

A wide-angle photograph of a mountain range under a clear blue sky. The foreground shows a dense forest of evergreen trees, while the middle ground and background consist of rolling hills and mountain peaks, some with patches of snow or light-colored rock. The overall color palette is dominated by blues and greens.

**Herausforderungen für  
eine nachhaltige Forstwirtschaft**

**Forschungsprojekt WINALP**

**Baumpflege – Baumsicherheit**

# AFZ DerWald

Allgemeine Forst Zeitschrift  
für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge

66. Jahrgang 2011  
Erscheinungsweise: jeden 1. und 3. Montag im Monat

**VERLAG + HERAUSGEBER**

Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH  
Lothstraße 29, 80797 München  
Postfach 400 580, 80705 München;  
Tel. 089-12705-1; Fax 089-12705-335  
dlv.muenchen@dlv.de; www.dlv.de  
Postbank München 646 565 804, BLZ 700 100 80  
ISSN: 1430-2713

**GESCHÄFTSFÜHRER:** Amos Kotte

**REDAKTION:** Muskatsstraße 4, 70619 Stuttgart;  
Tel. 0711-44827-0; Fax 0711-44827-77  
redaktion@afz-derwald.de  
www.forstpraxis.de

- **Chefredakteur**, verantwortlich für den Inhalt:  
Bernd-Gunther Encke (bge),  
Tel. 0711-44827-0; encke@afz-derwald.de
- **Waldwirtschaft / Forstschutz / Privatwald:**  
Herbert Kronauer (hk), Tel. 0711-44827-22;  
kronauer@afz-derwald.de
- **Aktuelles / Umweltvorsorge / Holzmarkt:**  
Martin Steinfath (ste), Tel. 0711-44827-66;  
steinfath@afz-derwald.de
- **Außenstelle München:**  
Rainer Soppa (so), rainer.soppa@dlv.de  
Lothstraße 29, 80797 München
- **Außenstelle Berlin:**  
Stephan Loboda (sl),  
Tel. 030-293974-25; Fax 030-293974-59  
stephan.loboda@dlv.de  
Berliner Straße 112A, 13189 Berlin

**VERTRIEB:**

- **Gesamtleitung Marketing/Vertrieb:**  
Oliver Märten
- **Leitung Marketing/Vertrieb Agrar/Forst:**  
Annika Eggers,  
Tel. 0511-67806-204, Fax 0511-67806-200  
annika.eggert@dlv.de
- **Kundenservice:** Christina Eggel,  
Lothstr. 29, 80797 München;  
Tel. 089-12705-396; Fax 089-12705-586;  
christina.eggel@dlv.de
- **Verlagsbüro Nord und BeNeLux:**  
Robert Meyer, Kabelkamp 6,  
30179 Hannover;  
Tel. 0511-67806-206; Fax 0511-67806-130  
robert.meyer@dlv.de
- **Verlagsbüro Süd und Österreich:**  
Ludwig Stadler, Lothstr. 29, 80797 München;  
Tel. 089-12705-280; Fax 089-12705-548  
ludwig.stadler@dlv.de



PEFC zertifiziert  
Dieses Produkt stammt aus  
nachhaltig bewirtschafteten  
Wäldern und kontrollierten Quellen.  
www.pefc.de

**BEZUGSPREIS:**

- **Inland:** 173,00 € inkl. MwSt. und Versand
- **Studenten, Anwärter, Referendare, Pensionäre:**  
129,75 € inkl. MwSt. und Versandkosten
- **Ausland:** jährlich 186,00 € inkl. Versand
- **Einzelpreis:** 8,25 €

Kündigungen sind nur schriftlich 8 Wochen vor  
Ende des Bezugszeitraumes möglich. Höhere Ge-  
walt entbindet den Verlag von der Lieferungsver-  
pflichtung oder Rückzahlung des Bezugspreises.  
Gerichtsstand und Erfüllungsort ist München.

**ANZEIGEN:**

- **Leitung Marketing & Verkauf:**  
Thomas Herrmann
- **Anzeigenverkauf:**  
Martin Babel, Tel. 089-12705-260
- **Verantwortlich für den Anzeigenteil:**  
Reinhard Tichy, Tel. 089-12705-343
- **Anzeigenpreisliste:**  
Es gilt Nr. 52 vom 1.1.2011
- **Anzeigen-Anschrift:** siehe Verlagsanschrift  
anzeigen@afz-derwald.de

**VERLAGSVERTRETUNGEN:**

- **Verlagsbüro Nielsen I, V, VI - Nord:**  
impulse medienservice GmbH Hans-J. Hecht  
Scharbeutzer Straße 25 e, 23684 Scharbeutz;  
Tel. 04524-7030888; Fax 04524-705559
- **Verlagsbüro Nielsen II, VI - West:**  
Siegfried Pachinger GmbH  
Wertherstr. 17, 33615 Bielefeld;  
Tel. 0521-977998-10; Fax 0521-977998-90
- **Verlagsbüro Nielsen III, VII - West:**  
promedia Tobias Völk GmbH,  
Jupiterstr. 61, 55545 Bad Kreuznach;  
Tel. 0671-7967-594; Fax 0671-7967-595;  
info@promedia-online.com
- **Verlagsbüro Nielsen IIIb, VII - Ost:**  
E.T. Media, Elke Tochtermann  
Elisabeth-Selbert-Str. 42, 71364 Winnenden;  
Tel. 07195-178363; Fax 07195-17 83 64  
mobil 0172-7157919; elke.tochtermann@gmx.de
- **Verlagsbüro Nielsen IV:**  
mediapartner GmbH, Wolfgang Dodl  
Am Ziegelstadel 15, 86807 Buchloe;  
Tel. 08241-9664-0; Fax 08241-9664-38

**DRUCK**

**und Lieferanschrift für Beilagen/Beihefter:**  
Bavaria Druck GmbH  
Joseph-Dollinger-Bogen 5, 80807 München;  
Tel. 089-32391-415; Fax 089-32391-400

**REDAKTIONELLE HINWEISE**

- Manuskripte dürfen nicht gleichzeitig anderen  
Verlagen oder sonstigen Stellen zum Abdruck an-  
geboten werden.
- In Erweiterung von § 38 UrhG räumt der Verfasser  
hiermit dem Verlag das ausschließliche Verlagsrecht  
an seinen Beiträgen für die Dauer eines Jahres ab  
dem Zeitpunkt der Veröffentlichung ein, wenn nicht  
ausdrücklich schriftlich etwas anderes vereinbart  
wird. Dies beinhaltet auch das Vermarkten über In-  
ternet auf der Homepage von AFZ-DerWald.
- Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge  
und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.  
Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle  
ist eine Verwertung ohne Einwilligung des Ver-  
lags strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfäl-  
tigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und  
die Einspeicherung und Verarbeitung in elektro-  
nischen Systemen (auch Internet).
- Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Bilder  
und Bücher wird keine Haftung übernommen.  
Meldungen und Nachrichten nach bestem Wissen,  
aber ohne Gewähr.
- Mit Namen gezeichnete Beiträge geben nicht  
unbedingt die Meinung der Redaktion oder der  
Herausgeber wieder.



Die **BODEN'schen**  
**Traubeneichen**

24

**Waldbau und Waldzustand**

**4 Herausforderungen und  
Lösungsansätze  
für eine nachhaltige Forstwirtschaft**

Klaus Merker

**10 Europäischer Waldbericht 2011**

Michael Köhl, Aljoscha Requardt

**24 Die BODEN'schen Traubeneichen  
in Freienwäldern**

Uwe Birmem, Peter Spathelf

**Nachrichten**

Stellenmarkt .....	47
Recht .....	46
Produktschau .....	48
Holzmarkt.....	50
Aus Bund und Ländern .....	52
Termine .....	55



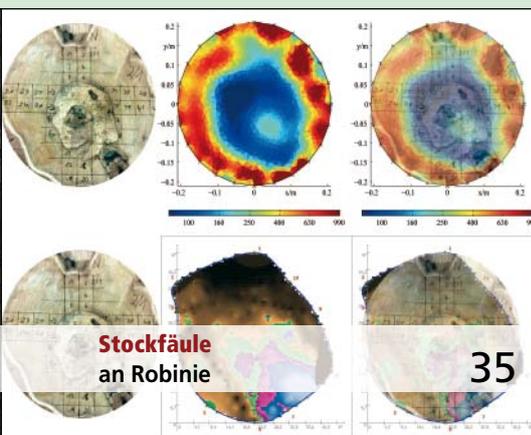
Das Forschungsprojekt  
WINALP

14



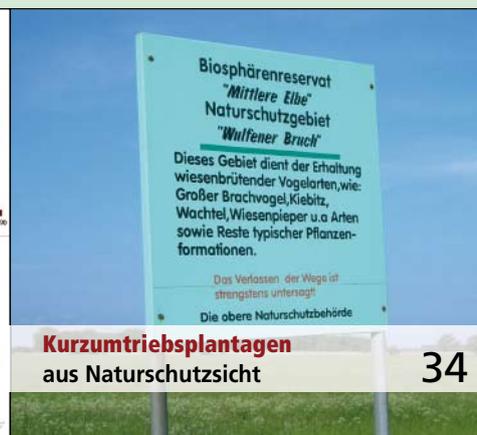
Urbaner Wald und  
urbane Forstwirtschaft

29



Stockfäule  
an Robinie

35



Kurzumtriebsplantagen  
aus Naturschutzsicht

34

Im Internationalen Jahr der Wälder ist in vielen Veranstaltungen und Veröffentlichungen eine alte kontroverse Diskussion zwischen Naturschutz und Forst- und Holzwirtschaft fortgeführt worden. Bisweilen konnte man dabei den Eindruck gewinnen, dass Naturschutzziele nur mit einem Nutzenverzicht gedient sei. Just im Internationalen Jahr der Wälder 2011 hat die Politik im parteiübergreifenden Konsens mit der „Schuldenbremse“, der „Energiewende“ sowie ehrgeizigen „Klimazielen“ einen relativ stark veränderten Handlungsrahmen gesetzt. Obwohl die Stilllegung von Wäldern zu den gesuchten Lösungen nicht wirklich etwas beitragen kann, hat dieses Thema die Veranstaltungen des Jahres bisweilen dominiert. Letztlich drängt dabei immer wieder ein ungelöster Widerspruch, nämlich der zwischen einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft und einer expansiven, auf Machterweiterung zielenden Naturschutzpolitik, nach Entscheidung. Auf den Seiten 4 bis 9 sind einige Gedanken und Argumente veröffentlicht, die der Leiter der Niedersächsischen Landesforsten, KLAUS MERKER, anlässlich verschiedener Vorträge und Diskussionen im Internationalen Jahr der Wälder aus der Sicht eines öffentlichen Unternehmens mit dem politisch agierenden Naturschutz ausgetauscht hat.

Im dritten und letzten Teil der Serie „Urbaner Wald und Urbane Forstwirtschaft – Blick in die Vergangenheit und die Zukunft“ befasst sich ASTRID HAMM auf den Seiten 29 bis 31 mit dem Thema „Sukzession“.

Forschungsprojekt WINALP

- 14 Waldtypenkarte Bayerische Alpen  
Birgit Reger, Jörg Ewald
- 17 Waldtypenkarte für Beratung und Bewirtschaftung in Tirol  
Alois Simon, Markus Wallner
- 19 Wie viel Biomassennutzung verträgt der Bergwald?  
Karl Heinz Mellert, Jörg Ewald
- 22 Wachstum der Fichte nach Waldtypen  
Hans-Joachim Klemmt, Jörg Ewald
- 23 Die richtigen Baumarten für den Bergwald von morgen  
Jörg Ewald, Christian Kölling, Karl-Heinz Mellert

Baumpflege

- 28 Fachverband geprüfter Baumpfleger
- 29 Urbaner Wald, Teil 3: Sukzession  
Astrid Hamm
- 32 Zur Eignung des h/d-Verhältnisses als Versagenskriterium  
Steffen Rust
- 35 Untersuchung von Stockfäule an Robinie  
Ulrich Weihs, Till Jaschinski
- 39 Verkehrssicherungspflicht für Bäume  
Armin Braun, Hans-Joachim Schulz
- 41 Kurzumtriebsplantagen – eine Bewertung aus Naturschutzsicht, Teil 2  
Claudia Hildebrandt

Aktuell

- 27 Leserbrief: Zum 100-Baum-Konzept  
Georg-Ernst Weber
- 45 Zur Forstverwaltungsreform in Brandenburg  
Thorsten Franz, Mario Genth



Herausforderungen für  
eine nachhaltige Forstwirtschaft  
Forschungsprojekt WINALP  
Baumpflege – Baumsicherheit

Titelbild: WINALP

## Eine neue Planungshilfe für die Forstpraxis

# Waldtypenkarte Bayerische Alpen

Birgit Reger und Jörg Ewald

Standortsinformationen sind eine wesentliche Grundlage für Entscheidungen im Forstbetrieb. Bisher standen sie jedoch in detaillierter Form nur für kleine Teile der Bayerischen Alpen zur Verfügung. Im Rahmen des deutsch-österreichischen EU-Forschungsprojektes „Waldinformationssystem Nordalpen“ (WINALP) wurde mit einer Waldtypenkarte für die Bayerischen Alpen eine neue Planungshilfe geschaffen. Forstleute finden konkrete Hinweise auf die vorherrschenden Standortbedingungen und die potenzielle natürliche Waldzusammensetzung der Bergwälder.



Die Bergwälder der Bayerischen Alpen sind durch heterogene Bedingungen von Relief, Gestein, Boden und Klima geprägt. Foto: B. Reger

Wie viel Wärme, Wasser und Nährstoffe stehen an einem Waldstandort zur Verfügung? Welche Baumarten sind daran angepasst? Vor diesen und weiteren Fragen stehen Forstpraktiker, Waldbesitzer und Forstbetriebe bei der standortsbezogenen Bewirtschaftung, Pflege und Sanierung ihrer Bergwälder. Wie im Bergwaldprotokoll zur Alpenkonvention [59] festgestellt,

erfordern Schutz und Bewirtschaftung von Bergwäldern eine ausreichende Standortserkundung. Angesichts methodischer Probleme und hoher Kosten wurden terrestrische Kartierungen in den Bayerischen Alpen jedoch nur in wenigen Pilotgebieten durchgeführt. Erst die Kombination von Datenbanken, digitalen Geodaten und Modellierungsmethoden hat es ermöglicht, im Rahmen des INTERREG-Projektes WINALP [25] flächendeckend für die Bayerischen Alpen eine digitale Waldtypenkarte im Maßstab 1 : 25 000 zu erstellen, welche die in den Bergwäldern herrschenden Umweltbedingungen und die potenzielle natürliche Vegetation dokumentiert.

gestütztes Waldtypenmodell entwickelt. Das Modell basiert auf hochwertigen, an Punkten im Gelände verprobten Vegetations- und Bodenprofilaten und flächigen Geodaten zu Gestein, Böden, Relief und Klima, welche zur flächendeckenden Übertragung und Vorhersage von Standortseigenschaften dienen.

- **Punktinformationen zur Vegetation** wie ELLENBERG-Zeigerwerte für die Temperatur wurden aus den Vegetationsdatenbanken BERGWALD [19] und WINALPecobase [55] abgeleitet.
- **Punktinformationen zum Boden** lieferte die Profildatenbank des Landesamtes für Umwelt (LfU).
- **Topografische Informationen** wie Hangneigung und Exposition wurden aus dem digitalen Geländemodell des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation (LVG) mit 10 m Bodenauflösung berechnet.
- **Bodenkundliche Flächeninformationen** wurden aus der Karte der Gesteinseigenschaften [44] und der Übersichtsbodenkarte 1 : 25 000 des LfU und den für deren Einheiten vorliegenden Leitprofilen abgeleitet [11], welche für ca. 60 % der Wuchsgebietsfläche digital vorliegen. Fehlende Bodenkarten wurden mit Methoden des „maschinellen Lernens“ auf Basis geologischer Karten im Maßstab 1 : 25 000 des LfU modelliert [30].
- **Klimatische Informationen** standen als hoch auflösendes regionales Klimamodell auf Basis von Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung [31].
- **Informationen zur aktuellen Verbreitung bestimmter Sonderwaldgesellschaften** lieferte die Alpen-Biotopkartierung des LfU [60].

Die Punkt- und Flächendaten bilden die Grundlage für die GIS-gestützte Modellierung von vegetationswirksamen ökologischen Standortfaktoren. Die Modellierung unterscheidet

- Waldtypen auf Normalstandorten**, welche durch die drei Standortfaktoren Wärme-, Basen- und Wasserhaushalt definiert werden (z.B. montaner, mäßig frischer Carbonat-Bergmischwald), und
- Waldtypen auf Sonderstandorten**, welche durch besondere über den Wärme-, Basen- und Wasserhaushalt hinausgehende Faktoren bestimmt werden (z.B. Komplexe der sub- bis hochmontanen, sonenseitigen Felshänge). Hier handelt es sich um reliefbedingte Komplexe aus mehreren, im Modell nicht auflö-

Dr. B. Reger von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft war wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt WINALP. Prof. Dr. J. Ewald lehrt Botanik und Vegetationskunde an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und ist Lead-Partner im Projekt WINALP.



**Birgit Reger**  
Birgit.Reger@hswt.de

### Modellierung von Waldtypen

Nach dem Prinzip „vom Punkt in die Fläche“ wurde mithilfe von Geografischen Informationssystemen (GIS) ein computer-

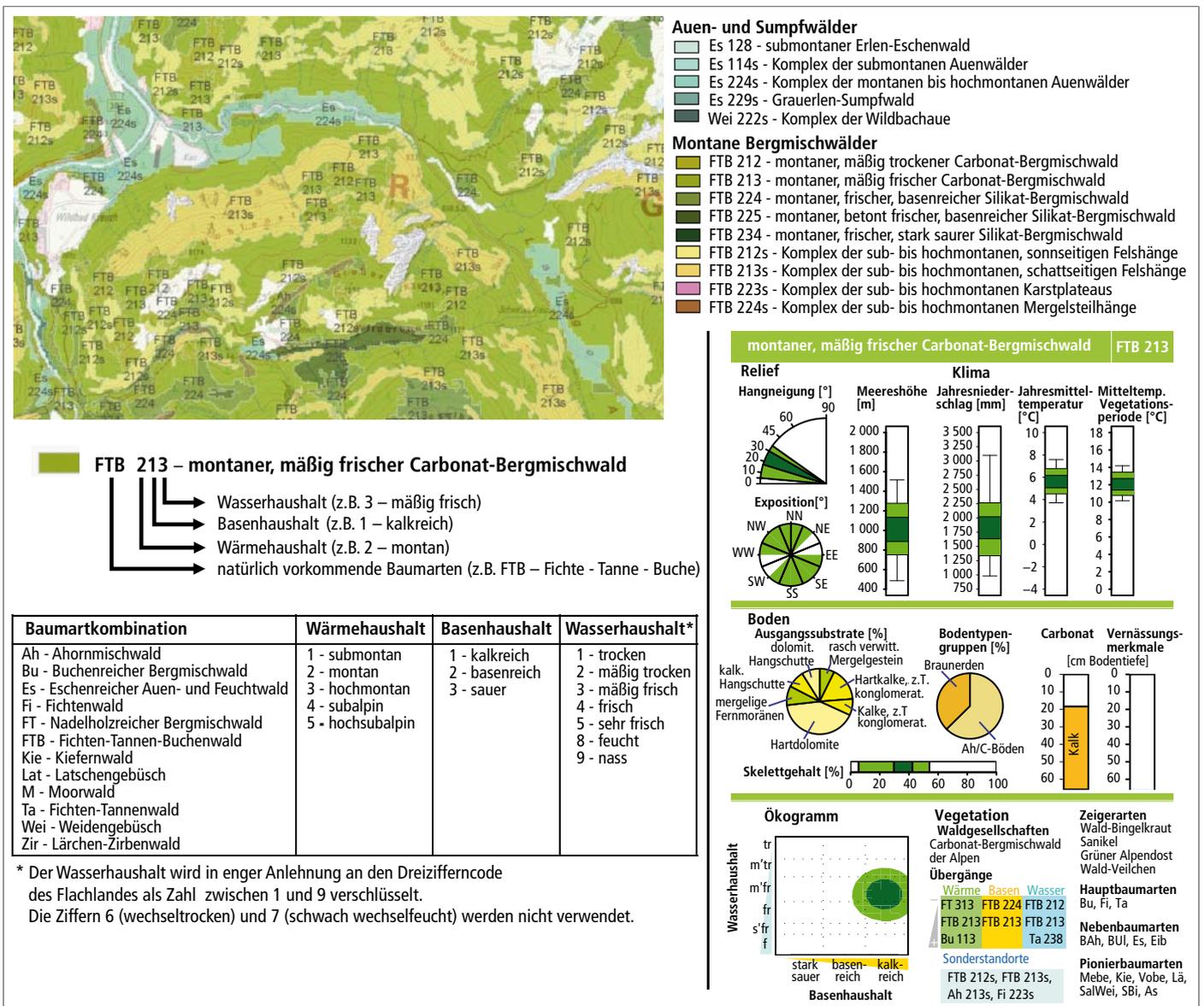


Abb. 1: Erläuterung der Waldtypenkarte am Beispiel des Waldtyps FTB 213 – montaner, mäßig frischer Carbonat-Bergmischwald (Topografische Karte 1 : 25 000: © Bayerische Vermessungsverwaltung). Legende, Codierung und ökologischer Steckbrief

baren Waldgesellschaften wie zum Beispiel Auen, Steilhänge, Schluchten oder Karstplateaus oder um Sonderbiotope wie Föhrenwälder, Zirbenwälder, Block- und Schutthalden, Moore oder Sümpfe.

Für die Modellierung der Waldtypen auf Normalstandorten wurde ein „T-R-F-Modell“ auf der Basis der Standortfaktoren Temperatur (T), Reaktion (R) und Feuchte (F) entwickelt. Die abgeleiteten Geodaten wurden mit georeferenzierten Vegetationsaufnahmen verschnitten. Für die mittleren ELLENBERG-Zeigerwerte für Temperatur, Bodenreaktion und Feuchte wurden Algorithmen entwickelt [54], welche ihre flächendeckende Modellierung auf Basis der Geodaten erlaubt. Es entstehen neue Karten zum Wärme-, Basen- und Wasserhaushalt. Die so gewonnenen, vegetationswirksamen Standortfaktoren wurden in fünf Wärme-, drei Basen- und sieben Wasserhaushaltsstufen eingeteilt und zu einem dreidimensionalen „Standortswürfel“ kombiniert. Aus den vielfältigen Kombinationen der natürlichen Standortfak-

toren wurden nach definierten Modellschriften im Standortwürfel 26 Waldtypen auf Normalstandorten, die ein vergleichbares Angebot an Wärme, Wasser und Nährstoffen aufweisen, unterschieden.

Neben den so definierten Normalstandorten wurden die durch besondere Faktoren geprägten Sonderstandorte durch individuelle Regeln im GIS kartiert. Reliefbedingte Komplexe wie Steilhänge und Auen wurden anhand von Reliefparametern (z.B. Hangneigung, Höhe über Tiefenlinie) ausgeschieden. Sonderbiotope wie Föhrenwälder oder Zirbenwälder wurden mithilfe der Alpenbiotopkartierung abgegrenzt. Auf diese Weise konnten 22 Waldtypen auf Sonderstandorten unterschieden werden.

## Waldtypenkarte

Die Waldtypenkarte stellt eine vegetationsgestützte Standortkarte für die Waldflächen der Bayerischen Alpen dar, welche 48 Waldtypen mit einheitlichen vegeta-

tions- und standortökologischen Eigenschaften zeigt (Abb. 1). Sie unterscheidet sich von herkömmlichen Standortskarten durch die Herleitung aus GIS-Modellen, den stärkeren Bezug zur potenziellen natürlichen Vegetation und ihren relativ groben Maßstab von 1 : 25 000. Gemessen an Geländestichproben liegt die Modellierungsgenauigkeit bei 80 %. Jeder Waldtyp wurde in einem Code verschlüsselt, der sich aus den natürlich vorkommenden Hauptbaumarten (z.B. FTB Fichte-Tanne-Buche) und einem 3-zifferigen Standortscod (1. Ziffer: Wärmehaushalt, 2. Ziffer: Basenhaushalt, 3. Ziffer: Wasserhaushalt) zusammensetzt. Waldtypen auf Sonderstandorten werden zusätzlich mit einem angehängten „s“ gekennzeichnet. Als häufigste potenziell natürliche Waldtypen im Bayerischen Alpenraum kommen FTB 213 (montaner, mäßig frischer Carbonat-Bergmischwald; 27 % der Waldfläche) und FTB 224 (montaner, frischer, basenreicher Silikat-Bergmischwald [Waldmeister-Buchenwald, Bergland-Form]; 13 %) vor. Die

häufigsten Waldtypen auf Sonderstandorten sind FTB 213s (Komplex der sub- bis hochmontanen, schattseitigen Felshänge; 7 %) und FTB 212s (Komplex der sub- bis hochmontanen, sonnseitigen Felshänge; 5 %). Die Waldtypenkarte wird ergänzt durch einen ökologischen Steckbrief, in dem in Form von Piktogrammen für jeden Waldtyp Informationen zum Relief (z.B. Hangneigung), Klima (z.B. Jahresniederschlag), Boden (z.B. Ausgangssubstrate) und zur Vegetation (z.B. natürliche Baumarten) angeboten werden.

## Anwendung in der Praxis

Die Waldtypenkarte wird von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zur Verfügung gestellt (Host) und gepflegt. Die Karte wird in das

Bayerische Waldinformationssystem (Bay-WIS) und in das betriebliche Geoinformationssystem der BaySF übernommen. Für die Öffentlichkeit steht eine WebGIS-Applikation unter <http://arcgisserver.hswt.de/Winalp/> bereit. Interessierte können in der Kartenanwendung zu einem Waldstandort navigieren, sich für diesen die natürliche Waldzusammensetzung und die vorherrschenden Standortbedingungen anzeigen und als Kartenausschnitt ausdrucken lassen. Bei der Anwendung der Waldtypenkarte in der forstlichen Praxis ist zu beachten, dass es sich bei der Waldtypenkarte um eine *Hinweiskarte* handelt, die auf den Maßstab 1 : 25 000 begrenzt ist. Sie eignet sich deshalb insbesondere für Planungen auf der Ebene größerer Betriebseinheiten. Im begleitenden Steckbrief werden die potenziell natürlichen Haupt-, Neben- und

Pionierbaumarten als Ausdruck des Standortpotenzials genannt. Diese stimmen in vielen Fällen nicht mit den vorhandenen, von früherer Waldbehandlung geprägten Bestockungen überein. In der bestandesbezogenen Planung gleichen forstlich geschulte Fachleute die standörtliche Information der Waldtypenkarte mit dem aktuellen Waldzustand, den Zielen des Waldbesitzers und den spezifischen Waldfunktionen ab.

## Fazit

Mit der Waldtypenkarte erhalten Forstpraktiker und Waldbesitzer praxisgerecht aufbereitete Informationen über die natürlichen Wuchsbedingungen und die daran angepassten standortgerechten Baumarten.

## Literaturhinweise:

### Gemeinsames Verzeichnis für die Beiträge zum Schwerpunkt WINALP (S. 14 bis 23)

[1] AK STANDORTSKARTIERUNG (1980): Forstliche Standortaufnahme, 4. Aufl. Münster-Hiltrup, 188 S. [2] ANGERER, H.; KUDRNOVSKY, H.; VACIK, H.; WALLNER, M. (2009): Waldtypisierung Tirol, Wuchsgebiet 3.3: Südliche Zwischenalpen, Wuchsgebiet 6.1: Südliche Randalpen, Teil Tirol. Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck. [3] ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. BLV-Verlagsgruppe, München, 490 S. [4] AUSTIN, M. P. (2002): Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. *Ecological Modelling*, 157, S. 101–118. [5] BAIER, R. (2004): Ernährungszustand und mögliche Anpassungsmechanismen der Fichte (*Picea abies* L. [Karst.]) auf Dolomitstandorten der Bayerischen Kalkalpen – Ergebnisse eines Düngerversuches an jungen Schutzwaldsanierungspflanzen. *Schw. Z. Forstwes.* 155 (9), S. 378–391. [6] BAIER, R. (2006): Wurzelentwicklung, Ernährung, Mykorrhizierung und positive Kleinstandorte der Fichtenverjüngung (*Picea abies* [L.] Karst.) auf Schutzwaldstandorten der Bayerischen Kalkalpen. Diss. TUM. [7] BAIER, R.; GÖTTLEIN, A. (2006): Verjüngung der Fichte im naturnahen Bergmischwald und auf degradierten Schutzwaldsanierungsflächen der Bayerischen Kalkalpen. *AFZ-DerWald*, Nr. 15, S. 820–823. [8] BaySTELF (1993): Bayerische Waldklimastationen-Jahrbuch 1993. [9] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2005): Die zweite Bundeswaldinventur 2002 – Ergebnisse für Bayern. *LWF Wissen* 49, 99 S. [10] BAYERISCHE FORSTVERWALTUNG (2010): Holz: Energie großgeschrieben. *LWF aktuell* 74. [11] BECK, J.; DIETZ, E.; FALK, W.; KÖLLING, C. (2009): Tagungsbeitrag zur Jahrestagung der DBG: Böden – eine endliche Ressource, September 2009, Bonn. *Berichte der DBG* <http://www.dbges.de> (Jahrestagung der DBG, Kommission III). [12] BMELF Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2004): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI – Der Inventurbericht. [13] BOCHTER, R.; NEUERBURG, W.; ZECH, W. (1981): Humus und Humusschwund im Gebirge. *Nationalpark Berchtesgaden Forschungsberichte* 2. [14] BRZEZIECKI, B.; KIENAST, F.; WILDI, O. (1995): Modelling potential impacts of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. *Journal of Vegetation Science* 6, S. 257–268. [15] BRUNNER, A.; HUSS, J. (1994): Die Entwicklung von Bergmischwaldkulturen in den Bayerischen Alpen. *Forstwiss. Cbl.* 113, S. 194–203. [16] DITTMAR, C.; EISSING, T.; ROTH, A. (in Druck): Elevation-specific tree-ring chronologies of Norway spruce and Silver fir in Southern Germany. *Dendrochronologia*. [17] ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 2. Aufl. *Scr. Geobot.* 18, S. 1–258. [18] ELLING, W.; HEBER, U.; POLLE, A.; BEESE, F. (2007): Schädigung von Waldökosystemen. 1. Auflage. Elsevier GmbH, München, 422 S. [19] EWALD, J. (1995): Eine vegetationskundliche Datenbank bayerischer Bergwälder. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.*, 56, S. 435–465. [20] EWALD, J. (1999): Die standortsökologisch fundierte Pflanzensoziologie als Erkenntnisquelle für den naturnahen Waldbau – das Beispiel der Standortsgliederung für das bayerische Hochgebirge. *Berichte Freiburger Forstliche Forschung* 16, S. 27–38. [21] EWALD, J. (2000): Leidet die Buche (*Fagus sylvatica* L.) auf Carbonatböden der Bayerischen Alpen an Phosphormangel? *Forstw. Cbl.* 119, S. 276–296. [22] EWALD, J. (2005): Ecological background of crown condition, growth and nutritional status of *Picea abies* in the Bavarian Alps. *European Journal of Forest Research* 124, S. 9–18. [23] EWALD, J. (2009): Waldinformationssystem Nordalpen – WINALP sammelt Wissen zum Schutz der Bergwälder Waldforschung

aktuell 30/2009, S. 45–46. [24] EWALD, J. (in Druck): Vegetation databases provide a close-up on altitudinal tree species distribution in the Bavarian Alps. *Biodiversity & Ecology*. [25] EWALD, J.; WALLNER, M.; REGER, B.; KLAUSHOFER, F. (2011): Modellierung und Kartierung von Waldtypen in den Nordalpen. In: Ewald, J. (Hrsg.): *Waldtypen, Vegetation und Klimawandel im Vinschgau, einem inneralpinen Trocken-tal*. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter, S. 33–46. [26] FALK, W.; MELLERT, K. H. (2011): Species distribution models as a tool for forest management planning under climate change. *Journal of Vegetation Science*, 22, S. 621–634. [27] FLÜCKIGER, W.; BRAUN, S. (1995): Revitalization of an alpine protective forest by fertilization. *Plant and Soil* 168, S. 481–488. [28] GÖTTLEIN, A.; BAIER, R.; MELLERT, K. (2011): Neue Ernährungswerte für die forstlichen Hauptbaumarten in Mitteleuropa – Eine statistische Herleitung aus van den Burg's Literaturzusammenstellung. *AFJZ* (angenommen). [29] GULDER, H. J.; KÖLBEL, M. (1993): Waldbodeninventur in Bayern. *Forstliche Forschungsberichte München* 132, 243 S. [30] HÄRING, T.; DIETZ, E.; KÖLLING, C. (2009): Zusammenhang zwischen Rastergröße und Modellgüte für die Prognose von Bodenkarten im Maßstab 1 : 25 000. *Berichte der DBG*; <http://eprints.dbges.de/192/> [16.3.2011]. [31] HERA, U.; RÖTZER, T.; ZIMMERMANN, L.; SCHULZ, C.; MAIER, H.; WEBER, H.; KÖLLING, C. (2012): Klima en détail. *LWF aktuell*, 86, S. 36–39. [32] HIEBL, W. (2010): Regionalspezifische Analyse der Baumartenzusammensetzung im Bayerischen Alpenraum anhand von Forstinventurdaten. (Unveröffentlichte) Diplomarbeit an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Fakultät Wald und Forstwirtschaft, 69 S. [33] HOTTER, M.; VACIK, H.; WALLNER, M. (2005): Waldtypisierung Tirol, Wuchsgebiet 1.2: Subkontinentale Inneralpen – Westteil. Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck. [34] HOTTER, M.; VACIK, H.; WALLNER, M. (2006): Waldtypisierung Tirol, Wuchsgebiet 2.1: Nördliche Zwischenalpen – Westteil: Salzstraße – Oberinntal. Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck. [35] KA5 (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 438 S. [36] KLEMMT, H.-J. (2007): Standortabhängige Ableitung der Höhenwuchsleistung aus Forstinventurdaten mit Hilfe von Data-Mining-Methoden. Grundlage für die regionale, standortbezogene Feinjustierung des forstlichen Wuchsmodells SILVA. Dissertation, Technische Universität München, 220 S. [37] KLEMMT, H.-J.; REGER, B.; FALK, W.; KÖLLING, C.; EWALD, J. (2012): Evaluation of a site-classification model for the Northern Alps with forest inventory data (submitted). (Details auf der Mitarbeiterseite des Autors: <http://www.lwf.bayern.de>). [38] KÖLLING, C.; GÖTTLEIN, A.; ROTH, A. (2008): Nährstoffzug limitiert Biomassennutzung. *Holz-Zentralblatt* 3, S. 76–77. [39] KÖLLING, C. (2010a): Maß halten. *Biomassennutzung kann Produktionskapital verzehren*. *LWFaktuell* 78, S. 28–31. [40] KÖLLING, C. (2010b): Die BZE – Ihre Möglichkeiten und Grenzen. Welche Informationen liefern die Daten (und welche nicht)? *LWF-aktuell* 78, S. 7–8. [41] KÖLLING, C.; BEINHOFER, B.; HAHN, A.; KNOKE, T. (2010): Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren?. *AFZ-DerWald* Nr. 5, S. 18–22. [42] KOHLPAINTNER, M.; GÖTTLEIN, A. (2009): Mit dem Wald verschwindet auch der Humus – Großflächige Störungen in Hochgebirgswäldern führen zu Nährstoffverlusten und beeinträchtigen langfristig die Waldentwicklung. *LWF aktuell* 71, S. 22–24. [43] KOLB, E. (2010): Substratgliederung der Legendeneinheiten der Geologischen Karten 1 : 25 000 für das Wuchsgebiet 15 „Bayerische Alpen“. *Abschlussbericht*, 11 S. [44] KOLB, E. (in Vorb.): *Interaktive Karte der Gesteinseigenschaften in den Alpen*. *LWF aktuell*. [45] KOMMISSION ZUR REINHALTUNG DER LUFT (2008): *Vegetation als Indikator für Stickstoffeinträge – Bewertung der Stickstoffverfügbarkeit durch Ellenberg-Zeigerwerte der Waldbodenvegetation (VDI-Richtlinie 3959 Blatt 1)*. Kommission

Reinhalter der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, Beuth-Verlag, Berlin, 17 S. [46] KRAMER, H. (1988): *Waldwachstumskunde*. Parey Verlag, Hamburg, 374 S. [47] LAATSCH, W.; GROTTENTHALER, W. (1973): *Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach*. Bayer. StMELF, 57 S. [48] MEIWES et al. (2008): *Potentiale und Restriktionen der Biomassennutzung*. *AFZ-DerWald* Nr. 10/11, S. 598–603. [49] MELLERT, K. H.; PRIETZEL, J.; STRAUSSBERGER, R.; REHFUESS, K. E. (2004): Relationships between recent changes of tree growth in two Bavarian Scots Pine (*Pinus sylvestris*) stands and the temporal variation of stand nutrition and climate. *Austrian Journal of Forest Research*, 121, S. 141–166. [50] MELLERT, K. H.; RÜCKER, G.; BRENNEL, J. (2008): *Erstellung von bodenkundlichen und substratsystematischen Bewertungseinheiten als Eingangsdaten für die Bilanzierung von Nährstoffentzügen bei Biomassennutzung*. Projekt-Bericht im Auftrag der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. [51] MELLERT, K. H.; FENSTERER, V.; KÜCHENHOFF, H.; REGER, B.; KÖLLING, C.; KLEMMT, H. J.; EWALD, J. (2011): Hypothesis-driven species distribution models for tree species in the Bavarian Alps. *Journal of Vegetation Science*, 22, S. 635–646. [52] MURRI, M.; SCHLAEPFER, R. (1987): *Zusammenhänge von Kroneneigenschaften und Durchmesser- bzw. Grundflächenzuwachs von Fichte auf zwei Gebirgsstandorten*. *Forstwiss. Cbl.* 106, S. 328–340. [53] REGER, B.; EWALD, J. (2011): *Waldtypenkarte Bayerische Alpen*. Eine neue Planungshilfe für die Forstpraxis. *AFZ-DerWald* Nr. 24, S. 14–16. [54] REGER, B.; KÖLLING, C.; EWALD, J. (2011): Modelling effective thermal climate for mountain forests in the Bavarian Alps: Which is the best model? *Journal of Vegetation Science*, 22, S. 677–687. [55] REGER, B.; SCHÜPFERLING, R.; BECK, J.; DIETZ, E.; MOROVITZ, D.; SCHALLER, R.; WILHELM, G.; EWALD, J.: *WINALPecobase – Ecological database of mountain forests in the Bavarian Alps*. *Biodiversity and Ecology*. (in Druck). [56] REHFUESS, K. E. (1990): *Waldböden – Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung*. Paul Parey, Hamburg und München, 2. Auflage, 294 S. [57] SCHUBERT, A. (2002): *Bayerische Waldboden-Dauerbeobachtungsflächen*. *Forstliche Forschungsberichte*, München 2002, Nr. 187, 232 S. [58] SHARMA, R. P.; BRUNNER, A.; EID, T.; OYEN, B. H. (2011): Modelling dominant height growth from national forest inventory data with short time series and large age errors. *Forest Ecology and Management*, doi:10.1016/j.foreco.2011.07.037. [59] STÄNDIGES SEKRETARIAT DER ALPENKONVENTION (2011): *Protokoll zur Durchführung der Alpenkonvention von 1991 im Bereich Bergwald*. [http://www.alpconv.org/NR/rdonlyres/C17ED5AC-5F33-4AB2-ADD5-0F64657143F6/0/protokoll\\_d\\_bergwald.pdf](http://www.alpconv.org/NR/rdonlyres/C17ED5AC-5F33-4AB2-ADD5-0F64657143F6/0/protokoll_d_bergwald.pdf) [2.2.2011]. [60] URBAN, R.; MAYER, A. (1996): *Die Alpenbiotopkartierung – ein Beitrag zur floristischen Erforschung der Bayerischen Alpen*. *Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz*, 132, S. 135–147. [61] WEIS, W.; DIETZ, E.; GÖTTLEIN, A.; HÄUSLER, W.; KÖLLING, C.; MELLERT, K. H.; ROTH, A.; RÜCKER, G.; SEIFERT, T. (2009): *Erstellung von Nährstoffbilanzen für die Staatswaldflächen in Bayern als Grundlage einer nachhaltigen Biomassennutzung*. *Abschlussbericht zu einem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Bayerischen Staatsforsten*, 51 S. [62] WOOD, S. N. (2006): *Generalized Additive Models – an introduction with R*. Chapman & Hall, Boca Raton, London, New York. [63] ZIMMERMANN, L.; RÖTZER, T.; HERA, U.; MAIER, H.; SCHULZ, C.; KÖLLING, C. (2007): *Konzept für die Erstellung neuer hochaufgelöster Klimakarten für die Wälder Bayerns als Bestandteil eines forstlichen Standortinformationssystems*. In: Matzarakis, A.; Mayer, H. (Hrsg.): *Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET des Fachschusses Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V.*, S. 152–159. *Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg* 16.

# Waldtypenkarte für Beratung und Bewirtschaftung in Tirol

Alois Simon und Markus Wallner

*Nach der Fertigstellung der Waldtypisierung in den nördlichen Randalpen im Rahmen des Projekts Waldinformationssystem Nordalpen WINALP wird in Tirol nun an der Umsetzung der Anwendungsmöglichkeiten gearbeitet. Dabei sollen Praktiker, Planer und Behörden auf verschiedenen Ebenen und aus unterschiedlichen Fachbereichen diese Waldtypisierung nutzen können. Hierfür ist eine entsprechende Bereitstellung der Daten genauso nötig wie eine Integration in bereits vorhandene Instrumente der Forstplanung. Für beide Bereiche werden in Form von operativen Kartenbüchern, Anwendung im Geoinformationsportal und Integration in die Walddatenbank Tirol neue Ansätze vorgestellt.*



Abb. 1: Herbstanfang im Bergwald der Nördlichen Randalpen

Die Ergebnisse des Projektes WINALP sind in die Gesamtplanung des Landesforstdienstes (Waldtypisierung Tirol) eingebettet und stellen die Grundlagen für die nördlichen Kalkalpen dar. Die gesamte Waldtypisierung Tirol wird den Forstpraktikern als ein Instrument in die Hand gegeben, das den täglichen Umgang mit den vielschichtigen Themen Standortkunde, Waldökologie und Waldbau wesentlich erleichtern soll.

Mithilfe einer Waldtypenkarte, einem einfachen Standortsschlüssel und einer genauen Beschreibung der Waldtypen in einem Handbuch soll dieses anspruchsvolle Ziel erreicht werden. Die Waldtypenkarte ermöglicht eine einfache Erkennung von Standortpotenzialen und -gefahren – auch für Entscheidungsträger aus nicht forstlichen Bereichen. Hierzu zählen Planer und Behörden aus dem Bereich Naturschutz, Raumplanung, Gemeindeverwaltung und andere Bereiche, in denen

raumbezogene Landschaftsinformationen genutzt werden. Die Darstellung der Waldtypen für ganz Tirol dient aber auch als Grundlage für die überregionale Planung des Landesforstdienstes und als Anschauungs- und Informationsmaterial für alle Beteiligten.

Im Bereich des Tiroler Landesforstdienstes sollen die Planungsinstrumente der Waldtypisierung in die Beratung der Waldbesitzer, in die Schutzwaldstrategie, in die Erstellung von Waldwirtschaftsplänen und in die forstliche Förderung einfließen. Des Weiteren sollen die Ergebnisse als eine wichtige Grundlage für die Erstellung von forstfachlichen Gutachten verwendet werden.

## WINALP – Produkte für die forstliche Praxis

Als Ergebnisse des Projekts WINALP stehen die Waldtypenkarte als flächendeckende Darstellung der Waldtypen im Maßstab 1 : 25 000 und ein Handbuch der Waldtypen zur Verfügung. Das Handbuch enthält eine detaillierte ökologische Beschreibung der Waldtypen sowie waldbauliche Handlungsvorschläge, bezogen auf den jeweiligen Standort und auf mögliche Naturgefahren. Die waldbaulichen Erläuterungen umfassen Informationen zu Wuchsbedingungen, Bestandesbehandlung, Hinweise auf mögliche Risiken

sowie zu den Stabilitätsanforderungen im Schutzwald.

## Instrument für die Forstpraktiker

Die Basis der Betreuung der privaten und öffentlichen Wälder in Tirol stellen die Waldaufseher auf Gemeindeebene dar. Sie beraten und unterstützen den Waldeigentümer in fachlichen, technischen und wirtschaftlichen Fragen der Waldbewirtschaftung. Ziel der Waldtypisierung ist es, diesen Forstpraktikern ein Instrument in die Hand zu geben, welches ihnen eine optimale Beratung der Waldbewirtschaftler bei standortkundlichen Fragestellungen erlaubt. Dies soll durch eine gründliche Einschulung erreicht werden, bei der die entwickelten Instrumente den Nutzern näher gebracht und im Gelände angewandt werden. Zur Anwendung erhält jeder Gemeindegewaldaufseher ein analoges Kartenbuch mit der Waldtypenkarte sowie das Waldtypenhandbuch für alle in seinem Waldaufsichtsgebiet vorkommenden Waldtypen.

Als lokale Verwaltungsreferate stellen die neun Bezirksforstinspektionen in Tirol eine weitere Nutzergruppe dar. Auf dieser Ebene werden die Ergebnisse der Waldtypisierung hauptsächlich als Informationsgrundlage für operative und strategische Planungsaufgaben und für die Erstellung von forstfachlichen Gutachten eingesetzt.

**Dipl.-Ing. A. Simon** betreut die Waldtypisierung Tirol am Fachbereich Schutzwaldverbesserung, Abteilung Forstplanung der Landesforstdirektion Tirol.

**Rat Dipl.-Ing. M. Wallner** war Projektleiter WINALP Tirol und langjähriger Betreuer der Waldtypisierung Tirol am Fachbereich Schutzwaldverbesserung, Abteilung Forstplanung der Landesforstdirektion Tirol.

**Alois Simon, Markus Wallner**  
alois.simon@tirol.gv.at; markus.wallner@tirol.gv.at

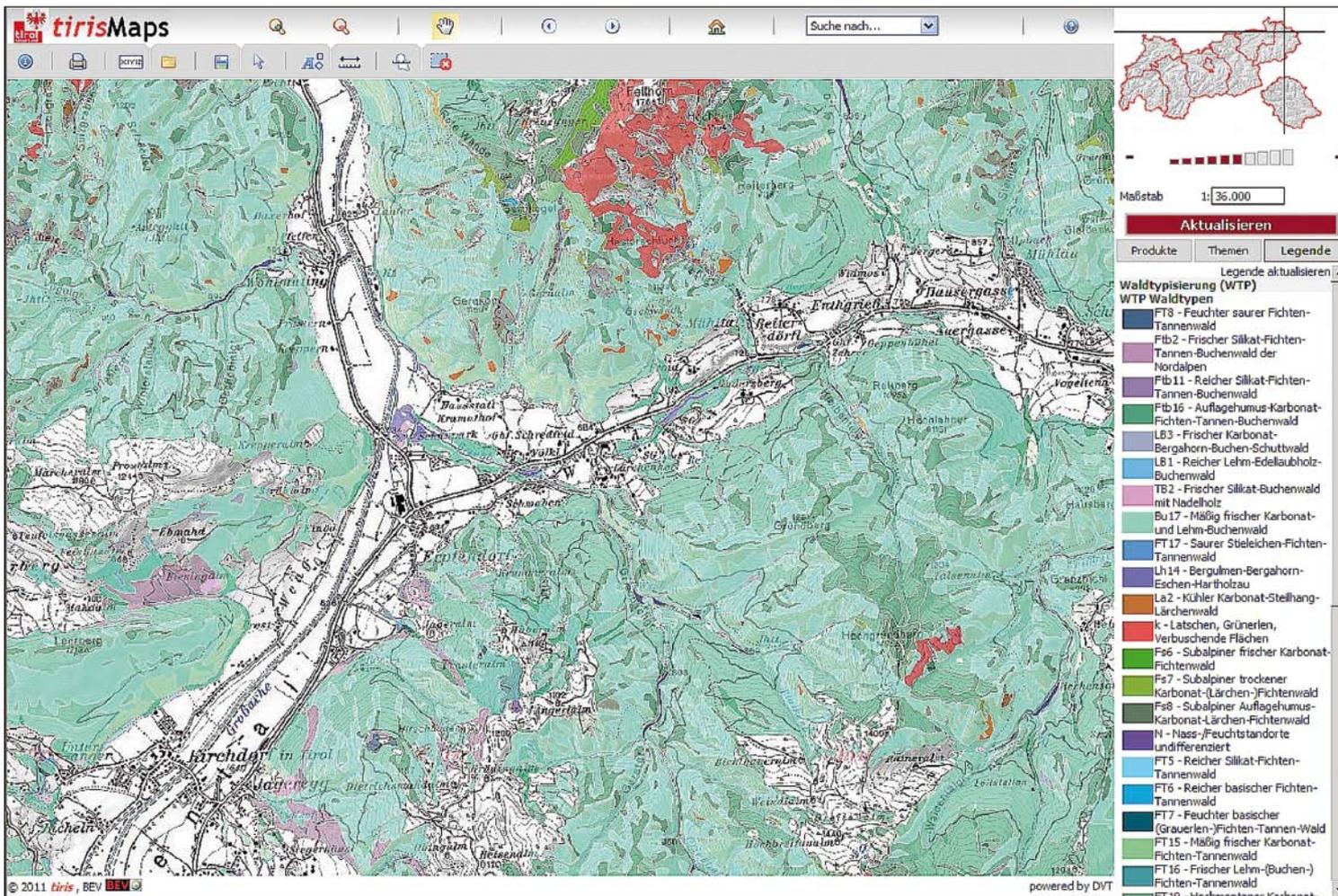


Abb. 2: Ausschnitt aus tirisMaps im Bereich der Nördlichen Randalpen

Eine optimale Nutzung der vorhandenen Daten soll dabei auf dem Weg der Einbindung der Waldtypisierung in das Tiroler Raumordnungs-Informationssystem (tirisMaps) erreicht werden.

## Integration in das Raum-Informationssystem Tirol

Das Tiroler Raumordnungs-Informationssystem (tirisMaps) stellt ein web-basiertes Geodatenportal dar. Über die Kombination von vordefinierten Themen lassen sich dabei die gewünschten Kartenprodukte und Analyseergebnisse erstellen. Diese Anwendung wird mit unterschiedlichen Informationsgehalten sowohl von den Fachbereichen der Tiroler Landesregierung als auch der Öffentlichkeit genutzt. Dabei stehen für den Fachanwender drei verschiedene Themen als Ergebnisse der Waldtypisierung zur Abfrage zu Verfügung:

- Darstellung der Waldtypen,
- Zonierung der forstlichen Höhenstufen,
- Darstellung der Substrate der Bodenbildung.

Weiter kann mithilfe einer Informationsabfrage für jeden Waldtyp die ökologische

und waldbauliche Beschreibung einfach und schnell als elektronisches Dokument aufgerufen werden. Alle Waldtypenkarten [2, 33, 34], die im Rahmen der Waldtypisierung Tirol bearbeitet wurden, sind als Kartenthemen vorhanden. Auch die Ergebnisse des Projekts WINALP wurden zum Großteil bereits eingearbeitet.

## Integration in die Walddatenbank Tirol

Für den gesamten Landesforstdienst Tirol steht die Walddatenbank Tirol als zentrales Instrument für Verwaltung und Bewirtschaftung zu Verfügung. Sie ist seit über zehn Jahren im Einsatz und dient als WEB-Applikation mit zentraler Datenbank als Informations- und Steuerungselement für die Gemeindewaldaufseher, für die Bezirksforstinspektionen und die Landesforstverwaltung. Neben vielen weiteren Anwendungen, erfolgt auch die Genehmigung der Holznutzung über die Meldung in der Walddatenbank. Daher ist es notwendig, die Ergebnisse von WINALP in diese zentrale Informationsdrehscheibe einzubauen.

Hierzu ist eine Integration der Waldtypenkarte über eine WebGIS-Anwendung in das Genehmigungsverfahren in Entwicklung. Geplant ist, dass automatisch bei der räumlichen Verortung der Anmeldung einer Holznutzung folgende Informationen angezeigt werden:

- Waldtyp,
- empfohlene Nutzungsverfahren im Wirtschaftswald- und Schutzwald,
- Bestockungsziel im Altbestand,
- Standortstypische Risiken und Nutzungsverfahren,
- Befahrbarkeit des Standorts,
- Möglichkeit der Biomassennutzung.

Dadurch ist es möglich, im Zuge der Bewilligung einer Holznutzung den Waldbesitzer über die standörtlichen Gegebenheiten zu informieren, ihm die möglichen waldbaulichen Rahmenbedingungen aufzuzeigen und allenfalls notwendige Auflagen oder Beschränkungen vorzuschreiben.

Somit können die Ergebnisse des WINALP-Projektes optimal in die tägliche Arbeit des Forstpersonals eingebaut werden.

### Literaturhinweise:

Gemeinsames Literaturverzeichnis der fünf WINALP-Beiträge auf S.16

## Empfindlichkeit von Wäldern gegenüber Biomassenutzung

# Wie viel Biomassenutzung verträgt der Bergwald?

Karl Heinz Mellert und Jörg Ewald

*Die Standortvielfalt im Gebirge und die z.T. extremen Standortverhältnisse erfordern es, die Biomassenutzung von Bergwäldern gesondert von Wäldern im Flachland zu bewerten. Die Bayerischen Alpen sind großräumig geprägt durch den Kontrast zwischen Flysch- und Molassestandorten der Voralpen und den Carbonatstandorten der Kalkalpen mit ihrem jeweils ganz spezifischen Nährstoffangebot. Im Interreg-Projekt Waldinformationssystem Nordalpen (WINALP) wurden für das gesamte Wuchsgebiet standörtlich differenzierte Grundlagen im Maßstab 1 : 25 000 erarbeitet, die u.a. eine Einstufung der Empfindlichkeit der Waldtypen gegenüber Biomassenutzung erlauben.*

Die Einstufung erfolgt auf der Basis von über 1 500 Standorts- und Vegetationsaufnahmen aus WINALP. In die Bewertung gehen Indikatoren für die Risiken von Nährstoffmängeln (Nährstoffzahl nach ELLENBERG) und Humusschwund (Anteil der Auflage am Gesamthumusvorrat) ein. Bezüglich der Empfindlichkeit gegenüber Biomassenutzung ergibt sich eine Reihung von Waldtypen auf basen- und silikatreichen Böden über stark saure, aber im Unterboden nährstoffreiche Standorte hin zu flachgründigen Kalkstandorten, bei denen Nährstoffkapital und Wasserspeicherung maßgeblich vom oberflächennahen Humus abhängen. An Extremstandorten, die bereits heute magerrasenartige Bodenvegetation und/oder Gesteinshumusböden ohne nennenswerte mineralische Feinerde

aufweisen, wird zur Erhaltung der Standortkraft aktive Humuspflge empfohlen.

### Kriterien für die Empfindlichkeit von Bergwäldern

Die Nutzung von Schlagabraum als Biomasse ist in bayerischen Wäldern mittlerweile gängige Praxis [10]. Bei der energetischen Biomassenutzung wird im Wald auch Kronenmaterial (Kronenderbholz, Grob- und Feinreisig, Nadeln/Blätter) und Rinde verwendet, also Material, das früher als „Ernterückstand“ im Wald verblieben ist. Bei der Nutzung des nachwachsenden Rohstoffs Biomasse steht der Waldbesitzer vor einem Zielkonflikt, wenn dadurch die Nährstoffvorräte auf seinem Grund und Boden reduziert werden [38, 42] und damit – wie ehemals bei Streunutzung – Wachstumseinbußen zu befürchten sind [56, 49, 18]. Zur Frage eines verträglichen Ausmaßes dieser Nutzung wurden in den letzten Jahren umfangreiche Datengrundlagen und Bewertungsansätze v.a. für das Flachland erarbeitet [48, 39]. Flächenhafte Abschätzungen zur ökologischen Beurteilung der Biomassenutzung beruhen zunächst auf einer einfachen Nährstoffbilanzierung [z.B. 48, 39], aber es existieren auch schon erste Modellierungsansätze [61]. Eine erste bayerische Geodatenbasis für die Ausstattung mit basischen Nährelementen wurde von MELLERT et al. [50] auf der Basis von Konzeptbodenkarten und Referenzprofilen erarbeitet.

Die aus der Verwitterung von Kalken und Dolomiten hervorgegangenen relativ jungen Böden der Kalkalpen werden nach diesen Kriterien aufgrund hoher Vorräte an Ca und meist auch Mg als unkritisch eingestuft. Diese optimistische Bewertung wird jedoch durch die knappe Versorgung der Bergwälder mit Stickstoff (N), Kalium (K) und insbesondere Phosphor (P) relativiert [29, 39], die die Vitalität und das Wachstum der Hauptbaumarten Fichte und Buche begrenzen kann [27, 21, 22, 28]. Für eine Bilanzierung v.a. des P-Haushaltes fehlen derzeit die bodenkundlichen Grundlagen, sodass auf indirekte Indikatoren wie das Vorkommen von Nährstoffmangelzeigern zurückgegriffen werden muss [17, 45].

Biomassenutzung greift nicht nur in den Nährstoff-, sondern auch in den Kohlenstoffkreislauf und die Humusbildung ein. Für die flachgründigen Böden der Kalkalpen stellt Humusschwund, insbesondere die Abschwemmung und Mineralisierung von Humusaufgaben, eine seit langem bekannte Gefährdung dar [47, 13]. Während mächtige Humusaufgaben im Flachland als Weiser „schlechter“ Humusformen gelten [1], sichern sie in den Kalkalpen die Wuchseistung und Vitalität von Waldbäumen [5, 6, 12]. Beim Ernten ganzer Bäume werden die Oberböden zusätzlich von der C-Nachlieferung aus Streu und Totholz abgeschnitten. Die Wirkung auf die Standortkraft ist umso gravierender, je weniger langlebige Humusvorräte im mineralischen Feinboden gebunden sind. Der Anteil der Humusaufgabe am Gesamt-C-Vorrat (Humusquotient) ist deshalb ein Indikator für diesen Aspekt der Empfindlichkeit.

### Waldinformationssystem Nordalpen als Informationsbasis

Im Interreg-Projekt WINALP wurden die für die Bayerischen Alpen verfügbaren Punkt- (Bodenprofile, Vegetationsaufnahmen, Forstinventuren) und Flächeninformationen (geologische und bodenkundliche Karten, Klima- und Geländemodell) zusammengestellt und durch neue Gelände-

*Das dargestellte Projekt ist Teil des INTERREG-Projekts WINALP [www.winalp.info](http://www.winalp.info) und wurde finanziert vom European Fund for Regional Development (EFRE), der Bayerischen Forstverwaltung und den Bayerischen Staatsforsten (BaySF).*

Dipl.-Biol. K. H. Mellert betreute an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf im Rahmen von WINALP die Teilprojekte Biomassenutzung und Habitatmodellierung. Prof. Dr. J. Ewald lehrt Botanik und Vegetationskunde an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und ist Lead-Partner im Projekt WINALP.



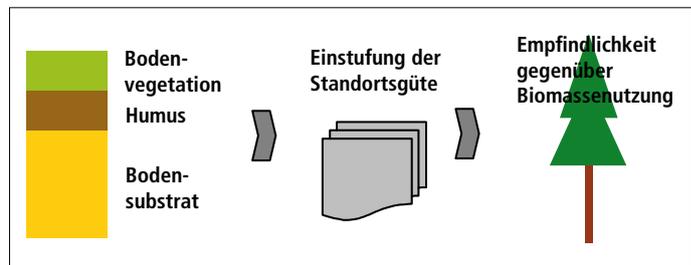
Karl Heinz Mellert  
[karl.mellert@online.de](mailto:karl.mellert@online.de)

**Tab. 1: Kriterien für die Bewertung der Empfindlichkeit von Wäldern der bayerischen Alpen gegenüber Biomassenutzung**

Als Grundlage dienen 1 500 Vegetations- und Bodenaufnahmen aus WINALP. Die Klassifikation des Substrattyps erfolgte nach EWALD [11].

Basenhaushaltsstufe (BS)	Trophie	Humusquotient Anteil des Auflagehumus am Gesamthumusvorrat
k - Kalkböden s - basenreiche Lehm Böden S - stark saure Lehm Böden (*)	1 - BS = s & mN ≥ 5,5   BS ≠ k 2 - BS = S & mN < 4,5   BS = k & mN ≥ 4,5 3 - mN < 4,5	1 - 0 bis 0,2 2 - 0,2 bis 0,6 3 - 0,6 bis 1

& = logisches „und“; | = logisches „oder“; \*) Die weiteren Subtrattypen von EWALD [11] werden für die Einstufung nicht gesondert betrachtet; BS = Basenhaushaltsstufe; mN = Ernährungszahl



**Abb. 1: Grundlagen für die Einstufung der Standortgüte sind die Bodenvegetation, der Humus und das Bodensubstrat. Aus der Einstufung der Standortgüte eines Waldtyps wird seine Empfindlichkeit gegenüber einer Biomassenutzung abgeleitet.**

deaufnahmen ergänzt [23]. So wurden an mehr als 1 500, für das gesamte Wuchsgebiet standörtlich repräsentativen Punkten Vegetationsaufnahmen und Bodenprofile erhoben und in die Datenbank WINALP-Ecobase [55] eingespeist. Alle Waldflächen wurden nach ihrem modellierten Basen-, Wasser- und Wärmehaushalt sowie nach Reliefmerkmalen 48 Waldtypen zugeordnet und im Maßstab 1 : 25 000 kartiert [25]. Vegetation und Böden der Waldtypen konnten anhand der in der Ecobase enthaltenen, terrestrisch erhobenen Punktdaten hinsichtlich Trophie und Humusindex charakterisiert und hinsichtlich Empfindlichkeit gegenüber Biomassenutzung bewertet werden.

Die Karte der Waldtypen ermöglicht eine regionale Übersicht der Waldtypen mit ihren Eigenschaften. Die Einstufung der Empfindlichkeit gegenüber Biomassenutzung erweitert die Informationsbasis zu den Waldtypen. Die Beurteilung der Situation vor Ort durch Forstfachpersonal wird hierdurch unterstützt, aber nicht ersetzt.

### Bewertung nach Trophie, Basenhaushalt und Humusquotient

Die Aufnahmen der WINALP-Ecobase an über 1 500 für die Waldstandorte des Wuchsgebiets repräsentativen Punkten liefern ergänzende Informationen zu Vegetation, Humus und Basenhaushalt der Böden (Abb. 1). Da im Gebirge gerade die Oberböden von Gefahren wie Erosion und Humusschwund bedroht sind [6], ist eine Kombination von Vegetations- und Standortinformationen besonders Erfolg versprechend, um die Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse zu bewerten.

Die Ecobase bietet eine hervorragende Basis für eine flächendeckende Regionalisierung der Trophie der Waldstandorte. Daten aus Vegetationsaufnahmen erlauben über die mittlere Nährstoffzahl [17, 45] eine relative Bewertung des Angebots an Makronährstoffen N, P, K, das der Bodenvegetation zur Verfügung steht. Bei diesem halbquantitativen Verfahren wird das Verhältnis von Arten der Kalkmagerrasen

und Zwergstrauchheiden (Mangelzeiger, niedrige N-Zahl) zu anspruchsvollen Mullbodenpflanzen (mittlere N-Zahl) und nitrophytischen Hochstauden (hohe N-Zahl) als Mittelwert ausgedrückt. Die ökologische Bedeutung der N-Zahl wird durch ihre enge Beziehung zur P-Ernährung und zur Oberhöhenbonität von Fichten in einem Datensatz aus fünf Fallstudien bzw. Inventurprogrammen [8, 12, 22, 40, 57, ] belegt. So weisen Fichtenbestände mit Nährstoffzahlen < 5,0 auf kalkreichen Substraten latenten P-Mangel auf, und unterhalb eines Wertes von 4,5 (Kalkmagerrasen-Vegetation) sinkt die Höhenbonität der Fichte deutlich. Deshalb wurde 5,5 als Schwellenwert von günstiger zu mittlerer, 4,5 als Schwellenwert von mittlerer zu geringer Nährstoffversorgung festgelegt (vgl. die Grenzwerte 4,3 für oligotrophe und 5,4 für mesotrophe Waldstandorte [45]). Relativ niedrige Nährstoffzahlen herrschen auch auf stark sauren Substraten (Sand- und Tonsteine der Fylschzone, Radiolarit, Kieselkalke) mit dominierender Zwergstrauchvegetation, ohne dass dort kritische P-Ernährungszustände oder gedämpftes Wachstum vorherrschen würden. Die Empfindlichkeit gegenüber Biomassenutzung wurde bei diesen Waldtypen, wie im Flachland, anhand des Basenhaushalts bewertet.

Der Humusquotient ist der Anteil des Auflagehumus am Gesamthumusvorrat eines Standorts und bewertet die relative Bedeutung des Auflagehumus für die Speicherung von Nährstoffen und Wasser (Tab.

1). Die Berechnung der C-Vorräte erfolgte anhand der Horizontmächtigkeit, Humusgehalt und Lagerungsdichte aus Bohrstockprofilen von max. 1 m Aufschlusstiefe nach KA5 [35]. Auflagehumusformen sind besonders empfindlich gegenüber Humusschwund und Eingriffen in die Humusnachlieferung durch Biomasseentzug. Daher wirkt sich eine Biomassenutzung auf Waldtypen umso gravierender aus, desto höher der Anteil des Auflagehumus am Gesamthumusvorrat ist.

### Drei Stufen der Empfindlichkeit

Die Waldtypen wurden zunächst hinsichtlich Trophie (unter Berücksichtigung des Basenhaushalts) und Humusquotient in Empfindlichkeitsklassen eingeteilt. Beide Komponenten wurden in jeweils drei Stufen (1 = geringe, 2 = mittlere, 3 = hohe Empfindlichkeit) unterteilt (Tab. 1). Die Kennzahlen wurden aus über 1 500 Aufnahmepunkten (Vegetationsaufnahmen und Bodenprofilbeschreibungen) abgeleitet und die mittleren Verhältnisse auf den betreffenden Waldtypen kalkuliert. Dem Vorsorgeprinzip folgend wird die Gesamtbewertung der Empfindlichkeit nach dem schwächsten Glied vorgenommen: Liegt z.B. ein kombinierter Ernährungskennwert von 2 bei einer Humusstufe von 1 vor, wie beim Waldtyp „montaner, mäßig frischer Carbonat-Bergmischwald“, wird insgesamt eine „mittlere Empfindlichkeit“ festgestellt (Tab. 2).

**Tab. 2: Empfindlichkeit von neun flächenmäßig bedeutenden Waldtypen der bayerischen Alpen gegenüber Biomassenutzung**

abgeleitet aus der Ernährungsstufe (Kombination aus BS und Trophie, siehe Tab. 1) und der Humusstufe (abgeleitet aus dem Humusquotienten siehe Tab. 1)

Waldtyp	Empfindlichkeit	Ernährungsstufe	Humusstufe	Anteil [%]
montaner, frischer, basenreicher Silikat-Bergmischwald	gering (1)	1	1	13,1
Komplex der steilen, feinerdereichen Einhänge und Schluchten	gering (1)	1	1	2,5
feuchter, basenreicher Tannen-Fichtenwald	gering (1)	1	1	2,4
montaner, mäßig frischer Carbonat-Bergmischwald	mittel (2)	2	1	27,4
hochmontaner, mäßig frischer Carbonat-Bergmischwald	mittel (2)	2	1	6,3
montaner, frischer, stark saurer Silikat-Bergmischwald	mittel (2)	2	2	4,6
Komplex der sub- bis hochmontanen, schattseitigen Felshänge	hoch (3)	3	1	7,3
Komplex der sub- bis hochmontanen, sonnseitigen Felshänge	hoch (3)	3	1	5,4
montaner, mäßig trockener Carbonat-Bergmischwald	hoch (3)	3	1	4,7

## Das Projekt WINALP: Digitale Standortinformation für den Bergwald

Die Einstufung in die jeweilige Stufe sollte vom Experten vor Ort immer abgeprüft werden, da der Maßstab 1 : 25 000 für die Beurteilung einzelner Bestände zu unscharf ist. Bestände, die nach Waldtypenkarte in der Stufe 1 liegen, werden hinsichtlich ihrer Biomassenutzungsmöglichkeit zumeist unproblematisch sein. In Stufe 2 sollte die vertretbare Nutzungsintensität vom Experten anhand der jeweiligen standörtlichen Situation genau abgeschätzt werden; Anregungen hierzu werden im nächsten Abschnitt gegeben. Es sollte zudem eine Dokumentation erfolgen, damit die Entnahmen im Rahmen von Vornutzungen mit eingeplant werden können. In Stufe 3 ist bezüglich einer Biomassenutzung im Regelfall höchste Zurückhaltung geboten.

### Biomassenutzung auf großen Flächen möglich

Insgesamt nehmen die wenig empfindlichen Waldtypen (Stufe 1) etwa ein Viertel der Fläche in den bayerischen Alpen ein. Diese in den Flysch- und Molassevorbergen verbreiteten, im Kalkalpin auf günstigen Ausgangsgesteinen eingestreuten Waldtypen tragen sehr wüchsige Waldbestände und haben eine hohe wirtschaftliche Bedeutung. Häufigste Beispiele für wenig empfindliche Waldtypen sind der „montane, frische basenreiche Silikat-Bergmischwald“, der „feuchte, basenreiche Tannen-Fichtenwald“ und der „Komplex der steilen, feinerdereichen Einhänge und Schluchten“.

Gut 40 % der Waldflächen weisen eine mittlere Empfindlichkeit (Stufe 2,) gegenüber Biomassenutzung auf. Im mittleren Bereich befinden sich überwiegend Waldtypen mit tiefgründiger entwickelten Böden der Kalkserie (z.B. Lehmrendzinen nach REHFUESS [56]). Der wichtigste Vertreter dieser Gruppe ist der „montane, mäßig frische Carbonat-Bergmischwald“, der den großflächigsten Waldtyp im bayerischen Alpenraum bildet. Stufe 2 enthält aber auch Waldtypen auf stark sauren Substraten, deren Nährstoffpotenziale überwiegend im Auflagehumus festgelegt sind. Generell wird bei Waldtypen mittlerer Empfindlichkeit empfohlen, auf Anzeichen von Nährstoffmangel wie gedämpftes Höhenwachstum zu achten. Nutzungen sollten so durchgeführt werden, dass ein gewisser Nachschub an organischer Substanz aufrechterhalten bleibt. Dies kann z.B. durch differenzierte Holzernteverfahren in den verschiedenen Altersstadien bzw. Verzicht auf bestimmte Sortimente erfolgen. Die ganze Krone sollte nur bei den besten Standorten innerhalb der Waldtypen in Stufe 2 genutzt werden,

Das Projekt Waldinformationssystem Nordalpen (WINALP) wurde im September 2011 erfolgreich abgeschlossen. In drei Jahren haben Förster, Wissenschaftler und GIS-Fachleute für 400 000 ha Wald in den Kalkalpen an der Grenze zwischen Bayern, Tirol und Salzburg neue standörtliche Grundlagen für die Bewirtschaftung, Pflege und Sanierung von Bergwäldern erarbeitet. 15 Jahre nach der Verabschiedung wird damit endlich die Forderung des Bergwaldprotokolls der Alpenkonvention nach ausreichenden ökologischen Planungsgrundlagen erfüllt.

Unter dem Motto „vom Punkt auf die Fläche zum Anwender“ baut WINALP auf hochwertige Daten von Forschungsanstalten, Hochschulen, Landesvermessung, meteorologischen und geologischen Diensten auf. Standörtliche Informationen wurden im Hinblick auf den Bergwald ausgewertet und in Geografischen Informationssystemen (GIS) zu Waldtypenkarten verdichtet (siehe Beitrag von REGER und EWALD, S. 14).

Angesichts so vieler Daten und Modelle sorgten umfangreiche Felderhebungen und Anwender-Workshops für die nötige Bodenhaftung. So erarbeiteten Forstpraktiker aus allen drei Ländern in einem grenzüberschreitenden Workshop ihre Erwartungen an das Waldinformationssystem. Anwenderschulungen widmen sich der Einführung in die Praxis und werden über die Projektlaufzeit hinaus fortgeführt.

Spezialuntersuchungen zeigen die Aussagekraft der Waldtypenkarte hinsichtlich Waldwachstum (Beitrag von KLEMMT und EWALD, S. 22), Klimawandel und (Beitrag von EWALD, KÖL-

bei den weniger günstigen Standorten sollte nur Kronenderholz entnommen werden. Bei den empfindlicheren Standorten in Stufe 2 sollten Kronennutzungen bevorzugt erst spät, am besten erst bei Altdurchforstungen erfolgen, weil der Nährstoffaustrag bei Biomasseentnahme in jungen Beständen relativ hoch ist. Zudem werden nährstoffbedürftige Jungbestände dann nicht durch etwaige Nährstoffzüge im Wachstum gebremst. Je nach Ausgangslage kann es ratsam sein, auch auf die Kronennutzung bei der Endnutzung zu verzichten. Die Eingriffe sollten zudem schonend erfolgen, um eine Kahlliegung und damit einen raschen Humusschwund weitestgehend zu vermeiden.

Bei den sehr empfindlichen Waldtypen (Stufe 3), die v.a. im Kalkalpin liegen und ca. ein Drittel der Waldfläche einnehmen, ist eine vorsorgende Humuspflanze anzuraten, um das Nährstoffkapital der Standorte langfristig zu erhalten. Humuspflanze umfasst alle Maßnahmen, die den Humusvorrat eines Standortes langfristig erhalten, wie Verzicht auf Vollbaumnutzung, Vermeidung flächiger und starker Auflichtungen, Schaffung gestufter Bestände, das Belassen von Querlegern und Totholz sowie eine standörtlich angepasste Baumartenwahl.



*Das Projekt-Logo zeigt die Nordalpen im weichen Herbstlicht – Waldtypenkarten schärfen künftig den Blick für die Ökologie der Bergwälder.*

LING und MELLERT, S. 23) Stoffhaushalt (Beitrag von MELLERT und EWALD, S. 19). In Tirol werden Waldtypenkarte und begleitendes Handbuch bereits als feste Grundlage von Planung, Förderung und Bewirtschaftung verwendet (Beitrag von SIMON und M. WALLNER, S. 17).

Projektpartner von WINALP sind die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, das Amt der Tiroler Landesregierung/Gruppe Forst, die Landesforstdirektion Salzburg, die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, die Technische Universität München sowie die Bayerische Forschungsallianz.

Das Budget für WINALP beträgt 1,7 Mio €, gefördert vom Europäischen Fonds für Regionalentwicklung (INTERREG IVa), den Landesforstverwaltungen und den Bayerischen Staatsforsten.

In Projekten der Schutzwald-Sanierung und -Pflege sollten an derart empfindlichen Standorten nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt der Humuspflanze finanzielle Anreize für das Belassen von entrindetem Käferholz gesetzt werden.

### Fazit

Die Datengrundlagen zu den Nährstoffvorräten im bayerischen Alpenraum wurden in den letzten Jahren stark verbessert. Aber gerade bei im Hochgebirge besonders wichtigen Nährelementen, wie z.B. Phosphor, reichen sie für eine Bewertung nicht aus. Die Empfindlichkeit von Bergwäldern gegenüber einer Biomassenutzung kann aber mithilfe von Kennwerten auf der Basis von Vegetationsaufnahmen und Bodenprofilen eingeschätzt werden. Damit steht in Verbindung mit der Waldtypenkarte [53] eine regionale Entscheidungshilfe zur Verfügung, die es erlaubt, Humusschwund und Nährstoffmängeln vorzubeugen. Für die weitere Absicherung und Präzisierung dieser ersten Einstufung sind jedoch noch Untersuchungen und Modellierungen, insbesondere beim Phosphor, nötig.

#### Literaturhinweise

Gemeinsames Literaturverzeichnis der fünf WINALP-Beiträge auf S.16

## Forstinventurdaten untermauern Aussagekraft der WINALP-Karten

# Wachstum der Fichte nach Waldtypen

Hans-Joachim Klemmt und Jörg Ewald

*Im Rahmen des WinAlp-Teilprojektes „Waldwachstum und Ertragskunde“ wurde die Waldtypenkarte [53] anhand von Forstinventurdaten des Staatswaldes evaluiert. Das Höhenwachstum der Fichte weist zwischen den ausgeschiedenen Waldtypen markante Unterschiede auf, die bodenkundlich und klimatisch bedingt sind. Dem Anwender bietet dies einen guten Überblick über die Wuchsbedingungen.*

Wie trennscharf sind die neuen Waldtypenkarten aus wachstumskundlicher Sicht? Diese Frage ist nicht nur für Nutzungsoptionen bedeutsam, sondern gibt auch entscheidende Randbedingungen für die Pflege und Sanierung von Schutzwäldern vor, deren Erfolg vom Aufwachsen schutzfähiger Wälder abhängt. Das Teilprojekt prüfte folgende Hypothesen:

- 1) In den Waldtypen herrschen unterschiedliche Wuchsbedingungen, die sich in signifikanten Unterschieden im Höhenwachstum der Bäume niederschlagen.
- 2) Die Richtung der Unterschiede bestätigt bestehendes standortkundliches Wissen.

### 100-jährige Fichten als Indikatoren

Die Waldfläche im bayerischen Projektgebiet umfasst 307 600 ha, von denen 169 700 ha bzw. 55 % Staatswald sind [9]. Die Inventurdaten des Staatswaldes sind deshalb für eine flächenhafte Modellevaluierung geeignet. Als Baumart wurde die Fichte gewählt, weil sie auf 86 % der Probekreise in der Oberschicht bzw. im Hauptbestand vorhanden war. Da das Höhenwachstum bekanntermaßen am stärksten durch den Standort beeinflusst wird [46, 36], wurden die an Fichten im Alter von 100 (96 bis 104) Jahren gemessenen Höhen für den Wald-

typenvergleich verwendet. Vor der Selektion der Einzelbaumdaten wurden nach dem Ansatz von KLEMMT [36] Probekreise mit ungültiger Georeferenzierung entfernt. Insgesamt konnte auf einen über die Bayerischen Alpen relativ gleichmäßig verteilten Datensatz aus 18 057 Fichten zurückgegriffen werden, die gemäß Forstinventur der Oberschicht bzw. ungeschichteten Reinbeständen zugeordnet werden konnten.

### Boden und Klima steuern Höhenwachstum

Die häufigeren Waldtypen der Normalstandorte [53] decken zusammen etwa drei Viertel des Wuchsgebietes ab. Deutlich zu erkennen sind zwei Tendenzen (Abb. 1): Zum einen nehmen die Höhen der Fichten mit abnehmender Temperatur bzw. zunehmender Höhenlage ab (unterschiedliches Niveau der Pfeile). Weiterhin ist zu sehen, dass innerhalb einer Höhenstufe bei einheitlichem Wärmeangebot die Wuchshöhe mit Entkalkung und Wasserangebot der Böden zunimmt (Richtung der einzelnen Pfeile). In höheren Lagen ist das Höhenwachstum auf tiefgründigen, aber basenreichen Böden am größten. Die Richtung der Unterschiede zwischen den Waldtypen entspricht der standortkundlichen Erwartung,

wie z.B. der Vergleich zwischen einem montanen, flachgründigen Carbonat-Bergmischwald (FTB 212) und einem montanen, mittelgründigen Carbonat-Bergmischwald (FTB 213) verdeutlicht. Die Unterschiede zwischen Mittelwerten bzw. Medianen der Wuchshöhen in den Waldtypen sind mehrheitlich signifikant (Konfidenz von 95 %).

Auch zwischen den Waldtypen der Sonderstandorte wurden plausible Unterschiede in den mittleren Wuchshöhen der Fichten gefunden. So wachsen z.B. an montanen Felshängen Fichten an mäßig frischen Schattseiten (FTB 213s) signifikant schneller als an mäßig trockenen Sonnseiten (FTB 212s).

### Leistungsfähigkeit der Waldtypen

Die in der Evaluierung nachweisbaren Unterschiede im Höhenwachstum der Fichte bestätigen die Erkenntnisse und Ergebnisse von wissenschaftlichen Arbeiten zum Wachstum in den Alpen [z.B. 15, 52, 22]. In Verschneidung mit den Standortinformationen liefern Forstinventurdaten – trotz bekannter Schwächen zur Erlangung waldwachstumskundlicher Erkenntnisse [58] – einen flächigen Überblick über die Höhenwachstumsverhältnisse und ihre Differenzierung nach Waldtypen. Die Ergebnisse haben eine Brückenfunktion, da sie neben der Evaluierung des Waldtypenmodells zahlenmäßige Informationen zur Höhenwuchsleistung der wichtigsten Baumarten bereitstellen. Die Ergebnisse können Eingang in die Beschreibung der Waldtypen finden und eine relative Einwertung der Leistungsfähigkeit der Waldtypen ermöglichen.

#### Literaturhinweise

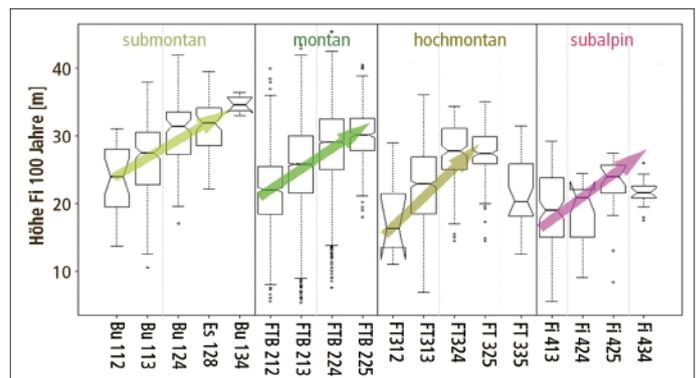
Gemeinsames Literaturverzeichnis der fünf WINALP-Beiträge auf S.16

Dr. H.-J. Klemmt ist Mitarbeiter der Abteilung Waldbau und Bergwald der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und Landesinventurleiter BWP Bayern. Prof. Dr. J. Ewald lehrt Botanik und Vegetationskunde an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) und ist Lead-Partner im Projekt WINALP.



Hans-Joachim Klemmt  
Hans-joachim.klemmt@lwf.bayern.de

**Abb. 1: Höhen von Fichten (gemäß Inventurdaten des Bayerischen Staatswaldes) nach Waldtypen der Normalstandorte; Gruppierung nach Höhenstufen (durchgezogene Linien); innerhalb der Stufen nach Basen- und Wasserhaushalt**



# Die richtigen Baumarten für den Bergwald von morgen

Jörg Ewald, Christian Kölling und Karl-Heinz Mellert

*Im Projekt WINALP wurden für die zwölf häufigsten Baumarten im Bergwald der Nordalpen Habitateignungsmodelle berechnet und auf regionalisierte Klimaszenarien für das Jahr 2100 angewandt.*

Für die Modellierung wurden aus der Forsteinrichtung der Bayerischen Staatsforsten, der zweiten Bundeswaldinventur und der pflanzensoziologischen Datenbank BERGWALD [19] Daten über das Vorkommen von Bergahorn, Bergulme, Buche, Esche, Mehlbeere, Stieleiche, Vogelbeere, Weißerle, Fichte, Lärche, Wald-Kiefer und Tanne mit den umfassenden Umweltdaten des Waldinformationssystems [8] verschnitten [7]. Aus dem bayerischen Klimaforschungsprogramm [5] wurden Daten aus den Flachlandswuchsgebieten 6, 13 und 14 bei der Modellkalibrierung verwendet, um die Reaktion auf wärmeres Klima zu beurteilen. Die Modellierung stützte sich auf über 50 000 Beobachtungen über das Vorkommen der Baumarten und der zugeordneten Standortdaten.

Statistische, korrelative Modelle bilden den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der Baumarten und den Standortdaten in einer allgemeingültigen Form ab. In WINALP wurden Generalisierte Additive Modelle (GAM, [9]) angewandt, da sie auch komplexe Reaktionen der Baumarten auf die Umwelt abzubilden vermögen. Andererseits bleiben die Modelle transparent und überprüfbar [1]. Die GAM berechnen die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens einer Baumart unter den an einem Standort gegebenen Bedingungen. Diese Wahrscheinlichkeit, auch als Habitateignung bezeichnet, ist eine wesentliche Komponente der Anbaueig-

nung und des Anbaurisikos von Baumarten [6].

Die Anwendung der Modelle auf Klimaszenario-Daten erlaubt Rückschlüsse auf die zukünftig zu erwartende Anbaueignung und zum Anbaurisiko der Baumarten. Wir verwendeten räumlich hoch aufgelöste Klimadaten für das Jahr 2100 nach dem moderaten Szenario WETTREG B1 [63], welches von einem mittleren Temperaturanstieg von 1,5 °C in der Vegetationsperiode und 3,2 °C im Januar ausgeht.

Die GAMs lieferten für die zwölf Baumarten flächendeckende Karten der Habitateignung jeweils für die aktuellen Bedingungen und das Jahr 2100 (Abb. 1). Daraus wurde die Differenz beider Karten (Änderungstrend  $\Delta$  2100-aktuell, Abb. 1 unten) berechnet und mit der Waldtypenkarte [8] verschnitten.

## Ansteigende Höhengrenzen und erhöhtes Risiko in Tieflagen

Bei allen Baumarten erwies sich die Temperatur in der Vegetationszeit als wichtigster Umweltparameter. Bei Erwärmung wird ei-

ne Verschiebung der potenziellen Höhengrenzen [4] um mehrere 100 m erwartet. Die tatsächliche Höhenausbreitung hängt jedoch von der Ausbreitungsfähigkeit, der Landnutzung (z.B. forstlichen Maßnahmen) und von der Besiedelbarkeit der Standorte ab. In den heutigen montanen bis subalpinen Lagen ist für alle Baumarten mit einer Verbesserung der Wuchsbedingungen zu rechnen [3]. In den relativ warmen submontanen Lagen unterhalb ca. 900 m zeichnet sich dagegen ein deutlich erhöhtes Risiko für die Fichte ab, die insbesondere von der Buche ersetzt werden dürfte (Abb. 1). Wo schneebedingte Naturgefahren nadelholzreiche Bestockungen verlangen, könnte die Fichte in der kritischen Höhenstufe durch die Weißtanne ersetzt werden.

## Beitrag zur Risikobewertung

Baumartenmodelle und Waldtypenkarten bieten wesentliche Grundlagen für eine Bewertung von Klimarisiken und Anbaueignung. WINALP liefert somit die hochgebirgsspezifischen Komponenten für die Beratungsinstrumente der Bayerischen Forstverwaltung, die im Rahmen des Projektes „Bäume für die Zukunft“ (Klimaprogramm 2020) erarbeitet werden.

### Literaturhinweise:

Gemeinsames Literaturverzeichnis der fünf WINALP-Beiträge auf S.16

Prof. Dr. J. Ewald lehrt Botanik und Vegetationskunde an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) und ist Lead-Partner im Projekt WINALP. Dr. C. Kölling leitet die Abt. Boden und Klima der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Dipl.-Biol. K. H. Mellert betreut an der HSWT im Rahmen von WINALP die Teilprojekte Biomassennutzung und Habitatmodellierung.



Jörg Ewald  
joerg.ewald@hswt.de

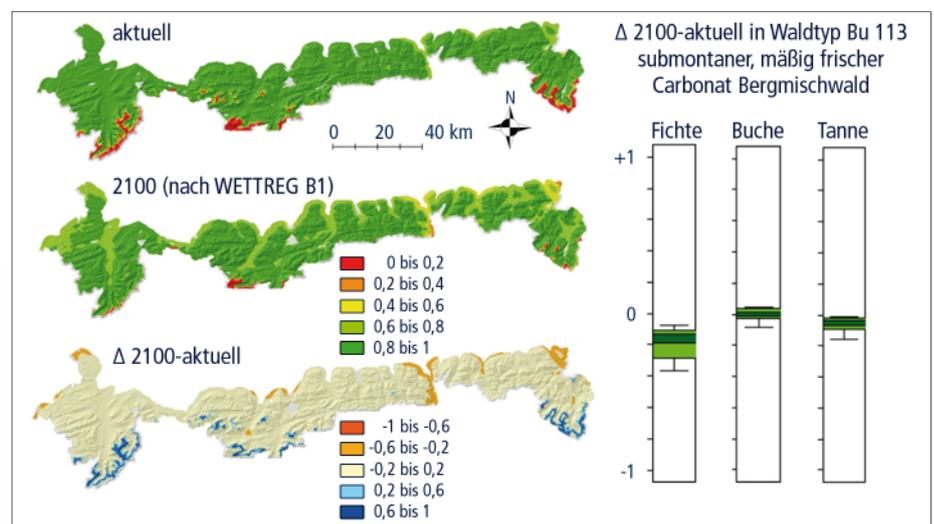


Abb. 1: Modellerte Habitateignung der Fichte in den Bayerischen Alpen heute (oben) und unter B1-Szenario im Jahr 2100 (Mitte); unten: Differenz der beiden Karten (erwarteter Änderungstrend); rechts: Boxplot des Änderungstrends im Waldtyp Bu 113