

INNOVATIVE TOOLS IN PROTECTION FOREST MANAGEMENT MODELLING OF FOREST TYPES

WALDTYPISIERUNG TIROL

Kurt Ziegner¹, Markus Wallner²

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des Interreg IIIb – Projektes „NAB – Naturpotentiale Alpiner Bergegebiete“ wurden neue Grundlagen zur naturnahen Behandlung von Schutzwäldern in Tirol/Österreich geschaffen. Es wurde eine Methode für die großflächige Ausweisung von potentiellen Waldgesellschaften in alpinen Regionen entwickelt und getestet. Diese neuen Werkzeuge - Waldtypenkarten und -beschreibung - stellen eine neue, innovative Grundlage für die Schutzwaldarbeit dar.

- Bestimmung der potentiellen Waldtypen und landesweite kartografische Darstellung in einer Waldtypenkarte
- Ökologische, waldbauliche und schutzfunktionale Beschreibung der Waldtypen
- Waldbauliche Empfehlungen zu den Waldtypen, abgestimmt auf die Naturgefahren

Methodisch wurden sowohl eine GIS-gestützte Kombination von geoökologischen Parametern als auch Feldaufnahmen angewandt. Nach Auswertung aller existierenden Daten wurden in einer zweiten Phase Stratifizierungsmodelle gerechnet und in der Natur verifiziert. Nach der Kartenerstellung und deren Prüfung im Gelände erfolgt eine detaillierte Beschreibung jedes Waldtyps und eine waldbauliche Handlungsempfehlung speziell auf die Schutzwaldeigenschaft abgestimmt. Das Gesamtpaket wurde in Form von Workshops und Trainings bereits in die Praxis implementiert.

Keywords: Waldtypenkarte, Schutzwaldverbesserung, potentielle Waldgesellschaften, Stratifizierungsmodell, NAB

ABSTRACT

In the framework of Interreg IIIb - Project “NAB – natural space analysis for alpine mountain areas” module 3 deals with with basic principles for a efficient protection forest restructuring in Tyrol/Austria. The purpose of the module was to create a forest typology and forest type map for alpine regions as a further basis for protection forest management. Targeted working also requires adequate knowledge of the potential natural forest types, especially in connection with natural hazards.

- Identification of potential forest types and cartographic representation in a map,
- Ecological, silvicultural and functional description of the various forest types
- Standardised silvicultural recommendations also in the view of natural hazards for practical work on forest types.

¹Abteilungsleiter Stellvertreter Forstplanung, Amt d. Tiroler Landesregierung, Bürgerstrasse 36, 6020 Innsbruck (+43/ 512 5084560, k.ziegner@tirol.gv.at); ² Abteilung Forstplanung, Amt d. Tiroler Landesregierung, Bürgerstrasse 36, 6020 Innsbruck (+43/ 512 508 4547, ma.wallner@tirol.gv.at)

The procedure will be a combination of GIS-based modelling and sampling in the field. After having studied the existing literature, in the second phase, the forest types will be defined with the help of a stratification model. Thirdly, field studies will be performed to verify the forest types. Finally, evaluation of the captured data will be employed to provide a full ecological and silvicultural description of the forest types.

Keywords: forest type map, protection forest, potential forest types, NAB

AUSGANGSLAGE

67 % der Waldfläche Tirols sind Schutzwald und damit für die Sicherheit vor Naturgefahren im „Herz der Alpen“ verantwortlich. Ohne intakten Schutzwald ist ein sicheres Leben in den engen Alpentälern mit nur 12 % Dauersiedlungsraum nicht möglich. Daher bedeutet Waldwirtschaft in Tirol immer Schutzwaldwirtschaft. Langfristig ist es das Ziel des Tiroler Forstdienstes die Kräfte der Natur bei der Verjüngung der Schutzwälder bestmöglich zu nutzen und dadurch Kosten zu sparen. Wenn jedoch der Schutzwald naturnah behandelt werden soll, ist das Wissen um die potentielle natürliche Waldgesellschaft und das Standortspotential von grundlegender Bedeutung. Zur Zeit gibt es in Tirol nur lokale forstliche Standortskartierungen die genaue Grundlagen liefern können. Diese erstrecken sich hauptsächlich auf die Wuchsgebiete 4.1 (Nördliche Randalpen/West) und 2.1 (Nördliche Zwischenalpen/West). Zur Erstellung einer Gesamtbeschreibung der potentiellen Waldgesellschaften ist eine terrestrischen Kartierungen ungeeignet und zu teuer. Das Interreg IIIb Programm der EU ermöglichte die Entwicklung einer neuen Modellierungsmethode die landesweit umgesetzt werden kann. Im Rahmen des Projektes „:nab – Naturpotentiale Alpiner Bergegebiete“ konnte diese Methode grenzüberschreitend erprobt und angewandt werden.

Ziele

Um die Aufgabe einer großflächigen Bearbeitung der potentiellen Waldtypen zu lösen, hat sich der Tiroler Forstdienst folgende Ziele gesetzt:

- landesweite Bestimmung der potentiellen Waldtypen und kartografische Darstellung in einer Waldtypenkarte
- Einfaches Instrument zur Ansprache der Waldtypen im Gelände durch die Praktiker
- Ökologische, waldbauliche und schutzfunktionale Beschreibung der Waldtypen
- Waldbauliche Empfehlungen zu den Waldtypen für den Praktiker
- Schaffung eines Dokumentationstools für die wertvollen Erfahrungen der Förster

Nutzen

Mit diesem Produkt wird den Forstpraktikern ein Instrument in die Hand gegeben, das den täglichen Umgang mit dem komplexen Thema Standortkunde und Waldökologie wesentlich erleichtert. Die Waldtypenkarte ermöglicht eine einfache Erkennung der unterschiedlichen potentiellen Waldtypen und deren Eigenschaften und Potentiale. Die Darstellung der Waldtypen für ganz Tirol (Endziel) dient aber auch als Grundlage für die überbetriebliche Planung (Landesforstdienst) und als Anschauungs- und Informationsmaterial für alle am Waldgeschehen Beteiligten. Im Landesforstdienst Tirol werden die Ergebnisse in die neue

Schutzwaldstrategie eingebunden. Diese will mit minimalen Eingriffen, maximale Effekte erzielen und die natürliche Entwicklung der Schutzwälder unterstützen. Die Einarbeitung von waldbaulichen Richtlinien für jeden Waldtyp sollen eine standortsangepasste Bewirtschaftung, vor allem im Schutzwald erleichtern. Die Beschreibung der vorkommenden Baumarten, deren Produktivität und das Gefüge, sowie Aspekte der ehemaligen Bewirtschaftung und die aktuelle Waldfunktion, ermöglichen die waldbauliche Beurteilung des jeweiligen Waldtyps. Durch die Waldtypisierung wird der Rahmen für die Waldbehandlung abgesteckt, innerhalb dessen der Förster - Waldauseher aber noch genügend Handlungsspielraum hat. Wichtig ist, dass die Ausarbeitung des Produktes ein Instrument für die Praktiker vor Ort sein soll und nicht nur wissenschaftlichen Anforderungen dient. Vor allem die Waldauseher werden daher von Anfang an mit eingebunden.

WICHTIGE STANDORTSKUNDLICHE BEGRIFFE UND DEFINITIONEN

Waldgesellschaft

Vegetationskundlich gefasste Pflanzengesellschaft in der Formation Wald, charakterisiert durch eine diagnostische Artenkombination (Kennarten, Trennarten, Begleiter und physiognomische Merkmale). Jede Waldgesellschaft wird im Sinne der pflanzensoziologischen Nomenklatur (Weber et al. 2000) auf einer Hierarchiestufe (z.B. Assoziation, Subassoziation) gefasst und trägt einen deutschen und lateinischen Namen. In der vorliegenden Arbeit wurde weniger auf Erstbeschreibungen Rücksicht genommen, vielmehr wurde auf sozio-ökologisch gut gefasste Einheiten aus Arbeiten mit Regionalbezug (Mayer & Hofmann 1969) oder aus vergleichbaren schweizer und österreichischen Räumen (Frehner et al. 2005, Ott et al. 1997, Ellenberg & Klötzli 1972, Kouch 1954, Schweingruber 1972, Braun-Blanquet 1961, Braun-Blanquet et al. 1954, Mayer 1974, Keller et al. 1988, Mucina et al. 1993) sowie neuere Literatur (Exner 2001, 2002; Eichberger et al. 2004, Wachter 2005, Willner et al. 2006) zurückgegriffen.

Waldstandortstyp

Forstökologische Grundeinheit (Lokalform), innerhalb der weitgehend gleiche Standorteigenschaften mit ähnlichen Faktorenkombinationen gelten. Die Faktorenkombination wird bestimmt durch die Basismerkmale Wasserhaushalt, Trophiestufe, Lage, Substrat, Boden (Bodentypen, Bodenart, Gründigkeit, Skelettgehalt) und potentiell natürliche Vegetation (Tüxen 1956) sowie die regionalen Kategorien Wuchsgebiet und Höhenstufe, die durch den Faktor Klima bestimmt werden (Englisch & Kilian 1998). Die Waldstandortseinheit oder der Waldstandortstyp ist die Kartiereinheit bei der forstlichen Standortkartierung. Strenggenommen gilt eine Standortseinheit nur in einem Wuchsgebiet und kann nur eine Waldgesellschaft umfassen. Eine Waldgesellschaft kann umgekehrt in mehreren Standortseinheiten vorkommen.

Waldtyp

Zusammengefasst aus ähnlichen Waldstandortseinheiten und Waldgesellschaften über die strengen Grenzen des Wuchsgebietes und der Höhenstufe hinaus. Ein Waldtyp hat demnach regionale Gültigkeit (z.B. Osttirol). In der Waldtypologie Tirol soll der Begriff Waldtyp als die Grundeinheit verwendet werden. In der Waldtypenkarte, die Ergebnis eines geoökologischen Standortmodells ist, können nur Waldtypen der Hauptwaldstandorte dargestellt werden. Waldtypen an Sonderstandorten werden im Waldtypenkatalog behandelt und können über einen Standortsschlüssel und das Diagramm "Häufige Übergänge zu anderen Waldtypen" im Handbuch erschlossen werden.

Die für eine Modellierung von Waldtypen an Sonderstandorten notwendigen Daten (Schuttmaterial, lawinar, Erosion und Rutschungen) können aus den vorhandenen digitalen Grundlagen nicht zuverlässig abgeleitet werden und sind deshalb in der Karte in der Regel nicht dargestellt.

DAS STRATIFIZIERUNGSMODELL

Datengrundlagen

- Digitales Höhenmodell (Auflösung 10 m; Quelle BVA Wien)
- Geologische Karte (im Maßstab 1:50.000, Quelle: GBA Wien)
- Karte Aktuelle Vegetation (SCHIECHTL, PITSCHMANN et al. M1:100.000)
- Gebietsspezifische vegetations- und standortkundliche Literatur
- Klimadaten: Jahresniederschlagssummen und Schneehöhen
- Niederschlagsmodell (Quelle: Lorenz- Skoda – Modell,2003)
- Empirische Daten: Standortkundliche Geländeaufnahmen und Kartierungen an Eichtransekten

Methodik

Die Waldtypenkarte wird durch die Kombination von digitalen Geoparametern in einem GIS - Modell generiert. Dies ermöglicht eine schnelle und kostengünstige Kartenerstellung, welche bei neuen Erkenntnissen, oder weiteren Verarbeitung durch neuen Datenlagen (z.B. Klimaänderungen) problemlos neu generiert werden kann. Die Vorgehensweise ist nicht direkt vergleichbar mit einer durch terrestrische Kartierung ermittelten Waldstandortskarte, da hier nur Hauptwaldstandorte dargestellt sind, die unter der Annahme gebildet sind, dass die zugrunde gelegten Daten und abgeleiteten Parameter uneingeschränkt gelten und keine Einflüsse von Sonderstandorten bestimmend sind. Das Verfahren wurde von der Firma WLM (Klosterhuber&Partner OEG; www.WLM.at) entwickelt. Ein WALDTYP wird aus der logischen Kombination folgender digitaler Geo-Parameter gebildet:

Tab. 1: Geo - Parameter

Tab. 1: Geo - parameter

Höhenstufe	Hanglage (Expos.)	Substrat	Geländeform	Neigung	Flächenkategorie	=>	Waldstratum WST
------------	-------------------	----------	-------------	---------	------------------	----	-----------------

Das Modell eine flächige Darstellung der Waldtypen auf Hauptwaldstandorten. Die abschließende Zuweisung aller möglichen Kombination der Geoparameter erfolgt über eine empirisch festgelegte Tabelle, die sog. Stratifizierungstabelle. Diese wird anhand der Aufnahmepunkte erstellt und mittels Eichrouten verifiziert und verbessert. Dargestellt wird zudem die klimatische Höhenstufe (ohne lokalklimatische Besonderheiten). Damit steht zur Ansprache des Waldstandortes neben der Waldtypenbeschreibung eine Karte zur Verfügung, die unter Zuhilfenahme des Standortsschlüssels zur Ansprache des richtigen Waldtyps dient.

Abgeleitete Geoökologische Parameter

- **Höhenstufen**

Die Ableitung der Höhenstufen erfolgt in Kombination empirischer Daten (Karte der aktuellen Vegetation von Tirol und eigene Erhebungstransekte) mit einem Einstrahlungsmodell (direkte Sonnenstrahlung (in kWh/m² * a) und Seehöhe aus einem digitalen Höhenmodell.

- **Berechnung der Sonneneinstrahlung**

Die Sonneneinstrahlung wird in den Teilmodellen der Sonnlage und der Höhenstufen verwendet. Derzeit wird die Jahressumme der Strahlung verwendet, wobei die ersten 2 Morgenstunden nach Sonnenaufgang ignoriert werden, da diese für die Bestimmung der Sonnlage und der Höhenstufen keine Rolle spielen, da die Morgentemperaturen meist noch zu gering sind.

- **Berechnung der Sonnlage**

Für die Berechnung der Sonnlage (Wärmeeinfluss bzw. Lichtgenuss in 4 Stufen) wird neben der Strahlungssumme auch die sog. Relativabschattung verwendet. Dies ist der Prozentanteil der tatsächlichen Einstrahlung (mit Abschattung) an der maximal möglichen Einstrahlung (ohne jegliche Horizontüberhöhung - nur durch Exposition und Inklination des Pixels bestimmt). In den durchschnittlichen Lagen kann der Wärmeeinfluss nicht anhand der Strahlungssumme, sondern besser anhand der Exposition bestimmt werden. Da die Expositions- und Strahlungsgrenzen sehr stark vom Klima und der Höhenstufe abhängig sind (Niederschläge und Temperatur), müssen sie je nach Wuchsgebiet und Seehöhe festgelegt werden.

- **Berechnung der Höhenstufen**

Auch die Höhenstufen werden abhängig von der Strahlungssumme bestimmt. Dazu wurde das Gebiet in Naturräume (Täler) unterteilt. Für jeden Naturraum wurden im Gelände die Höhengrenzen auf Süd- und Nordhängen erhoben. Die Obergrenzen jeder Höhenstufe werden in eine Tabelle eingetragen, wobei die Möglichkeit besteht die Höhengrenzen vom Talausgang zum Talinnern entlang eines Gradienten fallen (bzw. auch steigen) zu lassen.

- **Hanglagen**

Nach dem Einstrahlungsmodell werden auch 4 verschiedene Hanglagen, die in Kombination mit den Niederschlägen gewissermaßen Wasserhaushaltsstufen darstellen, abgeleitet: Sonnlage (L) - Halbsonnlage (l) - Halbschattlage (s) - Schattlage (S). Diese sind v.a. für den Wasserhaushalt relevant. Die Hanglagen werden für jedes Bearbeitungsgebiet in Abhängigkeit der mittleren Jahresniederschläge angepasst.

- **Die Substrate**

Als wichtigste Grundlage für die Erstellung der Substratkarte dienen die digitalen geologischen Karten. Aus den geologischen Einheiten der geologischen Karte werden so genannte Substrate abgeleitet, das sind Gruppen bodenbildender Ausgangsgesteine. Diese lassen sich grob in 7 Substratgesellschaften einteilen:

- Saure quarzreiche Silikatgesteine (S)
- Intermediäre Silikatgesteine (I)
- Basenreiche Silikatgesteine (B)
- Karbonat-Silikat-Mischgesteine, kalkarm (M)
- Karbonat-Silikat-Mischgesteine, kalkreich (C)
- Karbonatgesteine (K)
- Tongesteine (T)

Jedes dieser Substrate lässt sich nach der bei der Bodenbildung daraus entstehenden Bodenart oder Basengehalt (bei Tongesteinen) weiter in arm (-) oder reich (+) unterteilen. Für variable Gesteine und undifferenzierte Gesteinsgruppen werden gutachtlich Anteile der möglichen Substratgruppen vergeben. Die komplexen Transport- und Bildungsprozesse von Lockersedimenten lassen sich verständlicherweise nur grob und mit größeren Unsicherheiten nachbilden. Ziel soll es sein, das wahrscheinlichste und vermutlich häufigste Substrat für das Standortmodell (Stratifizierung) zu nutzen, damit eine flächige Aussage möglich wird. Aus den bisherigen Erfahrungen geht klar hervor, dass die Genauigkeit der geologischen Daten großen Einfluss auf die Aussagekraft der Waldtypenkarte hat.

- **Geländeformen**

Die Bestimmung der Geländeformen ist ein komplexer Vorgang bei dem zahlreichen Geoparameter Eingang finden: Hangneigung, Planarkurvatur (Krümmung in der Höhengschicht), Profilkurvatur (Krümmung in der Falllinie), Flow Accumulation (Anzahl der in die jeweilige Zelle entwässernden Zellen).

- **Geländeaufnahmen**

Die Geländeaufnahmen sind nach dem angeführtem Kartierungsschlüssel durchzuführen (Standort, Boden, Vegetation, Bestand, N-Baum-Stichprobe). Dieser richtet sich nach der „Anleitung zur forstlichen Standortskartierung in Österreich“ (ENGLISCH & KILIAN 1998). Die Bodentypen sind nach der „Systematischen Gliederung der Böden Österreichs“ (NESTROY, 2000) zu benennen. Die Anzahl der Aufnahmepunkte richtet sich nach der Anzahl der im Projektgebiet vorkommenden Waldtypen.

DIE WALDTYPENKARTE

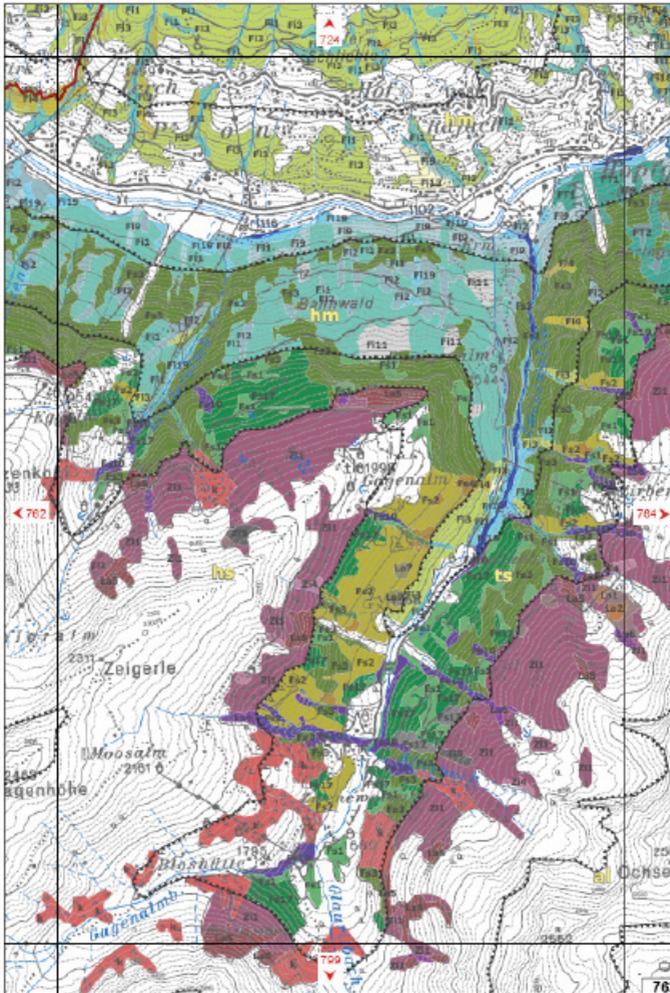


Abb1: Ausschnitt Waldtypenkarte, Osttirol, Stand 2007

Fig1: Map of forest types, Osttirol, State 2007

GRENZEN DER GENAUIGKEIT DER WALDTYPENKARTE

Die Aussage der Waldtypenkarte spiegelt die Ergebnisse eines Modells wieder. Die Güte der Aussage hängt zum einen stark an den Eingangsmaßstäben und der inhaltlichen Genauigkeit der Kartengrundlagen, zum anderen an der Schlüssigkeit der empirisch gewonnenen ökologischen Gesetzmäßigkeiten, die als Geoparameter in das Modell einfließen. Die Genauigkeit der Waldtypenkarte liegt aufgrund von Erfahrungen bereits durchgeführter Projekte bei 80 % mit einem Schwankungsbereich von +/- 5 % gegenüber der klassischen Standortskarte.

Die geologische Karte ist die wichtigste Kartengrundlage der Stratifizierung. Ihr Kompilierungsmaßstab liegt bei M 1:25.000. Die inhaltliche Genauigkeit der Kartiereinheiten ist die zweite wesentliche Begrenzung für die Generierung der Waldtypenkarte. Bei stark variablen, in sich inhomogenen geologischen Einheiten (z.B. Lockersedimente) im Sinne einer Zuordnung zu einem Substrat (Gruppe bodenbildender Ausgangsgesteine) ist die Aussage der Waldtypenkarte naturgemäß ungenau bzw. unsicher. Hinzu kommt die Ungenauigkeit des Geländemodells, das kleine Gräben und Mulden sowie flache Rücken nicht immer auflöst. In Zukunft sollen, durch das mit Laserscanning gewonnene Höhenmodell, bessere Ergebnisse erreicht werden.

Problematisch sind natürlich auch alle Grenzsituationen. Die auf der Karte dargestellten Grenzen sind in der Natur nur sehr selten scharf, die Regel ist ein fließender Übergang („Kontinuum“).

SCHLÜSSEL/CHECKLISTE FÜR SONDERWALDSTANDORTE

Für Sonderwaldstandorte, die nicht auf der Waldtypenkarte dargestellt sind, wird ein Schlüssel entwickelt, der es ermöglicht, diese auf einfachen Weg zu ermitteln. Dabei wird besonders auf Verständlichkeit und Praxisnähe geachtet. Dies gelingt durch die Kombination mit der Waldtypenkarte und dadurch, dass nur wenige Ausgangsparameter (Geologie, Höhenstufe und Waldgruppe) in den Schlüssel eingehen. Die Verwendung beider Instrumente ist für eine endgültige Bestimmung im Gelände unabdingbar.

HANDBUCH DER WALDTYPEN

Beschreibung der Waldtypen

Jeder Waldtyp wird einzeln beschrieben und visualisiert. Auf der ersten Seite (Abbildung 2) werden die Standortmerkmale (Geländeform, Exposition, Hangneigung, Höhenstufe, Substrat, Bodentyp mit repräsentativen Bodenprofil, Humusform, Skelettgehalt) und ihrer Standortfaktoren (Nährstoff und Wasserhaushalt) dargestellt. Mit einem Ökogramm werden die häufigen Übergänge zu benachbarten Standortstypen gezeigt. Die zweite Seite beinhaltet die Beschreibungen über das Erscheinungsbild des potentiellen Waldtyps und die nach der Dominanz kenntlich gemacht vorkommenden Pflanzenarten der Bodenschicht. Zur leichteren Erkennung sind noch zwei typische Fotos angefügt.

Bei häufigeren Einheiten und Vorliegen ausreichender Bestandesstichproben wird die Bonität der Hauptbaumarten angegeben. Standortgefährdungen wie Erosion, Steinschlag, Schneeschub etc. werden hier ausdrücklich für jeden Waldtyp beschrieben. Graphisch werden die zur Auswahl stehenden Hauptbaumarten dargestellt. Zentraler Punkt ist die Erläuterung des Verjüngungsverfahrens für jeden Waldtyp. Mit Angaben über die Hiebsgröße, die benötigten Sonnenstunden und mögliche Schwierigkeiten wird die Einleitung einer Naturverjüngung dargestellt. Aber auch die konventionelle Kunstverjüngung wird mit Angaben von Sollzahlen, Pflegeeinriffen etc. für jeden Waldtyp gezeigt. Weiters werden Vorschläge zur Nutzungstechnik (Seilgelände etc.) und zu speziellen Naturschutzaspekten geliefert. Die empfohlenen waldbaulichen Maßnahmen werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Waldbau an der Universität für Bodenkultur erstellt.

The image shows a detailed page from a forest type description manual. It is organized into several columns and sections:

- Left Column:** Contains descriptive text and a bar chart showing the relative frequency of tree species (likely spruce, fir, and pine) in the forest type.
- Middle Column:** Features a table with columns for 'Baumart', 'Höhe', 'DBH', 'Länge', and 'Lage'. Below the table is a small bar chart showing the distribution of tree species across different categories.
- Right Column:** Contains detailed technical specifications and management recommendations, including sections for 'Standortskizze', 'Baumarten', 'Verjüngung', and 'Nutzung'.

The document is written in German and provides a comprehensive overview of the forest type, including its characteristics, management requirements, and potential risks.

Abb3: Waldbau Teil der Waldtypenbeschreibung, Stand 2007
Fig3 : Silviculture section of the forest type descriptions, State 2007

DOKUMENTATION DER ERFAHRUNGEN

Im Zuge der Waldtypisierung sollen auch die Erfahrungen des örtlichen Forstpersonals berücksichtigt und dokumentiert werden. Der Einbau der Erfahrungen erfolgt in mehreren Schritten:

- Vorstellung der Waldtypisierung im Rahmen von Dienstbesprechungen
- Aufnahmetrupps werden von Waldausehern/Förster begleitet
- Gespräche mit den Förstern der Bezirksforstinspektionen
- Strukturierte Interviews mit den Waldaufsehern
- Workshops mit dem örtlichen Forstpersonal

Bei den Workshops werden gemeinsam mit dem örtlichen Forstpersonal Behandlungshinweise zu ausgesuchten Waldtypen erarbeitet. Damit kann einerseits eine hohe Identifizierung des örtlichen Forstpersonals mit der Waldtypisierung erreicht werden, andererseits die Erfahrungen bei der Beschreibung der Waldtypen eingebaut werden.

Literatur

- BRAUN-BLANQUET J., PALLMANN H. & BACH R., 1954: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten, Band II: Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften (*Vaccinio-Piceetalia*).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.), 2003: Hydrologischer Atlas Österreichs. Abteilung VII/3 - Wasserhaushalt (Hydrographisches Zentralbüro), Wien. (Digitaler Hydrologischer Atlas, 2005).
- ELLENBERG H. & KLÖTZLI F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anstalt Forstliches Versuchswesen 48 (4): 589-930.
- ENGLISH M. & KILIAN W. (Hrsg.), 1998: Anleitung zur forstlichen Standortskartierung Österreich. FBVA-Berichte, Wien. Nr. 104: 108 S.
- EXNER A., 2001: Die Syntaxonomie mitteleuropäischer Tannen- und Fichtenwälder. Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 13: 241-245.
- EXNER A., 2002: Die Synchronsystematik der Tannen- und Fichtenwälder in Österreich. 10. Österreichisches Botanikertreffen, BAL Gumpenstein 103-108.
- FREHNER M., WASSER B. & SCHWITTER R., 2005: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 564 S.
- KELLER W., WOHLGEMUTH T., KUHN N., SCHÜTZ M. & WILDI O., 1998: Waldgesellschaften der Schweiz auf floristischer Grundlage - Statistisch überarbeitete Fassung „Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz“ von H. Ellenberg und F. Klötzli (1972). Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. Birmensdorf 73/2: 92-315.
- KILIAN W., MÜLLER F. & STARLINGER F., 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. FBVA-Berichte, Wien.

- KILIAN W., ENGLISCH M., HERZBERGER E., NESTROY O., HUBER S., PEHAMBERGER A., WAGNER J., NELHIEBEL P., PECINA E. & SCHNEIDER W., 2002: Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs. Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges., Wien, 67. 95 S.
- KRAL F., 1979: Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. Inst. f. Waldbau, Univ. f. Bodenkultur, Wien. 175 S.
- KUOCH R., 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes., Zürich 30: 133-260.
- MAYER H., 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 344pp.
- MAYER H. & PITTLERLE A., 1988: Osttiroler Gebirgswaldbau. Univ. f. Bodenkultur, Wien.
- MUCINA L., GRABHERR G. & WALLNÖFER S. (Hrsg.), 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III. Wälder und Gebüsche. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- NESTROY O., DANNEBERG O.H., ENGLISCH M., GESSL A., HAGER H., HERZBERGER E., KILIAN W., NELHIEBEL P., PECINA E., PEHAMBERGER A., SCHNEIDER W. & WAGNER J., 2000: Systematische Gliederung der Böden Österreichs (Österreichische Bodensystematik 2000). Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges., Wien, 60. 124 S.
- OTT E., FREHNER M., FREY H.U., LÜSCHER P., 1997: Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Verlag Paul Haupt, Bern-Stuttgart-Wien.
- ROCKENSCHAUB M. (RED.), 2003: Brenner, Arbeitstagung 2003 in Trins im Gschnitztal, Geologische Kartenblätter 1:50.000 Nr.148 und Nr.175., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- SCHIECHTL H.M. & STERN R., 1975: Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1:100.000. V. Teil: Blatt 12, Osttirol. Doc. Cartograph. Ecol., Grenoble 15: 59-72 + Karte.
- SCHIECHTL H.M. & STERN R., 1985: Die aktuelle Vegetation der Hohen Tauern. Matrei in Osttirol und Großglockner: Vegetationskarte 1:25.000 mit Erläuterungen. Nationalpark Hohe Tauern, wissenschaftliche Schriften. Univ.Verlag Wagner, Innsbruck.
- TÜXEN R., 1956: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angewandte Pflanzensoziologie 13: 5-42, Stolzenau.
- WACHTER M., 2005: Potentiell natürliche montane Waldtypen des inneralpinen Wipptals mit Seitentäler: Vegetations- und standortkundliche Charakterisierung. Diplomarbeit, Univ. Innsbruck. 102 S. + 3 Tabellen.
- WALLNÖFER S., 1993: Vaccinio-Piceetea. In: MUCINA L., GRABHERR G. & WALLNÖFER S. (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III. pp. 283 - 337. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WALLNÖFER S., MUCINA L. & GRASS V., 1993: Querco-Fagetea. In: MUCINA L., GRABHERR G. & WALLNÖFER S. (Hrsg.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III. pp. 85 - 236. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WALTER H. & LIETH H., 1960: Klimadiagramm-Weltatlas. Gustav Fischer, Jena.
- WILLNER W., STARLINGER F. & GRABHERR G., 2006: Deciduous oak forests in Austria - preliminary results from a new survey of the Austrian forest communities. Unveröff. Manuskript, 8 S. + Tabelle.