

Unter klimatisch kühleren und feuchteren Bedingungen (Hochlagen) treten auf sauren Trockenmoderauflagen weitere Säurezeiger hinzu, die zunächst auf eine noch stärkere Versauerung hindeuten. Wie pH-Messungen in der Auflage ergaben (Kap. 3.5.2.2.), ist deren Auftreten aber letztlich nicht Ausdruck einer stärkeren Versauerung sondern vielmehr in den weniger trockenen Bedingungen in der Auflage begründet. Deutlich wird dies auch daran, daß diese Arten meist mit weiteren frischebedürftigen Rasen- und Laubwaldelementen vergesellschaftet sind. Die Vertreter dieser etwas frischebedürftigeren Säurezeiger zeigen bei reichlichem Vorkommen meist eine deutliche Entwicklungstendenz hin zu Fichten- und Tannen-dominierten Waldgesellschaften (z.B. *Pyrolo-Abietetum*) an.

Durch degradierende Eingriffe wie Kahlschlag, Beweidung und Streunutzung wurde der Aufbau organischer Auflagen in Schneeheide-Kiefernwäldern in der Vergangenheit erheblich beeinträchtigt und die Existenzbedingungen der Sauerhumusbesiedler damit deutlich verschlechtert. Nach der weitgehenden Einstellung derartiger Nutzungen ist im Tiroler Inntal, aber auch in den Auen um Mittenwald, derzeit eine expansive Entwicklung üppiger Moosdecken zu beobachten, wodurch insbesondere kleinwüchsige, konkurrenzschwache Lückenbüßer in sehr starkem Maße bedrängt werden.

Die hier vorgestellten Artengruppierungen bilden im wesentlichen die Grundlage für die nachfolgende Typisierung der Schneeheide-Kiefernwälder auf floristischer Basis. Sie dokumentieren den fließenden floristischen, strukturellen und standortökologischen Gradienten, innerhalb dessen Schneeheide-Kiefernwald-Phytozönosen zwischen Offenland-Ökosystemen und den klimaxnahen Schlußwaldgesellschaften vermitteln.

6. Die Schneeheide-Kiefernwald-Gesellschaften

Als Ausdruck des steilen hygrischen und thermischen Klimagradienten zwischen den Bayerischen Alpen und dem Tiroler Oberinntal ergibt sich im Untersuchungsgebiet eine deutliche Zweiteilung der *Erico-Pinion*-Gesellschaften in ein *zentralalpisches Erico-Pinetum* und ein mesophileres *randalpisches Calamagrostio-Pinetum* (Tab. 22).

Dieser zentral-periphere Formenwandel findet seine Entsprechung in den mit den *Erico-Pinion*-Wäldern vergesellschafteten jeweiligen gehölzfreien Kontaktgesellschaften und klimaxnahen Schlußwaldgesellschaften. So vollzieht sich auch auf mittleren Standorten zum Alpeninnern hin fast parallel ein Übergang von buchenreichen Bergmischwäldern hin zu fast reinen Nadelwäldern aus Fichte und Tanne (z.B. ZUKRIGL 1973, MAYER 1974).

Wie die auf numerischen Analysen basierenden Ergebnisse von SOMMERHALDER (1988) und DEMAS et. al. (1990) zeigen, hat der auffällige

Formenwandel zwischen randalpischen und zentralalpischen *Erico-Pinion*-Wäldern auch im überregionalen Maßstab Gültigkeit, kam bisher anhand der Synsystematik (zuletzt SEIBERT in OBERDORFER 1992, MUCINA et al. 1993) aber kaum zum Ausdruck.

6.1 Der zentralalpische Schneeheide-Kiefernwald (*Erico-Pinetum BR.-BL.* et al. 1939 nom. inv. em. HÖLZEL) des Tiroler Inntals

(Stetigkeitstabelle 1, S.72; Vegetationstabelle 1 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Im klimatisch deutlich subkontinental getönten Tiroler Oberinntal zwischen Zirl und Landeck findet man auf den steil abfallenden sonnseitigen Kalk- und Dolomithängen der Nordseite das *Erico-Pinetum* auf großer Fläche als landschaftsbeherrschende Vegetationsform. Die Bestände werden zur Gänze beherrscht von zumeist sehr schwachwüchsigen, gedrungenen, rauhborkigen Waldkiefern mit auffallend schirmförmiger Kronenausformung, die dem Betrachter im Gegensatz zu den schlankeren, gelbleuchtenden Kieferngestalten der Randalpen zunächst einen eher düsteren, an mediterrane Gefilde gemahnenden Eindruck vermitteln. In den Kronen der Kiefern parasitiert in tieferen Lagen häufig die Kiefernmistel (*Viscum laxum*).

Deutlich bessere Wuchsleistungen und schlankere Ausformung zeigt die Kiefer in höheren Lagen oberhalb 1.000 m N. N. sowie stellenweise auf tiefgründigeren Sekundärstandorten tieferer Lagen, wo häufiger auch Fichte und gelegentlich Lärche beigemischt sind. Weitere Mischbaumarten wie Mehlbeere, Stieleiche und Buche treten nur sehr sporadisch in Erscheinung. Die Bestände haben häufig eine reich entwickelte Strauchschicht, in der neben dem meist dominierenden Wacholder zahlreiche thermophile Sträucher wie Felsenbirne, Berberitze, Wolliger Schneeball, Felsenkreuzdorn und Filzige Zwergmispel sowie Hasel und Faulbaum zu finden sind.

Hervorstechendes äußeres Merkmal der Bodenvegetation im *Erico-Pinetum* ist die starke Massenfaltung der Schneeheide, die am Grund der Bestände meist einen mehr oder weniger geschlossenen Zwergstrauchteppich ausbildet. Zur Schneeheide gesellen sich mit hoher Stetigkeit weitere Charakterarten wie *Polygala chamaebuxus*, *Epipactis atrorubens*, *Buphthalmum salicifolium*, *Dorycnium germanicum*, *Peucedanum oreoselinum* und *Leontodon incanus*. Ergänzt wird das vergleichsweise artenarme Inventar der Bodenvegetation einerseits durch einige Trockenrasenarten wie *Galium lucidum*, *Teucrium montanum*, *Teucrium chamaedrys* und *Thymus praecox* sowie andererseits durch Sauerhumusbesiedler wie *Melampyrum pratense* und *Goodyera repens*. Gräser und Seggen wie *Carex*

Tabelle 22

Übersicht der Assoziationen des Verbandes Erico-Pinion in Südbayern und Nordtirol, differenzierende Arten-
gruppen und Kennarten

1. Erico-Pinetum, Tiroler Oberinntal
2. Calamagrostio-Pinetum, Bayerische Alpen und Alpenvorland (Isar, Lech)
 - 2.1 Subassoziationsgruppe der Hanglagen
 - 2.2 Subassoziationsgruppe der Auen
 - 2.2.1. Vikariante des bayerischen Alpenraumes
 - 2.2.2. Vikariante des Alpenvorlandes (SEIBERT in OBERDORFER 1992)

Einheit	1	2.1	2.2.1	2.2.2
Zahl der Aufnahmen:	117	190	65	67
Mittlere Artenzahl	37	40	47	-

DA Erico-Pinetum

Galium lucidum	IV	-	-	-
Dorycnium germanicum	IV	r	-	II
Melampyrum pratense	IV	I	II	-
Goodyera repens	III	r	I	r
Viscum laxum	III	+	-	-
Achnatherum calamagrostis	II	-	-	-

AC Calamagrostio-Pinetum

Festuca amethystina	-	III	III	IV
Thesium rostratum	+	II	III	III
Coronilla vaginalis	-	I	II	I
Aquilegia atrata	-	II	I	I

DA Calamagrostio-Pinetum

Molinia caerulea agg.	I	IV	V	IV
Potentilla erecta	I	IV	V	III
Carex flacca	I	II	IV	IV
Carex sempervirens	-	IV	IV	II
Ranunculus nemorosus	I	III	IV	II
Hippocrepis comosa	r	II	IV	III
Linum catharticum	-	I	III	III

d Hanglagen

Amelanchier ovalis	V	V	I	-
Vincetoxicum hirundinaria	IV	III	-	r
Rhytidium rugosum	IV	II	+	+
Cotoneaster tomentosus	II	I	-	-

d Randalpen

Galium anisophyllum	I	IV	III	I
Phyteuma orbiculare	-	III	III	r
Carlina acaulis	+	III	III	I
Scabiosa lucida	+	III	III	-

d Auen

Briza media	-	+	III	III
Lathyrus pratensis	r	-	III	III
Daphne cneorum	-	-	II	II
Salix eleagnos	-	-	II	II
Dryas octopetala	-	-	II	II
Gypsophila repens	-r	-	II	II

VC Erico-Pinion

Erica herbacea	V	V	V	V
Polygala chamaebuxus	V	V	V	V
Buhtalmum salicifolium	IV	V	IV	IV
Epipactis atrorubens	IV	IV	IV	II
Leontodon incanus	III	II	II	II
Viola collina	II	III	II	-
Rhamnus saxatilis	III	I	+	II
Gymnadenia odoratissima	+	I	III	+

humilis, *Sesleria varia*, *Brachypodium rupestre* und *Calamagrostis varia* sind zwar mit recht hoher Stetigkeit vorhanden, treten aber quantitativ völlig in den Hintergrund.

Eine Moosschicht ist fast immer mehr oder weniger reich entwickelt und kann in bestimmten Ausbildungen Deckungswerte von bis zu 70 % erreichen. Neben dem Trockenrasenmoos *Rhytidium rugosum* sind darin regelmäßig *Scleropodium purum*, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidadelphus triquetrus* und *Dicranum polysetum* enthalten.

Synsystematik:

Die Bestände des Tiroler Inntals entsprechen hinsichtlich ihrer Artenverbindung fast vollkommen dem klassischen zentralalpischen Erico-Pinetum im Sinne von BRAUN-BLANQUET et al. 1939. Gegenüber den Erico-Pinion-Wäldern der kühl-feuchten Randalpen differenzieren sowohl Sauerhumusbesiedler wie *Goodyera repens* und *Melampyrum pratense*, als auch hochstete thermophile Sippen wie *Galium lucidum*, *Dorycnium germanicum* und *Viscum laxum*.

Negativ charakterisiert gegenüber den randalpischen Erico-Pinion-Gesellschaften ist das Erico-Pinetum durch den nahezu gänzlichen Ausfall von *Festuca amethystina*, *Thesium rostratum*, *Coronilla vaginalis* und *Aquilegia atrata*, die als Charakterarten der randalpischen Gesellschaften gewertet werden können. Ebenso fehlen die für die randalpischen Bestände so bezeichnenden mesophilen Begleiter wie z.B. *Molinia caerulea* agg., *Potentilla erecta*, *Carex flacca* und Arten der alpinen Blaugrasrasen (Seslerietea) fast vollständig oder treten nur in bestimmten Untereinheiten nennenswert in Erscheinung.

Gliederung:

Das Erico-Pinetum des Tiroler Inntales zeigt entsprechend seiner weiten, großflächigen Verbreitung eine reiche Gliederung in Subassoziationen und Höhenformen. Auf floristischer Basis lassen sich vier Subassoziationen unterscheiden:

- Kugelblumen-Schneeheide-Kiefernwald (Erico-Pinetum globularietosum)
- Typischer Schneeheide-Kiefernwald (Erico-Pinetum typicum)
- Labkraut-Schneeheide-Kiefernwald (Erico-Pinetum galietosum)
- Wintergrün-Schneeheide-Kiefernwald (Erico-Pinetum pyroletosum)

Diese vier Subassoziationen des Erico-Pinetum spiegeln einen standörtlichen Gradienten von warm-trocken-basisch hin zu kühl-frisch-sauer wider, der anhand der mittleren Zeigerwerte (ELLENBERG et al. 1991) der jeweiligen Einheiten deutlich zum Ausdruck kommt (vgl. Stetigkeitstabelle 1, S. 72).

Überlagert wird diese primär edaphische Differenzierung (topische Dimension) durch einen ausge-

prägten thermischen und hygrischen Höhengradienten (chorische Dimension), der sich in einer Temperaturabnahme bei einer gleichzeitigen Niederschlagszunahme äußert. Dementsprechend findet man die ausgesprochen xerotherm geprägten Subassoziationen schwerpunktmäßig in den tieferen Lagen unterhalb 1.000 m N. N., während mit zunehmender Höhe die mesophileren und oft zugleich acidoklinen Einheiten dominieren.

Floristisch findet das wärmere und trockenere Allgemeinklima der tieferen Lagen seinen Ausdruck im hochsteten Auftreten ausgesprochen wärmebedürftiger Arten wie *Viscum laxum*, *Rhamnus saxatilis*, *Lonicera xylosteum* und *Corylus avellana*, die oberhalb 1.000 m N. N. fast vollständig fehlen.

Aber auch andere xero-thermophile Arten wie etwa *Dorycnium germanicum*, *Teucrium montanum* und *Achnatherum calamagrostis* haben innerhalb des Erico-Pinetum einen deutlichen Schwerpunkt hinsichtlich Stetigkeit und Massenentfaltung in den wärmebegünstigten Tieflagen.

6.1.1 Die Subassoziationen der wärmebegünstigten tieferen Lagen (Tiefmontane Höhenform mit *Viscum laxum*)

6.1.1.1 Kugelblumen-Schneeheide-Kiefernwald (Erico-Pinetum globularietosum)

(Stetigkeitstabelle 1, S. 72; Vegetationstabelle 1 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Die Subassoziation mit *Globularia cordifolia* ist typisch für die extremsten Trockenstandorte der tieferen Lagen des Tiroler Inntals. Physiognomisch handelt es sich dabei um extrem schwachwüchsige, oft geradezu zwergenhafte, lichte Waldkiefernbestände (Abb. 7, S. 74), die auch auf etwas weniger extremen Standorten kaum höher als 5-8 m werden (Foto 12). Die Waldkiefer, die hier oft bereits an die absolute Grenze ihres physiologischen Existenzbereichs stößt, leidet in dieser Einheit in besonders starkem Maße unter Mistelbefall. Oft werden die Bäume bei Mistelbefall bereits ab einer Höhe von nur 5 m wipfeldürr und sterben sukzessive ab.

In der Strauchschicht dominiert sparrig am Boden ausgebreiteter Wacholder und Jungwuchs der Kiefer. Thermophile Laubsträucher besitzen meist unterdurchschnittliche Vitalität und kümmern häufig halbvertrocknet dahin.

Der Teppich der Schneeheide ist immer wieder durchbrochen von größeren Lücken, in denen der offene, rohe Mineralboden flächig zu Tage tritt. Dabei handelt es sich häufig um stark besonnte Lichtlücken, in denen die Schneeheide "verbrennt", oder um Erosions- und sonstige Störstellen. In den von der Schneeheide nicht besiedelten Lücken gedeihen Lückenpioniere wie *Teucrium montanum*, *Dorycnium germanicum*, *Leontodon incanus* und

Stetigkeitstabelle 1

Erico-Pinetum

(gekürzte Stetigkeitstabelle nach 117 Aufnahmen von HÖLZEL)

- 1: E. -P. globularietosum
- 2: E. -P. typicum
- 3: E. -P. galietosum
- 4: E. -P. pyroletosum

Einheit Nr.:	1	2	3	4
Anzahl der Aufnahmen	38	34	30	15
Zahl der Arten	35	37	40	39
Lichtzahl	6.9	6.7	6.5	5.9
Temperaturzahl	5.0	4.8	4.6	3.9
Kontinentalitätszahl	4.2	4.4	4.4	4.4
Feuchtezahl	3.4	3.6	3.8	4.4
Reaktionszahl	7.6	7.0	6.7	5.7
Stickstoffzahl	2.6	2.5	2.6	3.0
Bäume				
Pinus sylvestris B	V	V	V	V
Pinus sylvestris S	III	II	II	.
Pinus sylvestris K	III	III	II	.
Picea abies B	.	.	I	III
Picea abies S	r	.	II	IV
Picea abies K	r	II	I	V
d 1				
Globularia cordifolia	III	r	.	.
Helianthemum ovatum	II	+	.	.
Hypnum lacunosum	II	+	.	.
Viola rupestris	II	.	r	.
Abietinella abietina	II	+	.	.
d 1+2.				
Teucrium montanum	V	IV	II	.
Viscum laxum	V	IV	I	.
Rhamnus saxatilis	IV	V	II	.
Corylus avellana	III	IV	II	+
Achnatherum calamagrostis	III	II	.	.
Lonicera xylosteum	II	II	I	.
d 2-4				
Hylocomium splendens	I	V	V	V
Pleurozium schreberi	.	V	V	V
Melampyrum pratense	I	V	V	V
Goodyera repens	I	III	IV	V
Dicranum polysetum	I	III	III	IV
d 3				
Galium boreale	I	II	IV	.
Galium verum	I	II	IV	+
Peucedanum cervaria	.	+	II	.
Thesium rostratum	.	.	II	.
d 3+4				
Lotus comiculatus	r	+	IV	IV
Fragaria vesca	r	+	III	V
Carex montana	.	.	II	V
Carex alba	r	.	II	V
Campanula rapunculoides	+	+	II	V
Knautia dipsacifolia	.	.	II	IV
Potentilla erecta	.	.	II	IV
Carex flacca	.	.	II	IV
Pteridium aquilinum s.str.	.	.	II	III
Platanthera bifolia	r	+	II	II
Carlina acaulis	.	.	II	II
Ranunculus nemorosus	.	r	I	III
Neottia nidus-avis	.	.	I	II
Rubus saxatilis	.	.	I	II
Vicia incana	.	.	I	II

Fortsetzung der Stetigkeitstabelle 1

d 4

Vaccinium vitis-idaea	.	.	II	V
Ptilium crista-castrensis	r	I	II	V
Carex digitata	r	+	II	IV
Pyrola secunda	.	.	.	IV
Dicranum scoparium	r	+	r	IV
Viola reichenbach/riviniana	.	.	.	III
Luzula nivea	.	.	.	III
Vaccinium myrtillus	.	.	.	III
Maianthemum bifolium	.	.	.	II
Convallaria majalis	.	.	r	II
Homogyne alpina	.	.	.	II
Campanula persicifolia	.	.	.	II
Lathyrus pratensis	.	.	+	II
Avenella flexuosa	.	.	.	II
Rhytiadelphus loreus	.	.	.	I

d 1-3

Carex humilis	V	V	V	I
Rhytidium rugosum	V	V	V	.
Bupthalmum salicifolium	V	V	IV	+
Gallum lucidum	V	V	IV	.
Vincetoxicum hirundinaria	V	V	III	.
Dorycnium germanicum	IV	IV	III	.
Leontodon incanus	IV	IV	IV	+
Thymus praecox	IV	IV	II	.
Peucedanum oreoselinum	II	IV	IV	.
Anthericum ramosum	III	III	II	.

VC

Erica herbacea	V	V	V	V
Polygala chamaebuxus	V	V	V	V
Amelanchier ovalis	V	V	V	II
Epipactis atrorubens	IV	V	IV	IV
Viola collina	II	III	II	+
Cotoneaster tomentosus	I	II	II	II

Sonstige Arten:

Juniperus communis	IV	IV	V	V
Hieracium murorum/bifidum	IV	IV	IV	V
Euphorbia cyperissias	IV	IV	V	IV
Berberis vulgaris	V	IV	III	II
Sesleria varia	IV	IV	IV	V
Tortella tortuosa	V	IV	III	II
Brachypodium rupestre	II	IV	V	V
Rhytiadelphus triquetrus	II	III	V	V
Scleropodium purum	II	IV	V	V
Calamagrostis varia	II	III	V	V
Prunella grandiflora	III	II	IV	III
Teucrium chamaedrys	III	III	IV	II
Frangula alnus	III	IV	II	.
Campanula rotundifolia	II	II	IV	V
Viburnum lantana	II	III	III	I
Sorbus aria	III	III	II	+
Solidago virgaurea	III	II	III	II
Asperula cynanchica	III	I	II	.
Ligustrum vulgare	II	II	II	.
Hypnum cupressiforme	II	III	I	.
Melica nutans	+	II	III	II
Carduus defloratus	II	I	II	II
Polygonatum odoratum u. a.	II	II	II	.
Einheit Nr.:	1	2	3	4

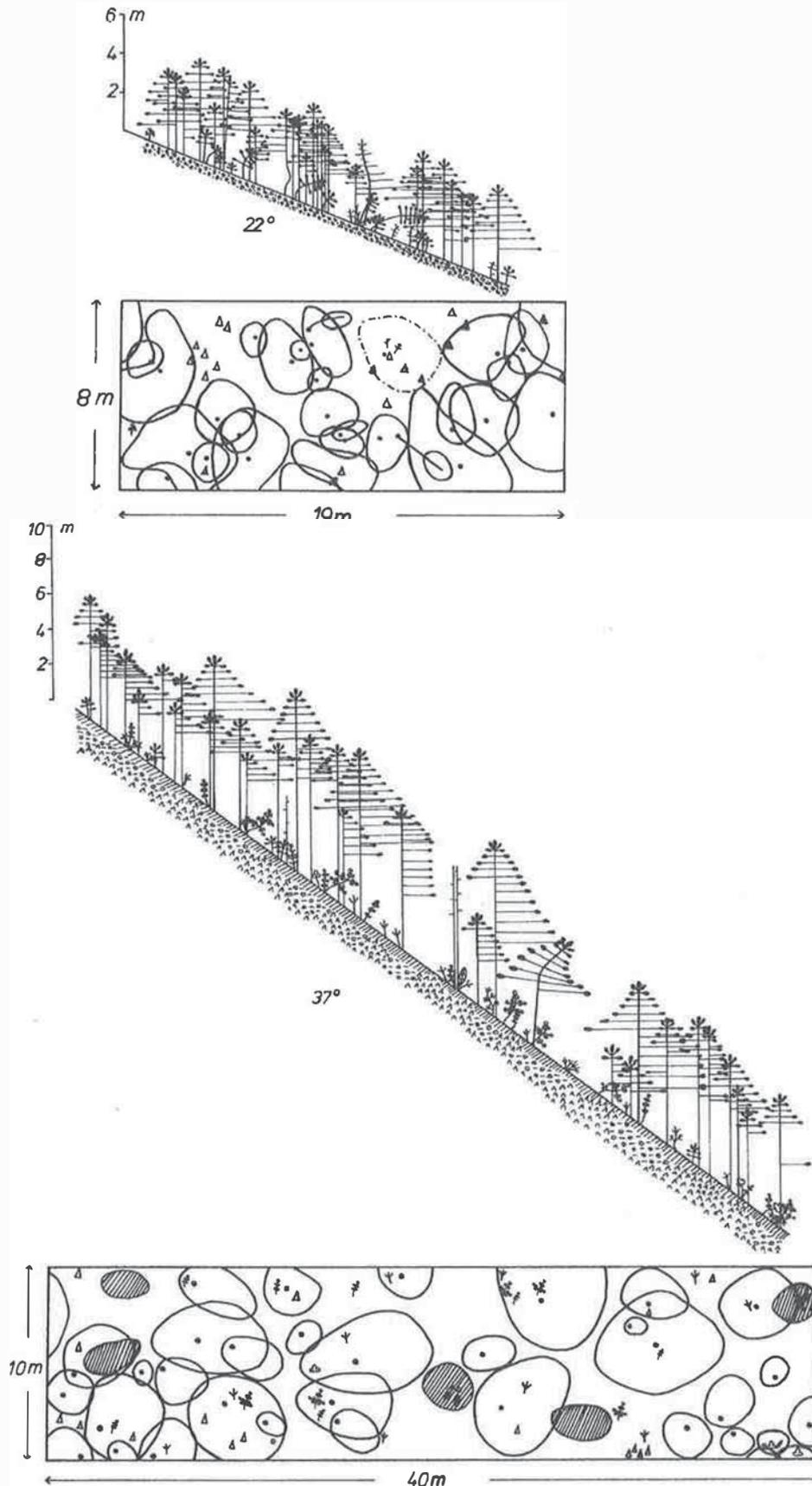


Abbildung 7

***Erico-Pinetum globularietosum*:**

oben: Bestandesprofil eines krüppelwüchsigen Extrembestandes auf einer Dolomitschutthalde bei Zams (790 m N. N.);

unten: Bestandesprofil eines ehemals mit Kleinvieh beweideten Bestandes am Kalvarienberg bei Zirl (760 m N. N.).

Aufnahme: Hölzel/Niedermeier, Zeichnung: Niedermeier

Thymus praecox besonders üppig und vital. Zu diesen auch in anderen Subassoziationen des Erico-Pinetum verbreiteten Lückenbüßern gesellen sich einige weitere typische Arten offener Rohböden wie *Globularia cordifolia*, *Viola rupestris*, *Achnatherum calamagrostis* und die Trockenrasenarten *Heli-anthemum ovatum*, *Scabiosa gramuntia*, *Hypnum lacunosum*, *Entodon concinnus* und *Abietinella abietina*, die zwar nicht in allen Beständen auftreten, für die Gesellschaft aber dennoch sehr bezeichnend sind. Noch besser wird die Gesellschaft allerdings negativ charakterisiert durch den weitgehenden Ausfall von saure Trockenmoderauflagen besiedelnden Arten wie *Goodyera repens* und *Melampyrum pratense* und der Moose *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* und *Dicranum polysetum*. Bezeichnend ist ferner das spärliche Auftreten ansonsten häufiger, eher etwas mesophiler Arten wie etwa *Calamagrostis varia* und *Scleropodium purum*.

Eine Mooschicht ist oft nur spärlich entwickelt. Einzig *Rhytidium rugosum* vermag darin größere Deckungswerte zu erlangen, während die oben bereits erwähnten Sauerhumusbesiedler fast vollständig fehlen.

Ökologie und Standort:

Die Gesellschaft besiedelt die edaphisch und mesoklimatisch extremsten Standorte in der unteren Talstufe des Tiroler Inntals bis ca. 1.000 m N.N.. Dabei handelt es sich überwiegend um felsdurchsetzte Steilhänge, oberflächlich bewegte Stein-schlag- und Schutthänge, konsolidierte, grobkörnige Dolomitschutthalde am Fuß von Felswänden oder sonnenexponierte Partien im Gelände des Tschirgant-Bergsturzes (Foto 12). Der mehr oder weniger geschlossene Wald stößt auf diesen Standorten an seine Trockengrenze. Noch extremere Standorte (blanke Felssteilhänge) werden nurmehr von einer offenen "Kiefern-Felssteppe" besiedelt, die nicht mehr der Formation Wald zugerechnet werden kann. Dabei handelt es sich um ein sehr heterogenes Makromosaik aus einzelnen Krüppelkiefern, thermophilen Gebüschern, fragmentarischen Trockenrasen und Felsspaltengesellschaften.

Aufgrund der extremen Trockenheit des Standortes läuft die Bodenentwicklung nur äußerst gehemmt ab und wird häufig wieder durch Freistellung, Erosionsprozesse, Überschüttung oder Steinschlag unterbrochen. Als Böden sind flachgründige Rendzinen und Pararendzinen (Profil 1: Kap. 3.5.2.2.) zu finden, die sich durch mächtige Trockenmoderauflagen auszeichnen, während der Ah oft deutlich zurücktritt bzw. im Extremfall sogar gänzlich fehlen kann. Die äußerst schwache Zersetzung und Einarbeitung der Humusbestandteile in den mineralischen Oberboden ist nicht nur bei grobem sondern auch bei relativ feinerreichem Ausgangssubstrat zu beobachten. Hauptursache hierfür ist die stark gehemmte biologische Aktivität, zu der neben der standörtlichen Trockenheit auch die schwer zersetz-

liche Nadelstreu von Kiefer und Schneeheide beiträgt.

Die organischen Auflagen reagieren trotz erheblicher Mächtigkeit neutral oder nur sehr schwach sauer, was vor allem auf eingewehte und verschwemmte kalkreiche Stäube und Feinerdepartikel zurückzuführen ist. Auf Freistellung reagiert die Schneeheide gerade in dieser Einheit unter den klimatischen Bedingungen des Tiroler Inntals mit einem drastischen Vitalitätsverlust, der oft bis zum flächigen Absterben führt. Die Folge hiervon ist häufig eine regressive Bodenentwicklung, wobei es nach oberflächlicher Abspülung der Humusbestandteile bisweilen zur völligen Freilegung des rohen Mineralbodens kommt. Auf den entblößten Rohböden entwickeln sich dann besonders üppig die oben bereits angeführten konkurrenzschwachen Lückenpioniere, bevor im Schatten der in den Lücken gleichfalls bevorzugt aufwachsenden Kiefernverjüngung wieder eine flächige Ausbreitung der Schneeheide erfolgt.

Dynamik:

Auf den edaphisch trockensten Standorten, auf denen die Kiefern extremen Krüppelwuchs und häufig frühe Altersmortalität zeigen (Abb. 7 oben), stellt die Einheit eine wenig veränderliche Dauergesellschaft dar. Ähnliches gilt für Standorte, die zyklisch oder latent einer morphodynamischen Überformung durch Abtragungs- oder Akkumulationsprozesse unterliegen. Auf primär weniger extremen Standorten kann sich die Gesellschaft aber auch sekundär nach anthropo-zoogener Auflichtung und Standortdegradation (Holzeinschlag, Steunutzung, Waldweide) einstellen (Abb. 7 unten). Derartige Bestände unterliegen bei Ausbleiben der Störungen mittelfristig einer Weiterentwicklung zur im Nachfolgenden zu besprechenden moosreicheren typischen Subassoziation. Allerdings sind die Degradationserscheinungen oftmals derart gravierend, daß eine Weiterentwicklung nur innerhalb sehr langer Zeiträume möglich erscheint.

Verbreitung:

Die Gesellschaft ist im gesamten Tiroler Oberinntal vorhanden. Besonders großflächig entwickelte Krüppelwuchsbestände sind auf den ausgedehnten Dolomitschuttfächern in der Gegend von Zams und im Gebiet des Tschirgant-Bergsturzes anzutreffen.

Nutzung:

Bis kurz nach dem Zweiten Weltkrieg waren zahlreiche Bestände im Besitz der Tiroler Gemeiden ganzjährig dem Kleinvieh (insbes. Ziegen) als Weide ausgeliefert. Ferner wurde die Schneeheide von den Nutzungsberechtigten der Gemeiden regelmäßig abgezogen und als Einstreu genutzt. Von dieser extrem standortdegradierenden Nutzungsform zeugen heute noch vielerorts die fehlenden Ah-Horizonte, die in der Vergangenheit der Streunutzung zum Opfer gefallen sind. Hinzu kam eine regelmäßige Brennholznutzung, die insbesondere

bei Kahlschlagbetrieb gleichfalls der Degradation des Standortes massiv Vorschub geleistet hat. Alle diese degradierenden Nutzungen begünstigen das Auftreten der Subassoziation mit *Globularia cordifolia* und haben sicher ganz erheblich zur Ausbreitung auf Standorte beigetragen, die ursprünglich von reiferen Gesellschaften besetzt waren. Auch wenn die Nutzungen heute nur noch einen Bruchteil der Intensität früherer Zeiten erreichen, so trägt doch selbst eine extensive, einzelstammweise Holzentnahme oder eine zeitweise Beweidung erheblich zu einer Konservierung der Gesellschaft bei.

6.1.1.2 Der Typische Schneeheide-Kiefernwald (*Erico-Pinetum typicum*)

(Stetigkeitstabelle 1, S. 72; Vegetationstabelle 1 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Im Gegensatz zur standörtlich extremen, oftmals pionierhaft-initial anmutenden Subassoziation mit *Globularia cordifolia* handelt es sich bei dieser Einheit um vergleichsweise reife, geschlossener und durchschnittlich auch deutlich wüchsiger Bestände, die aber immer noch von der Waldkiefer dominiert werden. Die Strauchschicht entspricht hinsichtlich Artenzusammensetzung und Struktur weitgehend der der zuvor beschriebenen Subassoziation, ist im Durchschnitt aber wesentlich vitaler und üppiger entwickelt.

Deutliche Unterschiede ergeben sich bei der Betrachtung der Bodenvegetation, die wesentlich geschlossener ist und kaum noch größere offene Rohbodenstellen aufweist. Maßgeblichen Anteil an der wesentlich stärkeren Bodenbedeckung hat die meist üppig entwickelte Mooschicht, in der neben *Rhytidium rugosum* nunmehr auch *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* und *Dicranum polysetum* zu finden sind. Hinzu gesellen sich weitere Sauerhumusbesiedler wie *Melampyrum pratense* und *Goodyera repens*. Auch mesophilere Arten wie *Calamagrostis varia* und *Scleropodium purum* werden merklich häufiger.

Mit Ausnahme von *Achnatherum calamagrostis*, das sich in einer bestimmten Ausbildung noch länger zu halten vermag, fehlen dagegen die Differentialarten der zuvor beschriebenen Subassoziation. Nach wie vor vorhanden sind aber die übrigen kleinwüchsigen Lückenpioniere, wenngleich sie oft nicht mehr die Häufigkeit und Vitalität wie in der Subassoziation mit *Globularia cordifolia* erreichen.

Standort und Ökologie:

Der Typische Schneeheide-Kiefernwald besiedelt hinsichtlich Substrattextur und Neigung meist edaphisch weniger extreme, stärker konsolidierte Standorte als die Subassoziation mit *Globularia cordifolia*. In der Regel handelt es sich dabei bereits um recht feinerdereiche, tiefgründige Hangschuttdecken, die oft aus einem Gemisch aus steinigem Dolomitzersatz und damit solifluidal verwürgtem,

lößartigen äolischen Decksediment bestehen. Die aufgrund des günstigeren Wasserhaushalts insgesamt wesentlich geschlossener Bestandesstruktur und der stärkere Kronenschluß sorgen für ein deutlich schattigeres und ausgeglicheneres Bestandesinnenklima. Unter dem mehr oder weniger geschlossenen Zwergstrauch- und Moosteppich haben sich Pararendzinen (Profil 2: Kap. 3.5.2.2.) mit mächtigen Trockenmoderauflagen entwickelt (Foto 13), die aber, wie angesichts des häufigen Auftretens von Sauerhumusbesiedlern nicht anders zu erwarten, deutlich sauer reagieren. Oft sind auch auf diesen Standorten die Ah-Horizonte der Pararendzinen nur sehr geringmächtig oder fehlen fast ganz, was wohl erneut vor allem auf Streunutzung und andere degradierende Nutzungen der Vergangenheit zurückzuführen ist.

Dynamik:

Auf vielen Standorten, die aufgrund ihrer edaphischen Trockenheit keine anderen Baumarten als die Kiefer zulassen, ist die Gesellschaft gleichfalls eine wenig veränderliche, großflächig entwickelte Dauergesellschaft. Daneben verdanken bei dieser Einheit aber weitaus mehr Bestände als bei der vorhergehenden Subassoziation ihre Existenz eindeutig anthropo-zoogener Standortdegradation. So zeugen beispielsweise am Zirler Berg reliktsche Mischbestände aus krüppeligen Buchen und Fichten, die unter vergleichbaren primärstandörtlichen Bedingungen existieren, davon, daß sich die Gesellschaft offensichtlich unter Mithilfe des Menschen auf Kosten klimaxnaher Waldgesellschaften erheblich ausdehnen konnte. Eine Rückentwicklung zu von Fichte, Tanne und Buche dominierten Waldbeständen ist allerdings, angesichts der oftmals sehr nachhaltigen Standortdegradation und der vergleichsweise geringen Eingriffe, derer es bedarf, um die Kiefer mit samt ihrer heliophilen Begleitflora an der Herrschaft zu halten, nur über sehr lange Zeiträume und bei einem völligen Ausschluß von Störungen zu erwarten.

Verbreitung:

Die Gesellschaft ist im gesamten tiefmontanen Bereich des Tiroler Inntales die mit Abstand vorherrschende Subassoziation. Sie fehlt nur im Bereich der edaphisch und mesoklimatisch extremsten Standorten, wie etwa auf den Dolomitschuttfächern um Zams.

Nutzung:

Eine anthropo-zoogene Auflichtung der Bestände führt zu einem deutlichen Rückgang der oft stark deckenden Mooschicht, während im Gegenzug auf Störungen angewiesene heliophile Lückenpioniere wie *Dorycnium germanicum*, *Leontodon incanus* und *Teucrium montanum* eine deutliche Förderung erfahren. Die bereits bei der Subassoziation mit *Globularia cordifolia* aufgeführten Nutzungen tragen also auch bei dieser Einheit zur Bestandesehaltung und einer deutlichen Akzentuierung des "Trockencharakters" bei.

6.1.2 Die Subassoziationen der kühl-humiden höheren Lagen (Höhenform mit *Lotus corniculatus*)

6.1.2.1 Der Labkraut-Schneeheide-Kiefernwald (*Erico-Pinetum galietosum*)

(Stetigkeitstabelle 1, S. 72; Vegetationstabelle 1 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Auf tiefgründigen, wechsellückigen Standorten tieferer Lagen sowie generell in den kühleren und niederschlagsreicheren Lagen oberhalb 1.000 m N. N. findet man die Subassoziation mit *Galium boreale*. Von den zuvor beschriebenen Subassoziationen unterscheidet sie sich vor allem durch das Hinzutreten einer ganzen Reihe frischebedürftiger, mesophiler Arten. Entsprechend dem deutlich frischeren Standortcharakter erreicht die immer noch alleine von der Kiefer aufgebaute Baumschicht eine deutlich höhere Vitalität und Wüchsigkeit.

Die Bodenvegetation zeigt hinsichtlich Schneeheide-Dominanz und reicher Entwicklung der Moosschicht noch große Ähnlichkeit mit der typischen Subassoziation. Allerdings gehen die xerothermen Lückenbesiedler hinsichtlich Stetigkeit und Vitalität nochmals deutlich zurück. So ist insbesondere *Teucrium montanum* nur noch bei stärkerer anthropogener Bestandesauflichtung zu finden.

Mit der merklichen Abnahme ausgesprochener Xerothermarten vollzieht sich im Gegenzug eine sukzessive Anreicherung frischebedürftiger Mesophyten wie *Lotus corniculatus*, *Fragaria vesca*, *Carex montana*, *Knautia dipsacifolia*, *Pteridium aquilinum* u. a. Besonders charakteristisch für diese Einheit gegenüber allen anderen ist die hohe Stetigkeit mesophiler Rasen- und Saumarten wie *Galium boreale*, *Galium verum* und *Peucedanum cervaria* sowie das spärliche Auftreten von *Thesium rostratum*, das in den Inntaler Erico-Pinon-Wäldern bezeichnenderweise nur in dieser betont mesophilen Subassoziation anzutreffen ist.

Mit dem Hinzutreten der Mesophyten ist eine deutliche Erhöhung der mittleren Artenzahl verbunden. Insbesondere in höheren Lagen sind auch bereits weitere Säurezeiger wie *Vaccinium vitis-idaea* zu finden, die aber erst in der Subassoziation mit *Pyrola secunda* zu größerer Dominanz und Stetigkeit gelangen.

Standort und Ökologie:

In tieferen Lagen ist die Gesellschaft vor allem auf nur mäßig geneigten, tiefgründigen Standorten anzutreffen. Als Substrat findet man in der Regel sehr feinerdereiche Hangschuttdecken, die sich meist durch einen besonders hohen Anteil an lößartigen äolischen Decksedimenten auszeichnen. In den klimatisch kühleren und feuchteren Hochlagen oberhalb 1.000 m N. N. ist die Gesellschaft aber auch auf sehr steilen und vergleichsweise flachgründigen Hängen anzutreffen. Als Böden findet man auch

unter dieser Einheit Pararendzinen mit mächtigen Trockenmoderauflagen, die aber im Gegensatz zu den bisher besprochenen Einheiten manchmal bereits eine deutliche Verlehmungstendenz aufweisen. Deutliche nutzungsbedingte Degradationserscheinungen sind aber auch bei den Pararendzinen dieser Einheit weit verbreitet.

Dynamik:

Angesichts des oft wenig extremen Charakters der Standorte, die die Einheit besiedelt, handelt es sich bei der Mehrzahl der Vorkommen wohl eindeutig um Sekundärbestände, die sich erst in Folge anthropo-zoogener Standortdegradation in der Vergangenheit auf Kosten anspruchsvollerer Waldgesellschaften etablieren konnten. Die in der Einheit noch auftretenden xerothermen Lückenbüßer, die zunächst vielleicht einen extremeren Standortcharakter nahelegen, verdanken ihre Existenz überwiegend einer häufigen Störung der Bestände durch Waldweide und Holzeinschlag. Bei einem längerfristigen Aussetzen von Störungen fallen diese Arten meist rasch aus, während im Gegenzug mesophile Arten deutlich an Raum gewinnen. Eine Regeneration hin zu von Fichte, Buche und Tanne dominierten Schlußwaldgesellschaften ist aber ebenfalls nur mittelfristig und bei völliger Störungsruhe denkbar, könnte sich aber gleichwohl aufgrund des deutlich günstigeren Wasserhaushalts der Standorte wesentlich schneller vollziehen als bei den Sekundärbeständen der zuvor beschriebenen Einheit.

Verbreitung:

Die Subassoziation ist im Tiroler Oberinntal schwerpunktmäßig in höheren Lagen oberhalb 1.000 m N. N. zu finden. Tiefmontane Vorkommen sind vor allem im klimatisch etwas weniger trockenen Abschnitt des Inntals zwischen Telfs und Zirl verbreitet, wo zudem großflächig vergleichsweise tiefgründige und feinerdereiche Hangstandorte anzutreffen sind.

Nutzung:

Die Einheit ist zur Aufrechterhaltung des gegenwärtigen Zustandes in noch weitaus stärkerem Maße als die Sekundärbestände der typischen Subassoziation auf menschliche Eingriffe wie Kahlschlagnutzung und Waldweide angewiesen.

6.1.2.2 Der Wintergrün-Schneeheide-Kiefernwald (*Erico-Pinetum pyroleto-sum*)

(Stetigkeitstabelle 1, S. 72; Vegetationstabelle 1 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Den bisher beschriebenen Subassoziationen des Inntaler Erico-Pinetum steht der Wintergrün-Schneeheide-Kiefernwald in vielerlei Hinsicht fremd gegenüber und läßt sich, wenn überhaupt, nur noch randlich dem Erico-Pinetum zuordnen. Physiognomisch handelt es sich dabei um vergleichs-

weise wüchsige schmalkronige Waldkiefernbestände (Abb. 8), denen mitherrschende und unterständige Fichten regelmäßig beigemischt sind. Die Bestände sind meist sehr stammzahlreich und können eine Oberhöhe von über 20 m erreichen. Eine Strauchschicht ist oft nur in Ansätzen entwickelt. Sie wird beherrscht vom Jungwuchs der Fichte sowie einzelnen, zumeist abgängigen Walcholdern. Thermophile Laubsträucher fehlen dagegen fast vollständig oder treten allenfalls als kümmernde Verbißformen auf.

Die nahezu flächendeckend entwickelte Bodenvegetation wird dominiert von der Schneeheide und üppig entwickelten Sauermoospolstern (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*). Nicht selten sind dazwischen aber auch einzelne größere Grasherden aus *Brachypodium rupestre*, *Calamagrostis varia* und *Sesleria varia* entwickelt.

Ergänzt wird das Artenspektrum der Bodenvegetation einerseits durch zahlreiche frischebedürftige Mesophyten und Laubwaldarten wie *Carex alba*,

Carex montana, *Carex flacca*, *Carex digitata*, *Fragaria vesca*, *Knautia dipsacifolia*, *Pteridium aquilinum* u. a. und andererseits durch Fichtenwaldarten wie *Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola secunda* und *Ptilium crista-castrensis*, die teilweise bereits in der Subassoziation mit *Galium boreale* auftraten, hier aber nunmehr zu hoher Stetigkeit und Abundanz gelangen.

Im Gegenzug verschwinden Arten, die warme und trockene Standortbedingungen anzeigen, fast vollständig, darunter auch ansonsten so häufig und allgemein im Erico-Pinetum verbreitete Sippen wie *Carex humilis*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Buphthalmum salicifolium* und *Rhytidium rugosum*. Floristisch ergibt sich damit eine tiefe Kluft zu den übrigen Subassoziationen des Erico-Pinetum.

Lediglich die hohe Stetigkeit der Kennarten *Erica herbacea*, *Polygala chamaebuxus* und *Epipactis atrorubens* sowie das regelmäßige Auftreten einiger Magerrasenarten wie *Lotus corniculatus*, *Euphorbia cyperissias*, *Brachypodium rupestre* und *Cam-*

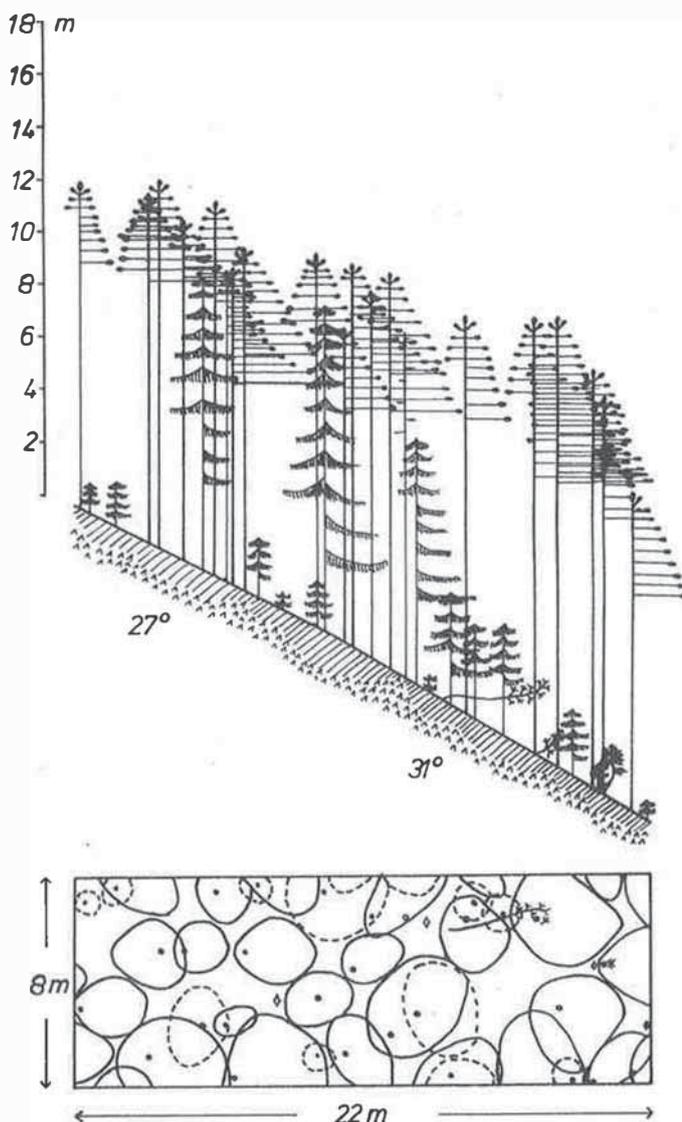


Abbildung 8

Erico-Pinetum pyroletosum: Bestandesprofil eines Sekundärbestandes bei Reith östlich Seefeld (1.210 m N. N.);

Aufnahme: Hölzel/Niedermeier, Zeichnung: Niedermeier

panula rotundifolia lassen es gerechtfertigt erscheinen, die Einheit noch randlich dem Erico-Pinetum anzugliedern.

Standort und Ökologie:

Der Wintergrün-Schneeheide-Kiefernwald besiedelt zumeist nur mäßig steil bis flach geneigte Hänge der kühlfeuchten höheren Lagen des Inntals oberhalb ca. 1.000 m. Als Böden findet man unter den Beständen oft bereits stärker verlehnte, tiefgründige Pararendzinen (Profil 3: Kap. 3.5.2.2.), die zumeist aus periglazialen Verwürgungen von äolischen Decksedimenten mit Hauptdolomitzersatz entstanden sind.

Als Humusform ist wiederum durchweg sauer reagierender Trockenmoder anzutreffen, der sich aber oft durch einen bedeutend höheren Gehalt an Feinhumus auszeichnet, was wiederum auf eine deutlich höhere biologische Aktivität hindeutet. Das gemeinsame Auftreten von Arten, die gemeinhin als ausgesprochene Säure- bzw. Kalk- und Basenzeiger gelten, ist im Wintergrün-Schneeheide-Kiefernwald besonders auffällig.

Es hat seine Hauptursache im extrem steil ausgeprägten pH-Gradienten, der zwischen der sauren organischen Auflage und dem zumeist noch reichlich Kalk führenden mineralischen Oberboden besteht. So wurzeln beispielsweise Säurezeiger wie *Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola secunda* und *Goodyera repens* fast ausschließlich oberflächennah in der saueren Trockenmoderauflage, während "Kalkarten" wie *Sesleria varia* und *Carex flacca* ihre Wurzeln bis in den Mineralboden absenken. Auch an den Bodenprofilen dieser Einheit lassen sich Spuren früherer Standortdegradation durch unpflegliche, historische Nutzungen wie Waldweide, Streunutzung und Kahlschlagwirtschaft nachweisen.

Dynamik:

Wie bereits die Beschreibung der Artenzusammensetzung und des Standortes vermuten läßt, handelt es sich bei dieser Einheit fast ausschließlich um Sekundärbestände, die sich erst nach der Degradation anspruchsvollerer Waldgesellschaften großflächig ausbreiten konnten. Nach weitgehender Einstellung der degradierenden Nutzungen, wie Waldweide, Kahlschlagwirtschaft und Streunutzung, zeigen viele Bestände heute deutliche Anzeichen einer vergleichsweise raschen Rückentwicklung. So verjüngt sich im Gegensatz zu anderen Sekundärbeständen die Kiefer aufgrund der dichten Bodenvegetation und Schattigkeit der Bestände nicht mehr. Statt dessen findet man allenthalben reichlich Fichtenjungwuchs.

Das weitgehende Fehlen von Tanne und Buche ist wohl vor allem in der großflächigen Ausrottung dieser Arten sowie im in höheren Lagen auch im Inntal merklich stärkeren Wildverbiß begründet. Auch in der Bodenvegetation deutet das Auftreten einer Vielzahl frischebedürftiger Mesophyten und Laubwaldarten darauf hin, daß sich viele Bestände

bereits in der nächsten Baumgeneration zu fichten-dominierten Wäldern weiterentwickeln könnten, was zu einem weiteren Rückgang heliophiler Arten führen würde.

Von Natur aus würden die Standorte, auf denen die Gesellschaft heute stockt, vermutlich von Fichte und Tanne und vielleicht etwas Buche dominierte Wälder tragen, die pflanzensoziologisch etwa einem Pyrolo-Abietetum entsprechen. Angesichts der Tatsache, daß die natürliche Umbautendenz von forstlicher Seite bewußt nicht unterstützt sondern eher behindert wird, ist aber kaum mit einer großflächigen Regeneration der ursprünglichen Waldgesellschaft zu rechnen.

Verbreitung:

Die Gesellschaft ist schwerpunktmäßig in den höheren Lagen des Inntales oberhalb 1.000 m N.N. zu finden. Sehr großflächige Vorkommen, die bis ca. 1.600 m N. N. reichen, bestehen beispielsweise oberhalb der Gemeinden Reith und Leithen östlich Seefeld. Aber auch in tieferen Lagen sind auf tiefgründigen, schwach geneigten Standorten vergleichbare Bestände mit ausgesprochenem Sekundärcharakter zu finden.

Nutzung:

Der Wintergrün-Schneeheide-Kiefernwald ist aufgrund seiner vergleichsweise hohen Produktivität aus forstlicher Sicht die mit Abstand wertvollste Einheit des Erico-Pinetum.

Dementsprechend wird hier eine relativ intensive forstliche Nutzung betrieben, die auf eine Förderung der höheren und schnelleren Erträge erbringenden Kiefer abzielt. Dagegen ist die schlechtwüchsige und oft unter Rotfäule leidende Fichte eher unerwünscht und wird allenfalls als Mischbaumart geduldet.

Seit Einstellung der früher weitverbreiteten Beweidung mit Rindern bereitet die Naturverjüngung der Kiefer aber zunehmend Schwierigkeiten. Verantwortlich hierfür ist die starke Vergrasungs- und Vermoosungstendenz der Bestände sowie die flächenhafte Ausbreitung mächtiger organischer Auflagen, wodurch die Kiefer kaum noch geeignete Keimungs- und Etablierungsbedingungen findet. Die Kiefer kann dadurch heute oftmals nur noch durch Pflanzung zur Herrschaft gebracht werden.

6.2 Der randalpische Buntreitgras-Kiefernwald (*Calamagrostio variae*-Pinetum *sylvestris* OBERD. 1957 em. HÖLZEL 1994) der Bayerischen Alpen

(Stetigkeitstabelle 2, S. 80; Vegetationstabelle 2 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

In den niederschlagsreichen Bayerischen Alpen und darüber hinaus im gesamten Bereich der nördlichen Randalpen und deren Vorland findet man einen vergleichsweise mesophilen Schneeheide-Kiefern-

Stetigkeitstabelle 2

Calamagrostio-Pinetum; Subsoziationsgruppe der Hanglagen

(gekürzte Stetigkeitstabelle nach 120 Aufnahmen von HÖLZEL, 70 Aufnahmen von LORENZ 1993)

- 1: C.-P. auriculetosum
- 2: C.-P. teucrietosum
- 3: C.-P. teucrietosum, Weidenutzungsform mit Briza media
- 4: C.-P. knautietosum

Einheit Nr.:	1	2	3	4
Anzahl der Aufnahmen	38	35	24	93
Zahl der Arten	35	38	54	41
Lichtzahl	7.0	6.7	6.8	6.4
Temperaturzahl	3.8	4.0	4.6	4.3
Kontinentalitätszahl	4.1	4.0	4.0	4.0
Feuchtezahl	3.8	4.0	4.0	4.2
Reaktionszahl	7.8	7.4	7.3	7.1
Stickstoffzahl	2.7	2.8	2.8	3.1
Bäume				
Pinus sylvestris B	V	V	V	V
Pinus sylvestris S	.	+	r	+
Pinus sylvestris K	II	+	II	+
Pinus uncinata/rotundata B	II	+	+	r
Pinus uncinata/rotundata S	+	r	+	.
Pinus uncinata/rotundata K	.	.	r	II
Picea abies B	I	I	I	II
Picea abies S	+	II	II	II
Picea abies K	III	II	II	II
Sorbus aria B	r	+	r	II
Sorbus aria S	I	r	II	II
Sorbus aria K	III	IV	IV	V
d 1				
Schistidium apocarpum	V	+	+	r
Primula auricula	IV	I	.	r
Campanula cochlearifolia	IV	.	.	.
Hieracium glaucum	IV	+	r	.
Globularia cordifolia	IV	I	II	r
Carex mucronata	III	I	.	.
Potentilla caulescens	III	.	.	.
Rhamnus pumila	III	.	.	.
Kemera saxatilis	II	.	.	.
Asplenium ruta-muraria	II	.	.	r
Homalothecium lutescens	II	.	.	.
Euphrasia salisburgensis	II	I	.	r
Daphne striata	I	I	.	r
d 1-3				
Leontodon incanus	IV	V	II	I
Thymus polytrichus (sp.)	IV	V	III	III
Hippocrepis comosa	III	III	III	+
Teucrium montanum	IV	II	III	r
Linum catharticum	II	III	III	r
Coronilla vaginalis	I	+	IV	r
Thesium rostratum	+	II	IV	+
d 3				
Briza media	.	.	IV	r
Berberis vulgaris	+	+	III	I
Peucedanum oreoselinum	.	r	III	I
Peucedanum cervaria	r	.	III	+
Succisa pratensis	.	.	III	+
Centaurea scabiosa	.	r	II	+
Lathyrus pratensis	.	.	II	r
Plantago lanceolata	.	.	II	r
Bromus erectus	.	r	II	+
Geranium sanguineum	r	r	II	I
Sanguisorba minor	.	+	II	r
Trifolium montanum	.	.	II	r
Plantago media	.	.	II	.
Trifolium pratense	r	.	II	.
Anthyllis vulneraria alpestris	.	.	II	.

Fortsetzung der Stetigkeitstabelle 2

Mesophyten

Rubus saxatilis	II	II	II	III
Convallaria majalis	II	II	I	II
Laserpitium latifolium	II	II	I	II
Mercurialis perennis	II	I	II	II
Pimpinella maior	II	+	II	II
Daphne mezereum	r	II	.	II
Knautia dipsacifolia	r	I	III	III
Brachypodium rupestre	r	I	IV	III
Frangula alnus	.	+	III	II
Pleurozium schreberi	.	r	II	II
Aquilegia atrata	.	I	II	II
Hepatica nobilis	+	+	II	II
Aposeris foetida	.	I	II	I
Pteridium aquilinum s.str.	.	I	I	II
Gymnadenia conopsea	r	I	III	I
Platanthera bifolia	.	+	II	I
Fagus sylvatica Z	r	.	II	I
Origanum vulgare	r	I	r	II
Carex alba	.	+	.	II
Salvia glutinosa	.	r	+	II
Prenanthes purpurea	.	+	.	II
Rosa pendulina	r	+	r	I
Lilium martagon	.	r	.	I
Cephalanthera longifolia	.	+	r	I
Ptilium crista-castrensis	.	.	.	I
Cephalanthera rubra (sp.)	.	+	+	I
Cyclamen purpurascens	.	+	.	I

d 2-4

Festuca amethystina	+	III	IV	III
Scleropodium purum	.	II	II	IV
Aster bellidiastrum	r	II	III	II
Carex montana	.	II	II	II
Molinia caerulea agg.	+	IV	IV	IV
Galium boreale	r	II	V	III
Carex flacca	.	III	III	III

DA

Potentilla erecta	II	V	V	V
Carex sempervirens	II	V	V	IV
Galium anisophyllum	V	IV	IV	III
Phyteuma orbiculare	I	V	IV	IV
Scabiosa lucida	II	III	IV	II
Carlina acaulis	II	III	V	II
Ranunculus nemorosus	I	II	V	III

VC

Erica herbacea	V	V	V	V
Polygala chamaebuxus	V	V	V	V
Epipactis atrorubens	IV	III	V	V
Bupthalmum salicifolium	V	V	V	V
Amelanchier ovalis	V	IV	V	V
Viola collina	III	II	III	III
Asperula tinctoria	+	I	III	II
Gymnadenia odoratissima	r	r	II	+
Dicranum polysetum	.	I	+	II
Cotoneaster tomentosus	I	I	II	I
Rhamnus saxatilis	I	r	II	+

Sonstige Arten:

Calamagrostis varia	V	V	V	V
Carex humilis	V	V	IV	V
Sesleria varia	IV	V	V	V
Carduus defloratus	V	V	III	IV
Anthericum ramosum	III	III	V	V
Hieracium murorum/bifidum	V	V	III	IV
Tortella tortuosa	V	V	III	III
Lotus comiculatus	III	IV	V	III
Polygonatum odoratum	II	II	IV	III
Prunella grandiflora	I	III	V	III
Vincetoxicum hircundinaria	III	II	III	II
Fragaria vesca	II	II	II	III
Rhythidadelphus triquetrus	r	II	II	III
Valeriana tripteris	III	II	I	II
Melica nutans	II	I	II	II
Fissidens cristatus	II	II	II	II
Rhytidium rugosum	II	III	III	II

Fortsetzung der Stetigkeitstabelle 2

Galium verum	I	I	IV	II
Viola hirta	r	I	III	II
Carex omithopoda	III	II	+	I
Thesium alpinum	II	II	+	I
Galium album ssp. album	II	I	I	II
Leontodon hispidus	I	II	III	I
Ctenidium molluscum	II	II	II	I
Campanula rotundifolia	r	II	III	I
Laserpitium siler	I	+	I	II
Globularia nudicaulis	.	II	I	I
Hylocomium splendens u. a.	.	+	I	I
Einheit Nr.:	1	2	3	4

waldtyp, der sich strukturell, floristisch und ökologisch deutlich vom zwergstrauchdominierten Erico-Pinetum der zentralalpischen Trockentäler unterscheidet (Tab. 22, S. 70).

Neben der normalerweise herrschenden Waldkiefer können örtlich auch aufrechte Formen der Bergkiefer in der Baumschicht eine bedeutende Rolle spielen oder die Waldkiefer sogar gänzlich ersetzen. Besonders bezeichnend ist das Hervortreten der Bergföhre im Bereich morphodynamischer Aktivitätszonen wie Dolomitschuttfächer (Griese), Mergelrutschhänge oder Schotterauen. Weitaus häufiger als im Erico-Pinetum ist in den Hangbeständen die Mehlbeere als sehr bezeichnende, zumeist unterständige Mischbaumart vertreten. Die im Tiroler Inntal weitverbreitete Kiefernalm (Viscum laxum) ist in den Bayerischen Alpen nur lokal im thermisch besonders begünstigten vorderen Loissachtal um Oberau und Farchant anzutreffen.

Im Gegensatz zum Erico-Pinetum ist eine Strauchschicht aus thermophilen Sträuchern und Baumjungwuchs oft nur sehr spärlich entwickelt oder fehlt über weite Strecken sogar gänzlich. Dies gilt in besonderem Maße für die Hangbestände der Randalpen. Hauptursache für dieses Phänomen ist neben Nutzungseinflüssen der massive Verbiß durch Schalenwild, der selbst vor verbißresistenten Arten wie *Juniperus communis* nicht halt macht! Daneben dürften aber auch klimatische Faktoren für das seltenere Auftreten ausgesprochen thermophiler Sträucher von Bedeutung sein.

Grundlegende Unterschiede treten aber vor allem auch anhand der floristischen Struktur der Bodenvegetation zu Tage. Während im Erico-Pinetum alle standörtlichen Ausbildungen durch einen mehr oder weniger geschlossenen Zwergstrauchteppich aus *Erica herbacea* dominiert werden, treten in den randalpischen Beständen Seggen (*Carex humilis*) und Gräser (insbes. *Calamagrostis varia*, *Brachypodium ruspentre* und *Molinia caerulea* agg.) quantitativ eindeutig in den Vordergrund und drängen die Schneeheide zumeist in die Rolle eines "Lückenbüßers". Höhere Deckungswerte vermag die Schneeheide lediglich auf den ebenen Schotterterrassen der Alpenflüsse und auf feinerdearmen Hangverehnungen zu erlangen.

Neben den physiognomisch hervortretenden Seggen und Gräsern differenzieren insbesondere zahlreiche vergleichsweise mesophytische Arten gegenüber dem Erico-Pinetum. Hierzu zählen neben Wechsel-trocknis anzeigenden Arten wie *Potentilla erecta*, *Molinia caerulea* agg. und *Carex flacca* vor allem Rasenarten der kühlfeuchten alpinen Hochlagen wie *Carex sempervirens*, *Thymus polytrichus*, *Phyteuma orbiculare*, *Galium anisophyllum*, *Scabiosa lucida*, *Thesium alpinum* und *Globularia nudicaulis* sowie weitere Mesophyten wie *Carlina acaulis*, *Ranunculus nemorosus* und *Laserpitium latifolium*. Im Gegenzug treten ausgesprochen xerophytische Arten wie *Teucrium montanum*, *Leontodon incanus*, *Galium lucidum* und *Dorycnium germanicum* wesentlich seltener bzw. ausschließlich in standörtlich extremen Ausbildungen in Erscheinung oder fehlen ganz. Ebenso spielen Sauerhumusbesiedler wie *Melampyrum pratense*, *Goodyera repens*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* und *Dicranum polysetum* im Vergleich zum Erico-Pinetum eine sehr untergeordnete Rolle und treten nur in bestimmten Ausbildungen der Alluvialbestände stärker in den Vordergrund.

Als sehr bezeichnende Kennarten findet man in den randalpischen Beständen *Festuca amethystina*, *Thesium rostratum*, *Aquilegia atrata* und *Coronilla vaginalis*, die dem zentralalpischen Erico-Pinetum praktisch vollständig fehlen. Dabei handelt es sich gleichfalls um vergleichsweise mesophile Arten, die damit die ökologischen Rahmenbedingungen der Randalpenbestände sehr treffend zum Ausdruck bringen.

Synsystematik:

Das Auftreten eigener guter Charakterarten erlaubt es in Verbindung mit der deutlich abweichenden Gesamtartenkombination, die randalpischen Bestände in ihrer Gesamtheit dem "klassischen" zentralalpischen Erico-Pinetum im Sinne von BRAUN-BLANQUET als eigenständige Assoziation gegenüberzustellen. Ein derartiges Vorgehen würdigt nicht nur die deutlich abweichende floristische Struktur der beiden Gesellschaften, sondern vermittelt auch sinnvolle ökologische und chorologische Hintergründe. Die Assoziation läßt sich in regionalen Abwandlungen am gesamten, besonders humi-

den Alpennordrand von der Nordschweiz bis nach Niederösterreich verfolgen. Entsprechende Aufnahmen und Beschreibungen sind für den Westteil der Nordalpen u.a. bei SCHMID (1936), ETTER (1947), FABJANOWSKI (1950), REHDER (1962), SCHWEINGRUBER (1973), KUHN (1967); für den mittleren Abschnitt der Nordalpen bei STILL (1991), STARLINGER (1992), LORENZ (1993), STROBL (1981), SMETTAN (1981) sowie für den Ostteil der Nordalpen bei MÜLLER (1966), NIKLFELD (1979), MARGL (1973), WENDELBERGER (1962) zu finden.

Zum Calamagrostio-Pinetum gehören nach der hier vorgelegten Fassung auch die Schneeheide-Kiefernwälder des Alpenvorlandes (SEIBERT 1958, BRENSINSKY 1959). Bisher wurden die hier als Calamagrostio-Pinetum bezeichneten Gesellschaften von der Mehrzahl der oben aufgeführten Autoren zumeist noch einem weit gefaßten Erico-Pinetum zugeordnet (z.B. SEIBERT in OBERDORFER 1992) oder bei einem Fehlen von *Erica herbacea* teilweise auch als Molinio-Pinetum bezeichnet (z.B. ETTER 1947, KUHN 1967, ELLENBERG & KLÖTZLI 1972).

Gliederung:

Eine weitere Untergliederung des Calamagrostio-Pinetum muß zunächst Rücksicht nehmen auf die erheblich voneinander abweichenden geomorphologischen, geländeklimatologischen und auch ausbreitungsbiologischen Rahmenbedingungen von Alluvial- und Hangbeständen. Die daraus resultierenden floristischen und ökologischen Unterschiede sind aber nicht derart tiefgreifend, als daß sie die Ausscheidung einer eigenen alluvialen Assoziation (Dorycnio-Pinetum) rechtfertigen würden, wie dies in der Vergangenheit OBERDORFER (1957) und neuerdings wieder MUCINA et al. (1993) praktiziert haben. Die bestehenden standortökologischen, floristischen und syndynamischen Unterschiede lassen sich bereits mit der Ausscheidung zweier analoger Subassoziationsgruppen hinreichend würdigen (Tab. 22, S. 70).

Im Gegensatz zu den Hangstandorten, wo latente morphodynamische Hangbildungsprozesse (z.B. Steinschlag, Oberbodenkriechen etc.) und schneedynamische Prozesse (Waldlawinen, Schneekriechen) wirken und die Bodenbildung dadurch häufig unterbrochen oder zurückgeworfen wird, handelt es sich bei den Auen um konsolidierte Standorte, die in der Regel keiner Störung und Überformung mehr unterliegen. Sichtbar wird dieser Umstand anhand des Ausfalls oder deutlichen Rückgangs einiger Arten, die Standorte mit schwacher oberflächlicher Substratbewegung bevorzugen wie *Vincetoxicum hirundinaria* und *Carduus defloratus*. Sehr bezeichnend ist ferner, daß *Carex humilis* im Auenbereich auf junge und lückige Entwicklungsstadien beschränkt bleibt und mit fortschreitender Bodenentwicklung in reiferen Ausbildungen meist rasch ausfällt, während sie sich auf den Hangstandorten

selbst in von *Molinia* dominierten üppigen Hochgrasbeständen zu halten vermag. Im Gegenzug treten auf den ebenen Standorten der Aue zugempfindliche Arten wie die Schneeheide und Besiedler saurer Trockenmoderauflagen mit deutlich höherer Stetigkeit und Dominanz auf als auf den immer wieder durch geomorphologische und schneedynamische Prozesse gestörten Hangstandorten.

Weitere wichtige standortökologische Unterschiede zwischen Auen- und Hangbeständen sind überwiegend mesoklimatischer Natur. Die Hangbestände sind gegenüber denen der Auen deutlich wärmebegünstigt. Besonders augenfällig wird dies im Frühjahr, wenn auf den Hängen oft bereits *Erica herbacea*, *Polygala chamaebuxus* und *Carex humilis* blühen, während die Auenstandorte bisweilen noch von einer geschlossenen, oft mehrere Dezimeter mächtigen Schneedecke bedeckt sind. Floristisch findet die thermische Begünstigung der Hangbestände ihren deutlichen Niederschlag im Auftreten ausgesprochen wärmebedürftiger Arten wie *Coronilla emerus*, *Cephalanthera rubra*, *Geranium sanguineum*, *Peucedanum oreoselinum*, *Peucedanum cervaria* und *Asperula tinctoria*, die den Auenbeständen im bayerischen Alpenraum praktisch vollständig fehlen. Im Gegenzug findet man in den Auen zeitweise feuchtebedürftige Kalkflachmoorarten wie *Tofieldia calyculata*, *Primula farinosa* und *Selaginella selaginoides* sowie Arten der kühlfeuchten alpinen Hochlagen wie *Dryas octopetala*, *Saxifraga caesia* und *Carex firma* deutlich angereichert. Für das Auftreten letzterer sind neben edaphischen und standortklimatischen Faktoren allerdings auch ausbreitungsbiologische Aspekte (Diasporenverfrachtung) von maßgeblicher Bedeutung.

Das bedeutend häufigere Auftreten von Weidezeigern in den Auen zeugt vom bis in die Gegenwart andauernden, im Durchschnitt wesentlich intensiveren Weidedruck auf die meisten der untersuchten Alluvialbestände (vgl. z.B. SCHRETZENMAYER 1950, BISSINGER & BOHNERT 1990).

Im Bereich der Hanglagen lassen sich folgende Subassoziationen bzw. Nutzungsformen unterscheiden:

- Calamagrostio-Pinetum primuletosum
- Calamagrostio-Pinetum teucrietosum
- Calamagrostio-Pinetum teucrietosum, Weidenutzungsform mit *Briza media*
- Calamagrostio-Pinetum knautietosum

Analog können für die Auenbestände folgende Subassoziationen unterschieden werden:

- Calamagrostio-Pinetum dryadetosum
- Calamagrostio-Pinetum thesietosum
- Calamagrostio-Pinetum vaccinietosum
- Calamagrostio-Pinetum epipactietosum
- Alluvialer Weide-Kiefernwald

Die Reihenfolge der Subassoziationen entspricht jeweils einem Gradienten zunehmender Standortgunst in punkto Wasserhaushalt und Nährstoffversorgung (vgl. Stetigkeitstabelle 2 und 3). Während

dieser floristisch abgeleitete standörtliche Gradient in den Hanglagen überwiegend reliefgesteuert ist (zunehmende Gründigkeit), kommt bei den Auenbeständen hierin neben primären Substratunterschieden vor allem auch der Reifegrad der Bodenentwicklung zum Ausdruck. Überlagert werden die vegetationskundlich erkennbaren, natürlichen Standortgradienten teilweise in sehr starkem Maße durch eine nutzungsbedingte Modifikation der floristischen Struktur (insbes. C. - P- teucrietosum, Weidnutzungsform mit *Briza media*; alluvialer Weide-Kiefernwald).

Stärkere geographisch-horizontal bedingte Unterschiede innerhalb des Calamagrostio-Pinetum treten insbesondere zwischen den Beständen der Randalpen und denen des Alpenvorlandes (SEIBERT 1958, BRESINSKY 1959) zu Tage (Tab. 22, S. 70). So enthält die Vikariante mit *Amelanchier ovalis* der Alpen neben der namensgebenden Art zahlreiche weitere Sippen mit alpinem Verbreitungsschwerpunkt, die im Alpenvorland allmählich ausdünnen oder ganz fehlen. Andererseits sind z.B. am Lech um Augsburg bereits Sippen kontinentaler Verbreitung wie *Cytisus ratisbonensis* (BRESINSKY 1959) zu finden, die nicht bis an die Alpen heranreichen.

Die Vikariante mit *Amelanchier ovalis* läßt sich geographisch weiter untergliedern in folgende vorwiegend regionalklimatisch und historisch bedingte Gebietsausbildungen:

- 1) Die Gebietsausbildung im Werdenfeller Land und Walchenseegebiet hebt sich durch ihren besonderen Reichtum an thermophilen Sippen (*Coronilla emerus*, *Peucedanum oreoselinum*, *Geranium sanguineum* u.a.) deutlich von den Beständen des übrigen bayerischen Alpenraumes ab.
- 2) Noch höher ist der Anteil an Thermophilen in der Gebietsausbildung mit *Galium lucidum* des Fernpaßgebietes (STARLINGER 1992), die floristisch und ökologisch bereits zum Erico-Pinetum des Tiroler Oberinntals vermittelt.
- 3) Im Raum Bad Reichenhall/Berchtesgaden findet man schließlich eine nach Osten weisende Gebietsausbildung mit *Cyclamen purpurascens*.

Höhenformen sind in den Randalpen nur sehr unscharf ausgeprägt, was wohl vor allem auf die vergleichsweise geringe Höhenamplitude sowie eine regional und lokal sehr unterschiedlich stark ausgeprägte thermische Begünstigung der jeweiligen Vorkommen zurückzuführen ist. Gleichwohl läßt sich zwanglos eine tiefmontane Höhenform mit besonders vielen thermophilen Elementen (insbes. Saumarten) von einer hochmontanen Höhenform (vor allem oberhalb 1.200 m N. N.) trennen, in der bereits streng subalpine Arten wie *Daphne striata* und *Campanula scheuchzeri* anzutreffen sind.

In den Vegetations- und Stetigkeitstabellen wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit auf eine Darstellung der etagealen und geographischen Differenzie-

rung innerhalb des Calamagrostio-Pinetum verzichtet und stattdessen standörtlichen Aspekten Vorrang gewährt.

6.2.1 Die Subassoziationsgruppe der Hanglagen

6.2.1.1 Der Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwald (Calamagrostio-Pinetum primuletosum)

(Stetigkeitstabelle 2, S. 80; Vegetationstabelle 2a, im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Auf extrem steilen, blanken Felsschrofen findet man in den Randalpen schütterere, niederwüchsige Kiefernbestände, die auf diesen Extremstandorten sichtlich an die Grenzen ihrer physiologischen Existenz stoßen (Foto 2). Trotz des extremen Felsstandorts sind die Bestände oft recht stammzahlreich (Abb. 9), bleiben aber krüppelig und erreichen nur selten eine Bestandesoberhöhe von 10 m. Neben Reinbeständen der Waldkiefer sind häufig auch Mischbestände mit Spirke oder sogar reine Spirkenbestände anzutreffen. Die Spirke beteiligt sich wiederum besonders bei stärkerer morpho- und schneedynamischer Beeinflussung vermehrt am Bestandesaufbau. Bei extremem Lawineneinfluß geht die Spirke sogar zur Ausbildung niederliegender Formen über und die Waldkiefer verschwindet vollständig. Als kümmernde Mischbaumarten treten häufiger Fichte sowie bisweilen auch Lärche und und sehr selten Mehlbeere hinzu.

Eine Strauchschicht gelangt aufgrund des starken Wildverbisses (insbes. Gams) kaum zur Entwicklung. Als zwergwüchsige Verbißformen sind aber regelmäßig *Amelanchier ovalis* und *Sorbus aria* sowie seltener auch *Juniperus communis*, *Rhamnus saxatilis* und *Cotoneaster tomentosus* anzutreffen. Einzelne vollentwickelte Exemplare dieser Sträucher findet man bisweilen an überhängenden Felsen, wo sie vom Äßer des Wildes nicht erreicht werden. Die selten mehr als 50 % deckende Bodenvegetation wird in der Regel eindeutig dominiert von *Carex humilis*, die durch ihr schuttstauendes Wurzelwerk erheblich zur Konsolidierung des Substrats beiträgt (Foto 14). Größere Deckungswerte erlangen oft auch die gleichfalls zum Schuttstau befähigten Zwergsträucher *Teucrium montanum* und *Globularia cordifolia*. Zwischen dem beweglichen Verwitterungsschutt tritt auf größerer Fläche meist noch der kompakte anstehende Fels zu Tage.

Hier siedeln bevorzugt die für die Gesellschaft so bezeichnenden Felsspaltenarten der Potentilletalia caulescentis wie *Primula auricula*, *Carex mucronata*, *Potentilla caulescens*, *Campanula cochlearifolia*, *Hieracium glaucum*, *Rhamnus pumila*, *Kernera saxatilis* und *Asplenium ruta-muraria* sowie das Kalkfelsmoos *Schistidium apocarpum*. Negativ charakterisiert gegenüber den anderen Subassoziationen der Hanglagen ist die Gesellschaft durch den

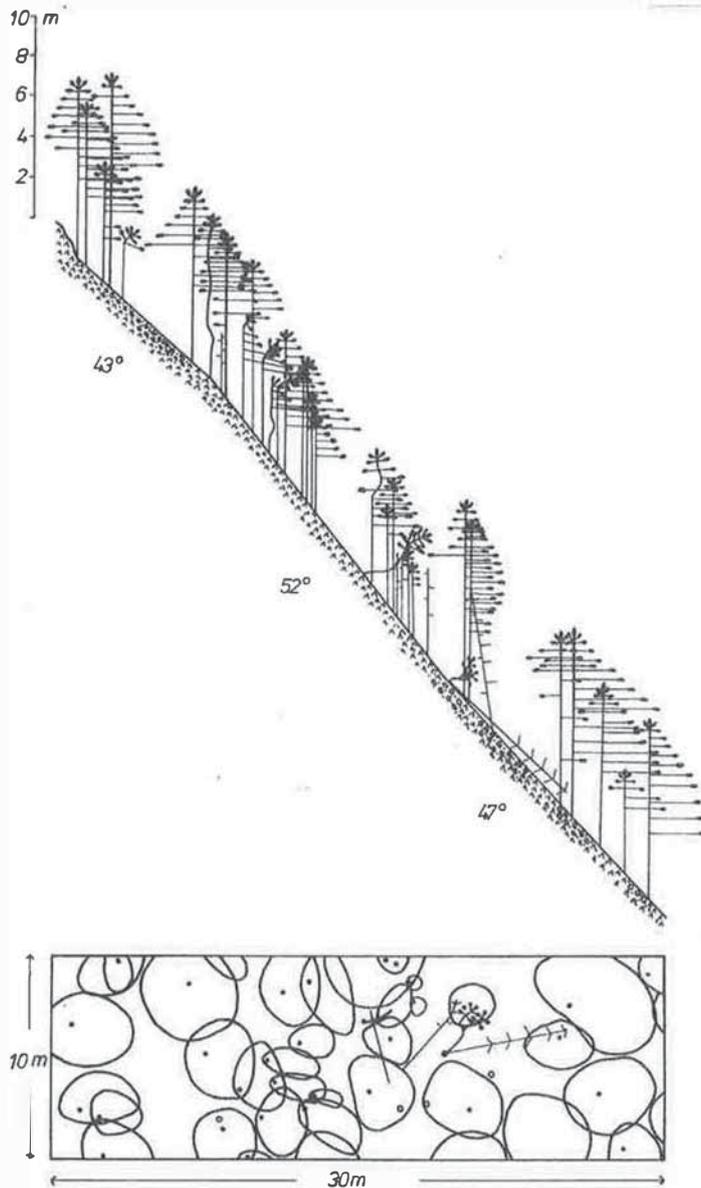


Abbildung 9

Calamagrostio-Pinetum primuletosum:
Bestandesprofil eines Bestandes auf Wettersteinkalk am Burgberg bei Mittenwald (1.100 m N. N.).

Aufnahme: Hölzel/Niedermeier, Zeichnung: Niedermeier

Ausfall zahlreicher ansonsten weitverbreiteter Arten wie *Festuca amethystina*, *Galium boreale*, *Molinia caerulea* agg., *Brachypodium rupestre*, die den extremen Substratverhältnissen nicht gewachsen sind. Die Moosschicht ist sehr spärlich entwickelt und artenarm. Neben dem bereits erwähnten *Schistidium apocarpum* sind darin weitere Kalkmoose wie *Tortella tortuosa*, *Fissidens cristatus*, *Homalothecium lutescens* und *Ctenidium molluscum* zu finden. Grasfilz besiedelnde Arten wie *Scleropodium purum* und *Rhythidiadelphus triquetrus* fehlen dagegen noch vollständig.

Untergliederung:

Die unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wettersteinkalk und Hauptdolomit (Kap. 3.5.1.1.) finden ihren deutlichen Niederschlag in der floristischen Struktur der Gesellschaft, was die Unterscheidung von zwei Varianten nahelegt. So sind auf dem kompakten, blockig zerfallenden Wettersteinkalk (Variante mit *Valeriana tripteris*) einige ausgesprochene Felsbesiedler wie *Rhamnus pumila* deutlich häufiger an-

zutreffen, während Arten, die ein gewisses Mindestmaß an mineralischer Feinerde verlangen, wie etwa *Carex sempervirens*, *Carex mucronata* oder *Coronilla vaginalis*, hier weitgehend fehlen, dagegen aber auf dem scherbis bis grusig zerfallenden Hauptdolomit stärker in Erscheinung treten (Variante mit *Carex sempervirens*). Andererseits sind in der Variante mit *Valeriana tripteris* auf Wettersteinkalk aber etwas anspruchsvollere mesophile Arten wie etwa *Epipactis atrorubens*, *Laserpitium latifolium* oder *Rubus saxatilis* sehr regelmäßig zu finden, während sie auf Hauptdolomit noch vollständig fehlen. Die Gründe für dieses klassische "Dolomitphänomen" (GAMS 1930) sind neben der auf Wettersteinkalk etwas ausgeprägteren lokalen Humusakkumulation in tiefen Felsspalten, wohl vor allem auch in den ungünstigeren chemischen Eigenschaften (Nährstoffarmut infolge schwächerer Lösungsverwitterung) der unreifen Dolomitböden zu suchen.

Ökologie und Standort:

Die Gesellschaft besiedelt in der Regel extrem steile und flachgründige Felsschrofen aus Dolomit und

Wettersteinkalk. Aufgrund der Steilheit des Reliefs wird die Bodenentwicklung durch Steinschlag und Schuttkriechen immer wieder gestört. Dies gilt insbesondere für den grobblockig verwitternden Wettersteinkalk, wo oft bereits ein einziger unbedachter Schritt eine Steinschlaglawine auszulösen vermag, weniger dagegen für den scherbilig-grusig zerfallenden Hauptdolomit. Zwischen dem dünnen, durch Vegetation mehr oder weniger fixierten Verwitterungsschuttschleier tritt in der Regel noch flächig der blanke Fels zu Tage.

Das Spektrum der Bodenbildungen unterliegt dementsprechend einem extrem kleinräumigen Wechsel von fast blanken Felssyrosomen bis hin zu Felshumusböden (Profil 4: Kap. 3.5.2.3.) oder mullartigen Rendzinen in stärker abtragungsberuhigten Bereichen. Felshumusböden entwickeln sich aber nicht nur im lockeren Verwitterungsschutt in Spalten, Mulden und auf flacheren Absätzen sondern bei Abtragungsschutz durch die kompakten Horste der Erdsege auch direkt auf anstehendem Fels.

Dynamik:

Der Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwald ist eine wenig veränderliche Dauergesellschaft, die infolge des extremen Standortes allenfalls innerhalb sehr langer Zeiträume einer Sukzession unterliegt. Nach natürlicher oder anthropogener Waldzerstörung durch Lawinen und Brände mit nachfolgender Standortdevastierung durch Erosionsprozesse (Brandverkarstung) kann die Gesellschaft die Wiederbewaldung aus initialen Felsspalten und Rasengesellschaften einleiten. Derartige Brandverkarstungsflächen finden sich beispielsweise großflächig im Raum Scharnitz. Eine Etablierung der Kiefer scheitert dort derzeit aber großflächig am Wildverbiß.

Verbreitung:

Der Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwald ist in den gesamten Bayerischen Kalkalpen verbreitet. Außerhalb der Arealzentren der Assoziation bilden Bestände dieser Subassoziation oft die einzigen natürlichen Vorkommen von Erico-Pinion-Wäldern überhaupt. Neben vielen kleinflächigen Vorkommen auf Felsköpfen und Felsbändern ist die Gesellschaft nicht selten auch in größeren zusammenhängenden Beständen anzutreffen. Geradezu landschaftsprägend bedeckt der Aurikel-Kiefernwald großflächig die durch Gletscherschliff extrem übersteilten Wettersteinkalkfelshänge im Raum Scharnitz-Mittenwald. Das schwerpunktmäßige Auftreten oberhalb 1.000 m N.N. ist vor allem darin begründet, daß entsprechende Felsstandorte vermehrt zu meist erst ab dieser Höhenlage anzutreffen sind (glazigene Mittelhangversteilungen).

Nutzung:

Der Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwald unterlag, bedingt durch seine extremen standörtlichen Bedingungen, wohl auch in der Vergangenheit nur einer sehr geringen oder keiner menschlichen Beeinflussung durch Holznutzung oder Waldweide. Eine Be-

weidung war, wenn überhaupt, allenfalls mit Ziegen oder Schafen möglich. Viele Bestände in schwer zugänglichen Lagen dürften daher auch heute noch als ausgesprochene Urwälder angesprochen werden. Indirekt durch den Menschen beeinflusst wird die Gesellschaft aber gleichwohl durch überhöhte Wilddichten, die seit mindestens 150 Jahren jegliche Verjüngung zum Scheitern verurteilen.

Naturschutz:

Trotz oder vielleicht gerade wegen ihres hohen Natürlichkeitsgrades beherbergt die Gesellschaft nur relativ wenige naturschutzrelevante Arten. Dies liegt wohl einerseits in der extremen standörtlichen Situation, andererseits aber auch in der Höhenlage und räumlichen Isolation vieler Bestände begründet, wodurch viele wärmeliebende bzw. ausbreitungsuntüchtige Arten von vorne herein ausgeschlossen sind. Gleichwohl enthält die Gesellschaft mit *Leontodon incanus*, *Rhamnus saxatilis* und *Coronilla emerus* einige bemerkenswerte Arten, die hier sehr naturnahe Wuchsorte besitzen. Hervorzuheben sind aber auch die reichen Vorkommen von Felsspaltenarten wie *Hieracium glaucum*, *Rhamnus pumila*, *Potentilla caulescens* u.a., die in kaum einer anderen Gesellschaft derart gehäuft und individuenreich auftreten. Übertroffene Bedeutung besitzt die Gesellschaft als Lawinen- und Steinschlag-schutzwald im Raum Scharnitz (Foto 11 und 29). Sofern es nicht gelingt, die verheerende Verjüngungssituation durch eine Lösung des Schalenwildproblems zu verbessern, ist dort altersbedingt langfristig mit Auflösungstendenzen zu rechnen, die eine gravierende Gefährdung der Infrastruktur im Talraum bedeuten könnten!

6.2.1.2 Der Berggamander-Buntreitgras-Kiefernwald (Calamagrostio-Pinetum teucrietosum)

(Stetigkeitstabelle 2, S. 80; Vegetationstabelle 2a im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Auf etwas weniger extremen Standorten, bei denen der blanke Fels nicht mehr flächig zu Tage tritt, findet man in den Randalpen verbreitet den Berggamander-Buntreitgras-Kiefernwald. Die Zusammensetzung der Baumschicht ist noch ähnlich der des Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwaldes, wenngleich Spirken deutlich seltener in Erscheinung treten. Die Bestände sind im Durchschnitt etwas wüchsiger (Abb. 10), erreichen aber gleichfalls nur selten eine Oberhöhe von mehr als 12 bis 15 m. Eine Strauchschicht fehlt aus den oben bereits angeführten Gründen ebenfalls fast vollständig.

Im Gegensatz zum Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwald ist die Bodenvegetation in dieser Gesellschaft bereits flächendeckender entwickelt. In der Regel dominieren darin noch niederwüchsige Arten wie *Carex humilis*, *Sesleria varia* und *Carex sempervirens*, doch treten oft auch bereits in erhöhten Men-

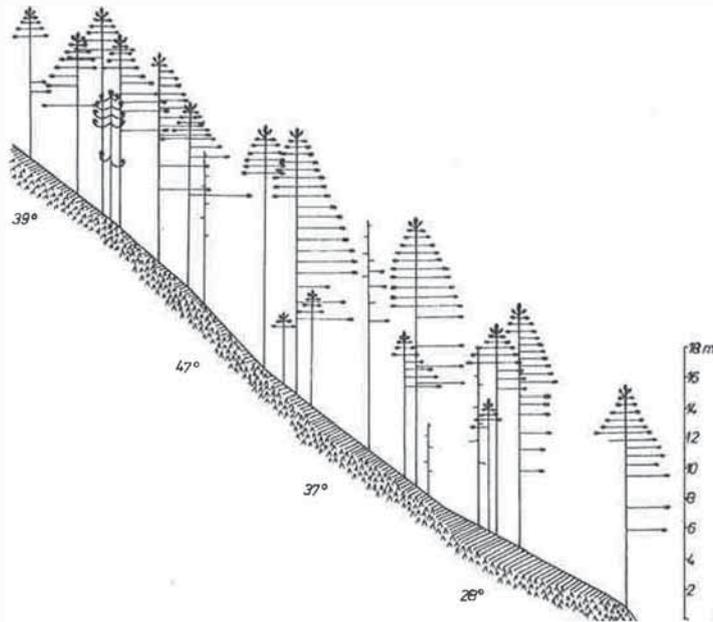


Abbildung 10

Calamagrostio-Pinetum teucrietosum (flachgründiger, steiler Oberhangbereich) und **C.-P. knautietosum** (flacherer Unterhang): Bestandesprofil am Ofenberg bei Griesen (920 m N. N.).

Aufnahme: Hölzel/Niedermeier, Zeichnung: Niedermeier

genanteilen Hochgräser wie *Calamagrostis varia* hinzu. Gegenüber dem Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwald differenzieren ferner eine Reihe vergleichsweise mesophiler Arten wie *Festuca amethystina*, *Molinia caerulea* agg., *Potentilla erecta*, *Galium boreale*, *Aster bellidiastrum* und *Phyteuma orbiculare*.

Die Felsspaltenarten fehlen dagegen mit Ausnahme einzelner bisweilen übergreifender Arten wie *Globularia cordifolia* und *Primula auricula* fast vollständig. Die Gesellschaft enthält aber noch die kleinwüchsigen Lückenbüßer wie *Leontodon incanus*, *Teucrium montanum*, *Hippocrepis comosa*, *Linum catharticum*, *Thesium rostratum* und *Coronilla vaginalis*, die hier teilweise sogar häufiger als im Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwald anzutreffen sind. Lokal treten am Ofenberg zu dieser Gruppe auch noch *Dorycnium germanicum* und *Carex baldensis*.

Die kleinwüchsigen Lückenbüßer differenzieren insbesondere gegenüber der Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia*. Eine Mooschicht ist in der Regel nur sehr spärlich entwickelt. Neben der allgegenwärtigen *Tortella tortuosa* und dem Trockenrasenmoos *Rhytidium rugosum* sind darin vereinzelt bereits einige Grasfilz besiedelnde Arten wie *Scleropodium purum* und *Rhythidiadelphus triquetrus* enthalten.

Untergliederung:

Vom Normaltyp der Gesellschaft läßt sich eine frischere Variante mit *Polygala amarella*, *Valeriana saxatilis* und *Rhinanthus glacialis* abtrennen, in der neben dem meist reichlich vorkommenden Pfeifengras auch *Carex flacca* und *Galium boreale* eine deutlich höhere Stetigkeit erreichen.

Innerhalb dieser Variante sind teilweise auch bereits vermehrt vergleichsweise anspruchsvolle, frischebedürftige Mesophyten und Laubwaldarten wie *Rubus saxatilis*, *Laserpitium latifolium*, *Aquilegia atrata* und *Convallaria majalis* anzutreffen, die normalerweise erst verstärkt in der Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* auftreten.

Ökologie und Standort:

Die Gesellschaft besiedelt zumeist steile Dolomithänge, deren Flachgründigkeit noch keinen völligen Schluß der Bodenvegetation zuläßt. Zumeist handelt es sich dabei um konvexe Hangrücken, steile, felsdurchsetzte Schrofen oder die oberen Randzonen tief eingeschnittener Rinnen und Felsabstürze.

Im Gegensatz zur Subassoziation mit *Primula auricula*, mit der die Gesellschaft häufig in Kontakt steht, tritt der anstehende Fels höchstens kleinfächig offen zu Tage. Als Böden findet man fast durchweg mullartige oder Mull-Rendzinen (Profil 5 Kap. 3.5.2.3.), die sich im flachgründigen, oft extrem

steinigen Zersatz oder Verwitterungsschutt entwickelt haben.

Nach 10 bis 20 cm trifft man oft bereits auf den anstehenden Fels (Abb. 15), der nur im Bereich von einzelnen Verwitterungstaschen und Spalten tiefer entfestigt ist. Mullartige Rendzinen treten verstärkt bei besonders ausgeprägter Feinerdearmut und geringem Verwitterungsgrad des Ausgangssubstrates in den Vordergrund. Als Humusform findet man verbreitet L- oder F-Mull. Unter dominierenden Hochgräsern kann partiell aber auch bereits geringmächtiger Mull-Moder angetroffen werden. Die Bodenentwicklung verläuft aufgrund der häufigen Austrocknung des Oberbodens und der geringen Biomasseproduktion äußerst gehemmt.

Das Auftreten zahlreicher konkurrenzarmer Nischen, die den für die Gesellschaft so bezeichnenden kleinwüchsigen Lückenbesiedlern günstige Existenzbedingungen gewähren, ist insbesondere in der geringen Vitalität wuchskräftiger Hochgräser wie *Calamagrostis varia* und *Molinia caerulea* agg. zu suchen. Die Vitalität dieser transpirationsintensiven, vergleichsweise großblättrigen Arten wird vor allem eingeschränkt durch die edaphische Trockenheit und die starke Erwärmung der bodennahen Luftschichten aufgrund der zumeist nur sehr schütterten Überschirmung.

Dynamik:

Auf extrem flachgründigen Standorten ist die Gesellschaft eine sehr dauerhafte, wenig veränderliche Erscheinung. Mit fortschreitender Bodenentwicklung und zunehmendem Bestandesschluß kann es aber zu einer allmählichen Verdrängung der konkurrenzschwachen Lückenbüßer durch Hochgräser kommen, wodurch sich die Gesellschaft zur Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* weiterentwickelt.

Umgekehrt kann sich der Berggamander-Buntreitgras-Kiefernwald bei natürlicher oder anthropogener Bestandesverlichtung aber auch wieder aus der Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* zurückentwickeln. Förderlich für das Auftreten ist ferner der wildverbißbedingte Totalausfall einer Strauchschicht, was zu einem erhöhten Licht- und Wärmegeuß der Bodenvegetation führt.

Verbreitung:

Der Berggamander-Buntreitgras-Kiefernwald ist zumeist vergleichsweise kleinflächig innerhalb fast aller größeren randalpischen Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe anzutreffen. Größere Flächenausdehnung und Häufigkeit erlangt die Gesellschaft aber nur im klimatisch besonders warmen und trockenen Oberen Loisachtal westlich Garmisch, wo am steilen Südfall des Ammergebirges auch größere zusammenhängende Bestände zu finden sind (Foto 1). Die *Polygala amarella*-Variante ist dagegen sehr bezeichnend für extrem steile Dolomithänge in besonders niederschlagsreicher, oft alpenrandnaher Lage (Isartal bei Vorderriß, Walchenseegebiet, Vorderes Loisachtal).

Nutzung:

Auf den zumeist sehr stark geneigten Standorten der Gesellschaft findet heute in der Regel keine Beweidung mehr statt.

In der Vergangenheit dürfte die Beweidung insbesondere auch mit Schafen und Ziegen aber eine wesentlich größere Bedeutung erlangt haben. Bei einem Teil der aufgenommenen Bestände ist auch nicht auszuschließen, daß sie ihre Existenz überhaupt einer lange zurückliegenden Standortdegradation durch Beweidung verdanken, die sich heute aber floristisch und strukturell nicht mehr nachvollziehen läßt.

Naturschutz:

Eine ganze Reihe von Arten wie *Leontodon incanus*, *Thesium rostratum* und *Coronilla vaginalis* besitzen in der Gesellschaft einen Schwerpunkt an natürlichen Vorkommen. Hervorzuheben sind ferner die individuenreichen Bestände von *Dorycnium germanicum* und *Carex baldensis* am Ofenberg bei Griesen, die innerhalb der randalpischen Hang-Kiefernwälder schwerpunktmäßig in dieser Subassoziation anzutreffen sind.

6.2.1.3 Der weidegeprägte Berggamander-Buntreitgras-Kiefernwald mit Zittergras (*Calamagrostio-Pinetum teucricosum*, Weidenutzungsform mit *Briza media*)

(Stetigkeitstabelle 2, S. 80; Vegetationstabelle 2a, im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen, überwiegend primären Beständen der Hanglagen haben wir es bei dieser Einheit des *Calamagrostio-Pinetum* mit einem in hohem Maße nutzungsbeeinflussten Kiefernwaldtyp zu tun. Physiognomisch handelt es sich in der Regel um sehr lockere, parkartig offene Bestände, die vielfach mehr den Eindruck eines kiefernüberstellten Weiderasens erwecken als den eines geschlossenen Waldes (Foto 24). Die locker stehenden, oft sehr bizarren Kieferngestalten können Oberhöhen von fast 20 m erreichen. Den Waldkiefern sind selten auch einzelne Fichten beige-mischt.

Im Gegensatz zu den anderen Beständen der Hanglagen findet man hier oft eine vergleichsweise reich entwickelte Strauchschicht aus Mehlbeere, Faulbaum, Felsenbirne, Wolligem Schneeball und der besonders bezeichnenden Berberitze. Die reiche Entwicklung der Strauchschicht ist insbesondere auf die durch die Beweidung geschaffenen günstigen Ansammlungsbedingungen und auf einen vergleichsweise geringen Wildverbißdruck in den zumeist in siedlungs- oder straßennahen Unterhangbereichen gelegenen Beständen zurückzuführen. Auch die Kiefer verjüngt sich in größeren Bestandeslücken sehr freudig und vital.

Das Gefüge der Bodenvegetation wird, ähnlich wie in der vorhergehenden Einheit, dominiert von niederwüchsigen, verbißharten Gräsern und Seggen wie *Carex humilis*, *Carex sempervirens* und *Sesleria varia*. Hochgräser wie *Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* agg. und *Brachypodium rupestre* treten demgegenüber quantitativ meist in den Hintergrund, da sie durch die regelmäßige Beweidung in ihrer Vitalität deutlich geschwächt werden. Durch das weidebedingte Zurücktreten der Hochgräser werden wiederum die gleichen kleinwüchsigen Lückenbesiedler gefördert, die für die zuvor beschriebene Gesellschaft bezeichnend sind. Während *Leontodon incanus* deutlich seltener in Erscheinung tritt, gelangen durch die Beweidung gerade *Coronilla vaginalis* und *Thesium rostratum* hier zu maximaler Stetigkeit und Abundanz.

Zu den Lückenzeigern treten zahlreiche weitere Arten, die direkt oder mittelbar durch die Beweidung gefördert werden und der Einheit ein floristisch sehr eigenständiges Gefüge geben. Neben typischen verbißtoleranten Weidezeigern und Grünlandarten wie *Briza media*, *Trifolium pratense*, *Succisa pratensis*, *Lathyrus pratensis*, *Plantago media* und *P. lanceolata* finden sich darunter auch viele Arten bewirtschaftungsgeprägter Halbtrockenrasen wie *Centaurea scabiosa*, *Sanguisorba minor*, *Anthyllis vulneraria* ssp. *alpestris* und *Bromus erectus*. Auffallend ist auch das gehäufte Auftreten thermophiler Saumarten wie *Peucedanum cervaria* und *P. oreoselinum*, die gemeinhin als wenig weidetolerant gelten, in unserem Falle aber offensichtlich eher gefördert werden. Im Gegensatz zu den Einheiten flachgründiger Primärstandorte sind hier in noch stärkerem Maße bereits frischebedürftige Arten und Laubwaldelemente wie *Knautia dipsacifolia*, *Plantanthera bifolia*, *Gymnadenia conopsea*, *Salvia glutinosa* und *Hepatica nobilis* anzutreffen. Eine Mooschicht ist in der Regel nur sehr spärlich entwickelt. Sie enthält die gleichen Arten wie die des Berggamander-Buntreitgras-Kiefernwaldes.

Das bunte Gemisch aus ökologisch und soziologisch oft recht gegensätzlichen Arten machen den Weide-Kiefernwald mit häufig über 70 Arten pro Aufnahme zur mit Abstand artenreichsten Erico-Pinion-Gesellschaft der randalpischen Hanglagen. Der Artenreichtum ist in erster Linie begründet in der extrem großen Vielfalt an kleinstandörtlichen Nischen, die durch die extensive Beweidung geschaffen werden. So wechseln extrem kurzrasige Flächen, die stark betreten und beweidet werden, oft kleinräumig mit weniger stark beanspruchten Flächen an der Stammbasis der Kiefern oder im Randbereich von Strauchgruppen ab. Ähnlich reich differenziert ist aufgrund der sehr lichten Struktur die mikroklimatische Situation innerhalb der Bestände. Von besonderer Bedeutung sind die durch Tritt entstehenden Oberbodenverletzungen, auf denen konkurrenzschwache Arten immer wieder die Möglichkeit zur Etablierung finden. Ausschlaggebend für den besonderen Reichtum der Gesellschaft gerade an thermophilen

Sippen ist aber auch die warme Unterhanglage der meisten Bestände.

Der Anschluß an die Subassoziation mit *Teucrium montanum* als weidegeprägte Nutzungsform ist in erster Linie floristisch im Auftreten der gleichen kleinwüchsigen Lückenbesiedler begründet. Deren Vorkommen ist in beiden Einheiten ursächlich bedingt im hohen Lichtgenuß der Bodenvegetation und im deutlichen Zurücktreten wuchskräftiger Hochgräser. Dabei gilt es aber nicht zu übersehen, daß diese Bedingungen im einen Fall durch die primärstandörtliche Flachgründigkeit und Trockenheit geschaffen werden, während im anderen Fall vor allem die Beweidung hierfür von maßgeblicher Bedeutung ist. Verkürzt und stark vereinfacht läßt sich dieses auch in Trockenrasen häufig zu beobachtende Phänomen auf die Formel bringen: "Beweidung ersetzt Flachgründigkeit". Die insgesamt wesentlich mesophileren Bedingungen im Weide-Kiefernwald ermöglichen aber zusätzlich das Auftreten von zahlreichen Arten, die den extremen Standortverhältnissen im reinen Berggamander-Buntreitgras-Kiefernwald nicht gewachsen wären.

Standort und Ökologie:

Die Gesellschaft ist meist im Bereich leicht zugänglicher, aber gleichwohl teilweise recht steiler Unterhangbereiche zu finden (Foto 24 und 30). Dabei handelt es sich aber meist keineswegs um ausgesprochene edaphische Extremstandorte; vielmehr unterscheiden sich die Flächen, auf denen die Gesellschaft stockt, hinsichtlich ihrer primären Standortfaktoren wie Gründigkeit und Neigung oft sogar kaum von denen benachbarter Bergmischwälder. Das Auftreten der Gesellschaft ist also meist nicht primär standörtlich, sondern in erster Linie nutzungsbedingt zu erklären. Die Bestände stehen allerdings fast immer im Kontakt zu waldfindlichen Reliktstandorten auf Felsen, am Rande von tief eingeschnittenen Hangrinnen oder mittlerweile fossilen Lateralerosionshängen. In der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um sekundär erweiterte Primärbestände, wodurch sich auch die in der Regel sehr reichhaltige Ausstattung an reliktschen Arten erklären läßt. Benachbarte Primärbestände befinden sich oft an den steileren Oberhängen oder bisweilen auch in den angrenzenden Auen.

Als Böden treten wiederum fast durchweg Rendzinen (Profil 6: Kap. 3.5.2.3.) auf, die aber im Vergleich zu unbeweideten Flächen oft recht schwach entwickelt und humusarm sind. Verantwortlich hierfür sind wohl in erster Linie die sehr lichte Bestandesstruktur und der langanhaltende Biomasseentzug durch Beweidung, die zu einem deutlichen Humusschwund geführt haben (vgl. BOCHTER et al. 1981). Ferner kommt es durch den Viehtritt immer wieder zu einer partiellen Abschwemmung und Entblößung des humosen Oberbodens, wodurch gleichfalls Humusverlusten durch Mineralisation und Abschwemmung Vorschub geleistet wird, und gleichzeitig besonders flachgrün-

dige Partien akzentuiert und "herauspräpariert" werden.

Dynamik:

Viele Bestände dieser Einheit entstanden in der Vergangenheit wohl durch Kiefernflug aus Lichtweideflächen (Foto 10). Rezent kann dieser Prozeß z. B. am Kienberg bei Oberjettenberg oder am Krepelschrofen bei Wallgau beobachtet werden.

Eine Einstellung der Beweidung führt bei fehlendem oder schwachem Wildverbiß infolge Zäunung, straßen- oder siedlungsnaher Lage der Bestände zu einer raschen Entwicklung des oft sehr reich vorhandenen Gehölzverjüngungspotentials. Im Extremfall können dabei innerhalb weniger Jahre dichte Verjüngungsbestände aus Sträuchern und Baumjungwuchs entstehen, die zu einem raschen Ausfall heliophiler, konkurrenzschwacher Arten führen. Vielerorts wird eine Entwicklung der Gehölzverjüngung aber durch Schalenwildverbiß fast vollständig unterbunden. In diesem Fall vollzieht sich eine Weiterentwicklung deutlich langsamer. Der Ausfall der Beweidung führt hier zu einer sukzessiven, mehr oder weniger flächigen Ausbreitung wuchskräftiger Hochgräser, die durch den Aufbau von Streudecken (Verfilzung) allmählich die für die Einheit so bezeichnenden konkurrenzschwachen Lückenbesiedler ersticken. Durch die zunehmende Vergrasung verschlechtern sich aber auch die Etablierungsmöglichkeiten für Gehölze, so daß bei anhaltendem Verbiß sehr persistente, hochgrasdominierte Brachestadien entstehen, die dem Typus der weit verbreiteten Subassoziaton mit *Knautia dipsacifolia* entsprechen (Foto 26).

Verbreitung:

Größere, rezent noch beweidete Bestände dieser Einheit sind nur noch im Werdenfelser Land im Hangfußbereich des Ofenbergs bei Griesen, am Heuberg zwischen Farchant und Oberau sowie am Wankhangfuß bei Partenkirchen zu finden. Am Krepelschrofen bei Wallgau und auf einigen kleineren Flächen nördlich Mittenwald ist die Beweidung mittlerweile eingestellt; sie entsprechen aber hinsichtlich ihrer floristischen Struktur noch dem Typus der Einheit. Außerhalb des Werdenfelser Landes sind ähnliche Bestände in Bayern nur noch am Kienberg bei Oberjettenberg zu finden, bei denen es sich aber um sehr junge, dichte Kiefernflüge auf einer Heimweide handelt, die sich strukturell mit dem Grundtyp der Einheit nurmehr sehr bedingt vergleichen lassen.

Nutzung:

Die rezent noch beweideten Bestände werden in der Regel zweimal im Jahr, jeweils vor und nach der Alpung, für 2 bis 3 Wochen mit Rindern bestoßen. Teilweise, wie am Wankhangfuß und früher auch am Krepelschrofen, erfolgt eine Beweidung aber auch während des Sommers (Heimweiden des Milchviehs). Der Weidedruck ist allgemein recht gering und konzentriert sich auf größere Lichtflächen in-

nerhalb der Bestände. Hangaufwärts nimmt die Beweidungsintensität normalerweise nochmals deutlich ab. Zur Offenhaltung der Weideflächen werden von den Landwirten zu dichte Verjüngungsgruppen teilweise aufgelichtet, um dem Vieh den Zugang zu erleichtern. Derartige Weidepflegemaßnahmen lassen jedoch stark nach.

Naturschutz:

Die Bestände der Gesellschaft enthalten besonders viele gefährdete und seltene Arten. Hervorzuheben sind die reichen Vorkommen von *Coronilla vaginalis* und *Thesium rostratum*, die hier außerhalb der Auen ihre individuenreichsten Populationen besitzen. Von großer Bedeutung ist die Gesellschaft ferner für einige im bayerischen Alpenraum sehr seltene, streng lokalisierte thermophile oder reliktsche Arten wie *Dorycnium germanicum*, *Carex baldensis*, *Peucedanum cervaria*, *Peucedanum oreoselinum*, *Geranium sanguineum*, *Cirsium tuberosum* und *Rhamnus saxatilis*, die hier innerhalb des Calamagrostio-Pinetum einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt haben. Floristisch noch reicher ausgestattet sind die zahlreichen offenen Lückenasen, die die Bestände in der Regel durchsetzen. Begünstigt wird der floristische Reichtum vieler Bestände durch die warme Unterhanglage, die das Auftreten thermophiler Sippen in hohem Maße begünstigt.

Aufgrund ihres Struktureichtums dürften die Weide-Kiefernwälder auch in zoologischer Sicht von herausragender Bedeutung sein; hierzu fehlen aber bisher eingehende Untersuchungen.

Schließlich bieten sie letzte Beispiele ästhetisch überaus reizvoller, vorindustrieller Hudelandschaften, wie sie außerhalb der Alpen kaum mehr anzutreffen sind (POTT & HÜPPE 1991).

6.2.1.4 Der Waldwitwenblumen-Buntreitgras-Kiefernwald (Calamagrostio-Pinetum knautietosum)

(Stetigkeitstabelle 2, S. 80; Vegetationstabelle 2b im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Eindeutig von üppig entwickelten Hochgräsern dominierte Bestände bilden in den Hanglagen der Bayerischen Alpen den weitverbreiteten "Normaltyp" der Buntreitgras-Kiefernwälder. Im Regelfall handelt es sich dabei um vergleichsweise wüchsige Bestände (Abb. 10), denen oft einzelne mitherrschende Fichten und unterständige Mehlbeeren beigemischt sind (Abb. 11). Sehr vereinzelt sind auch Bergahorn, Buche und baumförmige Wacholder anzutreffen. Die Kiefern bilden vergleichsweise geschlossene Bestände, die Oberhöhen von bis zu 25 m erreichen.

Eine Strauchschicht gelangt aufgrund des Wildverbisses wiederum kaum je zu stärkerer Entwicklung. In der oft stark zurückgebissenen Gehölzverjüngung sind aber sehr häufig Mehlbeere, Bergahorn, Fel-

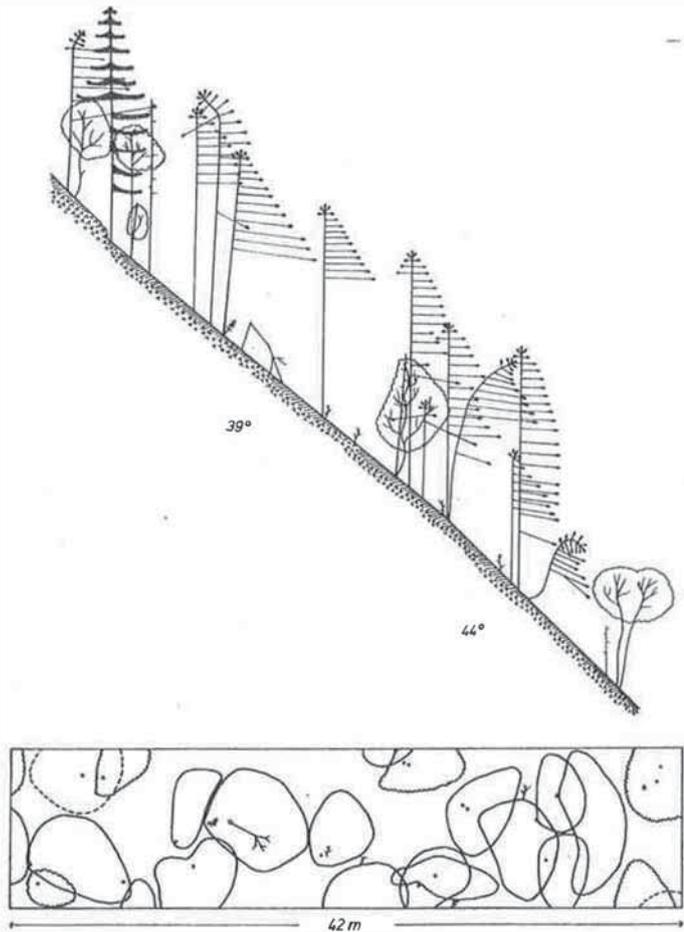


Abbildung 11

Calamagrostio-Pinetum knautietosum, Molinia-Fazies: Bestandesprofil eines ehemals beweideten und streugenutzten Bestandes am Heuberg bei Oberau (810 m N.N.).

Aufnahme: Hölzel/Niedermeier, Zeichnung: Niedermeier

senbirne, Faulbaum sowie seltener auch Fichte und vereinzelt sogar bereits Buchen anzutreffen. Andere thermophile Sträucher wie Felsenkreuzdorn, Berberitze, Filzige Zwergmispel und Wolliger Schneeball sind vergleichsweise selten und wenn, dann vorzugsweise in ehemals stärker beweideten, talnahen Bereichen anzutreffen.

Die Bodenvegetation wird eindeutig dominiert von wuchskräftigen Hochgräsern wie *Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* agg. und etwas seltener auch *Brachypodium rupestre*, die jeweils in stark wechselnden Mengenanteilen auftreten können. Lediglich auf Hangverflachungen mit vergleichsweise feinerdearmen, sandig-kiesigen Böden kann auch die Schneeheide einmal stärker in den Vordergrund treten. Zu den normalerweise dominierenden Hochgräsern gesellen sich auffallend viele weitere Grasartige wie *Sesleria varia*, *Festuca amethystina*, *Carex humilis*, *Carex sempervirens*, *Carex montana*, *Carex flacca* und oftmals aspektbildend auch *Anthericum ramosum*, die den optischen Eindruck eines ausgesprochenen Gras-Kiefernwaldes noch zusätzlich verstärken.

Die Gräser bauen mit ihrer Nekromasse mächtige Streudecken auf, wodurch die für die Subassoziation mit *Teucrium montanum* so bezeichnenden kleinwüchsigen Lückenbüßer fast vollständig ausfallen und allenfalls noch als abgängige Relikte ehemaliger Beweidung in Erscheinung treten. Auch andere, etwas weiter verbreitete kleinwüchsige Arten, wie

etwa *Thymus polytrichus* und *Thesium alpinum*, gehen in ihrer Stetigkeit deutlich zurück.

Stattdessen findet man in den Beständen verstärkt hochschäftige, frischebedürftige Mesophyten, wie etwa *Knautia dipsacifolia*, *Rubus saxatilis*, *Laserpitium latifolium*, *Aquilegia atrata*, *Origanum vulgare* und *Pteridium aquilinum* neben typischen Laubwaldarten wie *Salvia glutinosa*, *Convallaria majalis*, *Prenanthes purpurea*, *Lilium martagon*, *Cephalanthera rubra* und *longifolia*, *Daphne mezereum*, die deutlich auf den wesentlich mesophileren Charakter des Standortes verweisen.

Die Anreicherung mit diesen anspruchsvollen Arten ist entsprechend den lokalen geographischen Lagebeziehungen der Bestände und der spezifischen Bestandesgeschichte oft noch uneinheitlich, so daß die einzelnen Arten teilweise recht unstet erscheinen, in ihrer Summe aber gleichwohl den gemäßigeren Bestandescharakter deutlich zum Ausdruck bringen. Unter der dichten Streudecke der Gräser vermag sich eine Mooschicht nur sehr fragmentarisch zu entwickeln.

Darin enthalten sind neben Kalkmoosen wie *Tortella tortuosa*, *Ctenidium molluscum* und *Fissidens cristatus* regelmäßig Streufilzarten wie *Scleropodium purum* und *Rhythidiadelphus triquetrus* sowie sehr spärlich auch *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens* und *Pleurozium schreberi*, die kleinflächig saure Mikrochore besiedeln.

Untergliederung:

Die Gesellschaft läßt sich weiter untergliedern in eine Typische Variante und eine Variante mit *Carex alba*. Letztere vermittelt standörtlich und syngenetisch bereits deutlich zu Buchenwaldgesellschaften, worauf neben dem häufigeren Vorkommen von Buchenverjüngung auch einzelne weitere Laubwaldarten wie *Viola reichenbachiana* und *Neottia nidus-avis* hindeuten. In der Tabelle wurde ferner noch eine "artenarme Variante" ausgeschieden, in der die anspruchsvollen mesophytischen Begleiter noch sehr spärlich vertreten sind. Innerhalb dieser Varianten läßt sich wiederum jeweils eine *Molinia*-Fazies unterscheiden, die auf tonreicheren Substraten bzw. zeitweilig von seichtem Interflow durchsickerten konkaven Hangformen, sowie oft generell in besonders niederschlagsreichen, meist alpenrandnahen Lagen dominiert. Im Extremfall handelt es sich dabei um fast hüfthohe, überaus üppig entwickelte *Molinia*-Dominanzbestände (Foto 26), die sehr dicke, bis zu 15 cm mächtige, verdämmende Streudecken aufbauen und dadurch oftmals besonders artenarm sind.

Auf eine frühere Beweidung vieler Bestände deuten wiederum die bereits oben erwähnten Weidezeiger (u.a. auch *Pteridium aquilinum*) und andere, mittelbar durch Beweidung begünstigte Arten (z.B. Saumarten) hin.

Standort und Ökologie:

Die Gesellschaft besiedelt Standorte, die sich oft nur unwesentlich oder gar nicht von denen benachbarter trockener Bergmischwälder unterscheiden. Außer in extremen Steillagen mit über 40° Neigung und oft entsprechend flachgründigen Böden ist sie auch häufig auf Hängen mittlerer Neigung mit vergleichsweise tiefgründigen Hangschuttdecken anzutreffen. Als Böden findet man neben reifen Mull-Rendzinen (Profil 7: Kap. 3.5.2.3.) häufiger auch bereits fortgeschrittenere Bodenentwicklungen wie Lehmrendzinen und Terra fusca-Vorstufen (Profil 8: Kap. 3.5.2.3.). Bestände auf tiefgründigen, nur durchschnittlich geeigneten Standorten mit vergleichsweise reifer Bodenentwicklung sind wohl überwiegend sekundärer Natur und besitzen das Potential einer mittelfristigen Weiterentwicklung zu Bergmischwäldern.

Dynamik:

Bei vielen Vorkommen der Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* handelt es sich zweifelsfrei um Brachestadien ehemaliger Weide- und Streunutzungswälder. Nach Einstellung der extensiven Nutzung zeigen heute viele Bestände eine deutliche Tendenz der Weiterentwicklung zu seggenreichen Bergmischwäldern. Dies läßt sich insbesondere anhand der Zusammensetzung der Gehölzverjüngung, aber auch im Auftreten anspruchsvoller Laubwaldarten sehr deutlich ablesen.

Eine mögliche Weiterentwicklung scheidet derzeit aber großflächig am Wildverbiß. Hemmend auf eine mögliche Sukzession wirkt sich ferner die starke

Vergrasung aus, die den Gehölzjungwuchs durch den Aufbau von Streudecken und massive Wurzelkonkurrenz in der Keimungs- und Etablierungsphase sehr stark beeinträchtigt. Die Bestände besitzen dadurch selbst auf besonders günstigen Standorten (z.B. Terra-fusca-Rendzina, Kap 3.5.2.3.) ein erstaunliches Beharrungsvermögen (Persistenz). Eine merkliche Weiterentwicklung ist derzeit nur dort zu beobachten, wo durch Zäunung (Foto 28) oder scharfe Bejagung (z.B. Forstamt Bad-Reichenhall) der Wildverbiß als limitierender Faktor weitgehend ausgeschaltet wird.

Neben Beständen, die ihre Existenz überwiegend historischer Nutzung verdanken, gibt es aber auch Vorkommen, die kaum einer Weiterentwicklung zu Bergmischwäldern unterliegen dürften. Dabei handelt es sich insbesondere um extrem steile und flachgründige edaphische Extremstandorte oder auch häufig gestörte Standorte, wie etwa die Randzonen von Schutt- und Lawinarbahnen. Die Gesellschaft kann aber auch auf entsprechend prädisponierten Standorten nach natürlicher oder anthropogener Zerstörung der ursprünglichen Bergmischwälder durch Kahlschlag, Brand, Lawinen oder Kalamitäten ein Stadium im Rahmen sekundärer Sukzessionen darstellen.

Der dynamische Charakter ist anhand rein floristischer Befunde oft kaum zu beurteilen. Vielmehr müssen für eine sichere Trennung von mehr oder weniger dauerhaften Primärbeständen und dynamischen Sekundärbeständen zusätzlich strukturelle (z.B. Vitalität der Kiefer, Anteil an Mischbaumarten) und standörtliche Kriterien mit herangezogen werden. Eine natürliche Verjüngung der Kiefer ist bei dieser Einheit nur nach größeren Bestandeszusammenbrüchen oder aber, wie mehrfach beobachtet, sehr punktuell im Wurzeltellerbereich windgeworfener Altbäume möglich.

Verbreitung:

Die Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* des Buntreitgras-Kiefernwaldes ist der mit Abstand am weitesten verbreitete und häufigste Typus der randalpischen Hangkiefernwälder. Die Bestände dieser Einheit bilden in der Regel die "Matrix" randalpischer Schneeheide-Kiefernwaldkomplexe, in die sich die anderen Subassoziationen und gehölzfreien Kontaktgesellschaften (Lückenrasen, Kalkquellsümpfe) auf vergleichsweise bescheidener Fläche einfügen. Sehr selten ist die Einheit auf Wettersteinkalk anzutreffen, da entsprechende Standorte dort in der Regel bereits von Bergmischwäldern eingenommen werden.

In besonders niederschlagsreichen, meist alpenrandnahen Bereichen, wie z.B. im vorderen Loisachtal, im Walchenseegebiet, im Isartal um Vorderriß und im Saalachtal südlich Reichenhall ist großflächig fast ausschließlich die *Molinia*-Fazies zu finden. Bestände, die noch eine gewisse Zahl an reliktschen, zumeist hochschäftigen Weidezeigern aufweisen, liegen meist an der Peripherie derzeit

noch bestoßener Flächen, werden vom Vieh heute aber kaum mehr betreten.

Naturschutz:

Die Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* enthält vergleichsweise wenig seltene und gefährdete Arten. Bei den spärlichen Vorkommen von *Thesium rostratum*, *Leontodon incanus*, *Scorzonera humilis*, *Cirsium tuberosum*, *Linum viscosum* oder *Gladiolus palustris* handelt es sich zumeist um letzte, schwache Einstrahlungen benachbarter Lückerrasen oder abgängige Relikte einer ehemaligen Beweidung oder Streunutzung. Eine gewisse überregionale Bedeutung aus floristischer Sicht haben lediglich die großflächigen und individuenstarken Populationen von *Festuca amethystina* und *Asperula tinctoria*. Von hoher naturschutzfachlicher Bedeutung ist die Subassoziation mit *Knautia dipsacifolia* aber gleichwohl als vergleichsweise großflächig entwickeltes, in den Randalpen generell seltenes Trocken-Kiefernwald-Ökosystem sowie in ihrer Vernetzungs- und Matrixfunktion für besonders wertvolle Teilflächen innerhalb der randalpischen Buntreitgras-Kiefernwald-Komplexe.

6.2.2 Die Alluviale Subassoziationsgruppe

(Stetigkeitstabelle 3, S. 94; Vegetationstabelle 3 im Anhang)

6.2.2.1 Der Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald (*Calamagrostio-Pinetum dryadetosum*)

(Stetigkeitstabelle 3, S. 94; Vegetationstabelle 3 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Der Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald ist das jüngste und unreifste Glied der Waldentwicklung auf nicht mehr oder nur noch ausnahmsweise überfluteten Schotterterrassen der Alpenflüsse. Es handelt sich dabei um schütterere Krüppelkiefernbestände aus Waldkiefern oder aufrechte Formen der Bergkiefer, deren Bestockungsgrad (15-30 % Deckung) und Wuchshöhe (3-5 m) oft derart gering sind, daß man zunächst zögert, überhaupt von einem Wald zu sprechen (Foto 4). Trotz der kümmerlichen Entwicklung der Gehölzschicht signalisiert ein Blick auf die Bodenvegetation aber deutlich, daß man es bereits mit einer zwar standörtlich extremen, initial-pionierhaften, gleichwohl aber deutlich erkönnbaren Erico-Pinion-Phytozönose zu tun hat.

Im Extremfall können die Kiefern auf derartigen Standorten auch noch fast vollständig fehlen. Dies gilt beispielsweise für die Isaraue zwischen Bad Tölz und Lenggries, wo in Ermangelung samenpendender Altbestände in der näheren Umgebung die Kiefern trotz des vergleichbaren Alters der Flächen mit Beständen an anderen Laufabschnitten bisher nur sehr spärlich Fuß fassen konnten. Stellenweise wird aber auch das Aufkommen von Gehölzen durch besonders hohen Weidedruck und ge-

zielte Weidepflegemaßnahmen (Ausmähen) bis in die Gegenwart unterbunden wie z. B. in den Isaraue bei Wallgau (BISSINGER & BOHNERT 1990).

Zwischen den extrem locker stehenden Krüppelkiefern ist meist eine gleichfalls lockere, niedrigere Strauchschicht aus reichlich nachdrängender Kiefernverjüngung sowie abgängigen Exemplaren der Lavendelweide (*Salix eleagnos*) und bisweilen auch der Grauerle (*Alnus incana*) zu finden. Ergänzt wird das Artenspektrum der Strauchschicht durch lokal stark wechselnde Anteile an Wacholder und einzelnen, wenig vitalen Fichten. Lokal (Isaraue zwischen Bad Tölz und Lengries) können insbesondere bei fehlendem Konkurrenzdruck durch Kiefern auch Birken in der Strauchschicht eine bedeutende Rolle spielen.

Das Erscheinungsbild der extrem lückigen Bodenvegetation wird maßgeblich bestimmt durch spalierbildende Zwergsträucher wie *Dryas octopetala*, *Globularia cordifolia* und seltener auch *Teucrium montanum*, die mit ihren dichten Polykormonen den nackten Kiesuntergrund überziehen. Dazwischen finden sich oft bereits einzelne Horste von *Sesleria varia*, *Carex humilis*, *Carex ericetorum* oder *Molinia caerulea* agg. Im Schatten- und Nadelwurfbereich der Kiefern stellen sich aber auch bereits größere Polster von *Erica herbacea* ein.

Zwischen den Zwergstrauchspalieren und den Horsten der Gräser und Seggen tritt der nackte Rohboden in der Regel noch auf über 50% der Fläche offen zu Tage. Hier siedelt eine Vielzahl von konkurrenzschwachen, kleinwüchsigen Lückenbesiedlern und Rohbodenpionieren, insbesondere aus alpinen Rasen- und Schuttgesellschaften, die neben den Spalieren von *Dryas octopetala* der Gesellschaft ihr unverwechselbares floristisches Gepräge geben. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang insbesondere *Hieracium glaucum*, *Saxifraga caesia*, *Carex ericetorum*, *Gypsophila repens*, *Petasites paradoxus*, *Hieracium piloselloides* und *Tolpis staticifolia*. Größtenteils handelt es sich dabei um Sukzessionsrelikte der auenspezifischen Schwemmlings- und Weiden-Tamariskenfluren, aus denen die Bestände zumeist hervorgegangen sind. Neben den besonders spezifischen, oben genannten Rohbodenpionieren haben auch weiter verbreitete, konkurrenzschwache Lückenbesiedler wie *Leontodon incanus*, *Linum catharticum*, *Antennaria dioica*, *Thesium rostratum* u. a. in dieser Subassoziation einen deutlichen Schwerpunkt.

Mit auffallend hoher Stetigkeit sind aber auch bereits vergleichsweise mesophile Arten wie *Carex flacca* zu finden, während andere, ansonsten häufige Mesophyten und Wechsellückenzeiger wie *Galium boreale*, *Ranunculus nemorosus*, *Gymnadenia conopsea* noch fast vollständig fehlen. Dies gilt auch für die Kennarten *Festuca amethystina* und *Aquilegia atrata*. Mesophilere Arten konzentrieren sich, wie auch die Kennarten *Erica herbacea*, *Polygala chamaebuxus* und *Epipactis atrorubens*, zumeist auf den unmittelbaren Schatten- und Nadelwurfbereich

Stetigkeitstabelle 3

Calamagrostio-Pinetum, alluviale Subassoziationsgruppe

(gekürzte Stetigkeitstabelle nach 44 Aufnahmen von LORENZ 1993, 16 Aufnahmen von HÖLZEL, 4 Aufnahmen von BICHLER 1993)

- 1: C.-P. dryadetosum
- 2: C.-P. thesietosum
- 3: C.-P. vaccinietosum
- 4: C.-P. epipactietosum
- 5: Alluvialer Weide-Kiefernwald (z. T. aufgedüngt)

Einheit Nr.:	1	2	3	4	5
Anzahl der Aufnahmen	18	17	10	12	7
Zahl der Arten	41	52	48	46	51
Lichtzahl	7.2	6.9	6.4	6.6	7.0
Temperaturzahl	3.7	3.9	4.0	4.2	4.1
Kontinentalitätszahl	4.1	4.0	4.1	3.9	3.9
Feuchtezahl	4.2	4.3	4.4	5.0	4.6
Reaktionszahl	7.8	7.0	5.9	7.2	7.0
Stickstoffzahl	2.6	2.6	2.7	3.1	3.1
Bäume					
Pinus sylvestris B	I	+	V	IV	.
Pinus sylvestris B2	.	.	I	II	.
Pinus sylvestris S	IV	+	IV	IV	I
Pinus sylvestris K	IV	+	.	III	.
Pinus uncinata/rotundata B	I	V	II	III	V
Pinus uncinata/rotundata S	IV	III	.	II	III
Pinus uncinata/rotundata K	III	III	I	.	.
Picea abies B	I	I	IV	+	I
Picea abies B2	.	.	II	II	.
Picea abies S	II	III	IV	V	III
Picea abies K	II	II	IV	III	.
Alnus incana B	.	.	I	+	.
Alnus incana B2	.	.	.	I	.
Alnus incana S	.	.	.	III	.
Alnus incana K	+	.	.	II	.
Salix elaeagnos B	.	.	.	II	.
Salix elaeagnos B2	.	.	.	II	.
Salix elaeagnos S	IV	.	.	IV	.
Salix elaeagnos K	II	.	.	+	.
d 1					
Dryas octopetala	V	I	.	I	.
Hieracium glaucum	V	I	.	.	I
Tortella inclinata	IV	.	.	.	.
Saxifraga caesia	IV	.	.	.	.
Carex ornithopoda	IV	.	.	+	II
Carex ericetorum	IV	.	.	.	.
Salix elaeagnos	IV	.	.	V	.
Gypsophila repens	III	+	.	II	.
Petasites paradoxus	III	+	.	+	.
Hieracium piloselloides agg.	III	.	.	.	.
Ditrichum flexicaule	II	.	.	.	.
Carex baldensis	II	.	.	.	.
Tolpis staticifolium	II	.	.	.	.
d 1+2					
Globularia cordifolia	IV	III	.	I	II
Linum catharticum	IV	III	.	.	IV
Leontodon incanus	IV	III	.	.	.
Teucrium montanum	IV	II	.	.	.
Carex humilis	IV	II	.	I	.
Euphrasia sallsburgensis	III	II	.	+	.
Tortella tortuosa	V	II	.	.	I
Thymus polytrichus (sp.)	V	IV	.	I	III
Thesium rostratum	III	IV	I	II	II
Coronilla vaginalis	II	IV	II	+	I
Antennaria dioica	III	IV	I	.	III
Gentiana clusii	II	V	.	II	II
Daphne cneorum	+	IV	I	.	.

Fortsetzung der Stetigkeitstabelle 3

d 2-5					
Galium boreale	+	V	V	III	IV
Ranunculus nemorosus	|	V	V	III	V
Gymnadenia conopsea	|	IV	IV	IV	III
Brachypodium rupestre	|	III	V	V	IV
Campanula rotundifolia	.	III	V	II	V
Hylocomium splendens	.	V	V	V	III
Rhytidiadelphus triquetrus	+	III	V	III	III
Pleurozium schreberi	+	V	V	III	II
Dicranum polysetum	.	V	V	I	I
d 3					
Vaccinium vitis-idaea	.	II	V	.	II
Homogyne alpina	.	II	V	.	II
Calluna vulgaris	.	I	V	.	I
Melampyrum pratense	.	III	V	.	I
Fragaria vesca	+	.	V	.	II
Astrantia maior	+	.	V	II	.
Agrostis capillaris	.	I	V	.	I
Carex montana	.	I	IV	+	.
Anthoxanthum odoratum	.	.	III	.	.
Knautia dipsacifolia	+	.	III	I	.
Fagus sylvatica K+S	.	.	III	.	.
Luzula nivea	.	.	III	.	.
Anemone nemorosa	.	.	II	.	.
Mercurialis perennis	.	.	II	.	.
Ptilium crista-castrensis	.	.	II	+	.
d 4					
Epipactis palustris	.	.	.	IV	.
Gentiana asclepiadea	+	.	.	IV	.
Carex panicea	|	.	.	III	.
Alnus incana	+	.	.	III	.
Dactylorhiza fuchsii	.	.	.	III	.
Succisa pratensis	.	.	.	III	.
Piaggiochila asplenioides s.l.	+	.	I	III	.
Sanguisorba officinalis	.	.	.	III	.
Laserpitium latifolium	.	I	.	III	.
Angelica sylvestris	+	.	.	III	.
d 5					
Trifolium pratense	|	II	I	.	V
Centaurea jacea	+	I	I	II	V
Trifolium repens	.	.	.	.	V
Plantago lanceolata	|	II	I	.	V
Euphrasia rostkoviana	II	I	.	.	IV
Ononis repens	.	I	.	.	IV
Achillea millefolium	.	.	I	.	IV
Plantago media	|	I	.	.	IV
Galium album ssp. album	.	+	I	II	III
Agrostis stolonifera	+	.	I	+	III
Chrysanthemum leucanthemum	.	+	.	.	III
Lolium perenne	.	.	.	.	III
Veronica chamaedrys	.	.	.	.	III
AC					
Festuca amethystina	+	V	III	III	II
Aquilegia atrata	.	II	II	.	.
DA					
Molinia caerulea agg.	IV	V	V	V	V
Potentilla erecta	III	V	V	V	V
Hippocrepis comosa	IV	V	III	III	V
Carex sempervirens	II	V	V	IV	III
Carex flacca	IV	III	I	V	III
Carlina acaulis	II	V	IV	II	V
Scabiosa lucida	II	IV	I	II	V
Galium anisophyllum	II	IV	IV	II	IV
Phyteuma orbiculare	II	III	IV	II	III
VC					
Erica herbacea	V	V	V	V	V
Polygala chamaebuxus	III	V	V	V	V
Epipactis atrorubens	V	IV	V	IV	III
Bupthalmum salicifolium	V	IV	III	III	III
Gymnadenia odoratissima	III	IV	II	+	I
Viola collina	+	I	III	II	I
Amelanchier ovalis	+	II	II	.	.
Rhamnus saxatilis	.	I	II	.	.

Fortsetzung der Stetigkeitstabelle 3

Einheit Nr.:	1	2	3	4	5
Sonstige Arten:					
Sesleria varia	V	V	V	V	V
Lotus comiculatus	IV	V	V	V	V
Calamagrostis varia	III	V	IV	V	II
Prunella grandiflora	IV	V	III	II	V
Tofieldia calyculata	IV	IV	II	IV	V
Hieracium murorum/bifidum	III	III	V	II	III
Briza media	III	III	III	II	V
Biscutella laevigata	IV	III	III	.	I
Juniperus communis	II	II	I	V	I
Lathyrus pratensis	.	III	.	V	V
Pimpinella saxifraga	I	III	IV	+	V
Sorbus aria K +S	I	II	V	III	.
Trifolium montanum	I	III	II	III	III
Leontodon hispidus	II	III	II	.	III
Listera ovata	I	III	I	V	.
Selaginella selaginoides	II	III	I	II	I
Melica nutans	II	I	I	IV	.
Asperula cynanchica	II	II	III	.	III
Ranunculus montanus	I	III	II	.	III
Aster bellidiastrum	I	III	.	I	III
Rhinanthus glacialis	.	III	II	III	I
Melampyrum sylvaticum	II	I	IV	.	I
Carex alba	I	I	II	III	I
Anthericum ramosum u. a.	.	II	III	II	.

der Kiefern, ein deutlicher Hinweis auf die extremen edaphischen und mikroklimatischen Verhältnisse der offenen Schotterflächen.

Sehr bezeichnend für die Gesellschaft ist das Auftreten von *Tortella inclinata*, die zusammen mit den spärlicher vertretenen Arten *Tortella tortuosa* und *Ditrichum flexicaule* die konkurrenzarmen Rohböden stellenweise mit dichten Polstern überzieht. Die bis 15% der Aufnahme­fläche bedeckenden Polster von *Tortella inclinata* leisten gerade im Bereich der extremsten Mikrochore (Grobschotter) zunächst den entscheidenden Beitrag zur Humusakkumulation.

Ökologie und Standort:

Die Gesellschaft ist durchweg im Bereich kiesreicher, feinerdearmer Flußschotterterrassen und Griesstrecken anzutreffen. In der Regel handelt es sich dabei um sehr junge Standorte, die oft erst in Folge wasserbaulicher Maßnahmen während der letzten 100 bis 150 Jahre entstanden sind. Aufgrund der extremen Substratverhältnisse verläuft die Vegetations- und Bodenentwicklung äußerst gehemmt. Die Feinerde- und Humusarmut bedingt eine äußerst geringe nutzbare Feldkapazität und eine allgemeine Nährstoffarmut der Böden, die ihren sichtbaren Ausdruck in der schwachen Vitalität der Gehölze findet. Das Spektrum der Böden reicht von extrem humusarmen Auen-Lockersyrosem (Kalk-Rambla) bis hin zu bereits etwas humusreicheren, flachgründigen Auen-Proto-Rendzinen (Proto-Borrowina), die sich zunächst bevorzugt unter den Spalieren der Zwergsträucher und im Schatten- und Nadelwurfbereich der Gehölze entwickeln (Foto 4).

Nicht nur in edaphischer, sondern auch in mikroklimatischer Hinsicht zeichnet sich die Gesellschaft durch extreme Standortverhältnisse aus. Die extrem

lückig entwickelte Baumschicht und Bodenvegetation hat in Verbindung mit der groben Textur des Substrats ein ausgesprochenes Strahlungsklima mit hohen Tagesamplituden zur Folge. Während sich wegen fehlender Überschildung die Bodenoberfläche tagsüber extrem aufheizen kann, erfolgt in der Nacht eine ungehinderte, rasche Ausstrahlung. Verstärkt wird die extreme nächtliche Abkühlung durch abfließende Kaltluft aus den umgebenden Hanglagen in den ebenen Talgrund. Gerade dieses extreme Strahlungsklima begünstigt aber offensichtlich die Konkurrenz­kraft alpiner Arten wie *Dryas octopetala* und *Saxifraga caesia*, die in ihrem Hauptverbreitungsgebiet in der alpinen Stufe mit ähnlich gravierenden täglichen Temperaturschwankungen zurechtkommen müssen.

Neben den standörtlichen Bedingungen sind die speziellen ausbreitungsbiologischen Gegebenheiten der Auen von entscheidender Bedeutung für die floristische Struktur der Gesellschaft. So ist das tiefmontane Auftreten zahlreicher normalerweise streng alpiner Arten wie *Dryas octopetala*, *Saxifraga caesia* oder bisweilen selbst *Leontopodium alpinum* (RINGLER mündl.) nicht alleine standörtlich durch die Bereitstellung adäquater Nischen zu erklären. Vielmehr kommt anhand dieser Arten die Bedeutung der Verfrachtung von Diasporen durch den Fluß zum Ausdruck. Neben dem Transport von Samen dürfte dabei insbesondere Verdriftung von vegetativen Teilen oder selbst ganzer Pflanzen auf abgeschwemmten Bodenschollen eine große Rolle spielen.

Von entscheidender Bedeutung für die rasche Kolonisierung der oft erst vor wenigen Jahrzehnten trocken­gefallenen Schotterterrassen dürfte ferner deren auffallend großer Reichtum an erdbewohnenden Ameisen sein, bei denen es sich nach SCHRET-

ZENMAYER (1950) zumeist um die offene, sandigsteinige Ödlandböden bewohnende Art *Lasius niger* handelt. Bei trocken-sonnigem Wetter wimmelt der Schotterboden von zahllosen Ameisen, die kleine Insekten, Blütenblätter, Samen und andere Pflanzenteile zu ihren Erdbauten tragen und deren aggressives Beißverhalten den Aufenthalt oftmals zu einer regelrechten Tortur werden läßt. Die auffallend rasche und oft flächige Besiedlung der jungen Schotterterrassen durch normalerweise ausgesprochen ausbreitungsträge Arten wie *Carex humilis* (KRAUS 1940) und andere ameisenverbreitete Arten, wie beispielsweise *Carex ericetorum*, *Thesium rostratum* und *Thesium alpinum*, ist wohl in erster Linie in der massenhaften Verschleppung von Samen und vegetativen Teilen durch die emsigen Ameisen begründet.

Neben der Verbreitung von Diasporen tragen die Ameisen aber auch durch das Herantransportieren von Pflanzenteilen aus benachbarten biomassereicheren Flächen und deren Einarbeitung in den kiesigen Untergrund durch intensive Grab- und Bautätigkeit in ganz entscheidendem Maße zur Humusakkumulation und Gefügebildung bei!

Nach Messungen von SCHRETZENMAYER (1950) weist das Substrat im Bereich der Ameisenbauten bereits einen deutlich geringeren Carbonat-Gehalt auf, wodurch die Ameisen offensichtlich auch den Prozeß der Carbonatlösung aktiv beeinflussen (Ameisensäure!). Auf beweideten Flächen spielt sicher auch die Verschleppung von Diasporen durch Weidevieh eine bedeutende Rolle für die vergleichsweise rasche Etablierung ansonsten ausbreitungsträger Arten.

Dynamik:

Die Gesellschaft entsteht durch Kiefernflug nach rascher anthropogener oder natürlicher Flußbettentiefung oder -verlagerung aus Schwemmlingsfluren (Chondriletum chondrilloides), Weiden-Tamariskenfluren (Salici-Myricarietum) oder seltener auch Lavendelweidengebüschen (Salicetum elaeagni) (Foto 3).

Mit fortschreitender Vegetations- und Bodenentwicklung kommt es mittelfristig zu einem schrittweisen Ausfall der konkurrenzschwachen Rohbodenpioniere bei einer gleichzeitigen Ausbreitung mesophiler Arten, wodurch sich die Gesellschaft allmählich zur Subassoziation mit *Thesium rostratum* weiterentwickelt. Die Geschwindigkeit, mit der ein Abbau der Gesellschaft erfolgt, ist in hohem Maße abhängig von der Textur des Ausgangssubstrates und dem Ausmaß der anthropo-zoogenen Störungen. Auf extrem feinerdearmen Grobschotterstandorten nimmt eine Weiterentwicklung sicherlich mehrere Jahrhunderte in Anspruch. Sichere Anhaltspunkte hierfür liefert die Entwicklungsgeschwindigkeit seit Trockenfallen zahlreicher Schotterterrassen, auf denen die Gesellschaft heute stockt. So tragen praktisch alle im Verlauf der letzten 150 Jahre trockenengefallenen Schotterter-

rasen heute noch den Silberwurz-Kiefernwald in mehr oder weniger reifen Stadien.

Verbreitung:

Die Gesellschaft ist heute schwerpunktmäßig entlang der Oberläufe von Isar und Lech anzutreffen. Durch wasserbauliche Maßnahmen hat der Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald auf Kosten der Gesellschaften der funktionalen Aue während der letzten 150 Jahre einen beträchtlichen Flächenzuwachs erfahren. Ursprünglich war die Gesellschaft wohl nur vergleichsweise kleinflächig im Randbereich der oftmals den gesamten Talboden einnehmenden Aue angesiedelt und unterlag dort immer wieder der regelmäßigen Zerstörung durch den noch ungebändigten Wildfluß (Foto 3). Bedeutende Bestände sind heute in folgenden Gebieten zu finden:

- Oberer Lech zwischen Reutte und Stanzach (MÜLLER & BÜRGER 1990)
- Friedergries bei Griesen
- Loisachauen westl. Griesen
- NSG Riedboden zwischen Mittenwald und Scharnitz
- Isarauen zwischen Wallgau und Sylvensteinspeicher
- Isarauen zwischen Sylvensteinspeicher und Bad Tölz
- Weißachauen zwischen Rottach-Egern und Kreuth (BICHLER 1993).
- Isarauen bei Wolfratshausen (insbes. Ascholdinger Au)

Am außeralpischen Lech ist die Gesellschaft heute praktisch nicht mehr anzutreffen (MÜLLER mündl.).

Nutzung:

Die Bestände am Oberen Lech, im Friedergries, im Riedboden bei Scharnitz, in den Isarauen zwischen Krün und Vorderriß und in den Weißachauen werden bis heute mit Rindern beweidet. Bis nach dem zweiten Weltkrieg unterlagen auch die Bestände der Isarauen zwischen Lenggries und Bad Tölz der Beweidung (SCHRETZENMAYER 1950). Seit Einstellung der Beweidung macht sich dort eine zunehmende Verbuschung mit Wacholder und Birke bemerkbar.

Naturschutz:

Für den Bestand folgender Arten ist die Gesellschaft von regionaler und überregionaler Bedeutung: *Carex ericetorum*, *Viola rupestris*, *Hieracium glaucum*, *Hieracium oxydon*, *Carex baldensis* (Loisachauen bei Griesen, Friedergries), *Dorycnium germanicum* (Ascholdinger Au). Eindeutige Verbreitungsschwerpunkte innerhalb dieser Einheit haben aber auch *Thesium rostratum*, *Leontodon incanus*, *Coronilla vaginalis* und *Gentiana utriculosa*. Im NSG Riedboden wurde ferner das seltene Duingmoos *Tetraplodon mnioides* gefunden.

Aus zoologischer Sicht sind insbesondere die reichen Vorkommen der gefleckten Schnarrschrecke (*Bryodema tuberculata*) von herausragender Bedeu-

tung, die den Siberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald neben den Schwemmlings- und Weiden-Tamariskenfluren als essentiellen Teilhabitat nutzt (vgl. PLACHTER 1986, REICH 1990). Ähnlich bedeutsam dürfte die Gesellschaft für Schmetterlinge (*Lepidoptera*) sein. So bestehen nach HUEMER (1991) am Oberen Lech und im NSG Riedboden beispielsweise Vorkommen des seltenen Quendel-Bläulings (*Pseudophilotes baton*). Ferner gelangen HUEMER (1991) am Oberen Lech Erstnachweise von zwei bisher aus Mitteleuropa nicht bekannten Kleinschmetterlingsarten. Eingehende zoologische Untersuchungen erscheinen daher gerade bei dieser Gesellschaft besonders lohnend.

6.2.2.2 Der Leinblatt-Buntreitgras-Kiefernwald (*Calamagrostio-Pinetum thesietosum*)

(Stetigkeitstabelle 3, S. 94; Vegetationstabelle 3 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Auf älteren Flußterrassen, die sich durch eine bereits weiter fortgeschrittene Bodenentwicklung auszeichnen, findet man den alluvialen Buntreitgras-Kiefernwald mit Geschnäbeltem Leinblatt, der sich strukturell und floristisch deutlich vom Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald unterscheidet (Foto 17). In der lichten Baumschicht herrschen Spirken oder Waldkiefern, die zumeist kaum eine Höhe von mehr als 10 m erreichen (Abb. 12).

Eine Strauchschicht ist häufig infolge früherer oder rezenter Weidenutzung nur sehr schwach entwickelt

oder fehlt im Extremfall gänzlich. Neben Jungwuchs von Berg- und Waldkiefer, der sich häufig auf Bestandeslücken konzentriert, sind darin regelmäßig Fichte und Wacholder enthalten. Thermophile Sträucher wie *Berberis vulgaris* oder *Amelanchier ovalis* treten demgegenüber nur sehr spärlich in Erscheinung, was neben den bereits erwähnten Nutzungseinflüssen aber auch standörtliche Ursachen haben dürfte (geringer Wärmegenuß).

In der 70 bis 90 % deckenden Bodenvegetation dominieren neben der Schneeheide Gräser und Seggen wie *Sesleria varia*, *Carex sempervirens*, *Molinia caerulea* agg. und *Calamagrostis varia*. Letztere zeigen aber im Vergleich zu anderen Subassoziationen zumeist noch unterdurchschnittliche Vitalität und Dominanz. Gegenüber der Subassoziations mit *Dryas octopetala* differenzieren vor allem frischebedürftigere Arten wie *Festuca amethystina*, *Galium boreale*, *Ranunculus nemorosus*, *Gymnadenia conopsea* u. a., die auf die fortgeschrittenere Bodenentwicklung und den damit weniger extremen Wasser- und Nährstoffhaushalt der Standorte hinweisen. Negativ charakterisiert gegenüber dem Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald ist die Gesellschaft durch den fast vollständigen Ausfall der konkurrenzschwachen Rohbodenpioniere aus alpinen Schuttfuren und Rasen.

Die Bodenvegetation ist aber immer noch vergleichsweise lückig und niederwüchsig, so daß sich Lückenbesiedler wie *Carex humilis*, *Thesium rostratum*, *Coronilla vaginalis*, *Teucrium montanum*, *Globularia cordifolia* nach wie vor zu halten vermögen, wenngleich einige nicht mehr die Vitali-

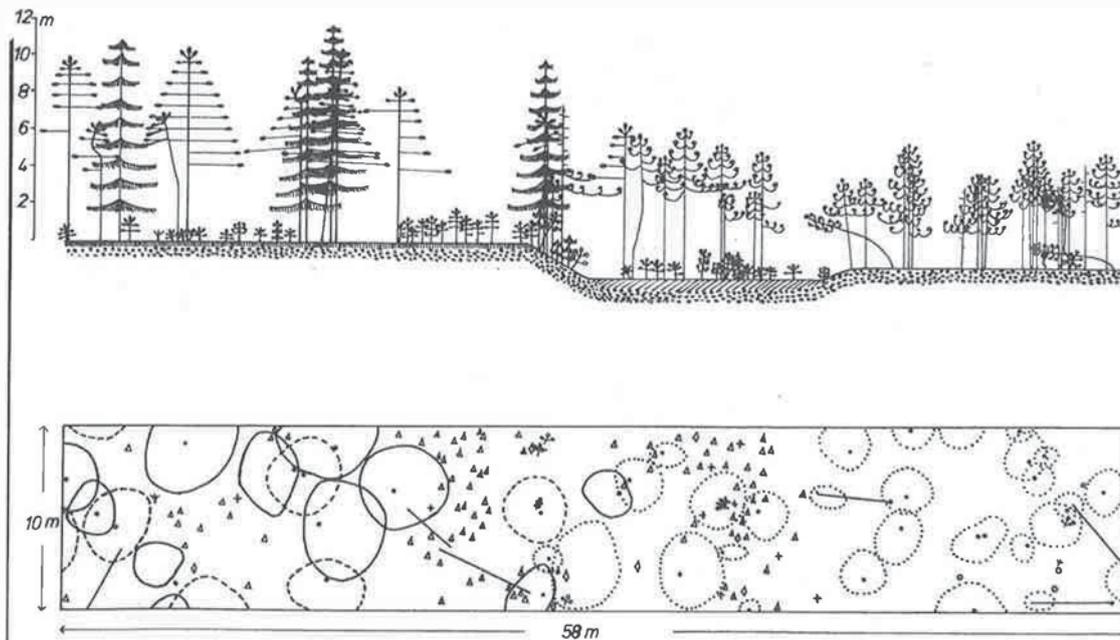


Abbildung 12

Calamagrostio-Pinetum thesietosum (untere, Spirken-dominierte Terrasse) und *C.-P. vaccinietosum* (obere Waldkiefern- und Fichten-dominierte Terrasse): Bestandesprofil durch die Kiefernwälder der Isarterrassen nördlich Mittenwald (870 m N. N.). Aufnahme: Hölzel/Niedermeier, Zeichnung: Niedermeier.

tät und Stetigkeit wie in der offenen *Dryas*-Subassoziaton erreichen. Besonders bezeichnend für die Subassoziaton mit *Thesium rostratum* ist das Vorkommen von *Daphne cneorum*, die gleichfalls das Verhalten eines Lückenbesiedlers zeigt, als besonders ausbreitungsuntüchtige Reliktart (WITSCHSEL & SEYBOLD 1986) den jungen Rohböden des Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwaldes aber noch fast vollständig fehlt. Das Auftreten all dieser heliophilen, konkurrenzschwachen Lückenbesiedler wird in hohem Maße begünstigt durch extensive Beweidung und Weidepfl egemaßnahmen, die zu einer Auflichtung der Gehölzstrukturen führen. Die Ausscheidung einer Ausbildung, in der die Lückenbesiedler ihre Existenz alleine der Beweidung verdanken, ist gleichwohl auf floristischer Basis kaum möglich, da bis vor kurzem praktisch alle untersuchten Bestände dieser Nutzung unterlagen.

Eine Moosschicht ist in der Regel nur sehr spärlich entwickelt. Lediglich an der Stammbasis von Kiefern oder auf alten Strünken und Totholzhaufen (Weidepfl ege) treten gelegentlich größere Teppiche von *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus* und *Dicranum polysetum* in Erscheinung, zu denen sich dann bezeichnenderweise bisweilen auch weitere säuretolerante Arten wie *Calluna vulgaris* und *Vaccinium vitis-idaea* gesellen. Durch Beweidung wird das Auftreten von acidophytischen Moosen deutlich gehemmt.

Ökologie und Standort:

Die Gesellschaft ist nur auf Terrassen anzutreffen, die nach Altersanalysen der auf ihnen stockenden Bäume ein Mindestalter von rund 200 Jahren haben, vermutlich aber noch deutlich älter sind. Oft weisen die Terrassen über dem kiesreichen Schotter eine 10-20 cm mächtige reine Sandüberlagerung auf. Diese Sandüberlagerung ist ein deutliches Indiz dafür, daß die Flußeintiefung, welche zur Entstehung der Terrasse führte, nicht derart schlagartig erfolgte wie bei den meisten jungen Terrassen, sondern sukzessive, so daß es zu einer allmählichen Übersandung kommen konnte.

Als Böden findet man zumeist noch recht unreife Auenrendzinen (Borowina) (Profil 9: Kap. 3.5.2.4.), die noch keine Tendenz zur Verlehmung aufweisen, was auf ein vergleichsweise geringes Alter schließen läßt. Die Standorte sind trotz der sandigen Überlagerungen und der erheblichen Humusakkumulation als trocken und nährstoffarm zu bezeichnen. Als Humusform ist in der Regel mullartiger Moder zu finden, der bereits schwach sauer reagiert.

Verbreitung:

Die Gesellschaft ist im bayerischen Alpenraum vergleichsweise kleinfl ächig auf mittleren Terrassen-Niveaus der Oberen Isar anzutreffen. Größere zusammenhängende, oft von Spirken dominierte Bestände sind fast ausschließlich im oberen Isartal

zwischen Mittenwald und Krün (Krüner Viehweiden), sowie am Tiroler Lech zu finden. Außerhalb der Alpen sind recht ausgedehnte Bestände dieser Einheit auch noch in der Pupplinger und Ascholdinger Au vorhanden.

Dynamik:

Die Gesellschaft entsteht durch fortschreitende Boden- und Vegetationsentwicklung aus dem Silberwurz-Buntreitgras-Kiefernwald. Das heutige floristische und strukturelle Erscheinungsbild wird aber in hohem Maße durch menschliche Nutzung modifiziert. Bei Einstellung der verbreiteten Weidenutzung dürfte sich ein Großteil der heute dieser Subassoziaton zuzurechnenden Bestände zu Einheiten weiterentwickeln, denen die bezeichnenden konkurrenzschwachen Lückenbesiedler weitgehend fehlen.

Bei einigen Flächen auf denen die Beweidung bereits längere Zeit ruht, ist ein derartiger Rückgang an bezeichnenden Lückenbesiedler bereits deutlich zu erkennen, wenngleich sie in ihrem derzeitigen Zustand immer noch der Subassoziaton mit *Thesium rostratum* zugerechnet werden müssen. Zu einem massiveren Ausfall an heliophilen und konkurrenzschwachen Arten kommt es aber wohl erst, wenn sich unter den Kiefern eine dichte Strauchschicht aus Kiefernjungwuchs, Wacholder und Fichte einstellt. Eine vergleichsweise rasche mittelfristige Weiterentwicklung zu zunächst fichtenreichen Beständen ist nur bei Standorten mit mächtigerer Sandauflage zu erwarten. Wie das Beispiel der nachfolgenden Subassoziaton zeigt, unterliegen aber selbst die extremsten Grobschotterstandorte mit fortschreitender Humusakkumulation langfristig einer Weiterentwicklung hin zu klimanahen Dauergesellschaften.

Naturschutz:

Von allen Einheiten der alluvialen Subassoziationsgruppe ist die Subassoziaton mit *Thesium rostratum* die mit Abstand am reichsten und vollständigsten mit Kennarten des Erico-Pinion ausgestattete. Sie kann damit geradezu als der am besten charakterisierte Prototyp der randalpinischen Erico-Pinion-Wälder gelten. Hervorzuheben ist das noch recht häufige Vorkommen von *Daphne cneorum* (Foto 18), die allerdings, wie bereits angedeutet, im bayerischen Alpenraum auf die Alluvionen des Isartales bis Mittenwald beschränkt bleibt. Der auffallende Reichtum an konkurrenzschwachen und ausbreitungsuntüchtigen Sippen ist wohl vor allem darauf zurückzuführen, daß während des gesamten Holozäns im Auenbereich für diese Arten besonders günstige Existenzbedingungen bestanden. Die Bestände im Raum Krün-Mittenwald enthalten eine ganze Reihe florengeographisch bemerkenswerter Arten wie beispielsweise *Plantago serpentina* und *Dicranum spurium*, die hier den nördlichsten bzw. südlichsten Punkt ihres Areals erreichen, worauf bereits LUTZ & PAUL (1947) hinweisen.

6.2.2.3 Der Preiselbeer-Buntreitgras-Kiefernwald (*Calamagrostio-Pinetum vaccinietosum*)

(Stetigkeitstabelle 3, S. 94; Vegetationstabelle 3 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Auf den höchsten holozänen Terrassen der Isar im Raum Mittenwald-Wallgau findet man lichte, aus Waldkiefern, Fichten und seltener auch Spirken aufgebaute Bestände (Abb. 12), die sich bereits durch ihren deutlich kräftigeren Wuchs von den oft spirkendominierten Beständen der auf tieferen Terrassen stockenden Subassoziaton mit *Thesium rostratum* deutlich unterscheiden.

Eine Strauchschicht aus nachdrängender Verjüngung von Kiefer, Fichte und einzelnen Mehlbeeren ist insbesondere in Bestandeslücken stärker entwickelt. Aber auch bei diesen Beständen hat die Strauchschicht in der Vergangenheit oftmals unter Beweidung und Weidepflegemaßnahmen sehr stark gelitten.

In der mehr oder weniger flächig geschlossenen Bodenvegetation dominieren neben der Schneeheide wiederum zahlreiche Gräser und Seggen, von denen *Sesleria varia* und insbesondere *Brachypodium rapestre* höhere Deckungswerte erlangen, was offensichtlich auf frühere Beweidung hindeutet. Ungewöhnlich hohe Deckungswerte erreicht hier oft auch *Galium boreale*.

Besonders bezeichnend für die Gesellschaft ist das Auftreten zahlreicher Säurezeiger wie *Vaccinium vitis-idaea*, *Homogyne alpina*, *Calluna vulgaris*, *Agrostis capillaris*, *Melampyrum sylvaticum*, *Anthoxanthum odoratum*, *Vaccinium myrtillus* und *Luzula nivea*, die teilweise zwar auch bereits in der Subassoziaton mit *Thesium rostratum* anzutreffen sind, dort aber streng an kleinflächige, saure Mikrochore gebunden bleiben. Hinzu kommen frischebedürftige Arten wie *Fragaria vesca*, *Astrantia major* und *Knautia dipsacifolia* sowie als Vorboten einer möglichen Weiterentwicklung auch bereits Buchenwaldarten wie *Carex montana*, *Carex alba*, *Anemone nemorosa* und *Mercurialis perennis*. Negativ charakterisiert ist die Gesellschaft durch den fast vollständigen Ausfall der für die Subassoziaton mit *Thesium rostratum* so bezeichnenden Lückenbesiedler und weiterer kalksteter Arten wie *Aster bellidiflorus*, *Tofieldia calyculata* und *Scabiosa lucida*.

Die aus Sauerhumusbesiedlern wie *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhythidiadelphus triquetrus* und *Dicranum polysetum* aufgebaute Moosschicht kann Deckungswerte von bis zu 30 % erreichen, wird aber vielfach durch Viehtritt in der Entwicklung gehemmt.

Standort und Ökologie:

Das Auftreten zahlreicher Frischezeiger und die Beteiligung von vitaler Fichte in der Baumschicht läßt zunächst feinkörnigere Substratverhältnisse vermuten als in der Subassoziaton mit *Thesium*

rostratum. Umso mehr ist man beim Öffnen von Bodenprofilen erstaunt, daß es sich bei den Sedimenten, die die Terrasse aufbauen, bis zur Oberfläche um extrem feinerdearme Grobsschotter (Skeletgehalt > 80 %!) handelt, die teilweise fast Blockdimensionen annehmen (Foto 19). Auf diesen groben Terrassenschottern hat sich eine sehr humusreiche Auenrendzina (Borowina) (Profil 10: Kap. 3.5.2.4.) mit mächtiger, teilweise fast tangelartiger Moderauflage entwickelt. Die Humusauflage reagiert im Ol - Of Bereich bereits stark sauer (pH CaCl₂ 4,78), was das Auftreten von zahlreichen Säurezeigern plausibel macht. Die Ausbildung einer mächtigen Humusauflage ist wohl in erster Linie in der Feinerdearmut des Substrats begründet. Zusätzlich fördern die ungünstige Nadel- und Ericaceenstreu, weidebedingte Nährstoffentzüge sowie zeitweilige Austrocknung deren Entstehung begünstigen. Der Humusreichtum schafft trotz extrem grober Substratstruktur offenbar deutlich frischere Standortbedingungen, als man sie bei den teilweise wesentlich feinerdereichereren (Sandüberlagerung), aber humusärmeren Böden der jüngeren Terrassen vorfindet (Profil 9: Kap. 3.5.2.4.).

Das Beispiel zeigt auf eindrucksvolle Weise, daß selbst aus extremsten Grobsschottern unter den humiden Bedingungen des randalpischen Klimas durch Humusakkumulation über sehr lange Zeiträume hinweg vergleichsweise mesophile Standorte entstehen können, die den Baumarten der Klimaxgesellschaften Existenzmöglichkeiten bieten! Angesichts der extremen Substratverhältnisse sind für die Genese einer derart humusreichen Borowina aber sicherlich sehr lange Zeiträume von Nöten. Die beträchtliche Größe der abgelagerten Schotter legt die Vermutung nahe, daß die Terrassen, auf der die angesprochenen Bestände heute stocken, bereits während der spätglazialen Genese des oberen Isartals entstanden (z. B. Bruch eines Eisstausees) sind, aber auch die Entstehung während eines singulären Katastrophen-Events im Holozän ist nicht völlig auszuschließen.

Dynamik:

Im Rahmen primärer Sukzessionen auf feinerdearmen Grobsschottern vermittelt die Gesellschaft standörtlich und floristisch zwischen der Subassoziaton mit *Thesium rostratum* und den klimaxnahen Dauergesellschaften. Wie Beobachtungen auf vergleichbaren Standorten im Friedergries zeigen (vgl. KORTENHAUS 1985), dürfte der Endzustand der Vegetationsentwicklung auf einen von Fichte und Tanne dominierten Bestand mit geringen Laubholzanteilen aus Buche und Bergahorn hinauslaufen, dessen Bodenvegetation sich aus einer Mischung von Vaccinio-Piceetea- und Querco-Fagetea- Arten sowie einem Restbestand an Trockenheit induzierenden Elementen der Erico-Pinion-Phytozönose zusammensetzt.

Pflanzensoziologisch entspricht diese Schlußgesellschaft in etwa einem Pyrolo-Abietetum (OBERDORFER 1992). Vergleichbare Bestände ohne Eri-

co-Pinion-Vorläufer wurden auch von EWALD (mündl.) auf Bachschuttkegeln in den Tegernseer Bergen angetroffen bzw. von STORCH (1983) als Weißseggen-Fichtenwald aus dem Nationalpark Berchtesgaden beschrieben.

Verbreitung:

Die Gesellschaft wurde auf den obersten Terrassen-niveaus der Isar im Raum Mittenwald-Wallgau aufgenommen. Vergleichbare Bestände sind aber auch im Friedergries (KORTENHAUS 1985) und am oberen Lech (MÜLLER 1988) zu finden.

Nutzung:

Fast alle Bestände der Gesellschaft wurden bis in jüngste Zeit extensiv mit Rindern beweidet. Die anhaltende Beweidung hat in Kombination mit gezielten Weidepflegemaßnahmen zu einer starken Auflichtung der Bestände geführt. Hauptprofiteure dieser standortdegradierenden Nutzungen sind die Waldkiefer und ihre heliophilen Begleiter. Nicht auszuschließen ist daher, daß es sich bei einem Teil der Vorkommen um Degradationsstadien ehemals bereits wesentlich geschlossenerer, fichtenreicher Bestände handelt, die erst wieder im Gefolge der Weidenutzung mit Kiefern und lichtliebenden Arten angereichert wurden! Hierfür spricht neben der starken Beteiligung von Fichte in der Baumschicht und dem vereinzelt Auftreten von Altbuchen, daß in der Verjüngung neben reichlich Fichte auch Buche und vereinzelt sogar Tanne anzutreffen ist. Nach Einstellung der Beweidung kommt es oft zu einer raschen Entwicklung des Gehölzjungwuchses, in dem, begünstigt durch die weidebedingte Auflichtung, zunächst zwar noch die Waldkiefer dominiert, die aber als ausgesprochene Lichtholzart nach Schließung der Bestände kaum noch Gelegenheit zur Verjüngung finden wird.

Naturschutz:

Die Gesellschaft ist ein im gesamten bayerischen Alpenraum seltener Vegetationstyp und sollte daher hohe Schutzpriorität genießen. Die in den Randalpen seltene *Goodyera repens* ist in dieser Einheit recht verbreitet anzutreffen.

6.2.2.4 Der Sumpfwurz-Buntreitgras-Kiefernwald (*Calamagrostio-Pinetum epipactietosum*)

(Stetigkeitstabelle 3, S. 94; Vegetationstabelle 3 im Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Auf sandig-schluffigen Ablagerungen der Alpenflüsse finden wir einen Kiefernwaldtyp, der sich floristisch und strukturell deutlich von denen kiesreicher Terrassen mit fehlender oder nur geringmächtiger Sandauflage unterscheidet. In der lichten, von Waldkiefern oder Spirken dominierten Baumschicht sind neben Fichte des öfteren auch einzelne, wengleich meist wenig vitale Exemplare von Grauerle und Lavendelweide beigemischt. Die Strauch-

schicht ist von allen Subassoziationen der Alluvialstandorte hier am reichsten entwickelt. Neben Jungwuchs von Kiefern und Fichten finden sich hier wiederum Grauerle und Lavendelweide sowie auffällig häufig auch Wolliger Schneeball und Wacholder und vereinzelt auch Faulbaum, Berberitze und Bergahorn.

Im Gegensatz zu den Beständen der Schotterstandorte spielt die Schneeheide in dieser Gesellschaft nur eine sehr untergeordnete Rolle. Statt dessen wird die Bodenvegetation eindeutig dominiert von wuchskräftigen Hochgräsern wie *Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* agg. und *Brachypodium rupestre*. Gegenüber den anderen alluvialen Subassoziationen differenzieren neben Grauerle und baumförmigen Lavendelweiden weitere Frische- und Feuchtezeiger wie *Epipactis palustris*, *Gentiana asclepiadea*, *Carex panicea*, *Succisa pratensis*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Laserpitium latifolium*, *Angelica sylvestris*, *Plagiochila asplenoides* und *Sanguisorba officinalis*. Dabei handelt es sich mehrheitlich um Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in basiklinen Steuwiesen des Molinion haben. Trockenheit anzeigende Arten und kleinwüchsige Lückenbesiedler fehlen ebenso wie Säurezeiger fast vollständig. Eine Moosschicht vermag sich unter den dichten Streudecken der Gräser nur sehr spärlich zu entwickeln. Darin enthalten sind überwiegend Grasstreufilz besiedelnde Arten wie *Scleropodium purum* und *Rhynidiadelphus triquetrus*.

Standort und Ökologie:

Die Gesellschaft besiedelt ältere Flußterrassen mit in der Regel mächtiger (> 30 cm) sandig-schluffiger Überlagerung. Als Böden findet man überwiegend mäßig humusreiche Auenrendzinen mit Mull- oder besseren Moderhumusformen, die im Unterboden nicht selten bereits deutliche Hydromorphie-merkmale aufweisen. Die Feinkörnigkeit der Böden bedingt einen vergleichsweise günstigen Wasserhaushalt, der als wechsel trocken bis wechselfrisch bezeichnet werden kann. Wie die Hydromorphie-merkmale im Unterboden andeuten, handelt es sich um Standorte mit zeitweise recht hoch anstehendem Grundwasser.

Nicht selten stehen die Bestände in direktem Kontakt zu periodisch wasserführenden Flutmulden-Schoeneten, die während anhaltender Niederschlagsereignisse durch seitlich der Aue zuströmendes Oberflächenwasser aus kleinen Gerinnen oder durch Druckwasser überstaut werden. Während längerer Trockenphasen ist aber auch noch mit einer Austrocknung des Oberbodens zu rechnen. Trotz des relativ günstigen Wasserhaushaltes und der deutlichen Humusakkumulation handelt es sich aber immer noch um vergleichsweise nährstoffarme Standorte, wie die eindeutige Dominanz von Magerkeitszeigern unter Beweis stellt. Hauptursache hierfür dürften neben fehlender Silikatverwitterung sowie extrem hoher Carbonatgehalte und pH-Werte vielfach auch Nährstoffentzüge durch frühere Beweidung und Streunutzung sein.

Dynamik:

Die Gesellschaft kann durch Kiefernflug aus La-
velweiden- und Grauerlenbeständen entstehen,
die nach Flußeintiefung den permanenten Grund-
wasseranschluß verlieren und dadurch einen massi-
ven Vitalitätsverlust erleiden. Unterstützt wurde
dieser Prozeß aber vielfach durch Beweidung und
ein gezieltes Öffnen der Gehölzbestände im Zuge
von Weidepflegemaßnahmen (SCHRETZEN-
MAYER 1950). Ohne diese massive menschliche
Nachhilfe dürfte die Gesellschaft nur vergleichswei-
se selten und kleinräumig vorkommen. Bei Einstel-
lung der Beweidung oder Streunutzung zeigt sie eine
rasche Tendenz zur Verdichtung der Gehölzstruktu-
ren. So haben die ehemals streugenutzten Bestände
der Loisachauen bei Griesen heute unter dem lichten
Schirm alter Spirken eine dichte Verjüngung aus
Waldkiefer, Spirke und Fichte, die zu einem allmäh-
lichen Ausfall heliophiler Arten führt.

Bei gleichzeitiger Ausschaltung des Wildverbisses
durch Zäunung kann es auch bereits zu einer starken
Entwicklung von Laubsträuchern und -bäumen (ins-
bes. *Acer pseudoplatanus*) kommen. Mit zunehmen-
der Humusakkumulation und damit einhergehender
Verbesserung des Wasser- und Nährstoffhaushalts,
dürfte die Gesellschaft mittelfristig in trockene Aus-
bildungen edellaubholzreicher Wälder (*Aceri-Fra-
xinetum sensu SEIBERT 1969*) übergehen.

Verbreitung:

Sehr schöne Bestände dieser Gesellschaft sind in
den Loisachauen bei Griesen zu finden, woher die
Mehrzahl der Aufnahmen stammt. Ferner wurde die
Gesellschaft im Raum Mittenwald-Krün sowie in
den Isarauen beiderseits des Sylvensteinspeichers
angetroffen. Vergleichbare Bestände kommen ferner
auch noch in der Pupplinger und Ascholdingger Au
vor.

Nutzung:

Fast alle Bestände der Gesellschaft wurden in der
Vergangenheit beweidet oder streugenutzt. Ein be-
sonders schönes Beispiel für historische Streunut-
zung findet man in den Loisachauen bei Griesen.
Die dortigen Bestände stehen in direktem Kontakt
zu einer offenen, verbrachten Pfeifengrasstreu-
wiese inmitten der Aue mit reichem Vorkommen von
Gentiana pneumonanthe und *Allium suaveolens*. Der-
zeit ist ein Zuwachsen der Streuwiese mit Fichten
und Kiefern zu beobachten. Nicht auszuschließen ist
daher, daß Bestände der Gesellschaft in der Vergan-
genheit bei zeitweise ausbleibender oder nachlas-
sender Nutzung durch Kiefernflug aus Alluvial-
streuweisen entstanden sind.

Naturschutz:

Die Bestände dieser Einheit und die mit ihr oft in
Kontakt stehenden offenen streuwiesenartigen Be-
reiche enthalten eine ganze Reihe an gefährdeten
Molinion-Arten wie etwa *Gentiana pneumonanthe*
und *Allium suaveolens*. Als Beispiele historischer
Streunutzung haben die Bestände aber auch eine

hohe kulturhistorische und landschaftsästhetische
Bedeutung (u. a. auch "Maler-Kiefern" in der Pupp-
linger Au). Eine Erhaltung der Gesellschaft in ihrer
heutigen Struktur ist mittelfristig nur durch gezielte
Pflegemaßnahmen möglich.

6.2.2.5 Alluviale Weide-Kiefernwälder

(Stetigkeitstabelle 3, S. 94; Vegetationstabelle 3 im
Anhang)

Struktur und Artenverbindung:

Im oberen Isartal zwischen Wallgau und Scharnitz
findet man auf tiefgründigen Standorten Bestände
von Spirken und teilweise auch Waldkiefern, deren
Bodenvegetation durch intensive Beweidung und/
oder Düngung nachhaltig verändert wurde. Eine
Strauchschicht aus Fichte, Spirke und Waldkiefer ist
in Folge von intensiver Beweidung und Weidepfle-
gemaßnahmen nur sehr fragmentarisch entwickelt,
Laubsträucher fehlen vollkommen.

Die Bodenvegetation hebt sich insbesondere in auf-
gedüngten Bereichen durch ihre frischgrüne Farbe
deutlich von der extensiv beweideter Flächen ab.
Aufgrund der scharfen Beweidung erinnert das Er-
scheinungsbild der Bodenvegetation oftmals an ei-
nen Weide- oder gar Parkrasen. Schneeheide-Kie-
fernwaldarten wie *Erica herbacea* und *Polygala
chamaebuxus* fehlen zwar nicht vollständig, treten
aber quantitativ völlig in den Hintergrund. Stattdes-
sen dominieren weideresistente Arten der Kalkma-
gerrasen (*Festuco-Brometea*), der alpinen Kalk-
steinrasen (*Seslerietea*) und des eutrophen Wirt-
schaftsgrünlandes (*Molinio-Arrhenatheretea*), wo-
bei letztere, insbesondere in gedüngten Flächen auf
Kosten der Magerrasenarten quantitativ stärker in
den Vordergrund treten. Trotz der scharfen Bewei-
dung und partieller Aufdüngung handelt es sich um
sehr arten- (durchschnittlich über 70 Arten!) und
blütenreiche Bestände, die sich allerdings kaum
mehr als *Erico-Pinion*-Gesellschaft bezeichnen las-
sen, sondern besser als kiefernüberstellte Weidera-
sen gekennzeichnet werden. Bei fehlender Aufdü-
ngung treten die Arten des Wirtschaftsgrünlandes
quantitativ sehr stark in den Hintergrund, und die
Bestände behalten einen eindeutigen Magerrasen-
charakter bei. Derartige Bestände zeichnen sich im
Frühjahr oftmals durch spektakuläre Massenaspekte
von kleinwüchsigen Rosettenpflanzen wie *Primula
farinosa* und *Gentiana clusii* aus. Generell schafft
die intensive Beweidung eine große Vielfalt an
kleinstandörtlichen Nischen, die das enge Neben-
einander ökologisch und soziologisch recht gegen-
sätzlicher Arten ermöglicht. Eine Mooschicht ist
aufgrund der Trittbelastung nur sehr spärlich an den
Stammbasen der Kiefern entwickelt.

Ökologie und Standort:

Die Gesellschaft findet sich normalerweise auf tief-
gründigen schluffig-sandigen Substraten mit fortge-
schrittener Bodenentwicklung. Kennzeichnend ist
eine vergleichsweise günstige Wasserversorgung

der Standorte, die das Auftreten von Wirtschaftsgrünlandarten überhaupt erst ermöglicht. Der Nährstoffhaushalt wird maßgeblich dadurch bestimmt, ob und in welchem Ausmaße eine Zusatzdüngung erfolgte. Die Kiefernbestockung entspricht in der Regel nicht dem aktuellen Standortpotential, sondern ist häufig rein weidebedingt. Die Mehrzahl der Standorte würde ohne menschliche Einflußnahme wohl bereits bergmischwaldartige Bestände tragen.

Verbreitung:

Durch Intensivbeweidung und Aufdüngung veränderte Erico-Pinion-Bestände sind vor allem im oberen Isartal zwischen Wallgau und Scharnitz anzutreffen. Vergleichbare Bestände sind aber auch am Oberen Lech und in den Weißachauen zu finden.

Nutzung:

Eine Beweidung erfolgt in der Regel im Frühjahr und Herbst jeweils vor und nach der Alpung. Stellenweise werden die Flächen aber auch im Sommer beweidet. Düngergaben erfolgen offenbar nur sehr unregelmäßig. Aufgedüngte Flächen sind schwerpunktmäßig im Bereich der Krüner Viehweiden zu finden.

Naturschutz:

Eine Aufdüngung von Schneeheide-Kiefernwäldern zur Verbesserung des Weidewertes ist grundsätzlich abzulehnen. Dagegen bilden scharf beweidete Schneeheide-Kiefernwälder, in denen bisher keine Düngung erfolgte, einen spezifischen und überaus artenreichen Bestandteil der Kulturlandschaft der Alpen und sind daher prinzipiell erhaltungswürdig. Strukturell und floristisch sehr attraktive Weidewälder mit spektakulären Massenaspekten von *Primula farinosa* und *Gentiana clusii* sind beispielsweise im NSG Riedboden bei Scharnitz oder in den Weißachauen zwischen Kreuth und Rottach-Egern zu finden.

7. Kontaktgesellschaften der Schneeheide-Kiefernwälder

Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe zeichnen sich fast stets durch das Auftreten von gehölzfreien bzw. -armen Kontaktgesellschaften wie Kalkmagerrasen, Kalkquellsümpfen, Schutt- und Felsfluren aus, zu denen ausgeprägte floristische, standörtliche (Ökotope, Zonationen) und insbesondere auch dynamische Beziehungen (primäre und sekundäre Sukzessionen) bestehen. Besonders stark ausgeprägt und augenfällig sind diese dynamischen Beziehungen im Alluvialbereich. So stehen bzw. standen alluviale Schneeheide-Kiefernwälder stets in engem räumlichem Kontakt zu Schwemmlingsfluren (*Chondrillum chondrilloides*) und lückigen Weiden-Tamariskenfluren (*Salici-Myricarietum*) der funktionalen Wildflurbaue, aus denen sie nach Flußbetteintiefung oder -verlagerung durch Sukzession hervorgingen. Dieser Zonationskomplex ist heute im gesamten Alpenraum durch wasserbauliche Maßnahmen

hochgradig in seiner Existenz bedroht (z.B. MÜLLER 1991). Letzte Reste dieser aentypischen Kontaktgesellschaften der Schneeheide-Kiefernwälder sind in den Nordalpen an der Oberen Isar zwischen dem Sylvensteinspeicher und Scharnitz (Foto 3) und am Oberen Lech zwischen Reutte und Stanzach sowie im Friedergries zu finden. Knorpelsalatflur und Weiden-Tamariskenflur enthalten mehrere hochgradig spezialisierte Arten (*Chondrilla chondrilloides*, *Aethionema saxatile*, *Myricaria germanica*), die akut vom Aussterben bedroht sind. Gerade aufgrund der akuten Gefährdung dieses alluvialen Zonationskomplexes liegen darüber bereits zahlreiche, auch neuere Beschreibungen vor, die nahezu sämtliche Restvorkommen abdecken (z.B. MOOR 1958, SEIBERT 1958, SEIBERT & ZIELONKOWSKI 1972, KORTENHAUS 1985, MÜLLER & BÜRGER 1990, MÜLLER et al. 1992, LORENZ 1992), so daß an dieser Stelle auf eine eingehende Darstellung verzichtet und auf die oben angeführten Arbeiten verwiesen wird. Statt dessen sollen die gehölzfreien Kontaktgesellschaften der Hangbestände, über die bisher kaum Kenntnisse vorliegen, im Rahmen dieser Arbeit eine etwas ausführlichere Würdigung erfahren, zumal ihnen gerade aus naturschutzfachlicher Sicht oftmals eine herausragende Bedeutung zufällt.

7.1 Kalkmagerrasen

Offene, baumfreie Kalkmagerrasen bilden trotz ihrer vergleichsweise geringen Flächenausdehnung sehr bezeichnende Bestandteile der Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe im Untersuchungsgebiet. Innerhalb der Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe sind Kalkmagerrasen entweder auf Standorten zu finden, die von Natur aus keinen Baumwuchs zulassen, wie felsige Steilhänge, steilwandige Gräben, Lawinarbahnen und Ränder von Schuttreißen oder aber in kleineren Bestandeslücken und auf größeren zusammenhängenden Freiflächen, die durch Nutzung entstanden sind (Foto 30). Während die vergleichsweise mesophilen Kalkmagerrasen der Randalpen meist eine große floristische Ähnlichkeit mit den angrenzenden flachgründig-trockenen Ausbildungen des *Calamagrostio-Pinetum* zeigen, treten uns die entsprechenden Inntaler Bestände als floristisch sehr eigenständige Volltrockenrasen entgegen, deren Artenbestand und Struktur sich grundlegend von der des *Erico-Pinetum* unterscheidet.

7.1.1 Die Trockenrasen des Tiroler Oberinntals

(Vegetationstabelle 4, S. 104)

Volltrockenrasen treten im Bereich des Inntaler *Erico-Pinetum* nie großflächig oder gar landschaftsprägend auf, wie das etwa derzeit noch im Vintschgau (KÖLLEMANN 1981) der Fall ist, sondern bleiben stets in recht bescheidener Ausdehnung auf die steilsten und wärmsten Felslehnen und Böschungen beschränkt (Foto 20). Oft handelt es sich dabei nur

Anschrift des Verfassers:

Norbert Hölzel
Lehrbereich Geobotanik
Forstwiss. Fakultät der LMU
Hohenbachernstraße 22
85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161/71-4732
Telefax: 08161/71-4738

Laufener Forschungsbericht 3

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)
ISSN: 0946-5006
ISBN: 3-931175-16-2

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Notker Mallach (ANL) und Marianne Zimmermann (ANL)

Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen - auch auszugsweise - aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Satz: Marianne Zimmermann, ANL
Druck und Bindung: ANL
Druck auf Recyclingpapier (aus 100% Altpapier)