen Silikatgesteinen wie Hornblendeschiefern und Amphiboliten, aber auch auf karbonathaltigen Silikaten wie Kalkphyllit, Kalkglimmerschiefer, Kalksandstein und Bündner Schiefern auf. Die Böden können voll basengesättigt sein (Profilformel: Ah-Bv-C, Ah-Bv, ca-C). Landwirtschaftlich genutzte Böden auf nährstoffarmem Kristallin können durch Düngung bzw. Kalkung den Charakter der Braunerde auf basenreichem Kristallin annehmen. Vorkommen: In fast allen Höhenlagen und Wuchsgebieten. Basenreiche Braunerden gehen erst in großer Höhe (welche z.T. von der Waldstufe nicht mehr erreicht wird) in Semipodsol oder Podsol über.

#### ► Nach Festgestein und Lockersedimenten

Braunerden auf Lockersedimenten und Tonschiefern werden weiter nach der Schwereklasse bzw. der Bodenart gegliedert. Damit wird dem Faktum Rechnung getragen, daß einerseits schwere Braunerden eng mit Pseudogley- und Gleybildungen verzahnt sind, leichte Braunerden eher podsolige Dynamik aufweisen.

##### • Leichte Braunerde auf Lockersedimenten, podsolige Braunerde auf Lockersedimenten

In diese Gruppe fallen leicht bis mäßig bindige Braunerden auf Schotter, Moränen und Schwemmfächern. Die Nährstoffversorgung hängt weitgehend vom Ausgangsmaterial ab; dieses kann jedoch auch eine geringmächtige

Deckschicht auf fremder Unterlage sein, so daß es zur Gänze in die Bodenbildung einbezogen und nicht mehr als Ausgangsmaterial erkenntlich ist. Die Wasserverhältnisse sind von der Gründigkeit des Bodens und der Tiefe der unterlagernden Schotterschicht abhängig. Schwach entwickelte Parabraunerde, podsolige Braunerde und Semipodsol auf den genannten Lockersedimenten werden dieser Bodengruppe zugeordnet.

##### • Bindige Braunerde auf Lockersedimenten

In diese Gruppe fallen Braunerden, die aus bindigem Ausgangsmaterial, vorwiegend Lockersedimenten (z. B. (Grund)moränen, Geschiebe, Staublehm), entstanden. Zu dieser Gruppe werden infolge ähnlicher ökologischer Eigenschaften bindige Braunerden gezählt, die sich aus verfestigten, tonhaltigen Sedimenten oder tonhaltigen Festgesteinen z.B. Werfener Schichten entwickelten.

##### • Braunerde aus Löß

Aus Löß entwickelte Braunerden werden aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften (hoher Schluffanteil, Karbonateinfluß) in eine eigene Gruppe gestellt (Profilformel: Ah-Bv-C(ca), Ah-Bv(ca)). Vorkommen: Auf (jungen) Lößdecken und Hangkolluvien, vorwiegend in den östlichen Trockengebieten.

##### • Semipodsol

(Profilformel: Ae-Bs-C, A(h)E-Bhs-Bv C).

Boden mit schwacher Podsolierungstendenz und beginnender Differenzierung in Verarmungshorizont und Anreicherungshorizont, jedoch noch ohne Ausbildung eines typischen Podsolprofils. Charakteristisches Merkmal ist der unter dem deutlich abgegrenzten Humushorizont folgende, lose gelagerte und durch bewegliches Eisen intensiv ocker bis rostbraun gefärbte Anreicherungshorizont. Der Bleichhorizont ist hingegen nur angedeutet, vorwiegend in einzelnen Flecken oder einem dünnen Band ausgebildet. Oft fehlt er bis auf einige Bleichkörner im Humus gänzlich, oder ist durch ein Band von eingewaschenem Humussol maskiert (z.T. handelt es sich um den Rest abgetragener Podsolprofile). Die Humusform ist Moder, seltener saurer Mull, eine mäßig mächtige Auflagehumusdecke kann auftreten.

Vorkommen: Weit verbreitet in kühlhumiden Gebirgslagen auf Kristallin. Auf Sandsteinen, Moränen usw. ist Semipodsol seltener; dort überwiegen die Endglieder der Entwicklungsreihe: Braunerde oder (substratbedingter) Podsol.

- **Podsol:**

(Profilformel: O-H-Ahi-E-Bh-Bs-Bv-C;  
Ahi-Aeh-Bhs-C).

In diese Gruppe werden nur Böden mit deutlichem Bleichhorizont und deutlichem Anreicherungshorizont gestellt. In den zentralalpinen Podsolgebieten kann die sonst zum Podsol gehörende Rohhumusaufgabe fehlen. Sie wird hier von einem mächtigen, oft anmoorigen Feinmoderhorizont (Feuchtmoder) ersetzt. Vor allem in den wärmeren und trockenen Wuchsgebieten finden sich verbreitet Rohhumusaufgaben mit Heidelbeere. Der Boden ist meist leicht und wasserdurchlässig. Podsolbildung auf bindigen Böden ist selten.

Vorkommen: Hochlagen in der Fichten- und Fichten-Zirben-Stufe; die Höhengrenze zum Semipodsol liegt am Alpenostrand über der Gipffelur und sinkt nach Westen auf etwa 1400 m ab, jeweils in Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Ausgangsmaterials. Auch in warmen und tiefen Lagen kommen Böden mit typischem Podsolprofil vor, die hier aber durch die Basenarmut des Grundgesteins entstanden sind. Es bietet sich daher die Unterscheidung an in:

- **Klimabedingter Podsol**

Hochlagen des natürlichen Fichtengebietes, Ausgangssubstrat ist fast jedes basenärmere Silikatgestein.

- **Substratbedingter Podsol**

Vorkommen: Außerhalb der natürlichen Fichtengebiete in tieferen Lagen z.B. im Burgenland, Wienerwald und im Raum Gmünd; typisches Ausgangsmaterial sind Quarzit, Quarzphyllit, Quarzsandstein und Quarzsand. Meist seichtgründige, steinige, durchlässige und daher trockene Böden mit sehr geringer Standortsbontät; sie gehen in ihrer Entwicklung direkt vom Ranker in den Podsol über. Bei Hangwasserzufuhr oder Grundwasseranschluß bilden sie auch produktivere Standorte.

- **Parabraunerde**

(Profilformel: Ah-E-Bt-C).

Böden mit deutlicher Differenzierung in einen leichteren, meist fahler gefärbten Oberboden und schweren, meist dunkler gefärbten Unterboden. Das genetische Moment tritt dabei in den Hintergrund. Es ist oft schwer zu entscheiden, ob es sich um Tonverlagerung in situ oder um ein Stockwerkprofil handelt. Für die ökologische Funktion entscheidend ist die Tatsache der textuellen Differenzierung.

In Extremfällen kann im Oberboden auch Podsolierung eintreten (podsolige Fahlerde), auch geringe Staunässeerscheinungen können auftreten. Nur undeutlich entwickelte Parabraunerden werden der Braunerde zugeordnet, Parabraunerden mit stärkerer Tagwasservergleyung dem Pseudogley.

Vorkommen: vorwiegend auf tonhaltigen Lockersedimenten, sowie Werfener Schichten und Flyschsandstein.

- **Pseudogley**

(Profilformel: Ah-P-S-C).

Das Pseudogleyprofil ist durch einen wasserundurchlässigen Horizont (Staukörper) und einen darüberliegenden porösen Horizont (Stauzone) gekennzeichnet, der je nach Wasserzufuhr periodisch ausgetrocknet oder wassergesättigt - naß sein kann.

Je nach Wuchsgebiet und Relief sind diese Böden periodisch extrem ausgetrocknet, oder aber im überwiegenden Teil der Vegetationsperiode frisch bis feucht. Demnach finden wir einerseits Verhagerungserscheinungen, insbesondere an Sonnhängen in warmen Lagen, und andererseits hydromorphe Humusbildungen, wo die Feuchtphase im Laufe des Jahres überwiegt.

Zweckmäßig hat sich eine Unterscheidung nach Substratgruppen erwiesen:

Pseudogleyen aus tonreichem festem Grundgestein gemeinsam ist, daß der Staukörper bis in große Tiefen - einschließlich des Muttergesteins (Flysch, Werfener Schichten, Fleckenmergel u.a.) - reicht. Pseudogley aus Lockersedimenten: Hier ist der Staukörper meist aus dem Tonanreicherungshorizont einer Parabraunerde hervorgegangen. Darunter liegt meistens ein leichter, durchlässiger Untergrund. Zu dieser Gruppe zählen Pseudogleye auf Staublehm (Opok) im südlichen Alpenvorland sowie Pseudogley auf Löß. Das Hauptvorkommen liegt im humiden (westlichen) Teil des Alpenvorlandes und im südöstlichen Hügelland auf Moränen, Staublehm und Tertiärsedimenten (Tegel), im Osten nur kleinörtlich auf älteren Lößlehmdecken.

Die Böden dieser Gruppe unterscheiden sich weiter durch ihre Nährstoffversorgung - je nach Ausgangsmaterial und Entwicklungsgang; insbesondere Pseudogley aus Reliktlehmmaterial ist außerordentlich nährstoffarm und meist sauer.

Die Abgrenzung zu den Pseudogleyen auf festem Grundgestein ist dann schwierig, wenn Lockersedimente als geringmächtige Deckschichten

über dem Ausgangsmaterial liegen, aber zur Gänze von der Bodenbildung erfaßt sind und daher als solche nicht mehr eindeutig erkennbar sind. Im Zweifel erfolgt die Zuordnung zu der Gruppe Pseudogleye auf festem Grundgestein.

- **Stagnogley**

(Profilformel: Ag-P-S-(C), Ag-Eg-S-(C)).

Durch lang andauernde Vernässung kann gestautes Tagwasser Erscheinungen hervorrufen, die ähnlich jenen sind, die von gestautem Grundwasser verursacht werden. Die Stauzone ist gewöhnlich bis in den Humus vernäßt und zeigt ausgeprägte Reduktionserscheinungen. Die Humusform ist meist Feuchtmoder. Im stets leichten Oberboden herrscht fast völlige Strukturlosigkeit. Besteht ein direkter Zusammenhang mit dem Grundwasser, wird der Boden zu den Grundwassergleyen zu gestellt. Hierher sind auch Gleypodsol bzw. Staupodsole zu stellen.

- **Hangpseudogley und Hanggley**

(Profilformel: A-P-S-(C), A-Go-Gr).

Hier sind jene staunassen oder grundwasserbeeinflussten Böden zusammengefaßt, die in Verbindung mit Quellhorizonten, Naßgallen und Grabenrändern, oder im Bereich von Hangwasserzügen auftreten. Im Bereich linearer bis punktförmiger Wasserzüge überwiegt die Feuchtphase, meist fehlt in diesen Böden eine Trockenphase überhaupt. Ansonsten sind Substrat sowie Lage und Ausmaß des Wasserzugs eigenschaftsbestimmend. Von den übrigen Pseudogleyen bzw. Gleyen unterscheiden sie sich durch die - namengebende - Lage und entsprechend bessere Sauerstoffversorgung.

- **Silikatischer Braunlehm, Rotlehm**

(Profilformel: A-Bvrel-(C)).

Reste alter Bodenbildungen, die in der geologischen Vergangenheit unter z.T. anderen klimatischen Bedingungen als den heute herrschenden entstanden sind. Meist bindiges, dicht gelagertes, intensiv braun (Braunlehm) oder rot (Rotlehm) gefärbtes Bodenmaterial, das zu Dichtlagerung und Vergleyung neigt. Infolge des Alters meist ausgesprochen nährstoffarm. Unterhalb des Mineralbodens kann eine Zersatzzone im Gestein folgen. Das Material neigt zu Tagwasserstau.

Bei stärkerer Überprägung von Pseudogley wird der Boden dieser Gruppe zugeordnet. Ist der Braunlehm- oder Rotlehmcharakter nicht erkennbar, wird der Boden im Zweifel zur Braunerde oder zum Semipodsol, je nach der heutigen Bodendynamik, gestellt.

Vorkommen: Im periglazialen (in der Eiszeit nicht vergletscherten) Raum des Wald- und Mühlviertels und des Südostrandes der Alpen. Das Vorkommen alter Verwitterungsdecken ist an die Reste alter Landoberflächen gebunden. Das Ausgangsgestein ist stets Silikatgestein. Braun- und Rotlehme auf carbonatischem Gestein → Kalk-Braunlehme.

- **Tschernosem**

(Profilformel: Ah-C).

Der Bodentyp tritt ausschließlich in den Trockengebieten im Osten Österreichs auf. Ein meist mächtiger Humushorizont (Mull) geht allmählich in das Muttergestein über, ohne Anzeichen einer Verbraunung des Mineralbodens zu zeigen. Muttergestein ist Löß und ähnliches kalkig-silikatisches Lockermaterial wie Sand, Tegel, z.T. auch Mergel. Je nach Gründigkeit und Tiefe eines allenfalls unterlagernden Schotters sind diese Böden trocken bis frisch. Zur Bodengruppe Tschernosem wird auch die „Feuchtschwarzerde“ gerechnet, ein ursprünglich unter Grundwassereinfluß gebildeter anmooriger, semiterrestrischer Humusboden, der später trockengefallen ist. Humusform ist hier Mull, im Unterboden anmooriger Mull. Die Böden dieser Gruppe stehen vorwiegend unter landwirtschaftlicher Nutzung und sind forstlich von geringer Bedeutung.

### ► **Karbonatgestein**

- **Rendzina und Rohböden auf Kalk**

(Profilformel: Ai-C, O-C, Ah-C).

Der dunkle, meist schwarze Humusboden auf Karbonatgestein ist der vorherrschende Waldboden der Nördlichen und Südlichen Kalkalpen. Seine Bonität ist weitgehend von Gründigkeit und Wasserhaushalt abhängig, diese wiederum sind vom Relief abhängig. Die Formen reichen von der seichtgründigen, trockenen Moderrendzina bis zur tiefgründigen, frischen Mullrendzina auf Schatthängen und schattseitigen Unterhängen, die beste Bonitäten hervorbringen können. Gemeinsames Merkmal aller Rendzinen ist das Fehlen eines mineralischen Bodenhorizontes. Sind der Rendzina größere Mengen von z.B. Braunlehm kolluvial beigemischt, so ist der Boden der Kalkbraunlehm-Rendzina zuzuordnen. Ist das Muttergestein festes oder grobklastisches Kalkmaterial mit silikatischer Beimischung, so wird die zugehörige Humusbodenbildung (Pararendzina) hier ebenfalls der Gruppe Rendzina zugeordnet. Auch Rohböden auf Kalk sind hier einzureihen.

- **Kalkbraunlehm-Rendzina**  
(früher auch als „Mischböden“ bezeichnet)  
Diese Bodenform ist in den Kalkalpen sehr weit verbreitet und durch einen rendzinaartigen Humushorizont gekennzeichnet, der sich auf einem Gemenge aus Schutt und bindigem Kalk-Braunlehmmaterial entwickelt hat. Diese Böden sind infolge ihres Tongehaltes und ihrer dadurch bedingten höheren Wasserkapazität bei sonst gleichen Standortmerkmalen allgemein günstiger als die reine Rendzina einzustufen.  
Die Bodengruppen Rendzina und Kalk-Braunlehm kommen oft auf kleinster Fläche nebeneinander vor. Diese Fälle und seichtgründige, steinige Kalk-Braunlehm-Reste sind dieser Gruppe zuzuordnen.
  - **Kalk-Braunlehm** (Terra fusca)  
In dieser Gruppe werden alle bindigen, tiefgründigen Lehmböden auf Karbonatgestein zusammengefaßt. Sie umfaßt sowohl den typischen (relikten) Kalk-Braunlehm und -Rotlehm als auch schwere, lehmige bis tonige Kalkbraunerden auf Mergel. Sie sind im allgemeinen zumindest im Oberboden entkalkt, aber meist voll basengesättigt; sie können aber saure Humusformen und Rohhumusaufgaben tragen.
- **Böden unter Grundwassereinfluß**
- **Gley:**  
Profilformel: A-Go-Gr (C).  
Unter Gley wird jeder Mineralboden verstanden, in dem durch stagnierendes oder langsam ziehendes Grundwasser ein Reduktionshorizont (Gleyhorizont) gebildet wurde. Der Bereich, innerhalb dessen der Grundwasserspiegel schwankt, ist durch Rostflecken gekennzeichnet. Gleybodenbildung ist unabhängig von der Bodenart, sie kann gleichermaßen Sand wie Ton sein, die Wasserhaushaltsstufe des Standortes ist zumindest „feucht“.  
Vorkommen: auf jedem Material (meist Schwemmaterial oder Kolluvien) in ebenen Lagen, Talböden, Mulden und ausgedehnten Hochebenen
  - **Schwemmböden, Bachauböden**  
(Profilformel: A-Cg, A-C-G).  
In dieser Gruppe werden alle Böden im Bereich kleinerer Gerinne zusammengefaßt. Es sind dies meist wenig entwickelte Böden auf unsortiertem Schwemmaterial mit Grundwassereinfluß im Unterboden. Vorkommen an Ufersäumen entlang von Bächen und kleineren Flußläufen.
  - **Rohauboden, Grauer Auboden**  
(Profilformel: A-Cg).  
Unreife, meist leichte Böden aus feinem, sortiertem Schwemmaterial der Fluß- und Stromauen.
  - **Brauner Auboden**  
(Profilformel: A-Bv-Cg).  
Reifere Bodenbildungen aus feinem Schwemmaterial der Fluß- und Stromauen. Insgesamt meist aus bindigerem Material als Graue Auböden. Die Sedimentschichtung ist durch die Bodenentwicklung im B-Horizont bereits weitgehend aufgehoben.
  - **Anmoor**  
Humusreicher Mineralboden mit A-Horizonten, die mächtiger sind als 30 cm und etwa 20-30 % organische Substanz enthalten (Profilformel A-D, A-G). Der unter Wasserüberschuß entstandene Humus ist schmierig, dunkel und hat einen „tintigen“ Geruch. Die Wasserhaushaltsstufe ist meist „feucht“ bis „naß“ (außer bei Trockenlegung).
  - **Niedermoor**  
Der Boden enthält viel organische Substanz von durchschnittlich höherem Nährstoffgehalt und nur mäßigem Säuregrad. Die Wasserhaushaltsstufe ist stets feucht. Vorwiegend Erlenbruch.
  - **Hochmoor**  
Reiner Humusboden aus Torfmoos (der gesamte Humus ist als Auflagehumus anzusehen). Im Zentrum unbestockt, am Rand Latsche (Spirke), Moosbirke (Kiefer, Fichte etc.). Der Humus ist stets sauer und außerordentlich nährstoffarm. Unter dem Torfmoostorf kann auch gut zersetzter „Schwarztorf“ liegen. Differenzierungsmöglichkeiten liegen hier vor allem in der Entstehungsart des Moors (ombrogen u.a.m.).
  - **Salzböden** (→ Solonetz, Solontschak).
  - **Technogene Böden**  
Deponien, Schüttungen, Halden. In diese Gruppe sind vor allem Straßen- und Wegböschungen zu stellen. (Abzugrenzen ist diese Gruppe gegen die „gestörten Profile“).

Tabelle 3.35:  
Vorläufige Gliederung der Böden nach Arbeitsgruppe Bodensystematik der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft (NESTROY 1998)

Ordnung	Klasse	Typ	Subtyp	Varietät
<b>HYRDOMORPHE BÖDEN</b>	<b>Auböden</b>	Auboden	karbonatfreier A. karbonathaltiger A.	braun, grau, vergleyt, entwässert,
		Augley	karbonatfreier A. karbonathaltiger A.	entwässert, trockengefallen
		Schwemmböden	karbonatfreier S. karbonathaltiger S.	vergleyt, entwässert, trockengefallen
		Rohauböden	karbonatfreier R. karbonathaltiger R.	vergleyt, entwässert
	<b>Gleye</b>	Gley	karbonatfreier G. karbonathaltiger G.	entwässert, pseudovergleyt, trockengefallen
		Naßgley	karbonatfreier N. karbonathaltiger N. karbonatfr. Anmoor-N. karbonath. Anmoor-N. karbonatfreier Torf-N. karbonathaltig. Torf-N.	entwässert, pseudovergleyt, trockengefallen
		Hanggley/Quellgley	karbonatfreier H. karbonathaltiger H. karbonatfr. Anmoor-H. karbonath. Anmoor-H. karbonatfreier Torf-H. karbonathaltig. Torf-H.	entwässert, pseudovergleyt, trockengefallen
		Oxigley	karbonatfreier O. karbonathaltiger O.	entwässert, pseudovergleyt, trockengefallen
		<b>Pseudogleye</b>	Pseudogley	karbonatfreier P. karbonathaltiger P.
	<b>Pseudogleye</b>	Stagnogley	karbonatfreier S. karbonathaltiger S. karbonatfr. Anmoor-S. karbonathalt. Anmoor-S.	entwässert, oberbodenverdichtet
		Hangpseudogley	karbonatfreier H. karbonathaltiger H. karbonatfr. Anmoor-H. karbonath. Anmoor-H.	entwässert, oberbodenverdichtet
		Haftnässepseudogley	karbonatfreier H. karbonathaltiger H. karbonatfr. Oberflä.-H. karbonath. Oberflä.-H.	entwässert, oberbodenverdichtet
	<b>Salzböden</b>	Solontschak Solonetz Solontschak-Solonetz		aggradiert
	<b>Moore und Anmoore</b>	Niedermoor	karbonatfreies N. karbonathaltiges N. karbonatfreies N. karbonathaltiges N.	entwässert, vererdet, N.: Verlandungs-, Versumpfungs-, Überflutungsmoor. HN.: Überrieselungs-, Quellmoor
		Übergangsmoor		vererdet
		Hochmoor		vererdet
		Anmoor	karbonatfreies A. karbonathaltiges A. karbonatfreies Hang-A. karbonatfreies Hang-A.	entwässert
	<b>Unterwasser - böden</b>	Gyttja		
		Dy		
		Sapropel		

Ordnung	Klasse	Typ	Subtyp	Varietät
<b>TERRESTRICHE BÖDEN</b>	Rohböden	Lockersediment-Rohboden	karbonatfreier L. karbonathaltiger L.	braun, grau, vergleyt, entwässert,
		Gesteinsrohboden	karbonatfreier G. karbonathaltiger G.	Schutt
	Rendzinen, Ranker	Rendzina	Proto-R. Moder-R. Mullartige R. Mull-R. Tangel-R. Pech-R.	verbraunt, oberbodenver- dichtet
		Braunlehm-Rendzina	Moder-B Mull-B.	oberbodenverdichtet
		Pararendzina	Proto-P. Moder-P. Mull-P.	oberbodenverdichtet
		Ranker	Proto-R. Moder-R. Mullartier R. Mull-R. Tangel-R.	verbraunt, oberbodenverdichtet
	Schwarzerden	Tschernosem	karbonathaltiger T. karbonath. brauner T. karbonatfr. T. karbonatfreier T.	vergleyt
		Feuchtschwarzerde	karbonathaltige F karbonatfreie F.	vergleyt, trocken gefallen, versalzt, entwässert, anmoorig
	Braunerden	Braunerde	karbonatfr. rezente B. karbonatfr. relik. B. karbonathalt. rezente B. karbonathalt. relik. B.	oberbodenverdichtet, vergleyt, pseudovergleyt, podsolig
		Parabraunerde	Rezente P. Reliktische P.	entkalkt, oberbodenverdichtet, (pseudo)-vergleyt, podsolig
	Podsole	Podsol	Eisen-Humus-P. Eisen-P. Humus-P.	vergleyt, pseudovergleyt
		Hangpodsol	Eisen-Humus-P. Eisen-P. Humus-P.	vergleyt, pseudovergleyt
		Semipodsol		vergleyt, pseudovergleyt
	Braun- und Rotlehme, Roterden	Braunlehm	B. aus Kalk (Terra fusca) B. aus Silikat (nach Textur)	vergleyt, pseudovergleyt
		Rotlehm	R. aus Kalk (Terra rossa) R. aus Silikat	
		Roterde	R. aus Kalk R. aus Silikat	
	Substratböden	Farbsubstratboden	F. aus entsprechendem Ausgangsmaterial	(z. B. auf Werfener Schichten etc.)
		Textur-Substratboden	T. aus entsprechendem Ausgangsmaterial	
	Umgelagerte Böden	Kolluvisol hier auch äolische Ko.	karbonatfreier K. karbonathaltiger K.	vergleyt, aus Braunerde, aus Tschernosem
		Rigolboden	karbonatfreier R. karbonathaltiger R.	vergleyt
		Hortisol	karbonatfreier H. karbonathaltiger H.	vergleyt
		Restboden	karbonatfreier R. karbonathaltiger R.	vergleyt
		Haldenboden	karbonatfreier H. karbonathaltiger H.	vergleyt

### 3.2.5 Bodenprobennahme, Bodenanalyse

#### 3.2.5.1 Auswahl der Beprobungsflächen

Die Analysendaten der Bodenproben sollen in erster Linie den ausgewählten Ökosystemausschnitt charakterisieren.

Aussagen von Bodenanalysen sind nur für gleichartige Standorte sinnvoll und sollen daher nicht von Mittelwerten aus stark differierenden Bodenproben abgeleitet werden. Wenn die Standortverhältnisse innerhalb der Beobachtungsfläche sehr heterogen sind, etwa in Schichtkopflandschaften oder im Hochkarst, wird daher nicht eine durchschnittliche Bodenprobe aus diesem Mosaik gewonnen, sondern es wird die auf der Fläche überwiegende Komponente ausgewählt und nur diese beprobt bzw. beschrieben. Da die Unterschiede zwischen den einzelnen Komponenten oft verdeckt sind, ist eine Vorerkundung mit dem Schlagbohrer nötig.

Die Flächenhomogenität kann durch folgende, leicht ansprechbare Standortmerkmale vorläufig beurteilt werden:

- ▶ Ausgeglichenheit des Kleinreliefs
- ▶ gleiche Position der gesamten Fläche am Hang (d.h. ähnlicher Wasserhaushalt und ähnliche Trophie)
- ▶ annähernd gleiche Zusammensetzung der Bodenvegetation
- ▶ kein auffallender Wechsel im Bestandesbild innerhalb und in der unmittelbaren Umgebung der Probefläche
- ▶ ausreichender Abstand von Bestandesrändern.

Zur Vermeidung von Wurzelbeschädigungen und um Einflüssen des Stammablaufes, der Kronentraufe etc. auszuweichen, ist ein Mindestabstand von 2 m vom Stamm einzuhalten. Wenn möglich, soll die Profilgrube außerhalb des Traufes, in dichten Beständen zumindest im Zwischenkronenbereich angelegt werden.

Die Lage der Profilgruben wird durch Azimut, Entfernung und Neigungswinkel von einem bekannten Bezugspunkt aus eingemessen.

#### 3.2.5.2 Hinweise zur Probennahme

**Mineralboden:** Mischprobe aus ein bis drei Profilgruben, jeweils getrennt nach fixen Tiefenstufen oder genetischen Horizonten.

**Auflagehumus:** flächenrichtige Werbung (inkl. L-Schicht) mittels Metallrahmen 25x25 cm. Die nötige Probenzahl richtet sich nach der Mächtigkeit der Auflage. Von jeder Profilgrube ist aber zumindest ein Rahmen zu beproben.

Gestörte Profile (alte Wurzelstöcke, Windwurfteiler etc.) werden nicht beprobt. Nach der Probennahme werden die Profilgruben wieder zugeschüttet.

#### ▶ Mineralboden

Die Mineralbodenproben werden getrennt aus folgenden Tiefenstufen gewonnen: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm und 40-80 cm. Eine Alternative ist die Gewinnung der Bodenproben nach genetischen Horizonten. Dabei ist die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Profilen (im Vergleich zur Probennahme nach Tiefenstufen) zwar eingeschränkt, die Eigenschaften der einzelnen Horizonte werden jedoch besser erfaßt. Die Vorgangsweise bei der Probennahme nach genetischen Horizonten ist sinngemäß dieselbe wie bei der Probennahme nach Tiefenstufen.

Es werden ein bis drei Profilgruben (Wahl des Ortes siehe Abschnitt 1) bis 60 cm Tiefe geöffnet, aus jeder Tiefenstufe ca. 100 g Boden je Profilwand (d.h. 400g/Tiefenstufe und Profilgrube, insgesamt daher 1200g/Fläche) entnommen und tiefenstufenweise zu einer Mischprobe vereint.

Die Proben aus 40-80 cm können - um den Aufwand des Profilgrabens zu verringern - teilweise mit dem Schlagbohrer von der Sohle der Profilgrube aus gewonnen werden. Genügend Probenmaterial erhält man allerdings erst nach mehreren Schlagbohrer-Stichen.

#### ▶ Auflagehumus

Zuerst wird die Mächtigkeit des gesamten Auflagehumus (inkl. L-Schicht) an den 3 Profilgruben gemessen und notiert. Die Entnahme erfolgt auf einer Fläche von 25x25 cm. Zur Abgrenzung dient ein Metallrahmen. Die Wurzeln werden mit Messer oder Schere abgetrennt. Lebende Pflanzen werden vor der Werbung entfernt.

Tabelle 3.36:  
Probennahmeverfahren; Probenanzahl und Verteilung der Proben in den Tiefenstufen; Bezeichnung der Tiefenstufen

Tiefenstufe	Probennahmeverfahren	Zahl der Probennahmen pro Fläche	Zahl der Probennahmen pro Profil	Bezeichnung Tiefenstufen
Auflagehumus	Rahmen	3-5	1	A
0-5	Profilgrube	1-3	1	X
5-10	Profilgrube	1-3	1	Y
10-20	Profilgrube	1-3	1	C
20-40	Profilgrube	1-3	1	G
40-80	Schlagbohrer	1-3	5-10	H

### 3.2.5.3 Probenmanipulation im Gelände

Die Vereinigung der Proben aus jeweils einer Tiefenstufe zu Mischproben erfolgt bereits im Gelände. Einer Vermengung unterschiedlicher Tiefenstufen ist durch eindeutige Beschriftung der Plastiksäcke vorzubeugen.

Diese muß enthalten:

- ▶ sechsstellige Kennzahl der Probefläche und
- ▶ Bezeichnung der Tiefenstufe.
- ▶ Bei Auflagehumus ist darüber hinaus die Anzahl der Rahmenproben, aus denen die Mischprobe gewonnen wurde, anzugeben.

Zur Sicherheit wird der Probe in den Sack ein Plastikstreifen mit den gleichen Angaben (H<sub>2</sub>O-unlöslicher Filzstift!) beigegeben.

Die Probe der Humusauflage ist zur Gänze in den dafür vorgesehenen großen Plastiksäcken zu verwahren (sie wird später gewogen und daraus die flächenbezogene Menge berechnet).

Ist eine Kühlung der Proben innerhalb einiger Tage nach der Probennahme (Kühlraum, +50°C) bis zum Einlangen im Labor nicht möglich, so sind die Proben nach Möglichkeit in einem luftigen Raum in den offenen Probensäcken - besser in offenen Pappkartons - vorzutrocknen.

### 3.2.5.4 Probenmanipulation zum Versand ans Labor

Sämtliche Proben erhalten vom Labor eine fortlaufende Probennummer und werden im Eingangsprotokoll eingetragen. Die zugeteilte Probennummer wird im Erhebungsformblatt ergänzt.

Die Mineralbodenproben werden auf einer Plastikfolie oder Zeitungspapier gut durchmischt und in Aufbewahrungskartons gebracht, welche mit der Probennummer beschriftet sind. Der Plastikstreifen mit den Kennzahlen kommt zusätzlich in die Schachtel.

Die Auflagehumusproben werden zunächst in Schachteln getrocknet (Schachteln nur bis höchstens 2/3 füllen!). Nach dem Trocknen wird die Probe sorgfältig homogenisiert und Fremdkörper (Steine, lebende Wurzeln) werden ausgelesen. Nun wird die gesamte Probe gewogen. 1 Liter der meist sehr voluminösen Probe wird aufbewahrt und die dafür vorgesehene Schachtel gefüllt. Der Rest der Probe wird verworfen. Die Aufbewahrungsschachtel wird mit der Probennummer beschriftet. Das Gewicht der Probe wird im Protokollheft und auf dem Formblatt vermerkt. Die Tara der Schachtel ist selbstverständlich vom Gewicht abzuziehen. Aus dem Gewicht der

Probe und der Zahl der Rahmenproben kann schließlich die Trockenmasse der Humusauflage pro Flächeneinheit berechnet werden.

### 3.2.5.5 Probenvorbereitung für die Analyse

Die weitere Probenvorbereitung erfolgt nach Abschluß der Feldarbeiten.

Die Feinerde wird mittels eines 2 mm Siebes (Rüttelmaschine) von der restlichen Probe getrennt. Man zerkleinert dabei größere Aggregate vorsichtig in einem Mörser, ohne Steine zu zerstoßen. Bei Karbonatböden ist darauf zu achten, daß das Kalkskelett nicht zerstört wird (sonst wird durch Zerreiben des Skeletts Aktivkalk vorgetäuscht). Es ist daher zweckmäßig, Karbonatböden noch feucht zu sieben und nur den leicht abtrennbaren Feinboden zu verwerten.

Auch tonreiche Böden siebt man besser, bevor sie gänzlich lufttrocken sind, da ihre Aggregate zunehmend verhärten.

Der Auflagehumus wird ebenfalls zerdrückt und vorsichtig zerrieben. Organische Grobbestandteile müssen dabei ebenfalls in die Feinbodenprobe gelangen.

### 3.2.5.6 Analyseparameter und Analysemethoden

Die chemischen Eigenschaften der Böden geben wesentliche Hinweise bei der Klassifikation von Standortseinheiten. Da dem Kartierungsteam üblicherweise kein bodenkundliches Labor zur Verfügung steht, wird der Regelfall die Vergabe der Analyse an ein entsprechendes Labor sein. Der entsprechende Anbieterkreis in Österreich ist eingeschränkt und umfaßt Forschungs- und Versuchsanstalten, Universitätslabors und einige private Anbieter. Der Auswahl des Labors kommt aufgrund des erheblichen finanziellen Aufwandes, der bei intensiver Beprobung und standörtlicher Heterogenität des Kartierungsgebietes etwa die Größenordnung von 10–20 % der Gesamtprojektkosten erreichen kann, erhebliche Bedeutung zu.

Wichtige Entscheidungskriterien sind hier:

- Qualitätsstandards des Labors (z. B. Teilnahme an Ringanalysen, interne Qualitätskontrolle, Zertifizierung [etwa nach EN 45000]).
- Angewendete Methoden der chemischen Analyse. Gerade auf diesem Gebiet waren und sind auf österreichischem, aber auch auf gesamteuropäischem Niveau Bestrebungen zur Homologisierung gesetzt worden. Es werden daher im folgenden diejenigen Methoden und Analyseparameter vorgestellt, die in Österreich überwiegend verwendet werden und größtenteils als ÖNORM festgelegt sind. Der Vorteil der Verwendung dieser Methoden ist die unmittelbare

Vergleichbarkeit der Analysewerte mit anderen Daten (aus der Literatur).

Die angeführten Methoden sind in den Heften „Waldbodenuntersuchung“ (BLUM ET AL., 1986) und „Bodenzustandsinventur“ (BLUM ET AL., 1989) detailliert ausgeführt und sind, wie bereits erwähnt, größtenteils als ÖNORM festgelegt.

Für die Analyse wird der lufttrockene Feinboden (Siebung auf 2 mm) herangezogen. Für die Bestimmungen von organischem Kohlenstoff, Gesamtstickstoff, Gesamtschwefel und Karbonat wird der Boden zusätzlich feinvermahlen.

### Analysenpalette

#### ► pH (CaCl<sub>2</sub>) - potentielle Acidität

10 g Mineralboden (2 g Auflagehumus) werden mit 25 ml 0,01 mol/l CaCl<sub>2</sub>-Lösung versetzt (ÖNORM L 1083).

#### ► pH (H<sub>2</sub>O) - aktuelle Acidität

10 g Mineralboden (2 g Auflagehumus) werden mit 25 ml entionisiertem Wasser versetzt (ÖNORM L 1083).

#### ► Karbonat

Gasvolumetrische Bestimmung nach Scheibler (ÖNORM L 1084).

#### ► Organischer Kohlenstoff

Es wird der Gesamtkohlenstoff durch Verbrennung der Proben im O<sub>2</sub>-Strom und nachfolgender IR-Detektion des gebildeten CO<sub>2</sub> bestimmt. Bei karbonathaltigen Böden wurde der Karbonatkohlenstoff abgezogen (ÖNORM L 1080).

#### ► Gesamtstickstoff

Bestimmung nach Kjeldahl (ÖNORM L 1082).

#### ► 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 Nährelementen eines Standortes und des Auftretens allfälliger Intoxikationen durch bodenbürtige oder immittierte Schadelemente.

2 g Probe werden mit 16 ml eines Säuregemisches aus 5 Teilen Salpetersäure und 1 Teil Perchlorsäure erhitzt. Der fertige Säureaufschluß wird mit entionisiertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt (ÖNORM L 1085). Bestimmt werden die P, K, Ca, Mg, Fe

sowie Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Pb, Cd. Im Auflagehumus wird zusätzlich Al analysiert. P wird als Farbkomplex mittels Spektralphotometer, die übrigen Elemente mit einem Atomabsorptionsspektrometer bestimmt. Mit Ausnahme von Cd, welches im Graphitrohr analysiert wird, werden 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<sub>2</sub>-Lösung)  $\geq 6.5$  wird mit einer gepufferten (mit Triethanolamin auf pH 8,2) 0.1 mol.l<sup>-1</sup> BaCl<sub>2</sub>-Lösung ausgetauscht; für Böden mit pH-Werten (in CaCl<sub>2</sub>-Lösung)  $< 6.5$  wurde ungepufferte 0.1 mol.l<sup>-1</sup>-BaCl<sub>2</sub> verwendet. 5 g Boden werden mit 100 ml Extraktionslösung geschüttelt (ÖNORM L 1086).

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

Aus diesen Einzelbestimmungen werden 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 wird die Kationenaustauschkapazität neben der Aufsummierung der einzelnen Kationen zusätzlich durch Rücktausch des eingetauschten Ba (mit 0.2 mol.l<sup>-1</sup> HCl) bestimmt. Bei karbonathaltigen Böden werden mit Hilfe dieses Rücktaustausches wegen nicht zu verhindernder Lösung von Ca und Mg deren gemessene Werte korrigiert. In Anlehnung an KESSEBA (1962), wird folgendermaßen vorgegangen: Bei den gepufferten Extrakten wird der Rücktausch des Ba als 100 % Austauschkapazität angesehen, der ausgetauschte K-Wert wird unverändert gelassen und die ausgetauschten Ca- und Mg-Gehalte werden proportional zum (geringeren) Ba-Rücktausch korrigiert.

Die Angaben erfolgen in Mikromol Ionen-Äquivalent (mmol<sub>e</sub>) pro kg Feinboden.

### 3.3 Standortmerkmal Vegetation (P)

#### 3.3.1 Vegetationsaufnahme (P)

##### 3.3.1.1 Flächenauswahl

Der große Zeitaufwand für Vegetationsaufnahmen sowie die Bedeutung der Vegetation als Indikator, aber auch als Klassifikationsmerkmal erfordert eine entsprechend sorgfältige Flächenauswahl. Die Aufnahmeflächen müssen demnach folgenden Mindestanforderungen genügen:

- ▶ Die Flächen müssen in sich homogen sein, d.h. sie sollen keinen deutlich sichtbaren Standortgradienten und keine Störstellen mit abweichender Artengarnitur (z.B. Wege) enthalten. Dagegen ist das Vorliegen von edaphisch oder vegetationsstrukturell bedingten Mikromosaiken kein Ausschlussgrund für eine Vegetationsaufnahme.
- ▶ Eine Mindestgröße von (100-)200 m<sup>2</sup> muß gegeben sein, um auch wirklich die vollständige Artengarnitur der aufgenommenen Gesellschaft zu erfassen. Die Mindestgröße ist bei großflächig vorhandenen Waldgesellschaften, insbesondere bei schattigen Wäldern mit gering deckender Krautschicht (Buchenwald), höher anzusetzen als bei kleinflächig auftretenden Waldgesellschaften von Sonderstandorten oder bei sehr artenreichen, lichten Wäldern. Die Aufnahmefläche sollte im Sinne einer möglichst großen standörtlichen Homogenität eine Fläche von 400-500 m<sup>2</sup> nicht wesentlich überschreiten, zumal bei einer Vergrößerung der Fläche der Zugewinn an zusätzlichen Arten durch andere Arten, die dann übersehen werden, ausgeglichen werden dürfte.
- ▶ Die Aufnahmefläche muß einen ausreichenden Abstand zu Orten, von denen Störeinflüsse ausgehen können (Kahlflächen, Wildfütterungen, Wanderwege etc.), aufweisen.
- ▶ Überdichte Jungbestände sind zu vermeiden, da derartige Bestände mangels vorkommender Arten ohnehin keine Grundlage für eine weitere vegetationskundliche Auswertung bieten.
- ▶ Schlagflächen und Kulturen mit ihrer gänzlich andersartigen, einer sehr raschen Sukzession unterliegenden Vegetation sind als problematisch zu beurteilen. Einerseits sind wegen der vergleichsweise schlechten Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten, die die Schlagvegetation bestimmen, grundsätzlich diesbezügliche Daten erwünscht. Andererseits erschwert gerade die lückenhafte Kenntnis die tatsächliche Verwendung von Schlaggesellschaften

für Kartierungszwecke, sofern nicht ein sehr beträchtlicher Zeitaufwand investiert wird.

Insgesamt sollten im Zuge der Erhebungen so viele Flächen bearbeitet werden, daß jede Standortseinheit mit allen in ihr aktuell auftretenden Waldgesellschaften durch mindestens eine, vorzugsweise aber mehrere Aufnahmen dokumentiert wird. Es ist zweckdienlich, im Gelände sichtbare Standortgradienten durch einen Transekt aus mehreren Vegetationsaufnahmen abzudecken, oder nebeneinander liegende, bodenkundlich  $\pm$  gleiche Flächen aufzunehmen, die sich nur durch unterschiedliche Vegetationszusammensetzung (Baumarten) unterscheiden.

##### 3.3.1.2 Aufnahmemethodik

Die Vegetationsaufnahme besteht aus einer vollständigen, nach Schichten getrennten Liste der auf der Fläche vorkommenden, nach ihrer Mächtigkeit bewerteten Pflanzenarten mit ihren wissenschaftlichen Namen. Erhoben werden Gefäßpflanzen und boden- bzw. humusbewohnende Moose und Flechten. Moose und Flechten von Kleinstandorten, die nicht dem üblichen Wurzelsubstrat der Gefäßpflanzen entsprechen (z.B. Baumrinde, Totholz, Fels), sowie sämtliche Pilze werden weggelassen oder getrennt notiert. Wo die Artengarnitur im Verlauf der Jahreszeiten einem Wechsel unterliegt, ist zur vollständigen Erfassung der Pflanzengesellschaft mit ihren unterschiedlichen jahreszeitlichen Aspekten ein mehrmaliger Begang nötig.

Die Artmächtigkeit wird mit einer kombinierten Abundanz-/Dominanzskala geschätzt.

Tabelle 3.37:

Kombinierte Abundanz-/Dominanzskala zur Angabe der Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET (1951), verändert nach WESTHOFF & VAN DER MAAREL (1978)

Code	Dominanz	Abundanz
r		ganz vereinzelt (meist nur ein Individuum)
+	<5 %	spärlich
1		reichlich
2m		sehr zahlreich
2a	5-12.5 %	
2b	12.5-25 %	
3	25-50 %	
4	50-75 %	
5	75-100 %	

Bei der Aufnahme sind zumindest 4 Einzelschichten, nämlich Baum-, Strauch-, Kraut- und Moossschicht zu unterscheiden.

- ▶ Die **Mooschicht** enthält Moose und Flechten, also ausschließlich wurzellose Pflanzen.
- ▶ Die **Krautschicht** enthält alle unverholzten Gefäßpflanzen sowie verholzte Pflanzen bis zu einer Maximalhöhe von 0.5 m. Sie schließt also Jungpflanzen der Baum- und Straucharten ein. Eine Untergliederung bei einer Höhe von 0.5 m in 2 Teilschichten kann sinnvoll sein.
- ▶ Die **Strauchschicht** enthält holzige Pflanzen mit einer Höhe von mehr als 0.5 m. Ihre Obergrenze ist von der Bestandesstruktur abhängig und kann bei 3-5 m angenommen werden.
- ▶ Die **Baumschicht** kann weiter in Ober-, Mittel- und Unterschicht untergliedert werden.

Die ungefähren Höhengrenzen zwischen den Schichten, sowie die Gesamtdeckung der einzelnen Schichten (in %) müssen notiert werden.

### 3.3.2. Waldgesellschaft (P)

Waldgesellschaften sind - ähnlich wie die Standorteinheiten - das **Endprodukt eines Klassifikationsvorganges**. Dabei werden aus der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Pflanzendecke - repräsentiert durch Vegetationsaufnahmen - mit ihrer beträchtlichen Variation und oft kontinuierlichen Übergängen abstrakte Typen gebildet, die sich mit Hilfe von Differentialarten (Trennarten)  $\pm$  scharf abgrenzen lassen. Bei diesem Verfahren werden in Mitteleuropa die Prinzipien der pflanzensoziologischen Schule von Zürich-Montpellier (BRAUN-BLANQUET 1951, 1964, DIERSCHKE 1994) angewandt.

Die Waldgesellschaften mit ihren Differentialarten können zur Kartierung der realen (= aktuellen) Vegetation, aus der die zugrundeliegenden Vegetationsaufnahmen ohnehin stammen, eingesetzt werden und beschreiben dann die Zustandsformen einer Standortseinheit. Andererseits wird dieses System von Vegetationseinheiten auch zur Bezeichnung der potentiellen natürlichen Vegetation (PNV) verwendet. Die Vegetationsklassifikation soll erst dann erfolgen, wenn zumindest ein Teil der Erkundungstätigkeit abgeschlossen ist. Eine Ansprache der Waldgesellschaft im Rahmen der gängigen pflanzensoziologischen Systematiken ist für einen erfahrenen Bearbeiter in vielen Fällen auch im Gelände möglich, muß aber meist gerade dort vorläufig bleiben, wo es für die Kartierung von Standortseinheiten interessant wird, nämlich in Übergangssituationen und bei der Ansprache auf den unteren Hierarchiestufen eines Systems. Sie ist dort auf die vergleichende

Bewertung eines umfangreicheren Aufnahmematerials sowie auf die Einbeziehung von Vergleichsliteratur angewiesen.

#### 3.3.2.1 Klassifikation vegetationskundlicher Daten (P)

Der erste und wichtigste Schritt zur Ermittlung von Waldgesellschaften besteht in der Klassifikation der eigenen, aus der Erkundungstätigkeit stammenden Daten. Daraus resultieren Gesellschaften, gekennzeichnet durch Dominante und Differentialarten (= Trennarten), deren Gültigkeitsbereich vorerst auf das eigene Arbeitsgebiet beschränkt ist. Sofern man nur die lokale Verwendbarkeit dieser Gesellschaften anstrebt, kann auf eine Einordnung in ein überregional gültiges syntaxonomisches System (Kap. 3.3.2.2) verzichtet werden.

Für die Vegetationsklassifikation steht eine reiche Auswahl von Methoden und Hilfsmitteln zur Verfügung:

- ▶ Der traditionelle Weg bedient sich der „pflanzensoziologischen Tabellenarbeit“, die heute meist mit EDV-Unterstützung (Tabellenkalkulationsprogramme) durchgeführt wird. Dabei wird durch sukzessives Umordnen von Arten (= Zeilen) und Aufnahmen (= Spalten) eine Blockstruktur erzeugt, aus der einerseits Gruppen von Trennarten, andererseits Blöcke von Aufnahmen ähnlicher Artenzusammensetzung (Gesellschaften) zu entnehmen sind.
- ▶ Vermehrt werden heute Verfahren der multivariaten Statistik herangezogen. Für Klassifikationszwecke sind verschiedene Verfahren der Clusteranalyse einsetzbar. Um einmal definierte, etwa aus einer Clusteranalyse stammende Gruppen von Aufnahmen floristisch zu charakterisieren, kann eine Diskriminanzanalyse durchgeführt werden. Am häufigsten wird TWINSPAN angewendet, ein speziell für Vegetationsanalysen entwickeltes Programm, das in einem Programmdurchlauf sowohl eine Klassifikation durchführt, als auch Trennarten (indicator species) identifiziert.
- ▶ Um die Ähnlichkeitsbeziehungen zwischen Aufnahmen bzw. Gesellschaften herauszustellen oder sie in ökologische Reihen einzuordnen, sind verschiedene numerische Ordinationsverfahren (Hauptkomponentenanalyse, Korrespondenzanalyse) gebräuchlich.

Es kann kein allgemeingültiges Rezept für die Vegetationsklassifikation angeboten werden. Ratsam ist es, mehrere, möglichst auf unterschiedlichen

Ansätzen beruhende Verfahren nebeneinander am gleichen Datensatz anzuwenden, da die statistischen Voraussetzungen für die genannten Verfahren in der Regel durch die verfügbaren Daten nie voll erfüllt werden, und daher jedes Ergebnis nur als  $\pm$  gute Annäherung an die Wirklichkeit zu gelten hat. Das letzte Urteil bei widersprüchlichen Ergebnissen obliegt dem fachkundigen Bearbeiter, der auch eigene Geländekenntnis und sein Wissen über die Entstehung des Datensatzes einfließen lassen kann. Auch wenn multivariate Statistikmethoden eingesetzt werden, ist die Aufbereitung der Daten in Form einer Vegetationstabelle, gleichsam als Resümee aus dem Einsatz unterschiedlicher Methoden, ratsam.

### 3.3.2.2 Pflanzensoziologische Systematik (O)

In der Regel ist die Verwendung der Ergebnisse einer Standortserkundung über das engere Arbeitsgebiet hinaus erwünscht. Darüber hinaus ist bei der Ermittlung der „potentiellen natürlichen Vegetation“ (PNV) die Einbeziehung pflanzensoziologischer Vergleichsliteratur nötig. Aus diesen Gründen werden die lokal vorgefundenen Waldgesellschaften im nächsten Arbeitsschritt in eines der gängigen regionalen und überregionalen pflanzensoziologischen Systeme eingeordnet.

Die pflanzensoziologische Systematik (Syntaxonomie) strebt eine standardisierte, durch einen Nomenklatur-Code geregelte Benennung der Pflanzengesellschaften an. Die grundlegende syntaxonomische Gliederungskategorie ist dabei die Assoziation (z.B. *Helleboro nigri-Fagetum*). Assoziationen können nach abgestufter floristischer Ähnlichkeit zu Verbänden (z.B. *Fagion sylvaticae*), Ordnungen (z.B. *Fagetalia sylvaticae*) und Klassen (z.B. *Quercofagetea*) zusammengefaßt, oder weiter in Subassoziationen und Varianten unterteilt werden. Das angestrebte Ziel, ein international einheitliches System aller Pflanzengesellschaften, ist zur Zeit noch nicht in Sicht.

Die klassische Vorgangsweise bei der Identifikation der Waldgesellschaften bedient sich des Konzeptes, daß Syntaxa mit Differentialarten (= Trennarten), von der Assoziation aufwärts auch mit Charakterarten (= Kennarten) ausgestattet sein müssen. Das Vorkommen dieser Kenn- und Trennarten ist in den lokal vorgefundenen Gesellschaften festzustellen, und ermöglicht so eine Bestimmung der Pflanzengesellschaft. Daneben spielen heute vermehrt auch dominante Arten eine wichtige Rolle bei der Identifikation von Waldgesellschaften. Weiters können auch die oben angeführten Klassifikationsmethoden

eingesetzt werden, indem etwa Typusaufnahmen von in Frage kommenden (Sub-)Assoziationen sowie sonstiges Vergleichsmaterial mit den eigenen Aufnahmen mitverrechnet werden.

Für das gesamte Bundesgebiet stehen die neue Vegetationsgliederung von MUCINA ET AL. (1993) und die ältere von MAYER (1974) zur Verfügung. In den an Deutschland angrenzenden Wuchsgebieten kann die Gliederung von OBERDORFER (1992) verwendet werden, in Vorarlberg und dem westlichen Tirol auch ELLENBERG & KLÖTZLI (1972). Außerdem gibt es die vegetationskundliche Gebietsmonographien von ZUKRIGL (1973, 1989), die für eine Gliederung klimax-naher Waldgesellschaften ebenfalls in Betracht zu ziehen sind. Es ist ratsam, mehrere dieser vegetationskundlichen Gliederungssysteme zum Vergleich heranzuziehen, da damit auch die das jeweilige Gliederungsschema verwendende und die dort zitierte pflanzensoziologische Literatur zugänglich wird.

Da bei der Vegetationsklassifikation häufig mehrere Sichtweisen möglich und zulässig sind, und zur Zeit noch kein „perfektes“ System existiert, erfolgt hier **keine** Festlegung auf eine bestimmte Synsystematik. In diesem Sinne ist die nachfolgende Übersicht über Wald- und Gebüschgesellschaften, wie sie sich mit geringen Abänderungen aus MUCINA ET AL. (1993) ergibt nur als Beispiel für eine von mehreren möglichen Gliederungen anzusehen.

Es sei an dieser Stelle ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die wissenschaftliche Qualität eines Projekts in erster Linie an der guten inhaltlichen Dokumentation (Vegetationsaufnahmen, diagnostische Artenkombination) der im Gebiet vorkommenden pflanzensoziologischen Einheiten zu messen ist, und nicht an der Wahl des „richtigen“ Namens dafür.

- ▶ **Oxycocco-Sphagneteta** Br.-Bl. et R.Tx. ex Westhoff et al. 1946
  - ▶ **Sphagnetalia medii** Kästner et Flößner 1933
    - ▶ **Sphagnion medii** Kästner et Flößner 1933
      - ▶ **Pinetum rotundatae** Kästner et Flößner 1933
        - ▶ ***Pinus mugo*-Ausbildung**
        - ▶ ***Pinus uncinata*-Ausbildung**
- ▶ **Mulgedio-Aconitetea** Hadac et Klika 1944
  - ▶ **Adenostyletalia** G.Br.-Bl. et J.Br.-Bl. 1931
    - ▶ **Alnion viridis** Aichinger 1933
      - ▶ **Alnetum viridis** Br.-Bl. 1918
      - ▶ **Allio victorialis-Fagetum** Smettan ex Karner et Mucina 1993
      - ▶ **Salici appendiculatae-Aceretum pseudoplatani** Oberd. 1957
      - ▶ **Saxifrago rotundifoliae-Salicetum appendiculatae** Mucina 1993

- ▶ **Alnetea glutinosae** Br.-Bl. et R.Tx. ex Westhoff et al. 1946
  - ▶ **Salicetalia auritae** Doing 1962
    - ▶ **Salicion auritae** T.Müller et Görs 1958
  - ▶ **Alnetalia glutinosae** R.Tx. 1937
    - ▶ **Alnion glutinosae** Malcuit 1929
      - ▶ **Carici elongatae-Alnetum glutinosae** Koch 1926
      - ▶ **Hottonio-Alnetum** (Hueck 1929) Fukarek 1961
      - ▶ **Carici acutiformis-Alnetum glutinosae** Scamoni 1935
      - ▶ **Carici ripariae-Alnetum glutinosae** Weisser 1970
- ▶ **Salicetea purpureae** Moor 1958
  - ▶ **Salicetalia purpureae** Moor 1958
    - ▶ **Salix purpurea-Gesellschaft**
  - ▶ **Salicion eleagno-daphnoides** (Moor 1958) Grass 1993
    - ▶ **Salicetum incano-purpureae** Sillinger 1933 (incl. **Salici incanae-Hippophaetum** Br.-Bl. 1939)
  - ▶ **Salicion albae** Soó 1930
    - ▶ **Salicetum triandrae** Malcuit ex Noifalise 1955
    - ▶ **Salicetum albae** Issler 1926
    - ▶ **Salicetum fragilis** Passarge 1957
- ▶ **Rhamno-Prunetea** Rivas Goday et Borja Carbonell 1961
  - ▶ **Prunetalia** R.Tx. 1952
    - ▶ **Berberidion** Br.-Bl. 1950
    - ▶ **Rubo-Prunion spinosae** (R.Tx. 1952) T.Müller 1967
    - ▶ **Prunion spinosae** Soó 1951
- ▶ **Quercu-Fagetea** Br.-Bl. et Vlieger 1937
  - ▶ **Fagetalia sylvaticae** Pawlowski 1928
    - ▶ **Alnion incanae** Pawlowski 1928
      - ▶ **Alnenion glutinoso-incanae** Oberd. 1953
      - ▶ **Alnetum incanae** Lüdi 1921
      - ▶ **Stellario nemorum-Alnetum glutinosae** Lohmeyer 1957
      - ▶ **Stellario bulbosae-Fraxinetum** (Kutschera 1951) Oberd. 1953
      - ▶ **Carici remotae-Fraxinetum** Koch ex Faber 1936
      - ▶ **Pruno-Fraxinetum** Oberd. 1953
    - ▶ **Ulmenion** Oberd. 1953
      - ▶ **Quercu-Ulmetum** Issler 1926
      - ▶ **Fraxino pannonicae-Ulmetum** Soó in Aszód 1936
      - ▶ **Fraxino-Populetum** Jurko 1958
  - ▶ **Tilio platyphylli-Acerion pseudoplatani** Klika 1955
    - ▶ **Ahornreiche Gesellschaftsgruppe**
      - ▶ **Mercuriali-Fraxinetum** (Klika 1942) Husová 1981
      - ▶ **Corydalido cavae-Aceretum pseudoplatani** Moor 1938
      - ▶ **Carici pendulae-Aceretum** Oberd. 1957
      - ▶ **Hacquetio-Fraxinetum excelsioris** Marinček 1993
      - ▶ **Scolopendrio-Fraxinetum** Schwickerath 1938
      - ▶ **Lunario-Aceretum** Richard ex Schlüter 1957
      - ▶ **Violo albae-Fraxinetum** Mucina 1993
      - ▶ **Arunco-Aceretum** Moor 1952
      - ▶ **Ulmo-Aceretum pseudoplatani** Beger 1922
      - ▶ **Asperulo taurinae-Aceretum** Ellenberg et Klötzli 1972
    - ▶ **Lindenreiche Gesellschaftsgruppe**
      - ▶ **Aceri-Carpinetum** Klika 1941
      - ▶ **Poo nemoralis-Tilietum cordatae** Firbas et Sigmond 1928
      - ▶ **Cynancho-Tilietum platyphyllis** Winterhoff 1963
      - ▶ **Asperulo taurinae-Tilietum** Trepp 1947
- ▶ **Carpinion betuli** Issler 1931
  - ▶ **Galio sylvatici-Carpinetum** Oberd. 1957
  - ▶ **Melampyro nemorosi-Carpinetum** Passarge 1957
  - ▶ **Carici pilosae-Carpinetum** Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1964
  - ▶ **Primulo veris-Carpinetum** Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1964
  - ▶ **Festuco heterophyllae-Quercetum** Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1964
  - ▶ **Quercu robori-Carpinetum** M.Wraber 1969 (incl. **Fraxino pannonicae-Carpinetum** auct.)
- ▶ **Erythronio-Carpinion** (Horvat 1958) Marinček 1993
  - ▶ **Asperulo odoratae-Carpinetum** M.Wraber 1969
  - ▶ **Helloboro nigri-Carpinetum** Marinček 1993
- ▶ **Fagion sylvaticae** Luquet 1926
  - ▶ **Eu-Fagenion** Oberd. 1957
    - ▶ **Asperulo odoratae-Fagetum** Sougnez et Thill 1959
      - ▶ **sub-/tiefmontane Ausbildung**
      - ▶ **montane Polygonatum verticillatum-Ausbildung („Asperulo-Abieti-Fagetum“)**
    - ▶ **Dentario enneaphylli-Fagetum** Oberd. ex Matuszkiewicz et Matuszkiewicz 1960
    - ▶ **Carici pilosae-Fagetum** Oberd. 1957 (incl. **Melittio-Fagetum** Soó (1962) 1971)
  - ▶ **Daphno-Fagenion** T.Müller 1966
    - ▶ **Hordelymo-Fagetum** (R.Tx. 1937) Kuhn 1937 (incl. **Aro maculati-Fagetum** auct. pp.)
    - ▶ **Lonicero alpigenae-Fagetum** Oberd. & T.Müller 1984
    - ▶ **Aposerido-Fagetum** Oberd. 1967 (incl. **Adenostylo glabrae-Fagetum** auct., **Pulmonario-Fagetum** auct.)
      - ▶ **sub-/tiefmontane Ausbildung**
      - ▶ **montane Polygonatum verticillatum-Ausbildung („Aposerido-Abieti-Fagetum“)**
    - ▶ **Helleboro nigri-Fagetum** Zukrigl 1973
      - ▶ **sub-/tiefmontane Lathyrus vernus-Ausbildung**
      - ▶ **montane Polygonatum verticillatum-Ausbildung („Helloboro-Abieti-Fagetum“)**
    - ▶ **Poo stiriacaе-Fagetum** Zukrigl 1973
      - ▶ **sub-/tiefmontane Brachypodium-Ausbildung**
      - ▶ **montane Polygonatum verticillatum-Ausbildung („Poo stiriacaе-Abieti-Fagetum“)**
  - ▶ **Cephalanthero-Fagenion** R.Tx. 1958
    - ▶ **Carici albae-Fagetum** Moor 1952 (incl. **Seslerio-Fagetum** Moor 1952, **Taxo-Fagetum** Etter 1947)
    - ▶ **Cephalanthero-Fagetum** Oberd. 1957
  - ▶ **Acerenion pseudoplatani** Oberd. 1957
    - ▶ **Aceri-Fagetum** J.Bartsch et M. Bartsch 1940
- ▶ **AremonioFagion** (Borhidi 1963) Török et al. 1989
  - ▶ **Ostryo-Fagetum** M.Wraber ex Trinnajstic 1972
  - ▶ **Hacquetio-Fagetum** Kosir 1962
  - ▶ **Lamio orvalae-Fagetum** (Horvat 1938) Borhidi 1963
  - ▶ **Ranunculo platanifolii-Fagetum** Marinček et al. 1993
  - ▶ **Anemono trifoliae-Fagetum** Tregubov ex Marinček et al. 1993
  - ▶ **Polysticho lonchitis-Fagetum** (Horvat 1938) Marinček 1993
  - ▶ **Aconito paniculati-Fagetum** (Zupancic 1969) Marinček et al. 1993

- ▶ **Quercetalia roboris** R.Tx. 1931
  - ▶ **Genisto germanicae-Quercion** Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1967
    - ▶ **Deschampsio flexuosae-Quercetum sessiliflorae** Firbas et Sigmond 1928
    - ▶ **Molinio arundinaceae-Quercetum** Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1967
    - ▶ **Cytiso nigricantis-Quercetum** Pauca 1941
    - ▶ **Sorbo torminalis-Quercetum** Svoboda ex Blazková 1962
    - ▶ **Genisto pilosae-Quercetum petraeae** Zólyomi et al. ex Horánszky 1964
  - ▶ **Luzulo-Fagion** Lohmeyer et R.Tx. 1954
    - ▶ **Luzulo nemorosae-Fagetum sylvaticae** Meusel 1937
      - ▶ sub-/tiefmontane Ausbildung
      - ▶ montane *Abies*-Ausbildung („Luzulo-Abieti-Fagetum“)
    - ▶ **Luzulo-Tiletum cordatae** Grabherr et Mucina ex Grabherr 1993
    - ▶ **Calamagrostio villosae-Fagetum** Mikyska 1972
- ▶ **Quercetalia pubescentis** Klika 1933
  - ▶ **Quercion pubescentis-sessiliflorae** Br.-Bl. 1932
    - ▶ **Geranio sanguinei-Quercetum pubescentis** Wagner ex Wendelberger 1953 (incl. *Euphorbio angulatae-Quercetum pubescentis* Knapp ex Hübl 1959)
    - ▶ **Pruno mahaleb-Quercetum pubescentis** Jakucs et Fekete 1957
    - ▶ **Corno-Quercetum** Máthe et Kovács 1962
    - ▶ **Quercetum petraeae-cerris** Soó ex Máthe et Kovács 1962
    - ▶ **Potentillo albae-Quercetum** Libbert 1933
  - ▶ **Aceri tatarici-Quercion** Zólyomi 1957
    - ▶ **Quercetum pubescenti-roboris** (Zólyomi 1957) Michalko et Dzatko 1965 (incl. *Aceri tatarici-Quercetum* Zólyomi 1957)
- ▶ **Pulsatillo-Pinetea** Oberd. 1967
  - ▶ **Pulsatillo-Pinetalia** Oberd. 1967
    - ▶ **Ononido-Pinion** Br.-Bl. 1950
      - ▶ **Ononido-Pinetum** Br.-Bl. 1946
      - ▶ **Junipero sabiniae-Laricetum** (Wagner 1979) Mayer 1984
- ▶ **Erico-Pineta** Horvat 1959
  - ▶ **Erico-Pinetalia** Horvat 1959
    - ▶ **Erico-Pinion sylvestris** Br.-Bl. 1939
      - ▶ **Molinio litoralis-Pinetum** Schmid ex Etter 1947
      - ▶ **Erico-Pinetum sylvestris** Br.-Bl. 1939 (incl. *Cephalanthero-Pinetum sylvestris* Ellenberg et Klötzli 1972)
      - ▶ **Carici humilis-Pinetum sylvestris** Br.-Bl. 1939
      - ▶ **Dorycnio-Pinetum** Oberd. 1957
      - ▶ **Euphorbio saxatilis-Pinetum nigrae** Wendelberger ex Zimmermann 1972
      - ▶ **Seslerio-Pinetum nigrae** Wagner 1941
    - ▶ **Fraxino orni-Ostryion carpinifoliae** Tomazic 1940
      - ▶ **Fraxino orni-Pinetum nigrae** Martin-Bosse 1967
      - ▶ **Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum orni** Aichinger 1933
    - ▶ **Erico-Pinion mugo** Leibundgut 1948
      - ▶ **Erico carnea-Pinetum prostratae** Zöttl 1951 (incl. *Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti* Br.-Bl. et Sissingh 1939 em Wallnöfer 1993)
      - ▶ **Vaccinio myrtilli-Pinetum montanae** Morton 1927
      - ▶ **Lycopodio annotini-Pinetum uncinatae** Starlinger 1992
      - ▶ **Erico carnea-Pinetum uncinatae** Br.-Bl. 1939
      - ▶ **Rhododendro hirsuti-Pinetum montanae** Br.-Bl. 1939
      - ▶ **Pinetum cembrae** Bojko 1931
      - ▶ **Laricetum deciduae** Bojko 1931
- ▶ **Vaccinio-Piceetea** Br.-Bl. 1939
  - ▶ **Piceetalia excelsae** Pawlowski 1928
    - ▶ **Piceion excelsae** Pawlowski 1928
      - ▶ **Larici-Pinetum cembrae** Ellenberg 1963
      - ▶ **Larici-Piceetum** (Br.-Bl. et al. 1954) Ellenberg et Klötzli 1972
      - ▶ **Soldanello montanae-Piceetum** Volk 1939
      - ▶ **Mastigobryo-Piceetum** (Schmidt et Gaisberg 1936) Br.-Bl. et Sissingh 1939
      - ▶ **Luzulo nemorosae-Piceetum** (Schmidt et Gaisberg 1936) Br.-Bl. et Sissingh 1939
      - ▶ **inneralpine Picea-Ausbildung** (=Luzulo-Piceetum s.str.)
      - ▶ **zwischenalpine Abies-Ausbildung** (=Luzulo-Abietetum H.Mayer et Hofmann 1969)
      - ▶ **Rhododendro ferruginei-Pinetum prostratae**
  - ▶ **Dicrano-Pinion** (Libbert 1932) Matuszkiewicz 1962
    - ▶ **Dicrano-Pinetum** Preising et Knapp 1957
    - ▶ **Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum** H.Mayer et Hofmann 1969
    - ▶ **Cardaminopsio petraeae-Pinetum** Hübl et Holzner 1977
    - ▶ **Festuco eggleri-Pinetum** Egger 1954
    - ▶ **Festuco ovinae-Pinetum** Egger 1954
  - ▶ **Betulion pubescentis** Lohmeyer et R.Tx. 1957
    - ▶ **Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis** Libbert 1932
    - ▶ **Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris** Kleist 1929
    - ▶ **Sphagno-Piceetum** Zukrigl 1973 (incl. *Sphagno girgensohnii-Piceetum* auct.)
  - ▶ **Athyrio-Piceetalia** Hadac 1962
    - ▶ **Chrysanthemo rotundifolii-Piceion** (Krajina 1933) Brezina et Hadac 1962
      - ▶ **Adenostylo glabrae-Piceetum** M.Wraber ex Zukrigl 1973
      - ▶ **Adenostylo alliariae-Piceetum** Zukrigl 1973 (incl. *Adenostylo alliariae-Abietetum* auct.)
  - ▶ **Abieti-Piceion** (Br.-Bl. 1939) Soó 1964
    - ▶ **Galio rotundifolii-Abietetum** Wraber 1955 (incl. *Galio rotundifolii-Piceetum* auct.)
    - ▶ **Veronico latifoliae-Piceetum** Ellenberg et Klötzli 1972
    - ▶ **Adenostylo glabrae-Abietetum** H.Mayer et Hofmann 1969
    - ▶ **Calamagrostio varia-Piceetum** Schweingruber 1972
      - ▶ inneralpine *Picea*-Ausbildung
      - ▶ zwischenalpine *Abies*-Ausbildung
    - ▶ **Carici albae-Piceetum** H.Mayer et al. 1967
    - ▶ **Asplenio-Piceetum** Kuoch 1954
    - ▶ **Equiseto-Abietetum** Moor 1952

### 3.3.3 Vegetationstypen

Neben dem aus der Pflanzensoziologie stammenden, auch außerhalb Europas verbreiteten Konzept der „Waldgesellschaft“ findet in der österreichischen forstlichen Praxis das auf Hufnagl (1970) zurückgehende Konzept der „Vegetationstypen“ breite Anwendung (vergleiche Kapitel 2.3.5.7 Vegetation). Nachfolgend wird eine Liste von Vegetationstypen angeführt, die bei bisherigen Kartierungen der FBVA ausgeschlossen wurden und von der Waldboden-

Zustandsinventur sowie der Waldinventur österreichweit verwendet werden. Die Liste stellt eine vorläufige „Maximalversion“ dar, die von den genannten Institutionen bzw. Projekten jeweils bisher nicht voll ausgeschöpft wurde. Die dekadische Codierung erlaubt jedoch eine Ansprache auf verschiedenem Genauigkeitsniveau. Für die meisten Anwendungen genügt die Differenzierung der Haupttypen.

Insbesondere die Vegetationstypen degradierter Standorte (Vergrasungen, Verhagerungs- und diverse Zwergstrauchtypen) dokumentieren Humusformen und Oberbodenstörungen sehr differenziert. Die Aussagekraft der anspruchsvolleren und meist

naturnäheren „Kräutertypen“ insbesondere im Laubwaldgebiet ist hingegen gering. Eine feinere Differenzierung ist hier oft mit der Unterscheidung pflanzensoziologisch gefaßter Gesellschaften redundant und daher wenig zielführend.

Ist auf der Probefläche keine Bodenvegetation vorhanden, kann dies ebenfalls dokumentiert werden (Bezeichnung „nudum“). Damit wird die spezifische Situation (Dunkelstellung, Streuauflage, meist mächtiger F-Horizont etc.) charakterisiert. Eine Zuordnung zum nächststehenden Vegetationstyp ist von Bestandslücken oder benachbarten Flächen auf vergleichbarem Standort her möglich.

Tabelle 3.38: Liste der Bodenvegetationstypen

01		Schattenkräutertypen	
	01.1	Waldmeister-Sanikel-Typ	Galium odoratum(Asperula)-Sanicula
	01.2	Unterhang-Kräutertyp mit Feuchtezeigern	Pulmonaria-Symphytum-Asarum
	01.3	Neunblattzahnwurz-Bingelkraut-Typ	Dentaria enneaphyllos-Mercurialis
02		mäßig frische Kräutertypen	
	02.1	Bingelkraut-(Maiglöckchen-Zyklamen)-Typ	Mercurialis-(Convallaria-Cyclamen)
	02.2	Primel-Leberblümchen-Typ	Primula-Hepatica
	02.3	Habichtskraut-Wachtelweizen-Typ	Hieracium-Melampyrum
	02.4	Kalklichtkräutertyp	
03		wärmeliebende Kräutertypen	
04		Sauerkleetypen	
	04.1	Sauerklee-Schattenblümchen-Typ	Oxalis typicum
	04.2	farnreicher Sauerkleetyp	Oxalis-Farne
	04.3	Sauerklee-Schaumkraut-Typ	Oxalis-Cardamine trifolia
	04.4	Sauerklee-Rundbl. Labkraut-Typ	Oxalis-Galium rotundifolium
	04.5	Sauerklee-Alpenlattich-Typ	Oxalis-Homogyne alpina
	04.6	Sauerklee-Heidelbeer-Typ	Oxalis-Vaccinium myrtillus
	04.7	Kräuterreicher Sauerkleetyp	
	04.8	Sauerklee-Seegras-Typ	Oxalis-Carex brizoides
05		Astmoos-Heidelbeer-Drahtschmiele-Typen (AHD)	Vaccinium myrtillus-Avenella-Moose
	05.1	hochwüchsiger AHD im engeren Sinne	
	05.2	niedrigwüchsiger AHD	
	05.3	Adlerfarn-Heidelbeer-Typ	AHD mit Pteridium aquilinum
	05.4	Moostyp	
	05.5	Drahtschmieletyp	
06		Heidelbeer-Preiselbeer-Trockentyp (HPT)	Vaccinium myrtillus-V. vitis-idaea
07		Besenheidetyp	Calluna
08		Torfmoos-Heidelbeer-Drahtschmiele-Typ (THD)	
	08.1	Torfmoos-Heidelbeer-Drahtschmiele-Typ	
	08.2	Torfmoos-Typ	

09		Vergrasungen	
	09.0	Nicht näher bestimmte Vergrasung und Mischvergrasungen	
	09.1	Drahtschmielevergrasung	Avenella flexuosa
	09.2	Woll-Reitgrasvergrasung	Calamagrostis villosa
	09.3	Wald-Reitgrasvergr. u. Sand-Reitgrasvergr.	Calamagrostis arundinacea et C. epigejos
	09.4	Seegrasseggenvergrasung	Carex brizoides
	09.5	Weißseggenvergrasung	Carex alba
	09.6	Bunt-Reitgras-Vergrasung	Calamagrostis varia
	09.7	Wimpernseggen-Vergrasung	Carex pilosa
	09.8	Andere Vergrasung	Poa pratense, Festuca gigantea, Brachypodium, etc.
10		Verhagerungstyp	
11		Subalpine Zwergstrauchtypen	
	11.0	Alpenrosentyp	Rhododendron sp
	11.1	Heidelbeere-Rauschbeere-Beerenheide-Typ	Vaccinium myrtillus-Vaccinium uliginosum
	11.2	Trockener Zwergstrauchtyp	Calluna-Juniperus nana
	11.3	Loiseleuria und andere Polsterpflanzen, Flechten, Gamsheide, Polsterpflanzen, Flechten -Typ	
12		Erikatyp	Erica carnea
13		Weidetypen	
	13.1	Bürstlingrasentyp	Nardus stricta
	13.2	Lärchwiesentyp	
	13.3	Weidetyp mit Hochstauden	
	13.4	Wiesen (wenn keine Nichtwaldfläche)	
14		Naßgallenvegetation	
15		Hochstauden	
	15.1	Pestwurztyp	Petasites
	15.2	Alpendosttyp	Adenostyles sp
	15.3	Schlagflora	
	15.4	Springkrauttyp	Impatiens
	15.5	Nitratflora im Bestand	
16		Auwaldtypen	

### Beschreibung der wichtigsten Vegetationstypen

Zu Schattenkräutertypen oder Kräutertypen schlechthin werden alle jene Formen der Bodenvegetation zusammengefaßt, die vorwiegend bei naturnahem Bestandeszustand und für den jeweiligen Standort optimalen Humusformen (Mull, moderartiger Mull, mullartiger Moder) auftreten. Sie zeigen raschen Abbau des Bestandesabfalles, regen den Nährstoffumlauf an und treten nur bei einigermaßen ausgeglichener Wasserversorgung auf. Meist werden drei Kräutertypgruppen (01-03) unterschieden. Die Differenzierung ist zwar durch den

Standort weitgehend vorgegeben, doch kann etwa der „mäßig frische Typ“ auch eine Degradationsform aufgelichteter, untersonnter Bestände auf an sich frischen Standorten sein.

#### ► 01 Schattenkräutertypen

In der Mehrzahl anspruchsvolle Kräuter, deren gemeinsames Merkmal weiche, breite, leicht verwelkende Blätter sind (hygromorphe Pflanzen). Humusform: Mull  
Neunblatt-Zahnwurz (auf basenreichem Mull, meist auf Carbonat), Waldmeister (lockerer Mull, frisch), Wald-Bingelkraut, Buschwindröschen, Lungenkraut, Einbeere, Hohe Schlüsselblume, Goldnessel, Sanikel, Knollen-Beinwell

**►02 Mäßig frische Kräutertypen**

Vorwiegend auf etwas trockeneren, sonnseitigen, von Natur aus stärker belichteten Standorten; Humusform Mull oder Mullmoder.

Zyklame, Maiglöckchen, Leberblümchen, Frühlings-Platterbse, Wald-Bingelkraut, Mauerlattich, Hasenlattich, Wirbeldost, Habichtskräuter.

Die anspruchsvolleren Kräuter des Vegetationstyps 01, sowie ausgesprochen wärmeliebende Kräuter (z.B.: Blauer Steinsame) des Typs 03 fehlen.

**►03 Wärmeliebender Kräutertypen**

Artenreiche Vegetationsdecke wärmeliebender Laubwälder. Die Wasserversorgung ist infolge des warmen Standortklimas oft knapp (mäßig frisch bis frisch); vielfach auch wechselseuchte Böden. (Unterscheidung von Typ 01 standortsbedingt und daher bei ausreichender Standortklassifizierung entbehrlich.)

Blauer Steinsame, Weißes Fingerkraut, Auen-Weißwurz, Immenblatt, Kreuzlabkraut, Wald-Labkraut, Frühlings-Platterbse, Schafthlose Primel, Einblütiges Perlgras, verstärktes Auftreten wärmeliebender Baumarten wie Feldahorn etc.

**►04 Sauerkleetyp**

Sauerklee (*Oxalis acetosella*) liebt milden Feinmoder unter Nadelholz, vor allem Fichte. Er kommt natürlich vor allem im Fichten-(Tannen) Gebiet vor, in Laubwaldgebieten als Zustandsform unter sekundärer Nadelholzbestockung. Charakteristisch ist der vorherrschende Sauerklee. Die Begleitarten sind z.T. standortsspezifisch und dienen der Unterteilung in die oben angeführten Subtypen.

**04.1 Typische Ausbildung auf Silikatböden:**

Sauerklee, Schattenblümchen, Mauerlattich, Hasenlattich

ferner Varianten mit:

**04.2 Farnen (z.B. Frauenfarn, Männerfarn, Eichenfarn) auf betont frischen oder beschatteten Standorten****04.3 Kleeblatt-Schaumkraut (höherer Wasser- und Nährstoffhaushalt)****04.4 Rundblatt-Labkraut (warmfeuchte Lagen, Tannenwälder)****04.5 Alpenlattich (in höheren Lagen mit weiteren Zeigern, z.B. Gelbliche Hainsimse)****04.6 mit Arten des Heidelbeer-Drahtschmiele-Typs. Bodensaurer Grenzbereich des Sauerkleetyps im Übergang zum AHD. In natürlichen Fichtenwäldern hat die Heidelbeere ihren natürlichen Lebensraum und ist keine Degradationsform.****04.7 Kräuterreiche Ausbildung (Übergang zum Kräutertyp, auf carbonathaltigen Böden Kalkzeiger etc.) mit Einbeere, Neunblatt-Zahnwurz, Wald-Bingelkraut, Klebrigem Salbei****04.8 mit Seegras-Segge (auf wechselseuchten bis staunassen Böden)****►050 Astmoos-Heidelbeer-Drahtschmiele-Typ (AHD)**

Er ist von Natur aus an Fichtenwälder gebunden, hat aber als Degradationsform einen wesentlich weiteren Bereich erobert, meist als Folge von Bodenversauerung und Humusdegradation infolge Waldweide, Anbau standortsfremder Nadelhölzer und Schadstoffeinträgen.

Dominant sind die namengebenden Arten Heidelbeere, Drahtschmiele, sowie diverse Moose (variierend je nach Höhenstufe) z.B.: Rotstengelmoo, Gabelzahnmoos, Kranzmoos, Glänzendes Hainmoos.

Der AHD im weiteren Sinn hat eine sehr weite ökologische Amplitude. Es sind daher folgende Vegetationstypen zu unterscheiden:

**05.1 Üppiger AHD (AHD im engeren Sinn)**

Dichte, bis kniehohe, fruchtende Heidelbeere mit Rohhumusaufgabe. Verbreitet als Degradationstyp in verlichteten Plünderwäldern, sekundären Kiefernwäldern und vornehmlich mittleren Höhenlagen außerhalb des natürlichen Fichtengebietes. Starkes Verjüngungshindernis.

**05.2 Niedriger AHD**

Schattenform, meist nicht deckend, nicht fruchtend, nur geringe Auflagenhumusbildung; Humusform meist Grobmoder mit Übergängen zu Feinmoder. Nicht verjüngungshemmend für Fichte. Der Unterschied zwischen 051 und 052 liegt oft nur im Beschirmungsgrad.

**05.3 Adlerfarn-Heidelbeertyp**

Hohe Heidelbeere mit z.T. dichten Adlerfarnkolonien; in wärmeren, vorwiegend ebenen Lagen auf Moränen u.a. lockeren Deckschichten mit Wasserzug im Unterboden; im Waldviertel insbesondere in sekundären Kiefernwäldern.

**05.4 Moostyp**

Dichte Moosdecke mit kaum entwickelter Krautschicht. Astmoose (z.B. Rotstengelmoo) und Gabelzahnmoos herrschen vor. Besonders verbreitet in wärmeren Lagen auf verdichteten, wechsellöschenden und streugennutzten Böden.

**05.5 Drahtschmieletyp**

Geringdeckender Schleier von nichtblühender Drahtschmiele, meist in geschlossenen Altholzbeständen. Zeigt Tendenz zu Humusabbau an. Dieser Typ steht dem Typ 052 nahe und darf nicht mit der dichten, hohen Vergasung mit Drahtschmiele (meist auf Kahlschlägen) verwechselt werden.

**►06 Heidelbeer - Preiselbeer- Trockentyp (HP)**

Kleinere Vorkommen als natürliche Vegetation auf Extremstandorten, weiter verbreitet als Degradationstyp, auch auf frischen Standorten mit oberflächlicher Bodenaustrocknung (z.B. durch stärkere Besonnung in Plünderwäldern). Stets in Verbindung mit Pilzmoder, bzw. Trockentorfaufgaben.

Heidelbeere in niedriger, kleinblättriger Trockenform, Preiselbeere, Langhaar-Habichtskraut, Weißliche Hainsimse, Besenförmiger Gabelzahn, Bodenflechten.

**►07 Besenheidetyp (Calluna-Typ)**

Dieser ist häufig eine extreme Weiterentwicklung des vorigen Typs. Als Degradationsform auf saurem Kristallin, Sand oder Sandstein und meist trockenen Standorten, aber auch auf Standorten mit guter Wasserversorgung bei Austrocknung im Oberboden. Die Humusform ist Pilzmoder, oft treten mächtige Rohhumusaufgaben auf.

Besenheide, Preiselbeere, Heidelbeere, Katzenpfötchen, Habichtskraut-Arten.

**►080 Torfmoos-Heidelbeer-Drahtschmiele-Typ (THD)**

Dieser Typ schließt vorwiegend als feuchte Variante an den AHD an. Eine Extremform ist der Torfmoostyp (T) auf Hochmoor.

Auch im Fichtenanmoorwald überwiegt THD. Humusform ist kohligfaseriger Naßtorf bis Hochmoor-Torf. Neben den namengebenden Arten häufig: Kleines Zweiblatt, Woll-Reitgras, Bärlapp-Arten, Rippenfarn.

#### ►09 Vergrasungen

Die Vielzahl ökologisch ungleicher Vergrasungsformen wurde in eine Gruppe zusammengefaßt. Gemeinsames Merkmal ist die mehr oder minder deckende, zum Teil verdämmend wirkende und verjüngungshemmende Grasschicht. Fast ausschließlich sind es sekundäre Vegetationsformen in Lichtungen und auf Blößen. Naturgemäß vergrasen vornehmlich wärmere, sonnseitige Lagen.

Nicht als Vergasung anzuprechen sind vereinzelte Vorkommen von Gräsern in einer lichten Kräutervegetation: spärlicher Schleier von Drahtschmiele in Altholzbeständen (Vegetationstyp 05.5);

gering deckende Vegetation mit Weißlicher Hainsimse (Verhagerungstyp 10 oder natürliches Vorkommen in alpinen Fichtengebieten mit Heidelbeere, Sauerklee usw.);

Wald-Hainsimse auf Kalkböden in höheren Lagen gemeinsam mit Sauerklee (Vegetationstyp 04).

Die Vergasungstypen können je nach der dominierenden Grasart differenziert werden; sie sind teilweise standortsspezifisch, teilweise aber spezielle Zustandsformen mit recht unterschiedlichen ökologischen Konsequenzen. Die häufig auftretenden Formen sind der Tabelle zu entnehmen.

#### ►10 Verhagerungstyp

Gering deckende, artenarme Vegetation auf meist geringmächtigem Humushorizont. Vornehmlich in warmen Wuchsräumen und tieferen Lagen, an sonnseitigen oder windexponierten Hängen bei Bestandesauflichtungen. Typische Arten: Weißliche Hainsimse, Habichtskraut, Weißmoos.

#### ►11 Subalpine Zwergsträucher

Diese Gruppe umfaßt zahlreiche Vegetationstypen der subalpinen Stufe, welche als Sekundärvegetation auch in tiefere Waldstufen vordringen können.

Alpenrosen, Rauschbeere, Heidelbeere, Zwerg-Wacholder, Besenheide, Gernsbeide u.a.

#### ►12 Erika-Typ (Schneeheidetyp)

Dichte Vegetationsdecke, in der Erika (*Erica carnea*) vorherrscht, ausschließlich auf Kalk und Dolomit. Nur in tiefsten Lagen an Schatthängen, sonst an trockenen Sonnhängen, vorwiegend auf Dolomitschutt.

#### ►13 Weidetypen

Hier sind recht verschiedenartige Vegetationsformen zusammengefaßt, die durch Beweidung entstanden sind (negative Auslese durch das Vieh).

#### ►14 Naßgallenvegetation

An Quellen und Sickerwasser gebundene Vegetation ist durch sauerstoffreiches fließendes Wasser gekennzeichnet. Charakteristische Arten sind Bitteres Schaumkraut, Wechselblatt-Milzkraut, Sumpf-Dotterblume, Bach-Kälberkopf, Gewöhnliches Springkraut, Sumpf-Vergißmeinnicht, Hain-, Rasenschmiele (diese auch an staunassen Hängen), Schachtelhalm-Arten.

#### ►15 Hochstauden-Typ

Gemeinsames Merkmal dieser Gruppe ist eine üppige Vegetation von verschiedenen Großstauden.

Diese Gruppe umfaßt recht unterschiedliche Vegetationstypen:

A) Hochstaudenvegetation frischer bis feuchter Standorte (Unterhänge, Grabeneinhänge usw., auch in (lichten) Waldbeständen). Nach den dominanten Arten kann differenziert werden in:

15.1 Pestwurztyp

15.2 Alpendost-Typ

15.4 Springkrauttyp.

B) 15.3 Schlagflora auf frischen bis feuchten Standorten mit: Behaartem Hain-Greiskraut, Kahles Hain-Greiskraut, Himbeere.

C) 15.5 Nitratflora im Bestand: Stickstoffeintrag oder intensive Humusmineralisierung. Brombeer-Arten und Himbeere, Holunder Arten, Tollkirsche, Brennessel.

#### ►16 Auwaldtypen

Im Auwald werden keine einzelnen Vegetationstypen unterschieden. Um auch auf diesen Standorten einen Vegetationstyp angeben zu können, wurde der „Auwaldtyp“ als Sammelbegriff gefaßt.

Auch für Bachauen kann dieser Vegetationstyp angegeben werden, sofern es sich um einen auwaldähnlichen Waldtyp handelt. Die Vegetationselemente des Auwaldtyps können von Trocken- bis Feuchtigkeitsanzeigern reichen.

### 3.3.4 Aktuelle Vegetation (O)

Für die Beschreibung bzw. Kartierung der aktuellen (=realen) Vegetation stehen zwei Möglichkeiten zur Auswahl:

► **Waldgesellschaften** (siehe Kap. 3.3.2) wird man verwenden, wenn auch die Zusammensetzung der Baumbestände in die Darstellung einbezogen werden soll. Dadurch können Zusammenhänge zwischen Baumartenwahl und der Bodenvegetation verdeutlicht werden. Ob die Waldgesellschaften als Einheiten eines pflanzensoziologischen Gliederungssystems (siehe 3.3.2.2) mit standardisierter Nomenklatur oder als frei benannte lokale Gesellschaften behandelt werden, hat in erster Linie Auswirkungen auf die Vergleichbarkeit der Ergebnisse über das eigene Arbeitsgebiet hinaus.

► **Vegetationstypen** (siehe Kap. 3.3.3) zeichnen sich dagegen durch die einfachere Handhabung aus. Eine Anpassung des vorgegebenen Gliederungsschemas an lokale Verhältnisse ist nötig und sollte ausreichend erläutert werden.

### 3.3.5 Potentielle natürliche Vegetation (PNV) nach TÜXEN (P)

Die PNV kann auf zwei unterschiedliche Arten angegeben werden:

- ▶ **Waldgesellschaften** (siehe Kap. 3.3.2), sei es im Rahmen eines syntaxonomischen Systems, sei es als frei benannte lokale Gesellschaften, umfassen sowohl Baumbestand als auch die Bodenvegetation.
- ▶ Die **Standortsgesellschaften** bzw. der **Standortswald** (siehe Kap. 2.3.5.7) konzentrieren sich dagegen auf die Baumartenzusammensetzung, ja sogar nur auf drei vorherrschende Baumarten. Ihre Ermittlung ist einfacher und mit weniger Unsicherheitsmomenten behaftet.

Im übrigen sind zur Herleitung der PNV unabhängig davon, welche von beiden Versionen gewählt wird, dieselben Überlegungen anzustellen.

#### 3.3.5.1 Herleitung der PNV (P)

Die korrekte Vorgangsweise zur Ermittlung der PNV bzw. PNWG baut auf einem Vergleich der in einer Standortseinheit real vorhandenen Waldgesellschaften auf. Voraussetzung ist also ein vorhandenes Rohkonzept zur Standortsgliederung des Arbeitsgebiets. Da aber andererseits die PNV ein wichtiges definitorisches Merkmal der Standortseinheit ist, kann die endgültige Standortsgliederung infolge der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen PNV und Standortseinheit erst in einem zweiten Iterationsschritt festgelegt werden.

Ausgangsbasis aller weiteren Überlegungen ist die gesamte Bandbreite der realen Vegetation innerhalb einer hauptsächlich mit Hilfe von Relief- und Bodenmerkmalen vorläufig gefaßten Standortseinheit. Bei Vorliegen einer ausreichend großen Zahl von Vegetationsaufnahmen kann davon ausgegangen werden, daß eine der vorgefundenen Gesellschaften der PNV entspricht oder ihr zumindest nahesteht, wogegen die übrigen Gesellschaften Produkte anthropogener Einflußnahme („Zustandsformen“) sind. Auf Basis der Kenntnis der aktuellen Nutzungsformen, der örtlichen Waldgeschichte (historische Waldnutzung) und der Eigenschaften der vorhandenen Baumarten (Konkurrenzkraft, Verjüngungspotential, standortsspezifische Stabilität), sowie der Bodenvegetation, soweit bestimmte Zeigerarten Rückschlüsse auf das Standortspotential oder auf historische Nutzungsformen erlauben, werden diejenigen Waldgesellschaften, die sich als abgeleitete, menschlich geschaffene reversible „Zustandsformen“ identifizieren lassen, sukzessive aus den Überlegungen zur PNV der betrachteten Stand-

ortseinheit ausgeschlossen. Schlußendlich bleibt die PNWG als vom Menschen am wenigsten beeinflusste, naturnächste, dem Standortspotential am besten entsprechende Waldgesellschaft übrig.

Als eine Grundregel kann gelten, daß das vitale Auftreten der Baumarten, die als die Dominanten der regionalen (klimatischen) Klimaxvegetation anzusehen sind, auch dann auf die jeweilige Klimaxgesellschaft als PNV hinweist, wenn diese Baumarten nur einzeln auftreten. Eine von der Klimax abweichende Dauergesellschaft kann hier nur dann angenommen werden, wenn am konkreten Standort natürliche Störungen (Waldbrand, Lawinengang) bekannt sind, die bei periodischem Auftreten in langen Zeitintervallen, dennoch regelmäßig die Weiterentwicklung zur Klimaxvegetation unterbinden.

Standorte mit episodischer Wiederkehr natürlicher Katastrophen, z.B. boreale (und inneralpin-montane) Nadelwälder mit häufig auftretenden natürlichen Waldbränden, eröffnen besondere Probleme bei der Festlegung der PNV. Einerseits wird die höchstentwickelte Waldgesellschaft unter natürlichen Verhältnissen nicht immer erreicht oder ist gerade als besonders katastrophenanfällig anzusehen - als Beispiel kann hier die geringere Stabilität subalpiner Fichtenwälder bezüglich der Wirkung von Staublawinen im Vergleich mit Lärchenwäldern angeführt werden. Andererseits weisen die immer wieder gestörten Gesellschaften sehr wohl eine eindeutige Sukzessionstendenz auf, die ein höheres Standortspotential anzeigt. Dieses Potential kann dann mit geeigneten Schutzmaßnahmen, etwa Waldbrandbekämpfung oder Lawinenverbauung, auch tatsächlich ausgeschöpft werden.

Im Gegensatz zur sekundären Sukzession, wie sie auf wohlentwickelten Böden als Folge menschlicher oder natürlicher Störungen abläuft, ist bei der primären Sukzession, die ausgehend vom rohen Substrat mit der Bodenbildung einhergeht, generell die reale (aktuelle) Vegetation mit der PNV gleichzusetzen.

Sollten im Zuge der Überlegungen mehrere Waldgesellschaften, von denen keine als anthropogene Zustandsform einer anderen angesehen werden kann, übrig bleiben, so ist i.d.R. davon auszugehen, daß die betrachtete vorläufige „Standortseinheit“ eigentlich mehrere Standortseinheiten umfaßt, die sich anhand von in der Rohgliederung nicht berücksichtigten Merkmalen unterscheiden lassen.

Da kaum die gesamte notwendige Information, v.a. bezüglich der Baumarteneigenschaften und historischer Nutzungsformen, aus dem eigenen Arbeitsgebiet beschafft werden kann, ist bei diesem Verfahren-

Vergleichsliteratur über analoge Vegetations- und Standortverhältnisse aus anderen Gebieten außerordentlich wertvoll. Dies um so mehr, wenn die Ansprache der PNWG punktuell anhand einer einzigen Aufnahmefläche erfolgen soll.

### 3.4 Aufnahme der zuwachskundlichen Merkmale (O)

Wesentliche Klassifikationskriterien sind zuwachskundliche Kenngrößen wie Wuchsleistung oder Wuchsverhalten der Hauptbaumarten. Besonders in den Kartierungssystemen Baden-Württembergs und Bayerns wird die Ertragsklasse von Fichte (bzw. mögliche Ertragsklasse) und anderer Hauptbaumarten zur Unterscheidung von Standortseinheiten verwendet.

Es ist dabei zu berücksichtigen, daß Zahlen aus Einrichtungswerken (Operaten) für den Zweck der Forstlichen Standortkartierung meist nicht übernommen werden können, da sich die dort ermittelten Werte auf forstliche Wirtschaftseinheiten wie Abteilungen oder Unterabteilungen beziehen, innerhalb derer unterschiedliche standörtliche Voraussetzungen auftreten.

Die Einordnung von Beständen in Ertragsklassen der existierenden Ertragstafeln kann ebenfalls problematisch sein, da diese in Österreich nur 4 Hauptgebiete unterscheiden, also noch über dem Niveau der Hauptwuchsgebiete ansetzen. Sie unterstellen eine bestimmte Bestandesbehandlung, und basieren auch nicht auf Wuchsreihen, beschreiben daher die Bestandesentwicklung über das Alter nur unvollkommen.

Folgende Vorgangsweise zur Durchführung der ertragskundlichen Erhebungen wird vorgeschlagen (nach AK Standortkartierung, 1996, mod.):

- ▶ Aufsuchen von möglichst gleichmäßig bestockten, mindestens 1 ha großen Reinbeständen der zu untersuchenden Baumart
- ▶ Prüfung der bestandesgeschichtlichen Homogenität
- ▶ Prüfung der standörtlichen Variabilität; Aussuchen eines möglichst homogenen Bestandesteils
- ▶ Durchführung von Winkelzählproben (incl. Durchmesser- und Oberhöhenmessung).

Um eine einheitliche Bestandesbeschreibung zu gewährleisten, wird das bei der Österreichischen Waldzustandsinventur verwendete Verfahren em-

pfohlen. In der Folge werden die aufzunehmenden Merkmale kurz charakterisiert, eine genaue Beschreibung ist den Instruktionen für die Feldarbeit der Waldzustandsinventur zu entnehmen.

#### 3.4.1 Bestandesgrundfläche (O)

Die Ermittlung der Bestandesgrundfläche erfolgt mit Hilfe der Winkelzählprobe. Alle Bäume, die vom Mittelpunkt der Untersuchungsfläche aus breiter als der vorgegebene Gesichtswinkel erscheinen, ergeben multipliziert mit dem gewählten Zählerfaktor (1, 2, 4) unmittelbar die Grundfläche des Bestandes in m<sup>2</sup>/ha. Zur Ermittlung der Baumartenanteile muß die Grundfläche jeder einzelnen Baumart angegeben werden.

#### 3.4.2 Baumartenanteile (O)

Die Baumartenanteile werden aus dem Ergebnis der Winkelzählprobe abgeleitet und in Zehntel der Bestandesgrundfläche (auf- und abgerundet) angegeben.

#### 3.4.3 Alter (O)

Die Altersbestimmung erfolgt durch Zählen der Jahrringe an frischen Stöcken oder durch Bohrung in Stockhöhe, an 2-3 herrschenden Bäumen. In Mischbeständen sind Altersunterschiede zwischen den einzelnen Baumarten zu beachten.

#### 3.4.4 Bestandesoberhöhe (O)

Die Bestandesoberhöhe wird durch Höhenmessung der 6 stärksten Stämme der WZP beim Zählerfaktor 2 (oder der 3 stärksten Stämme bei Zählerfaktor 4) durchgeführt. Bei Mischbeständen kann die Oberhöhe der einzelnen Baumarten, ausgehend von der Bestandesoberhöhe, geschätzt werden.

#### 3.4.5 Ertragsklasse (O)

Nach Bestimmung von Alter und Oberhöhe kann die Ertragsklasse anhand der dem jeweiligen Wuchsgebiet zugeordneten Ertragstafel für jede einzelne Baumart ermittelt werden.

### 3.4.6 Bestockungsgrad (O)

Der Bestockungsgrad wird durch die Relation Grundfläche - Ist zu Grundfläche - Soll (aus Ertrags-tafel) definiert und kann für jede Baumart, deren Anteil größer als 1/10 ist, angegeben werden.

### 3.4.7 Kronenschlußgrad (O)

Als Kronenschlußgrad ist bei einschichtigen Beständen der Kronenschluß, bei zwei- und mehrschichtigen Beständen der Schluß der gedachten Kronenprojektion zu beurteilen. Folgende Schlußgrade werden unterschieden: räumdig, licht, locker, geschlossen und dicht.

### 3.4.8 Bestandaufbau (O)

Der Aufbau des Bestandes ist nach der Schichtung der Kronen und nicht nach Altersunterschieden, Stammstärken oder Ähnlichem zu beurteilen. Jede einzelne Schicht muß zumindest einen Kronenschlußgrad von 0.3 aufweisen: Die Unterteilung erfolgt in: einschichtig, zweischichtig, sowie mehrschichtig oder stufig.

### 3.4.9 Durchforstung in den letzten 10 Jahren, Durchforstungsart (O)

Erfolgte innerhalb der letzten 10 Jahre eine Durchforstung, so ist anzugeben, ob es sich hierbei um eine Niederdurchforstung, eine Hochdurchforstung, einen Lichtungshieb oder um Einzelbaumnutzungen handelte.

### 3.4.10 Bestandesschäden (O)

Sofern die Schäden stark genug sind, um eventuell Veränderungen von Standortsfaktoren zu bewirken, sollten diese beschrieben werden (z. B.: starker Insektenfraß, der zu verminderter Interzeption und zu verstärkter Belichtung des Waldbodens führt). Nur durch eine exakte Bestimmung all dieser Bestandesmerkmale können Veränderungen des Bestandes qualitativ und quantitativ sicher erkannt werden. Dies erscheint wichtig, da einige Bodenparameter sehr rasch auf Veränderungen im Baumbestand reagieren (z. B.: Humusdynamik, pH-Wert etc.).

## 3.5 Abgeleitete Merkmale

### 3.5.1 Zusammenfassende Beurteilung des Bodenwasserhaushaltes (P)

Zur qualitativen Anschätzung des Wasserregimes werden „Wasserhaushaltsklassen“ verwendet. Es werden folgende Klassen unterschieden: zu trocken für Wald, trocken, mäßig trocken, mäßig frisch, frisch, sehr frisch, feucht, naß, zu naß für Wald.

Mittels dieser Stufen wird der **Gesamtwasserhaushalt** eingeschätzt: Die standörtlichen Indizien wie Bodenart, Gefüge, Humus- und Skelettgehalt, effektive Durchwurzelungstiefe, Hangneigung, Exposition, Relief und die hydrologischen Merkmale ergeben den **Geländewasserhaushalt**. Der Gesamtwasserhaushalt ergibt sich erst nach Einbeziehen des Klimas.

Da die bodenhydrologischen Merkmale bereits im Geländewasserhaushalt berücksichtigt sind, entfallen die Klassen „wechseltrocken“ und „wechselfeucht“.

Die Herleitung der Wasserhaushaltsstufen erfolgt in Österreich dzt. ausschließlich gutachtlich. Der Entwicklung eines operationalen Klassifikationssystems kommt aufgrund der Bedeutung des Standortsfaktors eminente Bedeutung zu. Mögliche Ansätze wurden etwa in der Bundesrepublik Deutschland (AK STANDORTSKARTIERUNG 1996) mit einem Nomogramm zur Ermittlung von Wasserhaushaltsstufen bereits vorgegeben. In das Nomogramm gehen Bodenart, Lagerungsdichte, Humus- und Tongehalt, Skelettgehalt, Gründigkeit sowie Niederschlag und Exposition ein. Nach seiner Herkunft ist dieses System auf rheinland-pfälzer Verhältnisse abgestimmt. In British Columbia (KLINKA ET AL., 1981) wird ein dichotomer Schlüssel, der verschiedene Bodenmerkmale (z.B. Gründigkeit, Gleyfleckigkeit, Mächtigkeit der humosen Horizonte, Bodenart u.a.) sowie das Klima miteinbezieht zur Einstufung verwendet.

Die Definition der Wasserhaushaltsstufen setzt am Wasserangebot in der Vegetationszeit sowie dem Wachstum des Baumbestandes an und ist an die deutschen Definitionen angelehnt (AK STANDORTSKARTIERUNG, 1996 mod.) (siehe Tabelle 3.39A)

Die Wasserhaushaltsstufen 6 bis 8 treten nur unter Einfluß ortsfremden Wassers (Stauwasser, Grundwasser, Überflutungswasser) auf. Sie werden z.B. in Deutschland noch weiter untergliedert (vgl. AK STANDORTSKARTIERUNG 1996)). Diese Untergliederung kann in entsprechenden (in Österreich seltenen) Kartierungsgebieten mit hohem Flächenanteil an solchen Standorten Vorteile bieten.

Tabelle 3.39A: Übersicht über die Wasserhaushaltsstufen

Code	Bezeichnung	Definition
0	zu trocken für Wald	Der Standort ist zu trocken, um Wald zu tragen. Eine betriebssichere Dauerbestockung aus natürlich vorkommenden Baum- und Straucharten ist nicht möglich. <i>(Bodenvegetation: ausschließlich Trockenheitszeiger, z.B. Auftreten von Trockenrasengesellschaften).</i>
1	trocken	Der Standort ist so trocken, daß alle Baumarten nur geringe oder sehr geringe Wuchsleistung aufweisen. Betriebssichere Bestockung. In der Vegetationszeit kommt es bereits kurze Zeit nach Niederschlägen wegen geringer Wasserspeicherkapazität zu deutlichem Wassermangel bzw. es tritt regelmäßig länger anhaltender deutlicher Wassermangel auf. <i>(Meist seichtgründige Böden auf Rücken und Oberhängen. Vegetation: Ausschließlich Trockenheitszeiger).</i>
2	mäßig trocken	In der Vegetationszeit kommt es vorübergehend zu deutlichem Wassermangel. Mäßige Wuchsleistung der meisten Baumarten <i>(Geringe Wasserkapazität. Sonnseitige Hang- und Oberhanglagen, Rücken. Trockenheitszeiger herrschen vor)</i>
3	mäßig frisch	In der Vegetationszeit kann Wassermangel noch vorübergehend auftreten. Mittlere bis gute Wuchsleistung der meisten Baumarten. <i>(Wasserabfluß im Vergleich zum Zufluß überwiegend).</i>
4	frisch	Infolge hoher nutzbarer Wasserkapazität oder hohen Niederschlägen ganzjährig gut versorgte Standorte. Zufuhr ortsfremden Wassers selten. Wassermangel tritt nur in ausgeprägten/ausgedehnten Trockenperioden auf. Luftmangel im Boden tritt wegen des hohen Anteils von Grobporen nicht auf. <i>(Bei fehlendem Bodenschutz kann noch kurzzeitig Wasserknappheit eintreten. Vorherrschen mesophiler Arten).</i>
5	sehr frisch	Auch während längerer Trockenperioden steht für die Baumvegetation ausreichend Bodenwasser zur Verfügung. In tieferen Bodenschichten tritt kurzfristig Luftmangel auf. Keine Trockenphase mehr möglich, vereinzelt kann Vernässung auftreten. <i>(Wasserzufuhr vom Hang, meist Unterhanglagen. Feuchtigkeitsliebende Flora überwiegt deutlich).</i>
6	feucht	Auf dem Standort herrscht während des größten Teils des Jahres Wasserüberschuß. Baumarten die dauernde Nässe und Überschwemmung nicht ertragen, bilden noch geschlossene Bestände aus. <i>(ausschließlich feuchtigkeitsliebende Bodenflora)</i>
7	naß	Der Standort ist so naß, daß nur Baumarten, die dauerhaft Nässe bzw. Überschwemmungen ertragen, geschlossene Bestände ausbilden. Andere Baumarten bilden lückige Bestände (Überschirmung <0.5) aus. <i>(Stets im Bereich stehenden und fließenden Wassers. Die Bodenprobe tropft nach ihrer Entnahme).</i>
8	zu naß für Wald	Der Standort ist zu naß, um Wald zu tragen.

### 3.5.2 Trophie (P)

Mittels der Trophiestufen wird versucht, das Nährstoffangebot des Standorts abzuschätzen. Die Trophie wird wesentlich von der Verwitterungsrate des Ausgangsgesteins, aber auch von den Prozessen innerhalb des Bodens (und der Humusform) beeinflusst. In die Beurteilung fließen indirekt auch Gründigkeit, Bodenart, Wasserhaushalt, Relief, Exposition und Neigung ein.

Als Indikatoren können auch die unten angegebenen Klassen charakterisierender chemischer Parameter verwendet werden.

In der folgenden Tabelle werden die zu unterscheidenden Trophiestufen angeführt.

Tabelle 3.39: Klasseinteilung - Trophiestufen

Code	Bezeichnung
ss	sehr arm, dystroph
s	arm, oligotroph
m	mittel, mesotroph
r	reich, eutroph
rr	sehr reich, hypertroph

Auf eine getrennte Darstellung der Karbonatböden wird verzichtet. In die Gruppe „sehr reich“ ist die Mehrzahl der karbonatbeeinflussten Böden zu stellen; doch nicht alle Karbonatböden sind nährstoffreich. Nicht in die Gruppe „rr“ fallen z. B. flachgründige Rendzinen, Rendzinen, deren (saurer)

Oberboden vom Ausgangsgestein abgekoppelt ist, sowie tiefgründig entkalkte Kalk-Braunlehme.

### 3.5.2.1 Richtwerte von Analysenergebnissen (KP)

#### ►pH-Wert und Basensättigung

Für pH-Wert und Basensättigung werden aufgrund von Literaturangaben folgende Richtwerte herangezogen (Tabelle 3.40 und 3.41).

Tabelle 3.40:  
pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ), eingeteilt in Pufferbereiche

pH-Wert	Puffer
<3,2	Eisen-Pufferbereich (extrem sauer)
3,21-3,8	Aluminium-Eisen-Pufferbereich (sehr sauer)
3,81-4,2	Aluminium-Pufferbereich
4,21-5,0	Austauscher-Pufferbereich
5,01-6,2	Silikat-Pufferbereich
<6,2	Karbonat-Pufferbereich (neutral - basisch)

Tabelle 3.41:  
Basensättigung (in % der Kationenaustauschkapazität)

V-Wert [%]	Bewertung
<6	extrem niedrig
6,1-12	sehr niedrig
12,1-18	niedrig
18,1-30	mäßig bis ausreichend
30,1-99	ausreichend bis sehr hoch
> 99	basengesättigt

#### ►Nährelemente

Universell gültige Grenzwerte für Nährelemente im Boden (Gesamtgehalte bzw. austauschbare Anteile) sind derzeit nicht bekannt und wegen der eingangs dargestellten Zusammenhänge auch sachlich nicht möglich.

Die Daten der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur und deren Verteilung können Hinweise geben, welche Analysenwerte als normal, hoch oder niedrig anzusehen sind. In der nachfolgenden Übersicht wurden jene Grenzen angeführt, unter denen 20 % aller gemessenen Proben (20er-Perzentil), und jene, über welchen 20 % aller gemessenen Proben liegen (80er-Perzentil). Sie können als Richtwerte für „schlechte“ Versorgung bzw. „sehr gute“ Versorgung gelten (beim C/N-Verhältnis ist die Bewertung umgekehrt!). Dabei

wurde zwischen karbonatfreien und karbonatbeeinflussten Böden differenziert, da sich diese beiden Kollektive insbesondere in ihrem Chemismus, jedoch auch bezüglich physikalischer Parameter und der Vegetation deutlich voneinander unterscheiden. Der Gehalt mancher Elemente ändert sich mit der Tiefe, so daß die Richtwerte nur für die jeweilige Bodentiefe gelten (Tabelle 3.42). Da in Zukunft alle Angaben auf Reinelemente zu beziehen sind und in international üblichen Maßeinheiten erfolgen sollen, sind in Tabelle 3.43 für die betroffenen Parameter die Richtwerte bereits in entsprechend modifizierter Form angeführt.

Die angeführten Werte dienen als Orientierungshilfe. Sie geben nur zusammen mit anderen Parametern wie Bodentyp, Gründigkeit, Bestand, Vegetation u. a. eine Bewertungsgrundlage für allfällige Meliorationsmaßnahmen.

Die Grenzwerte des C/N-Verhältnisses entsprechen den Rahmenwerten für Mull, Moder und Rohhumus im Ah-Horizont. Für austauschbares Magnesium und Kalium werden in der Literatur 2 % Anteil an der KAK als Grenzwert für geringe, 1 % für sehr geringe Versorgung genannt.

Für einzelne Bodentypengruppen stehen ebenfalls aus der Bodenzustandsinventur Perzentilwerte zu Verfügung. Darüber hinaus ist aber auch das Verhältnis der Elemente zueinander zu berücksichtigen; etwa der Quotient K/Ca, Mg/Ca, C/P usw. Auf diese Fülle von Richtwerten kann hier nicht eingegangen werden.

### 3.5.3 Klimatische Höhenstufe (P)

Die klimatische Höhenstufe wird von der Seehöhe ausgehend, mittels der Indikatoren Bodenvegetation und Baumvegetation (Pflanzen- bzw. Waldgesellschaft), Wuchsform der Einzelbäume und Bestandesstruktur sowie den Hilfsmerkmalen Relief, Neigung und Exposition angesprochen (Tabelle 3.44).

Eine Zusammenfassung der Höhenstufen ist wie in Tabelle 3.45 möglich.

Die im folgenden angegebenen Höhenangaben sind Richtwerte, die je nach Wuchsgebiet, Exposition und Reliefausbildung u.s.w. (→ z.B. Schluchtwaldgesellschaften) in weiten Grenzen variieren können (Tabelle 3.46).

Tabelle 3.42: Richtwerte für Böden basierend auf der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur

Parameter	Tiefenstufe	karbonatfreie Mineralböden			karbonatbeeinflusste Mineralböden		
		20er Perz. niedriger Gehalt	mittlerer Gehalt	80er Perz. hoher Gehalt	20er Perz. niedriger Gehalt	mittlerer Gehalt	80er Perz. hoher Gehalt
pH (CaCl <sub>2</sub> )	0 - 10 cm	< 3,40	3,4 - 4,1	> 4,1	< 5,4	5,4 - 7,2	> 7,2
	10 - 20 cm	< 3,80	3,8 - 4,4	> 4,4	< 6,3	6,3 - 7,4	> 7,4
pH [H <sub>2</sub> O]	0 - 10 cm	< 3,90	3,9 - 4,7	> 4,7	< 5,7	5,7 - 7,5	> 7,5
	10 - 20 cm	< 4,20	4,2 - 4,9	> 4,9	< 6,6	6,6 - 7,8	> 7,8
C <sub>org</sub> [%]	0 - 10 cm	< 3,00	3,0 - 8,0	> 8,0	< 4,5	4,5 - 16	> 16,0
	10 - 20 cm	< 1,50	1,5 - 4,0	> 4,0	< 2,5	2,5 - 9,0	> 9,0
N <sub>ges</sub> [%]	0 - 10 cm	< 0,16	0,16 - 0,4	> 0,4	< 0,3	0,3 - 0,8	> 0,8
	10 - 20 cm	< 0,08	0,08 - 0,2	> 0,2	< 0,15	0,15 - 0,5	> 0,5
C/N-Verh. *)	0 - 10 cm	< 15,00	15 - 24	> 24,0	< 15,0	15 - 21	> 21,0
<b>Gesamtgehalte:</b>							
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [%]	0 - 10 cm	< 0,07	0,07 - 0,14	> 0,14	< 0,08	0,08 - 0,18	> 0,18
	10 - 20 cm	< 0,05	0,05 - 0,14	> 0,14	< 0,06	0,06 - 0,16	> 0,16
K <sub>2</sub> O [%]	0 - 10 cm	< 0,07	0,07 - 0,15	> 0,15	< 0,09	0,09 - 0,25	> 0,25
	10 - 20 cm	< 0,07	0,07 - 0,20	> 0,20	< 0,08	0,08 - 0,25	> 0,25
CaO [%]	0 - 10 cm	< 0,06	0,06 - 0,25	> 0,25	–	–	–
	10 - 20 cm	< 0,06	0,06 - 0,25	> 0,25	–	–	–
MgO [%]	0 - 10 cm	< 0,30	0,30 - 1,00	> 1,0	< 0,6	0,6 - 6	> 6
	10 - 20 cm	< 0,40	0,40 - 1,20	> 1,2	< 0,7	0,7 - 9	> 9
<b>Austauschbare Kationen:</b>							
K [µmol IEq/g]	0 - 10 cm	< 1,2	1,2 - 3,0	> 3,0	< 1,3	1,3 - 3,5	> 3,5
	10 - 20 cm	< 0,6	0,6 - 1,5	> 1,5	< 0,8	0,8 - 2,5	> 2,5
K [in % KAK]	0 - 10 cm	< 1,2	1,2 - 2,5	> 2,5	< 0,2	0,2 - 1,2	> 1,2
	10 - 20 cm	< 1,0	1,0 - 2,5	> 2,5	< 0,2	0,2 - 1,0	> 1,0
Ca [µmol IEq/g]	0 - 10 cm	< 5,0	5,0 - 50	> 50,0	–	–	–
	10 - 20 cm	< 2,0	2,0 - 30	> 30,0	–	–	–
Ca [in % KAK]	0 - 10 cm	< 5,0	5,0 - 40	> 40,0	–	–	–
	10 - 20 cm	< 3,5	3,5 - 40	> 40,0	–	–	–
Mg [µmol IEq/g]	0 - 10 cm	< 2,0	2,0 - 10	> 10,0	< 12,0	12 - 100	> 100
	10 - 20 cm	< 1,0	2,0 - 7	> 7,0	< 8,0	8 - 70	> 70
Mg [in % KAK]	0 - 10 cm	< 2,5	2,5 - 10	> 10,0	< 3,5	3,5 - 20	> 20
	10 - 20 cm	< 1,5	1,5 - 10	> 10,0	< 2,5	2,5 - 20	> 20
Basensättigg. [%]	0 - 10 cm	< 10,0	10 - 60	> 60,0	–	–	–
	10 - 20 cm	< 6,0	6 - 60	> 60,0	–	–	–

\*) Bei der Interpretation von C/N-Verhältnissen ist genau umgekehrt vorzugehen wie bei allen anderen Parametern: niedrige Verhältnisse sind besser, hohe schlechter zu bewerten.

Tabelle 3.44: klimatische Höhenstufen

Code	Bezeichnung
1	planar
2	kollin
3	submontan
4	tiefmontan
5	mittelmontan
6	hochmontan
7	tiefsubalpin
8	hochsubalpin

Tabelle 3.45: Vereinfachte Codierung - Höhenstufen

Code	Bezeichnung
1	collin-planar
2	sub-, tiefmontan
3	mittelmontan
4	hochmontan
5	tiefsubalpin
6	hochsubalpin

Tabelle 3.43: Modifizierte Dimensionen (Angabe in Reinelementen und mg/g) einiger Richtwerte für Böden aus Tabelle 3.42 basierend auf der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur

Parameter	Tiefenstufe	karbonatfreie Mineralböden			karbonatbeeinflusste Mineralböden		
		20er Perz. niedriger Gehalt	mittlerer Gehalt	80er Perz. hoher Gehalt	20er Perz. niedriger Gehalt	mittlerer Gehalt	80er Perz. hoher Gehalt
C <sub>org</sub> (mg/g)	0 - 10 cm	<30,0	30 - 80	>80,0	<45,0	45,0 - 160	>160,0
	10 - 20 cm	<15,0	15 - 40	>40,0	<25,0	25,0 - 90	> 90,0
N <sub>tot</sub> (mg/g)	0 - 10 cm	< 1,6	1,6 - 4,0	> 4,0	< 3,0	3,0 - 8,0	> 8,0
	10 - 20 cm	< 0,8	0,8 - 2,0	> 2,0	< 1,5	1,5 - 5,0	> 5,0
<b>Gesamtgehalt</b>							
P (mg/g)	0 - 10 cm	< 0,3	0,3 - 0,6	> 0,6	< 0,35	0,35 - 0,8	> 0,8
	10 - 20 cm	< 0,2	0,2 - 0,6	> 0,6	< 0,27	0,27 - 0,7	> 0,7
K (mg/g)	0 - 10 cm	< 0,6	0,6 - 1,2	> 1,2	< 0,75	0,75 - 2,0	> 2,0
	10 - 20 cm	< 0,6	0,6 - 1,6	> 1,6	< 0,65	0,65 - 2,0	> 2,0
Ca (mg/g)	0 - 10 cm	< 0,4	0,4 - 1,8	> 1,8	–	–	
	10 - 20 cm	< 0,4	0,4 - 1,8	> 1,8	–	–	
Mg (mg/g)	0 - 10 cm	< 2,0	2,0 - 6,0	> 6,0	< 3,5	3,5 - 35	> 35,0
	10 - 20 cm	< 2,5	2,5 - 7,0	> 7,0	< 4,0	4,0 - 50	> 50,0

### 3.5.4 Wuchsgebiete (P)

Die Gliederung nach KILIAN, MÜLLER & STARLINGER (1994) umfaßt 22 Wuchsgebiete, die in 9 Hauptwuchsgebiete zusammengefaßt und wie in Tabelle 3.47 codiert sind.

#### Kurzbeschreibung der Wuchsgebiete

Die Gliederung und Umgrenzung der Wuchsgebiete zeigt Karte 2.1. Die nachfolgend vor allem bei der Angabe von Baumartenmischungen verwendeten Abkürzungen der Baumartennamen werden in der Liste am Schluß des Beitrages erläutert.

#### ► Hauptwuchsgebiet 1: Innenalpen

Charakterisiert durch inneralpin-kontinentales Klima; natürliches Verbreitungsgebiet der montanen Fi-Lä-Wälder.

In Hochlagen Zi- bzw. Zi-Lä-Wald; in tiefen Lagen RFö und StEi. Hier liegt der Schwerpunkt natürlicher stark saurer Böden: Semipodsol, Podsol. Zwergstrauchgesellschaften bilden hier die natürliche Vegetationsdecke.

##### • WG 1.1: Kontinentale Kernzone

Trockenster Bereich des österreichischen Alpenraumes mit bis unter 650 mm Jahresniederschlag. Geringe Bewölkung und ungehinderte Einstrahlung bedingen im Sommer zusätzliche Erwärmung und Verdunstung.

Zentrum der Lä-Zi-Wälder; verbreitet zentralalpine RFö-Wälder und submontane Eichtrockenwald-Fragmente. Höhenstufen und Waldgrenze (bis 2300 m Zi-Reinbestände) liegen sehr hoch (RFö bei 1850m!).

##### • WG 1.2: Subkontinentale Innenalpen - Westteil

Noch Gebirgsinnenklima, aber etwas niederschlagsreicher als Kernzone. Höhenstufen etwas niedriger als in Wuchsgebiet 1.1; Kiefernwälder (-1500 m) nur kleinflächig.

Tabelle 3.47: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs (KILIAN, MÜLLER & STARLINGER 1994)

Code	Bezeichnung
1.	Innenalpen
1.1	Innenalpen - kontinentale Kernzone
1.2	Subkontinentale Innenalpen - Westteil
1.3	Subkontinentale Innenalpen - Ostteil
2.	Nördliche Zwischenalpen
2.1	Nördliche Zwischenalpen - Westteil
2.2	Nördliche Zwischenalpen - Ostteil
3.	Östliche und Südliche Zwischenalpen
3.1	Östliche Zwischenalpen - Nordteil
3.2	Östliche Zwischenalpen - Südteil
3.3	Südliche Zwischenalpen
4.	Nördliche Randalpen
4.1	Nördliche Randalpen - Westteil
4.2	Nördliche Randalpen - Ostteil
5.	Östliche Randalpen
5.1	Niederösterreichischer Alpenstrand (Thermenalpen)
5.2	Bucklige Welt
5.3	Ost- und Mittelsteirisches Bergland
5.4	Weststeirisches Bergland
6.	Südliche Randalpen
6.1	Südliche Randalpen
6.2	Klagenfurter Becken
7.	Nördliches Alpenvorland
7.1	Nördl. Alpenvorland - Westteil
7.2	Nördl. Alpenvorland - Ostteil
8.	Sommerwarmer Osten
8.1	Pannonisches Tief- und Hügelland
8.2	Subillyrisches Hügel- und Terrassenland
9.	Mühl- und Waldviertel
9.1	Mühlviertel
9.2	Waldviertel

Tabelle 3.46:  
Richtwerte zur Höhererstreckung von klimatischen Höhenstufen in den Wuchsgebieten (KILIAN, MÜLLER & STARLINGER 1994)

Wuchsgebiet		1.1			1.2			1.3			2.1			2.2		
T	ko		-			-		-		-		-		-		
	sm		600-900	(1000)		<850	(950)		750-850	(1000)		500-750	(850)		500-700	
M	tm		900-1100			850-1100		850-1100	(1150)		750-1000		700-900			
	mm		1100-1400			1100-1400		1100-1400			1000-1300	(1400)	900-1200			
	hm		1400-1700		(1850)	1400-1700		(1850)	1400-1650	(1700)	(1100)	1300-1600	(1700)	(1100)	1200-1500	(1550)
H	ts	(1500)	1700-2000	(2100)	(1500)	1700-1950	(2050)	(1400)	1650-1900	(2000)	(1450)	1600-1800	(1900)	(1400)	1500-1800	
	hs	(1750)	2000-2300		(1650)	1900-2100	(2250)	(1600)	1900-2100	(2250)	(1700)	1800-2050	(2150)	(1700)	1800-2050	(2150)
Wuchsgebiet		3.1			3.2			3.3			4.1			4.2		
T	ko		-			-		-		-		-		-		
	sm		500-650			460-650		500-800	(950)		400-600	(700)		300-600	(700)	
M	tm		650-900	(1000)		650-1000		800-1100	(1300)		600-800	(1000)	(550)	600-800	(900)	
	mm		900-1200			1000-1300		1100-1400	(1450)		800-1200	(1300)	(700)	800-1200	(1400)	
	hm		1200-1400	(1500)		1300-1500	(1650)		1400-1650	(1800)	(1100)	1200-1450	(1600)	(1100)	1200-1450	(1500)
H	ts		1400-1700	(1450)		1500-1750	(1800)	(1500)	1650-1900	(2100)	(1300)	1450-1650	(1700)	(1300)	1450-1600	(1750)
	hs		1700-1900			1750-1900	(2050)	(1750)	1900-2100	(2200)		1650-1950	(2000)	(1500)	1600-1900	(2000)
Wuchsgebiet		5.1			5.2			5.3			5.4			6.1		
T	ko		200-350	(400)		-			-			-			-	
	sm	(300)	350-600	(700)		300-600	(700)		300-700			300-700			<700	(800)
M	tm		600-800	(900)		600-800	(900)		700-900	(1000)		700-900			700-1000	(1100)
	mm		800-1200			800-1100	(1200)	(800)	900-1100	(1200)		900-1300			1000-1250	(1300)
	hm	(1100)	1200-1400	(1500)		1100-1400	(1500)		1100-1400	(1500)	(1150)	1300-1500	(1600)	(1000)	1250-1550	(1700)
H	ts		1400-1600	(1700)		1400-1650	(1700)		1400-1700	(1800)	(1450)	1500-1750	(1850)	(1500)	1550-1750	(1950)
	hs		1600-1900	(1600)		1650-1750			1700-1800	(1850)		1750-2050	(1700)		1750-2000	(2100)
Wuchsgebiet		6.2			7.1			7.2			8.1			8.2		
T	ko		-			-			200-300			100-350	(400)		200-300	
	sm		350-700			300-600		(250)	300-550		(150)	350-500	(250)		300-700	
M	tm		700-1000			600-800			-			-		-		
	mm		1000-1100			-			-			-		-		
	hm		-			-			-			-		-		
H	ts		-			-			-			-		-		
	hs		-			-			-			-		-		
Wuchsgebiet		9.1			9.2			T = Tieflage: ko = kollin sm = submontan M = Mittellage: tm = tiefmontan mm = mittelmontan hm = hochmontan H = Hochlage: ts = tiefsubalpin hs = hochsubalpin								
T	ko		-			200-300	(350)									
	sm		200-500	(700)	(200)	250-500	(650)									
M	tm		500-800	(950)		500-750	(900)									
	mm	(650)	800-1000	(1100)	(600)	750-1000										
	hm		1000-1200	(1300)	(950)	1000-1060										
H	ts	(1100)	1200-1400			-										
	hs		-			-										

• **WG 1.3: Subkontinentale Innenalpen - Ostteil**

Abgeschwächt inneralpines Klima; durchschnittlich um 100 bis 200 mm mehr Niederschläge als vergleichbare Höhen in den vorigen Wuchsgebieten. Übergangsbereich zwischen Fichtenwald und Fichten-Tannenwald als Leitgesellschaft der montanen Stufe.

► **Hauptwuchsgebiet 2: Nördliche Zwischenalpen**

Rund um die Innenalpen liegt in N, E und S eine Übergangszone zu den humiden Laubmischwaldgebieten der Randalpen. Sie ist durch natürliche Fi-Ta-Wälder gekennzeichnet. An begünstigten Standorten (Kalk und insbesondere auf Kalk) tritt auch Bu auf. Die nördlichen Zwischenalpen sind kühler und niederschlagsreicher als die südlichen und östlichen. Das Klima wird von

Westen nach Osten zu allmählich trockener; daher erfolgt eine Unterteilung in zwei Wuchsgebiete. Der östlichste Teil, der bereits subpannonische Einflüsse erkennen lässt, ist den östlichen Zwischenalpen zugeordnet. Diese Abgrenzung wird durch die Arealgrenzen südöstlicher Pflanzenarten unterstützt.

• **WG 2.1: Nördliche Zwischenalpen - Westteil**

Die Höhenstufen liegen etwa 100-200 m tiefer als in den Innenalpen. Die Hochlagen empfangen durch Überregnung hohe Niederschläge (Arlberg!), dazwischen liegen aber kontinentale Föhnbecken und Täler. Montaner Fi-Ta-Wald, häufig anthropogen durch Fi-Ersatzgesellschaften vertreten. RFö- und Spirkenwald auf Extremstandorten. Tiefsubalpiner Fi-Wald verbreitet, hochsubalpiner Lä-Zi-Wald kleinflächig.

- **WG 2.2 Nördliche Zwischenalpen Ostteil**

In den Talbecken kaum mehr Inversionslagen, Niederschläge in Hochlagen geringer als im Westen (1000 bis 1600 mm). Waldgesellschaften wie im Westteil, submontan verstärkter Bu-Anteil, Zi nur sporadisch (Dachstein).

- ▶ **Hauptwuchsgebiet 3:**

- **Östliche und südliche Zwischenalpen**

Der zum südöstlichen Alpenrand parallel laufende Teil der Zwischenalpen ist merklich wärmer und trockener als die nördlichen Zwischenalpen, die Schneelage ist geringer. Besonders im Osten greifen Floren- und Klimatelemente (z.B. hohe Gewitterhäufigkeit) der SE Randalpen über.

- **WG 3.1 Östliche Zwischenalpen - Nordteil**

Das trockenste aller zwischenalpinen Wuchsgebiete; NS zwischen 800 mm (Mürztal) und etwa 1500 mm. Buche ist am stärksten vertreten, auf Kalk in der tiefmontanen Stufe sogar bestandesbildend; Zirbe fehlt.

- **WG 3.2 Östliche Zwischenalpen - Südteil**

In Beckenlagen (Murtal, Friesach) stärker zentralalpiner Charakter, in Hanglagen milder und z.T. von Südstaulage beeinflusst; Waldgesellschaften wie vorher, lokal auch Zirbenwald.

- **WG 3.3: Südliche Zwischenalpen**

Höhere Niederschläge als in WG 3.2, jedoch mit zunehmend submediterran getöntem Verteilungsmuster (sekundäres herbstliches Niederschlagsmaximum). Höhenstufen merklich höher als vorige WG. Waldgesellschaften: wie vorher, aber tannenbetont.

- ▶ **Hauptwuchsgebiet 4: Nördliche Randalpen**

Kühl-humides mitteleuropäisches Klima mit langandauernden, aber weniger intensiven Stauregen als in den Südalpen. Niederschläge in der montanen Stufe bis über 2000 mm. Die Höhenstufen liegen deutlich niedriger als in den Zentral- und Zwischenalpen. Typisches Bu-Ta-Fi-Gebiet. Das langgestreckte Hauptwuchsgebiet zeigt wieder ein West-Ost-Gefälle abnehmender Niederschläge. Entlang der Steyr ist es in 2 Wuchsgebiete getrennt.

Flysch- und Kalkalpen sind zusammengefaßt.

- **WG 4.1: Nördliche Randalpen - Westteil**

Submontan: Bu-Ei-Edellaub-Mischwälder mit Ta, BAh (sowie Fi, Lä, RFö).

Montan: Fi-Ta-Bu-Wälder; hochmontan Bu zurücktretend. Auf den schweren Böden des Flysch und der Werfener Schichten ist Ta betont, ebenso auf Kalkbraunlehm. Auf Kalk dominiert Rendzina mit RFö, Bu und Lä. Eine subalpine Fi-Stufe ist oft nur fragmentarisch ausgebildet. Hochsubalpin: Latsche.

- **WG 4.2: Nördliche Randalpen - Ostteil**

Gegenüber dem westlichen Teil verstärktes Auftreten von Kiefernwäldern auf Dolomit. Die östliche Grenze des Wuchsgebietes ist in der Flyschzone die Verbreitungsgrenze der Tanne, im Kalkalpin die Grenze der Schwarzföhre.

- ▶ **Hauptwuchsgebiet 5: Östliche Randalpen**

Mäßig trockenes panonisch - subillyrisches Klima und Vorkommen entsprechender Baumarten bzw. Waldgesellschaften: Im N mit Schwarzföhre, Zerreiche und Flaumeiche, nach S zunehmend submediterran mit Edelkastanie und Hopfenbuche.

Die tieferen Lagen sind Weinbaugebiet.

- **WG 5.1: NÖ Alpenostrand (Thermalalpen)**

Im Flysch-Wienerwald auf tiefgründigen, schweren Böden: Wärmeliebende TrEi-HBu-Wälder, am Beckenrand ZEi. In höheren Lagen Bu-TrEi-Wälder und Bu-Wald; Auf Stagnogley StEi. Auf leichten Sandsteinböden höherer Lä- und RFö-Anteil. Keine Ta.

Im Kalkalpin (Dolomitrendzina): FlEi, SFö-Wald und SFö-Bu-Wald. Montan Buchenwälder mit Übergängen zu Fi-Ta-Bu-Wald. Ta nur untergeordnet in der montanen Stufe.

- **WG 5.2: Bucklige Welt**

Etwas kühler, trockener als die anderen WG der Östlichen Randalpen. Bu-Ta-Fi-Gebiet; tannenbetont, RFö stärker beigemischt als in Wuchsgebiet 5.3. In begünstigten Lagen jedoch immer noch Edelkastanie, lokal FlEi und SFö.

- **WG 5.3 und 5.4 Oststeirisches und weststeirisches Bergland**

Überwiegend basenarme Silikatgesteine, Verwitterungsdecken. Von Nordosten nach Südwesten zunehmend luftfeucht-warmes illyrisches Bergklima: geringe Luftbewegung, hohe Gewitterhäufigkeit, lange Vegetationsperiode, häufige Starkregen.

Fi-Ta-Bu-Wald mit Ta-Optimum; gegenüber der Buckligen Welt ist die Tanne noch vitaler, RFö tritt zurück. Im südlichsten Teil ist Ta vorwüchsig und spitzkronig. Submontan bodensaurer Bu-TrEi-Wald mit EKa und Ta. Auch floristisch nimmt der illyrische Charakter nach Süden zu.

- ▶ **Hauptwuchsgebiet 6: Südliche Randalpen**

Von den östlichen Randalpen unterscheidet sich das Hauptwuchsgebiet durch die höheren Niederschläge und die ausgeprägten Südstaulagen.

- **WG 6.1 Südliches Randgebirge**

Niederschlagssummen bis über 2000 mm mit Trend zu submediterranem Herbstmaximum und intensiven Einzelniederschlägen, hohe Luftfeuchtigkeit. Gegenüber den Nördlichen Kalkalpen wesentlich wärmer, Höhenstufen nach oben gerückt. Die Getreidebaugrenze liegt bei 1200 m Höhe.

Leitgesellschaft ist Anemone trifolia-Bu-Ta-Fi-Wald mit vielen illyrischen Begleitarten. Vorkommen von Schwarzföhre, Hopfenbuche und Blumenesche.

Tannenoptimum, Reinbestände, Einzelvorkommen bis 1850 m! Buche ist stark beteiligt und bildet auf Kalk in der hochmontanen Stufe einen eigenen Buchengürtel.

- **WG 6.2: Klagenfurter Becken**

Es umfaßt das eigentliche Klagenfurter Becken (ausgeprägte winterliche Inversionslagen) mit Ei-Bu-RFö-Mischwald, wo frostempfindliche Baumarten (Ta) fehlen, sowie das Hügelland über der Inversionszone und die nördlich angrenzenden Einhänge, welche als zweiter Prallhang gegen Süden den Südalpen ähnlich sind.

- ▶ **Hauptwuchsgebiet 7: Nördliches Alpenvorland**

Hügelland aus tertiären Tonen und Mergel, Schotterterrassen, z.T. mit Löß bedeckt, im Westen auch Moränenlandschaft.

- **WG 7.1: Nördliches Alpenvorland - Westteil**

Ozeanisches Klima mit hohen Sommerniederschlägen (bis 1500 mm). Kobernauberwald und Hausruck sind trotz geringer Höhenunterschiede klimatisch stark exponiert. Längere Schneedecke und kürzere Vegetationsperiode, feuchter als der Ostteil.

- **WG 7.2 Nördliches Alpenvorland - Ostteil**  
Milder und niederschlagsärmer als der Westteil; nährstoffreiche, leistungsfähige Laubmischwald-Standorte. Östliche Begrenzung ist das Vorkommen von Tschernosem. Bu-reicher StEi-HBu-Wald; ab submontaner Stufe (400m) mit Ta; Auwälder der Donau. Verbreitet sekundäre Fichtenforste. Vergrasungen mit Seegras und Pfeifengras, z. T. mit Torfmoos.

► **Hauptwuchsgebiet 8: Sommerwarmer Osten**

- **WG 8.1: Pannonisches Tief- und Hügelland**  
Trocken-warm mit mäßig kaltem, schneearmem Winter. Austrocknende SE-Winde. Waldbauliches Problemgebiet, jedoch 100.000 ha Wald!  
Tschernosem ist der kennzeichnende Bodentyp, nimmt aber nur 11 % der Waldfläche - ausschließlich Niederwald - ein; Buchenfreie, wärmeliebende Ei-HBu-Wälder der kollin-planaren Stufe (*Viola mirabilis*, *Festuca heterophylla*); auf Tschernosem leiten sie mit Zerreiche, Feldulme, und Feldahorn zum subkontinentalen Eichenmischwald über; Donau-, Leitha- und Marchauen mit Vorposten der Quirl-esche und des Tartarenahorn.  
Leithagebirge und die Hügel des Weinviertels bilden die kolline Stufe, Gräben und Kammlagen des Leithagebirges erreichen gerade noch die submontane Stufe. Eichen-Buchenwälder;  
Buche ist ab etwa 800 mm Niederschlag hochwaldtauglich.
- **WG 8.2: Subillyrisches Hügel- und Terrassenland**  
Temperaturverhältnisse wie vorher, aber höhere Niederschläge (700 bis 1100 mm) mit häufigen Starkregen, hohe Luftfeuchtigkeit, Nebel und Luftruhe. Extrem schwere karbonatfreie Böden (Stablehm) und Reliktlehne.

Submontane Bu-Ei-Mischwälder, Eichen-Hainbuchenwälder und Eichenwälder; Edelkastanie.

► **Hauptwuchsgebiet 9: Mühl- und Waldviertel**

Böhmische Masse einschließlich Sauwald, Strudengau, Dunkelsteiner Wald.  
Kühles, etwas boreal getöntes Klima; nicht sehr niederschlagsreich, aber viel Nebel. Niederschläge 500-1000 mm im Waldviertel, 700-1100 mm im Mühlviertel. Rauher mit kürzeren Vegetationszeiten als in gleicher Höhe in anderen Wuchsgebieten. Der Dauerwind im Waldviertel („Böhmischer Wind“) trägt zur Klimadepression bei. Absenkung der Höhenstufen um 100-200 m, im Waldviertel noch tiefer. Das Klimagefälle von der wärmeren S-Abdachung des Böhmerwaldes zum rauher-kontinentaler getönten Waldviertel verläuft allmählich; die Trennung der Wuchsgebiete erfolgte aus praktischen Gründen entlang der Landesgrenze.

- **WG 9.1 Mühlviertel und**
- **WG 9.2 Waldviertel**

Montane subherzynische Fi-Bu-Ta-Wälder mit vergleichsweise hohem Fi-Anteil und kühl-kontinentalen Florenelementen (*Calamagrostis villosa*, *Trientalis europaea*). Reichere Braunerde begünstigt Buche: auf Weinsberger Granit reicht die Entwicklung bis zum Zahnwurz-Buchenwald; bindige Braunerde (z B. auf Perlgneis) begünstigt Tanne.  
Edaphisch bedingt auch Fi-Ta-Wald sowie Moor-Fi- und Moor-RFö-Wald.  
Tiefmontan bis (750- 950m): Bu-Mischwald, kollin TrEi-HBu-Wald.  
Verbreitet sekundäre Kiefernwälder und Fichtenforste mit Bodendegradation.

**Abkürzungsverzeichnis:**

<b>Baumarten:</b>	Ei	Eichen allg.	FIEi	Flaumeiche	Mb	Mehlbeere	SoLi	Sommerlinde	VBe	Vogelbeere	
As	Aspe	Eib	Eibe	FlUl	Flatterulme	QEs	Quirl-esche	SPa	Schwarzpappel	WiLi	Winterlinde
BAh	Bergahorn	EKa	Edelkastanie	GrEr	Grünerle	RFö	Rotföhre	Spei	Speierling	WEr	Weißerle
Bi	Birke	Es	Esche	GrPa	Graupappel	SAh	Spitzahorn	Spi	Spirke	WNu	Walnuß
BlEs	Blumenesche	FAh	Feldahorn	HBu	Hainbuche	SEr	Schwarzerle	StEi	Stieleiche	ZEi	Zerreiche
Bu	Rotbuche	FeUl	Feldulme	La	Latsche	SFö	Schwarzföhre	Ta	Tanne	Zi	Zirbe
BUL	Bergulme	Fi	Fichte	Lä	Lärche	SiPa	Silberpappel	TrEi	Traubeneiche		

## Annex I: Datenquellen für die Forstliche Standortskartierung

### I.1 Nicht-kartographische Unterlagen

#### Operate

Operate können wertvolle Hinweise auf lokale Gegebenheiten - insbesondere kleinklimatische Eigenheiten und bisherige Bestandesbehandlung - bieten, sie können jedoch nicht als Grundlage für Bonitätsermittlungen dienen bzw. solche Aufnahmen ersetzen. Die ausgeschiedenen Einheiten in den Operaten sind Waldorte bzw. Bestände und stellen keine Standorteinheiten im hier gebräuchlichen Sinne dar.

#### Vorhandene Vegetationsaufnahmen

#### Gutachten

##### ► Klimadaten

Klimadaten, die bislang nur in Form der Hydrologischen Jahrbücher vorlagen, sind heute auch über Datenbanken verfügbar.

Zur Ermittlung der Wetterstationen in der Umgebung sowie zur allgemeinen klimatischen Charakterisierung des Kartierungsgebietes können folgende Werke dienen:

- AUER I.; 1993: *Niederschlagsschwankungen in Österreich seit Beginn der instrumentellen Beobachtungen durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 7, 73 Seiten.
- BÖHM R., 1992: *Lufttemperaturschwankungen in Österreich seit 1775*. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 5, 96 Seiten.
- HAMMER N., 1989: *Gradtagszahlen (Heizgradtage) - Statistik für Österreich*. Arbeiten aus der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Publikation Nr. 327.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH, 1951: *Die Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1901-1950*. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 23, Hydrographisches Zentralbüro.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH, 1953: *Die Niederschläge in Österreich im Zeitraum 1901-1950*. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 27, Hydrographisches Zentralbüro.

- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH, 1962: *Der Schnee in Österreich im Zeitraum 1901-1950*. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 34, Hydrographisches Zentralbüro.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH, 1994: *Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1981-1990*. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 52, Hydrographisches Zentralbüro.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH, 1994: *Die Häufigkeiten der Niederschläge, Schneehöhen, Lufttemperaturen und Trockenperioden in Österreich im Zeitraum 1981-1990*. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 53, Hydrographisches Zentralbüro.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH: *Hydrographische Jahrbücher von Österreich, ab 1893*. Hydrographisches Zentralbüro.
- LAUSCHER F., 1960: *Lufttemperatur*. In: *Klimatographie von Österreich*, Hrsg. F. Steinhauser, O. Eckel, F. Lauscher, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Denkschrift der Gesamtakademie, Band 3, S 137-206.
- SCHWARZL, S., 1972: *Die meteorologischen Ursachen der Unwetterkatastrophe vom 12. zum 13. August 1958 im Raume der Fischbacher Alpen (Stmk.)*. Wetter und Leben 24, Heft 7-8, S 150-159.
- STEINHAUSER F., 1958: *Sonnenschein*. In: *Klimatographie von Österreich*, Hrsg. F. Steinhauser, O. Eckel, F. Lauscher, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Denkschrift der Gesamtakademie, Band 3, S 103-136.
- STEINHAUSER F., 1962: *Schneekarten von Österreich: Beginn der Schneedecke, Ende der Schneedecke, mittlere maximale Schneehöhen, Summe der Neuschneehöhen 1 : 500 000 (1901-1950)*. Beilage zu den Beiträgen zur Hydrologie Österreichs Nr. 34, Der Schnee in Österreich im Zeitraum 1901-1950.
- ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK, 1988. *Klimadaten von Österreich 1951 - 1980 (Temperatur, relative Feuchte, Niederschlag und Sonnenschein)*. Arbeiten aus der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Publikation Nr. 326

Daneben gibt es zahlreiche, z.T. auch unveröffentlichte Arbeiten mit regionalem und lokalem Bezug. (z.B.: STÜCKER N., 1939: *Über die Bedingungen des Auftretens von Nordföhn in Tragöß, Bruck und Graz*. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins der Steiermark 75, S. 168-178, WAKONIGG, H., 1970: *Witterungsklimatologie der Steiermark*. Dissertationen der Universität Graz 3, Wien, 335 S.).

## ► Informationen über die Forst- bzw.

### Waldgeschichte

Unterlagen zur Forst- und Waldgeschichte sind insbesondere zur Abschätzung von Standortsdegradationen und der Potentiell Natürlichen Waldgesellschaft (PNWG) wichtig, stehen aber nur sehr unzureichend zu Verfügung. Hinweise auf die Forstgeschichte können Aufzeichnungen der Forstverwaltungen und Ortsgemeinden geben. Auf ältere Quellen ist besonderes Augenmerk zu lenken (Waldtomi, Josephinische Aufnahme, lokale Niederschriften u. dgl.).

Lokal oder regional wichtige Pollenprofile können mitunter nur durch eine Literaturrecherche oder durch Kontaktaufnahme mit Fachwissenschaftlern (Kral, Bortenschlager, Krisai, R. Drescher u.a.) ausfindig gemacht werden. Für eine großräumige waldgeschichtliche Übersicht werden folgende Werke empfohlen:

- KRAL F. 1979: *Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen*. Österreichischer Agrarverlag, Wien. 175 S.
- KRAL F. 1974: *Grundzüge einer postglazialen Waldgeschichte des Ostalpenraumes*. - In: MAYER H.: *Wälder des Ostalpenraumes*. Fischer, Stuttgart.

## I.2 Karten und Bildmaterial

Einige für die Erstellung der Grundkarte wesentliche Unterlagen sind:

### I.2.1 ÖK 1 : 50.000 bzw. 1 : 25.000 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Diese Kartenblätter bieten eine gute Orientierungshilfe bei der Einordnung der Kartierungsflächen in einen räumlichen Kontext. Sie sind aber für eine exakte Kartierung im Maßstab 1 : 10.000 (1 : 5.000) nicht geeignet.

Sie sind als Raster mit einer Auflösung von 200 oder 400 Linien pro cm oder als Vektordaten (nur Wald, Gewässer, Schichten und Verkehrsnetz) erhältlich. Es stehen sowohl der Gesamthalt als auch einzelne Layer zur Verfügung, wobei bei den einzelnen Layers die Situation mit 60 %, der Wald mit 20 %, und alle anderen Layer mit je 10 % des Gesamthaltverrechnet werden.

Österreichische Karten im Maßstab 1 : 200.000 und 1 : 500.000, sind für Kartierungszwecke nur dann relevant, wenn regionale Einheiten (etwa Wuchsbezirke, Teilwuchsbezirke) kartiert werden.

### I.2.2 Forstbetriebskarten

Revierkarten liegen zwar oft im gewünschten Maßstab (1 : 5.000 – 1 : 10.000) vor, sind aber oft wegen fehlender Höhenschichtlinien oder räumlicher Verzerrungen als Kartierungsgrundlage nur bedingt verwendbar.

### I.2.3 Luftbilder und Luftbildkarten

Luftbilder sind zur Schaffung der topographischen Unterlagen und zur Orientierung im Gelände nahezu unverzichtbar. Sie liefern – abhängig von Filmqualität, Gelände, Baumbestand und Aufnahmezeitpunkt – sehr gute Informationen. Bestandesgrenzen, Hiebsfronten etc. sind auf den Luftbildern deutlich erkennbar, während die in Revierkarten eingetragenen Grenzlinien (Unterabteilungen etc.) meist einen überholten oder in Zukunft geplanten Stand wiedergeben und im Gelände nicht auffindbar sind. Markante Baumgruppen wie z.B. Laubbäume in Nadelwald etc. können Hinweise auf die lagerichtige Abgrenzung bereits im Gelände identifizierter Standorte (Naßgallen, Bachauen) geben.

Darüber hinausgehende Möglichkeiten der Fernerkundung werden aber auch oft überschätzt. Selbst die Umgrenzung von Felsfluren oder Geländekanten wird oft vom Bestand oder durch Beschattung abgedeckt. Baumarten sind nicht immer eindeutig erkennbar und die Bodenvegetation oder gar der Wechsel in Grundgestein oder Boden können auf diese Weise nicht ermittelt werden.

Bildflüge werden vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) sowie dem Österreichischen Bundesheer – beide Institutionen können auf langjährige Erfahrung verweisen – angeboten. Auch einige kleine österreichische Flugfirmen und Firmen aus dem EU-Raum (Deutschland) bieten Bildflüge an. Da abzusehen ist, daß Luftbilder auch für die Forstbetriebe bzw. jede raumbezogen agierende Institution eine zunehmend wichtige Rolle spielen werden, seien an dieser Stelle einige Begriffsbestimmungen und sachbezogene Informationen angeführt:

Luftbilder sind meist Senkrechtaufnahmen von einem Flugzeug aus mit einem mittleren Bildmaßstab, der bei großen Höhenunterschieden am Bild sehr uneinheitlich sein kann. Die stereoskopische Auswertung von Luftbildern kann wichtige topographische Zusatzinformationen liefern. So können Runsen, Gräben, Rücken, Plateaus, Kammlinien, Sonn- und Schatthänge sowie größere Schutt- und Felspartien abgegrenzt werden.

Luftbilder sind farbig, als Farb-Infrarot-Luftbild (FIR) oder schwarz/weiß z. B. beim BEV als Kontaktkopien (Papierabzug, 18 x 18 cm, 23 x 23 cm), als Filmdia (18 x 18 cm, 23 x 23 cm oder als Projektionsdia (5 x 5 cm) auch entzerrt für Orthophoto) erhältlich.

#### Farb-Infrarot-Luftbild (FIR-Luftbild)

Der „nahe“ Infrarotbereich wird auf einem Spezialfilm (in der roten Farbschicht) abgebildet. Die Strahlung dieser Wellenlänge wird von der Vegetation sehr stark reflektiert, wobei die Intensität der Reflexion von der Pflanzenart (Baumart) und deren Vitalität abhängt.

#### Orthophoto

Das Orthophoto ist ein partiell in kleinsten Teilchen entzerrtes Luftbild. Es verbindet den Detailreichtum des Photos mit der geometrischen Exaktheit der Karte. Nachteile des Orthophotos sind die bei sehr steilem Gelände auftretenden Bildunschärfen, die hohen Herstellungskosten sowie die vorhandene Beschränkung auf Schwarz-Weiß-Ausführung. FIR-Orthophotos sind derzeit noch sehr teure Spezialanfertigungen, durch den Einsatz von PCs bei der Entzerrung des Luftbildes könnten jedoch die Preise in absehbarer Zeit sinken.

Orthophotos des BEV sind in Halbton, nicht gerastert oder gerastert, ohne Rahmen, ohne Beschriftung, in der Standardgröße von 50 x 50 cm (Maßstäbe 1 : 5000 und 1 : 10000) im Blattschnitt Gauß-Krüger, auf Fotopapier, Filmdia oder digital erhältlich. Auf Wunsch werden Rahmen und Gitter einkopiert. Ein Schichtenblatt wird extra angelegt.

#### ► Bundesweit flächendeckend verfügbare Luftbilder:

- Kartenfortführung  
s/w Bildflug mit Bildmaßstab ca. 1 : 25.000 bis 30.000, der flächendeckend vorhanden ist und Wiederholungsflüge ungefähr alle 7 Jahre beinhaltet. Aus diesem Material entsteht das schwarz/weiß Orthophoto im Maßstab 1 : 10.000 bzw. 1 : 5.000.

#### • Berghöfekataster

FIR-Bildmaterial im Maßstab 1 : 15.000. Ungefähr 70 % des Bundesgebietes sind erfasst, die Aussparungen betreffen extremes Hochgebirge, Öd- und Flachland (Wiener Becken, ...). Einmalprojekt mit Beginn 1989 und Ende 1998.

- Jederzeit eigene großräumige Befliegungen möglich. Kostenfrage!

#### ► Bundesweit flächendeckend verfügbares Kartenmaterial auf Luftbildbasis:

##### • Orthophoto

s/w-Bild auf Filmdia, Photopapier oder digital im Blattschnitt des Landeskoordinatensystems, ohne Raster und Beschriftungen, jedoch auf Wunsch mit Rahmen und einkopiertem Gitternetz sowie eigenem Schichtenlinienblatt erhältlich. Blattgröße 50 x 50cm, Maßstab 1 : 10.000 oder 1 : 5.000.

##### • ÖLK Österreichische Luftbildkarte

Grundlage sind Schwarz-Weiß-Orthophotos, die einheitlich im Blattschnitt des Landeskoordinatensystems (Gauß-Krüger-System; Maßstab 1 : 5000 oder 1 : 10000, Bildgröße immer 50 x 50 cm, als Filmdia, auf Photopapier und auf Transparentlichtpause) montiert werden. Gitternetz sowie wahlweise Beschriftung, Schichtenlinien etc. sind einkopiert. Die Luftbildkarte wird nicht mehr nachgeführt und ist nicht mehr flächendeckend vorhanden.

##### • Sonderanfertigungen

Orthophotos sind aus allen Flügen, auch FIR-Bildflügen, erhältlich. Die Ausführung ist jedoch teuer und derzeit ausschließlich in schwarz-weiß möglich.

- Es ist geplant, die Kartenfortführung nach Auslaufen der Berghöfekatasterflüge im Maßstab 1 : 15.000 auf Basis FIR umzustellen.

#### Erstellung von entzerrten (Strich)Karten

##### ► Monoplotting

Unter Monoplotting wird die photogrammetrische zweidimensionale (monokulare) Auswertung eines einzelnen Luftbildes (Dias) verstanden. Linien werden digitalisiert und unter Verwendung von Paßpunkten und digitalem Geländemodell entzerrt.

- Vorteile: keine Stereobildpaare notwendig, viel einfachere technische Ausstattung ausreichend (kleinerer Digitalisiererschicht, PC), keine speziellen photogrammetrischen Vorkenntnisse nötig. Da die Linien dreidimensional koordinativ vor-

liegen, ist ein Zusammenführen mit anderen (digitalen) Informationen im GIS möglich.

- Nachteile: Digitales Geländemodell und Paßpunkte erforderlich. Verminderte Genauigkeit durch eingeschränkte Genauigkeit des digitalen Geländemodells. Ausgabe als Strichkarte ohne den Detailreichtum eines Photos. Informationsverlust durch zweidimensionale Betrachtung.

#### ► Photogrammetrische Stereoauswertung

Photogrammetrische dreidimensionale (stereoskopische) Auswertung eines Luftbildpaares im Landeskoordinatensystem Gauß-Krüger. Im dreidimensionalen Stereomodell werden den ausgesuchten Objekten (Linien) alle drei Koordinaten (x, y, Höhe) zugeordnet. Für die absolute Orientierung sind Paßpunkte erforderlich.

- Vorteile: Höchste Genauigkeit durch dreidimensionales Betrachten der Objekte und direktes Entzerren ohne Zuhilfenahme eines (ungeaueren) Geländemodells. Zusammenführen mit anderen koordinativ festgelegten Informationen (GIS) möglich.
- Nachteile: Aufwendige und teure technische Ausrüstung im Hard- und Softwarebereich sowie einschlägig geschultes Personal erforderlich. Paßpunkte sind zur absoluten Orientierung eines Stereomodells notwendig. Nur sehr wenige Spezialfirmen (Ingenieurbüros für Vermessungswesen) bieten diese Arbeiten an, die sehr kostspielig sind.

Es wird empfohlen, wo immer möglich, Farb-Infrarotluftbilder bzw. Ausarbeitungen von Farb-Infrarotluftbildern einzusetzen. Die geringfügigen Mehrkosten gegenüber Schwarz-Weiß-Aufnahmen stehen in keinem Verhältnis zum zusätzlichen Informationsgewinn.

Durch die FIR-Technik kann die Baumartenmischung eines Bestandes erfaßt werden. Unter anderem kann diese Information für eine Vorauswahl von Erkundungspunkten verwendet werden. Kleine Gerinne bilden sich oft in der Baum- Strauchschicht deutlich ab. Ebenso können etwa Laubholzgruppen als Hinweis für naturnähere Bestandesteile und als Orientierungsanhalt im Gelände ausgewiesen werden. Diese für die forstliche Standortskartierung wesentlichen Informationen sind noch ausreichend genau aus FIR-Luftbildern mit einem mittleren Bildmaßstab um 1 : 15.000 erkennbar.

In Österreich unterliegen Luftbilder strengen Auflagen, und ihre Veröffentlichung ist an eine Lizenz gebunden.

#### I.2.4 Bundesweit flächendeckend verfügbare Höhenschichtenlinien

##### ► Schichten aus der ÖK 1 : 50.000 bzw. 1 : 25.000

Da wie bereits erwähnt, die ÖK 1 : 25.000 nur eine photographische Vergrößerung der ÖK 1 : 50.000 ist, bieten die Schichtlinien der ÖK 1 : 25.000 keine zusätzliche Information. Die Schichtlinien sind auf Papier, als Astralondia (=Planpause), als Dia oder transparent mit Schichtenabstand 20 m verfügbar.

##### ► Manuskriptkarte 1 : 10.000

Die 30x30 cm großen Transparentblätter, Filmdias oder Kopien enthalten die Originalschichtlinien aus der Luftbildauswertung der österreichischen Kartenherstellung, sind also nicht generalisiert. Die Kartenblätter enthalten üblicherweise kein Hektar-netz, es ist eigens mitzukopieren. Verfügbar sind die Situation, Höhenkoten, Schichten und Gewässer. Die Manuskriptkarte wird nicht fortgeführt und ist auch nicht flächendeckend vorhanden.

##### ► Geländehöhendatenbank

Gerechnete Höhenschichten aus dem neuen Geländemodell sind bundesweit flächendeckend verfügbar. Der Maßstab ist wählbar, das Produkt ist auf Papier, transparent oder digital (Diskette), auf Wunsch auch mit 10 m-Abstand der Höhenschichten, zu beziehen.

#### I.2.5 Satellitenaufnahmen

Es ist zu erwarten, daß in Zukunft Satellitenaufnahmen teilweise die Funktion der Luftbilder übernehmen werden. Zur Zeit sind für Zwecke der Standortskartierung (1 : 10.000) diese Bilder noch zu ungenau, da die Pixelgröße, das heißt die kleinste Dateneinheit, 6\*6 m beträgt. Zusätzliche Ungenauigkeiten resultieren aus der geometrische Lagezuordnung (Rektifikation) der Daten.

#### I.2.6 Themenkarten

Wenn bereits einschlägige thematische Karten vorhanden sind, bietet sich das Zusammenfügen der dargestellten Parameter aus diesen Unterlagen an. Ein schematisches Zusammensetzen am „grünen Tisch“ ohne Prüfung im Gelände ist jedoch abzulehnen.

##### ► Geologische Karten

Sie liefern wichtige Hinweise auf die Zusammensetzung, Verbreitung, Alter und Entstehung des

Ausgangsgesteins der Bodenbildung. Wichtiger als geogenetische und stratigraphische Angaben sind für die Forstliche Standortskartierung petrographische Inhalte. Bodenkundlich relevante Substratgrenzen sollten deshalb in die Konzeptkarte übernommen werden. Es empfiehlt sich, natürliche Aufschlüsse sowie Protokolle von Aufgrabungen und Bohrungen, die Angaben über den Aufbau der oberflächennahen Schichten liefern, zu übernehmen. Die modernen geologischen Karten der Geologischen Bundesanstalt im Maßstab 1 : 50.000 sind von hoher Qualität und hoher räumlicher Auflösung, stehen jedoch nur für etwas mehr als ein Drittel des Bundesgebiets zur Verfügung. In Gebieten, die von diesen Karten nicht erfaßt werden, sind ältere Karten – etwa der alten geologischen Landesaufnahme 1 : 75.000 – ebenso von Interesse wie die bei der Geologischen Bundesanstalt einzusehenden (bzw. zu kopierenden) unveröffentlichten geowissenschaftlichen Manuskriptkarten und Begehungsprotokolle, insbesondere solche mit geomorphologischem und geochemischem Inhalt.

- ▶ **Forstliche Standortskarten von Nachbarrevieren**  
Falls solche vorliegen, sollten sie kritisch begutachtet werden. Vor allem bei direktem Anschluß oder großer räumlicher Nähe kann eine Begehung ausgewählter Flächen von großem Nutzen sein. Bodenkarten des Bundesamtes und Forschungszentrums für Landwirtschaft (BAFL) liegen im Maßstab 1 : 10.000 oder 1 : 25.000 für alle Acker- und Grünlandflächen Österreichs vor. Sie stellen besonders bei Streulage (enge Verzahnung von forst- und landwirtschaftlich genutzten Flächen) eine wertvolle Informationsquelle dar. Sie liegen bei den Gemeinden auf oder sind beim BAFL erhältlich.
- ▶ **Karten der Österreichischen Bodenschätzung**  
des Bundesministeriums für Finanzen enthalten ebenfalls wertvolle bodenkundliche Informationen in Parzellenschärfe für die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche Österreichs.
- ▶ **Vegetationskarten**  
Beispiele von Karten mit relativ großer Flächendeckung, jedoch kleinem Maßstab sind die Karte der aktuellen Vegetation Tirols (inkl. Pinzgau und Teilen Südtirols, 12 Blätter) 1 : 100.000 (Schiechtl) und die Blätter der Vegetationskarte der Steiermark 1 : 200.000 (Zimmermann).

- ▶ Auch im Bereich der Themenkarten gibt es zahlreiche Arbeiten mit lokalem Bezug, die oft unveröffentlicht sind oder ausschließlich als Diplomarbeiten oder Dissertationen vorliegen. Solche Arbeiten sind am ehesten bei den Universitäten, wissenschaftlichen Vereinen und lokalen naturkundlichen Institutionen erhältlich oder einzusehen.

## Annex II Erstellung einer Grundkarte für die Feldarbeit

Die Erstellung der Grundkarte für die Feldarbeit ist ein oft zeit- und arbeitsintensiver Vorgang. Je besser jedoch die Grundkarte ist, um so weniger Zeit muß für die Orientierung im Gelände, die Abgrenzung der Standortseinheiten, usw. aufgewendet, und um so genauer und lagerichtiger können die Grenzen der Standortseinheiten erfaßt werden.

Der Maßstab richtet sich nach der gewünschten Darstellungsgröße der gedruckten Karte (sehr häufig 1 : 5.000 oder 1 : 10.000). Es ist günstig, die Grundkarte mit größerem Maßstab zu erstellen, so daß der Kartierer genug Platz für seine Eintragungen vorfindet.

Die Kartierung muß unbedingt auf dieser Grundkarte erfolgen. Die Inhalte aus der fertigen Feldkarte sollte niemals nachträglich auf eine andere Kartengrundlage übertragen werden. Dabei entstehen unbemerkt Fehler, welche den hohen Aufwand einer sorgfältigen Kartierung im Gelände ad absurdum führen.

### II.1 Genauigkeit der Grundkarte

Ziel des Projektes und endgültige Darstellungsform der Standortskarte sind für die Ansprüche an die topographischen Grundlagen bzw. die Grundkarte maßgeblich: Ist nur eine großräumige Erkundung vorgesehen oder sollen wiederauffindbare Erkundungspunkte für eine Detailkartierung eingelegt werden? Ist eine Standortskarte als handgezeichnetes Unikat vorgesehen oder ein Druck in größerer Auflage? Dient das Luftbild nur als Orientierungshilfe im Gelände oder als spätere Kartengrundlage? Sollen

die Standorte in die vorhandene (evtl. auch geometrisch fehlerhafte) Revierkarte zu deren weiterer Verwendung eingetragen werden oder ist eine lage-richtige Darstellung für die Verschneidung mit anderen Themenkarten erforderlich bzw. geplant? An diesen Fragen muß sich die Erstellung bzw. der Aufwand zur Erstellung der Feldkarte orientieren. Es sei darauf hingewiesen, daß in die Grundkarte investierte Zeit üblicherweise gut angelegt ist, da eine gute Feldkarte bereits Hinweise auf Standortsgrenzen gibt (Reliefzusammenhang auch bei unübersichtlichem Gelände, Neigung, Geologie, etc.).

### Lagerichtigkeit

Für die Standortskartierung ist eine absolute (koordinatengerechte) Lagerichtigkeit nicht unbedingt erforderlich. Für die übliche Interpretation und Benutzung der Standortskarte genügt die richtige relative Lage zu Orientierungspunkten, Grenzlinien und zu den benachbarten Standortseinheiten. Auch der Anwender benützt die gleichen Orientierungsanhalte. Zudem ist die inhaltliche Abgrenzung der Einheiten gutachtlich und daher unscharf. Kompromisse bei inhaltlicher und räumlicher Abgrenzung sind - ähnlich wie bei anderen Themenkarten (Geologische Karte!) - die Regel.

Für jede Art von Overlay, etwa bei Unterlegen von Revierkarten mit Schichtlinien, geologischer Karte aber auch bei nachträglicher Eintragung von Straßen oder Bestandesgrenzen, ist geodätische Lagerichtigkeit jedoch unbedingte Voraussetzung. Die spätere Zuordnung von Versuchsflächen oder Projekt- oder Befundpunkten aller Art zu einer Standortseinheit muß in jedem Fall vor Ort im Gelände mittels Feldansprache erfolgen und nicht am grünen Tisch aufgrund der Karte. Dies ist schon wegen der Mosaiklage kleiner, nicht kartierbarer Standortskomponenten erforderlich.

## II.2 Erforderliche Karteninhalte

Die Grundkarte enthält folgende Elemente:

- ▶ Straßen- und Wegenetz
- ▶ Gewässer, Gerinne
- ▶ Höhengichtlinien
- ▶ Revier- und Abteilungs-grenzen
- ▶ Die detaillierten Erhebungspunkte aus der Erkundung
- ▶ Information bzw. Grenzen aus thematischen Karten (Geologie, etc.).

Als Unterstützung für die Orientierung im Gelände sowie für das Ziehen von Trennlinien können zusätzlich eingetragen werden:

Aktuelle Bestandesgrenzen, am besten mit Altersklassen und Baumartenmischung, sowie die Umgrenzung markanter Baumgruppen und Felsen. Weitere Informationen wie Bodenverlagerung bzw. Erosion, geologische Einheiten etc. werden je nach Bedeutung im Projektgebiet ebenfalls in die Konzeptkarte übernommen.

## II.3 Raster

Es empfiehlt sich, einen N-S orientierten, am besten schon am Koordinatensystem (oder bei sehr einheitlicher Hangexposition nach dieser) ausgerichteten Raster über die Karte zu legen und die Rasterpunkte abteilungsweise oder innerhalb gut abgegrenzter Flächen durchzunummerieren. Der Abstand der Linien ist dabei abhängig vom Maßstab und der gewünschten Intensität und Genauigkeit der Kartierung. Ein relativ enges Netz wäre bei einem Maßstab von 1 : 5.000 ein Linienabstand von 1 cm (=50 m).

Die feinen Rasterstriche können als Begehungslinien und die Kreuzungen als Erhebungspunkte der Kartierung dienen. Auch bei einer nicht streng nach einem Raster vorgehenden Kartierung ist durch diese Linien eine räumliche Ordnung vorgegeben, die verhindert, daß größere Flächen nicht begangen werden.

Ein zusätzlicher Vorteil liegt darin, daß Beobachtungen, die im Begehungsprotokoll (Feldbuch) vermerkt sind, später ohne Schwierigkeiten lokalisiert werden können, wenn sie sich auf einen Rasterpunkt beziehen.

Sollte die Karte in ein geographisches Informationssystem eingegeben sein oder werden, können Verzerrungen auf Kopien der Grundkarte durch das Gitternetz im Nachhinein leichter korrigiert werden.

## II.4 Feldbuch

Für jeden Kartierer sollte ein Notizbuch vorbereitet werden, in dem die Rasterpunkte entsprechend der Karte durchnummeriert sind. Dadurch kann auch bei schon angegriffenem Kartenmaterial eine sichere

Zuordnung von Informationen im Notizbuch zu den Rasterpunkten der Karte erfolgen. Denn einerseits ist die Nummernfolge auf der Originalkarte ohnehin erhalten und durch gleichsinnige Numerierung in den einzelnen Teilflächen können jederzeit auch im Feld unleserlich gewordene Zahlen interpretiert werden.

## II.5 Digitalisierung

Statt die einzelnen Informationen der Grundkarte erst für die Darstellung der fertigen Standortskarte in einzelnen „Layers“ einzuscannen bzw. zu digitalisieren, sollte bereits die gesamte Grundkarte digitalisiert werden. So kann die am besten lesbare Darstellung gefunden werden, und die Erstellung der Grundkarte ist bereits eine Investition in jene der endgültigen Standortskarte.

Ein weiterer Vorteil der Digitalisierung der Grundkarte liegt darin, daß über digitale Geländemodelle Neigungsstufenkarten erstellt werden können. Entsprechende Programme bieten darüber hinaus die Möglichkeit einer komplexen Reliefauswertung (z. B. Reliefformen) und geben damit gute Hinweise auf mögliche Standortseinheitengrenzen. Die Auswertung digitaler Höhendaten ersetzt jedoch nicht die Erfassung des aktuellen Reliefs im Gelände, da kleinräumig deutliche Abweichungen auftreten können.

## II.6 Darstellung, Druck

Die Darstellung der Kartengrundlage als Graudruck bzw. als Druck mit blassen Farben ist anzuraten. Dadurch wird, wie auch durch die Wahl eines größeren Maßstabes, das Einzeichnen von Information (mit Bleistift) und deren Lesbarkeit stark erleichtert. Es wird weiters dringend angeraten, eine ausreichende Anzahl von maßstabsrichtigen Kopien (Planpausen) der Grundkarte anzufertigen. Nur dadurch ist ein problemloser Übertrag aus den Einzelblättern möglich, bzw. können stärker angegriffene Kartierungsblätter nach Einzeichnen der Anschlußflächen auf das neue Kartenblatt ersetzt werden. Die Exemplare der Feldkarte sollten aus Papier bestehen, das möglichst widerstandsfähig gegen Radieren, Feuchtigkeit und Schmutz ist.

## 4. Literatur

- AK STANDORTSKARTIERUNG 1980: *Forstliche Standortsaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen*. 4. Auflage, Landwirtschaftsverlag Münster Hilstrup.
- AK STANDORTSKARTIERUNG 1996: *Forstliche Standortsaufnahme. Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen*. 5. Auflage, Eching.
- NESTROY O. 1998: *Stand der Beratungen über die Neufassung der Österreichischen Bodensystematik*. Mitt. ÖBG 56, 79-96.
- BABEL U. 1975. *Micromorphology of soil organic matter*. in: Gieseking, J.E. (Hrg.): *Soil components*, Vol. 1, Organic compounds, 369-473.
- BARRAT B.C. 1964. *A classification of humusforms and micro-fabrics in temperate grasslands*. J. Soil Sci. 15, 351-356.
- BLUM W.E.H., DANNEBERG O.H., GLATZEL G., GRALL H., KILIAN W., MUTSCH F. & STÖHR D. 1986. *Waldbodenuntersuchung*. Österr. Bodenkundl. Ges., Wien, 59 S.
- BLUM W.E.H. SPIEGEL H. & WENZEL W.W. 1989. *Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich*. ARGE Bodenzustandsinventur der Österr. Bodenkundl. Ges., Hrg.: BMLF, Wien, 95 S.
- BLUM W.E.H., SPIEGEL H. & WENZEL W.W. 1996. *Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich*. 2. Auflage, ARGE Bodenzustandsinventur der Österr. Bodenkundl. Ges., Hrg.: BMLF, Wien, 95 S.
- BRAUN-BLANQUET J. 1951. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 2. Aufl. Springer, Wien.
- BRAUN-BLANQUET J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Aufl. Springer, Berlin-Wien-New York.
- DIERSCHKE H. 1994. *Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden*. Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG H. & KLÖTZLI F. 1972. *Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz*. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswesen, 48: 1-334.
- FAO - UNESCO 1989. *FAO/Unesco Soil Map of the World. Revised Legend*. World Resources Report 60, FAO Rome. Reprinted as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen.
- FAO - UNESCO 1997. *FAO/Unesco Soil Map of the World. Revised Legend, with corrections and updates*. World Soil Resources Report 60, FAO, Rome. Reprinted with updates as Technical Paper 20, ISRIC, Wageningen.
- FINK J. 1969. *Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs*. In: Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft 13.
- FINK, J. 1977: *Neue Bodenkarte von Österreich*. In: Akademie der Wissenschaften (Hrg.) Atlas der Republik Österreich, 6. Lieferung, 3. Teil.
- FLEMING G. 1995. *Wald – Wetter – Klima. Einführung in die Forstmetereologie*. Berlin. Dt. Landwirtschaftsverlag.

- FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT 1994. *Instruktion für die Feldarbeit der Österreichischen Waldinventur 1992-1996*. Fassung 1994, Wien.
- GEIGER R. 1961. *Das Klima der bodennahen Luftschicht*, Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- HÄCKEL H. 1985. *Metereologie*. Ulmer, Stuttgart.
- HUFNAGL H. 1970. *Der Waldtyp; ein Behelf zur Waldbaudiagnose*. Innviertler Presseverein, Ried i. I.
- KESSEBA A. 1962. *Enzymatisch-bodenkundliche Untersuchungen an ägyptischen Böden*. Diss., Techn. Hochschule, München.
- KILIAN W. & MAJER C. 1990. *Österreichische Waldbodenzustandsinventur – Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme*. FBVA-Berichte, Sonderheft, Wien.
- KILIAN W., MÜLLER F. & STARLINGER F. 1994. *Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach walddökologischen Gesichtspunkten*. FBVA-Berichte 83: 62.
- KIRSCHNER K. G. & G. SCHLENKER 1955. *Vorwort*. Mitt. Verein Forstl. Standortskartierung 1: 1.
- KLINKA K., GREEN R.N., TROWBRIDGE R.L. & LOWE L.E. 1981. *Taxonomic Classification of Humus Forms in Ecosystems of British Columbia. First Approximation*. Land Management Rep. 8, Province of British Columbia, Min. of Forestry, Vancouver, 54 S.
- KRAUSS G.A. 1936. *Aufgaben der Standortskunde*. Jahresbericht des Deutschen Forstvereins, Berlin.
- MAYER H. 1974. *Wälder des Ostalpenraums*. G. Fischer, Stuttgart, 344 S.
- MAYER E. 1968 (Bearb.). *Normen für Forstkarten*. Mitt. Forstl. BVA 81, 29 S + 11 Farbtafeln.
- MUCINA L., GRABHERR G. & WALLNÖFER S. (Hrsg.) 1993. *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III. Wälder und Gebüsche*. G. Fischer, Jena.
- MÜCKENHAUSEN E. 1985. *Die Bodenkunde*. 3. Auflage, DLG-Verlags-Ges.m.b.H., Frankfurt a. M., 579 S. + 24 Tafeln.
- HEILIG G. & KOCH G. unter Mitarbeit von Englisch M., Esterlus G., Kilian W. & Starlinger F. 1997. *Gliederung bodenbildender Ausgangsgesteine*. Unveröffentlichtes Manuskript.
- MÜLLER H. 1878. *Studier over Skovjord*. Tidskr. Skovbrug, 3, 1-124.
- OBERDORFER E. (Hrsg.) 1992. *Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV. Wälder und Gebüsche*. G. Fischer, Jena-Stuttgart-New York.
- SEIBERT P., 1968: *Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500.000*. Schriftenreihe für Vegetationskunde 3. Bad Godesberg: 1-84.
- SIMS R.A., KERSHAW H.M., BALDWIN K.A. & WICKWARE G.M. 1989. *Field Guide to the Forest Ecosystem classification for Northwestern Ontario*. Ont. Min. Nat. Resour. Toronto, Ont. 191 S.
- TUXEN R. 1956. *Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung*. Angew. Pflanzensoz., 13: 5-24.
- TUXEN R., 1956. *Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung*. Angew. Pflanzensoziologie, 13: 24-42.
- V. ZEJSCHWITZ E. 1976. *Ansprachemerkmale der terrestrischen Waldhumusformen des nordwestdeutschen Mittelgebirgsraumes*. Geol. Jb., F3, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 53-105.
- WESTHOFF V. & VAN DER MAAREL E. 1878. *The Braun-Blanquet approach*. 2<sup>nd</sup> ed. In: WHITTAKER R.H. (ed). *Classification of plant communities*. The Hague, Junk, 287-399.
- ZUKRIGL K. 1973. *Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand*. Mitt. Forstl. BVA Wien, 101: 1-387.
- ZUKRIGL K. 1989. *Die montanen Buchenwälder der Nordabdachung der Karawanken und Karnischen Alpen*. Naturschutz in Kärnten, 9: 1-116.

Verfasser: Dipl.-Ing. Dr. Michael Englisch  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Institut für Forstökologie  
Seckendorff-Gudent Weg 8  
1131 Wien

Dipl.-Ing. Manfred Gärtner  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Abteilung Forstliches Luftbild  
Seckendorff-Gudent Weg 8  
1131 Wien

Dipl.-Ing. Edwin Herzberger  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Institut für Forstökologie  
Seckendorff-Gudent Weg 8  
1131 Wien

Dipl.-Ing. Dr. Walter Kilian  
Vorsitzender Arbeitsgruppe Standortskartierung  
des Österreichischen Forstvereins  
Grillparzergasse 4  
A-2560 Baden

Dipl.-Ing. Franz Starlinger  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
Institut für Forstökologie  
Seckendorff-Gudent Weg 8

# Forstliche Standortsaufnahme

## 1. Standorts- und Vegetationsbeschreibung

Aufnahmegruppe \_\_\_\_\_

Aufnahmedatum

Arbeitsgebiet

Kennzahl d. Probefläche lt. WBS	
Parzelle	Profil
Ld.	BFI
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Veget.-Aufnahmenummer

Quadrant Florenkartierung

ÖK Nr.

Trakt Nr. (Forstinventur)

Wuchsgebiet

Hochwert

Rechtswert

Meridian

hoch | rechts  
  |

klimat. Höhenstufe

Seehöhe

Exposition

g	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	eben

Hangneigung    %  
  g

Geländeform

Ebene	Verebnung	Talboden	Terrasse	Platte	Mulde, Kessel	Wanne	Graben	Oberhang	Unterhang	Mittelhang	Hangverstellung	Hangverebnung	Kuppe	Rücken	Riedel, Wall	Hangfuß	Schwemm-, -Schuttflächer	Schwemm-, -Schuttkegel
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Ausdehnung des Relieftes in m

horizontal

vertikal

Kleinrelief

ausgeglichen	1
Rinnen, Gräben	2
Buckel, Schichtköpfe	3
Blockflur	4
unruhig	5

lt. geologischer Karte

\_\_\_\_\_

Grundgestein  
lt. Geländebefund

Deckschichten

Bodenhydrologische Verhältnisse

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

Grundwasserstand cm

min    max

Wasserhaushaltsstufen

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

Vegetationstyp

Witterung der Vorperiode

Bodentyp

Standort des Probenbereiches weicht von der Gesamtfläche bzw. Flächenmittelpunkt ab

j  n



## 2. Bodenansprache

Bodentyp

--	--	--

Humusform

Horizont	Horizontmächtigkeit von-bis in cm	Material z.B. Fi-Streu Graswurzelfilz	Lagerung							Durchwurzelung					Schmierigkeit			
			1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	ja	nein	
			locker	verklebt	schichtig	brechbar	bröckelig	kompakt	anderes	nicht dw.	schwach	mittel	stark	sehr stark	Wurzelfilz	1	2	

Horizont	Horizontmächtigkeit von-bis in cm	Horiz. abgr.		Bodenart	Skelettgehalt			Bodenfarbe	Fleckung				Konkretionen	Karbonate		Struktur		Durchwurzelung	Regenwurmkativ.
		Deutlichkeit	Form		Anteil	Art	Art		Häufigkeit	Kontrast	Häufigkeit	Art		ja	nein	keine Agg.	Deutl. d. Agg.		
														1	2				

Mineralboden

## 3. Bodenproben

A. Humusaufgabe

Anzahl d. Rahmen 25 x 25

--

Probenr.	Mächtiggk.	Mittel	Trockengewicht der Probe (g)	Auflage Trockengew. kg / m <sup>2</sup>
Profil 1				
Profil 2				
Profil 3				
Profil 4				
Profil 5				
Profil 6				

B. Mineralboden

Probe Nr.	cm
	0-5
	5-10
	10-20
	20-30
	30-50
	50-80

C. Lage der Probestellen

	N-Winkel(g)	Distanz (m)	von Bezugspunkt
zu Profil 1			
zu Profil 2			
zu Profil 3			
zu Profil 4			

