

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 (Ökotonen, 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 Wildflußau, 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 autotypischen 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 (KÖLLEMAN 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

Vegetationstabelle 4

Vegetationstabelle 4: Trockenrasen des Tiroler Oberinntals
(35 Aufnahmen von HÖLZEL)

- 1: Kugelblumen-Federgrasrasen (*Globularia cordifolia*-*Stipa austriaca*-Gesellschaft)
1.1: typische Ausbildung
1.2: Ausbildung mit *Bromus erectus*
2: Haarpfriemengras-Trockenrasen (*Stipa capillata*-Gesellschaft)

	1.1	1.2	2
Laufende Nummer	1111 111111 2222222222333333 1234567890123 456789 0123456789012345		
Aufnahmenummer	333333333333 333333 3333333333333333 5566666991111 991122 0116668888888888 8901234454567 898901 9012567123045678		
Meereshöhe (10 m)	9889898666677 776666 6666777777887777 0990909889900 227777 5555999555006666		
Exposition	111111221112 121111 1111111111111111 6554053016660 606666 8577888367645569 0000000000000 000000 0000000000000000		
Hangneigung (Grad)	333233243333 342223 2333333333123333 5559920820824 975555 0844549100813467		
Artenzahl	211111121212 222122 2322111322211111 2464674925060 212752 7719696044488898		
Deckung der Krautschicht (%)	5644445443334 546666 7566878668658766 0000000000000 000000 0000000000000000		
Deckung der Moosschicht (%)	1 1111 1 11 052220055++++ 252+++ 52220+++ 055++1		
d 1			
<i>Teucrium montanum</i>	2211111111 2222 112211 1111111111111111		
<i>Tortella inclinata</i>	2111122221111 11+111 1111111111111111		
<i>Globularia cordifolia</i>	2222222222222 222221 1111111111111111		
<i>Fumana procumbens</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Stipa eriocaulis austriaca</i>	111112111111 1+1111 1111111111111111		
<i>Anthericum ramosum</i>	1+1111111111 111111 1111111111111111		
<i>Aster alpinus</i>	1+1111111111 111111 1111111111111111		
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	1+1111111111 111111 1111111111111111		
<i>Erica carnea</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Dactylis glomerata</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Leontodon incanus</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Amelanchier ovalis</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Carex mucronata</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Potentilla caulescens</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
d 1.2+2			
<i>Potentilla pusilla</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Botriochloa ischaemum</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Festuca cf. rupicola</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Bromus erectus</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Globularia elongata</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Salvia pratensis</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Astragalus onobrychis</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
d 2			
<i>Stipa capillata</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Rhytidium rugosum</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Artemisia campestris</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Euphorbia cyparissias</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Abietinella abietina</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Melica ciliata</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Lactuca perennis</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Festuca ovina guestfalica</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Coronilla varia</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Stachys recta</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Phleum phleoides</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Tortella tortuosa</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Polygonatum odoratum</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Veronica spicata</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Sedum saxangulare</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Sedum album</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Galium verum</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Tortula ruralis</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Diplachne serotina</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Aster amellus</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Medicago falcata</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Medicago minima</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Pimpinella saxifraga</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Onobrychis arenaria</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Festuca-Brometum</i>	111111111111 111111 1111111111111111		
<i>Carex humilis</i>	2211121222222 323222 1112222111222223		
<i>Helianthemum ovatum</i>	111111111111 11+111 111+111 1111111111		
<i>Thymus praecox</i>	111111111111 111111 121111111112		
<i>Scabiosa columbaria/gramuntia</i>	111111111111 111+11 111+111 11111111		
<i>Teucrium chamaedrys</i>	111111111111 111+11 111+111 11111111		
<i>Asperula cynanchica</i>	111111111111 111111 111111111111		
<i>Brachypodium rupestre</i>	111111111111 111111 111111111111		
<i>Prunella grandiflora</i>	111111111111 111111 111111111111		
Sonstige Arten:			
<i>Vincetoxicum hirsundinaria</i>	111111111111 11+111 111+111 11111111		
<i>Dorycnium germanicum</i>	111111111111 111111 111111111111		
<i>Sesleria varia</i>	111111111111 111111 111111111111		
<i>Galium lucidum</i>	111111111111 111111 111111111111		
<i>Dianthus sylvestris</i>	111111111111 111111 111111111111		
<i>Rhamnus saxatilis</i> K	111111111111 111111 111111111111		
<i>Amelanchier ovalis</i> K	111111111111 111111 111111111111		
<i>Bupthalamum salicifolium</i>	111111111111 111111 111111111111		
<i>Ligustrum vulgare</i> K	111111111111 111111 111111111111		
Aufnahmenummer	333333333333 333333 3333333333333333 5566666991111 991122 0116668888888888 8901234454567 898901 9012567123045678		

Weitere Arten: *Linum catharticum* 361+; *Juniperus communis* K 358+; 395+; *Berberis vulgaris* K 362+; 317+; *Pinus sylvestris* K 395+; 315+; *Koeleria macrantha* 318:1, 321:1; *Allium carinatum* 309+; 312+; *Leucodon sciuroides* 312:1, 380:1; *Convolvulus arvensis* 381:1, 382+; *Lotus corniculatus hirsutus* 381+; 382+; *Brachypodium pinnatum* 381:1, 383:1; *Calamintha acinos* 381:1; 380:1; *Avena pratensis* 380+; 384:1; *Ditrichum flexicaule* 358+; *Allium montanum* 395+; *Hieracium murorum/bifidum* 395+; *Orobancha gracilis* 395+; *Koeleria pyramidata* 309+; *Hypnum lacunosum* 311:1; *Peucedanum cervaria* 365:1; *Origanum vulgare* 381+; *Dianthus carthusianorum* 383+; *Plantago media* 383+; *Plantago lanceolata* 380+; *Setaria viridis* 380+;

um schmale Übergangsökotone zwischen dem Erico-Pinetum und steilen, nicht waldfähigen Felsabstürzen. Größere, flächig entwickelte Bestände verdanken ihre Existenz zumeist einer nutzungsbedingten Erweiterung primärer Vorkommen. Innerhalb der Inntaler Trockenrasen lassen sich zwei floristisch und standörtlich grundverschiedene Typen sowie ein zwischen beiden Extremen vermittelnder Übergangstypus unterscheiden.

Die Synsystematik der Trockenrasen im Alpenraum ist von einer verwirrenden Begriffsvielfalt geprägt, die insbesondere auf BRAUN-BLANQUET (1961) zurückgeht, der fast für jeden größeren Talraum oft mehrere eigenständige Gebietsassoziationen ausschied, die sich floristisch und ökologisch untereinander oft nur sehr geringfügig unterscheiden. Bei einer schwächeren Gewichtung regionaler Abwandlungen könnte diese unübersichtliche Vielfalt an Assoziationen auf wenige floristisch und ökologisch gut definierte Einheiten reduziert werden.

Die hier als Kugelblumen-Federgrasrasen beschriebene Trockenrasengesellschaft wurde in dieser oder einer ähnlichen Form bisher noch nicht beschrieben, was wohl vor allem in der schweren Zugänglichkeit ihrer Wuchsorte begründet liegt. Aufgrund des eindeutigen Überwiegens submediterranen Elemente ist die Gesellschaft eindeutig dem Xerobromion-Verband zuzuordnen. Bei einer sehr weiten Fassung der südmitteleuropäischen Volltrockenrasen, wie SCHUHWERK (1990) sie vorschlägt, könnte die Gesellschaft eventuell als eine präalpine, montane Höhenform des Xerobrometum aufgefaßt werden, wenngleich die floristischen Unterschiede, insbesondere aufgrund der Armut an Festuco-Brometea-Arten doch beträchtlich sind. Gewisse floristische und vor allem ökologische Beziehungen bestehen aber auch zum Fumano-Stipetum eriocaulis des Alpenostrandes bei Wien, einem primären Felstrockenrasen, der dort bezeichnenderweise gleichfalls einen integralen Bestandteil einer offenen Schwarzkiefern-Felssteppe bildet (KARRER 1985). Die Bestände des Alpenostrandes zeichnen sich aber durch einen wesentlich höheren Anteil an Relikten- demiten und thermophilen Sedo-Scleranthetea- und Festuco-Brometea-Arten südöstlicher Verbreitung aus, die im Inntal gänzlich fehlen, während gleichzeitig der Anteil alpiner Elemente dort deutlich niedriger liegt. Sie stehen damit den Inntaler Felstrockenrasen floristisch insgesamt doch recht fremd gegenüber. Die von BRAUN-BLANQUET (1961) für die Trockenrasen im Tiroler Oberinntal gewählte Bezeichnung Teucrio-Caricetum humilis erscheint in diesem Zusammenhang gleichfalls recht unglücklich und kaum anwendbar, da sich in dessen Tabelle, von einer Aufnahme abgesehen, nur Bestände befinden, die nach der hier vorgenommenen Gliederung dem Haarpfriemengras-Trockenrasen zuzuordnen wären.

Die hier als Haarpfriemengras-Trockenrasen bezeichnete Trockenrasengesellschaft zeigt überdies recht große floristische und ökologische Überein-

stimmung zum von BRAUN-BLANQUET (1961) aus dem innaufwärts anschließenden Unterengadin beschriebenen Astragalo-Brometum. Eine Einordnung dieses Rasens in die kontinentalen Festucetalia vallesiaceae erscheint allerdings in Anbetracht der Dominanz submediterranen Sippen durchaus fragwürdig.

Angesichts dieser synsystematischen Unklarheiten wird auf eine Zuordnung zu bestimmten Assoziationen an dieser Stelle vorerst verzichtet, und die eigenen Gesellschaften werden ranglos als Kugelblumen-Federgrasrasen (*Globularia cordifolia*-*Stipa austriaca*-Gesellschaft) bzw. Haarpfriemengras-Trockenrasen (*Stipa capillata*-Gesellschaft) bezeichnet. Eine abschließende Klärung und Wertung der synsystematischen Stellung dieser Gesellschaften soll letztlich einer überregionalen Bearbeitung vorbehalten bleiben.

7.1.1.1 Der Kugelblumen-Federgrasrasen (*Globularia cordifolia*-*Stipa austriaca*-Gesellschaft)

(Vegetationstabelle 4, S. 104)

Struktur und Artenverbindung:

Physiognomisch handelt es sich beim Kugelblumen-Federgrasrasen um einen sehr lückigen Felsrasen, der im Kontakt zum Erico-Pinetum globularietosum extrem flachgründige, warme Dolomitsfelsstandorte besetzt. Der selten mehr als 50 % der Bodenoberfläche deckende, sehr artenarme Rasen wird dominiert von den Horsten der Erdsegge (*Carex humilis*) und dichten Spalieren der Zwergsträucher *Teucrium montanum* und *Globularia cordifolia*. Zu diesen Arten, die den Rasen im wesentlichen aufbauen, gesellen sich als weitere bezeichnende Arten mit sehr hoher Stetigkeit *Fumana procumbens* und *Stipa eriocaulis* ssp. *austriaca* sowie eine offenbar an Xerothermstandorte gebundene Varietät von *Dactylis glomerata*. Ergänzt wird der Artenbestand einerseits durch einige Felsspalten- und alpine Rasenarten wie *Aster alpinus*, *Sesleria varia*, *Asplenium ruta-muraria*, *Dianthus sylvestris*, *Potentilla caulescens* und *Carex mucronata* sowie andererseits einige wenige weitere Trockenrasen- und Saumarten wie *Helianthemum ovatum*, *Thymus praecox*, *Scabiosa columbaria/gramuntia*, *Vincetoxicum hirsutinaria* und *Anthericum ramosum*, die meist nur mit sehr geringer Vitalität auftreten. Trotz der unmittelbaren räumlichen Nähe zum Erico-Pinetum sind Kennarten der Schneeheide-Kiefernwälder mit Ausnahme von *Dorycnium germanicum* vergleichsweise selten vorhanden und kümmern meist wenig vital dahin. Die Moosschicht besteht alleine aus *Tortella inclinata* und kann Deckungswerte von bis zu 15 % erlangen.

Untergliederung:

Vom typischen Kugelblumen-Federgrasrasen läßt sich eine standörtliche Ausbildung mit *Bromus erectus* abtrennen, die floristisch, strukturell und

standörtlich bereits zum Haarpfriemengras-Trockenrasen vermittelt. Neben der Aufrechten Trespe sind in dieser Einheit weitere typische Festuco-Brometea-Arten wie *Potentilla pusilla*, *Botriochloa ischaemum*, *Festuca rupicola* und *Globularia elongata* zu finden, die der Gesellschaft einen stärker ausgeprägten Rasenaspekt verleihen.

Die typische Ausbildung läßt sich weiter untergliedern in standörtliche Untertypen, in denen jeweils Felsspaltenarten wie *Carex mucronata* und *Potentilla caulescens* oder die thermophile Schuttflurart *Achnatherum calamagrostis* stärker hervortreten.

Standort und Ökologie:

Die Gesellschaft besiedelt exponierte, ausgesprochen trocken-heiße Felsstandorte, die sich durch ein extremes, die Insulationsverwitterung förderndes Strahlungsklima auszeichnen. Typischerweise handelt es sich dabei um stark angewitterte, scherbzig zerfallende Dolomitfelsen, die sowohl Felsspaltenarten, als auch den meisten Rasenarten extrem ungünstige Lebensbedingungen bieten. Die Felsrasen haben meist eine ausgesprochen treppige Struktur; blanke Steilstufen aus brüchigem Dolomitfels wechseln mit flacheren, vegetationsreicheren Absätzen, auf denen sich der Verwitterungsschutt staut. In dieser konkurrenzarmen Standortnische können die zum Schuttstau auf oberflächlich bewegten, instabilen Substraten befähigten Arten *Carex humilis*, *Teucrium montanum* und *Globularia cordifolia* ihre Anpassungsvorteile (Streßstrategie im Sinne von GRIME 1986) voll zum Tragen bringen. Ähnliches gilt für *Fumana procumbens* und *Stipa eriocalis* ssp. *austriaca*, die hier, weitgehend befreit vom Konkurrenzdruck anderer Rasenarten, gleichfalls ihre Trockenstreßtoleranz optimal ausspielen können, was sich in einer bemerkenswert hohen Stetigkeit beider Arten widerspiegelt. Vergleichbare standörtliche Einnisungen werden für *Stipa austriaca* von WITSCHERL (1987) und für *Fumana procumbens* von SENDTKO (1993) beschrieben.

Auch die Erklärung für das zunächst kurios anmutende Zusammentreten dieser ausgesprochenen Xerothermart mit alpinen Florenelementen wie z.B. *Aster alpinus*, liegt in der Konkurrenzarmut der besiedelten Standorte begründet. Typisch für die Wuchsorte der grasreicheren Ausbildung mit *Bromus erectus* ist ein mosaikartiger Wechsel von blankem, angewittertem Fels und flacheren Mikrostrukturen wie Spalten und Treppen, die eine geringmächtige Lößüberlagerung aufweisen. Standörtlich vermittelt sie damit zum Haarpfriemengras-Trockenrasen, der sich in der Regel durch eine mehr oder weniger flächige Feinerdedecke auszeichnet.

Dynamik und Nutzung:

Der Kugelblumen-Federgrasrasen ist überwiegend eine recht stabile Dauergesellschaft primär nicht waldfähiger Extremstandorte. Vereinzelt aufkommende Gehölze wie Waldkiefer, Felsenbirne, Felsenkreuzdorn und Wacholder zeigen meist eine sehr geringe Vitalität und sterben häufig wieder ab.

Gleichwohl gelingt es im Bereich tiefreichender Felsspalten bisweilen einer Kiefer, sich dauerhaft zu etablieren, wodurch eine Sukzession hin zu *Erico-Pinetum*-Fragmenten eingeleitet wird. Aus einer Ansiedlung einzelner Gehölze im Bereich edaphischer Gunstbereiche resultieren aber normalerweise keine geschlossenen Wälder, sondern lediglich eine sehr locker mit Kiefern und Sträuchern überstellte "Kiefern-Felssteppe". In der Vergangenheit wurde eine flächige Ausbreitung der Rasen innerhalb dieser häufig der Ziegenweide vorbehaltenen Kiefern-Felssteppen durch eine massive Zurückdrängung der Gehölze und damit oft einhergehender Standortdegradation durch Erosionsprozesse erheblich begünstigt. So zeigt beispielsweise ein Foto im Heimatmuseum von Zirl aus dem Jahre 1947 den Kalvarienberg oberhalb der Ortschaft, der bis nach dem zweiten Weltkrieg ganzjährig mit bis zu 300! Ziegen beweidet wurde, als fast gehölzfreien, kahlen Felshang. Nach Einstellung der Beweidung haben sich in verstärktem Maße Gehölze angesiedelt und die 1947 noch viel weiter verbreiteten offenen Felsrasen deutlich zurückgedrängt. Heute tritt uns der Kalvarienberg wieder als typische mosaikartige Kiefern-Felssteppe entgegen, in der die Trockenrasen nur die extremsten edaphischen Positionen einnehmen.

Verbreitung:

Der Kugelblumen-Federgrasrasen ist auf entsprechenden Felsstandorten im gesamten Tiroler Oberinntal von der Martinswand bei Zirl bis hinauf nach Landeck anzutreffen. Die Gesellschaft tritt zwar oft sehr kleinflächig auf, ist aber im Bereich der steil aufstrebenden Dolomitfeshänge durchaus nicht selten und weit verbreitet. Größere zusammenhängende Komplexe sind u.a. oberhalb der Innbrücke bei Silz oder bei Zams zu finden. Die höchsten Bestände wurden bei 900 m N. N. aufgenommen, die Gesellschaft steigt aber vermutlich noch deutlich höher.

Abseits des Oberinntals ist der Kugelblumen-Federgrasrasen in den mittleren nördlichen Kalkalpen nur in einer völlig isolierten Exklave am "Steppenhang" bei Lofer im österreichischen Bundesland Salzburg, ca. 10 km südlich der deutsch-österreichischen Grenze, zu finden. Den Loferer Beständen, die auf relativ großer Fläche einen extrem steilen Felshang einnehmen, fehlt *Fumana procumbens* vollständig, während *Allium montanum* oft aspektbildend in den Vordergrund tritt.

7.1.1.2 Der Haarpfriemengras-Trockenrasen (*Stipa capillata*-Gesellschaft)

(Vegetationstabelle 4, S. 104)

Struktur und Artenverbindung:

In der wärmsten, untersten Talstufe des Tiroler Oberinntales findet man auf edaphischen Extremstandorten verbreitet kleinflächige Trockenrasen, die sich hinsichtlich ihrer floristischen Struktur deutlich vom Kugelblumen-Federgras-Felsrasen der

meist höher gelegenen "Kiefern - Felssteppen" unterscheiden. Physiognomisch handelt es sich dabei um wesentlich geschlosseneren, eindeutig von Trockenrasengräsern wie *Stipa capillata*, *Botriochloa ischaemum*, *Bromus erectus*, *Festuca rupicola* und *Carex humilis* dominierte Rasen, in denen spalierbildende Zwergsträucher stark zurücktreten und alpine Arten fast vollständig fehlen (Foto 20). Statt dessen findet man hier eine ganze Reihe weiterer Festuco-Brometea-Arten wie *Potentilla pusilla*, *Teucrium chamaedrys*, *Phleum phleoides*, *Euphorbia cyperissias*, *Veronica spicata* und *Stachys recta*, die den extrem feinerdearmen Substratbedingungen im typischen Kugelblumen-Federgras-Felsrasen offensichtlich noch nicht gewachsen sind. Als weitere sehr bezeichnende floristische Bestandteile treten in den Bestandeslücken wärmebedürftige Sedo-Scleranthetea-Arten wie *Artemisia campestris*, *Petrorhagia saxifraga*, *Melica ciliata*, *Lactuca perennis*, *Sedum album*, *Sedum sexangulare* und *Medicago minima* hinzu, die in gewisser Weise die Lückenbesiedlerrolle der spalierbildenden Zwergsträucher und alpinen Felsspaltenarten übernehmen. In der meist recht spärlich entwickelten Mooschicht wird die für den Felsrasen so bezeichnende *Tortella inclinata* weitgehend ersetzt durch typische Trockenrasenmoose wie *Rhytidium rugosum* und *Abietinella abietina*.

Insgesamt hat die Gesellschaft in struktureller wie in floristischer Hinsicht einen wesentlich ausgeprägteren Trockenrasencharakter als der eher an eine offene, schütter bewachsene Felsflur gemahnende Kugelblumen-Federgrasrasen.

Standort und Ökologie:

Der Haarpfriemengras-Trockenrasen ist vor allem im Bereich steil zum Inn abfallender Felshänge und Schluchten sowie auf isoliert aus dem Talboden herausragenden Rundhöckern wie dem "Bürgele" bei Mötz anzutreffen. Dort besetzt die Gesellschaft kleinflächig die oberen Hangkanten im Übergang zwischen den offenen Felsfluren der Steilhänge und Schluchten und den oberhalb angrenzenden Wäldern. Größere Bestände, wie man sie etwa bei Roppen und Maria-Locherboden antrifft, verdanken ihre Existenz eindeutig einer sekundären anthropo-zoogenen Erweiterung kleinflächiger Primärvorkommen. Bezeichnenderweise findet man in der Nähe fast aller Vorkommen Fragmente thermophiler Eichenwälder und Wuchsorte des submediterranen Blasenstrauchs (*Colutea arborescens*), die von der besonderen Wärmegunst der Standorte zeugen.

Im Gegensatz zum Kugelblumen-Federgras-Felsrasen besiedelt der Pfriemengras-Trockenrasen Standorte, die sich durch eine 10-20 cm mächtige, steindurchsetzte, lößhaltige Feinerdedecke auszeichnen, welche nur stellenweise vom anstehenden Dolomitfels durchbrochen wird. Trotz des regelmäßigen Auftretens offener Rohbodenstellen handelt es sich um geomorphologisch vergleichsweise konsolidier-

te Standorte, die keiner andauernden Überformung durch Abwitterung und oberflächliche Substratbewegung unterliegen.

Die stärkere Konsolidierung und der Feinerdereichtum sind die entscheidenden standörtlichen Faktoren, die das vitale Auftreten von Trockenrasengräsern, insbesondere von *Stipa capillata*, und weiteren Festuco-Brometea-Arten ermöglichen. Im Gegenzug fallen ausgesprochen konkurrenzschwache "petrophile" Arten wie *Stipa eriocaulis* ssp. *austriaca* und *Fumana procumbens* sowie schuttstauende Spalierpflanzen wie *Globularia cordifolia* und *Teucrium montanum* fast vollständig aus.

Dynamik und Nutzung:

Größere Bestände der Gesellschaft sind in wesentlich stärkerem Maße nutzungsgeprägt als der Kugelblumen-Federgrasrasen. Aufgrund der deutlich weniger extremen Standorte unterliegen diese bei Einstellung der früher überall verbreiteten Beweidung mit Kleinvieh (insbes. Ziegen und Schafe) einer raschen Verbuschung und werden auf stark exponierte Hangkanten am oberen Rand steiler Felsabstürze zurückgedrängt. Die Sukzession führt nach Nutzungsaufgabe zum Erico-Pinetum oder häufiger auch zu thermophilen Haselgebüsch und Eichenwäldern.

Verbreitung:

Der Haarpfriemengras-Rasen ist heute fast nur noch im Talabschnitt zwischen Telfs und Imst anzutreffen. Verbreitungsschwerpunkte sind einerseits der Steilabsturz des Mieminger Plateaus östlich Maria-Locherboden sowie andererseits die Schluchtstrecke des Inn zwischen Imst und dem Ausgang des Ötztals. Sehr schöne Bestände sind im Kontakt zu einem thermophilen Eichenwald auch auf dem Bürgele bei Mötz zu finden. Die meisten Vorkommen sind extrem kleinflächig und lassen oftmals gerade noch eine Vegetationsaufnahme zu.

Bis in die Zeit nach dem 2. Weltkrieg müssen Trockenrasen, die weitgehend unserer Gesellschaft entsprachen, wesentlich weiter und großflächiger verbreitet gewesen sein. Seither sind zahlreiche Bestände durch Verbuschung nach Nutzungsaufgabe, gezielte Bepflanzung und Böschungssanierungen sowie vor allem auch durch Straßenbaumaßnahmen verlorengegangen. So wurden etwa die großen Vorkommen bei Silz und Zirl weitgehend durch Straßenbau zerstört. Die von KIELHAUSER (1954) beschriebenen Trockenrasen der Stanzer Leithen bei Landeck fielen weitgehend einer Überbauung durch Wochenendhäuser zum Opfer und sind nur noch in spärlichen Resten vorhanden. Einzig nahe der Ortschaft Roppen gibt es noch einen größeren, sehr vielgestaltigen Trockenrasen-Komplex, der sich in einem sehr guten Pflegezustand befindet und noch einen Eindruck der ehemaligen Inntaler Trockenrasenherrlichkeit vermittelt.

Bedauerlicherweise wurden die umfangreichen, während des Baues der Inntalautobahn entstanden

Böschungsflächen, die vielerorts sehr günstige Voraussetzungen für eine Restitution von Trockenrasen geboten hätten, fast ausnahmslos durch Anspritzverfahren nach dem Patent SCHIECHTL und dichte Bepflanzung mit Robinien und anderen Gehölzen verdorben.

7.1.2 Die Kalkmagerrasen der randalpischen Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe

(Vegetationstabelle 5, S. 110)

In den regenreichen Randalpen fehlen echte Volltrockenrasen mit Ausnahme des isolierten Vorkommens bei Lofer aufgrund der klimatischen Rahmenbedingungen praktisch vollständig. Selbst auf den flachgründigsten und wärmsten Standorten werden sie ersetzt durch Halbtrockenrasen, die eine ausgesprochen mesophile Artenkombination aufweisen. Zahlreiche im Inntal weit verbreitete Xerothermarten fallen in den Randalpen vollständig aus bzw. werden ersetzt durch vikariierende alpine Sippen (Kap. 5.1.1.). An die Stelle der xerothermen Festuco-Brometea-Arten treten insbesondere Arten der alpinen Blaugrashalden (Seslerietea), der Schneeheide-Kiefernwälder (Erico-Pinetea) und der Pfeifengraswiesen (Molinion).

Die synsystematische Zuordnung der randalpischen Kalkmagerrasen-Kontaktgesellschaften des Calamagrostio-Pinetum gestaltet sich noch schwieriger als die der Inntaler Volltrockenrasen, da in diesen Rasen Arten aus sehr unterschiedlichen, übergeordneten soziologischen Einheiten (Festuco-Brometea, Trifolio-Geranieta, Seslerietea, Erico-Pinetea, Molinion) in oft fast gleichstarken Anteilen nebeneinander auftreten. Am ehesten entsprechen die aufgenommenen Bestände noch dem von der Schwäbischen Alb beschriebenen Laserpitio-Seslerietum (OBERDORFER 1978), könnten aber auch als tiefmontane Höhenform des Seslerio-Caricetum sempervirentis oder gar als Lichtphasen des Calamagrostio-Pinetum aufgefaßt werden. Eine abschließende Klärung der synsystematischen Stellung entsprechender Rasenbestände dürfte die in Vorbereitung befindliche Arbeit von GÖTZ erbringen.

7.1.2.1 Erico-Pinion-nahe Kalkmagerrasen (Laserpitio-Seslerietum)

(Vegetationstabelle 5, S. 110)

Struktur und Artenverbindung:

Strukturell erscheinen die Kalkmagerrasen-Kontaktgesellschaften der randalpischen Buntreitgras-Kiefernwälder durchaus recht heterogen. Das Spektrum reicht von niederwüchsigen Pionier- und Felsrasen bis hin zu üppigen, von *Molinia caerulea* agg. dominierten Beständen. Umso erstaunlicher ist, daß sich alle aufgenommenen Bestände trotz des teilweise recht unterschiedlichen Erscheinungsbildes durch eine vergleichsweise einheitliche floristische Grundstruktur auszeichnen.

Das Gefüge der Rasen wird, ähnlich wie das der benachbarten Buntreitgras-Kiefernwälder, dominiert von Seggen und Gräsern wie *Carex humilis*, *Carex sempervirens*, *Sesleria varia* und *Molinia caerulea* agg. Daneben können aber in bestimmten Ausbildungen auch *Anthericum ramosum* und kleinwüchsige Chamaephyten wie *Erica herbacea*, *Teucrium montanum* und *Globularia cordifolia* höhere Deckungswerte erlangen.

Der übrige Artenbestand verteilt sich im wesentlichen auf vier mehr oder weniger durchgängig und in etwa gleichstark vertretene Artengruppen, die den Rasen ein soziologisch sehr uneinheitliches Profil verleihen. Dabei handelt es sich einerseits um schwerpunktmäßig in tieferen Lagen verbreitete, wärmebedürftige Arten der Kalkmagerrasen (Festuco-Brometea) und thermophilen Säume (Trifolio-Geranieta) und andererseits um mehr oder weniger an den Alpenraum gebundene Arten der alpinen Kalkrasen (Seslerietea) und der Schneeheide-Kiefernwälder (Erico-Pinetea). Geradezu die Regel ist dabei das zunächst recht ungewöhnlich erscheinende Zusammentreten soziologisch und ökologisch recht gegensätzlicher Arten und Artengruppen. So findet man "Xerothermrasen-Arten" wie *Carex humilis* und *Teucrium montanum* in direkter Vergesellschaftung mit zeitweilig frischebedürftigen, mesophytischen Arten wie *Molinia caerulea* agg., *Galium boreale*, *Potentilla erecta* oder gar *Gladiolus palustris* (Foto 21).

Besonders bemerkenswert ist ferner das gehäufte Auftreten von Charakterarten der Schneeheide-Kiefernwälder, die in den offenen Rasen teilweise beträchtlich höhere Stetigkeiten erreichen als in den benachbarten Kiefernwäldern. Dies gilt insbesondere für kleinwüchsige, konkurrenzschwache Lückenbesiedler wie *Thesium rostratum*, *Coronilla vaginalis* und *Leontodon incanus*. Im Vergleich zu den Kiefernwäldern treten auch weitere Lückenbesiedler wie *Teucrium montanum*, *Hippocrepis comosa*, *Linum catharticum* und *Globularia cordifolia* generell stärker in den Vordergrund und sind keinesfalls nur auf extrem flachgründige Standorte beschränkt. Zu diesen auch innerhalb der Kiefernwälder verbreiteten Arten treten weitere ausgesprochen heliophile Sippen wie *Gentiana utriculosa*, *Helianthemum ovatum*, *Linum viscosum*, *Allium carinatum* und *Allium montanum*, die den eigentlichen Kiefernwäldern meist vollständig fehlen.

Im Gegenzug verschwinden in den offenen Rasen anspruchsvollere Mesophyten und Laubwaldarten, wie z.B. *Fragaria vesca*, *Melica nutans*, *Convallaria majalis*, *Valeriana tripteris*, *Mercurialis perennis*, *Rubus saxatilis*, *Aquilegia atrata* und *Knautia dipsacifolia*, fast vollständig, aber auch Arten wie *Calamagrostis varia*, *Carduus defloratus*, *Aster bellidiastrum* und *Thesium alpinum* gehen in ihrer Stetigkeit deutlich zurück. Eine Mooschicht ist in den Rasen meist nur sehr spärlich entwickelt, die meist nur *Rhytidium rugosum* und *Tortella tortuosa*

enthält. Streufilzbesiedelnde Arten wie *Scleropodium purum* und *Rhythidiadelphus triquetrus*, die in den Kiefernwäldern sehr häufig anzutreffen sind, fehlen dagegen weitgehend. Trotz der auf den ersten Blick sehr großen floristischen Ähnlichkeiten, ergeben sich somit doch einige wesentliche Unterschiede zwischen den Buntreitgras-Kiefernwäldern und den benachbarten offenen Rasen.

Untergliederung:

Die hier vorgenommene Untergliederung berücksichtigt neben edaphischen Unterschieden vor allem nutzungsbedingte Abwandlungen der floristischen Struktur der Rasen. Bestände, die rezent noch beweidet werden oder in der Vergangenheit dieser Nutzung in stärkerem Maße ausgesetzt waren, enthalten stets eine ganze Reihe von typischen Weidezeigern wie *Leontodon hispidus*, *Briza media*, *Plantago media*, *Plantago lanceolata*, *Centaurea jacea* und *Ononis repens*. Zu den Weideindikatoren können aber auch mittelbar geförderte Festuco-Brometea-Arten wie *Helianthemum ovatum*, *Asperula cynanchica*, *Festuca guestfalica*, *Sanguisorba minor* und bis zu einem gewissen Maße sogar *Bromus erectus* gezählt werden. Negativ charakterisiert sind stark beweidete Rasen häufig durch ein deutliches Zurücktreten der gegenüber Fraß und Tritt sehr empfindlichen *Molinia caerulea* agg. Insgesamt zeichnen sich beweidete Flächen durch einen wesentlich stärker ausgeprägten Festuco-Brometea-Charakter aus.

Anhand der weiteren floristischen Untergliederung der Gesellschaft kommen insbesondere Unterschiede im Wasserhaushalt zum Ausdruck:

Bei der Ausbildung mit *Carex mucronata* handelt es sich um einen extrem lückigen, niederwüchsigen Rasen flachgründiger Fels- und Schuttstandorte in dem neben der namensgebenden Art weitere ausgesprochene Lückenpioniere wie *Globularia cordifolia*, *Gentiana utriculosa* und *Tortella inclinata* sehr reichlich und mit hoher Stetigkeit vertreten sind.

Als Gegenstück zur Ausbildung mit *Carex mucronata* findet man auf dem frischeren Flügel der Rasen die Ausbildung mit *Gladiolus palustris* (Foto 21), in der neben der Sumpf-Siegwurz weitere Molinion-Arten und Wechselfrischezeiger wie *Succisa pratensis*, *Cirsium tuberosum*, *Aquilegia atrata*, *Laserpitium prutenicum* und *Carex panicea* zu finden sind. Innerhalb der Ausbildung mit *Gladiolus palustris* läßt sich ferner eine Unterausbildung mit *Schoenus ferrugineus*, *Schoenus nigricans*, *Gentiana asclepiadea* und *Carex hostiana* ausscheiden, die standörtlich und floristisch bereits zum Primulo-Schoenetum vermittelt.

Nur mit einer Aufnahme wurde ein Rasenbestand erfaßt, der durch den Ausfall zahlreicher ansonsten weit verbreiteter xerophytischer Arten und das Hinzutreten weiterer Molinion-Arten wie *Serratula tinctoria* und *Betonica officinalis* deutlich aus dem Rahmen der übrigen Bestände herausfällt und wohl

bereits dem *Cirsio tuberosi*-Molinietum zugeordnet werden muß.

Standort und Ökologie:

Die Kalkmagerrasen besiedeln innerhalb der randalpischen Buntreitgras-Kiefernwald-Komplexe einerseits Standorte, die primär nicht oder nur bedingt waldfähig sind, wie exponierte Felsbänder, tiefeingeschnittene, extrem steile Gräben und Lawinarrinnen (Foto 1) und andererseits durch Nutzung entstandene kleinere Bestandeslücken oder größere Lichtweideflächen innerhalb und am Rande der Bestände (Foto 24 und 30). Nicht selten bilden derartige Rasen aber auch ein Stadium im Rahmen primärer Sukzessionen auf größeren Hangerosionsflächen wie z.B. im Isartal bei Vorderriß. In der Regel nehmen die Rasen sehr steile, sonnenexponierte Reliefbereiche ein. Das Spektrum der Böden reicht von extrem humusarmen Syrosem und Proto-Rendzinen bis hin zu flachgründigen mullartigen und Mull-Rendzinen. Im Vergleich zu entsprechenden Waldstandorten sind die Rendzinen deutlich humusärmer, was neben der geringen Biomasseproduktion und stärkeren Austrocknungstendenz infolge der intensiven Einstrahlung oft auch auf eine rezente oder ehemalige Beweidung zurückzuführen ist. Häufig wird die Bodendecke in allen standörtlichen Ausbildungen partiell noch vom anstehenden Fels durchragt.

Am flachgründigsten, steinigsten und wenigsten entwickelt sind die Böden in der Ausbildung mit *Carex mucronata*. Die zahlreichen, offenen Rohbodenstellen begünstigen hier das Auftreten ausgesprochener Lückenpioniere wie *Gentiana utriculosa*. In den anderen standörtlichen Ausbildungen ist die Bodenentwicklung deutlich weiter fortgeschritten, insgesamt aber immer noch recht heterogen.

Die Ausbildung mit *Gladiolus palustris* besiedelt keineswegs, wie vielleicht zunächst zu erwarten, durchweg merklich tiefgründigere und feinerdereichere Substrate, sondern ist selbst auf extrem steilen und sehr flachgründigen Standorten zu finden, bei denen nicht selten sogar stellenweise der blanke Fels zu Tage tritt. Bei den von der Gesellschaft besiedelten Standorten handelt es sich allerdings fast immer um (meist konkave) Hangbereiche, die nach größeren Niederschlagsereignissen regelmäßig für einige Tage von seichtem Interflow durchrieselt werden. Besonders intensiv und länger anhaltend ist die Durchrieselung bei der Unterausbildung mit *Schoenus*, die meist in direktem Kontakt zu Kalkquellsümpfen (Primulo-Schoenetum) steht.

Das in der Ausbildung mit *Gladiolus palustris* besonders stark ausgeprägte, recht ungewöhnliche oder gar kurios anmutende Zusammentreten von xerophytischen Arten mit Wechsellrocknis- oder gar Wechselfeuchtezeigern hat seine Hauptursache im extrem humiden Klimacharakter der Bayerischen Kalkalpen. Der ausgeprägte sommerliche Niederschlagsreichtum ermöglicht selbst Arten, die normalerweise streng an wechselfeuchte bis wechsel-

**Vegetationstabelle 5: Erico-Pinion-nahe Kalkmagerrasen der Randalpen
(Laserpitio-Seslerietum)**
(50 Aufnahmen von HÖLZNER)

- 1: Ausbildung mit *Carex mucronata*
 2.1: typische Ausbildung
 2.2: typische Ausbildung, Weideform
 3.1: Ausbildung mit *Gladiolus palustris*
 3.2: Ausbildung mit *Gladiolus palustris*, Weideform
 3.3: Ausbildung mit *Gladiolus palustris*, Unterausbildung mit *Schoenus*
 4: *Cirsio tuberosi*-Molinietum

	1	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3	4
Laufende Nummer	11111 111112222 222223333333333 344444 44444 5	12345678 901234 567890123 456789012345678 901234 56789 0					
Aufnahmenummer	22222222 22333 222223333 22332222222233 443223 32233 3	67777779 99222 6677883333 692268888899999 009980 09900 9	90345677 56346 5689454567 787881367834923 011006 41202 0				
Meereshöhe (10 m)	88888889 88991 888877777 892387888877977 7 7776 77799 7	67011014 45147 1311776688 569357133144765 2 7068 21287 8					
Exposition	12111112 11221 2112222222 121111111111111 111111 11111 1	80449970 85006 1970113300 93249565591487 777752 47746 8	00000000 00000 0000000000 000000000000000 000009 00000 0				
Hangneigung (Grad)	42333433 44334 3333313233 343433333333343 333332 33333 1	62558086 47872 2550083256 179323888070422 430607 27688 6					
Artenzahl	44234443 44233 4544444444 533344444334442 555456 64343 3	16943928 90739 7178880102 165280741899155 132564 26625 3					
Deckung der Krautschicht (%)	76556765 55778 8778678889 888777877768977 777897 88898 9	00000000 00000 0000000000 000000000000000 000000 00000 0					
Deckung der Moosschicht (%)	11 +15051+1 1+53+ ++5+2+5311 1+++2+++++2+ ++ 1+++++ +++ +						
d 1							
Globularia cordifolia	12222111 1...1 ...+...21... ...+1...1... 21.2.1 111...						
Carex mucronata	222212211..... 1.....1..... 1.....						
Gentiana utriculosa	+11111111..... 1.....1..... 1.....						
Tortella inclinata	..221111+..... 1.....						
Valeriana saxatilis	..+1.1...1.....						
Gentiana clusii	+111+1...1.....						
Tofieldia calyculata	..11+...+1.....						
d 3							
Succisa pratensis	+..... 1...1+...+1... 11+111 1...11 +						
Cirsium tuberosum	+...11.11++ ++1... 1...11 1						
Gladiolus palustris	 11+ 11... 11... ..1... 111+1						
Laserpitium prutenicum	+...+2 ...+... 1... 1						
Aquilegia atrata	+1... ..+1... +111...						
Carex panicea	+..... 1... ..+... ..11...						
d 3.3							
Schoenus ferrugineus	 11.21						
Schoenus nigricans	 23...						
Gentiana asclepiadea	 ++... 1						
Carex hostiana	 +...+						
d 4							
Serratula tinctoria	 1						
Betonica officinalis	 2						
d Weideformen							
Leontodon hispidus	 +...+1.111111 1.....+..... +11111 1+...+						
Briza media	+... ..+1+11+ 1...+..... 11+ 1+...						
Plantago media	+... ..+1+...+111 11+... 1+...						
Helianthemum ovatum	111. +... ..111. 1111+... 11+...						
Ononis repens	+1+1.1+...+... ..+11 1...						
Asperula cynanchica	 1111111.1 1+...						
Festuca ovina guestfalica	+121121... ..						
Pimpinella saxifraga	 1111 +... ..						
Tetragonolobus maritimus	+111+... ..						
Centaurea jacea	+111+11. +...+...						
Plantago lanceolata	+...1.1+... ..						
Sanguisorba minor	+...+...+1+... ..						
Ononis spinosa	 1.+... ..						
Erico-Pinetes							
Buphthalmum salicifolium	11111111 11111 1111111111 11111111111111 111111 11111 1						
Polygala chamaebuxus	11...1111 11.11 1111111111 111111+11111111 111111 11+1. +						
Erica carnea	1111211. 11.11 211111. 11 1111+...+11+21 221111 111++						
Epipactis atrorubens	+111111+ 1+...+ +1111+...+ ++...11...11+... ++... +11+...						
Thesium rostratum	1+1+111+ ++1. 111111... 11. 1...1+... 11+... +111...						
Festuca amethystina	1...+... ++11. 111+... 1+...+111. 11. 1... ++11+ 1						
Amelanchier ovalis	+++...+1+1 ++++ 11111.+...+... 1+... 1...+1 +...+						
Coronilla vaginalis	11...111 +...1 111111.11+ 1...1111.1 1...						
Leontodon incanus	11...+... 1+... ..1111. 11+ 11+... 1... ++1... 1.1...						
Pinus sylvestris	...+...++ 11...111.+...+...+... +1+... ++1+...						
Viola collina	11...+++ 11. 1+...+...+... 1+...+...+...						
Rhamnus saxatilis	+1+ ...+... 1+...+...+... ..+... ..						
Gymnadenia odoratissima	..1111+... ..1..... 1...+...+...+... ..+... ..						
Dorycnium germanicum	11...+... 21... 11... ..11. 1.....						
Festuco-Brometes							
Carex humilis	21...+112 22332 2211332221 111223322232122 332323 21111 1						
Teucrium montanum	11111111 12112 1111211121 1...+2111112. 12 2121+1 1+1...						
Prunella grandiflora	11111111 11111 1111111111 11...+111. 111+1. 111111 1...++						
Galium verum	+++...11. 11+... 111++...+11 1...+11111+1+1. 11111. 1+...+						
Rhytidium rugosum	+1...111. 1+21+ 1111111111 1...111. 11... 1111+... +...+						
Hippocrepis comosa	11...+1.1 +...+ 1111111111 1+...11. 11... 11.1+1 1...+						
Brachypodium rupestre	+... .. 111. 11...+11121.1...11. ...121 1...+ 1						
Bromus erectus	 112112 11111.1.11. 11111 1+... 1						
Centaurea scabiosa	+...+...+... 111.11...+1+... 11+11+...+...						
Carlina acaulis	+...+...+...+1+1 1.1+...+...+... ..+... ..						
Allium carinatum	+...+...+1+1. 111+1+...+...+ 1						
Linum viscosum	 11... .. 111... .. 1						
Euphorbia cyparissias	+...+...+...+1+... 111... .. 1						
Teucrium chamaedrys	+...+...1.11 1						

— **Tritolo-Granieten**

Weitere Arten: *Dryas octopetala* 273:1, 274:1; *Hypnum lacunosum* 265:1, 279:++; *Trifolium pratense* 278:++; *Abietinella abietina* 278:1, 279:++; *Thesium alpinum* 326:++; *Corylus avellana* K 334:++; *Fraxinus excelsior* K 334:++; 335:++; *Eucalypta streptocarpa* 266:++; 288:++; *Quercus robur* K 335:++; 336:++; *Hieracium pilosella* 336:++; 337:++; *Polygala amarella* 266:++; 288:++; *Berberis vulgaris* K 284:++; 294:++; *Avena parlatoresi* 327:++; 328:1; *Cephalanthera longifolia* 278:++; 280:++; *Viburnum lantana* K 284:1, 306:++; *Clematis vitalba* K 286:++; 287:++; *Primula farinosa* 279:1, 304:++; *Salvia glutinosa* 286:++; 287:++; *Ranunculus montanus* 267:1, 306:++; *Koeleria pyramidata* 283:++; 280:1; *Clinopodium vulgare* 294:++; 280:++; *Coronilla coronata* 392:++; 391:1; *Lotus corniculatus hirsutus* 392:++; 391:++; *Salvia verticillata* 400:1, 401:1; *Berberis vulgaris* S 392:++; 306:++; *Saxifraga caesia* 274:++; *Salix purpurea* K 275:++; *Daphne cneorum* 276:++; *Cotoneaster tomentosus* K 324:++; *Euphrasia salisburgensis* 326:++; *Potentilla pusilla* 266:++; *Melampyrum sylvaticum* 278:++; *Ophrys insectifera* 285:++; *Brachypodium pinnatum* 327:1; *Scabiosa columbaria* 327:++; *Cephalanthera rubra* (sp.) 281:++; *Euphorbia verrucosa* 286:++; *Arabis hirsuta* 286:++; *Fragaria vesca* 286:++; *Silene nutans* 286:++; *Hypericum montanum* 287:++; *Astrantia maior* 299:++; *Lathyrus pratensis* 299:++; *Sorbus aria* S 292:++; *Carex ornithopoda* 401:1; *Gentiana cruciata* 391:++; *Pleurozium schreberi* 391:++; *Scleropodium purum* 290:++; *Crataegus monogyna* K 306:++; *Hylocomium splendens* 306:++; *Rhytidadelphus triquetrus* 306:++; *Pinguicula vulgaris* 391:1; *Allium suaveolens* 392:++; *Aposperis foetida* 390:++;

trockene Standorte gebunden bleiben, auf edaphisch trockene, konkurrenzarme Extremstandorte überzugreifen und dort Vergesellschaftungen mit Arten einzugehen, zu deren ökologischem Existenzbereich normalerweise eine tiefe Kluft besteht.

Dynamik:

Sieht man einmal von Primärstandorten auf Felsen, Erosionshängen und in Lawinarrinnen ab, so ist doch die Mehrzahl der offenen Kalkmagerrasen innerhalb der Buntreitgras-Kiefernwald-Komplexe potentiell waldfähig. Dies gilt insbesondere für die talnahen Heimweiden der Unterhangbereiche, die vielfach sogar Bergmischwälder tragen könnten. In ihrer heutigen Form verdanken sie ihre Existenz überwiegend rezenten und historischen Nutzungen wie Waldweide und Streunutzung. Nach Nutzungseinstellung führt ein Aufwachsen der in den Rasen meist sehr reichlich vorhandenen Kiefernverjüngung zunächst zu einem Buntreitgras-Kiefernwald und längerfristig auf entsprechenden Standorten sogar zu einem Bergmischwald. Viele der heutigen Kiefernbestände der Bayerischen Alpen dürften auf diesem Wege durch Sukzession aus offenen Kalkmagerrasen entstanden sein. Rezent läßt sich eine derartige Entwicklung z.B. am Krepelschrofen bei Wallgau oder am Kienberg bei Oberjettenberg sowie großflächig auch am Achensee und im Tiroler Lechtal verfolgen (Foto 10). Heute scheitert aber eine Entwicklung der Kiefernverjüngung bei Nutzungsaufgabe, ähnlich wie bei den Kiefernwäldern selbst, vielfach am Wildverbiß. Im Gegensatz zu den Kiefernwäldern unterliegen die Rasen bei ausbleibender Gehölzsukzession aber in einem weitaus geringeren Maße der Vergrasung durch üppige Hochgräser (*Calamagrostis varia*, *Molinia caerulea* agg.).

Zu einer stärkeren Vergrasung kommt es meist nur auf betont frischen und tiefgründigen Standorten. Hauptursache für die schwächer ausgeprägte Vergrasungstendenz ist das extremere, trocken-heiße Mikroklima der offenen Rasen, das die Vitalität der Hochgräser erheblich einschränkt und sie nicht zur absoluten Dominanz kommen läßt (Kap. 8.2.). Dadurch können sich innerhalb der offenen Rasen insbesondere kleinwüchsige Lückenbesiedler auch ohne Beweidung längerfristig halten und unterliegen nicht einer derart raschen Verdrängung wie im Bereich überschirmter Flächen. Tritt- und fraßempfindliche Hochschartarten wie *Anthericum ramosum*, *Gladiolus palustris* und *Linum viscosum* reagieren auf eine Einstellung der Beweidung vorübergehend mit einem deutlichen Vitalitätszuwachs.

Nutzung:

Rezent mit Rindern beweidet werden derzeit nur noch die offenen Kalkmagerrasen der Hangfußbereiche am Ofenberg bei Griesen (Foto 24), am Heuberg zwischen Farchant und Oberau, am Wank-Hangfuß bei Partenkirchen sowie am Kienberg bei Oberjettenberg. In allen anderen Gebieten wurde die Nutzung teilweise schon unmittelbar nach dem

Zweiten Weltkrieg zur Gänze eingestellt. Trotz des Brachfallens ist die Struktur vieler Rasen bis zum heutigen Tage weitgehend erhalten geblieben, was vor allem auf den Totalausfall der Gehölzverjüngung infolge Wildverbiß zurückzuführen ist.

In Unkenntnis ihrer besonderen naturschutzfachlichen Wertigkeit werden viele Rasen derzeit im Rahmen von Schutzwaldsanierungsmaßnahmen gezielt mit Gehölzen bepflanzt (Foto 21 und 28).

Verbreitung:

Offene Kalkmagerrasenkontakgesellschaften sind in allen bayerischen Schneeheide-Kiefern-Komplexen anzutreffen. Hinsichtlich Flächenausdehnung und Qualität der floristischen Ausstattung bestehen aber erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Vorkommen. Von herausragender Bedeutung hinsichtlich der in ihnen auftretenden Kalkmagerrasen sind insbesondere folgende Kiefernwald-Komplexe:

- Ofenberg und westlicher Hangfußbereich des Griesbergs bei Griesen
- Heuberg zwischen Farchant und Oberau
- Auersberg unterhalb Loisachblick zwischen Eschenlohe und Oberau
- Wank-Hangfuß bei Partenkirchen
- Krepelschrofen bei Wallgau
- Fahrenberg bei Walchensee
- Erosionshänge bei Vorderriß
- Antoniberg beim Thumsee
- Kienberg bei Oberjettenberg
- Grindberg bei Melleck

Naturschutz:

Aus dem Blickwinkel des floristischen Artenschutzes zählen offene Kalkmagerrasen zu den mit Abstand wertvollsten Teillebensräumen randalpischer Buntreitgras-Kiefernwald-Komplexe. Neben gefährdeten Arten, die fast ausschließlich oder doch schwerpunktmäßig in diesen Rasen zu finden sind wie *Gladiolus palustris*, *Linum viscosum*, *Coronilla coronata*, *Gentiana utriculosa*, *Carex baldensis*, *Laserpitium prutenicum* und *Cirsium tuberosum* haben auch einige Kennarten der Schneeheide-Kiefernwälder wie *Thesium rostratum*, *Coronilla vaginalis*, *Dorycnium germanicum* und *Rhamnus saxatilis* hier hinsichtlich Stetigkeit und Massenfaltung einen deutlichen sekundären Schwerpunkt.

Besonders bedeutsam sind diese offenen Rasen innerhalb hochgrasdominierter Brachestadien ehemals nutzungsgeprägter Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe, in denen sich oftmals das gesamte naturschutzrelevante Artenpotential auf die offenen, überschirmungsfreien Rasenlücken konzentriert.

7.2 Thermophile Säume

(Vegetationstabelle 6, S. 113)

Thermophile Säume zählen in den Bayerischen Alpen zu den sehr seltenen, eher spärlich verbreiteten Vegetationstypen. Bezeichnenderweise deckt sich ihr Auftreten weitgehend mit den Verbreitungszonen

Vegetationstabelle 6: Hirschwurzsaum mit Berglaserkraut
(Geranio-Peucedanetum cervariae,
montane Höhenform mit Laserpitium siler)
 (9 Aufnahmen von HÖLZEL)

- 1: typische Ausbildung
 2: Ausbildung mit Festuca amethystina
 3: 'versäumter' Halbtrockenrasen

Laufende Nummer	1						2		3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufnahmenummer	254	255	256	257	258	272	259	260	271
Meereshöhe (10 m)	810	810	810	810	810	690	810	810	680
Exposition	180	180	180	180	180	140	180	180	140
Hangneigung (Grad)	45	35	35	25	30	48	15	15	37
Artenzahl	18	25	23	27	34	37	31	27	40
Deckung der Krautschicht (%)	70	60	60	80	90	60	80	90	90
Deckung der Moosschicht (%)					2				+
Trifolio-Geranietae									
Geranium sanguineum	2	2	2	1	4	1	3	4	3
Anthericum ramosum	1	+	2	2	1	1	1	1	1
Vincetoxicum hirsutaria	2	2	1	1	1	2	2	1	1
Peucedanum cervaria	2	1	+	+	2				1
Laserpitium siler	+	1	2	4	+				
Viola hirta	1				1		1	1	1
Laserpitium latifolium	+				1			1	
Peucedanum oreoselinum					1		+	1	
Polygonatum odoratum	1					+			
Origanum vulgare						1			1
4 2									
Festuca amethystina							1	1	
Cirsium tuberosum							1	+	
Tetragonolobus maritimus							+		
Carex panicea								+	
Erico-Pinetes									
Buphthalmum salicifolium	1	1	1	1	1		+		1
Epipactis atrorubens			+	+	+		+	+	
Erica herbacea		1	1				1	1	
Asperula tinctoria	1	1				+		+	
Viola collina			+	+					
Dorycnium germanicum					1		1		
Festuco-Brometea									
Brachypodium rupestre	1	1	2	2	1	2	2	2	2
Carex humilis	1	2	1	1	1	1	1	+	1
Teucrium montanum					+	1			1
Trifolium montanum					+				+
Hippocrepis comosa								+	
Ononis spinosa				1					1
Briza media					1				+
Carlina acaulis						+			+
Festuca guestfalica						+			+
Frunella grandiflora		1							
Potentilla tabernaemontani									
Teucrium chamaedrys									1
Bromus erectus									1
Centaurea scabiosa									1
Helianthemum ovatum									1
Ranunculus bulbosus									+
Asperula cynanchica									+
Sonstige Arten:									
Galium boreale	1	2	1	1		1		+	+
Viburnum lantana		+	+	+	+	1	1	1	
Sesleria varia		+	1		1	1	1	1	1
Lathyrus pratensis	+	+	+	1			+	1	
Lotus corniculatus	+	+		+	1		1		1
Rubus saxatilis	1	1	2	1			2		
Carex flacca					+		+	+	+
Scabiosa lucida		+	1	1					
Salix appendiculata		+	2		+				
Calamagrostis varia		1	1				1		
Fragaria vesca				1		+			
Carduus defloratus			+		+				+
Pimpinella maior				+	1				+
Frangula alnus							1	1	
Picea abies					+			+	
Pimpinella saxifraga					+				+
Galium album ssp. album						1	+	+	
Equisetum arvense				+					+
Melica nutans							+	1	+

Aufnahmenummer 254 255 256 257 258 272 259 260 271

Weitere Arten: Valeriana tripteris 255:+, 256:+, Fagus sylvatica K 256:+, 257:+, Coronilla emerus 255:1, 272:1; Amelanchier ovalis K 257:+, 259:+, Knautia dipsacifolia 257:+, 259:+, Pinus sylvestris K 258:+, 259:1; Galium verum 257:1, 271:1; Globularia cordifolia 258:+, 271:1; Clematis vitalba K 272:1, 271:2; Cornus sanguinea K 272:1, 271:1; Ligustrum vulgare K 272:1, 271:1; Tortella tortuosa 272:1, 271:1; Pteridium aquilinum s.str. 254:1; Solidago virgaurea 254:1; Carex alba 255:1; Galium anisophyllum 255:1; Succisa pratensis 255:1; Plantago lanceolata 256:1; Lonicera alpigena K 257:1; Convallaria majalis 257:2; Acer pseudoplatanus K 258:1; Fraxinus excelsior K 258:1; Achillea millefolium 258:1; Carex sempervirens 258:1; Festuca rubra 258:1; Hypericum perforatum 258:1; Molinia caerulea agg. 258:1; Ranunculus nemorosus 258:1; Thymus polytrichus (sp.) 258:1; Lonicera xylosteum K 272:1; Allium montanum 272:1; Asplenium ruta-muraria 272:1; Brachypodium pinnatum 272:1; Campanula rapunculoides 272:1; Carex ornithopoda 272:1; Hepatica nobilis 272:1; Kerneria saxatilis 272:1; Liliun bulbiferum 272:1; Taraxacum officinale 272:1; Ctenidium molluscum 272:1; Homalothecium lutescens 272:1; Carex montana 259:1; Solanum dulcamara 259:1; Potentilla erecta 260:1; Berberis vulgaris S 271:1; K 271:1; Corylus avellana K 271:1; Ligustrum vulgare S 271:1; Heracleum sphondylium 271:1;

tren der Buntreitgras-Kiefernwälder im Werdenfelser Land und im Raum südlich Bad Reichenhall. Typisch entwickelte Bestände mit den Kennarten *Geranium sanguineum* und *Peucedanum cervaria* bleiben beschränkt auf das besonders wärmebegünstigte Loisachtal westlich und nördlich Garmisch-Partenkirchen. Abseits dieses Gebietes sind fast ausschließlich *Laserpitium siler*-Säume anzutreffen, denen viele typische Geranion-Arten bereits fehlen, die aber aufgrund ihrer Trennartenkombination als kennartenarme Höhenvikariante durchaus noch dem Geranio-Peucedanetum angeschlossen werden können (TÜRK mündl.).

7.2.1 Der Hirschwurzsaum mit Berglaserkraut (Geranio-Peucedanetum *cervariae*, montane Höhenform mit *Laserpitium siler*)

(Vegetationstabelle 6, S. 113)

Struktur und Artenkombination:

Das Erscheinungsbild des Geranio-Peucedanetum wird im wesentlichen bestimmt durch große, stark deckende Herden der Geranion-Kennarten *Geranium sanguineum*, *Peucedanum cervaria*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Laserpitium siler* und *Anthriscum ramosum*, die jeweils in stark wechselnden Mengenanteilen auftreten können. Optisch hervortretend sind oft die Polykormone des prächtig rotblühenden Blutstorchschnabels.

Weitere Charakterarten der Klasse wie *Peucedanum oreoselinum*, *Viola hirta* und *Origanum vulgare* waren in den aufgenommenen Beständen eher spärlich vertreten. Neben den Saumarten sind regelmäßig die Festuco-Brometea-Arten *Brachypodium rupestre* und *Carex humilis* zu finden. Weitere Kennarten der Festuco-Brometea sind in der Regel nur in Säumen anzutreffen, die aus verbrachten Kalkmagerrasen hervorgegangen sind. Als weitere Artengruppe treten regelmäßig auch einige Charakterarten des Erico-Pinion auf, die auf die räumliche Nähe zu Wäldern dieses Verbandes hindeuten.

Der übrige Artenbestand wird im wesentlichen gebildet durch wenige allgemein verbreitete Magerrasenarten, unter denen sich bezeichnenderweise auch einige alpine Sippen wie *Sesleria varia* und Wechselfeuchtezeiger wie *Galium boreale* befinden, die auf das kühl-feuchte Allgemeinklima der Randalpen verweisen. Moose spielen in der Gesellschaft praktisch keine Rolle.

Untergliederung:

Von der Normalausbildung läßt sich eine betont wechselfrische Ausbildung mit *Festuca amethystina*, *Cirsium tuberosum*, *Tetragonolobus maritimus* und *Carex panicea* abtrennen, die eine schwach geneigte Böschung am Ofenberg besiedelt. Etwas aus dem Rahmen fällt ein Bestand, der aus einem verbrachten Halbtrockenrasen bei Farchant hervorgegangen ist und sich dementsprechend durch über-

proportional viele Festuco-Brometea-Arten auszeichnet.

Standort und Ökologie:

Die angetroffenen Säume des Geranio-Peucedanetum sind in auffälliger Weise an Weg- und Straßenböschungen gebunden, während sie innerhalb der eigentlichen Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe praktisch vollständig fehlen. Hierfür sind wohl im wesentlichen zwei Faktoren von ausschlaggebender Bedeutung. Zum einen zeichnen sich insbesondere Straßenböschungen aufgrund der starken Aufheizung und Rückstrahlung der Asphaltdecke durch ein besonders warmes Mikroklima aus, was für die Saumarten, die im Alpenraum vielfach an die thermische Grenze ihrer Verbreitung stoßen, besonders förderlich wirkt.

Zum anderen kommt den Saumarten das Bewirtschaftungsregime der Böschungen sehr entgegen, da diese nur unregelmäßig, zumeist im Herbst einmalig gemäht oder gemulcht werden. Innerhalb beweideter Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe sind ausgesprochen wärmebedürftige Saumarten wie *Geranium sanguineum* und *Peucedanum cervaria* gleichfalls regelmäßig und nicht selten anzutreffen; doch erreichen sie dort auch bei Einstellung der Beweidung nie die Vitalität, um sich gegenüber den übermächtigen Hochgräsern wie *Calamagrostis varia* und *Molinia caerulea* agg. durchzusetzen. Die von den thermophilen Säumen besiedelten Standorte besitzen keineswegs edaphischen Extremcharakter. Vielmehr handelt es sich dabei in der Regel sogar um recht tiefgründige, sehr humusreiche, frische Mullrendzinen, die oft von einzelnen Felsen durchbrochen werden.

Dynamik:

Wie die Präsenz von thermophilen Sträuchern und Baumverjüngung zeigt, würden die meisten Bestände bei längerfristigem Aussetzen einer die Gehölze zurückdrängenden Nutzung (Herbstmahd, Mulchen) zunächst von Gebüsch und später von Laubwäldern abgebaut. Primärstandorte sind in der Naturlandschaft im Bereich sonnseitiger Flußprallhänge vorstellbar, wie sie z. B. am Ofenberghangfuß bei Grießen oder an der "Eingefallenen Wand" heute noch in fossiler Form existieren. Bei den weiter verbreiteten reinen *Laserpitium siler*-Säumen handelt es sich häufig um Versaumungsstadien präalpiner Halbtrockenrasen. Primärbestände dieses Typus sind aber auch im Bereich steiler, sonnenexponierter Schutt- und Felshänge zu finden.

Verbreitung:

Thermophile Säume mit *Geranium sanguineum* und *Peucedanum cervaria* sind in den Bayerischen Alpen nur im Loisachtal zu finden. Besonders schöne Bestände schmücken die Böschungen im Hangfußbereich des Ofenberges bei Griesen. Andernorts ist die Gesellschaft oft nur sehr kleinflächig und fragmentarisch entwickelt. Wesentlich weiter verbreitet sind die alleine von *Laserpitium siler* domi-

nierten, kennartenarmen Säume, die außer im Werdenfelser Land auch in den östlichsten Chiemgauer Alpen südlich Bad Reichenhall und im Berchtesgadener Land zu finden sind (vgl. SPRINGER 1993).

Naturschutz:

Thermophile Säume sind aufgrund ihrer Seltenheit im bayerischen Alpenraum allgemein schutzbedürftig. An bemerkenswerten Arten enthalten sie neben den regional bedeutsamen Vorkommen von *Geranium sanguineum* und *Peucedanum cervaria* u. a. auch *Coronilla emerus* und die seltene Feuerlilie (*Lilium bulbiferum*).

7.3 Thermophile Schuttfuren

(Vegetationstabelle 7, S. 116)

Neben Voll- bzw. Halbtrockenrasen bilden thermophile Schuttfuren, die von *Achnatherum calamagrostis* beherrscht werden, sowohl im Tiroler Inntal als auch in den Bayerischen Alpen die wohl bezeichnendsten Kontaktgesellschaften nordalpischer Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe (Foto 22). Thermophilen Schuttfuren wurde im Untersuchungsgebiet bisher von vegetationskundlicher Seite kaum Aufmerksamkeit geschenkt, so daß sie im Rahmen dieser Arbeit etwas ausführlicher behandelt werden.

Die Verbreitung des thermophilen Rauhgrases (*Achnatherum calamagrostis*) deckt sich in den mittleren Nördlichen Kalkalpen wiederum in auffallender Weise mit der Verbreitung von Schneeheide-Kiefernwald-Phytozönosen. Während die Art im Tiroler Inntal sehr häufig und praktisch flächendeckend verbreitet ist, konzentrieren sich die randalpischen Vorkommen auch bei dieser Art schwerpunktmäßig auf das Werdenfelser Land, die östlichen Chiemgauer Alpen und das Berchtesgadener Land. Im östlichen randalpischen Teilareal ist die Art aber vergleichsweise selten und tritt meist in anderen Pflanzengesellschaften auf, während sie im Werdenfelser Land eigene, sehr bezeichnende Gesellschaften aufbaut. Außer in der nach ihr benannten Assoziation ist *Achnatherum calamagrostis* in zunehmendem Maße auch an Sekundärstandorten wie Forstweg- und Straßenböschungen, Bahndämmen und Steinbrüchen anzutreffen. Viele dieser Sekundärvorkommen sind wohl erst in den letzten Jahrzehnten entstanden, so daß tendenziell von einer gewissen Ausbreitung gesprochen werden kann. So liegen beispielsweise die nördlichsten Vorkommen im Werdenfelser Land auf dem Seitenstreifen der A 95 am Autobahnende bei Eschenlohe sowie im Steinbruch am "Langen Köchel" inmitten des Murnauer Moores. Anhand dieser Beispiele wird deutlich, daß *Achnatherum calamagrostis* als anemochore Art über ein großes Ausbreitungsvermögen verfügt, das es der Art ermöglicht, selbst über größere Distanzen relativ rasch geeignete Standorte zu besiedeln.

Anhand der floristischen Struktur der Rauhgrasfluren kommt wiederum das steile Vegetations- und

Klimagefälle von den Bayerischen Alpen zum Tiroler Inntal sehr deutlich zum Ausdruck. Gemeinsam ist den Rauhgrasfluren in beiden Gebieten im Grunde nur die Dominanz von *Achnatherum calamagrostis* und das höchstete Auftreten der für die Gesellschaftsansprache sehr wichtigen Differentialarten *Vincetoxicum hirundinaria* und *Teucrium montanum*. Der restliche Artenbestand unterscheidet sich dagegen grundlegend. Trotz der tiefgreifenden floristischen Unterschiede läßt sich aber eine Aufspaltung in zwei Assoziationen bei Anwendung des Kennartenprinzips nur schwer rechtfertigen.

7.3.1 Die Rauhgrasfluren des Tiroler Inntals

7.3.1.1 Zentralalpische Rauhgrasflur (*Stipetum calamagrostis*, zentralalpische Vikariante)

(Vegetationstabelle 7, S. 116)

Struktur und Artenverbindung:

Das Erscheinungsbild der Gesellschaft wird geprägt von den dichten, hochwüchsigen Horsten von *Achnatherum calamagrostis*, die bis zu 50 % der sonnenexponierten bewegten Schutthalden überdecken (Foto 22). Überragt wird das Rauhgras bisweilen von einzelnen Holunderbüschen (meist *Sambucus racemosa*), die sichtlich unter der permanenten Substratbewegung leiden. Zwischen den Horsten des Rauhgrases sind nur wenige weitere Arten zu finden. Neben den höchsteten Differentialarten der Assoziation *Vincetoxicum hirundinaria* und *Teucrium montanum* handelt es sich dabei insbesondere um einige thermophile halbruderale Arten wie *Reseda lutea*, *Chaenorhynchus minus*, *Calamintha nepetoides* und *Saponaria ocymoides*, die gleichfalls als Charakterarten der Gesellschaft gelten, obwohl sie heute auf anthropogenen Sekundärstandorten wesentlich weiter verbreitet sind, in den thermophilen Schuttfuren aber wohl ihren natürlichen Ursprung haben. Zu den halbruderalen Kennarten des *Stipetum calamagrostis* gesellen sich einige weitere nitrophile Arten wie *Clematis vitalba*, *Taraxacum officinale* und sehr selten auch *Lappula squarrosa*. An weiteren Kennarten der *Thlaspietea rotundifolia* sind lediglich *Silene vulgaris* ssp. *glareosa* und sehr selten auch *Hieracium piloselloides* und *Gypsophila repens* vertreten.

Weitere spezifische Arten der Inntaler Bestände sind einige xerothermophile Trockenrasenarten wie *Thymus praecox* und *Galium lucidum*. Eine Moosschicht aus *Tortella inclinata* ist meist nur in Ansätzen bei zumindest zeitweiser Schuttkonsolidierung entwickelt.

Standort und Ökologie:

Die Gesellschaft ist besonders großflächig und typisch auf sonnseitigen Dolomit- und Kalkschuttfächern am Fuße der steil aufragenden Felswände des Oberinntales zu finden. Die Textur des oberflächlich leicht beweglichen Substrats der Schutthalden

Vegetationstabelle 7: Rauhasgrasfluren (Stipetum calamagrostis)

(30 Aufnahmen von HÖLZEL)

- 1: Vikariante der Randalpen
 1.1: Subassoziation mit Globularia cordifolia
 1.2: typische Subassoziation
 2: Vikariante des Tiroler Oberinntals

	1.1	1.2	2
Laufende Nummer	11111	111112222222223	1234567 8901234 5678901234567890
Aufnahmenummer	222332 33333333	333333333333333	666338 44444444 233366777777777 124899 60123457 9012890123456789
Meereshöhe (10 m)	1 1 1111	098996 09990000	8888777777888888 649118 73345667 5666776789011166
Exposition	211222 11111111	111111111111111	298011 98999998 6668555666216688 000000 00000000 000000000000000
Hangneigung (Grad)	333333 34443333	334333333333333	524586 50115574 9819665757145545
Artenzahl	222221 11111 11	1 1 1 11 1	537789 62114923 7068090989429357
Deckung der Strauchschicht (%)			3
Deckung der Krautschicht (%)	544432 34522224	322245 235545745	000005 00005000 050500 000000000
Deckung der Moosschicht (%)	1+++ + ++ ++ + +		
AC + DA			
Achnatherum calamagrostis	222222 22222222	3222333333333433	
Vincetoxicum hirsutifolium	+++. 2+++.1+2	11++111+.++1111	
Teucrium montanum	221111 11111111	+1+11121111+11..	
d 1.1			
Anthericum ramosum	+1+++ 1..	..	
Carex humilis	.1121+ 1..	..	
Globularia cordifolia	.11111	..	
Asperula tinctoria	+1+1.	..	
Pinus sylvestris	+++.1	..	
Viola collina	111+1.	..	
Sesleria varia	11..1	..	
Lotus corniculatus	1+.11.	..	
Festuca amethystina	+ 211.	..	
Molinia caerulea agg.	+..21.	..	
d 1			
Carduus defloratus	111+1. 111+1111	..	
Gypsophila repens	1+111. 1221111.	..	
Petasites paradoxus	..+++. 1. 111.	..	
Thymus polytrichus (sp.)	2..1+. 12211111	..	
Calamagrostis varia	.1122. 111+.1	..	
Galium anisophyllum	11111. 1..	1+1	
Campanula cochleariifolia	+1+11. .+.	1	
d 1.2			
Silene vulgaris glareosa	..	11.1111+ .+.	1+++.
d 2			
Reseda lutea	..	..	+.+++.1+++.
Chaenorhinum minus	..	..	..+++.+++.11..
Thymus praecox	..	..	+.1.1+.+++.1..
Galium lucidum	..	..	+++1..+....+.+
Clematis vitalba	..	..	2.1...22.+
Taraxacum officinale	..	..	+..+.
Calamintha nepetoides	..	..	+1...1
Hieracium piloselloides agg.	..	..	1.....+.
Dianthus sylvestris	..	..	+.
Saponaria ocyroides	..	..	+.
Lappula squarrosa	..	..	+.
Sonstige Arten:			
Buphthalmum salicifolium	11111+ +11..+1	+++.+1..	
Leontodon hispidus	..11. +1111+1	+++.+1..	
Hieracium murorum/bifidum	..+11+ .1++	..	
Tortella inclinata	.11..	..	
Linum catharticum	+.11.	..	
Tortella tortuosa	..11+	..	
Leontodon incanus	..1	..	
Carex ornithopoda	+.1+	..	
Polygala chamaebuxus	11..+	..	
Salix appendiculata	..	..	
Carex sempervirens	1..	..	
Acer pseudoplatanus	..	..	
Aufnahmenummer	222332 33333333	333333333333333	666338 44444444 233366777777777 124899 60123457 9012890123456789

Weitere Arten: Melica nutans 262:+, 264:1; Hieracium glaucum 262:1, 338:++; Scabiosa lucida 261:1, 339:++; Prunella grandiflora 261:1, 346:++; Asplenium ruta-muraria 262:1, 264:++; Schistidium apocarpum 262:+, 264:++; Picea abies K 339:+, 289:++; Thesium alpinum 261:++; Campanula rapunculoides 368:+, 370:++; Sambucus racemosa S 377:++; K 371:+, 377:++; Verbascum spec. 374:+, 377:++; Hippocrepis comosa 261:1; Fragaria vesca 262:++; Sorbus aria K 264:++; Gymnocarpium robertianum 264:1; Rubus saxatilis 264:++; Thalictrum saxatile 264:++; Origanum vulgare 339:++; Fagus sylvatica K 289:++; Salix elaeagnos K 289:++; Dryas octopetala 289:++; Thesium rostratum 289:++; Tolpis staticifolia 289:1; Campanula rotundifolia 369:++; Carlina vulgaris 369:++; Arabis hirsuta 377:++; Hypnum lacunosum 378:++;

reicht von plattigem oder blockigem Grobskelett bis hin zu kiesigem oder gar sandigem Felsgrus. Die Grobkomponenten sind oft oberflächlich deutlich angereichert, während in größerer Tiefe kiesige und sandige Bestandteile deutlich zunehmen. Bereits in wenigen Dezimetern Tiefe ist das Substrat oft erstaunlich feucht, was u. a. auf die geringe Kapillarität und erhebliche laterale Zuflüsse aus den oberhalb angrenzenden Felswänden zurückzuführen ist. Das zumindest phasenweise sehr günstige Feuchteangebot scheint wiederum eine intensive Mineralisation des aus den Felswänden verstrühten Feindetritus zu fördern, was das zunächst erstaunliche Auftreten von Nitrophyten und halbruderalen Arten weitgehend erklärt. Daneben dürften aber auch laterale Verlagerungen von Nährstoffen durch Sickerwasser innerhalb der Schutthalden von großer Bedeutung sein. Die trotz des extremen Standortes oft bemerkenswert hohe Biomasseproduktion des Rauhrases zeugt von der Fähigkeit der Art, sich mittels eines weitverzweigten Wurzelsystems das insgesamt doch recht spärliche Wasser- und Nährstoffpotential der Schutthalden zunutze zu machen.

Wichtigster, den Pflanzenwuchs limitierender ökologischer Faktor der Schutthalden ist die Instabilität des Substrats, die sich in einer permanenten oberflächlichen Überformung durch Steinschlag und Überschlüttung nach intensiven Niederschlagsereignissen und einem latenten gravitativen Massenversatz äußert. Als weiterer spezifischer Streßfaktor kommt bei der Rauhrasflur eine starke oberflächliche Aufheizung des Substrats hinzu, die die Pflanzen einem hohen Verdunstungs- und Hitzestreß aussetzt.

In dieser extremen standörtlichen Nische ist *Achnatherum calamagrostis* als ausgesprochener Streß-Strategie (GRIME 1986) nahezu konkurrenzlos, sieht man von einigen wenigen Begleitern ab, die hinsichtlich ihrer Biomasseproduktion von absolut untergeordneter Bedeutung sind.

Mit ihrem tiefreichenden, überaus zugfesten und derben Wurzelsystem und ihrem hohen Regenerationsvermögen nach Überschlüttung ist die Art vorzüglich an die Instabilität der Schutthalden angepaßt. Die dichten seitlich expandierenden Horste (Phalanx-Strategie) tragen durch Schuttstau und -fixierung selbst aktiv zur Konsolidierung der Halden bei. Gegenüber dem ausgeprägten Hitze- und Verdunstungsstreß schützt sich *Achnatherum calamagrostis* durch eine dichte Wachskutikula und den Aufbau eines derben Stützgewebes. Das Rauhras ist damit geradezu das Sinnbild eines klassischen S-Strategen, der zudem über ein großes Ausbreitungsvermögen und ausgesprochene Pioniereigenschaften verfügt.

Dynamik:

Bei einer weitgehenden Konsolidierung der Schutthalden, wozu das Rauhras selbst einen entscheidenden Beitrag leistet, entwickeln sich die Bestände nach Etablierung der Kiefer weiter zum Erico-Pine-

tum globularietosum, in dem *Achnatherum calamagrostis* häufig noch als Sukzessionsrelikt vorhanden ist. Oftmals kommt es aber überhaupt nicht zu einer Weiterentwicklung, da die Sukzession immer wieder durch größere morphodynamische Ereignisse unterbrochen wird. Nicht selten sind daher regressive Entwicklungen zu beobachten, bei denen Schneeheide-Kiefernwälder nach Zerstörung durch Überschlüttung wieder auf das Stadium einer Rauhrasflur zurückgeworfen werden. Das räumlich-zeitliche Alternieren von Rauhrasfluren und Schneeheide-Kiefernwäldern läßt sich in besonders typischer Art und Weise auf den ausgedehnten Dolomitschuttfächern in der Gegend von Zams beobachten.

Verbreitung:

Großflächig entwickelte Rauhrasfluren sind insbesondere auf den ausgedehnten Schutthalden am Fuße der steil aufstrebenden Dolomitberge an der Nordseite des Tiroler Inntales zwischen Mötztal und Landeck zu finden. Geradezu landschaftsprägend tritt die Gesellschaft im Wechsel mit dem Erico-Pinetum globularietosum in der Gegend um Zams auf (Foto 22). Aber auch andernorts sind Rauhrasfluren in kleinerer Flächenausdehnung auf primären und sekundären Erosionsflächen im gesamten Inntal oberhalb von Innsbruck nahezu allgegenwärtig.

7.3.2 Die Rauhrasfluren der Bayerischen Alpen

7.3.2.1 Randalpische Rauhrasflur (*Stipetum calamagrostis*, randalpische Vikariante)

(Vegetationstabelle 7, S. 116)

Struktur und Artenverbindung:

Mit den Inntaler Rauhrasfluren teilen die randalpischen Bestände das dominante Auftreten von *Achnatherum calamagrostis* sowie die hohe Stetigkeit der Differentialarten *Vincetoxicum hirundinaria* und *Teucrium montanum*. Damit sind aber auch schon fast alle floristischen Gemeinsamkeiten benannt. Die für die Inntaler Bestände so bezeichnenden thermophilen, halbruderalen Arten, die teilweise Kennartenstatus für die Assoziation besitzen, fallen in den kühlfeuchten Randalpen vollkommen aus. Sie werden ersetzt durch alpine Rasenarten wie *Carduus defloratus*, *Thymus polytrichus*, *Galium anisophyllum* und mesophilere Schuttflurarten wie *Gypsophila repens*, *Petasites paradoxus*, *Campanula cochlearifolia* und *Calamagrostis varia*.

Untergliederung:

Die randalpischen Rauhrasfluren lassen sich standörtlich weiter untergliedern in eine typische Ausbildung auf stark bewegtem Substrat und eine Ausbildung mit *Globularia cordifolia*, bei der bereits eine stärkere Substratkonsolidierung stattgefunden hat. Kennzeichnend für die typische Ausbildung ist neben einer ausgesprochenen Artenarmut das Auftre-

ten von *Silene vulgaris* ssp. *glareosa*. Die stabileren Substratverhältnisse der Ausbildung mit *Globularia cordifolia* erlauben dagegen bereits das Hinzutreten zahlreicher Rasen- und Kiefernwaldarten wie *Anthriscum ramosum*, *Carex humilis*, *Globularia cordifolia*, *Viola collina*, *Festuca amethystina* u. a., die bereits deutlich auf die syndynamischen Beziehungen der Gesellschaft verweisen.

Standort und Ökologie:

Die edaphischen Standortbedingungen der randalpischen Rauhgrasfluren entsprechen weitgehend denen der Inntaler Bestände. Die deutlichen Unterschiede in der floristischen Struktur sind dementsprechend erneut fast ausschließlich in den abweichenden klimatischen Verhältnissen zu suchen. Anhand des Ausfalls ausgesprochen wärmebedürftiger Sippen und des Hinzutretens der an kühlfeuchte Klimabedingungen angepassten Hochlagensippen und Mesophyten kommt wiederum der steile hygrische und thermische Klimagradient von den Bayerischen Alpen hin zum Tiroler Inntal deutlich zum Ausdruck.

Dynamik:

Bei anhaltender Substratkonsolidierung entwickelt sich die Ausbildung mit *Globularia cordifolia* weiter zum Buntreitgras-Kiefernwald, wovon u. a. das Auftreten von Erico-Pinion-Kennarten und Kiefernjungwuchs zeugt. Häufig wird eine mögliche Sukzession aber auch wieder durch Abtrag oder Überschüttung unterbunden.

Verbreitung:

Typisch entwickelte Rauhgrasfluren sind in den Bayerischen Alpen vor allem im Werdenfelser Land und im Walchenseegebiet anzutreffen. Besondere Erwähnung verdienen dabei insbesondere die großflächigen Primärvorkommen auf den Schutthängen im Kuhfluchtgraben bei Farchant und am Nordwestufer des Walchensees unterhalb der Kirchel- und Reußenwand. Ausgehend von diesen Primärstandorten ist das Rauhgras in einer Vielzahl von kleinflächigen Einzelvorkommen auf Sekundärstandorten wie Bahndämmen, Abgrabungen, Straßen- und Wegböschungen zu finden, wobei es aber meist kaum zum Aufbau einer für die Gesellschaft typischen Artenverbindung kommt. Örtlich ist das Rauhgras auch in anderen, ökologisch nahestehenden Vegetationstypen anzutreffen; so beispielsweise häufig im Chondriletum chondrilloides des Friedergrieses und bisweilen auch in Felsspaltengesellschaften der Potentilletalia caulescentis. Wesentlich seltener sind Rauhgrasfluren abseits des Werdenfelser Landes in den Östlichen Chiemgauer Alpen und im Berchtesgadener Land zu finden. Typisch entwickelte Bestände wurden aus diesem Raum bisher nur von URBAN & MAYER 1992 vom Brandstein bei Ruhpolding beschrieben; ansonsten ist die Art dort zumeist in anderen Pflanzengesellschaften anzutreffen (STROBL & WITTMANN 1985, STORCH mündl.).

7.4 Kalkquellsümpfe

(Vegetationstabelle 8, S. 119)

Kalkquellsümpfe bilden ein weitverbreitetes spezifisches Element der randalpischen Buntreitgras-Kiefernwald-Komplexe, während sie bezeichnenderweise im Kontakt zum zentralalpischen Erico-Pinetum vollständig fehlen. Kalkquellsümpfe sind im Bereich der Randalpen sowohl den Alluvialbeständen als auch den Beständen der Hanglagen zu eigen. Neben kleinflächigen Vorkommen, die sich mosaikartig in die umgebenden Kiefernwälder einfügen, können Quellsümpfe bisweilen auch größere Flächen einnehmen, auf denen das Erico-Pinion-Element deutlich in den Hintergrund tritt, so daß man geneigt ist, von regelrechten "Kiefern-Quellsümpfen" zu sprechen.

7.4.1 Mehlprimel-Kopfbinsensumpf (Primulo-Schoenetum ferruginei)

(Vegetationstabelle 8, S. 119)

Struktur und Artenverbindung:

Das Erscheinungsbild der meist treppig gestuften Kalkquellsümpfe wird dominiert durch die dichten Horste von *Schoenus ferrugineus*. In tieferen Lagen, wie z. B. am Heuberg bei Oberau, kann das Rostrote Kopfried teilweise oder sogar fast vollständig ersetzt werden durch die wärmeliebendere Art *Schoenus nigricans*, die dort bezeichnenderweise in einem Buntreitgras-Kiefernwald-Komplex an ihre Höhengrenze in den Bayerischen Alpen stößt. Höhere Deckungswerte kann bisweilen auch das Pfeifengras erlangen.

Zwischen den dichten Horsten des dominierenden Kopfriedes bleiben stets größere Flächen weitgehend frei von Vegetation, die durch abfließendes Quell- und Niederschlagswasser einer stärkeren Überformung unterliegen. Hier siedeln bevorzugt die anderen für die Gesellschaft bezeichnenden Kennarten der Tofieldietalia wie *Primula farinosa*, *Tofieldia calyculata*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Bartsia alpina* und *Carex lepidocarpa*. Eine enge Bindung an die offenen, stärker und längerfristig vom Sickerwasser durchnässten Bereiche zeigen auch die für die Gesellschaft typischen Kryptogamen wie *Depranocladus revolvens*, *Campylium stellatum*, *Cratoneuron commutatum* und *Bryum pseudotriquetrum*, die zusammengekommen Deckungswerte von bis zu 20 % erreichen können. Ergänzt wird das Artenspektrum der Quellsümpfe durch einige Molinion-Arten und alpine Rasenarten wie *Aster bellidiastrum* und *Sesleria varia*.

Untergliederung:

Von einer typischen Ausbildung, die sich durch einen sehr reinen und reichen Artenbestand an Tofieldietalia-Arten auszeichnet, läßt sich eine trockenere Ausbildung mit *Erica herbacea* abtrennen, die sich durch das Auftreten von Erico-Pinion-Kennarten auszeichnet. Das Übergreifen von Erico-Pinion-

Vegetationstabelle 8

Vegetationstabelle 8: Mehlprimel-Kopfbinsensumpf (Primulo-Schoenetum)
(9 Aufnahmen von Hölzel, 4 Aufnahmen von LORENZ 1993)

1: typische Ausbildung
2.1: Ausbildung mit *Erica herbacea*
2.2: Ausbildung mit *Saxifraga mutata*

Laufende Nummer	1						2.1						2.2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Aufnahmenummer	348	349	350	515	517	643	351	301	303	305	307	644	308
Meereshöhe (10 m)	68	68	69	88	86	83	70	97	72	72	88	83	88
Exposition	150	150	150	190	170	180	150	170	150	150	110	180	110
Hangneigung (Grad)	18	22	28	40	20	20	22	53	37	15	15	20	36
Artenzahl	30	20	21	20	24	29	33	41	39	39	37	29	40
Deckung der Strauchschicht (%)									1			5	
Deckung der Krautschicht (%)	60	80	60	70	80	70	80	80	80	70	80	75	70
Deckung der Moosschicht (%)	20	10	15	2	5	20	10	5	3	2	10	5	3
Tofieldietalia													
AC Schoenus ferrugineus	3	1	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4
Primula farinosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tofieldia calyculata	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campylium stellatum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Parnassia palustris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pinguicula vulgaris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Drepanocladus revolvens (sp.)	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cratoneuron commutatum	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bartsia alpina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carex lepidocarpa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bryum pseudotriquetrum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carex davalliana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carex panicea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carex hostiana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Selaginella selaginoides	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Drosera anglica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Schoenus nigricans	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Orthothecium rufescens	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fissidens adianthoides	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eriophorum latifolium	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juncus alpinus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
d 2													
Erica herbacea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Polygala chamaebuxus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Buphthalmum salicifolium	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Thesium rostratum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Festuca amethystina	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aquilegia atrata	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Leontodon incanus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Prunella grandiflora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
d 2.2													
Equisetum arvense	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Equisetum variegatum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saxifraga aizoides	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Saxifraga mutata	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molinia													
Succisa pratensis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gentiana asclepiadea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Allium suaveolens	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gentiana utriculosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Galium boreale	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cirsium tuberosum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tetragonolobus maritimus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laserpitium prutenicum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gladiolus palustris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sonstige Arten:													
Aster bellidifolius	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Molinia caerulea agg.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Potentilla erecta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sesleria varia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pinus sylvestris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Calamagrostis varia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Valeriana saxatilis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acer pseudoplatanus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Linum catharticum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tortella tortuosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ctenidium molluscum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Phyteuma orbiculare	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Frangula alnus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Picea abies	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lotus corniculatus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gentiana clusii	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Salix nigricans	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Centaurea jacea	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carex flacca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sorbus aria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aufnahmenummer	348	349	350	515	517	643	351	301	303	305	307	644	308

Weitere Arten: Calliergonella cuspidata 348:1, 305:1; Primula auricula 515:1, 301:1; Globularia nudicaulis 517:1, 303:1; Frangula alnus S 517:R, 303:1; Pinguicula alpina 643:1, 644:1; Pinus sylvestris S 303:1, 644:1; Anthericum ramosum 301:1, 308:1; Gentiana verna 305:1, 307:1; Gymnadenia conopsea 305:1, 307:1; Leontodon hispidus 303:1, 308:1; Salix purpurea K 307:1, 388:1; Cirsium palustre 348:1; Tetraglodon unioides 348:1; Brachypodium rupestre 643:1; Bryum sp. 643:1; Fissidens cristatus 643:1; Lysimachia nemorum 301:1; Scabiosa lucida 301:1; Hymenostylium recurvirostrum 301:1; Fraxinus excelsior K 303:1; Platanthera bifolia 305:1; Polygala alpestris 307:1; Juniperus communis K 308:1;

Arten auf Tofieldietalia-Gesellschaften ist in den bayerischen Randalpen ein sehr verbreitetes Phänomen und nicht nur beim Primulo-Schoenetum, sondern auch beim Caricetum davallianae zu beobachten (z.B. HÖLZEL 1990). Daran wird gleichzeitig nochmals deutlich, daß es sich bei den meisten Erico-Pinion-Elementen in punkto Wasserhaushalt um vergleichsweise mesophytische Arten handelt. Für einige Arten, wie beispielsweise *Thesium rostratum* und *Festuca amethystina*, bildeten primäre Kalkquellsümpfe in der vom Menschen unbeeinflussten Naturlandschaft sicherlich bedeutende Reliktstandorte. Innerhalb der *Erica herbacea*-Ausbildung läßt sich eine Variante mit *Saxifraga mutata* (Foto 8) unterscheiden, die junge, feuchte Mergelrutschflächen besiedelt.

Standort und Ökologie:

Die Gesellschaft besiedelt Flächen, die über eine längere Zeit des Jahres hinweg von kaltem, nährstoffarmen Druck-, Hangzug- oder Quellwasser vernäßt werden. Nach längeren niederschlagsfreien Phasen im Sommer fallen die Quellsümpfe aber auch regelmäßig partiell oder sogar vollständig trocken. Besonders ausgeprägt sind die Trockenphasen in der Ausbildung mit *Erica herbacea*.

In den Auen handelt es sich bei den Standorten der Gesellschaft meist um alte Flutmulden und -rinnen, die regelmäßig durch Druckwasser des Hauptflusses oder Oberflächenwasser seitlich in die Aue einmündender kleiner Gerinne überstaut werden. In Hanglage sind Kalkquellsümpfe besonders häufig im Bereich konvexer Hangmulden und Unterhangbereiche zu finden, in denen sich das Hangzugwasser (seichter und tiefer Interflow) sammelt und an der Oberfläche austritt. Daneben ist die Gesellschaft aber auch nicht selten auf extrem steilen, bis über 50° geneigten Felsabstürzen anzutreffen, die regelmäßig von Hangzug- und Quellwasser aus oberhalb angrenzenden Verebnungen überrieselt werden. Als Wasserstauer wirken fast immer oberflächenparallel einfallende Schichten des Hauptdolomits, auf denen das Hangzugwasser infolge fehlender oder sehr geringmächtiger Schuttüberlagerung zu Tage tritt. Paradoxerweise ist die Gesellschaft oft also gerade dort anzutreffen, wo der unverwitterte Hauptdolomit besonders oberflächennah ansteht. Die Entstehung von Quellsümpfen auf Hauptdolomit wird begünstigt durch dessen geringe Verkarstungsfähigkeit und das regelmäßige Auftreten von tonigen Zwischenlagen. Bezeichnenderweise fehlen Kalkquellsümpfe fast vollständig auf Platten- und Wettersteinkalk, die sich durch eine wesentlich intensivere Verkarstungstendenz auszeichnen. Außer auf Hauptdolomit ist die Gesellschaft auch ein sehr bezeichnender Bestandteil der Schneeheide-Kiefernwald-Vegetationskomplexe auf sonnseitigen Mergelrutschhängen in quartären Lockersedimenten.

Im Vergleich zum Caricetum davallianae, das in den Bayerischen Alpen bis in die obere subalpine Stufe

aufsteigt, zeichnet sich das Primulo-Schoenetum durch ein ausgesprochenes Wärmebedürfnis aus. So stößt die Gesellschaft bezeichnenderweise im Bereich der thermisch begünstigten Südhanglagen innerhalb der Schneeheide-Kiefernwälder bei ca. 1.000 m N.N. an die Obergrenze ihrer Verbreitung in den Bayerischen Alpen. Mithin ist auch das Primulo-Schoenetum an seiner oberen Verbreitungsgrenze ein deutlicher Indikator für die besondere Wärmegunst der Schneeheide-Kiefernwaldstandorte. Dies wird u.a. auch daran deutlich, daß das Primulo-Schoenetum unter den besonders kühlimiden Klimabedingungen des unmittelbaren Alpenrandes - wie etwa auf den Mergelrutschhang-Vegetationskomplexen im Lainbachtal bei Benediktbeuern - bei ansonsten analogen edaphischen Verhältnissen bereits fast vollständig vom weniger wärmebedürftigen Caricetum davallianae ersetzt wird.

Als Böden findet man unter den Beständen je nach Wertung der hydrologischen Rahmenbedingungen Kalkquell- oder Kalkhangleye, die aber aufgrund der schlechten Zeichneigenschaften des Substrats kaum hydromorphe Merkmale (z.B. Rostflecken) aufweisen. Selbst die Oberböden sind oft ausgesprochen humusarm, da die Bodenentwicklung immer wieder durch erosive Prozesse gestört wird. Humusreichere Partien unter den Horsten des Kopfriedes wechseln häufig kleinräumig mit offenen Störstellen entlang der Hauptabflußbahnen des Wassers, die noch ausgesprochenen Syrosemcharakter aufweisen.

Von einer Torfbildung kann nirgends die Rede sein, so daß auf die irreführende, in der Literatur aber häufig verwendete Bezeichnung "Hangquellmoor" bewußt verzichtet wurde. Weit verbreitet ist dagegen die Bildung von Kalksinter und seekreideartigem Kalkschlamm auf treppigen Absätzen, wozu insbesondere die Moose *Cratoneuron commutatum* und *Drepanocladus revolvens* einen wesentlichen Beitrag leisten.

Die Stickstoffversorgung ist aufgrund der Humusarmut der Böden und der schlechten Mineralisationsbedingungen infolge der Vernässung mit kaltem Quellwasser äußerst gering. Noch schlechter dürfte aufgrund der hohen Anteile an Ca und Mg in der Bodenlösung und des geringen Verwitterungsgrades der Böden die Versorgung mit P und K sein. Neben der starken Vernässung, die mit phasenweiser scharfer Austrocknung wechselt, dürfte die extrem ungünstige Nährstoffsituation Hauptursache für die natürliche Waldfeindlichkeit der Kalkquellsümpfe sein.

Dynamik:

Die durch Erosion und Rutschungen nach intensiven Niederschlägen entstehenden Störstellen sind sehr bedeutsam für den Erhalt der Gesellschaft. Bei einem Nachlassen oder völligen Aussetzen der den Hangquellsümpfen eigenen Morphodynamik machen sich deutliche Degenerationserscheinungen bemerkbar. Zunächst kommt es dabei zu einer ver-

stärkten Massenfaltung des Kopfriedes, das allmählich die auf offene Störstellen angewiesenen konkurrenzschwachen Arten wie etwa *Pinguicula vulgaris* "erstickt". Zugleich führt die verstärkte Akkumulation von Biomasse und die intensive Auskämmung von Schwebstoffen zu einer sukzessiven Konsolidierung und Aufhöhung des Standortes, wodurch sich der Quellsumpf nicht selten selbst das Wasser abgräbt. In der Folge setzt sich mit der Ansiedlung von Gehölzen wie Kiefer und Faulbaum eine weitere Degeneration fort. Durch eine Verlagerung der Hauptwasserströme innerhalb eines Quellsumpfes nach besonders starken Niederschlagsereignissen oder nach größeren Hangrutschungen können derartige Degenerationserscheinungen aber auch immer wieder umgekehrt werden. Besonders häufig sind Rutschungen in übersteilten quartären Lockersedimenten (Mergelrutschhänge) zu beobachten. Die auf derartigen feuchten Mergelrutschungen sich neu entwickelnden Initialbestände enthalten als bezeichnende Art oft den seltenen Kiessteinbrech (*Saxifraga mutata*), der in besonders hohem Maße auf eine ständige Störung der Vegetationsentwicklung durch Morphodynamik angewiesen ist.

Nutzung:

Eine extensive Beweidung mit Rindern, wie sie heute etwa noch am Heuberg zwischen Farchant und Oberau praktiziert wird, begünstigt das Auftreten von Kalkquellsümpfen erheblich und hat stellenweise zu einer deutlichen sekundären Erweiterung beigetragen. So führt die Beweidung durch die Anlage hangparalleler Viehgangeln zu einer deutlichen Verstärkung und Akzentuierung der treppigen Struktur der Schoeneten. Dies hat oft zur Folge, daß sich der Wasserabfluß innerhalb der Bestände verlangsamt und zusätzlich angrenzende Hangpartien vernäßt werden. Viehtritt und Fraß wirken ferner einer allzu starken Verdichtung und Konsolidierung der Vegetationsstrukturen der Kalkquellsümpfe entgegen.

Von den durch Tritt entstehenden offenen Störstellen profitieren insbesondere kleinwüchsige Lückensämlinge wie *Drosera anglica* (Foto 23) und *Pinguicula vulgaris*. Eine vollständige Einstellung der Beweidung hätte bei vielen Beständen mittelfristig eine Zurückdrängung der Kalkquellsümpfe auf einen primären Kern sowie einen weitgehenden Verlust der floristisch (*Gladiolus palustris*) und strukturell überaus interessanten fließenden Übergänge zu offenen Kalkmagerrasen zur Folge.

Verbreitung:

Kalkquellsümpfe sind in fast allen randalpischen Schneeheide-Kiefernwald-Komplexen anzutreffen. Teilweise handelt es sich dabei aber nur um sehr kleinflächige, fragmentarisch entwickelte Bestände. Größere zusammenhängende, locker von einzelnen Kiefern auf höheren Reliefpunkten überstellte Komplexe ("Kiefern-Quellsümpfe") sind aber nur an wenigen Stellen wie oberhalb des Schwimmbades von Oberau, am Heuberg bei Farchant, am Nordufer

des Sylvensteinspeichers und in den Mergelrutschhängen der Isarleiten zwischen Mittenwald und Krün anzutreffen. Sehr schöne "Flutmulden-Schoeneten" sind in den Loisachauen bei Griesen und verbreitet in den Isarauen zwischen Mittenwald und Bad Tölz sowie isarabwärts auch noch in der Pupplinger- und Ascholdiger Au zu finden.

Naturschutz:

Die einzigartige, fast nur noch im Bereich der Bayerischen Alpen und deren Vorland zu beobachtende enge räumliche Verzahnung von Buntreitgras-Kiefernwäldern und offenen Kalkmagerrasen mit Kalkquellsümpfen verdient das besondere Augenmerk des Naturschutzes. Ökotope zwischen kalkoligotrophen Feucht- und Trockenlebensräumen sind in dieser Qualität und Ausprägung fast nur noch in den randalpischen Buntreitgras-Kiefernwald-Komplexen anzutreffen. Gerade bei überregionaler Betrachtung wird deutlich, daß dem bayerischen Naturschutz für den Erhalt dieses spezifisch randalpischen Vegetationskomplexes eine besondere Verantwortung zufällt. Von besonderer Wertigkeit ist aber auch der hohe Natürlichkeitsgrad vieler Bestände, bei denen es sich, im Gegensatz zu den heutzutage flächenmäßig wesentlich bedeutsameren sekundären "Streuwiesen-Schoeneten", vielfach um autochthone Primärvorkommen handelt.

Daneben haben die Bestände aber auch eine erhebliche Bedeutung für den floristischen Artenschutz. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang u. a. die reichen Vorkommen von *Saxifraga mutata* (Foto 8) im Bereich der Mergelrutschhänge und Flutmuldenstandorte im oberen Isartal oder das Auftreten des seltenen Laubmooses *Catocarpium nigrum* am Heuberg bei Oberau. Nicht minder bedeutsam dürften die Bestände aus zoologischer Sicht sein. So wurde beispielsweise mehrfach die kaltstenotherme Libelle *Cordulegaster bidentatus* angetroffen.

8. Bedeutung lichtökologischer Faktoren für die floristische Struktur von Schneeheide-Kiefernwäldern

Mit Hilfe von Transektanalysen und parallel durchgeführten Mikroklimamessungen sollte die Bedeutung lichtökologischer Faktoren für die deutlich voneinander abweichende floristische Struktur von offenen Rasen und Schneeheide-Kiefernwäldern sowie innerhalb der Schneeheide-Kiefernwälder selbst untersucht werden. Zugleich wurde anhand der Transekte aber auch die Gültigkeit der zur floristischen Differenzierung herangezogenen Artengruppen überprüft.

8.1 Transekt Ofenberg

(Transekttable 1, S. 122)

Der Transekt Ofenberg dokumentiert den fließenden floristischen und standörtlichen Gradienten von

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)