© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Linzer biol. Beitr.	29/1	507-543	31.7.1997

Die Erika-Kiefernbestände (Erico-Pinetum sylvestris BR.-BL. in BR.-BL. et al. 39) bei Mandling (Salzburg und Steiermark, Österreich)

CH. EICHBERGER & P. HEISELMAYER

Schlagwörter: *Pinus sylvestris*, Kiefernwälder, Erika-Kiefernwälder, Erico-Pinetum, Dolomit, Ennstal, Steiermark, Salzburg;

Key words: *Pinus sylvestris*, pine woods, Erica-pine woods, Erico-Pinetum, dolomite, Ennstal, Steiermark, Salzburg;

Abstract: In Salzburg pine woods are only partly documented. In Mandling the pine woods occur over dolomite and are influenced by moderately continental climate. These woods are identified as Erico-Pinetum sylvestris due to the abundance of character-species. A typical subassociation and one with *Vaccinium myrtillus* could be distinguished and have been interpreted in terms of ecology. Further subdivisions of the subassociation into variants reflect the succession from calcareous screeslopes to closed wood comunities. Special attention was paid to the problem of 'relict pine woods' and their ecology.

Vorwort

Ohne die Mithilfe von mehreren Personen hätte die Arbeit nicht in dieser Form durchgeführt werden können. Wir bedanken uns bei: Dr. R. KRISAI (Braunau) für die Hilfe bei der Moosbestimmung; Mag. B. Marbach (München) für die Bestimmung der Flechten; Dr. W. Strobl (Salzburg) für die Hilfe bei der Gefäßpflanzenbestimmung und für Diskussion; Dipl.Ing. Eder (Radstadt), OF. Reiter (Forstau) und OF. Duschan (Schladming) für Auskünfte über die aktuelle und frühere Bewirtschaftung; Dipl.Ing. W. Urban (Salzburg) für die Überlassung von Literatur.

Einleitung und Problemstellung

Die Rotkiefer besitzt ein breites Standortspektrum; es reicht von Vorkommen in Mooren bis zu solchen auf besonders steilen und trockenen Felsgraten (ELLENBERG 1986, MAYER 1992). Zudem weist *Pinus sylvestris* das größte Areal aller heimischen

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Waldbäume auf (nordisch-eurasisch-kontinentales Areal nach MAYER 1992). In Europa fehlt *Pinus sylvestris* in der Regel im Submediterran- und Mediterrangebiet. Ausführliches zu den Bereichen Waldbau und Gefährdung von *Pinus sylvestris* findet sich bei MAYER (1992).
Mit der Gattung *Pinus* und Kiefernwäldern im weiteren Sinne, sowie mit deren Standortanpassungen befaßte sich KLÖTZLI (1975), ohne dabei näher auf Erika-Kiefernwälder einzugehen. KLÖTZLI (1975) interessierte besonders die ökologische Strategie der immergrünen Kiefern, eine sogenannte „Allzeit bereit-Strategie": die Immergrünen können die günstigen Momente der ansonsten schlechten Jahreszeit jederzeit nutzen (über Strategietypen von Waldbäumen siehe auch ROTH 1979, LEUTHOLD 1980, EICHBERGER & HEISELMAYER 1995).
Erika-Kiefernwälder sind im Bundesland Salzburg und den angrenzenden Teilen mit Ausnahme des Lungaus ausschließlich auf Dolomitgestein und Hartkalke beschränkt (Anstehendes bzw. Hangschutt); sie sind meist als extrazonale Vegetation einzustufen. Im oberen Ennstal, dem Grenzbereich zwischen Salzburg und Steiermark stocken ausgedehnte Kiefernwälder über den Gesteinen des Mandlingzuges. Diese Wälder zeigen eine massive Dominanz von Rotkiefer und Schneeheide und bieten außerdem die Möglichkeit zur Erfassung von Primärstadien solcher Wälder.

Daher wurden diese Wälder im Hinblick auf folgende Fragestellungen untersucht:

* Erfassung des Aufbaues und der Struktur der Wälder
* Die pflanzensoziologische Stellung der Bestände
* Sind Indizien vorhanden, die eine Einstufung als Reliktwälder ermöglichen?
* Welche ökologischen Parameter führen zur Ausbildung solcher Wälder?
* Kann eine Waldentwicklungsdynamik beobachtet werden?

Methoden

Die Erfassung der Wälder erfolgte nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (BRAUN-BLANQUET 1964, DIERSCHKE 1994). Die einzelnen Pflanzenarten wurden zu Artengruppen zusammengefaßt. Gesondert wurden die Charakterarten der einzelnen Rangstufen angegeben und mit den Artengruppen verglichen. Diese Charakterarten führen zu einer ersten Einstufung der einzelnen erkannten Gesellschaften.
Bei der Abgrenzung kleinerer pflanzensoziologischer Einheiten als Subassoziationen werden „Varianten" und „Ausbildungen" beschrieben. In Übereinstimmung mit DIERSCHKE (1994) ist weniger die Rangstellung solcher Einheiten im pflanzensoziologischen System wichtig, als viel mehr der ökologische Faktor, welcher zu ihrer Auftrennung führte (geographische Lage, Höhe, Wasserversorgung, Basenhaushalt, Bodenentwicklung u.s.w.).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Benennung der Moose richtet sich nach FRAHM & FREY (1992), jene der Flechten nach WIRTH (1995). Die wissenschaftliche Nomenklatur der Pflanzenarten folgt EHRENDORFER (1973), aus WITTMANN et al. (1987) werden die deutschen Namen verwendet.

Das Untersuchungsgebiet: Klima, Geologie, Boden, potentielle Vegetation

Das Untersuchungsgebiet liegt im Einzugsgebiet der Enns mit dem Forstaubach, einem von Süden her kommenden Seitenbach. Das west-ost-orientierte obere Ennstal liegt in ca. 800 msm und trennt die Grauwackenzone von den Niederen Tauern. Die Berge beiderseits des Tales erreichen Höhen bis knapp über 1500 msm, vom Ennstal weiter entfernte Bergzüge überschreiten sogar 2000 msm. Der nördliche Teil des Untersuchungsgebietes liegt zwischen den Orten Gleiming und Mandling, knapp östlich der Landesgrenze bereits auf Steirischem Gebiet (Aufnahmen 18-34). Die Waldbestände stocken auf einem Südhang von knapp über 800 msm bis in den Oberhangbereich des Saumerberges in ca. 1100 msm. Das zweite Vorkommen liegt nördlich des Forstaubaches an einem Südhang wiederum nahe der Landesgrenze, jedoch auf Salzburger Gebiet; es befindet sich knapp östlich von Unterstein (in Richtung des südwestlichen Kammes des Scheiblingpalfen) zwischen 900 msm und 1100 msm (vgl. Abb. 1). Beide Hänge besitzen eine Neigung von 20-40°.

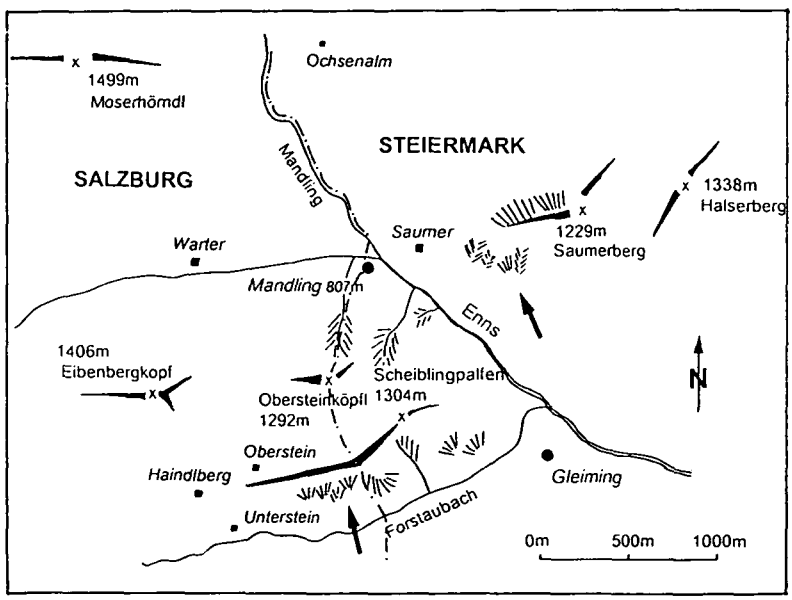

Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes im Oberen Ennstal (Orig.).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Klima

Das Untersuchungsgebiet liegt im Übergangsbereich von subozeanischem zu subkontinentalem Klima. Nach GAMS (1931, 1932) wird hier eine hygrische Kontinentalität (Abnahme der Niederschlagsmenge mit zunehmender Entfernung vom Alpenrand bei vergleichbarer Höhenlage) von 30-40 % erreicht (die Vergleichswerte liegen am Nordrand der Salzburger Alpen bei 10-20 %: subozeanisch; im Lungau bei 50-60 %: subkontinental).
Nahegelegene Orte mit meteorologischen Meßdaten sind Radstadt und Schladming. Radstadt weist eine Jahresmitteltemperatur (1901-1980) von 6,0°C auf bei einem Jännermittel von -4,5°C und einem Julimittel von 15,7°C. Die Niederschläge betragen 1098 mm mit einem Maximum im Sommer (157 mm im Juli) und einem Minimum im Herbst und im Frühjahr (65 mm im November, 58 mm im März; HYDROGRAPHISCHER DIENST 1983). WALTER & LIETH (1960-67) ermitteln einen jährlichen Niederschlag von 1077 mm (siehe Abb. 2).
Nach WALTER & LIETH (1960-67) und REHDER (1965) ist das Untersuchungsgebiet der Klimastufe VI(X)2 (mitteleuropäisch-montan, mäßig kontinental, inneralpin) zuzuordnen.

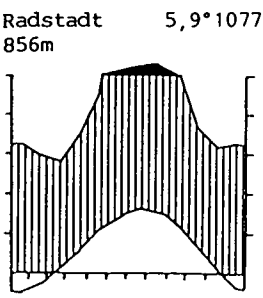

Abb. 2: Klimadiagramm von Radstadt (nach WALTER & LIETH 1960-67, verändert).

Geologie, Boden

Der Mandlingzug, ein isolierter Schubspan der Kalkalpen ist in die Grauwackenzone eingelagert. Er stellt einen Teil der kalkalpinen Trias dar, zweigt nahe Schladming vom Südrand der Nördlichen Kalkalpen ab und erreicht, Richtung westsüdwest verlaufend, über Mandling, Radstadt und Altenmarkt das Obristköpfl nördlich von Wagrein (TOLLMANN 1977). Nach TRAUTH (1925, 1927) bestehen die Gesteine des Mandlingzuges aus geringmächtigen Werfener Schichten (Sandstein) und Gutensteiner Kalken; aus ca. 700 m mächtigem Ramsau- und Dachsteindolomit sowie aus etwa 300 m Dachsteinkalk. Diese mächtigen triassischen Dolomitschichten bilden den geologischen Untergrund der Kiefernwälder im Untersuchungsgebiet. Nach FLÜGEL & NEUBAUER (1984) stellt der Ramsaudolomit den Hauptanteil am Dolomit

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

des Mandlingzuges; es handelt sich um einen sehr reinen Dolomit mit nur unwesentlichen tonigen und bituminösen Beimischungen.
Die besonderen Eigenschaften des Dolomitgesteins - v.a. die starke physikalische Verwitterung - führen zur Ausformung sehr steiler Hangbereiche mit ausgeprägt grusiger Verwitterung und großen Schuttablagerungen am Hangfuß. In steilen Hangbereichen, wo die Erosion überwiegt, kommt es zur Ausbildung eines ausgeprägten Rachelgeländes mit Erosionsrinnen und übrigbleibenden Rücken, wo kaum noch Bodenbildungsprozesse stattfinden können.
Als Böden treten im Untersuchungsgebiet meist Moderrendzinen auf, wobei häufig der oberste Teil des A-Horizontes eine Basenverarmung infolge einer Karbonatausschwemmung (hohe Niederschläge!) aufweist. Auf den steilen Erosionsrinnen kann sich lediglich eine flachgründige Protorendzina bis Rendzina entwickeln, stellenweise ist fast gar keine Bodenbildung vorhanden (Bodentyp: Syrosem; vgl. KUBIENA 1953, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1989).

Die zonale Vegetation im Untersuchungsgebiet

Nach WAGNER (1971, 1985) entspricht der zonalen Vegetation der Zwischenalpen über silikatischem Untergrund ein Fichten-Tannenwald, über kalkreichem Gestein (z.B. am Dachstein-Südabfall) ein montaner Tannen-Buchenwald. MAYER (1974) zählt diese Wälder der Zwischenalpen zum „Abietetum". Auch nach REHDER (1965) lassen sich die Wälder dieser Klimazone zum sogenannten „Abietetum" zuordnen (REHDER 1965, WITTMANN et al. 1987). Die Kiefernwälder müssen als extrazonaler Vegetationstyp aufgefaßt werden.

Ergebnisse

Schwierigkeiten bei der Artbestimmung bereiteten die regelmäßig vorkommenden vegetativen Blattrosetten und die kümmernden Exemplare der Gattung *Hieracium* (in der Vegetationstabelle als „*Hieracium* sp." zusammengefaßt); es dürfte sich dabei vor allem um die beiden Arten *Hieracium bifidum* und *Hieracium sylvaticum* handeln. *Hieracium sylvaticum* konnte nirgends in den Aufnahmeflächen blühend und damit eindeutig bestimmbar aufgefunden werden. Das Wald-Habichtskraut kommt aber in den untersuchten Rotkiefernbeständen sicherlich vor.
Um Mandling fehlt die ansonsten in den Erika-Kiefernwälder Salzburgs nicht seltene „*Molinia arundinacea*". Da die systematische Stellung der Kleinart aus dem Aggregat *Molinia caerulea* s.l. unterschiedlich gebraucht werden, verwenden wir in der Diskussion durchgehend den Namen *Molinia caerulea* agg.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1. Ökologische und Soziologische Artengruppen

Im folgenden sollen die auf rein soziologischem Wege gefundenen Artengruppen bezüglich ihrer pflanzensoziologischen, aber auch ökologischen Wertigkeit kurz betrachtet werden.
Die pflanzensoziologischen Angaben beziehen sich auf das System in den „Süddeutschen Pflanzengesellschaften" von OBERDORFER (1992). Aus OBERDORFER's „Pflanzensoziologischer Exkursionsflora" (1994) bzw. von ELLENBERG et al. (1991) stammen die ökologischen Angaben.

Erica herbacea-Artengruppe

Erica herbacea, Polygala chamaebuxus, Sesleria varia;

Alle drei zu dieser Gruppe zählenden Arten zeichnen sich durch ein hochstetes Vorkommen innerhalb des gesamten Aufnahmematerials aus. *Erica herbacea*, namensgebende Differentialart der Assoziation Erico-Pinetum sylvestris, ist daneben ebenso Ordnungscharakterart der Schneeheide-Kiefernwälder wie *Polygala chamaebuxus*. *Sesleria varia* weist eine weite Standortamplitude auf, sie kommt von alpinen Steinrasen über lichte Kiefern- und Buchenwälder bis hin zu praealpinen Trocken- und Kalkmagerwiesen und sogar in Kalkanmooren vor.
Sämtliche Arten sind Halbschatten- bis Lichtpflanzen; bezüglich der Wasserversorgung vertragen sie mäßige Trockenheit, am wenigsten *Sesleria varia*. Alle Pflanzen besiedeln deutlich basenreiche bis stark kalkhaltige Böden (auch Steinböden).

Calamagrostis varia-Artengruppe

Calamagrostis varia, Hieracium bifidum, Epipactis helleborine, Melampyrum pratense, Pleurozium schreberi, Carex alba, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea, Goodyera repens, Gymnadenia odoratissima, Campanula cochleariifolia, Thymus praecox, Platanthera bifolia;

Die Elemente dieser großen Artengruppe weisen gegenüber der vorigen eine Stetigkeit zwischen 60 % und fast 90 % in den Probeflächen um Mandling auf (Stetigkeitsklasse III-V), lediglich *Platanthera bifolia* kommt nur in 13 Aufnahmeflächen vor (Stetigkeitsklasse II). *Calamagrostis varia*, *Carex alba* und *Gymnadenia odoratissima* sind Verbandscharakterarten des Erico-Pinion. Die beiden *Vaccinien* - sie besiedeln nährstoff- und basenarme Böden - erreichen ihr Optimum in der Ordnung Piceetalia (Ordnungscharakterarten) und der Assoziation Erico-Rhododendretum (Differenzialarten). Im Erico-Pinetum sylvestris fungieren sie als Differentialarten einer Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus*. *Epipactis helleborine* erreicht ihren Verbreitungsschwerpunkt in milden bis warmen Buchenwäldern (Fagetalia-Ordnungscharakterart).
Der Säure- und Verhagerungszeiger *Melampyrum pratense* bevorzugt saures Substrat (z.B. Moderhumuspakete über sonst kalkhaltigem Gestein). Mit Ausnahme der beiden Beeren und von *Pleurozium schreberi* bevorzugen alle übrigen Arten basenreiches bis

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

kalkhaltiges Substrat (oder direkt Steinböden) bei mehr trockenen (*Carex alba*, *Thymus praecox*), wechselfeuchten (*Calamagrostis varia*, *Gymnadenia odoratissima*) bis ausgeglichenen (*Hieracium bifidum*, *Epipactis helleborine*, *Melampyrum pratense*, *Campanula cochleariifolia*, *Platanthera bifolia*) Wasserverhältnissen.

***Hylocomium splendens*-Artengruppe**

Hylocomium splendens, Dicranum polysetum, Tortella tortuosa, Euphrasia salisburgensis, Leontodon hispidus, Melampyrum sylvaticum;

Die Pflanzen in der *Hylocomium splendens*-Artengruppe erreichen im vorliegenden Aufnahmematerial nur noch die Stetigkeitsklasse III (41-60 %). Die Hälfte der Arten besiedelt basenreiches (*Platanthera bifolia*, *Leontodon hispidus*) oder gar kalkhaltiges Substrat (*Euprasia salisburgensis*, *Tortella tortuosa*); der Rest bevorzugt basenarme Böden mit der Humusform Moder. Ausgesprochen lichtliebend ist *Leontodon hispidus*.

Der Salzburger Augentrost erreicht sein Optimum in den Blaugras-Horstseggenrasen (Seslerietalia-Ordnungscharakterart). Mit *Melampyrum sylvaticum* steht eine Charakterart der Ordnung Piceetealia in der Artengruppe; außerdem zählt *Dicranum polysetum* als Charakter- und Differentialart des Verbandes Dicrano-Pinion zu den Fichtenwäldern im engeren Sinne.

Rhododendron hirsutum*, *Phyteuma orbiculare* und *Aster bellidiastrum

Gemeinsam ist den drei Licht- bis Halbschattenpflanzen eine Vorliebe für basenreiches bis kalkreiches Substrat. Die ersten beiden sind zudem ausgesprochene Moderhumuspflanzen. Die Behaarte Alpenrose, Charakterart des Erika-Alpenrosengebüsches Erico-Rhododendretum hirsuti, verbindet die hier besprochene Artengruppe mit der *Homogyne alpina*-Gruppe. Dagegen handelt es sich bei *Phyteuma orbiculare* um eine Seslerietalia-Ordnungscharakterart; auch *Aster bellidiastrum* tritt gerne in Blaugrasrasen auf (beide Arten kommen daneben in Kalkanmooren vor).

***Homogyne alpina*-Artengruppe**

Homogyne alpina, Bazzania trilobata, Calluna vulgaris, Maianthemum bifolium, Oxalis acetosella, Orthilia secunda, Dicranodontium denudatum, Cladonia digitata, Prenanthes purpurea;

In der *Homogyne alpina*-Gruppe finden sich ausschließlich Arten - Gefäßpflanzen wie Kryptogamen -, die mäßig bis stark saure Böden mit ausgeglichener Wasserversorgung besiedeln. Sie sind meist typische Fichtenwaldpflanzen oder kommen zumindest in Fichtenwäldern häufig vor. So ist der Alpenlattich *Homogyne alpina* Verbandscharakterart des Piceion (daneben auch noch Differentialart der Legföhrengebüsche Erico-Rhododendretum hirsuti), *Orthilia secunda* sogar eine Piceetalia-Ordnungscharakterart. Der Hasenlattich kommt aus den Buchenwäldern (Fagion-Verbandscharakterart).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Gefäßpflanzen dieser Artengruppe bevorzugen Halbschatten bis Schatten und die Humusform Mull; die stärker lichtliebende Art *Calluna vulgaris* besiedelt in der Regel Rohhumusböden. Zu den Gefäßpflanzen gesellen sich durchwegs säureliebende Moose wie *Bazzania trilobata* (namensgebende Art eines Bazzanio-Piceetums im Piceion), *Dicranodontium denudatum*, sowie die weit verbreitete Flechte *Cladonia digitata*.

***Teucrium montanum*-Artengruppe**

Teucrium montanum, Hieracium bupleuroides, Biscutella laevigata, Epipactis artrorubens, Thesium alpinum, Anthericum ramosum, Leontodon incanus;

In der ökologisch recht einheitlichen Gruppe finden sich wärme-, licht- und trockenheitsliebende Pflanzen, die basenreiches, meist sogar kalkhaltiges, felsig-steiniges Substrat bevorzugen. Lediglich *Thesium alpinum* - wie *Biscutella laevigata* eine Seslerietalia-Ordnungscharakterart - braucht eine bessere Wasserversorgung. Mit *Leontodon incanus* und *Epipactis artropurpurea* finden sich zwei Erico-Pinion Verbandscharakterarten in der *Teucrium montanum*-Gruppe. *Anthericum ramosum* tritt bis in das Mesobromion hinein auf, *Leontodon incanus* bis in das Xerobromion; *Teucrium montanum* wird sogar als Xerobromion-Verbandscharakterart bezeichnet.
Die gesamte Artengruppe ist bei Mandling mit hoher Stetigkeit im Erico-Pinetum typicum vertreten, in der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* kommen die Arten dieser Gruppe nur vereinzelt vor.

***Hieracium staticifolium*-Artengruppe**

Hieracium staticifolium, Cladonia rangiferina, Galium anisophyllum, Helleborus niger;

Nur Stetigkeiten von 20-30 % erreicht die *Hieracium staticifolium*-Gruppe im vorliegenden Datenmaterial innerhalb der Subassoziation Erico-Pinetum sylvestris typicum, sie fehlt dagegen wie die zuvor besprochene Artengruppe in der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* fast völlig. Sämtliche Arten bevorzugen wiederum kalkhaltiges Substrat, zum Teil auch steinige Bereiche. *Cladonia rangiferina*, eine Rentierflechte, und *Helleborus niger* ertragen weniger Trockenheit. Die Schneerose hat ihren Schwerpunkt in montanen Buchenwäldern, reicht aber bis ins Erico-Pinetum sylvestris; sie ist die einzige typische Waldpflanze der Gruppe.
Die Seslerietalia-Ordnungscharakterart *Galium anisophyllum* ist ein ausgesprochener Pionier auf steinig-felsigen Rohböden und Steinschuttböden.

***Globularia cordifolia*-Artengruppe**

Globularia cordifolia, Buphthalmum salicifolium, Carex ornithopoda, Carex humilis, Silene vulgaris ssp. *glareosa;*

Diese Artengruppe, nur im Erico-Pinetum sylvestris typicum mit Ausnahme der Typischen Variante verbreitet, ist bezüglich ihrer Ökologie recht einheitlich: alle

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Pflanzen sind deutlich wäme- und lichtliebend und bevorzugen kalkhaltiges Substrat. *Carex humilis* bewächst meist steinig-felsige, initiale Böden, *Silene vulgaris* ssp. *glareosa* und *Globularia cordifolia*, eine weitere Seslerietalia-Ordnungscharakterart, Steinschuttböden; *Buphthalmum salicifolium* und *Carex ornithopoda* besiedeln auch tiefergründige Böden, letztere Art besitzt ihren Verbreitungsschwerpunkt in Erico-Pinion-Gesellschaften, sowie im Carici-Fagetum.

***Vincetoxicum hirundinaria*-Artengruppe**
Vincetoxicum hirundinaria, Dryas octopetala, Athamanta cretensis, Potentilla caulescens;

Noch deutlicher als jene der zuletzt besprochenen Artengruppe besiedeln die Elemente der *Vincetoxicum hirundinaria*-Gruppe lichte, sonnige Felsspalten (*Potentilla caulescens* und auch *Athamantha cretensis*) bzw. humus- und feinerdearme Fels- und Steinschuttböden; alle sind an eine vorübergehende Austrocknung angepaßt (weitreichendes Wurzelwerk u.ä.). *Dryas octopetala*, ein Pionier auf ruhenden Steinschuttböden, wird von SEIBERT (1992) als Differentialart des Erico-Pinetum sylverstris typicum angeführt. Wie schon in der *Globularia cordifolia*-Gruppe finden sich auch in der *Vincetoxicum hirundinaria*-Artengruppe keine typischen Waldelemente.

2. Pflanzengesellschaften

Klasse Erico-Pinetea Horvat 59
Ordnung Erico-Pinetalia Horvat 59
Verband Erico-Pinion Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 39
Assoziation Erico-Pinetum sylvestris Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 39

SEIBERT faßt in den „Süddeutschen Pflanzengesellschaften" (OBERDORFER 1992) die Schneeheide-Kiefernwälder gemeinsam mit den Alpenrosen-Legföhrengebüschen zu einem Verband Erico-Pinion innerhalb der Klasse Erico-Pinetea zusammen. Diese Klasse besitzt nur eine Ordnung Erico-Pinetalia und eben einen Verband Erico-Pinion, der weiter in sechs Assoziationen aufgetrennt wird. Neben dem Alpenrosen-Legföhrengebüsch Erico-Rhododendretum hirsuti stehen fünf Assoziationen mit *Pinus sylvestris*.
Die untersuchten Bestände um Mandling lassen sich klar zur 2. Assoziation Erico-Pinetum sylvestris bei SEIBERT (1992) einordenen. Diese Pflanzengesellschaft umfaßt Kiefernwälder mit *Pinus sylvestris*, bei welchen die Schneeheide in der Krautschicht hochstet auftritt.
Die einzige Assoziationscharakterart des Gebietes, *Erica herbacea*, ist in allen unseren Aufnahmen vorhanden; nur einmal erreicht sie lediglich den Deckungswert „2", sonst immer die sehr hohen Werte „3" - „5". Von den Verbands- und Ordnungscharakterarten kommen *Polygala chamaebuxus* (Stetigkeitsklasse V), *Carex alba* (IV),

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Gymnadenia odoratissima (III), *Leontodon incanus* (II) und *Epipactis artrorubens* (II) regelmäßig um Mandling vor, die beiden letzten nur im Erico-Pinetum typicum. *Aquilegia atrata* tritt nur in den Salzburger Kalkhochalpen auf (Tennen- und Hagengebirge, Hochkönig), während der wärmeliebende Amethyst-Schwingel *Festuca amethystina*[1] sein nächstes Vorkommen im Bereich des Gosaukammes aufweist.

Die Assoziation Erico-Pinetum sylvestris kann in zwei klar getrennte Untereinheiten geschieden werden: in eine Nordalpenrasse ohne Trennarten und eine Alpenvorlandrasse mit *Thesium rostratum*, *Dorycnium germanicum* u.a.. Die sogenannte Alpenvorlandrasse ist in ihrer Verbreitung auf die Auen der von den Alpen her kommenden größeren Flüsse beschränkt (Erika-Kiefernwälder über Kalk- und Dolomitschottern). Die hier betrachteten Bestände können eindeutig der Nordalpenrasse ohne Trennarten zugeordntet werden, denn es fehlen neben *Thesium rostratum* und *Dorycnium germanicum* auch die weiteren Differentialarten der Alpenvorlandrasse wie *Rhamnus saxatilis* und *Cytisus ratisbonensis* im Gebiet völlig.

Aufgrund des vorhandenen Datenmaterials konnte SEIBERT (1992) die Nordalpenrasse ohne Trennarten - vorläufig, wie er selbst schreibt - in drei kleinere Einheiten gliedern (siehe Abb. 3):

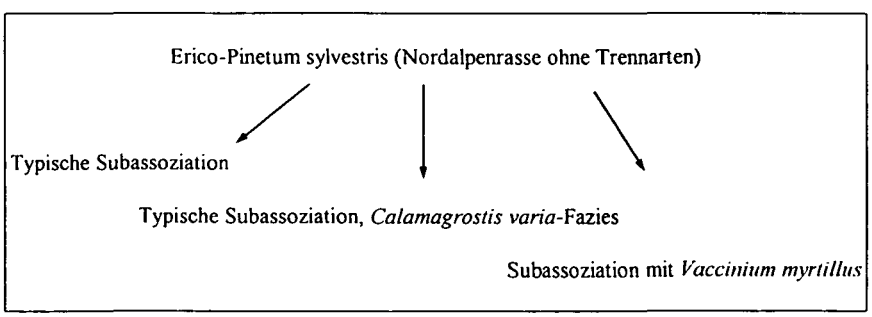

Abb. 3: Untergliederung des Erico-Pinetum sylvestris (Alpenvorlandrasse ohne Trennarten) nach SEIBERT (1992).

Die Zuordnung der Erika-Kiefernwälder um Mandling zu den in Abb. 3 aufgeführten pflanzensoziologischen Einheiten bringt Schwierigkeiten mit sich. Recht problemlos wurde ein Großteil der Bestände der Typischen Subassoziation und der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* im System von SEIBERT (1992) zugezählt; sie werden im folgenden beschrieben.

Die Aufnahmen 24-30 bilden dagegen eine Sonderstellung: sie vermitteln zwischen dem Erico-Pinetum vaccinietosum myrtillis und der Klasse Vaccinio-Piceetea mit

[1] Der Amethyst-Schwingel findet sich bei SEIBERT (1992) zudem nur in den Aufnahmen der Alpenvorlandrasse des Erico-Pinetum sylvestris mit *Thesium rostratum*, s.u..

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Elementen der Latschenbestände und des Kalk-Alpenrosengebüsches Erico-Rhododendretum hirsuti. Diese Gruppe wird erst zum Schluß diskutiert.

Erico-Pinetum sylvestris (Alpenvorlandrasse ohne Trennarten) - Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* (Erico-Pinetum sylvestris vaccinietosum myrtillis; Aufnahmen 11 bis 8)

THUM beschrieb 1980 eine Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* über Jungschutt, die jedoch nur im Namen mit jener von SEIBERT (1992) übereinstimmt.
SEIBERT (1992) trennt in den „Süddeutschen Pflanzengesellschaften" (OBERDORFER 1992) die Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* klar von der Typischen Subassoziation. Charakteristisch für erstere ist die hohe Stetigkeit der beiden Differentialarten *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis-idaea*. Obwohl diese Subassoziation bei SEIBERT (1992) nur durch 2 Aufnahmen aus den Ammergauer Bergen (FELDNER 1981, Tabelle 12) dokumentiert ist, läßt sie sich auch bei Mandling nachweisen: beide Beeren-Arten treten nämlich in der Typischen Subassoziation deutlich seltener auf und fehlen in 40-60 % der Aufnahmen sogar völlig.
Die zwei Verbandscharakterarten *Carex alba* und *Epipactis artrorubens* verhalten sich im Untersuchungsgebiet dagegen anders als bei SEIBERT (1992): erstere ist bei den Beständen von Mandling in der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* sogar häufiger (Stetigkeitsklasse V) als im Erico-Pinetum sylvestris typicum (III); letztere zeigt ein allgemein selteneres Vorkommen als bei SEIBERT (1992).
Die Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* beschreibt SEIBERT (1992) vor allem aus schattigeren, etwas weniger steilen Lagen; auch fände gegenüber der Typischen Subassoziation eine stärkere Humusbildung statt. Solche Beobachtungen konnten auch auf den Probeflächen um Mandling gemacht werden. Übereinstimmend mit SEIBERT (1992) fehlen der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* wärme-, licht- und trockenheitsliebende Arten, sowie Pflanzen die bevorzugt steinige oder felsige Böden besiedeln. Im Untersuchungsgebiet um Mandling wurzeln vermehrt Säurezeiger im Roh- und Moderhumus, allerdings deutlich weniger Arten als bei SEIBERT (1992).
In den zum Erico-Pinetum sylvestris vaccinietosum myrtillis zählenden Aufnahmen - sie stammen großteils vom Saumerberg - treten nur die Arten der *Erica herbacea*- und *Calamagrostis varia*-Artengruppe regelmäßig auf. Die zwischen 880 msm und 1100 msm hoch gelegenen und mehrheitlich südexponierten Bestände zeigen bei hoher Gesamtdeckung einen durchwegs nur lichten bis lockeren Kronenschluß (40-60 % in der ersten Baumschicht). Es dominiert die Rotföhre, daneben wächst regelmäßig die Fichte; die Bäume werden etwas höher als am Scheiblingspalfen (über 20 m). Die zweite Baumschicht und die Strauchschicht ist jeweils nur schwach entwickelt: hier treten zu *Pinus sylvestris* und *Picea abies* nur noch *Juniperus communis*, sowie vereinzelt *Berberis vulgaris* und *Amelanchier ovalis*. Neben der sehr hoch deckenden Krautschicht ist in über 70 % der Aufnahmeflächen eine dichte Moosschicht vorhanden.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Zahl der beteiligten Pflanzenarten ist mit 17 bis 33 Arten (einmal 42 Arten) recht gering. Die Aufnahme 11 zeigt hierbei einen besonders verarmten Bestand: neben dem Moos *Tortella tortuosa* konnten nur 13 Gefäßpflanzenarten auf einer Fläche von etwa 500 m^2 festgestellt werden; es wird allerdings fast die gesamte Bodenfläche von der Schneeheide bedeckt.
Auch in allen anderen Probeflächen erreicht *Erica herbacea* mindestens den Deckungswert „4"! Daneben weisen nur noch vier Pflanzenarten höhere Deckungswerte auf: in der ersten Baumschicht *Pinus sylvestris* (in der Strauchschicht *Juniperus communis* nur in der Fläche 4), sowie die Moose *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* und *Dicranum polysetum*. Vereinzelt kann die Preiselbeere in größerer Menge in der Krautschicht auftreten.

Erico-Pinetum sylvestris vaccinietosum myrtillis - Typische Variante, Variante mit *Hylocomium splendens*

Neben einer Typischen Variante (Aufnahmen 11-23) ohne weitere Trennarten zeigen die Aufnahmen 20, 22, 4 und 8 ein starkes Vorkommen der *Hylocomium splendens*-Artengruppe. Diese Variante mit *Hylocomium splendens* und *Dicranum polysetum* ist mit 31 bis 42 Pflanzenarten pro Aufnahme deutlich artenreicher als die Typische Variante.
Die dichte Moosschicht (50-80 %) wird vor allem von *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum polysetum* und *Dicranum scoparium* gebildet. Einer etwas weniger dichten Baumschicht steht eine höher deckende Strauchschicht gegenüber: in Aufnahme 4 kommt auch die Latsche vor, die Sträucher erreichen dort sogar eine Deckung von 50 %.
Die *Hylocomium splendens*-Variante kann also im Vergleich zur Typischen als artenärmere und v.a. moosreichere Variante bezeichnet werden. Auffallende ökologische Unterschiede bestehen zwischen den beiden Varianten nicht, denn auch die trennende *Hylocomium splendens*-Artengruppe ist in sich sehr heterogen (z.B. bezüglich der Wasser- und Basenversorgung).

Erico-Pinetum sylvestris (Alpenvorlandrasse ohne Trennarten) - Typische Subassoziation (Erico-Pinetum sylvestris typicum; Aufnahmen 1 bis 33)

Ein Erico-Pinetum typicum stockt nach SEIBERT (1992) über trockenen, flachgründigen Kalk- und Dolomithängen auf wenig entwickelten, modrigen Rendzinen.
Calamagrostis varia erreicht im vorliegenden Aufnahmematerial eine hohe Stetigkeit. Die Aufnahmen können aber eindeutig zur Typischen Subassoziation und nicht zu einer *Calamagrostis varia*-Fazies dieser soziologischen Einheit gestellt werden. SEIBERT (1992) erklärt, bei vermehrtem Tonanteil des Kalkgesteins näme der Graswuchs zu, und somit gingen die Deckungswerte von *Erica herbacea* auf Kosten von *Calamagrostis varia* stark zurück. Es findet sich das Kalk-Reitgras zwar bei Mandling regelmäßig in den Rotkiefernbeständen, jedoch nie mit höheren Deckungs-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

werten (bei einer *Calamagrostis varia*-Fazies müßte das Reitgras Deckungswerte zwischen „4" und „5" erreichen, hier jedoch liegen die Werte zwischen „1" und „2").
Die beiden Beeren-Arten erreichen nur noch die Stetigkeitsklasse II (*Vaccinium myrtillus*) bzw. III (*Vaccinium vitis-idaea*); besonders die Preiselbeere ist deutlich häufiger als im Aufnahmematerial von SEIBERT (1992).
Ähnlich wie bei SEIBERT (1992) verhält sich die Verbandscharakterart *Epipactis artropurpurea* (Stetigkeit etwa 70 %), dagegen zeigt die andere Verbandscharakterart *Carex alba* ein deutlich abweichendes Verhalten: erstens erreicht sie in der Typischen Subassoziation nur die Stetigkeitsklasse III, und zweitens ist sie in der Typischen Subassoziation grundsätzlich schwächer vertreten als in der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* (sie sollte nach SEIBERT 1992 aber häufiger sein).
Es handelt sich bei den zur Typischen Subassoziation zählenden Kiefernwäldern um steil geneigte, zwischen 900 msm und 1020 msm stockende und südost- bis südwest- (das heißt mehr oder weniger süd-) exponierte Bestände. Sie unterscheiden sich in diesen Werten nur wenig von der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus*.
Die aus *Pinus sylvestris* und daneben *Picea abies* zusammengesetzte erste Baumschicht ist weniger geschlossen und hochwüchsig als jene der zuletzt besprochenen Subassoziation; gelegentlich kann sich eine mehr oder weniger dichte zweite Baumschicht aus den beiden Baumarten ausbilden. Die Strauchschicht ist deutlich üppiger entwickelt als im Erico-Pinetum vaccinietosum myrtillis; regelmäßig finden sich in ihr *Pinus mugo*, *Juniperus communis*, *Amelanchier ovalis* und auch *Berberis vulgaris*, sowie *Sorbus aucuparia*. Nur selten erreicht die Krautschicht eine Deckung von 90 %, die dominante Schneeheide selbst weist zum Teil nur noch Werte zwischen 25 % und 50 % auf. Neu in der Krautschicht und durchgängig verbreitet ist die *Teucrium montanum*-Artengruppe, weniger stet kommen die *Hieracium staticifolium*-, *Globularia cordifolia*- und *Vincetoxicum hirundinaria*-Gruppe vor. Die meist gut entwickelte Moosschicht kann die Bodenoberfläche bis zu 80 % bedecken.
Zusammenfassend läßt sich sagen: Fast alle Aufnahmen der Typischen Subassoziation stammen vom Scheiblingpalfen, nur zwei konnten am Saumerberg erfaßt werden. Sämtliche Bestände der Typischen Subassoziation sind artenreicher als jene, die zur Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* zählen. So kommen die *Teucrium montanum*-, *Hieracium staticifolium*-, *Globularia cordifolia*- und *Vincetoxicum hirundinaria*-Artengruppe nur hier vor. In diesen Artengruppen sind viele trockenheits- und lichtliebende Arten zusammengefaßt, die kalkhaltiges und auch felsiges Substrat bevorzugen. Diese ökologischen Eigenschaften charakterisieren die Rotkiefern-Bestände des Erico-Pinetums typicum zutreffend. Der bestimmende ökologische Faktor zur Trennung der einzelnen Varianten ist der Reifegrad der Böden: von den Rohböden (Syroseme) der *Dryas octopetala*-Variante reicht die Bodenentwicklung bis zu den Rendzinen der Typischen Variante.

Erico-Pinetum typicum - Typische Variante

Die Waldbestände der Typischen Subassoziation lassen sich zu drei Varianten gruppieren. Die Aufnahmen 1 bis 34 weisen neben der hochsteten *Erica herbacea*-,

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Calamagrostis varia- und *Hylocomium splendens*-Gruppe, sowie der charakteristischen *Teucrium montanum*- und *Hieracium staticifolium*-Gruppe keine weiteren Trennartengruppen auf, sie werden daher als Typische Variante bezeichnet. Viele Arten bevorzugen wiederum steiniges bis felsiges, kalkhaltiges Substrat. Die mäßig steil inklinierten Bestände (im Durchschnitt 26°) weisen bei hoher Gesamtdeckung keine dichte erste Baumschicht auf (zusammengesetzt aus Rotkiefer, daneben vor allem Fichte). Die Strauchschicht mit der regelmäßig vorkommenden Latsche ist nur mäßig entwickelt (v.a. Wacholder, Felsenbirne und Berberitze). Eine Moosschicht ist besonders bei den Aufnahmeflächen 3 und 6 gut entwickelt und erreicht dort eine Deckung von 60 % bzw. 70 %.
Um einen Sonderfall handelt es sich bei Aufnahme 34 vom Saumerberg: der Bestand stellt ein jüngeres Sukzessionsstadium mit geringerer Gesamtdeckung dar; die erste Baumschicht ist noch wenig ausgebildet.

Erico-Pinetum typicum - Variante mit *Carex humilis* und *Globularia cordifolia*

Die sechs hier zusammengestellten Aufnahmen (13-14) unterscheiden sich von der zuletzt behandelten Variante durch eine etwas besserwüchsige zweite Baumschicht und eine dichtere Strauchschicht; in letzterer treten neben der Latsche dieselben Sträucher auf wie in der Typischen Variante. Erstmals sind Elemente der *Globularia cordifolia*-Artengruppe vertreten, regelmäßig die beiden namensgebenden Arten der Variante. Aber auch das Vorkommen von *Carex ornithopoda* und *Silene vulgaris* ssp. *glareosa* deutet darauf hin, daß es sich bei den Beständen um eine jüngere Entwicklungsstufe bzw. ein durch die Steilheit des Geländes bedingtes Dauerstadium handelt. Die skelettreichen und flachgründigen Rendzinen und Rohböden können sich nur wenig entwickeln: sie trocknen im Sommer stark aus, im Winter frieren sie häufig durch.
MAYER (1974) beschrieb für solche extremen Standorte eine eigene Assoziation, das Carici humilis-Pinetum, den Karbonat-Erdeseggen-Kiefernwald, mit der namensgebenden Segge *Carex humilis*.

Erico-Pinetum typicum - Variante mit *Dryas octopetala*

Die Aufnahmen 15, 17 und 33 können schon wegen ihrer auffallenden Artenarmut (15-25 Pflanzenarten) als eigene Gruppe zusammengestellt werden. Den sehr jungen, 20-30° geneigten, meist lichten Rotkiefern-Beständen auf Rohböden fehlt zur Gänze eine erste Baumschicht. Selbst die zweite, nur von *Pinus sylvestris* gebildete Baumschicht erreicht nur eine Deckung von 30-40 %, sodaß hier bereits die Grenze des eigentlichen Waldbestandes erreicht wird. Nur Rotkiefer und Wacholder bilden eine wenig entwickelte Strauchschicht; eine Moosschicht fehlt meist völlig, lediglich auf der Fläche 17 werden 40 % des steinigen Bodens von *Cladonia rangiferina* und *Tortella tortuosa* besiedelt. Die Krautschicht ist nur bei Aufnahme 15 besser

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ausgebildet (90 %). Sonst erreicht sie 40 % und 50 %, wobei die Schneeheide zum Teil nur noch den Deckungswert „3" aufweist. Viele Elemente der sonst hochstet verbreiteten Artengruppen - gerade auch beinahe die gesamte *Calamagrostis varia*-Gruppe - fehlen hier weitgehend, so zum Beispiel *Hieracium bifidum*, *Melampyrum pratense*, *Calamagrostis varia*, *Carex alba*, *Goodyera repens*, *Gymnadenia conopsea* und beide *Vaccinien*. Da auch fast keine Erico-Pinion-Verbandscharakterarten vorkommen, ist die Zugehörigkeit dieser Variante zum Erico-Pinetum sylvestris überhaupt fraglich.
Zu den vielen Zeigerpflanzen für felsig-steinige Böden oder Rohböden und den trockenheitsresistenten Arten kommen noch Felsspalten-besiedelnde Pflanzen wie *Athamanta cretensis* u.v.a. *Potentilla caulescens* hinzu. Es handelt sich bei der recht artenarmen Variante offenbar erneut um ein frühes Sukzessionsstadium eines Erika-Kiefernwaldes: Die Böden können sich nicht weiter entwickeln und werden teilweise sogar mit Dolomitgrus regelmäßig überschüttet; die Bäume bleiben niedrig.

Erico-Pinetum sylvestris, Gesellschaft mit *Rhododendron hirsutum* (Aufnahmen 24 bis 30)

Aufgrund der unsicheren systematischen Stellung der sechs Aufnahmen werden sie nur als „Gesellschaft" beschrieben. Wegen des geringen Datenmaterials und der bekannten „Inflation" an pflanzensoziologischen Einheiten beschränken wir uns auf das Beschreiben einer ranglosen „Gesellschaft"; ob es sich dabei eventuell um eine eigene Subassoziation handelt, müssen künftige größerräumige Untersuchungen zeigen.
Die besondere Stellung der 6 Aufnahmen kann schon an Hand eines auffälligen Faktors gezeigt werden. So sind die Bestände des Übergangsbereiches von allen übrigen bezüglich ihrer Exposition markant verschieden: Während die Rotkiefernbestände der Typischen- und der *Vaccinium myrtillus*-Subassoziation mehr oder weniger eine Südexposition aufweisen, sind die Kiefernwälder hier westlich (Aufnahme 24 und 27), meist sogar nordwestlich exponiert (Aufnahmen 26, 28, 29, 30); sie stammen alle vom Saumerberg. Weiters sind die Böden deutlich tiefgründiger (A-Horizont: 10-15 cm); es handelt sich bereits um Moderrendzinen mit fortgeschrittener Karbonatausschwemmung.
In der oft lückigen Baumschicht treten zur deutlich herrschenden Rotkiefer noch die Fichte, seltener auch die Lärche; in der Strauchschicht wächst mit Ausnahme der Fläche 29 stets die Latsche, dazu Wacholder. Die saure Humusauflage der Böden ermöglicht die Ansiedlung vieler acidophiler Elemente in der Krautschicht. Die Zahl der Kryptogamenarten ist auffallend hoch, wobei die Deckung der Mooschicht zwischen 20 % (Aufnahme 29) und maximal 50 % (Aufnahmen 28 und 30) schwankt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Von einer Typischen Ausbildung (Aufnahmen 24, 26, 27) mit *Phyteuma orbiculare* und *Aster bellidiastrum* kann eine mit *Calluna vulgaris* klar unterschieden werden; nur in letzterer tritt die *Homogyne alpina*-Artengruppe auf, deren Elemente auf einen ausgeglichenen Wasserhaushalt, aber auf bereits versauerte Böden hinweisen. Die zunehmende Versauerung des Bodens dürfte also hier den bestimmenden ökologische Faktor zur Trennung der beiden Ausbildungen darstellen.
Wie u.a. NIKLFELD (1979) und GREIMLER (1991) bemerken, kann die Assoziation Erico-Pinetum sylvestris mit den angrenzenden Vegetationstypen - zum Beispiel mit den Kalk-Alpenrosen- und Latschenbeständen oder mit der Klasse Vaccinio-Piceetea - vielfältige Vegetationskomplexe ausbilden (gerade in der Typische Ausbildung kommen vermehrt Piceetalia-Ordnungscharakterarten vor, siehe Abb. 4). Diese Erscheinung wurde schon von SCHMID (1936) deutlich erkannt. Gerade zwischen den Klassen Erico-Pinetea und Vaccinio-Piceetea gibt es zahlreiche Übergänge in Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens, wobei sich die Schneeheide dabei als recht säuretolerant erweist (ZIMMERMANN 1982, ELLENBERG 1986, 1996, ELLENBERG et al. 1991).

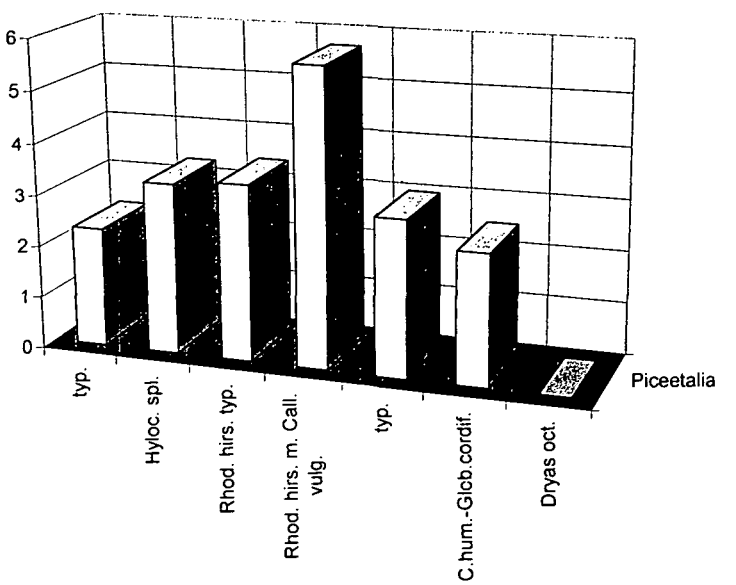

Abb. 4: Anzahl der Piceetalia-Ordnungscharakterarten der Erika-Kiefernwälder um Mandling. Die Reihenfolge der Gesellschaften entspricht jener der Tabelle (nur Varianten und Ausbildungen angegeben; Orig.).

Mehrfach wird in der Literatur (ELLENBERG 1986, 1996, STROBL 1989, HÖLZEL 1996a-c) die sekundäre Ausbreitung eines Erika-Kiefernwaldes anstatt potentiell noch möglicher anderer Schlußwaldgesellschaften beschrieben: bei einer stärkeren

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

anthropogenen Beeinflussung (Beweidung, Kahlschlag) wird die ohnehin nur langsam verlaufende Bodenentwicklung gestört und die Schneeheide kann massiv einwandern. Ebenso kann nach einem Kahlschlag von einem Rotkiefern-Überhälter aus eine rasche Besiedlung mit jungen Kiefern erfolgen, da das Bodenleben durch einen solchen Eingriff zusätzlich geschädigt wird. Es kann sich auch bei den von uns untersuchten Beständen um solche sekundäre Erika-Kiefernbestände handeln, denn in den weiter zurückreichenden Aufzeichnungen wird für die Bestände vom Saumerberg eine lange forstliche Nutzung (großflächige Kahlschläge) zur Holzkohlegewinnung belegt. Bei fortschreitender Pedogenese wäre hier als Klimaxgesellschaft ein Fichten-Tannen-Buchenwald zu erwarten.

Auffällig bei allen 6 Aufnahmen ist die scharfe Trennung gegen das Erico-Pinetum typicum: es fehlen die vier nur dort vertretenen Artengruppen, (*Teucrium montanum*-, *Hieracium staticifolium*-, *Globularia cordifolia*- und *Vincetoxicum hirundinaria*-Gruppe). Diese Tatsache verdeutlicht die Nähe der hier untersuchten Bestände zur *Vaccinium myrtillus*-Subassoziation.

Mit *Prenanthes purpurea* ist eine Charakterart des Verbandes Fagion, also eine Buchenwaldart, in der *Calluna vulgaris*-Ausbildung vertreten. *Homogyne alpina* und *Orthilia secunda*, Piceion- bzw. Piceetalia-Charakterarten, unterstreichen die Verwandtschaft zu den Fichtenwäldern. Es gibt auch eine Verbindung zur Assoziation Erico-Rhododendretum hirsuti (besonders die Aufnahmen 24, 26 und 27) und dabei zur Typischen Subassoziation ohne Trennarten (vergleiche SEIBERT 1992). Die einzige vorkommende Assoziationscharakterart des Kalk-Alpenrosengebüsches ist *Rhododendron hirsutum*, während *Rhodothamnus chamaecistus* um Mandling und *Daphne striata* sogar weiträumig fehlt. Fast vollständig vertreten sind die Differentialarten der Assoziation: *Pinus mugo*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vacinium myrtillus*, *Homogyne alpina*; es fehlen lediglich *Rosa pendulina* und *Sorbus chamaemespilus*.

Von ähnlichen Beständen, sogenannten „Moosreichen Schneeheide-Kiefernwäldern" berichtete MAYER (1974): auf Moder- und leichten Torfhumusauflagen wachsen vermehrt Moose und Säurezeiger. Dabei weisen die Böden eine geringere Austrocknungsneigung und ein allgemein weniger extremes Standortklima auf als solche des zentralen Erico-Pinetums; solche Beobachtungen treffen auch für die Erika-Kiefernwälder am Saumerberg zu.

Das Verhalten der „Charakterarten"

Grundsätzlich wurde die Tabelle nach dem Auftreten von statistisch relevanten Artengruppen geordnet. Anschließend wurden in einem zweiten Schritt die einzelnen Arten bezüglich ihrer soziologischen Qualität nach OBERDORFER (1992, 1994) charakterisiert (viele Elemente sind Charakterarten diverser Klassen, Ordnungen und Verbände). Recht eindrucksvoll ist z.B. das Verhalten der Arten der Kalkschuttfluren

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

(Thlaspietalia) und der Kalkfelsen (Potentilion caulescentis und Asplenion), die innerhalb der Typischen Subassoziation, und zwar in der Variante mit *Carex humilis* und *Globularia cordifolia*, sowie in jener mit *Dryas octopetala* am häufigsten vorkommen. Arten der Blaugrasrasen (Seslerietalia) sind in allen Typen vertreten, zeigen aber ihr Maximum ebenfalls in den mehr offenen und flachgründigen Lebensräumen, wo die Deckung der Kiefer bereits zurückgeht. Über die Verteilung der Piceetalia-Ordnungscharakterarten wurde schon berichtet (vgl. Abb. 4). Schließlich erreichen die Charakterarten des Verbandes Erico-Pinion in der Variante mit *Dryas octopetala* ihr Minimum: diese Variante markiert den Endpunkt von mehr oder weniger geschlossenen Kiefernwäldern (siehe Abb. 5).

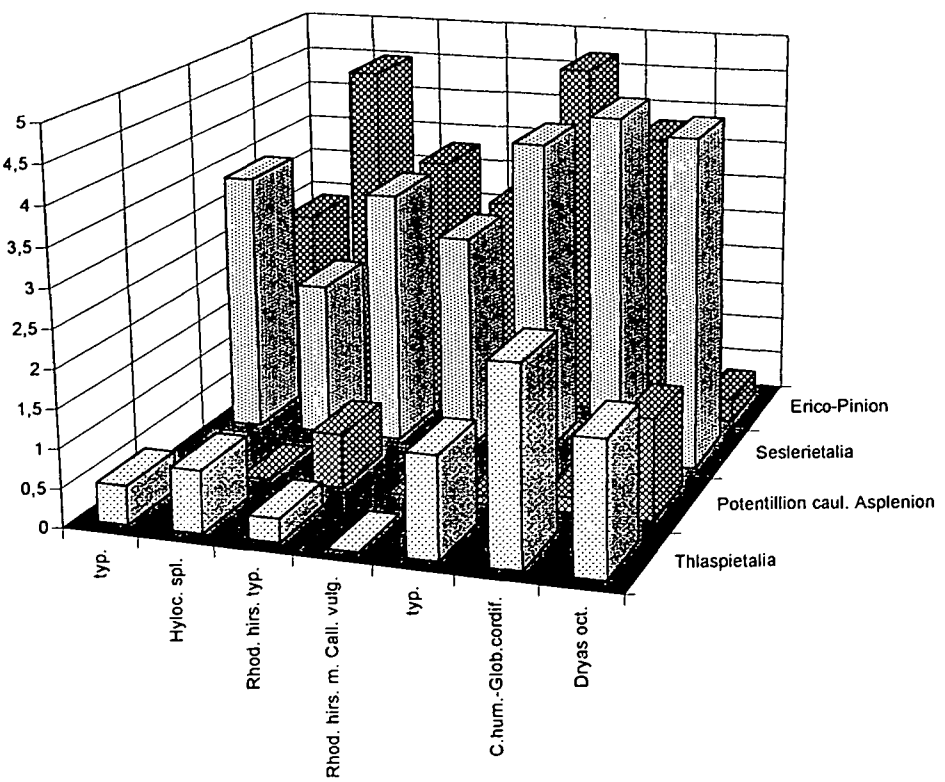

Abb. 5: Verhalten einzelner Charakterarten in den Kiefernbeständen um Mandling. Die Anordnung der Vegetationseinheiten auf der x-Achse erfolgt nach der Reihenfolge der Tabelle; dabei werden nur die Varianten bzw. Ausbildungen angeführt. Auf der y-Achse sind vier markante Ordnungen und Verbände angegeben. Die z-Achse bezeichnet die durchschnittliche Artenzahl der jeweiligen Vegetationseinheit (Orig.).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Diskussion

I. Erico-Pinetum sylvestris: bisherige Literatur und Vergleich mit den Waldbeständen bei Mandling

In den „Pflanzengesellschaften von Österreich" faßte WALLNÖFER (1993) innerhalb der Klasse Erico-Pinetea eine Ordnung Erico-Pinetalia mit drei Verbänden zusammen. Sie gesteht neben dem Erico-Pinion sylvestris noch dem Erico-Pinion mugo[2] (den Legföhrengebüschen) den Rang eines Verbandes zu. Als dritten führt sie den Verband Fraxino orni-Ostryion carpinifoliae, die sogenannten „illyrischen Föhrenwälder" (das sind Hopfenbuchen-Mannaeschen- sowie Mannaeschen-Schwarzkiefernwälder) als in die Ordnung Erico-Pinetalia gehörig an. Im System der Süddeutschen Pflanzengesellschaften (MÜLLER in OBERDORFER 1992) werden solche Wälder allerdings zu einer ganz anderen Klasse, nämlich zu den Querco-Fagetea geordnet.

Während also in den Süddeutschen Pflanzengesellschaften innerhalb der Ordnung Erico-Pinetalia nur Wälder gebildet von *Pinus sylvestris* bzw. in den Ostalpen *Pinus nigra* und in den Westalpen auch *Pinus uncinata* zusammengefaßt werden, nimmt WALLNÖFER (1993) noch Wälder mit *Pinus cembra* und *Larix decidua*, sowie *Fraxinus ornus* und *Ostrya carpinifolia* hinzu.

Der Verband Erico-Pinion sylvestris endlich umfaßt bei WALLNÖFER (1993) Rot- und Schwarzkiefernwälder in 7 Assoziationen auf kalkreichen Trockenhängen, sowie Schotterflächen mit meist flachgründigen Böden.

Die Klassen- und Ordnungscharakterarten stimmen bei SEIBERT (1992) und WALLNÖFER (1993) weitgehend überein.

Sie sind auch in den Rotkiefernwäldern um Mandling durchwegs vorhanden: *Pinus sylvestris* (BS), *Erica herbacea*, *Epipactis artrorubens*, *Goodyera repens*, *Gymnadenia odoratissima*, *Polygala chamaebuxus* u.a.. Von den Verbandscharakterarten finden sich neben *Erica herbacea*, *Gymnadenia odoratissima* und *Polygala chamaebuxus* nur noch *Carex ornithopoda* und *Leontodon incanus* um Mandling. Von den Trennarten gegen die Legföhrengebüsche sind nur *Berberis vulgaris* (SS) und *Anthericum ramosum* stet vorhanden.

Für die Assoziation Erico-Pinetum sylvestris gibt WALLNÖFER (1993) übereinstimmend mit SEIBERT (1992) als großräumige Kennart nur *Erica herbacea* selbst an; Trennarten der Assoziation führt sie keine auf, lediglich solche gegen ein Fraxino orni-Pinetum nigrae, von welchen nur *Platanthera bifolia* zum Teil bei Mandling vorkommt.

MAYER (1974, 1984) faßt unter „Kiefernwäldern des Alpenraumes" Bestände der Rotkiefer (*Pinus sylvestris*), der Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) und der Latsche (*Pinus*

---

[2] WALLNÖFER (1993) stellt zum Erico-Pinetum mugo auch die Lärchen- und Lärchen-Zirbenwälder. Dagegen befinden sich jene bei SEIBERT (1992) in der Klasse Vaccinio-Piceetea.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

mugo) zusammen. Dabei weist er mit den Assoziationen Erico-Pinetum, Carici humilis-Pinetum, Molinio-Pinetum und Dorycnio-Pinetum ähnliche Einheiten aus wie SEIBERT (1992); ihre Stellung und Hierarchie im pflanzensoziologischen System wird von MAYER (1974, 1984) allerdings nicht näher erläutert.

MAYER (1974) untergliedert den sogenannten „Alpinen Karbonat-Schneeheide-Kiefernwald" (Erico-Pinetum) aufgrund von Unterschieden in der Höhenlage und in der Wasserversorgung. Ein „Moosreicher Schneeheide-Kiefernwald" (Erico-Pinetum hylocomietosum; hochmontan) entspricht ungefähr der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* bei SEIBERT (1992), während ein Schneeheide-Kiefernwald mit Buntreitgras (Erico-Pinetum calamagrostietosum variae; montan) von MAYER (1974) mit SEIBERT's typischer Subassoziation vergleichbar ist.

Darüber hinaus beschäftigte sich MAYER (1974, 1984) auch mit Erika-Kiefernwäldern über Silikatgesteinen. Neben zahlreichen Moosen und acidophilen Zwergsträuchern dringen in solche Kiefernbestände regelmäßig Fichtenwaldelemente ein, wie überhaupt ein „... häufiger Kontakt zu fichtenreichen Schlußwäldern besteht" (MAYER, 1974, p. 202).

POTT (1995) stellt in die Klasse Erico-Pinetea Kiefernwälder i.w.S. („alpische und alpigene Waldgesellschaften mit Schwerpunkt auf trockenen Karbonatböden in den Alpen"; POTT, 1995, p. 499). Einem Verband Erico-Pinion (u.a. mit der Assoziation Erico-Pinetum sylvestris) steht der Verband Erico-Pinion mugi gegenüber; letzterer umfaßt azonale subalpine Latschengebüsche, sowie Spirken- und Bergkiefernwälder über Karbonatgestein mit dem Bodentyp Tangelrendzina.

Die von POTT (1995) angeführen Charakter- und Differenzialarten der Assoziation Erico-Pinetum sylvestris, sowie von Klasse, Verband und Ordnung sind weitgehend identisch mit jenen bei SEIBERT (1992).

Im 1996 erschienenen ersten Heft der „Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands" revidiert HÖLZEL (1996b) die Klasse Erico-Pinetea in Deutschland. Die Kiefernbestände bei Mandling müßten im System von HÖLZEL zur Assoziation Erico-Pinetum sylvestris, dem „Zentralalpischen Schneeheide-Kiefernwald" gezählt werden. Diese Assoziation unterscheidet sich von dem mehr randalpischen Calamagrostio-Pinetum durch ein vermehrtes Auftreten von Sauerhumus-besiedelnden Arten, zum Beispiel von *Melampyrum pratense*, *Goodyera repens*, oder *Dicranum polysetum*.

In unseren Aufnahmen fehlen die für das Calamagrostio-Pinetum typischen Charakterarten wie *Festuca amethystina*, *Coronilla vaginalis* und *Aquilegia artrata*. Aber es kommen um Mandling auch die bei HÖLZEL (1996b) hochsteten thermophilen Arten des Erico-Pinetum sylvestris *Dorycnium germanicum*, *Galium lucidum*, *Viscum laxum* und *Rhamnus saxatilis* überhaupt nicht vor. Das meiste Aufnahmematerial für die Assoziation Erico-Pinetum sylvestris von HÖLZEL (1996b) stammt allerdings aus dem Oberinntal. Im Gegensatz dazu herrschen bei Mandling jedoch noch keine typischen inneralpinen Klimaverhältnisse vor: zum einen ist der Jahresniederschlag deutlich höher (im nahegelegenen Radstadt 1077 mm; WALTER & LIETH, 1960-67); zum anderen ist kaum eine sommerliche Trockenheit bemerkbar.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Ordnungs- und Klassencharakterarten bei HÖLZEL (1996b) stimmen meist mit jenen von SEIBERT (1992) und WALLNÖFER (1993) überein.

FALKENSTEINER widmete 1992 den Erika-Kiefernwäldern in Salzburg eine größere Arbeit. Er benutzte ebenfalls das pflanzensoziologische System von SEIBERT (1992), um den größten Teil der Erika-Kiefernwälder Salzburgs der Typischen Subassoziation, 18 Aufnahmen aber zur Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* zu stellen. Die Bestände um Mandling wurden von ihm ebenfalls untersucht, mit drei Aufnahmen belegt und ausschließlich zur Typischen Subassoziation nach SEIBERT (1992) gestellt. Er bearbeitete nur die Vorkommen auf Salzburger Gebiet, also jene am Scheiblingspalfen; solche am Saumerberg erwähnt FALKENSTEINER (1992) nicht. Dafür erstellte er 2 Aufnahmen nahe des Eibenbergkopfs (unweit westlich des Scheiblingspalfens), wo kleinflächig Rotkiefern-dominierte Bestände stocken. FALKENSTEINER (1992) bezeichnet die Kiefernwälder am Scheiblingspalfen als reinste, lediglich von *Pinus sylvestris* und *Erica herbacea* beherrschte Bestände des gesamten Bundeslandes Salzburg.

Seine Aufnahmen spiegeln aber die floristischen Verhältnisse der Rotkiefernwälder am Scheiblingspalfen nicht gänzlich wider. Im Vergleich mit den von uns angestellten Untersuchungen zeigen die Aufnahmen FALKENSTEINER's (1992) anscheinend nur einen artenarmen Teilbestand; es treten kaum mehr als 30 Arten auf; viele der bei uns hochsteten Arten (Stetigkeitsklasse III-IV), zudem oft Ordnungs- oder Verbandscharakterarten, fehlen bei FALKENSTEINER (1992) weitgehend, so etwa *Hieracium bifidum*, *Epipactis helleborine*, *Melampyrum pratense*, *Gymnadenia odoratissima*, *Goodyera repens*, *Euphrasia salisburgensis*, *Leontodon hispidus*, *Teucrium montanum* und *Hieracium bupleuroides*, daneben auch *Biscutella laevigata*, *Thesium alpinum* und *Leontodon incanus*, sowie Moosarten. Weiters führt FALKENSTEINER (1992) in allen seinen drei Aufnahmen vom Scheiblingspalfen *Molinia caerulea* agg. an, die wir aber in keiner unserer Aufnahmeflächen feststellen konnten.

Mit den Artengruppen, die FALKENSTEINER (1992) mit Hilfe seiner eigenen Aufnahmen und weiteren aus der Literatur für Salzburg zusammenstellt, gibt es nur wenige Übereinstimmungen: lediglich bei den hochsteten Artengruppen sind die namensgleichen *Erica herbacea*-Gruppen ähnlich, ebenso unsere *Calamagrostis varia*-Gruppe mit der *Molinia caerulea*- bzw. *Vaccinium myrtillus*-Gruppe bei FALKENSTEINER.

STROBL beschrieb 1989 ein Erico-Pinetum sylvestris mit 13 Aufnahmen vom Untersbergmassiv bei Salzburg (zudem 5 Aufnahmen von „sekundären Kiefernwäldern"). Die in sehr steilen, oft kaum zugänglichen Lagen über Dachsteinkalk und Ramsaudolomit stockenden Bestände könnten nach STROBL (1989) Reste eines Waldtyps sein, der im Spätglazial die Wiederbewaldung einleitete.

Eine *Teucrium montanum*-Ausbildung auf flachgründigen Böden (STROBL, 1989) weist eine ähnliche Artenzusammensetzung wie bei Mandling auf: neben vielen Ordnungs- und Verbandscharakterarten treten weitere hochstete Arten wie *Calamagrostis varia*, *Sesleria varia*, oder *Hieracium bifidum* in beiden Gebieten auf, dazu Spezialisten flachgründiger Bereiche wie *Globularia cordifolia*.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

STROBL's *Teucrium montanum*-Ausbildung stimmt gut mit dem zentralen Bereich unserer Typischen Subassoziation überein. Dagegen findet eine *Molinia caerulea* agg.-Ausbildung von STROBL (1989) im Gebiet um Mandling keine Entsprechung.
WEINMEISTER (1983) konnte am Südabfall des Hochkönigs nur eine Aufnahme für ein Erico-Pinetum sylvestris erstellen. In dieser treten in der Baumschicht zu *Pinus sylvestris* noch Fichte und Tanne. In der Krautschicht dominieren Arten, die auch um Mandling vorkommen: neben *Erica herbacea* wachsen *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis varia*, seltener *Hieracium bifidum* und *Melampyrum sylvaticum*, dazu eine reiche Moosschicht. Im System von SEIBERT (1992) wäre dieser Bestand eindeutig der *Vaccinium myrtillus*-Subassoziation zuzuordnen.
SPIESS (1995; siehe auch unter SCHWARZ 1981) beschreibt Erika-Kiefernwälder aus dem Mitterpinzgau zwischen Weißbach bei Lofer und St. Martin. Ähnlich wie STROBL (1989) kann auch sie eine *Teucrium montanum*-Ausbildung (jedoch als Variante) abgrenzen mit einer ähnlichen Artenzusammensetzung wie unsere gesamte Typische Subassoziation (das heißt mit *Teucrium montanum*, *Polygala chamaebuxus*, *Leontodon incanus*, *Anthericum ramosum* u.a.). Auch Bestände einer *Molinia caerulea* agg.-Variante wie bei STROBL (1989) und FALKENSTEINER (1992) wachsen zwischen Weißenbach und St. Martin. SPIESS (1995) beschreibt noch eine weitere Variante mit vermehrt *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies* und *Larix decidua*. Dabei dürfte es sich allerdings um einen Übergangsbereich hin zu einem trockenen Carici-Fagetum handeln.
Weitere Erika-Kiefernwälder im Bundesland Salzburg beschreiben AMBERGER (1991) vom Gaisberg bei Salzburg, KAISER (1983) vom Schafberg, SCHIFFER & SCHMEDT (1983) zwischen Stegenwald und Tenneck (im Salzachtal zwischen Hagen- und Tennengebirge), GUMPELMAYER (1967) aus den Leoganger Steinbergen, sowie SCHLAGER (1980, 1984) aus dem Hagengebirge. Im oberen Ennstal der angrenzenden Steiermark untersuchte URBAN (1992) Erika-Kiefernwälder über Ramsau- und Wettersteindolomiten des Mandlingzuges; am Sonnwendkogel bei Assach erarbeitete er v.a. ein Konzept zur Schutzwaldpflege und -sanierung. MARGL (1973) befaßte sich speziell mit Pflanzengesellschaften über Dolomit im Gebiet des Göllers (Niederösterreich). Eine darüber hinausgehende Literaturzusammenstellung für ganz Österreich findet sich bei WALLNÖFER (1993).
Schließlich sei ein kurzer Vergleich der Vegetationsverhältnisse um Mandling mit jenen am Fernpaß in Tirol angestellt. STARLINGER (1988, 1992) untersuchte dort ein Erico-Pinetum hylocomietosum über Dolomit mit vielen auch bei uns vorkommenden Moosarten wie *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und nicht weiter bestimmten *Dicranum*-Arten. Diese Subassoziation entspricht im System von SEIBERT (1992) dem Erico-Pinetum vaccinietosum myrtillis. Der Typischen Subassoziation um Mandling entspricht dagegen STARLINGER's *Carex flacca*-Subassoziation. Es finden sich viele charakteristische Elemente der Typischen Subassoziation von Mandling wie *Epipactis artrorubens*, *Epipactis helleborine*, *Thymus praecox*, *Anthericum ramosum* und *Leontodon*

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

incanus, daneben die hochsteten Arten *Erica herbacea*, *Polygala chamaebuxus*, *Sesleria varia*, *Melampyrum pratense* u.a.. Eine eigene Subassoziation mit *Dorycnium germanicum* (STARLINGER 1988) reicht nicht mehr bis in unser Untersuchungsgebiet (s.o.).

Erika-Kiefernwälder sind nicht auf kalkhaltiges Substrat beschränkt: Auf die Arbeiten von MAYER (1974, 1984) wurde schon hingewiesen; daneben befaßten sich PEER (1993) mit solchen Wäldern in Südtirol und mehrfach ZIMMERMANN (1981a, b, 1982) mit „Erika-reichen Silikatföhrenwäldern" in den östlichen Zentralalpen. Dabei können als Substrat Gneis, Glimmerschiefer, Granit, Quarzit, auch Serpentin oder oder auch Sedimentgesteine wie Sandstein dienen. kommen Erika-reiche Silikat-Kiefernwälder nur punktuell und sehr kleinflächig vor. Es handelt sich meist um sekundäre Bestände, wo nach anthropogenen Eingriffen (Beweidung, Streunutzung, Kahlschlag u.ä.) die Konkurrenzkraft der Klimax- oder klimaxnahen Wälder - z.B. eines Buchenwaldes oder eines Eichen-Hainbuchenwaldes - geschwächt wurde; eine geschlossene Erika-Decke und in Folge ein Kiefernwald kann sich dadurch ausbilden. Nur sehr selten treten primäre Erika-reiche Silikat-Kiefernwälder im besonders steilen, felsigen und offenen Gelände auf (ZIMMERMANN 1982). Silikat-Kiefernwälder zeigen eine deutliche Verwandtschaft zu Fichtenwäldern (Klasse Vaccinio-Piceetea) und werden als Dicrano-Pinetum auch meist in diese Klasse gestellt.

II. Ursachen des Vorkommens von Erika-Kiefernwäldern

Zusammenfassend gibt es mehrere Ursachen für das Vorkommen eines rezenten Erika-Kiefernwaldes (in Anlehnung an SCHMID 1936):

1. Reliktäre Waldflächen → „Reliktföhrenwälder"
2. Substrat bedingte Sonderstandorte
3. Geomorphologie
4. Bestandesklima
5. Anthropogene Degradierungen (Bewirtschaftung)

1. Reliktwälder

Der Begriff „Reliktföhrenwälder" wurde erstmals von GAMS (1930) und SCHMID (1936) verwendet. Die Bezeichnung bringt zum Ausdruck, daß viele der heutigen Kiefernwälder Reste von einst großflächigen Kiefernwäldern am Beginn des letzten Postglazials darstellen, bevor die Buche und die Tanne, sowie neuerdings die Fichte, die Herrschaft ergriffen. Diese als Reliktföhrenwälder angesprochenen Bestände stocken heute auf einst vergletscherten bzw. periglazial überformten Bereichen; sie haben sich nach der letzten Eiszeit an zuvor waldfreien Extremstandorten neu bilden müssen (vgl. ELLENBERG 1986).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Die Arbeiten von GAMS (1930) und SCHMID (1936) stützen sich u.a. auch auf palynologische Daten; diese konnten in den letzten Jahrzehnten durch neuere Befunde stark verbessert und verfeinert werden (v.a. durch KRAL 1979).

Allein mit palynologischen Fakten kann der Reliktwaldcharakter eines Bestandes nicht begründet werden. SCHMID (1936) nennt als weiteres Indiz noch das Vorhandensein einer spezifischen Artengarnitur. Er führt vor allem sogenannte „neoendemische Arten" als Indiz für den Reliktcharakter von Wäldern an. Diese neoendemischen Arten sind teilweise nur Kleinarten, Varietäten oder Hybridbildungen und werden von SCHMID (1936) seinen verschiedenen „Gürteln" zugeordnet. Einige der Arten des Untersuchungsgebietes scheinen bei SCHMID (1936) als Arten der Reliktföhrenstandorte auf, welche vor allem aus dem „*Pulsatilla*-Waldsteppengürtel" stammen. Dazu treten Sippen des „submediterranen Flaumeichenwald-" und des „Lärchen-Arvengürtels". Von diesen Arten konnten einige im Untersuchungsgebiet gefunden werden wie *Carex alba*, *Campanula cochleariifolia*, *Buphthalmum salicifolium*, *Lotus corniculatus* und *Vincetoxicum hirundinaria*.

In vergleichbaren Gebieten (Radstädter Tauern, Tennengebirge, Hagengebirge) sind über Dolomitvorkommen neben dem anspruchslosen Erika-Kiefernwald Latschengebüsche, Blaugrasrasen, Schutt- und Felsfluren verbreitet. Hierzu sind Untersuchungen von NIKLFELD (1979) mit Beispielen vom Traunstein, dem Toten Gebirge und dem Reichramiger Hintergebirge (Laussa) zu nennen. In der montanen Stufe treten dabei zahlreiche alpine Arten auf; diese Arten, von vielen Autoren auch als „dealpine Elemente" bezeichnet (vgl. GAMS 1930), decken sich zum Teil mit den „Reliktarten" SCHMID's (1936) und bilden im Untersuchungsgebiet einen Teil der Krautschicht der Typischen Subassoziation.

Auch MAYER (1970) führt solche Reliktarten an, z.B. *Rhododendron ferrugineum*; die Rostrote Alpenrose tritt gemeinsam mit *Sphagnum*-Arten am Kirchkogel bei Pernegg in einem nordexponierten Kiefernwald über Serpentingestein auf (ZIMMERMANN 1981a, MAURER 1966).

Alle diese Betrachtungen zeigen, daß die hier berücksichtigten extrazonalen Kiefernwälder doch als Dauergesellschaft auf ganz bestimmtem Substrat stocken. Für die Erhaltung des Kiefernwaldes auf diesen kargen Dolomitstandorten während der gesamten postglazialen Waldentwicklung ist sicherlich der geologische Untergrund mit seiner Nährstoffknappheit und seiner Tendenz zur Austrocknung ein wesentliches Kriterium. Solche Dolomit- (und auch Serpentin-) Standorte zeigen sehr häufig einen besonderen Vegetationstyp und können mit solchen von GAMS (1930) und SCHMID (1936) erwähnten Reliktwäldern in Zusammenhang gebracht werden, wie HEISELMAYER 1977 bemerkte. Inwieweit der Reliktcharakter der Kiefernbestände unseres Untersuchungsgebietes als Kontinuum seit Beginn der nacheiszeitlichen

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Waldentwicklung zu werten ist, kann ohne weitere Untersuchungen nicht entschieden werden.

2. Einfluß des Substrates

Die Bedeutung des Dolomitgesteines für die Ausbildung der Erika-Kiefernwälder wurde schon von GAMS (1930) klar erkannt. Er behandelt dies unter dem Begriff „Dolomitphänomen" und vergleicht es direkt mit der sogenannten „Serpentinfrage". Beide Gesteine dienen als Substrat für nährstoffarme Vegetationstypen. Das Dolomitgestein mit seiner Mischung von Calciumkarbonat und Magnesiumkarbonat ist vor allem durch seine besondere Form der Verwitterung (kaum Lösungsverwitterung, fast ausschließlich physikalische, „grusige" Verwitterung), durch die größere Härte und durch das oft völlige Fehlen von Tonmineralen gekennzeichnet (FRANZ 1960). Dadurch kann das Niederschlagswasser rasch abfließen. Als Boden entwickelt sich in der Regel eine flachgründige Rendzina mit den Humusformen Moder oder Rohhumus bzw. Tangelhumus; die hohen Niederschläge begünstigen eine Karbonatausschwemmung. Außerdem ist das Dolomitgestein nährstoffarm: nur Ca und Mg sind verfügbar. Die hohen Mengen an Magnesium dürften auf manche Arten zudem toxisch wirken, wie im Falle des Serpentins schon öfters diskutiert wurde (auch dieses silikatische Gestein enhält viel Magnesium; vgl. ERNST 1974).
Oft können sich über dem zum Teil instabilen und nährstoffarmen Substrat nur Protorendzinen oder Syroseme mit einer geringen Humusauflage aber einem hohen Skelettanteil ausbilden. Die fortschreitende Bodenentwicklung (besseres Bodenleben, bessere Mineralisierung und Humifizierung) führt zur Bildung einer Moderrendzina; die Wasserdurchlässigkeit nimmt ab. Deshalb können Moderrendzinen bereits von der Fichte besiedelt werden, die Rotkiefer wird mehr und mehr zurückgedrängt.
Auch das Entstehen einer Tangelrendzina ist möglich: Rohhumus sammelt sich an, der A-Horizont wird dabei über 10-30 cm mächtig; die an sich schwer zersetzbare Streu (v.a. von *Pinus sylvestris* und *Erica herbacea*) kann aber bei einer geringen Aktivität der Bodenorganismen im Rohhumus nur langsam zersetzt werden. Der Kontakt zum kalkreichen Untergrund geht mit zunehmender Dicke der Tangelpakete verloren und typische Sauerhumuszeiger können sich ansiedeln. Solche Tangelrendzinen wurden im Untersuchungsgebiet allerdings nicht beobachtet.

3. Der Einfluß der Geomorphologie

Eine weitere Möglichkeit für das Auftreten von Erika-Kiefernwäldern besteht in besonders steilen Lagen mit steinigen, flachgründigen Böden. Grat- und Oberhanglagen in Südexposition bieten bevorzugte Möglichkeiten zur Ausbildung einer thermophilen Vegetation. In solchen Lagen läßt die Konkurrenzkraft der Buche nach, oder sie endet, und die Rotkiefer mit ihrer großen physiologischen Amplitude kann praktisch alleine in der Baumschicht herrschen. Ein weiterer Standort für Erika-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Kiefernwälder sind Hangschuttfächer, die dank des wasserzügigen, von vielen Hohlräumen durchsetzten Substrates nur trockenheitserragenden Arten einen geeigneten Lebensraum bieten. Zudem sind Hangschuttbereiche aus Dolomitschutt instabil und besonders stark der Erosion ausgesetzt; sie bieten daher oft nur Pionierarten die Möglichkeit in einem dynamischen Gleichgewicht zwischen dem vegetationsvernichtenden Einfluß der Erosion und der Neubesiedlung stabilerer Bereiche zu existieren.

4. Bestandesklima

Das Bestandesklima des Kiefernwaldes ist ein wichtiger ökologischer Faktor. Die Deckung der Baumschicht beträgt 30-65%. Das bedeutet, daß innerhalb des Bestandes ein sehr hoher relativer Lichtgenuß vorherrscht. Der hohe Anteil an Lichtzeigern in der Krautschicht weist ebenfalls darauf hin. Ein nicht zu dichter Kronenschluß mit viel Strahlung bis in die Krautschicht führt aber auch zu höheren Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen am Boden. Dies trifft insbesondere bei der Typischen Subassoziation und deren Varianten zu. Die hohe Einstrahlung während des Tages führt in Kombination mit der Südexposition zu einer starken Erwärmung der bodennahen Luftschicht. In der Nacht unterliegen die Hanglagen dem Effekt der „Warmen Hangzone" (BAUMGARTNER et al., 1956) und sind daher auch während dieser Zeit thermisch begünstigt.
Auf kühleren nord- bzw. nordwestexponierten Hängen in einer Höhe um 1000 msm mit geringerer Einstrahlung und Erwärmung dominiert die *Rhododendron hirsutum*-Gesellschaft. Neben den lichtliebenden Arten sind hier auf diesen bereits mesischen Standorten einige Halbschattenpflanzen zu finden wie *Prenanthes purpurea*, *Maianthemum bifolium*, aber auch *Bazzania trilobata*; die ersten beiden Arten erreichen ihr Optimum dementsprechend in geschlossenen Buchenwäldern.

5. Anthropogene Degradierungen (Bewirtschaftung)

Schließlich kann durch menschliche Einflüsse wie Beweidung, Streunutzung, Kahlschlag oder Brand auf Hängen mit flachgründigen Böden aufgrund eines Abtransports von Nährstoffen eine Entwicklung über eine Erika-Heide hin zu einem Erika-Kiefernwald erfolgen (AICHINGER 1967). Weitere Entwicklungen werden im folgenden Kapitel „Vegetationsentwicklung und -dynamik" diskutiert.
Es gibt in Mitteleuropa kaum noch einen unbeeinflußten, natürlichen Wald. Alte Aufzeichnungen zeigen, daß der enorme Holzverbrauch für die Eisenverhüttung, Glasbläserei, Salzgewinnung u.ä. eine systematische Bewirtschaftung der Wälder verursachte.
Die Wälder am Saumerberg (Steiermark) waren ursprünglich im Besitz des Stiftes Admont (Schenkung vom Stift Gurk), danach Landesfürstliche Waldung bzw. im Besitz der k.k. Innerberger Hauptgewerkschaft. Erst in diesem Jahrhundert wechselte

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

der Besitz mehrmals (u.a. Hallein-Papier AG). Das Holz nutzte man lange Zeit zur Holzkohlegewinnung für die Eisenverhüttung (Steirischer Erzberg); dabei wurden die Stämme Ennstal-abwärts bis Hieflau geflößt und dort verköhlert. Die Wälder wurden großflächig kahlgeschlagen, aktuell erfolgt hingegen nur noch eine Entnahme schöner Einzelstämme (Plenterung; mündl. Mitt. OF. Duschan, Schladming).
Die Waldbestände am Scheiblingspalfen (Salzburg) waren langen Zeit im Bauernbesitz. 1528 vereinnahmte Erzbischof Matthäus Lang (1468-1540) im Zuge der Bauernkriege den bäuerlichen Gemeinbesitz für sich, bei einem verbleibenden Recht der Holznutzung für die Bauern. Mit einem kaiserlichen Patent vom 5. 7. 1853 wurden die Wälder entweder rückerstattet oder durch eine alljährliche Holzmenge ersetzt. Die Kiefernwälder wurden seitdem nur wenig genutzt, seit 1990 wurde überhaupt kein Holz mehr geschlagen (mündl. Mitt. OF. Reiter, Forstau und Dipl. Ing. Eder, Radstadt).
Eine frühere Beweidung der Rotkiefernwälder ist weder vom Scheiblingspalfen, noch vom Saumerberg bekannt. Lediglich um den Eibenbergkopf westlich des Scheiblingspalfens wurde bis in die fünfziger Jahre unseres Jahrhunderts Weidevieh in die Wälder (nur wenig Rotkiefer) getrieben. In den schon lange Zeit intensiv forstlich genutzten Wäldern am Saumerberg (v.a. Erico-Pinetum sylvestris vaccinietosum myrtillis) tritt *Juniperus communis* deutlich häufiger auf, als am Scheiblingspalfen (v.a. Erico-Pinetum sylvestris typicum). Der oft vorkommende Wacholder dürfte sich demnach natürlich auf den flachgründigen Böden, besonders nach forstlichen Eingriffen, angesiedelt haben, denn es gibt keine Belege für eine frühere Beweidung.

III. Die Stellung der Erika-Kiefernwälder bezüglich der Vegetationsentwicklung und -dynamik

Die zentralen Bereiche des Erico-Pinetum sylvestris betrachtet AICHINGER (1952) in einer eigenen Arbeit keinesfalls als Klimaxstadium, sondern als Dauergesellschaft auf sehr steilen Hängen, oder als Pioniergesellschaft auf jungen, unreifen Böden. Die Böden können sich nicht weiter entwickeln, weil die Feinerde immer wieder weggespült wird bzw. die Böden wieder überschüttet werden (AICHINGER 1952). Nach fortschreitender Bodenentwicklung und der Bildung von Humusauflagen (d.h. der Boden wird wasserhaltiger und im Rohhumus wachsen vermehrt Säurezeiger wie Heidelbeere u.a.) erfolgt eine Sukzession über einen Rotkiefern-Fichtenwald zu einem Heidelbeer-reichen Fichtenwald bzw. zu einem Fichen-Tannen-Buchenwald oder Buchenwald; bei noch günstigeren Klimaverhältnissen kann nach AICHINGER (1967) in Südkärnten das Endstadium auch ein Schwarzkiefern-Buchen-Tannen-Mischwald oder sogar ein reiner Schwarzkiefernwald sein.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Weiters sieht AICHINGER (1956, 1967) eine Entwicklung von einer primären oder sekundären *Erica herbacea*-Heide (sekundär entstanden z.B. nach Kahlschlag, Brand, durch Streunutzung) hin zu einem Erika-Kiefernwald und umgekehrt, ebenso aber von einer Erika-Heide auch zu einem Latschenbuschwald mit *Pinus mugo* (ausführlich bei AICHINGER 1956). Auch eine Verzahnung mit den Buchenwäldern, besonders mit dem Carici-Fagetum wurde schon erwähnt. So berichteten 1972 ELLENBERG & KLÖTZLI von ehemals mit Rotkiefern bestockten Hängen, wo - stabilisiert und humusreicher - über Übergangsstufen wiederum Rotkiefern-Buchenwälder wachsen könnten. Diese stehen systematisch zwischen einem Molinio-Pinetum und einem Carici-Fagetum.

Die Böden in Buchenwäldern können durch wiederholten Abhieb der Buchen, durch Kahlschlag, Beweidung oder durch Ansammlung von schwer zersetzbarem Bestandesabfall zusammen mit einem geringen Bodenleben stark versauern. Dadurch wandern acidophile Arten wie *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Melampyrum pratense* u.ä. ein, und es beginnt eine Entwicklung hin zu (Erika-) Rotkiefernwäldern. Bei einem besseren Wasserhaushalt und einer guten Streuabbau können aber wiederum Buche und Tanne einziehen (AICHINGER 1952, 1956, HÖLZEL 1996c).

Sukzession

Das Untersuchungsgebiet zeigt drei differente Grundtypen des Erico-Pinetums: eine Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus*, eine Gesellschaft mit *Rhododendron hirsutum* und eine flachgründige Typische Subassoziation, die teilweise auf Erosionshängen im Rachelgelände stockt. Die Typische Subassoziation zeigt enge Beziehungen zu den Gesellschaften auf Dolomitschutt. Dies tritt in der Variante mit *Carex humilis* und *Globularia cordifolia* besonders deutlich hervor. Die hier auftretenden Arten wie *Hieracium staticifolium*, *Globularia cordifolia* und *Silene vulgaris* ssp. *glareosa* sind als Schuttbesiedler bekannt. In der Variante mit *Dryas octopetala* kommen neben der Silberwurz noch *Athamanta cretensis* und *Potentilla caulescens* hinzu. Auch diese Arten repräsentieren als Fels- bzw. Schuttbesiedler und als Elemente lockerer Rasen einen offenen, baum- und strauchfreien Vegetationstyp. Die Bestände der Variante mit *Carex humilis* und *Globularia cordifolia* befinden sich einerseits in den gefestigteren Bereichen der Erosionsrinnen andererseits im Oberhang nahe von Felswänden, bei einer Auflichtung des Kiefernwaldes auf extrem flachgründigen Böden.

Aus dem Nebeneinander der einzelnen Einheiten im Untersuchungsgebiet läßt sich eine potentielle Sukzession ableiten, die natürlich nur dann ablaufen könnte, wenn der für die Erhaltung der Dauergesellschaft wirksame Faktor Erosion (inkl. Bodenentwicklung) den Standort nicht mehr beeinflussen würde. Einer Erhöhung der

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Deckungsprozente der Baumschicht folgt meist eine Erniedrigung jener der Strauch- und Krautschicht. Daher dürfte folgende Sukzession zu erwarten sein (siehe Abb. 6).

Gesellschaft	Deckung Baumsch.	Deckung Strauchsch.	Deckung Krautsch.
Felsspalten-, Schutt-, Rasengesellschaften			
↓			
Erico-Pinetum typ. Var. mit Dryas octop.	33% (BS2)	5%	60%
↓			
Erico-Pinetum typ. Var. mit Glob. cord.	32%	18%	78%
↓			
typische Variante	44%	10%	84%
↓			
Erico-Pinetum vaccinietosum	59%	5%	89%

Abb. 6: Potentielle Sukzession der Rotkiefernwälder bei Mandling. Die angeführten Deckungsprozente wurden als Mittelwerte der jeweiligen Aufnahmen berechnet (Orig.).

IV. Erico-Pinetum sylvestris - Schluß: allgemeine Standortsbedingungen und Bezug zu den Salzburger Verhältnissen

In den zentraleuropäischen Beständen der Assoziation Erico-Pinetum sylvestris tritt regelmäßig *Erica herbacea* auf; sie gelangt meist sogar zur alleinigen Dominanz. Die schwer zersetzbare Laubstreu der Schneeheide mitverursacht den Aufbau saurer Trockenmoderauflagen, da das Bodenleben in der gering mächtigen, unter Hitze- und Wasserstreß stehenden Humusschicht reduziert ist. Erika bereitet somit das Substrat für säuretolerante oder gar säureliebende Neubesiedler wie zum Beispiel *Goodyera repens*, *Melampyrum pratense*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens* oder *Pleurozium schreberi*. Bei weiter fortschreitender Bodenentwicklung wird die organische Auflage feinhumusreicher und dadurch der Wasserhaushalt ausgeglichener, sodaß bezüglich der Wasserversorgung anspruchsvollere Sauerhumusarten wie *Vaccinium vitis-idaea* oder *Pyrola secunda* einwandern können.
In den mehr kühlfeuchten Randalpen wird *Erica herbacea* hingegen von vitaleren Hochgräsern wie *Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* agg., *Brachypodium rupestre* u.ä. zurückgedrängt (HÖLZEL 1996c).
Bei stärkerer Beweidung der Kiefernbestände breitet sich der Gewöhnliche Wacholder *Juniperus communis* stark aus, da er aufgrund seiner stechenden Nadeln vom Weidevieh kaum befressen wird. Vorkommen der Buche in Erika-Kiefernwäldern sind v.a.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

abhängig vom Nährstoffangebot, denn die Buche ist dabei deutlich anspruchsvoller als die Fichte (AICHINGER 1952). *Fagus sylvatica* ist in den Zwischenalpen bereits deutlich weniger konkurrenzkräftig als die Fichte; die Buche war aber selbst in den Salzburger Alpentälern früher häufiger wie Untersuchungen von GRUBER & STROBL (1992) zeigen.

Erika-Kiefernwälder kommen in der Submontan-, vor allem jedoch in der Montanstufe vor, meist auf südexponierten, oft dem Föhn ausgesetzten, steil geneigten Hängen bis Felsen (über steinig felsigem Substrat) mit nur wenig entwickelten, flachgründigen Böden. Die tiefergründigen Bereiche werden sofort von Buche, Tanne oder Fichte beherrscht. Ein anderer Teil stockt über Schottern an den Ufern größerer Voralpenflüsse (nicht in Salzburg, jedoch häufig in Bayern, vgl. HÖLZEL 1996a). Bevorzugt treten Erika-Kiefernwälder über Dolomitgestein auf, seltener über Kalk. Über Serpentin beschreibt beispielsweise EGGLER (1955) aus der Gulsen bei Kraubath ein Pino-Ericetum gulsenense und schon EGGLER (1954) vom Kirchkogel ein Pino-Rhodoretum ferruginei poetosum stiriacae, sowie von dort MAURER (1966) neben dem Pino-Rhodoretum noch ein Festuco-Pinetum serpentinicum helictotrichetosum conjungentis (alles Steiermark). Über meist kleinflächige Erika-Kiefernwälder auf anderen silikatischen Gesteinen wurde ebenfalls berichtet (Übersicht bei ZIMMERMANN 1982).

FALKENSTEINER (1992) charakterisiert die Salzburger Rotkiefernstandorte folgendermaßen: Sie stocken zwischen 400 msm (Großgmain, Wolfsschwang) und 1600 msm (Sulzau, Tennengebirge), im Durchschnitt bei etwa 850 msm. Der Großteil der Rotkiefernbestände weist ein Alter von 100 bis 150 bzw. bis 200 Jahre auf; Wälder jünger als 100 Jahre und solche älter als 200 Jahre sind recht selten. Die flächenmäßige Ausdehnung der Erika-Kiefernwälder ist gering: rund 50 % sind kleiner als 20 ha, nur 20 % über 100 ha groß. Die eindeutig bevorzugte Exposition liegt bei südwest bis süd mit einer charakteristischen Hangneigung von etwa 30°.

Die Rotkiefernbestände um Mandling liegen etwas über dem Salzburger Durchschnitt: sie stocken zwischen 850 msm und 1100 msm, bevorzugt südexponiert und etwa 30° geneigt. Ihr Alter wurde auf 100 bis 150 Jahre geschätzt. Die Baumhöhe variiert zwischen 10 und maximal etwa 23 m.

Durch stichprobenhafte Baumbohrungen konnte FALKENSTEINER (1992) das Alter der Rotkiefern am Scheiblingspalfen mit über 120 Jahren, am nahegelegenen Eibenbergkopf mit 120 bis 140 Jahren bestimmen. Wegen der geringeren Steilheit des Geländes wurden die Wälder am Saumerberg stark forstlich genutzt. Daher sind in den Probeflächen Fichten, Lärchen und am Rand auch Buchen vermehrt beigemischt. HÖLZEL (1996a) fand durch Baumbohrungen, daß das mittlere Alter von *Pinus sylvestris* in den Erika-Kiefernwäldern Bayerns 172 bis 254 Jahre beträgt. Dabei war keine Kiefer der Baumschicht jünger als 130 Jahre; das bedeutet, daß sich jüngere Rotkiefern überhaupt nicht mehr in der Baumschicht etablieren konnten. Zudem verhinderten die anhaltend hohen Wilddichten eine Verjüngung der Rotkiefer weitgehend (HÖLZEL 1996a). Von Verbißschäden an *Pinus sylvestris* durch Reh- und

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Gamswild berichtete auch URBAN (1992); im Untersuchungsgebiet wurden Schäden durch Wildverbiß nicht repräsentativ untersucht.

Auffällig ist das Fehlen von *Abies alba* in der Baumschicht und von *Molinia caerulea* agg. in der Krautschicht. Überraschend war das häufige Auftreten von *Melampyrum pratense*. Diese Wachtelweizenart ist in den Probeflächen deutlich häufiger als *Melampyrum sylvaticum*, was durch neue Arbeiten von HÖLZEL (1996a-c) allerdings bestätigt wird. Selten im Vergleich zu anderen Erika-Kiefernwälder tritt um Mandling das Ochsenauge *Buphthalmum salicifolium* auf, unerwartet häufig dagegen *Epipactis helleborine* und *Melampyrum pratense*, daneben auch *Melampyrum sylvaticum*.

Die Erika-Kiefernwälder über Dolomit im Bereich des Mandlingzuges zeigen charakteristische standörtliche Besonderheiten. Das hat zur Folge, daß kaum „mittlere Arten" der zonalen Waldvegetation mit Halbschatten-, Schatten-, aber auch Frische- und Humuszeigern in der Krautschicht vorkommen. Der größte Teil der Artengarnitur wird von Spezialisten gebildet, die besonders die Typische Subassoziation prägen. Neben der geringeren Beschattung des Kronendaches wirkt sich noch besonders das flachgründige Substrat auf die Zusammensetzung der Krautschicht aus. In der Subassoziation mit *Vaccinium myrtillus* ist die Humusbildung etwas erleichtert (Moderhumusbildung), der Boden ist nicht mehr so flachgründig und weist eine oberflächliche Versauerung auf. Der Kronenschluß wird dichter, was eine höhere Beschattung der Bodenoberfläche zur Folge hat. Hier beginnen sich daher die „mittleren Waldarten" zu etablieren.

Das auffällige lokale Vorkommen bzw. Fehlen von *Dorycnium germanicum* wurde bereits von zahlreichen Autoren beschrieben. Im Untersuchungsgebiet konnte die Art nicht gefunden werden, da gerade in den Randalpen der mittleren Ostalpen eine markante Verbreitungslücke besteht. Nach MEUSEL et al. (1965) handelt es sich bei *Dorycnium* um eine Gattung mit mediterranem Entfaltungszentrum, wobei *Dorycnium germanicum* eine illyrisch-perinordalpische Verbreitung aufweist. Möglicherweise tritt diese Art nur in wärmeren und trockeneren Teilen der nördlichen Kalkalpen bzw. des Alpenvorlandes auf. Ein Vergleich des Untersuchungsgebietes bei Mandling mit Kiefernwäldern im Oberinntal bei Landeck (HOFER 1996) zeigt folgende Differenzierung:

Ort	Gestein	Niederschlag	Kontinent.	*Dorycn. germ.*
Ennstal bei Mandling	Dolomit	1000 mm	gering	fehlend
Oberes Inntal bei Landeck	Dolomit, Hartkalk	650-700 mm	hoch	vorhanden

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Einen wesentlichen Einfluß auf die Ausbildung der Erika-Kiefernwälder im Untersuchungsgebiet hat schließlich das Zusammentreffen folgender Faktoren:

* Dolomitgestein
* Charakteristische Verwitterung
* Hangschutt
* Oberhang bzw. Gratlage
* mäßig steile bis steile Hänge
* flachgründiges Substrat
* nährstoffarmes Substrat
* Südexposition

Zusammenfassung

Kiefernwälder sind im Bundesland Salzburg nur teilweise untersucht (FALKENSTEINER 1992). Die Wälder bei Mandling im mäßig kontinentalen Klima stocken über Dolomitgestein. Nach der Verteilung der Kennarten werden die Wälder dem Erico-Pinetum sylvestris zugeordnet. Es konnten zwei Subassoziationen, ein Erico-Pinetum sylvestris vaccinietosum myrtillis und ein Erico-Pinetum sylvestris typicum unterschieden werden (SEIBERT 1992). Ein Vergleich mit schon vorhanden Arbeiten und eine Erläuterung der Standortbedingungen diskutieren die Stellung der Erika-Kiefernwälder in Salzburg und im überregionalen Vergleich. Eine kurze Übersicht über die Sukzession der Kiefernwälder bei Mandling zeigt die besondere Stellung der unterschiedenen Gemeinschaften ausgehend von den Kalkschuttfluren bis hin zur reifen Waldgesellschaft. Schließlich befaßt sich ein Kapitel mit den Ursachen des Vorkommens von Erika-Kiefernwäldern.

Literatur

AICHINGER E. (1952): Rotföhrenwälder als Waldentwicklungstypen. — Angew. Pflanzensoziol. **6**: 1-68.

AICHINGER E. (1956): Die *Calluna*-Heiden (Callunetum vulgaris) und die *Erica carnea*-Heiden (Ericetum carneae). — Angew. Pflanzensoziol. **12**: 1-125.

AICHINGER E. (1967): Pflanzen als forstlicher Standortsanzeiger. — Österreichischer Agrarverlag, Wien. 367 pp. & Anhang.

AMBERGER C. (1991): Das Naturwaldreservat Gaisberg bei Salzburg. — Unveröff. Diplomarbeit Univ. f. Bodenkultur Wien. 91 pp. & Anhang.

BAUMGARTNER A., KLEINLEIN G. & G. WALDMANN (1956): Forstlich-phänologische Beobachtungen und Experimente am Großen Falkenstein. — Forstw. Centbl. **75**: 290-303.

BRAUN-BLANQUET J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. — Springer Verlag, Wien, New York. 865 pp.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

DEL-NEGRO W. (1970): Geologie der Österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen: Salzburg. 2. Aufl. — Geol. Bundesanstalt Wien. 101 pp.

DIERSCHKE H. (1994): Pflanzensoziologie. UTB Große Reihe. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 683 pp.

EGGLER J. (1954): Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen von den Serpentingebieten bei Kirchdorf in Steiermark und bei Berstein im Burgenland. — Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark **84**: 25-37.

EGGLER J. (1955): Ein Beitrag zur Serpentinvegetation in der Gulsen bei Kraubath in Obersteiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **85**: 27-73.

EHRENDORFER F. (Ed.) (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 318 pp.

EICHBERGER C. & P. HEISELMAYER (1995): Die Eibe (*Taxus baccata* L.) in Salzburg. Versuch einer Monographie. — Sauteria **7**: 1-128 & Anhang.

ELLENBERG H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 4. Aufl. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 989 pp.

ELLENBERG H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. UTB Große Reihe. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 1095 pp.

ELLENBERG H. & F. KLÖTZLI (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte in der Schweiz. — Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. **48**: 587-930 & Anhang.

ELLENBERG H., WEBER H., DÜLL H.E., WIRTH V., WERNER W. & D. PAULISSEN (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. — Scripta Geobotanica **18**: 1-248.

ERNST W. (1974): Schwermetallvegetation der Erde. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 194 pp.

FALKENSTEINER A. (1992): Das Erico-Pinetum (Kiefernwälder auf Kalk und Dolomit) sowie die räumliche und standörtliche Differenzierung im Bundesland Salzburg. — Unveröff. Diplomarbeit, Univ. Salzburg. 124 pp. & Anhang.

FELDNER R. (1981): Waldgesellschaften, Wald- und Forstgeschichte und waldbauliche Planung im Naturschutzgebiet Ammergauer Berge. — Diss. Univ. f. Bodenkultur Wien **16**: 1-164 & Anhang.

FLÜGEL H. & F. NEUBAUER (1984): Steiermark. Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark 1:200 000. — Geol. Bundesanstalt Wien. 127 pp. & Anhang.

FRAHM J.-P. & W. FREY (1992): Moosflora. UTB 1250. 3. Aufl. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 528 pp.

FRANZ H. (1960): Feldbodenkunde. — Verlag G. Fromme, Wien, München. 583 pp.

GAMS H. (1930): Über Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen. — Veröff. Geobot. Inst. Rübel **6**: 32-80.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

GAMS H. (1931): Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. 1. Teil. — Z. Ges. Erdkunde **9/10** (1931): 321-346.

GAMS H. (1932): Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. 2. u. 3. Teil. — Z. Ges. Erdkunde **1/2** (1932): 52-68, **5/6** (1932): 178-198.

GREIMLER J. (1991): Pflanzengesellschaften und Vegetationsstruktur in den südlichen Gesäusebergen (nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). — Unveröff. Diss. Univ. f. Bodenkultur Wien. 200 pp. & Anhang.

GRUBER F. & W. STROBL (1992): Flurnamen des oberen Gasteiner und Rauriser Tals als Zeugen historischer Baumvorkommen. — Mitt. Ges. Salzbg. Landeskunde **132**: 425-445.

GUMPELMAYER F. (1967): Die Vegetation und ihre Gliederung in den Leoganger Steinbergen. — Unveröff. Diss. Univ. Innsbruck. 112 pp.

HEISELMAYER P. (1977): Die Wälder im hinteren Kleinarltal - Zeugen einer wärmeren Klimaepoche. — Mitt. Ges. Salzbg. Landeskunde 117: 411-426.

HÖLZEL N. (1996a): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. — Forschungsberichte der ANL (Laufen) **3**: 1-192.

HÖLZEL N. (1996b): Erico-Pinetea - Alpisch-Dinarische Karbonat-Trocken-Kiefernwälder. — In: DIERSCHKE H. (Ed.): Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Heft **1**: 11-49.

HÖLZEL N. (1996c): Zur floristischen Struktur, Ökologie und Dynamik alpischer Karbonat-Trockenkiefernwälder der Klasse *Erico-Pinetea*. — Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. **8**: 79-98.

HOFER A. (1996): Pflanzensoziologische Untersuchungen in Kiefernwäldern und Trockenrasen im Raum Landeck (Tirol). — Unveröff. Diplomarbeit Univ. Innsbruck. 264 pp. & Anhang.

HYDROGRAPHISCHER DIENST in Österreich (1983): Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1971 - 1980. — Beiträge zur Hydrographie von Österreich, Heft **46**: 1-453.

KAISER K. (1983): Die Vegetationsverhältnisse des Schafberggebietes. — Unveröff. Diss. Univ. Salzburg. 290 pp. & Anhang.

KLÖTZLI F. (1975): Ökologische Besonderheiten *Pinus*-reicher Waldgesellschaften. — Schweiz. Zeitschr. Forstw. **126**: 672-710.

KRAL F. (1979): Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. — Österreichischer Agrarverlag, Wien. 175 pp.

KUBIENA W.L. (1953): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. — Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart. 392 pp.

LEUTHOLD C. (1980): Die ökologische und pflanzensoziologische Stellung der Eibe (*Taxus baccata*) in der Schweiz. — Veröff. Geobot. Inst. Rübel **67**: 1-217 & Anhang.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

MARGL H. (1973): Waldgesellschaften und Krummholz auf Dolomit. — Angew. Pflanzensoziol. **21**: 1-50 & Anhang.

MAURER W. (1966): Flora und Vegetation des Serpentingebietes bei Kirchdorf in Steiermark. — Mitt. Abt. Zool. u. Bot. Landesmus. Joanneum Graz **25**: 13-76.

MAYER H. (1970): Zum Reliktvorkommen von *Alnus viridis* und *Rhododendron ferrugineum* in Tieflagen der Ostalpen. — Mitt. Int. Ver. Vegetationsk., ostalp.-dinar. Sekt. **10**: 59-63.

MAYER H. (1974): Die Wälder des Ostalpenraumes. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 344 pp.

MAYER H. (1984): Wälder Europas. — Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, New. York. 691 pp.

MAYER H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4. Aufl. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York. 522 pp.

MEUSEL H., JÄGER E. & E. WEINERT (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. I. — G. Fischer Verlag, Jena. Textband: 583 pp., Kartenband: 258 pp.

MUCINA L., GRABHERR G. & S. WALLNÖFER (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York. 353 pp.

MÜLLER T. (1992): Fagetalia sylvaticae. — In: OBERDORFER E. (Ed.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. loc.cit.

NIKLFELD H. (1979): Vegetationsmuster und Arealtypen der montanen Trockenflora in den nordöstlichen Alpen. — Stapfia **4**: 1-229 & Anhang.

OBERDORFER E. (Ed.) (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Bd. IV: Wälder und Gebüsche. 2. Aufl. — Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York. Textband: 282 pp. Tabellenband 580 pp.

OBERDORFER E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. UTB 1828. 7. Aufl. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 1050 pp.

PEER T. (1993): Die Föhrenwälder in Südtirol in ihren räumlichen und ökologischen Beziehungen. Festschrift ZOLLER. — Dissertationes Botanicae **196**: 191-208 & Anhang.

POTT R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. UTB Große Reihe. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 622 pp.

REHDER H. (1965): Die Klimatypen der Alpenkarte im Klimadiagramm-Weltatlas (Walter u. Lieth) und ihre Beziehungen zur Vegetation. — Flora B **156**: 78-93.

ROTH C. (1979): Soziologisch-ökologische Untersuchungen im Grenzbereich *Fagus sylvatica* L. / *Pinus sylvestris* L. in der nördlichen Schweiz. — Veröff. Geobot. Inst. Rübel **66**: 1-79.

SCHEFFER F. & P. SCHACHTSCHABEL (1989): Lehrbuch der Bodenkunde. 12. Aufl. — Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. 491 pp.

SCHIFFER R. & B. SCHMEDT (1983): Gefährdete Trockenstandorte zwischen Stegenwald und Tenneck. — Unveröff. Gutachten Amt der Salzburger Landesregierung, Salzburg. 9 pp. & Anhang.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SCHMID E. (1936): Die Reliktföhrenwälder der Alpen. — Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz **21**: 1-190 & Anhang.

SCHWARZ U. (1981): Vegetationskartierung des Kartenblattes 92/4 — Oberweißbach der ÖK 1:25.000. — Unveröff. Hausarbeit Univ. Salzburg. 58 pp. & Anhang.

SCHLAGER G. (1980): Waldkundliche Grundlagen für das geplante Naturwaldreservat Hagengebirge. — Unveröff. Diplomarbeit Univ. f. Bodenkultur Wien. 75 pp.

SCHLAGER G. (1984): Waldkundliche Grundlagen für ein Schutzgebiet Salzburger Kalkalpen. — Diss. Univ. f. Bodenkultur Wien **21**: 1-138 & Anhang.

SEIBERT P. (1992): Erico-Pinetalia. — In: OBERDORFER E. (Ed.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. loc.cit.

SPIESS U. (1995): Vegetationsökologische Untersuchungen am Westrand der Reiter-Alpe und des Steinernen Meeres (Mittleres Saalachtal). — Unveröff. Diss. Univ. Salzburg. 302 pp. & Anhang.

STARLINGER F. (1988): Vegetationskundliche Untersuchungen in Rotföhren- und Spirkenwäldern am Fernpaß (Tirol). — Unveröff. Diplomarbeit Univ. f. Bodenkultur, Wien. 83 pp. & Anhang.

STARLINGER F. (1992): Rotföhren- und Spirkenwälder am Fernpaß (Tirol). — Tuexenia **12**: 67-91.

STROBL W. (1989): Die Waldgesellschaften des Salzburger Untersberg-Gebietes zwischen Königsseeache und Saalach. — Stapfia **21**: 1-143 & Anhang.

THUM J. (1980): Analysen und waldbauliche Beurteilung der Waldgesellschaften in den Ennstaler Alpen. — In: MUCINA L., GRABHERR G. & S. WALLNÖFER 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. loc. cit.

TOLLMANN A. (1977): Geologie von Österreich. Bd. 1. — Verlag Franz Deuticke, Wien. 766 pp.

TRAUTH F. (1925): Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. 1. Teil (mit 5 Geol. Karten). — Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Klasse **100**: 101-212.

TRAUTH F. (1927): Geologie der nördlichen Radstädter Tauern und ihres Vorlandes. 2. Teil (mit 4 Geol. Profilen). — Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Klasse **101**: 29-65.

URBAN W. (1991): Integrales waldbauliches Behandlungskonzept für den Bodenschutzwald Sonnwendkogel/Assach. — Unveröff. Diplomarbeit Univ. f. Bodenkultur, Wien. 136 pp.

WAGNER H. (1971): Natürliche Vegetation Österreichs. In: BOBEK H. (Ed.): Atlas der Republik Österreich. Blatt IV/3. 5. Lieferung. — Verlag Freytag-Berndt und Artaria, Wien.

WAGNER H. (1985): Die natürliche Pflanzendecke Österreichs. — Österr. Akademie der Wissenschaften, Kommission für Raumforschung, Beiträge zur Regionalforschung **6**: 1-63 & Karte (1971).

WALLNÖFER S. (1993): Erico-Pinetea. — In: MUCINA L., GRABHERR G. & S. WALLNÖFER 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. loc. cit.

WALTER H. & H. LIETH (1960-67): Klimadiagramm-Weltatlas. — Verlag Gustav Fischer, Jena.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

WEINMEISTER J. W. (1983): Die Vegetation am Südabfall des Hochkönigs, Pongau-Salzburg. — Unveröff. Diss. Univ. Salzburg. 163 pp. & Anhang.

WIRTH V. (1995): Flechtenflora. UTB 1062. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 661 pp.

WITTMANN H., SIEBENBRUNNER A., PILSL P. & P. HEISELMAYER (1987): Verbreitungsatlas der Salzburger Gefäßpflanzen. — Sauteria **2**: 1-403.

ZIMMERMANN A. (1981a): *Erica*-reiche Silikat-Föhrenwälder in den östlichen Zentralalpen (I): Steiermark und angrenzende Teile Niederösterreichs. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark **111**: 157-174.

ZIMMERMANN A. (1981b): *Erica*-reiche Silikat-Föhrenwälder in den östlichen Zentralalpen (II): Oberkärnten. — Carinthia II **171/91**: 175-188.

ZIMMERMANN A. (1982): *Erica*-reiche Silikat-Föhrenwälder in den östlichen Zentralalpen (III): überregionaler Vergleich. — Phyton (Austria) **22** (2): 289-316.

ZUKRIGL K. (1973): Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand. — Mitt. Forstl. Bundesvers. Anst. Wien **101**: 1-386 & Anhang.

Anschrift der Verfasser: Mag. Christian EICHBERGER,
Univ.Prof. Mag. Dr. Paul HEISELMAYER,
Institut für Botanik, Universität Salzburg,
Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg, Austria.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Linzer biologische Beiträge

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 0029_1

Autor(en)/Author(s): Eichberger Christian, Heiselmayer Paul

Artikel/Article: Die Erika-Kiefernbestände (Erico-Pinetum sylvestris BR.- BL. in BR. -BL. et al. 39) bei Mandling (Salzburg und Steiermark, Österreich). 507-543