



Scopus Indexed Journal

Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz – *Forest Ecology, Landscape Research and Nature Conservation*

www.afsv.de/index.php/waldoekologie-landschaftsforschung-und-naturschutz


Wälder der Alpenen Biogeographischen Region – aus der Naturwaldreservatsforschung abgeleitete Erkenntnisse für ein staatenübergreifendes Natura 2000-Management

Forests of the Alpine Biogeographic Region – insights from forest reserve research applicable to the cross-border management of Natura 2000 sites

Helge Walentowski & Alois Simon

Abstract

We conducted an analysis of 45 relèves in the two forest nature reserves in the Bavarian Northern Limestone Alps designated for long-term research. The Totengraben reserve is located in the Fauna-Flora-Habitat (FFH)-area of the Mangfall Mts., and the Wettersteinwald reserve in the FFH-area of the Wetterstein Mts. The aim of the study was to develop a management-focused, cross-border forest typology grounded in geobotany, conservation, and site-specific ecological principles. We made use of the recently implemented Bavarian Forest Reserve Research programme to survey six permanent 314 m² circular vegetation plots within the core areas of the reserves. The newly collected data were combined with existing data.

The two reserves include the following forest types: upper montane, closed mixed coniferous forest; lowermost semi-closed subalpine spruce forest; and uppermost semi-open subalpine Swiss stone pine forest. The forests near the alpine timberline have been heavily disturbed by centuries of cattle grazing, allowing a massive expansion of secondary rhododendron-mountain pine shrubs. Our findings make possible the conceptualization of a distinction between areas dedicated to conservation and management in the surrounding FFH areas. The mixed coniferous and the subalpine coniferous forest types on sites with higher soil water storage capacity show lower ecological sensitivities for wood biomass utilization. Outside of the reserves, a sustainable forest management plan allowing for multiple forest functions is feasible, provided that some small stands of these types remain unused and may serve as crucial refugia and habitat stepping stones to harbour core populations of relict species. Mixed coniferous and subalpine coniferous forests on shallow, well-drained calcareous sites, in contrast, show

high ecological sensitivities for wood biomass utilization and require an especially careful minimum intervention or even a non-intervention management. The geographical information system WINALP can be used to elucidate type-related priorities.

Keywords: permanent plots, reference data, high-elevation forests, phytodiversity, close-to-natural forests, sustainable mountain forestry

Zusammenfassung

Wir führten eine Auswertung von 45 Vegetationsaufnahmen aus den beiden im Alpenraum gelegenen Schwerpunktreservaten „Totengraben“ (im FFH-Gebiet „Mangfallgebirge“) und „Wettersteinwald“ (im FFH-Gebiet „Wettersteingebirge“) durch. Ziel der Auswertung war eine operationale, staatenübergreifende Waldtypisierung auf pflanzensoziologischer, naturschutzfachlicher und standortsökologischer Basis. Auf Grundlage des bayerischen Naturwaldreservatsforschungskonzeptes wurden in repräsentativen Kernflächen beider Reservate je 6 Vegetationsaufnahmen neu erhoben und zusammen mit bereits vorliegenden Daten verarbeitet.

Die beiden Schwerpunktreservate repräsentieren ein Spektrum aus hochmontanen Bergmischwäldern, tiefsubalpinen Fichtenwäldern und hochsubalpinem Zirbenwald. Die Naturnähe ist v. a. nahe der alpinen Waldgrenze durch almwirtschaftliche Nutzung (Schwendung, Beweidung) reduziert und führte zur Ausbreitung von sekundären Alpenrosen-Latschengebüschen. Die Befunde ermöglichen Ableitungen für ein differenziertes Nutzungs- und Schutzkonzept außerhalb der Reservate, besonders für die umgebenden FFH-Gebiete. Die Bergmischwald- und Fichtenwald-Typen frischerer Standorte zeigen nach ihrem Standortpotenzial eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Biomassennutzung. Außerhalb der Reservate ist für diese Typen eine multifunktionale nachhaltige Waldbewirtschaftung möglich, sofern einige

kleinere Bestände mit sensiblen Reliktartern-Vorkommen als Refugien, Trittsteinbiotope und Spenderflächen ungenutzt bleiben. Die gegenüber Biomassenutzung sehr empfindlichen Karbonat-Bergmischwälder flachgründiger, mäßig trockener Standorte und die hochsubalpinen Zirbenwälder, bedürfen eines besonders schonenden „*minimum intervention*“ bis hin zu einem „*non-intervention management*“. Typenbezogene Handlungsprioritäten können mittels des geographischen Informationssystems WINALP in die Gesamtfläche ihrer Vorkommen gebracht werden.

Schlüsselwörter: Dauerbeobachtungsflächen, Referenzdaten, Hochlagen-Wälder, Phytodiversität, naturnahe Wälder, nachhaltige Bergwaldbewirtschaftung

1 Einleitung

Das Natura 2000-Seminar zur Alpenen Biogeographischen Region vom 25. – 26. November 2013 in Graz zeigte die Notwendigkeit von länderübergreifenden Auswertungen und Anstrengungen für die Erhaltung der spezifischen Biodiversität und Schutzfunktionen der Wälder dieses in vielerlei Hinsicht äußerst bemerkenswerten Landschaftsraumes. Naturwaldreservatsforschung, Natura 2000-Leitbilder und eine naturschonende, ökologisch nachhaltige Waldnutzung sind in der Bergstufe der Alpen besonders eng miteinander verknüpft. Denn es haben sich hier auch in den Wirtschaftswäldern alte Wälder mit hochgebirgsangepassten Baumartenherkünften, mit hohen Totholz- und Biotopbaumanteilen und besonderer Struktur und Dynamik erhalten. Umgekehrt sind Teile von Naturwaldreservaten weiterhin Kulturlandschaftseinflüssen aus almwirtschaftlichen Nutzungsrechten ausgesetzt.

Arten, die aufgrund ihrer komplexen Lebensweise oder ihrer besonderen, habitatstrukturspezifischen Lebensraumsprüche außerhalb der Alpen bereits verschwunden sind, haben hier letzte Refugien. Das Gleiche gilt für disjunkt verbreitete boreo-alpine Arten, die mit den Eiszeiten eingewandert sind und jetzt in Hochlagen des Alpenraumes einzelne Verbreitungssinseln besitzen. Nach den Nachweisen der xylobionten Käfer *Cryptolestes* (syn. *Laemophloeus*) *abietis* und *Bius thoracicus* durch ALBRECHT et al. (1988) im „Wettersteinwald“ gelangen BUSSLER & KANOLD bei der Erfassung 2014 weitere Neufunde. Aus dem Wettersteingebiet sind jetzt acht boreomontane oder boreo-alpine Urwaldreliktarten aus dieser Artengruppe bekannt. Für *Ernobius explanatus*, *Cryptolestes abietis* und *Phryganophilus ruficollis* ist das „Wettersteingebirge“ der zurzeit einzig bekannte Fundort in Deutschland. Zudem gelang ein Fund der an Bergahorn lebenden, alpsch-euxinisch-kaukasisch verbreiteten phytophagen Käferart *Deporaus seminiger*. Die für das Hochgebirge besonders prägenden Waldtypen und Waldentwicklungsphasen an Grenzstandorten, v. a. lichte Wälder mit freistehenden „Dürrlingen“ und Wälder mit sehr alten Bäumen, sind aber nicht nur für die Erhaltung einer hervorstechenden Biodiversität von besonderer Bedeutung, sondern auch bezüglich ihres Stoffhaushaltes. Die kohlenstoffhaltigen Böden der Hochgebirgswälder in den Kalkalpen haben eine herausragende Speicher-Funktion (BOCHTER et al. 1981, CHRISTOPHEL et al. 2013). Die Idee einer differenzierten Landnutzung unter Einbeziehung von Bereichen mit „*non-intervention management*“ und „*minimum intervention management*“ in Natura 2000-Gebieten hat aus all diesen Gründen für die Alpine Biogeografische Region einen besonderen Stellenwert und ist differenziert und wissenschaftsbasiert zu diskutieren. Mit

dem Waldinformationssystem Nordalpen (WINALP) steht für die bayerischen (REGER & EWALD 2011) wie für die tiroler (SIMON & WALLNER 2011) Randalpen eine flächendeckende Planungsgrundlage zur Verfügung, konzeptionelle Überlegungen in die Fläche zu bringen. Alpine Landschaftsräume mit ihren Hochgebirgswäldern, spezifischen Charakteristika und darauf zugeschnittenen standortkundlichen Verfahren und Informationssystemen waren auch bereits Gegenstand von Jahrestagungen der Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standorts- und Vegetationskunde (AFSV; siehe die unter <http://www.afsv.de/index.php/afsv-tagungen> online verfügbaren Infomaterialien und Exkursionsführer zu Werdenfels 2001 und Vinschgau 2011).

Unter diesen Vorzeichen entstand die Idee einer staatenübergreifenden Auswertung typischer Hochgebirgs-Waldlebensraumtypen. In einem ersten Schritt werden hier zunächst für den bayerischen Alpenraum die beiden Schwerpunktreservate „Totengraben“ (im FFH-Gebiet 8336-371 „Mangfallgebirge“) und „Wettersteinwald“ (im FFH-Gebiet 8532-371 „Wettersteingebirge“) vorgestellt. In weitere Auswertungen sollen dann die österreichischen Naturwaldreservate „Bärental“ und „Weites Tal“ in Tirol einbezogen werden. Folgende Forschungsfragen werden untersucht:

- Aus welchen Artengruppen setzen sich die Artenspektren von 9410 und 9420 zusammen und was sind die wichtigsten Standortfaktoren (*driver*) für ihr Vorkommen?
- Standörtliche Besonderheiten und Funktionen (*structure and functions*; z. B. Schutzwald, Kohlenstoffspeicher)
- Welche Habitatstrukturen sind von besonderer Bedeutung (z. B. als Schlüsselstrukturen für das Vorkommen von „Urwald-Reliktartern“ der xylobionten Käferfauna)?
- Wie ist die Habitatkontinuität/die Verjüngung der Haupt- und Nebenbaumarten bestmöglich zu gewährleisten?
- Was zeichnet die Arealrandvorkommen von Lärchen-Zirbenwäldern auf Kalk aus (arealgeografische und entwicklungsgeschichtliche Charakteristika/Besonderheiten)?
- Welche Indikatoren deuten auf einen günstigen Erhaltungszustand/Status, welche Indikatoren deuten eher auf einen ungünstigen EZH/Status? (Artenreichtum versus spezifische Arten)

2 Material und Methoden

Übersichtskarten zur Lage der beiden untersuchten Schwerpunktreservate und der umgebenden FFH-Gebiete finden sich im Anhang 1 („Totengraben“) und Anhang 2 („Wettersteinwald“).

2.1 Stichprobenverfahren

Wie in jedem der insgesamt 26 bayerischen Schwerpunktreservate wurden auf der jeweiligen Repräsentationsfläche sechs vegetationskundliche Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet (WALENTOWSKI et al. 2014). Die Lage der Dauerbeobachtungsflächen orientiert sich an sechs

bereits im Vorfeld der Untersuchungen festgelegten, im Gelände markierten und mit GPS eingemessenen Inventurpunkten. Diese systematisch mittels eines Gitternetzrasters über die Repräsentationsfläche verteilten Inventurpunkte stellen die Mittelpunkte von Probekreisen dar, die der Durchführung verschiedener waldökologischer Aufnahmen dienen.

2.2 Pflanzensoziologische Dokumentation

Die jeweils 6 neuen Vegetationsaufnahmen aus den Repräsentationsflächen ergänzen die bereits vorliegenden Aufnahmen („Wettersteinwald“: 27 Aufnahmen von Michiels 1986; „Totengraben“: 6 Aufnahmen von Storch 2002). Die neuen Erhebungen wurden in der Vegetationsperiode 2013 in den hochmontanen, oberen Berglagen auf ca. 1.300 m ü. NN im Reservat „Totengraben“ gegen Mitte Juni, in den tief- bis hochsubalpinen Hochlagen auf 1.450–1.800 m ü. NN im „Wettersteinwald“ gegen Ende Juli durchgeführt. Phänologisch entspricht dies dem Übergang von Frühling zu Sommer (OZENDA 1988). Jeder vermarkte Inventurpunkt stellt den Mittelpunkt einer kreisförmigen pflanzensoziologischen Aufnahme dar. Der Radius des Aufnahmebereiches beträgt 10 Meter, was einer Probeflächengröße von 314 m² entspricht. Die Aufnahmebereichsgröße erfüllt so die Anforderungen an die Minimumfläche für Waldgesellschaften

(DIERSCHKE 1994, FISCHER 2003). Im Aufnahmebereich wurden die folgenden Parameter festgehalten: Name des Naturwaldreservates, Bearbeiter, Datum, Inventurpunkt-Nummer, Rechts-/Hochwert, Höhe ü. NN, Geländeform, Exposition, Neigung, Normalaufnahme/Geophytenaufnahme, Angaben zu Schichtdeckungen.

Alle im Probekreis vorkommenden Arten von Gefäßpflanzen, Moosen und Flechten wurden bestimmt und aufgelistet. Die Mengenschätzung erfolgte gemäß der auf der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) aufbauenden, verfeinerten Schätzskala nach WILMANN (1998). Die Skala wurde gewählt, um eine Vergleichbarkeit der neu gefertigten Aufnahmen mit älteren Naturwaldreservatsaufnahmen zu gewährleisten. Die Deckung ist die nicht-kumulative Horizontalprojektion der oberirdischen Organe auf die Aufnahmebereichsfläche.

Nicht aufgenommen wurden Arten, die auf erkennbaren Sondersubstraten wie Totholz, Stubben und Wurzelanläufen wachsen. Im Zweifel wurden Sondersubstrate auf ihre Bedeckung mit Humus geprüft. Mit mehr als 2 cm Feinhumus bedeckte Sondersubstrate zählten zum Waldboden (vgl. EWALD & FISCHER 1993). Die Erfassung der Vegetation erfolgte nach Vegetationsschichten getrennt (vgl. Tab. 2). Je nach Organisationsform (verholzte/nicht verholzte Gefäßpflanzen, Moose, Flechten), Wuchshöhe und Dominanz im

Tab. 1: Steckbriefe der beiden in 2014 untersuchten Naturwaldreservate (Schwerpunktreservate für Dauerbeobachtung).

Tab. 1: Characteristics of the two strict forest nature reserves (priority reserves for long-term observation) investigated in 2014.

Naturwaldreservat (NWR)	NWR 68 „Totengraben“	NWR 73 „Wettersteinwald“
Jahr der Ausweisung	1978	1978
Aktuelle Fläche (ha)	46,7	42,6
Wuchsgebiet	Bayerische Alpen	Bayerische Alpen
Wuchsbezirk	Mittlere Bayerische Kalkalpen - [B.82.6]	Karwendel und Wettersteinmassiv - [B.82.7]
Naturräumliche Großlandschaft	Nördliche Kalkalpen - [D68]	Nördliche Kalkalpen - [D68]
FFH-Gebiet	DE 8336-371 „Mangfallgebirge“ (14.871 ha)	DE 8532-371 „Wettersteingebirge“ (4.256 ha)
Vorherrschende Vegetation	Karbonat-Bergmischwald	Fichtenwald basenreicher Standorte, Karbonat-Zirbenwald
Höhe von bis (m ü. NN)	970–1390	1390–1850
Höhenstufe	montan bis hochmontan	tief- bis hochsubalpin
Mittlere Jahrestemperatur (°C)	5,2 (4,0–6,3)	2,8 (4,0–1,8)
Mittlere Temperatur in der Vegetationsperiode (°C)	11,5	8,3
Mittlerer Jahresniederschlag (mm)	1866 (1800–2000)	1950 (1850–2100)
Mittlerer Jahresniederschlag in der Vegetationsperiode (mm)	1004	1079
Geologie	Hauptdolomit	Wettersteinkalk
vorherrschender Bodentyp	Rendzina	Rendzina

Kronenraum wurde jede im Probekreis vorkommende Pflanzenart einer oder mehreren Schichten zugeordnet. Für jede „Schichtart“ wurde die Schichtdeckung als nicht-kumulative Horizontalprojektion aller beteiligten Arten in 5 %-Schritten geschätzt.

Tab. 2: Definition der Vegetationsschichten.

Tab. 2: Definitions of vegetation layers (tree, shrub, herb, bryophyte).

B1 (1. Baumschicht)	obere Baumschicht (Gehölze mit mindestens 5 m Wuchshöhe)*
B2 (2. Baumschicht)	untere Baumschicht (Gehölze mit mindestens 5 m Wuchshöhe, die jedoch maximal zwei Drittel der Oberhöhe der B1 erreichen)*
S (Strauchschicht)	Gehölze von 1 bis 5 m Höhe*
K (Krautschicht)	alle am Boden wachsenden Gefäßpflanzen einschließlich Gehölze <1 m
M (Mooschicht)	am Boden wachsende Laubmoose, Lebermoose und Flechten

*Klimm- und Kletterpflanzen wie *Clematis alpina* werden nach denselben Kriterien wie andere Gehölze zugeordnet.

2.3 Nomenklatur

Die Nomenklatur der wissenschaftlichen Pflanzennamen richtet sich nach den Standardlisten von WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998; für Gefäßpflanzen), KOPERSKI et al. (2000; für Moose) und SCHOLZ (2000; für Flechten), die der Pflanzengesellschaften nach WILLNER & GRABHERR (2007). Darüber hinaus werden die FFH-Lebensraumtypen nach bei LFU & LWF (2009) angegebenen Kurznamen und die WINALP-Typen für Bayern nach REGER & EWALD (2011) und für Tirol nach HOTTER et al. (2013) benannt.

2.4 Auswertung des Datensatzes

Die Auswertung des Datensatzes (vorliegende plus neu erhobene Daten) zur Erfassung des räumlichen und zeitlichen Ordnungsgefüges (BRESINKY et al. 2008) erfolgte mittels pflanzensoziologischer Tabellenarbeit nach dem u. a. bei DIERSCHKE (1994) und FISCHER (2003) beschriebenen Verfahren. Die Benennung der Syntaxa (Subassoziationen, Varianten) erfolgte in Anlehnung an die bei WILLNER & GRABHERR (2007) präsentierten Übersichtstabellen. Zusätzlich wurde die Zugehörigkeit wichtiger kennzeichnender Arten zu den ökologischen Artengruppen der Bergwaldstufe (WALENTOWSKI et al. 2013) angegeben (Anhänge 3 und 4). Um funktionell bedeutsame Muster und Beziehungen zu erkennen (BRESINKY et al. 2008), wurden multivariate Auswertungen durchgeführt. Mittels einer DCA wurde zunächst die Gradientenlänge der Datensätze ermittelt. Diese betrug > 3 Standardabweichungen (SD). Für die weiteren Ordinationen wurde ein unimodales Modell zugrunde gelegt. Die Gradienten wurden allein aus der Artenzusammensetzung berechnet, stellen also ein floristisches Gefälle dar. Um Anhaltspunkte zu erhalten, wie dieser Artenwechsel zwischen den Aufnahmen ökologisch interpretiert werden könnte, wurden als passive Größen post hoc die Ordinationsachsen mit den ungewichteten Ellenberg-Zeigerwerten (vgl. DURWEN 1982, 1983; BÖCKER et al. 1983, KOWARIK & SEIDLING 1989)

korreliert. Zusammen mit den Pearson-Korrelationswerten erhält man somit Vorstellungen über die Richtung und die Stärke der Auswirkungen unterschiedlicher Umweltvariablen auf die Artenzusammensetzung der Aufnahmen. Wie von ZELENÝ & SCHAFERS (2012) vorgeschlagen, wurde auf eine Signifikanzprüfung dieser Beziehungen verzichtet, da aus der Artenzusammensetzung abgeleitete Variablen grundsätzlich nicht unabhängig voneinander sind. Sämtliche multivariaten Analyseverfahren wurden mittels der Software PC-ORD (McCUNE & MEFFORD 2011) durchgeführt.

3 Ergebnisse

Um den geplanten staatenübergreifenden Überblick zu erleichtern, wird in der Ergebnispräsentation das österreichische Klassifikationssystem (GRABHERR & WILLNER 2007) zugrunde gelegt (Abb. 1, sowie Anhänge 3 und 4). Wie in Tabelle 3 dargestellt, ist das österreichische mit dem süddeutschen Klassifikationssystem (FISCHER 2003, WALENTOWSKI et al. 2013) problemlos in Bezug zu setzen.

Tab. 3: Analoge Syntaxa im österreichischen und im süddeutschen Klassifikationssystem in alphabetischer Reihenfolge.

Tab. 3: Terminology crosswalk of the geobotanical forest classification systems in Austria and southern Germany.

österreichisch	süddeutsch
<i>Abieti-Piceion</i>	<i>Piceion abietis</i> (UV <i>Vaccinio-Piceenion</i> und UV <i>Vaccinio-Abietenion</i>)
<i>Adenostylo glabrae-Fagetum seslerietosum</i>	<i>Seslerio-Fagetum</i>
<i>Adenostylo glabrae-Fagetum typicum</i>	<i>Aposerido-Fagetum</i>
<i>Adenostylo alliariae-Piceetum</i>	<i>Homogyno-Piceetum adenostyletosum alliariae</i>
<i>Equiseto-Abietetum</i>	<i>Pyrolo-Abietetum equisetetosum sylvatici</i>
<i>Fagion sylvaticae</i>	<i>Fagion sylvaticae</i>
<i>Pinion mugo</i>	<i>Rhododendro-Vaccinienion</i>
<i>Rhododendro hirsuti-Pinetum cembrae</i>	<i>Vaccinio-Pinetum cembrae rhododendretosum hirsuti</i>
<i>Rhododendro hirsuti-Pinetum prostratae</i>	<i>Rhododendro hirsuti-Pinetum mughii</i>

Die beiden bayerischen Schwerpunktreservate „Wettersteinwald“ und „Totengraben“ zeigen ein typisches Spektrum an Bergwaldtypen der Nördlichen Kalkalpen (Abb. 1).

3.1 Wälder der montanen Höhenstufe

Die im NWR „Totengraben“ zwischen 1.200–1.400 m Meereshöhe auf Hauptdolomit stockenden randalpinen, hochmontanen Bergmischwälder (SCHNELL 2004, ZANKER 1996) spannen einen Gradienten auf über

a) *Adenostylo glabrae-Fagetum seslerietosum* (= *Seslerio-Fagetum* sensu Ewald 1997;

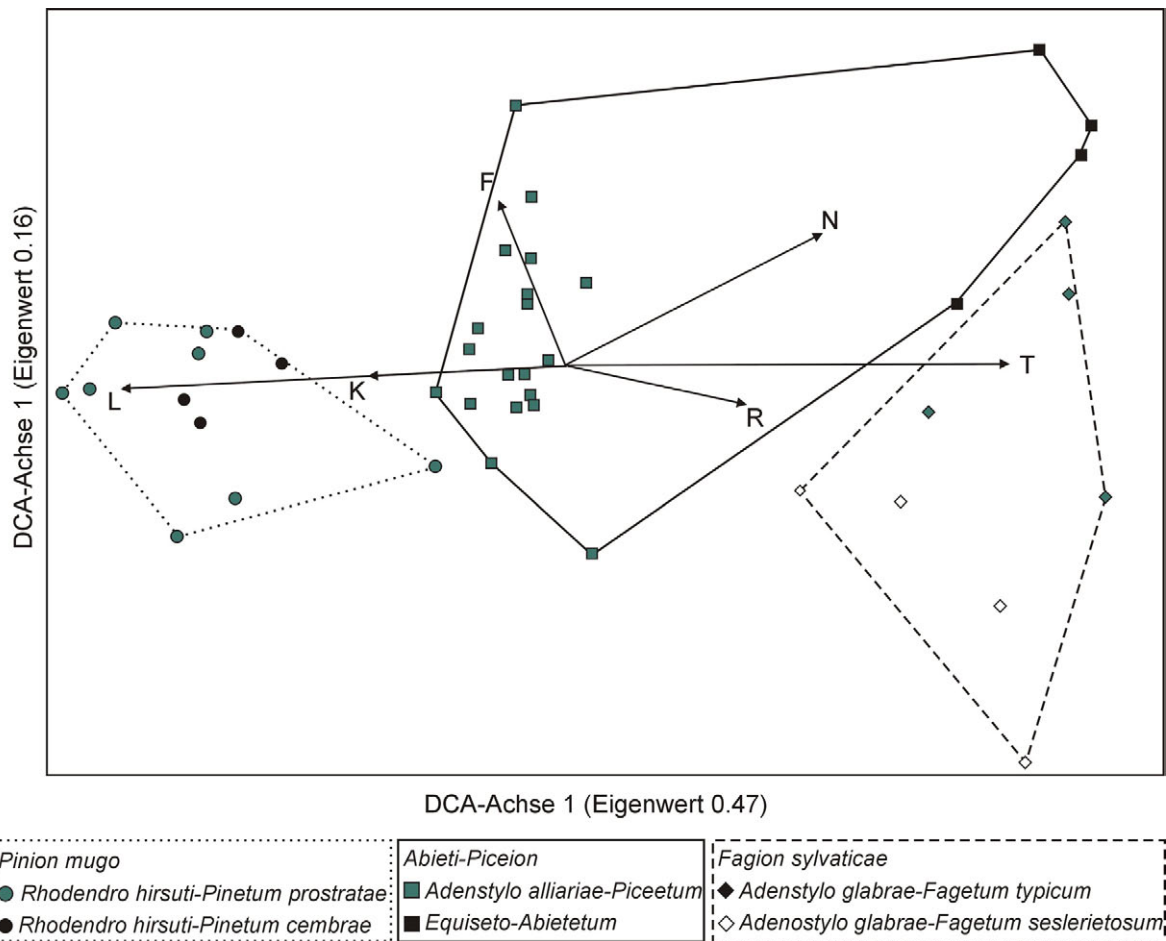


Abb. 1: DCA Diagramm aus 43 Vegetationsaufnahmen aus den Naturwaldreservaten „Wettersteinwald“ und „Totengraben“. Die Anordnung der Plots basiert auf wurzeltransformierten Deckungswerten von insgesamt 301 Arten, dargestellt als *joint plot* mit Umweltvariablen (cutoff r^2 value: 0.30). Die ungewichteten Ellenberg-Zeigerwerte für Licht (L), Temperatur (T), Kontinentalität (K), Feuchte (F), Reaktion (R) und Stickstoff (N) wurden als passive Größen ohne Einfluss auf die Berechnung verwendet; Gradientenlängen Achse 1: 3.194 SD, Achse 2: 2.190 SD (Standardabweichungs-Einheiten).

Fig. 1: DCA diagram of 43 relevés in the Wettersteinwald and Totengraben forest reserves. Ordination of the plots is based on transformed cover values of 301 species and is presented as a *joint plot* with environmental variables (cutoff r^2 value: 0.30). The unweighted mean Ellenberg's indicator values for light availability (L), temperature (T), continentality (K), soil moisture (F), soil reactivity (R), and nutrients (N) as well as species numbers were used as passive variables and therefore did not affect the DCA axis. Length of gradients: DCA axis 1 = 3.194 SD, DCA axis 2 = 2.190 SD (SD = standard deviation).

FFH-LRT: 9150 Orchideen-Buchenwald; WINALP-Typ: FTB 312 – hochmontaner, mäßig trockener Karbonat-Bergmischwald [Bayern], Fkb1 – mäßig trockener Karbonat-Kiefern-Fichten-Buchenwald [Tirol]) auf flachgründigen Humus-Karbonatböden erosionsanfälliger, steiler Hanglagen, namentlich Moderrendzinen mit geringem Nährstoffangebot, und einem Differentialartenblock aus Karbonatzeigern der Blaugras- (I.4-5) und Buntreitgras-Gruppe (II.5) mit Säurezeigern der Beerstrauch- (II.1) und Waldhainsimsen-Gruppe (III.2)

b) *Adenostylo glabrae-Fagetum typicum* (= *Aposerido-Fagetum caricetosum albae* und *typicum* sensu Ewald 1997; FFH-LRT: 9130 Waldmeister-Buchenwald; WINALP-Typ: FTB 313 – hochmontaner, mäßig trockener Bergmischwald [Bayern], Ftb7 – mäßig frischer Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald [Tirol]) in mäßig trockener bis mäßig frischer mittlerer Hanglage

c) *Equiseto-Abietetum* (FFH-LRT [Bayern]: 9130 Waldmeister-Buchenwald; 9410 [Österreich]: bodensaurer Fichtenwald der Bergregion; WINALP-Typ: Ta 228 – feuchter, basenreicher Tannen-Fichtenwald [Bayern], FT7 – feuchter basischer (Grauerlen-)Fichten-Tannenwald [Tirol]) auf wasserzügigen und nährstoffreichen Standorten flach geneigter Unterhang- bis Muldenlagenlage mit Nassgallen, indiziert durch Arten der Kälberkropf-Gruppe (IV.3-4). Die Nährstoffzufuhr erfolgt aus der Schneeschmelze und durch Wasserzug in Mulden. Fichte und Tanne erreichen hier ihr Wuchsoptimum. In den Bayerischen Randalpen mit höheren Laubbaumanteilen (deshalb FFH-LRT 9130), in Österreich v.a. in hochmontanen Lagen und kontinentaler getönten Zwischenalpen höhere Nadelbaumkomponente, deshalb dort FFH-LRT 9410.

3.2 Wälder der subalpinen Höhenstufe

Das erstens höher (zwischen 1.400–1.850 m ü. NN) und zweitens weiter alpeneinwärts im Wuchsbezirk „Wettersteinwald und Karwendel“ gelegene Reservat „Wettersteinwald“ wird geprägt durch hochstaudenreiche Hochlagen-Fichtenwälder (*Adenostylo alliariae-Piceetum* [= Homogynopiceetum *adenostyletosum alliariae* sensu Ewald 1998]; FFH-LRT 9410) der tiefsubalpinen Stufe und durch zwergstrauchreiche Zirbenwälder der hochsubalpinen Höhenstufe (*Rhododendro hirsuti-Pinetum cembrae*; LRT 9420) mit Übergängen zum Alpenrosen-Latschengebüsch (*Rhododendro hirsuti-Pinetum prostratae*; Primärvorkommen zum FFH-LRT *4070; Sekundärvorkommen kein FFH-LRT).

Die vergleichsweise lichten und kalten Hochlagenwälder der subalpinen Höhenstufe werden im Folgenden genauer analysiert, da in ihnen die arealgeografischen Besonderheiten (Inselvorkommen spätglazialer und frühpostglazialer Reliktarten), aber auch funktionalen Sensibilitäten von Waldgrenzlagen besonders sichtbar werden.

Das 45 ha große Naturwaldreservat „Wettersteinwald“ umschließt die Steilstufe des Kämikopfes (Abb. 2) und



Abb. 2: Die nördlich abfallende Steilstufe des Kämikopfes besteht aus Wettersteinkalk. Der Höhenunterschied beträgt 450 m (von 1.390 bis 1850 m ü. NN). Am Hangfuß befinden sich tiefsubalpine Fichtenwälder, auf der Hangkuppe hochsubalpine Zirbenwälder, am Steilabfall offene Felspartien und Latschengebüsche. Beweidungseinflüsse von oben (Hochplateau der Kämiälm), als auch von unten (Weiderasen im Bildvordergrund). Foto: H. Walentowski, 24.07.2014.

Fig. 2: The north-facing escarpment of Kämikopf is composed of Wetterstein limestone. The elevation change is about 450 m (1,390 to 1,850 m a.s.l.). On the footslope is a lower subalpine spruce (*Picea abies*) forest, the hill top is crowned by an upper subalpine Swiss pine (*Pinus cembra*) forest and between is sparsely vegetated subalpine shrubland of mountain pine (*Pinus mugo*). There are agricultural impacts both at higher (alpine pasturing at the high plateau of the Kämiälm), and lower elevations (grazing meadow in the foreground). Photographed by H. Walentowski, 2014-07-24.

beinhaltet eine tiefsubalpine Fichtenwald- (zwischen 1.400 und 1.600 m ü. NN; Temperaturjahresmittel 3–4°C) und eine hochsubalpine Zirbenwald-Stufe (1600–1850 m ü. NN; 2–3°C; ALBRECHT et al. 1988).

Die DCA dieser Hochlagenwälder aus 31 Aufnahmen mit 262 Arten ergibt Eigenwerte von 0.36 für die erste und 0.15 für die zweite Achse (Abb. 2). Die Gruppe der tiefsubalpinen Fichtenwälder (*Abieti-Piceion* [Br.-Bl. 1939] Soó 1963 bzw. FFH-LRT 9410) hebt sich von jener der hochsubalpinen Zirbenwälder und Latschengebüsche (*Pinion mugo* Pawł 1928) durch einen scharfen Übergang (*ecocline*) voneinander ab (Abb. 3).

Die Gradientenlänge von 2.2 Standardabweichungseinheiten (SD für *standard deviation*) und dem damit verbundenen Artenwechsel der ersten Achse, der 68 % der Variation im Ordinationsraum erklärt (Tab. 4), ergibt sich dem Anschein nach vorrangig durch abnehmende Temperatur (EIV-mT: $r = -0.71$), abnehmenden Nährstoffreichtum (EIV-mN: $r = -0.92$), und zunehmenden Lichtgenuss (EIV-mL: $r = 0.87$) (Tab. 5).

Tab. 4: Bestimmtheitsmaß (r^2) der Regression zwischen relativer euklidischer Distanz im Ordinationsraum und Sørensen-Distanz im ursprünglichen floristischen Datensatz (McCUNE & GRACE 2002).

Tab. 4: Coefficient of determination (r^2) of the regression between relative Euclidean distance in ordination space and Sørensen distance in original floristic space (McCUNE & GRACE 2002).

Achse	r^2	kumulatives r^2
1	0.679	0.679
2	0.075	0.753
3	-0.031	0.723

Diese ökologischen Primärfaktoren sind zurückzuführen auf Abnahme der Lufttemperaturen von 0.54 K je 100 Meter Meereshöhe in den Randalpen, auf mit verkürzter Vegetationszeit zunehmende Tangelhumus-Akkumulation und lichte Bedingungen durch almwirtschaftliche Schwendungsmaßnahmen nahe der klimatischen Waldgrenze. Entlang der zweiten Achse (Gradientenlänge 1.8 SD), die zusätzlich 8 % der Variation im Ordinationsraum erklärt (kumulativ mit Achse 1 = 75 %; Tab. 4), nimmt v. a. die zunehmende Basenversorgung (EIV-mR: $r = 0.69$) zu (Tab. 5).

Tab. 5: Pearson-Korrelation (r) der mittleren Ellenberg-Zeigerwerte der Aufnahmen mit der ersten und zweiten Achse der DCA.

Tab. 5: Pearson correlation (r) of unweighted mean Ellenberg indicator values and species numbers with DCA axis 1 and 2.

	DCA-Achse 1	DCA-Achse 2
Artenzahl	-0.130	-0.260
ELLENBERG-Lichtzahl	0.867	-0.008
ELLENBERG-Temperaturzahl	-0.711	0.192
ELLENBERG-Feuchtezahl	-0.685	0.155
ELLENBERG-Reaktionszahl	-0.290	0.692
ELLENBERG-Stickstoffzahl	-0.918	0.150

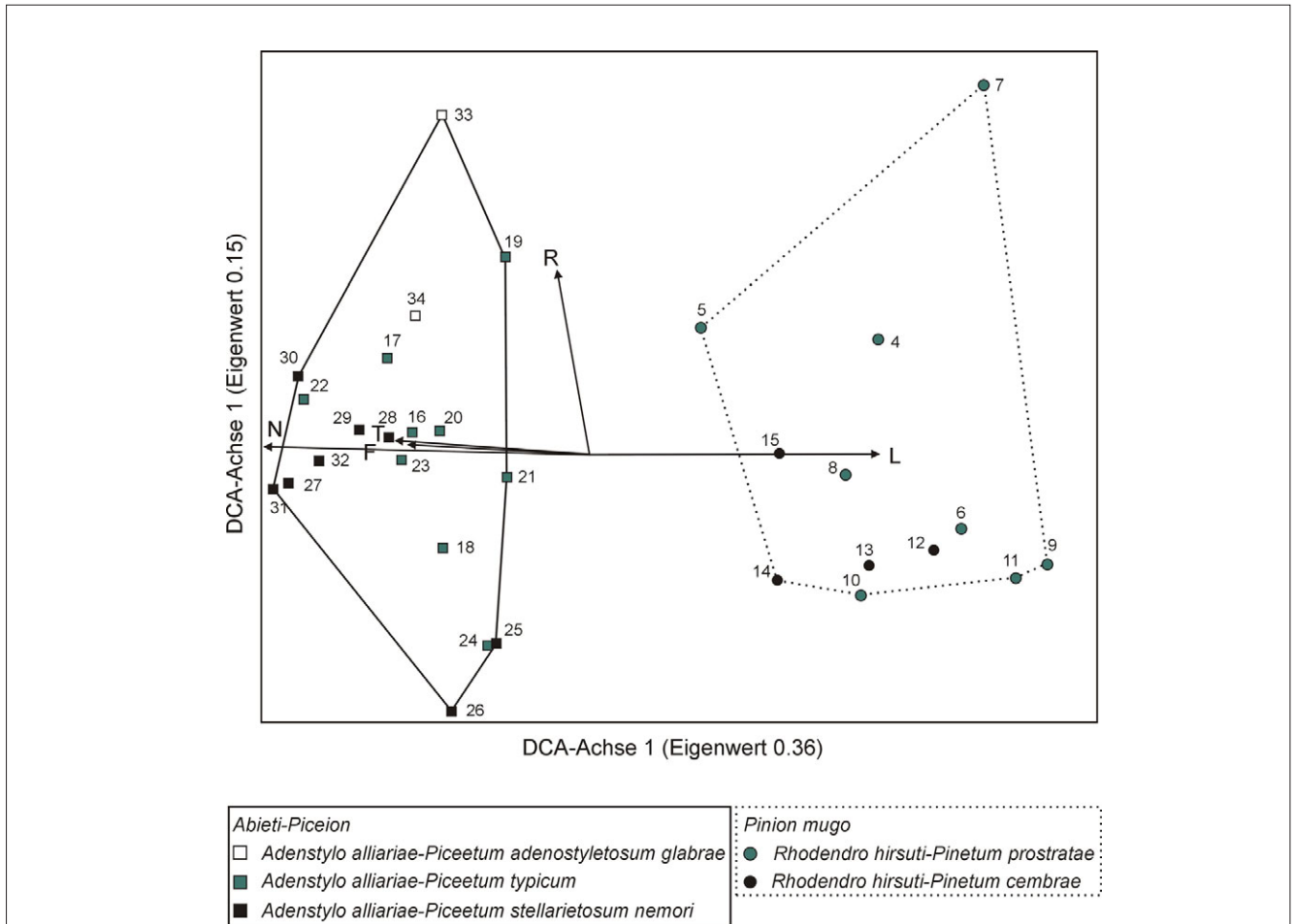


Abb. 3: DCA Diagram aus 31 Vegetationsaufnahmen aus dem Naturwaldreservat „Wettersteinwald“. Die Anordnung der Plots basiert auf wurzeltransformierten Deckungswerten von insgesamt 262 Arten, dargestellt als *joint plot* mit Umweltvariablen (cutoff r^2 value: 0.40). Die ungewichteten Ellenberg-Zeigerwerte für Licht (L), Temperatur (T), Feuchte (F), Reaktion (R) und Stickstoff (N) wurden als passive Größen ohne Einfluss auf die Berechnung verwendet; Gradientenlängen Achse 1: 2.204 SD, Achse 2: 1.785 SD (Standardabweichungs-Einheiten).

Fig. 3: DCA diagram of 31 relevés in the Wettersteinwald forest reserve. Ordination of the plots is based on transformed cover values for 262 species and is presented as a joint plot with environmental variables (cutoff r^2 value: 0.40). The unweighted mean Ellenberg's indicator values for light availability (L), temperature (T), soil moisture (F), soil reactivity (R) and nutrients (N) as well as species numbers were used as passive variables and therefore did not affect the DCA axis. Length of gradients: DCA axis 1 = 2.204 SD, DCA axis 2 = 1.785 SD (SD = standard deviation).

3.2.1 Abieti-Piceion [Br.-Bl. 1939] Soó 1963 – Basenreiche Fichten- und Fichten-Tannenwälder

Die untere subalpine Höhenstufe des Naturwaldreservates „Wettersteinwald“ wird durch Fichtenwälder basen- und nährstoffreicher Standorte von hohem Artenreichtum und starker räumlicher Differenzierung auf kleiner Fläche geprägt (Abb. 4).

In der zwischen 30 und 60 % deckenden Baumschicht herrscht die Fichte zahlenmäßig weit vor. Sie bildet bis zu 32 m hohe, gerade Schäfte mit schlanken Kronenformen. Die Weißtanne ist in kleinen Gruppen nur gelegentlich beigemischt. Demgegenüber tritt der Bergahorn einzeln, jedoch in regelmäßiger Verteilung auf. Er erreicht Wuchshöhen von etwa 20 m (Abb. 5). Die drei Haupt-, Neben- und Begleitbaumarten haben im Hauptbestand folgende Anteile an der Stammzahl und Grundfläche: 90 % Fichte, 5 % Tanne, 5 % Bergahorn (ALBRECHT et al. 1988).

Adenostylo alliariae-Piceetum Zukrigl 1973 (Syn. Homogyno alpinae-Piceetum adenostyletosum alliariae bei Ewald 1998) – Reicher Hochstauden-Fichten-(Tannen-)wald. FFH-LRT: 9410 bodensaurer Fichtenwald der Bergregion. WINALP-Typ: Fi 424 – frischer, subalpiner basenreicher Silikat-Fichtenwald (Bayern). Fs9 – subalpiner feuchter basischer Lärchen-Fichtenwald (Tirol).

Das *Adenostylo alliariae-Piceetum* ist im „Wettersteinwald“ in Höhenlagen von 1.400 bis 1.600 m verbreitet und nimmt eine Fläche von 19 ha ein (ALBRECHT et al. 1988). Die kennzeichnenden Arten aus der Pestwurz- (III.4) und Kälberkropf-Gruppe (IV 3-4) deuten auf frische bis hangfeuchte, nährstoffreiche Standorte mit Hangwasserzug in schneereicher Lage.

Die „reine Ausbildung“ (*Adenostylo alliariae-Piceetum typicum*) stockt auf sehr frischen, rücksandsreich verwitternden Kalken bis Mergeln sowie Lockersedimenten aus diesen Karbonatgesteinen.



Abb. 4: Die große kleinstandörtliche Variabilität in den subalpinen Nadelwäldern führt zu hohen Artenzahlen, fördert das Auftreten unterschiedlicher pflanzlicher funktionaler Gruppen (z.B. Flechten, Moose, Farne, Krautige, Grasartige, Zwergsträucher) und bewirkt das Vorkommen von Indikatoren aus sehr unterschiedlich eingemischten ökologischen Zeigerartengruppen. Foto: H. Walentowski, 24.07.2014.

Fig. 4: *Micro-scale heterogeneity in subalpine coniferous forests facilitates species richness, co-existence of different functional groups (e.g. lichens, bryophytes, pteridophytes, forbs, graminoids, dwarf shrubs) and co-occurrences of contrasting ecological indicator plant groupings. Photographed by H. Walentowski, 2014-07-24.*

Die „*Stellaria nemorum*-Ausbildung“ (*Adenostylo alliariae-Piceetum stellarietosum nemori*) stockt auf sehr frischen bis sickerfeuchten, tonreich verwitternden Kalkmergeln bis Mergeln. Zu den Arten der Pestwurz- (III.4) und Kälberkropf-Gruppe (IV.3-4) treten Arten der Sumpfdotterblumen-Gruppe (IV.4-5) hinzu. Sie steht im Allgemeinen etwas bodenfeuchter und somit nährstoffreicher als die „reine Ausbildung“.

Die „*Carex alba*-Ausbildung“ (*Adenostylo alliariae-Piceetum adenostyletosum glabrae*) stockt auf Humus-Karbonatböden. Mit Arten der Buntreitgras-Gruppe (II.5) leitet sie floristisch und standörtlich zum nordalpinen Karbonat-Fichtenwald (*Adenostylo glabrae-Piceetum* Zukrigl 1973; WINALP-Typ: Fi 413 mäßig frischer subalpiner Karbonat-Fichtenwald [Bayern], Fs6 subalpiner frischer Karbonat-Fichtenwald [Tirol]) über, steht jedoch frischer und nährstoffreicher als dieser.

3.2.2 Pinion mugo Pawł 1928 – Hochsubalpine Zirbenwälder und Latschengebüsche

Hochsubalpine Karbonat-Zirbenwälder und Latschengebüsche (*Pinion mugo* Pawł 1928) sind im Naturwaldreservat zwischen 1.600 bis 1.800 m verbreitet und nehmen hier eine Fläche von 8 ha ein (ALBRECHT et al. 1988).

Die Bestände stocken über Karbonat-Untergrund (Wettersteinkalk) und enthalten kennzeichnende Begleitarten aus Fichtenwäldern, Zwergstrauchheiden, alpinen Rasen, Schuttfuren und Hochstaudenfuren. Bezeichnend sind lichtbedürftige Sträucher (*Pinus mugo*, *Sorbus chamaemespilus*)



Abb. 5: Kreismittelpunkt der Vegetationsaufnahmefläche WS 177 im tiefsubalpinen Fichtenwald. Der vereinzelt beigemischte Bergahorn ist ein fester Bestandteil der Waldgesellschaft. Hier gelang H. BUSSLER 2014 ein Wiederfund der an Bergahorn lebenden, alpinisch-euxinisch-kaukasisch verbreiteten phytophagen Käferart *Deporaus seminiger* Reitter 1880 (RLBY 0; einziger und letzter Nachweis aus dem Jahr 1888). Foto: H. Walentowski, 24.07.2014.

Fig. 5: *Center of the circular sample plot no. WS 177 within the lower subalpine spruce forest. The sporadic occurrence of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) is a regular feature of the forest community as indicated by the abundance of the phytophagous beetle species *Deporaus seminiger* Reitter 1880 (for the first time since 1888, this Alpine-Euxinic-Carpathian species was rediscovered in Bavaria, on the depicted sycamore tree in 2014 by H. BUSSLER). Photographed by H. Walentowski, 2014-07-24.*

und Zwergsträucher (z.B. *Rhododendron*, *Erica*, *Vaccinium*, *Salix retusa*). Das kleinräumige Standortmosaik führt zu einer Mischung von kalkliebenden Schutt- und Felsbesiedlern (z.B. *Valeriana montana*, *V. saxatilis*), Hochstauden und Hochgräsern der Pestwurz-Gruppe (III.4) in feuchten Spalten (*Peucedanum ostruthium*, *Gentiana pannonica*, *Geranium sylvaticum*, *Cirsium spinosissimum*, *Poa hybrida*) und Säurezeigern der Beerstrauch- (II.1) und Rippenfarn-Gruppe (III.1) auf Humusaufgaben (z.B. *Blechnum spicant*, *Calamagrostis villosa*, *Lycopodium annotinum*). Besiedelt werden sowohl Plateaustandorte als auch Steilwände. Über festem Wettersteinkalk bilden sich Moder- oder Tangelrendzina.

Das Karbonat-Alpenrosen-Latschengebüsch (*Rhododendro hirsuti-Pinetum prostratae* Zöttl 1951) und die Zirbenwälder (*Rhododendro hirsuti-Pinetum cembrae*, FFH-LRT 9420) sind durch fließende sukzessionale Übergänge miteinander verbunden. Die Grenze zwischen den beiden Einheiten wurde dort gezogen, wo die Deckung der Baumschicht aus *Pinus cembra* > 25 % (mindestens Deckungsgrad 3 nach Br.-Bl.) und die Deckung der Latsche in der Strauchschicht < 50 % (höchstens Deckungsgrad 3 nach Br.-Bl.) beträgt.

Rhododendro hirsuti-Pinetum prostratae Zöttl 1951

Karbonat-Alpenrosen-Latschengebüsch, FFH-Typ/WINALP-Typ siehe nachfolgenden Text.

Es lassen sich zwei standörtliche Ausbildungen unterscheiden:

1. Die „*Erica herbacea*-Ausbildung“ (*Rhododendro hirsuti*-Pinetum prostratae ericetosum herbaceae; WINALP-Typ: Lat 512s – sonnseitiges Karbonat-Latschengebüsch [Bayern], Lat2 – trockenes Karbonat-Latschen-(Spirken-)Gebüsch [Tirol]), leitet floristisch und standörtlich über zum wärmeliebenden Schneeheide-Latschengebüsch (*Erico*-Pinetum prostratae Zöttl 1951) trockener Standorte. Arten der Schneeheide- (I.3) und Blaugras-Gruppe (I.4-5) sind angereichert.
2. Die „*Rhododendron ferrugineum*-Ausbildung“ (*Rhododendro hirsuti*-Pinetum prostratae rhododendretosum ferruginei; WINALP-Typ: Lat 513s – schattseitiges Karbonat-Latschengebüsch [Bayern], Lat1 – kühles Karbonat-Steilhang-Latschen-(Spirken-)Gebüsch [Tirol]) mit stärkerer Bodenversauerung durch Ansammlung von Tangelhumus, besonders im Inneren größerer Latschenfelder, leitet zum Silikat-Rostalpenrosen-Latschengebüsch (*Rhododendro ferruginei*-Pinetum prostratae Zöttl 1951) über. Säuerzeiger der Beerstrauch- (II.1) und Rippenfarn-Gruppe (III.1) sind stark vertreten.

Primärvorkommen dieser standörtlichen Ausbildungen gehören zum FFH-LRT 4070* Latschengebüsche.

Die „*Pinus cembra*-Ausbildung“ (*Rhododendro hirsuti*-Pinetum prostratae pinetosum cembrae) ist keine standörtliche Ausbildung, sondern ein Sukzessionsstadium (Abbauphase) zum Karbonat-Lärchen-Zirbenwald als standorttypischer Endgesellschaft. Es handelt sich um eine sekundäre, nutzungsbedingte Ersatzgesellschaft. Die Zirbe bildet offene, locker über das Alpenrosen-Latschengebüsch verteilte Bestände, wobei die Deckung der Latsche über 50 % beträgt (Abb. 6).

***Rhododendro hirsuti*-Pinetum cembrae (Bojko 1931) Karner et Willner 2007**

Karbonat-Lärchen-Zirbenwald, FFH-LRT: 9420 Alpiner Lärchen-Arvenwald; WINALP-Typ: Zir 512s – hochsubalpiner Lärchen-Zirbenwald (Bayern), Zi2 – Auflagehumus-Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (Tirol).

Es handelt sich um lichte, von Zirbe dominierte Wälder (Schlussgrad licht bis räumig). Die Zirbe stellt 70–80 % der Stammzahl, daneben finden sich Fichten und einzelne Vogelbeeren als Begleitbaumarten. Bezogen auf die Bayerischen Alpen sind die Lärchen-Zirbenwälder des „Wettersteingebirges“ mit 91 ha die größten Bestände außerhalb der Berchtesgadener Alpen (BAYER. LFU 2005), wo im Naturwaldreservat Reiteralpe ca. 450 ha dieses Vegetationstyps vorkommen. Die im Wetterstein-Gebirge am Schachen, Kämikopf, Zirbelkopf und Großem Hundsstall wachsenden Lärchen-Zirbenwälder sind Vorposten des großflächigen Verbreitungsgebietes in den hygrisch kontinental getönten Zentralalpen. Abb. 7 zeigt den Gradienten der hygrischen Kontinentalität aus dem Verhältnis von Jahresniederschlag zu Meereshöhe. Als Index wird der Kontinentalitätswinkel nach GAMS (1931/32) verwendet, welcher sich als Arkustangens des Quotienten aus Seehöhe und Jahresniederschlag errechnet. Danach erweist sich das Klima des zu den „inneren Randalpen“ gehörenden, südlich von Ammer- und Estergebirge liegenden „Wettersteinwaldes“ als hygrisch relativ ozeanisch



Abb. 6: Die Zirbelkiefer wächst im Schutz des Latschengebüsches zu lockeren Baumgruppen auf. Bei fortschreitender Sukzession entwickelt sich dieses Stadium (*Rhododendro hirsuti*-Pinetum prostratae pinetosum cembrae) weiter zu jungen Zirbenwäldern. Diese werden im Laufe der Zeit höherwüchsiger und komplexer. In reifen Beständen durchlaufen sie auch weiterhin verschiedene Waldentwicklungsphasen, bleiben aber in ihrer Gesamtartenkombination für Jahrhunderte stabil (*Rhododendro hirsuti*-Pinetum cembrae). Foto: H. Walentowski, 23.07.2014.

Fig. 6: Groves of Swiss pine grow in the shelter of mountain pine shrubs (*Rhododendro hirsuti*-Pinetum prostratae pinetosum cembrae). During succession, the trees will soon overtop the shrubs, forming a young Swiss pine forest that grows taller and more complex over time. In the mature forest, individual trees will die and young saplings grow up to replace them, but the forest's composition and structure will remain basically the same for centuries (*Rhododendro hirsuti*-Pinetum cembrae). Photographed by H. Walentowski, 2014-07-23.

getönt. Allerdings ist die hygrische Ozeanität gegenüber den vollkommen Lärchen-Zirbenwald-losen „äußeren Randalpen“ (Reservat „Totengraben“) abgeschwächt (EWALD et al. 2001, HÖLZEL 1996).

Eine wichtige Rolle spielt offensichtlich auch die Bindung der Zirbe an Hartkalke in den Nördlichen Randalpen (Wettersteinkalk, Rhätkalk, Dachsteinkalk), über deren Ausgangsgesteinen sich oft mächtige Rohhumuspakete (Tangelhumus) abgelagert haben. Diese Humusaufgaben puffern den hohen Kalkgehalt des Untergrundes und begünstigen durch die niedrigeren pH-Werte die mit der Zirbe

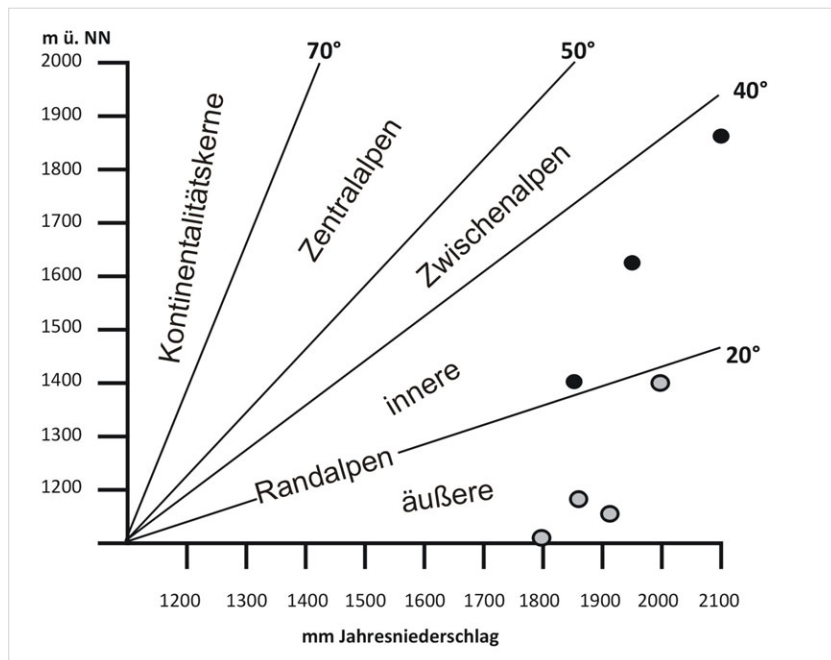


Abb. 7: Klimatische Position der beiden Schwerpunktreservate „Totengraben“ (graue Punkte) und „Wettersteinwald“ (schwarze Punkte) hinsichtlich des Kontinentalitätswinkels nach GAMS (1931/32). Je flacher der Winkel, umso höher ist die hygrische Ozeanität.

Fig. 7: Climatic position of the Totengraben (grey dots) and Wettersteinwald (black dots) forest nature reserves in terms of their continentality angle (precipitation-elevation; GAMS 1931/32). The flatter the angle, the higher the hygric oceanicity.

symbiotischen Mykorrhizapilze (KEIDEL 1997). Zusätzlich kommt die natürliche Klüftigkeit des Gesteinsuntergrundes den Tiefwurzleigenschaften des Baumes entgegen.

4 Diskussion

Die detaillierten, punktgenau georeferenzierten Vegetationsanalysen aus den Reservaten ermöglichen eine Zuordnung zu den WINALP-Waldtypen. Für den bayerischen Alpenraum steht die WINALP-Waldtypenkarte als WebGIS-Applikation unter <http://arcgisserver.hswt.de/winalp/> im M 1:25.000 zur Verfügung. In Tirol ist die Waldtypenkarte in das Tiroler Rauminformationssystem (tiris) eingebettet und unter <https://www.tirol.gv.at/statistik-budget/tiris/> abrufbar. Mit Hilfe dieser Kartengrundlage können die waldtypenbezogenen Erkenntnisse aus den Reservaten konzeptionell in die Fläche gebracht werden (z. B. im Zusammenhang mit der Natura 2000-Managementplanung).

Der FFH-LRT 9410 ist im Reservat „Wettersteinwald“ in der Ausprägung des *Adenostylo alliariae-Piceetum* der tiefsubalpinen Höhenstufe flächenhaft naturnah bzw. oligohemerob entwickelt und liefert eine gute Referenz für einen günstigen Erhaltungszustand für Natura 2000.

Beim Vorkommen des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes (FFH-LRT 9420) im „Wettersteinwald“ handelt es sich um ein kleinflächiges Arealrandvorkommen (vorgeschobener Außenposten innerhalb des Verbreitungsgebietes). Interessant ist – neben der „nicht alltäglichen Kombination mit der Legföhre“ (REISIGL & KELLER 1999) – das weitgehende Fehlen der Lärche im *Rhododendro hirsuti-Pinetum cembrae* des „Wettersteinwaldes“. Es wäre eigentlich zu erwarten, dass die massiven, durch Almwirtschaft bedingten Auflichtungen die Lärche als Pionierbaumart gegenüber der Zirbe als Klimaxbaumart gefördert hätten, wie dies in vielen Alpenregionen dokumentiert ist. Die Ergebnisse der DCA-Gradientanalyse haben gezeigt, dass Licht in den Hochlagen-Beständen des „Wettersteinwaldes“ in hohem Maße vorhanden ist (wichtiger Einflussfaktor auf der 1. Achse), und zahlreiche lichtbedürftige Alpenpflanzen wie z. B. die Alpenrosen (*Rhododendron hirsutum*, *R.*

ferrugineum) nachweislich davon profitieren. Die Lärche fehlt allerdings im „Wettersteinwald“ fast gänzlich (vgl. ALBRECHT et al. 1988), ihre Vorkommen sind auf einzelne Karpatenbirken-Lärchen-Sukzessionsbestände entlang einer steilen Hangrinne begrenzt. Die fehlende Verbreitung (*dispersal*) und Etablierung (*establishment*) sind offenbar auf die für die ökophysiologischen Eigenschaften der Lärche ungünstigen Klimabedingungen der sommerniederschlags- und wolkennebelreichen, hygrisch ozeanisch getönten Hochlagen des Nördlichen Alpenrandes zurückzuführen. Das kalttasse Klima begünstigt zudem die Tangelhumusbildung, welche einer Rohboden-Pionierbaumart unzuträglich ist. Auf den Tangelhumus-reichen Zwergstrauchstandorten nimmt die Zirbe den Charakter einer Pionierbaumart an (SCHÜTT 2004; siehe auch Abb. 7). Aber auch in den mehreren 100 m aufragenden, humusarmen Steilwänden des Kämikopfes ist kein Lärchen-Pionierwald flachgründiger Karbonatfelswände ausgebildet (vgl. Abb. 2). Die im strahlungsreichen, sommerwarmen Klima der Kontinentalalpen zusammen mit Zirbe – in den Südalpen auch allein an der Waldgrenze – dominierende Lärche (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010) ist augenscheinlich im Gebiet nicht in der Lage, erfolgreiche Nachkommen auszubilden, „wobei die kritische Lebensphase irgendwo zwischen Keimlingsetablierung und erfolgreicher Diasporenproduktion liegen kann“ (BRESINKY et al. 2008).

Ein Vorkommen von Neophyten wird durch Wärmemangel und durch Ferne von Siedlung und Verkehrswegen verhindert. Allerdings ist die Naturnähe durch den Beweidungseinfluss reduziert. Auflichtung und Einfluss von Weidevieh und Schalenwild bewirkten eine spontane Einwanderung und Ausbreitung von Arten benachbarter offener Schuttfluren, Magerrasen und Weiderasen (A 1–3 in Tab. Anhang 4) wie *Leontodon hispidus*, *Ligusticum mutellina*, *Lotus corniculatus*, *Poa alpina*, *Ranunculus montanus* und *Veratrum album* (ALBRECHT et al. 1988), die gem. SCHRÖDER (1988) als „Akolutophyten“ zu werten sind.

Einige Vorkommen des Karbonat-Alpenrosen-Latschengebüsches sind im Naturwaldreservat „Wettersteinwald“ unzweifelhaft sekundär entwickelt und würden sich nach Aufgabe der Nutzung in Richtung eines Karbonat-Lärchen-

Zirbenwälder (FFH-LRT 9420) weiterentwickeln. Entsprechende Sukzessionsphasen sind lückenlos dokumentiert. Während Alpenrosen-Latschengebüsche auf Primärstandorten einen prioritären Lebensraumtyp (FFH-LRT 4070*) darstellen, sollte hier aus fachlicher Sicht die Aufgabe der almwirtschaftlichen Nutzung und die ungelinkte Vegetationsentwicklung absoluten Vorrang haben. Besonders innerhalb des Naturwaldreservates kann der Erhalt von nutzungsbedingten Degradationsstadien des Zirbenwälder (FFH-LRT 9420) kein Erhaltungsziel darstellen, wenngleich sich diese Fragmentkomplexe (mit Arten der alpinen Magerrasen, Weiderasen, Felsvegetation, Hochstaudenfluren, Latschengebüsche und Nadelwälder) als recht artenreich darstellen. Bei weniger als 30 % Zirbenüberschirmung sollten sekundäre Latschengebüsche nicht als FFH-LRT 4070* erfasst werden, sondern als „sonstiger Lebensraum“ (mit Potenzial zu FFH-LRT 9420). Ab 30 % Zirbenüberschirmung können sie als (initialer) FFH-LRT 9420 kartiert werden.

5 Schlussfolgerungen

Der frische, subalpine basenreiche Hochstauden-Fichtenwald (*Adenostylo alliariae-Piceetum*, FFH-LRT 9410), der gem. MELLERT & EWALD (2011) eine geringe Empfindlichkeit gegenüber Biomassennutzung aufweist, kann außerhalb von Prozessschutzflächen prinzipiell nachhaltig genutzt werden. Vergleichbares gilt für die hochmontanen Bergmischwälder (*Adenostylo glabrae-Fagetum typicum*, *Equiseto-Abietetum*, beide FFH-LRT 9130). Erkenntnisse aus der Naturwaldforschung eignen sich als Referenzen für Schlüsselstrukturen im Naturwald und garantieren ein vollständiges Arteninventar (Rückzugs-, Trittsteinbiotope für Urwaldreliktarten; Spenderflächen mit hohen Individuendichten). Sie liefern damit wichtige Mosaiksteine für einen integrativen Waldnaturschutz in bewirtschafteten Beständen dieser unter den Anhang I der FFH-Richtlinie fallenden Waldtypen, v.a. für die Managementplanung in den umgebenden FFH-Gebieten „Mangfallgebirge“ bzw. „Wettersteingebirge“.

Bezüglich der Zirbenwälder und der Latschengebüsche ergibt sich im Zusammenhang mit dem Anhang I der FFH-Richtlinie eine merkwürdig paradoxe Situation. Das *Rhododendro hirsuti-Pinetum cembrae* auf Karbonat und das *Vaccinio-Pinetum cembrae* auf Silikat werden in einem FFH-Lebensraumtyp zusammengefasst (FFH-LRT 9420). Auf Grund der Verteilung des geologischen Ausgangssubstrats treten Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder im Hauptverbreitungsgebiet allerdings nur selten auf, und in den Randalpen haben ihre kleinflächigen Arealrandvorkommen erhebliche Flächenverluste durch die Almwirtschaft erfahren (REISIGL & KELLER 1999, MICHIELS & SCHMIDT 2005). Der Subtyp auf Karbonat sollte daher einen prioritären Status (gekennzeichnet durch *) erhalten, während die Ausbildung auf Silikat in den Zentralalpen ungefährdet ist. Demgegenüber sind Latschengebüsche auf Karbonat weit verbreitet und haben sich häufig sekundär, z.B. auf Kosten von Lärchen-Zirbenwald, entwickelt (MICHIELS & SCHMIDT 2005). Trotzdem werden Karbonat-Latschengebüsche in Anhang I der FFH-Richtlinie als prioritärer LRT gelistet (FFH-LRT 4070*, Buschvegetation mit *Pinus mugo* und *Rhododendron hirsutum*). Latschengebüsche auf Silikat sind selten, waren aber zunächst nicht im FFH-LRT 4070* enthalten (SSYMANEK 1998). Der LRT ist erst im Zuge der letzten Erweiterung der EU weiter gefasst worden. Nunmehr sind zwar auch die Latschengebüsche auf Silikat im LRT beinhaltet (EUROPEAN COMMISSION,

DG ENVIRONMENT 2007, BALZER et al. 2004); fachlich gerechtfertigter wäre es allerdings, den prioritären Status auf den Subtyp auf Silikat einzugrenzen.

Den Schutzbelangen differenzierter gerecht wird die Tiroler Naturschutzverordnung (2006). Darin sind beide Vegetationseinheiten (*Rhododendro hirsuti-* und *Rhododendro ferruginei-Pinetum prostratae*) getrennt aufgeführt (Anlage 4, Punkt 39 & 40) und sollten auch auf Grund ihrer unterschiedlichen Häufigkeit aus naturschutzfachlicher Sicht getrennt betrachtet werden. Das selbige gilt für das *Rhododendron hirsuti-Pinetum cembrae* auf Karbonat (FFH-LRT Subtyp 9411) und das *Vaccinio-Pinetum cembrae* auf Silikat (FFH-LRT Subtyp 9422).

Der hochsubalpine Karbonat-Zirbenwald, der nicht nur durch massive Tangelhumusbildung gekennzeichnet ist, sondern ein hochgradig schützenswertes, isoliertes Arealrandvorkommen darstellt, sollte mit höchster Priorität erhalten und auf Basis des standörtlichen Potenzials der WINALP-Typisierung wiederhergestellt werden. Im NWR „Wettersteinwald“ ist fraglos ein „*non-intervention-management*“ (durch Nutzungseingriffe unbeeinflusste Entwicklung) anzustreben. Der anzustrebende Mindeststandard außerhalb des Reservates wäre ein „*minimum intervention management*“, das den Humusvorrat des Standortes langfristig erhält (ausgeprägter Schutzwaldcharakter). Die Empfindlichkeit dieses Waldtyps gegenüber Biomassennutzung ist hoch (vgl. MELLERT & EWALD 2011, HOTTER et al. 2013). Dies bedeutet zumindest Verzicht auf Vollbaumnutzung, Vermeidung flächiger und starker Aufflichtungen, Schaffung gestufter Bestände, das Belassen von Querlegern und Totholz. Unter Berücksichtigung der standortsökologischen Befunde zu den sehr labilen, kohlenstoffhaltigen, flachgründigen Kalkböden der Hochgebirgswälder (CHRISTOPHEL 2013, MELLERT & EWALD 2011) wäre allerdings die bessere Option für diesen, insgesamt nur ca. 90 ha umfassenden Waldtyp, nicht nur im NWR „Wettersteinwald“, sondern auch im FFH-Gebiet „Wettersteingebirge“, ein „*non-intervention-management*“.

Danksagung

Bei den Vegetationsaufnahmen im Gelände unterstützte uns Herr Dr. Thomas Kudernatsch, die Kartengrundlagen auf GIS-Basis wurden von Herrn Stefan Schuster erstellt (beide LWF). Für wichtige Anregungen und Diskussionen danken wir den Herren Mag. Herfried Steiner (BFW Wien), Dr. Georg Frank (BFW Wien), Prof. Dr. Jörg Ewald (HSWT), Dr. Eckart Kolb und Prof. Dr. Jörg Prietzel (beide TUM) und Dr. Hans-Gerhard Michiels (FVA Freiburg). Die Nachbestimmung von Moosproben übernahm dankenswerter Weise Frau Dr. Katrin Ketterer (HSWT).

Literatur

ALBRECHT, L., GEISER, R., MICHIELS, H.-G., NEUERBURG, W., RAUH, J. (1988): Das Naturwaldreservat „Wettersteinwald“ – Ein Beispiel für die landeskulturelle und wissenschaftliche Bedeutung von Naturwaldreservaten. *Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt* 53: 87-105.

- BALZER, S., SCHRÖDER, E., SSYMANK, A., ELLWANGER, G., KEHREIN, A., ROST, S. (2004): Ergänzung der Anhänge zur FFH-Richtlinie auf Grund der EU-Osterweiterung: Beschreibung der Lebensraumtypen mit Vorkommen in Deutschland. *Natur und Landschaft* **79** (8): 341-349.
- BAYER. LFU (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2005): Wettersteingebirge. URL: http://www.lfu.bayern.de/natur/biotopkartierung_alpen/landkreisbeschreibungen/doc/wettersteingebirge.pdf [access 18-10-2014].
- BOCHTER, R., NEUERBURG, R., ZECH, W. (1981): Humus und Humusschwund im Gebirge. In: Nationalpark Berchtesgaden (Ed.): *Forschungsberichte* **2**: 110 S.
- BRESINKY, A., KÖRNER, C., KADEREIT, J.W., NEUHAUS, G., SONNEWALD, U. (2008): *Strasburger Lehrbuch der Botanik*, 36. Aufl., Spektrum Akad. Verl., Heidelberg: 1175 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): *Pflanzensoziologie*. 3. Aufl., Springer, Wien: 865 S.
- CHRISTOPHEL, D., SPENGLER, S., SCHMIDT, B., EWALD, J., PRIETZEL, J. (2013): Customary selective harvesting has considerably decreased organic carbon and nitrogen stocks in forest soils of the Bavarian Limestone Alps. *Forest Ecol. Manag.* **305**: 167-176.
- DIERSCHKE, H. (1994): *Pflanzensoziologie, Grundlagen und Methoden*. Ulmer, Stuttgart: 683 S.
- ELLENBERG H., LEUSCHNER, C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 6. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 1334 S.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl., *Scripta Geobotanica* **18**: 1-262.
- EUROPEAN COMMISSION, DG ENVIRONMENT (2007): *Interpretation Manual of European Union Habitats*. EUR 27. July 2007. Brussels: 142 pp.
- EWALD, J. (1998): Subalpine Fichtenwälder in den Bayerischen Alpen. *AFZ/Der Wald* **8**: 406-408.
- EWALD, J. (1999): Relationships between floristic and micro-site variability in coniferous forests of the Bavarian Alps. *Phytocoenologia* **29**: 327-344.
- EWALD, J., KOLB, E., KÖLLING, C., LORENZ, W., WALENTOWSKI, H. (2001): Tagungsführer zur Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Forstliche Standorts- und Vegetationskunde (AFSV) im Werdenfelser Land. URL: <http://www.afsv.de/download/literatur/exkursion-2001-grainau.pdf> [access 08-10-2014].
- FISCHER, A. (2003): *Forstliche Vegetationskunde: Eine Einführung in die Geobotanik*. 3. Aufl., Ulmer [UTB], Stuttgart: 421 S.
- GAMS, H. (1931/32): Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. *Z. Ges. Erdkd.* **9/10**: 32-68; **1/2**: 178-198; **5/6**: 321-346.
- HÖLZEL, N. (1996): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. *Laufener Forschungsber.* **3**: 192 S., Laufen a. d. Salzach.
- HÖTTER, M., SIMON, A., VACIK, H., ET AL. (2013): *Walddtypisierung Tirol*. Amt der Tiroler Landesregierung, Österreich URL: <https://www.tirol.gv.at/umwelt/wald/schutzwald/walddtypisierung/walddtypenhandbuch/> [access 26-10-2014].
- KEIDEL, B. (1997): Die Zirbe. In: BAYER. FORSTVEREIN (Ed.): *Bäume und Wälder in Bayern*. 2. Aufl., Ecomed, Landsberg: 205-215.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W., GRADSTEIN, S.R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. *Schrift. Vegetationsk.* **34**: 1-519.
- LFU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT), LWF (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT) (2009): *Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie in Bayern*. Augsburg & Freising-Weihenstephan: 162 S. + Anh.
- MCCUNE, B., GRACE, J.B. (2002): *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- MCCUNE, B., MEFFORD, M.J. (2011): *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- MELLERT, K.H., EWALD, J. (2011): Wieviel Biomassennutzung verträgt der Bergwald? *AFZ/Der Wald* **24**: 19-21.
- MICHIELS, H.G., SCHMIDT, P.A. (2005): *Flora und Vegetation*. In: GAUER, J., ALDINGER, E. (Eds.): *Waldökologische Naturräume Deutschlands*. Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. Forstpflanzenzücht. **43**: 34-49.
- OBERDORFER, E. (Ed., 1992): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil 4: Wälder und Gebüsche*. 2. Aufl., G. Fischer, Jena: 282 pp. (Textband) + 580 pp. (Tabellenband).
- OZENDA, P. (1988): *Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum*. G. Fischer, Stuttgart: 353 S.
- REGER, B., EWALD, J. (2011): *Walddtypenkarte Bayerische Alpen*. Eine neue Planungshilfe für die Forstpraxis. *AFZ/Der Wald* **24**: 14-16.
- REISIGL, H., KELLER, R. (1999): *Lebensraum Bergwald*. 2. Aufl., Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg: 147 S.
- SCHNELL, A. (2004): Das Urwaldrelikt Totengraben in den Bayerischen Alpen. *LWF Wissen* **46**: 15-21.
- SCHOLZ, P. (2000): *Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands*. *Schriftenr. Vegetationsk.* **31**: 1-298.
- SCHRÖDER, F.-G. (1988): *Lehrbuch der Pflanzengeographie*. Quelle & Meyer, Wiesbaden: 457 S.
- SCHÜTT, P. (2004): *Pinus cembra* Linné, 1753. In: SCHÜTT, P., et al. (Ed., 2004): *Lexikon der Nadelbäume*. Nikol-Verlagsges. Hamburg: 345-355.
- SIMON, A., WALLNER, M. (2011): *Walddtypenkarten für Beratung und Bewirtschaftung in Tirol*. *AFZ/Der Wald* **24**: 17-18.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E. (1998): *Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000*. *Schriftenr. Landschaftspf. Natursch.* **53**: 560 S.
- TIROLER NATUSCHUTZVERORDNUNG (2006): *Verordnung der Landesregierung vom 18. April 2006 über geschützte Pflanzenarten, geschützte Tierarten und geschützte Vogelarten*. *Landesrecht Tirol, LGBL*. Nr. 39/2006.
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C., TÜRK, W. (2013): *Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns*. Ein auf geobotanischer Grundlage entwickelter Leitfaden für die Praxis in Forstwirtschaft und Naturschutz. 3. Aufl., *Geobotanica*, Freising: 441 S.
- WALENTOWSKI, H., KUDERNATSCH, T., FISCHER, A., EWALD, J. (2014): *Naturwaldreservatsforschung in Bayern – Auswertung von Vegetationsdaten zur walddökologischen Dauerbeobachtung*. *Tuexenia* **34**: 89-106.
- WILLNER, W., GRABHERR, G. (Ed., 2007): *Die Wälder und Gebüsche Österreichs*. Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin: 302 S. (Textband) + 290 S. (Tabellenband).
- WISSKIRCHEN, R., HAEUPLER, H. (1998): *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. In: HAEUPLER, H. (Ed.): *Die Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Ulmer, Stuttgart: 765 S.
- ZANKER, T. (1996): *Kartierung der Waldstandorte und der potentiellen natürlichen Waldgesellschaften in der Hauptdolomitzone der Tegernseer Kalkalpen (Forstamt Kreuth, Landkreis Miesbach)*. *Dipl.arb. LMU München*, 79 S.
- ZELENÝ, D., SCHAFFERS, A.P. (2012): Too good to be true: pitfalls of using mean Ellenberg indicator values in vegetation analyses. *J. Veg. Sci.* **23**: 419-431.

submitted: 30.10.2014
reviewed: 22.11.2014
accepted: 27.11.2014

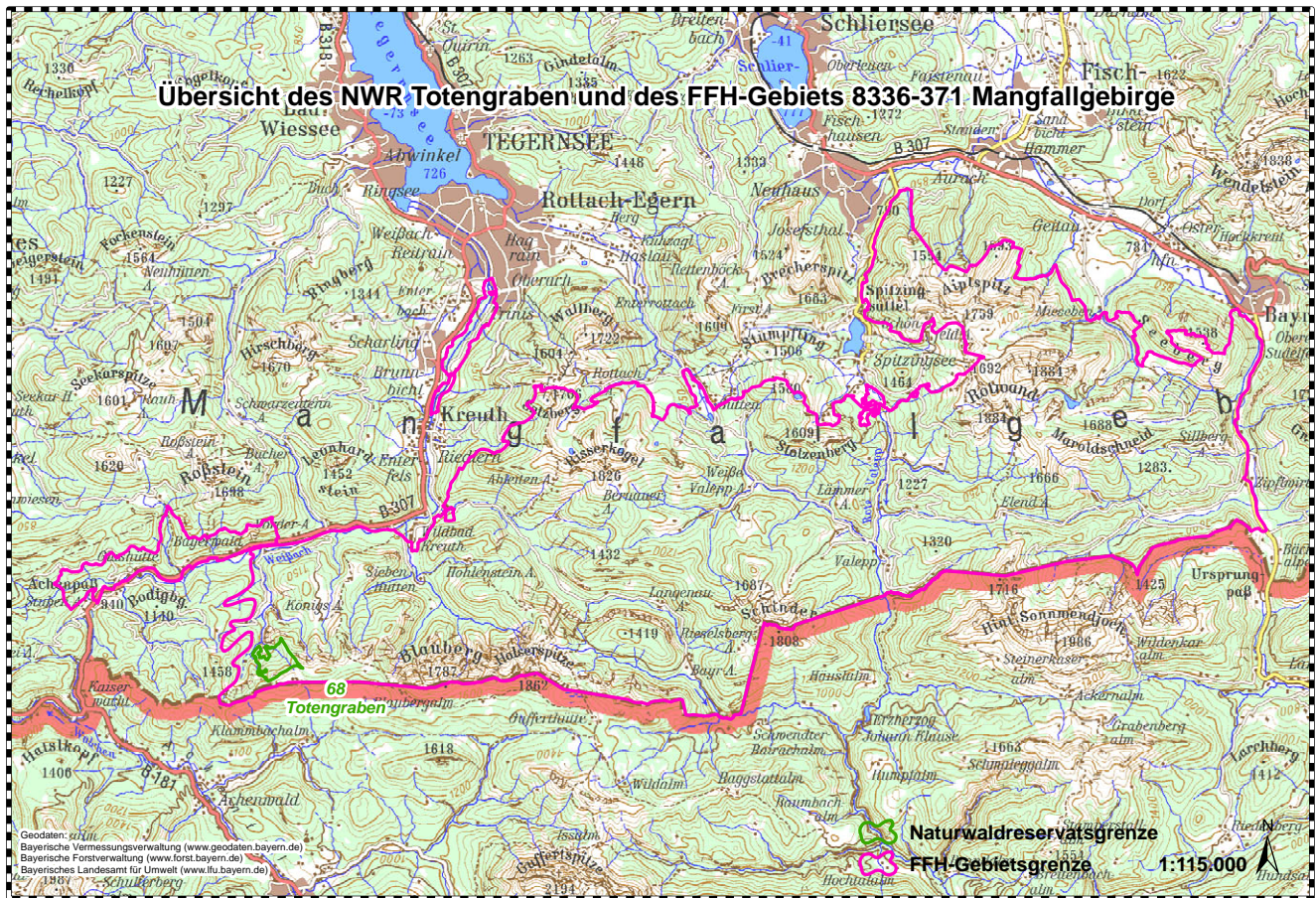
Autorenanschrift:

Dr. Helge Walentowski
Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
Abt. Biodiversität, Naturschutz, Jagd
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1
85354 Freising
E-Mail: Helge.Walentowski@lwf.bayern.de

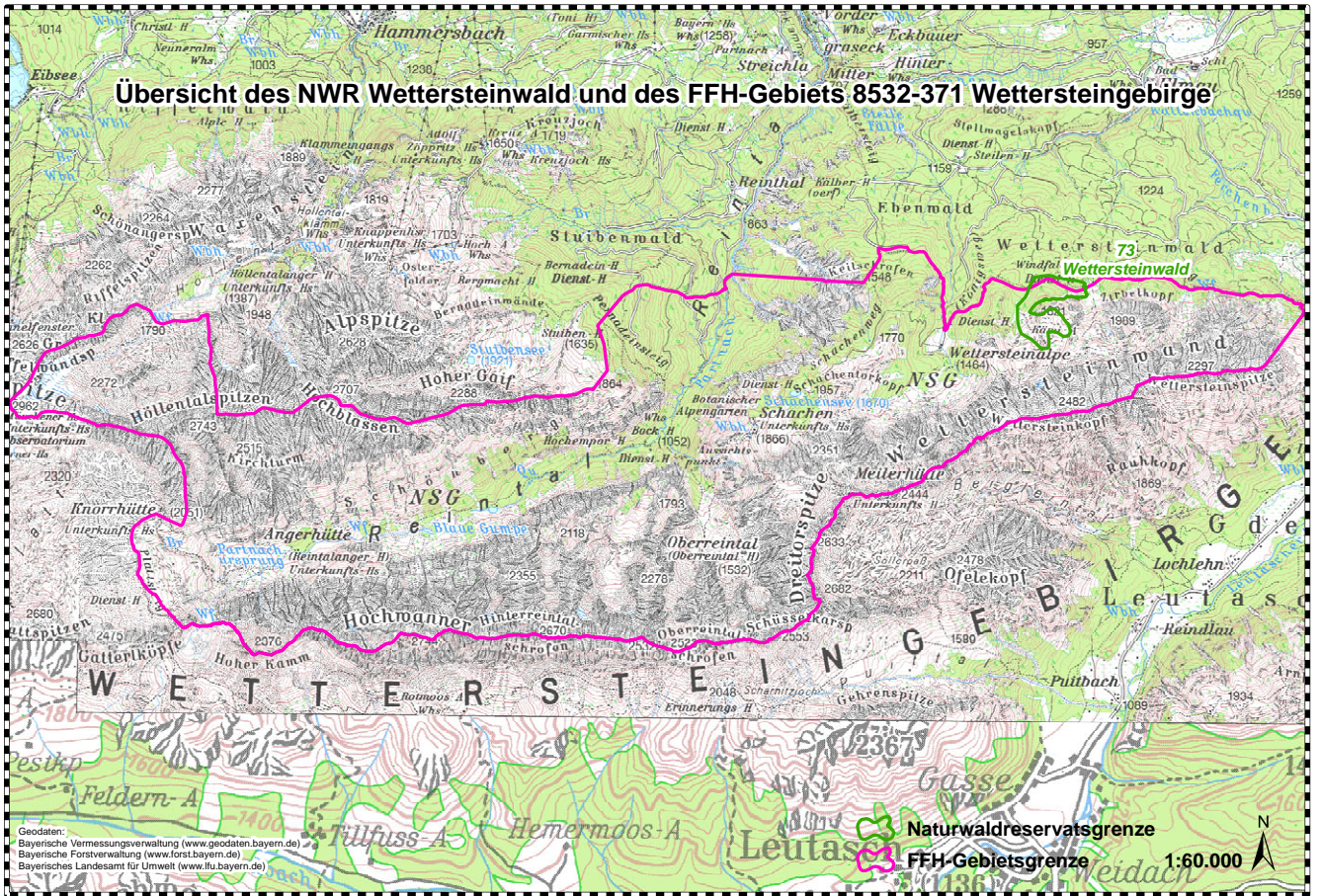
DI Alois Simon
Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Forstplanung
Bürgerstraße 36
A - 6020 Innsbruck
E-Mail: Alois.Simon@tirol.gv.at

Anhang/Appendix

Anhang 1: Übersichtskarte Naturwaldreservat „Totengraben“.



Anhang 2: Übersichtskarte Naturwaldreservat „Wettersteinwald“.



Anhang 3: Vegetationstabelle NATURWALDRESERVAT Nr. 68 Totengraben

Lfd-NR 1 - 5 = *Adenostylo glabrae-Fagetum seslerietosum* Moor 1970 (= *Seslerio-Fagetum* sensu Ewald 1997)

Lfd-NR 6 - 8 = *Adenostylo glabrae-Fagetum typicum* Willner & Grabherr 2007 (*Aposerido-Fagetum caricetosum albae* (6) + *typicum* (7-8) sensu Ewald 1997)

Lfd-NR 9-12 = *Equiseto-Abietetum* (= *Pyrolo-Abietetum equisetetosum* sensu Walentowski 1998)

Lfd-NR	AUFNAHME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		68/1	TG96	68/2	68/5	68/6	TG116	TG129	68/4	TG12	TG33	68/3	TG24	
DATUM		30.07.2002	12.06.2014	30.07.2002	30.07.2002	30.07.2002	12.06.2014	12.06.2014	30.07.2002	12.06.2014	12.06.2014	30.07.2002	12.06.2014	
HÖHENLAGE		1185	1320	1230	1270	1325	1325	1330	1275	1335	1310	1270	1320	
EXPOSITION		SW	SO	WN	NW	N	SO	div	O	NW	N	NNO	N	
HANGNEIGUNG (Grad)		30	20	13	24	30	13	23	21	23	8	8	3	
Höhe B1		27	23	23	23	25	35	35	25	35	32	30	40	
%Deckung_B1		3	45	30	20	20	65	65	60	35	40	70	50	
Höhe B2		11	15	7	12	15	23	15	15	18	15	15	25	
%Deckung_B2		10	4	5	2	20	60	35	5	40	50	10	50	
%Deckung_S		1	1	3	1	1	0	0	1	0	0	3	0	
%Deckung_K		70	70	30	80	60	30	5	20	45	35	10	35	
%Deckung_M		2	3	1	10	5	5	2	1	15	1	2	2	
Bäume:														
Fagus sylvatica	B1, B2	1, 1	3	2a, 1	2a, 1	2b	3, 3	3, 3	3, 1	3, 3	3, 4	3, 2a	2b, 3	12
Fagus sylvatica	K, S	.	+	+	.	+±	+	r	1	2a	2a	1	2a	10
Abies alba	B1, B2	2a	+	1	1	2a	2a	2a, 1	1, 1	2a	.	2a, 1	2b	11
Abies alba	K	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
Picea abies	B1, B2	1, 1	2a	2a, ±	1, 1	1, 1	1	.	1	.	2a	1	1	10
Picea abies	K, S	+±	+±	+±	+±	+±	1	+	+±	1	1	+2m	1	12
Acer pseudoplatanus	B1, B2	1	2a, 1	1	1	2a	2b, 3	2b	.	.	.	1	2a	9
Acer pseudoplatanus	K	+	+	+	1	+	+	r	1	2m	2m	1	1	12
Fraxinus excelsior	K	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1
A1 - 3:														
Adenostyles glabra		2m	2b	2m	1	2m	2a	1	2b	2b	2a	2a	2b	6
Melica nutans (O)		2m	2m	+	2m	2m	+	+	+	1	+	+	1	6
Mercurialis perennis (O)		2m	1	.	+	2a	2a	+	+	2a	+	+	+	5
Aposeris foetida		1	1	+	1	.	1	+	1	2a	2m	1	2a	5
Ctenidium molluscum	M	1	1	.	+	2m	1	1	+	2a	+	+	+	5
Ranunculus nemorosus		1	+	.	1	1	+	+	+	r	.	.	.	4
Tortella tortuosa	M	1	1	.	.	+	1	+	+	1	.	+	.	4
Carex montana		1	1	.	1	.	1	+	.	.	+	+	1	3
Ranunculus montanus agg.		.	+	.	1	1	.	.	+	+	+	.	.	3
Aster bellidiastrum		.	+	.	+	1	.	.	+	+	.	.	.	3
Sorbus aria	K	+	+	+	.	.	+	.	.	.	r	.	+	2
Carex ornithopoda		+	1	.	+	.	+	.	.	+	+	+	+	2
Carex flacca		2m	2a	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
DA 1:														
Homogyne alpina		+	+	1	1	1	.	.	.	+	.	.	.	6
Sesleria varia		.	1	+	+	2m	.	.	.	r	.	.	.	5
Polygala chamaebuxus		1	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	5
Carex alba		2m	2b	2m	.	.	1	.	.	.	.	.	.	4
Melampyrum sylvaticum		2m	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	4
Knautia dipsacifolia		1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	3
Centauria montana		+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2
Carex sempervirens		+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2
Epipactis atrorubens		+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
DA 2 + 3 ("Lehmbo-denzeiger")														
Primula elatior		.	.	.	.	+	+	+	+	r	2m	2a	.	8
Athyrium filix-femina		.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	+	.	7
Carex sylvatica		.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	7
Galium odoratum		.	.	.	.	.	+	+	2m	1	.	1	1	6
Adenostyles alliariae		.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	5
Dryopteris dilatata		.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4
Dryopteris carthusiana		.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4
Fissidens taxifolius	M	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4
Dryopteris filix-mas		.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4
Hookeria lucens	M	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2
Hordeleymus europaeus		.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	3
Cicerbita alpina		.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	2
Plagiochila asplenoides	M	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2
DA 3:														
Galium rotundifolium		.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	4
Polytrichum formosum	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	4
Carex remota		.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	2m	+	3
Rhytidadelphus loreus	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2
Equisetum sylvaticum		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2a	2
Luzula luzulina		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2
Pellia endiviifolia	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Eurhynchium swartzii	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Veronica beccabunga		.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	1
Cardamine amara		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Calliergonella cuspidata		.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Veratrum album		.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	1
Veronica serpyllifolia		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
Atrichum undulatum	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
Pleurozium schreberi	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Calyptogeia azurea	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
Caitha palustris		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1

		V, O, K:												
Quirlweißwurz (II.3)	Prenanthes purpurea	+	+	1	+	.	+	+	.	+	+	+	+	10
Zahnwurz (II.4)	Hepatica nobilis	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	10
Zahnwurz (II.4)	Paris quadrifolia	.	+	.	+	r	+	+	+	+	.	+	+	9
Quirlweißwurz (II.3)	Viola reichenbachiana	.	+	.	.	.	+	+	1	+	+	+	+	8
Zahnwurz (II.4)	Veronica urticifolia	+	+	.	+	+	.	+	.	+	+	.	.	7
Zahnwurz (II.4)	Daphne mezereum	K, <u>S</u>	±	.	.	+	±	.	.	.	+	r	.	5
Quirlweißwurz (II.3)	Carex digitata	.	2a	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	5
Quirlweißwurz (II.3)	Brachypodium sylvaticum	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	4
Zahnwurz (II.4)	Lilium martagon	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	3
Quirlweißwurz (II.3)	Phyteuma spicatum	.	+	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	3
Mondviole	Polystichum aculeatum	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	r	3
Kälberkropf (IV.3-4)	Lysimachia nemorum	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	r	2
Zahnwurz (II.4)	Neottia nidus-avis	.	.	.	.	.	r	.	.	r	.	.	.	2
Begl.:														
Beerstrauch (II.1)	Vaccinium myrtillus	.	+	2b	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
	Fissidens cristatus	M	+	1	.	+	+	1	+	+	+	.	+	10
Quirlweißwurz (II.3)	Polygonatum verticillatum	.	+	.	.	r	.	+	+	+	+	r	+	10
Buntreitgras (II.5)	Carex ferruginea	2m	2b	1	1	4	1	.	2m	2a	1	.	.	9
Buntreitgras (II.5)	Calamagrostis varia	4	2a	2m	3	1	+	.	.	+	.	+	+	9
Beerstrauch (II.1)	Dicranum scoparium	M	.	+	+	1	+	.	+	.	1	+	+	9
Sauerklee	Oxalis acetosella	.	.	.	.	+	+	+	+	2m	+	2m	2m	9
Sauerklee	Maianthemum bifolium	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	.	+	8
Pestwurz (III.3)	Viola biflora	+	.	.	1	1	.	+	+	2m	+	.	+	8
Pestwurz (III.3)	Deschampsia cespitosa	.	+	.	1	2m	.	.	2m	+	+	2m	1	8
Sauerklee	Thuidium tamariscinum	M	.	.	.	+	1	+	+	+	.	+	+	8
	Valeriana montana	1	2a	.	.	.	+	+	1	+	.	.	.	6
Rippenfarn (III.1)	Oreopteris limbosperma	.	.	+	1	.	.	.	1	+	.	+	.	5
	Rhynchosstegium murale	M	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.	5
	Campanula scheuchzeri	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	5
	Rhizomnium punctatum	M	.	.	.	.	+	+	.	.	.	1	+	5
Waldhainsimsen (III.2)	Luzula sylvatica	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	4
	Valeriana tripteris	1	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	3
	Campylium stellatum	M	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	+	3
Beerstrauch (II.1)	Hylocomium splendens	M	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	1	3
Rippenfarn (III.1)	Blechnum spicant	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	3
Rippenfarn (III.1)	Mylia taylori	M	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	3
Rippenfarn (III.1)	Dicranodontium denudatum	M	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	3
Sauerklee	Scleropodium purum	M	.	.	.	.	2a	2m	.	.	.	.	.	2
	Rhytidadelphus triquetrus	M	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	2
Rippenfarn (III.1)	Lycopodium annotinum	.	.	.	3	2m	.	.	.	.	.	.	.	2
	Solidago virgaurea	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
	Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	2
Pestwurz (III.3)	Ajuga reptans	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	2
	Veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	2
	Plachiochila porelliooides	M	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2
	Fragaria vesca	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	2
Beerstrauch (II.1)	Huperzia selago	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	2
Pestwurz (III.3)	Gymnocarpium dryopteris	.	.	.	.	.	.	.	+	2m	.	.	.	2
	Orthothecium rufescens	M	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2
Sauerklee	Hypnum cupressiforme	M	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2
	Soldanella alpina	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	2
Quirlweißwurz (II.3)	Senecio ovatus	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Sauerklee	Encalypta streptocarpa	M	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Quirlweißwurz (II.3)	Hieracium murorum	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	Mycelis muralis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	Sorbus aucuparia	K	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	Agrostis capillaris	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
	Astrantia major	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
Pestwurz (III.3)	Chaerophyllum hirsutum ssp. villarsii	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
	Cirriphyllum piliferum	M	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	1
Pestwurz (III.3)	Crepis paludosa	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
	Leontodon hispidus	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
	Prunella vulgaris	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
	Plagiomnium affine	M	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
	Astrantia bavarica	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
	Asplenium viride	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
	Cystopteris fragilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
Sauerklee	Eurhynchium angustirete	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
	Tussilago farfara	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	.	.	1
Sauerklee	Luzula pilosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
Sumpfdotterbl. (VI.4-5)	Preissia quadrata	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	Brachythecium rutabulum	M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1

Anhang 4: Vegetationstabelle NATURWALDRESERVAT Nr. 73 Wettersteinwald

1) Schuttfluren: Lfd-NR 1 = Rumicetum scutati
2) Magerrasen und Weiden (Almflechte): Lfd-NR 2 = Seslerio-Caricetum sempervirentis, Lfd-NR 3 = Geo montani-Nardetum strictae

3) Alpenrosen-Latschenbusch und Karbonat-Zirbenwald (1600 - 1800 m): Lfd Nr. 4 - 11 = Rhododendro hirsuti-Pinetum mughi (4-5: ericetosum herboeae, 6-8: rhododretosum ferruginei, Lfd Nr. 9 - 11 pinetosum cembrae, Lfd Nr. 12 - 15 = Rhododendri hirsuti-Pinetum cembrae

4) Fichtenwald mit Grauem Alpendost (1400 - 1600 m): Lfd Nr. 16 - 34 = Adenostylo allariae-Piceetum (16-24 = typicum, 25-32 = stellarietosum nemori, 33-34 = caricetosum albae)

Table with columns for species codes (1-34) and rows for vegetation types (e.g., Schneehede, Rippenfarn, Pestwurz) and species names (e.g., Picea abies, Rumex scutatus, Carex sempervirens). Includes sub-sections DA 1, DA 2, DA 3, DA 4, DA 5, DA 6 and V-O-K Vaccinio-Piceetea.

