

Erico-Pinion braucht Natura 2000

Schneeheide-Kiefernwälder der Nordalpen, ihre Zukunft und aktuellen Probleme

von Alfred Ringler

Keywords: Schneeheide-Kiefernwälder (Erico-Pinion), Spirkenwälder (Pinus uncinata-Wälder), FFH-LRT 9430/Natura 2000, Schwerpunkte des Artenschutzes, botanische Arealgrenzen

Die südbayerischen Schneeheide-Kiefernwälder (Erico-Pinion) sind zugleich Schwer- und Konfliktpunkte des Naturschutzes. Trotz ihrer Arche Noah-Funktion für viele seltene und deutschlandweit gefährdete Arten stehen viele Fragezeichen hinter ihrer Zukunft. Nach einer knappen ökologischen, vegetationskundlichen, floristischen und faunistischen Einführung werden die Defizite und Ungereimtheiten des Schutzes der "Kiefernreliktwälder" analysiert, landschaftsökologische Typen gebildet und die Verbreitung in Südbayern präzisiert. Als Konsequenz aus den Überlegungen wird die Rückkehr der Karbonat-Kiefernrockenwälder des Erico-Pinion in den Anhang I der FFH-Richtlinie von Natura 2000 gefordert, dem sie schon einmal angehört haben. Das Vorkommen des offiziell in Deutschland "fehlenden" prioritären FFH-Lebensraumtyps 9430 Hakenkiefernwälder (Montaner und subalpiner Pinus uncinata-Wald) wird diskutiert und für den Fall einer wissenschaftlichen Bestätigung eine FFH-Nachmeldung gefordert.

Inhalt

1	Anlass	64
2	Kurzcharakteristik (prä)alpischer Schneeheide-Kiefernwälder	68
2.1	Standorts- und Landschaftstypen	68
2.2	Vegetation	72
2.3	Flora	76
2.3.1	Flora der alpinen Hangkiefernwälder	76
2.3.2	Flora der alluvialen Kiefernwälder	77
2.3.3	Flora der Spirkenwälder auf Schwemmfächern, Mur- und Lawinenkegel	78
3	Fauna der Karbonat-Kiefernwald-Biotopkomplexe	80
4	Verbreitung und Vorkommen	84
4.1	Mitteleuropa, sonstiger Alpenraum	84
4.2	Südbayern	86
5	Das Hakenkiefer-Problem	93
5.1	Hakenkiefernverbreitung in Mittel- und Westeuropa	94
5.2	Taxonomische Probleme	98
5.3	Verbreitung der Karbonat-Spirken in Bayern	99
5.4	Ökologische Bedeutung der Hakenkiefern- bzw. Spirkenbestände	101

6	Schlussfolgerungen	104
6.1	Erico-Pinion braucht Natura 2000	104
6.2	Artenschutz als russisches Roulette? Stellen lichte Hangtrockenwälder eine Bedrohung für die Täler dar?	107
6.3	Management der Schneeheide-Kiefernwälder	109
6.3.1	Management der Hangkiefernwälder	109
6.3.2	Management der alluvialen Kiefernwälder	111
6.4	Feuerproblematik	111
6.5	Konsequenzen aus dem Hakenkiefernproblem	113
7	Quellen	117
	Danksagung	124

I Anlass

Karbonat-Kiefernwälder auf trocken-warmen Standorten der Alpen und Voralpen sind wichtige Zeugnisse vergangener Klimaepochen und nutzungsgeschichtlicher Perioden, u.a. Relikte des ersten nacheiszeitlichen Waldkleides, das vor allem aus Kiefern bestand, auffallend reich an seltenen, reliktschen und attraktiven Arten, wahrscheinlich der botanisch reichhaltigste Waldtyp Bayerns und Österreichs, unentbehrlich für die Sicherung von Arealgrenzen und –exklaven, unbestritten schutzwürdig und deswegen in Deutschland dem Schutz des § 30 BNatSchG und Art. 23 BayNat-SchG unterstellt.

Karbonat-Kiefernwälder haben viele Forscher fasziniert und sind deshalb botanisch, vegetations-ökologisch und waldbaulich gut untersucht (GAMS 1930, SCHMID 1936, AICHINGER 1933/1952, BRAUN-BLANQUET 1961, BRESINSKY 1959, LORENZ 1993, HÖLZEL 1996, RAUSCH 1981, SEIBERT 1958, PEER 1993, HEMP 1995, MINGHETTI 2003 und viele andere).

Warum also noch ein Beitrag zu einem überdurchschnittlich häufig beschriebenen Vegetationstyp, der bekannter, landschaftlich exponierter und publikumswirksamer ist als jeder Winterlinden-Spitzahorn-Blockwald oder Erlenbruch?

Dafür gibt es aktuelle Gründe und Anlässe:

In den bayerischen Steilhangföhrenwäldern schwelen nach wie vor unbewältigte Konflikte zwischen Biodiversitätsschutz, Schutzwaldsicherung, Katastrophenvorbeugung und Jagdpolitik.

Alluviale Schneeheide- und Pfeifengras-Kiefernwälder (Erico-Pinion-Wälder), also Wälder auf früher flussüberströmten Böden, können nach Entfall der ursprünglichen Hochwasser- und Sedimentationsdynamik nicht mehr erneuert werden, also nur mehr altern.

Erste Weideversuche in Schwaben in den Lechauen im NSG Stadtwald Augsburg und in Oberbayern in der Pupplinger Au bei Wolfratshausen (NSG Isarauen zwischen Schäftlarn und Bad Tölz) zur Erhaltung alluvialer Lichtkiefernwälder geben Anlass, über Konsequenzen für die übrigen Bestände nachzudenken (LIEBIG & PANTEL 2009, HAHN 2009, ISARTALVEREIN 2012).

¹Die wenigen Bestände auf saurem bzw. silikatischem Gestein werden mit einbezogen.

Abb. 1a: Schneeheide-Kiefernwald auf der fossilen Isarterrasse in der Pupplinger Au im NSG "Isarauen zwischen Schäftlarn und Bad Tölz"/Obb. und FFH-Gebiet "Oberes Isartal" (Foto: Th. Schauer).



Abb. 1b: Schneeheide-Kiefernwald in der Ascholdinginger Au südl. München (Foto: Th. Schauer).



Trotz unbestritten herausragender Artenschutzbedeutung wurden Erico-Pinon-Wälder wieder von der Liste EU-weit geschützter Bestände nach Anhang I der FFH (Flora-Fauna-Habitat)-Richtlinie von Natura 2000 gestrichen. Sie sind damit dem biologisch zielgenauen Schutzregime der FFH-Richtlinie entzogen. In den FFH-Managementplänen finden sie dadurch keine Berücksichtigung, Schutzziele werden nicht definiert und ein Monitoring nicht verlangt.

Unlogischerweise durfte eine Erico-Pinon-Teilmenge, nämlich die Karbonatspirken- bzw. Hakenkiefernwälder (*Pinus uncinata*, *P. mugo* ssp. *uncinata*), als prioritärer Lebensraum 9430 im Anhang I² verbleiben, obwohl sie sich nach Artenspektrum und naturschutzfachlicher Bedeutung kaum von den waldkiefernreichen Beständen absetzen und in spanischen und südostfranzösischen Gebirgen als zonale Vegetation kaum seltener sind als Waldkiefern-Trockenwälder (falls eine Reduzierung der FFH-Fläche beabsichtigt gewesen sein sollte).

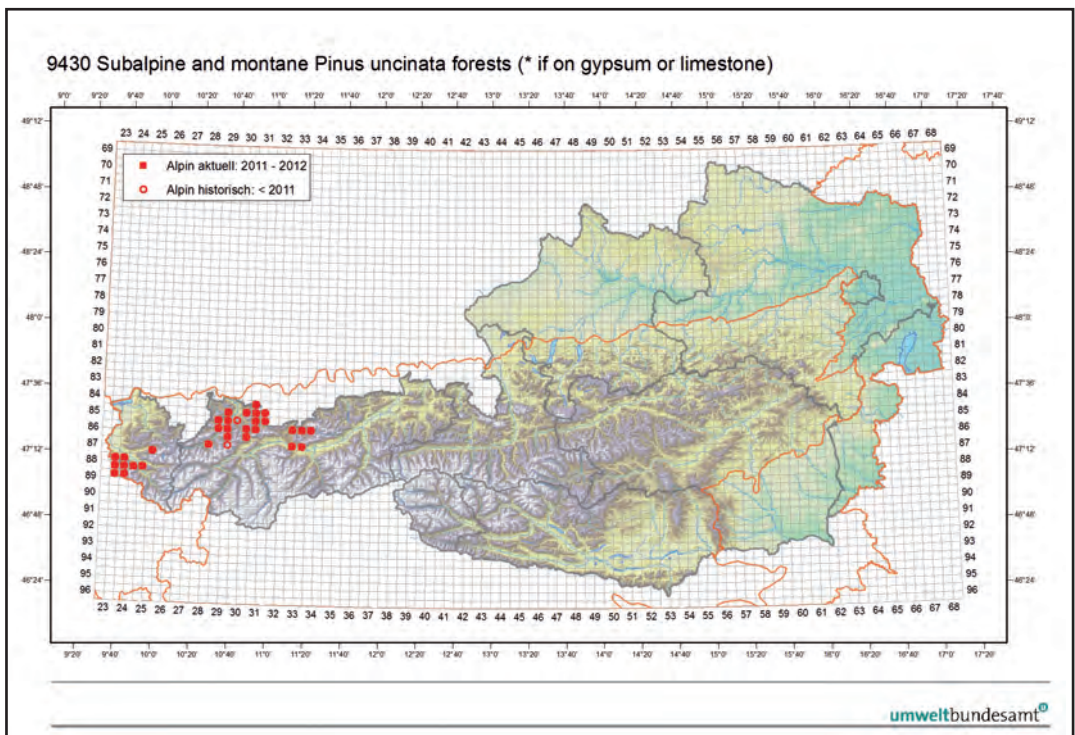


Abb. 2: Verbreitung von Hakenkiefernwäldern in Österreich (aus ELLMAUER 2005). Die dargestellten Vorkommen im Wetterstein, Karwendel und Ammergebirge reichen bis unmittelbar an die deutsche Grenze, hinter der ebenfalls baumförmige Bergkiefernbestände vorkommen.

²Nach dem Interpretation Manual of European Union Habitats EUR 15 (1995) der FFH-RL: Bergkiefern- (oder Spirken-)Wälder (* auf Gips- oder Kalksubstrat) waren die Schneeheidekiefernwälder mit *Pinus sylvestris* noch eingeschlossen bei den Spirkenwäldern mit *Pinus uncinata* (s.a. "Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000" von SYMANK et al. des BfN (1998)), ab den nachfolgenden Versionen EUR 25 (2004), EUR 27 (2007), EUR 28 (2012) jedoch nicht mehr.

Nach Interpretation Manual of European Union Habitats EUR 28 (2012): "Mountain pine (*Pinus uncinata*) forests, usually open and with a very developed shrubby understory, of the subalpine and montane levels; on limestone [Karbonatgestein], gypsum or siliceous substrate in a cool or thermophile situation depending on the region. Sometimes mixed with *Pinus sylvestris*, more rarely with *Larix-Pinus cembra*". (http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf).

Karbonatspirkenwälder vom FFH-Typ 9430 genießen derzeit außer in Frankreich und Italien auch in Österreich und dort in Nordwesttirol und in Vorarlberg als FFH-Gebiete spezifischen Schutz (siehe Abb. 1; vgl. Tab. 8), nach Wuchs- und Zapfenform gleichartige Vorkommen auf gleichartigen Sonderstandorten im benachbarten Bayern aber nicht. Bayerische und tirolische Bestände bilden sogar grenzüberschreitend zusammenhängende Populationen (Abb. 2). Diese Diskrepanz bedarf einer Klärung, wenn die Zukunft von Natura 2000 nicht weiter Schaden nehmen soll.

Pinus uncinata wurde explizit auch in Bayern in früheren Arbeiten und Kartierungen angegeben (z.B. in der Alpenbiotopkartierung teilweise als "uncinata", teilweise als "rotundata" deklariert).



Abb. 3: Spirkenreiche Erico-Pinion-Bestände (rot) im Riedboden südlich Mittenwald/Obb. (im Bild ehemaliges Zollamt Scharnitz), in Hangschuttkegeln am Brunnsteinköpf (rechts oben) sowie jenseits der deutsch-österreichischen Grenze (gelbe Linie) auf Tiroler Gebiet im FFH-Gebiet Karwendel. Staatsgrenzen fungieren nicht als Eiserner Vorhang für Genotypen wie *Pinus mugo* ssp. *uncinata*, weil sie den Pollenflug und Diasporentransport durch Starkwinde, Hochwasser, Muren, Vögel etc. normalerweise nicht aufhalten. (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).



Abb. 4: Spirkenwald in der Isarau zwischen Wallgau und Sylvensteinsee/Obb., am Boden blühende Steinrösl (*Daphne genkya*) (Foto: Th. Schauer).

Die für den "Rausschmiß" des LRT 9430 aus der deutschen Nationalen Liste der Anhang I-LRT der FFH-RL vorgebrachte Begründung, "*uncinata*" gäbe es in Deutschland nicht, setzt zumindest eine umfassende taxonomische Aufarbeitung des *Pinus mugo*-Komplexes in den Bayerischen Alpen voraus, der von prostraten Latschen ("*pseudopumilio*", "*mugo sensu stricto*") über geradschäftig-baumförmige Moorspirken ("*rotundata*", oft als Bastard *uncinata* x *mugo* oder *sylvestris* x *mugo* angesehen) bis zu ebensolchen Dolomitspirken ("*uncinata*"-? "*uncinata* x *sylvestris*", "*uncinata* x *mugo sensu stricto* -?") reicht. Eine solche Bearbeitung liegt unseres Wissens aber noch nicht vor.

Auch ein introgressiver Hybridisierungsschwarm verschiedener Genotypen unter Beteiligung von *Pinus uncinata* wäre nach den Grundsätzen von Natura 2000 meldepflichtig und schutzwürdig.

Die vorgenannte Problematik zeigt neben vielen anderen einen gewissen Unreifeegrad der Natura 2000-Strategie der EU bzw. ihrer nationalen Ausformung. Das "Meisterwerk" ist ganz offensichtlich noch nicht konsequent zu Ende gedacht und gebaut.

2 Kurzcharakteristik (prä)alpischer Schneeheide-Kiefernwälder

Umfassende standortkundliche, klimatische, vegetationsökologische, syntaxonomische, floristische und faunistische Informationen liefern u.a. das Bayerische Arten- und Biotopschutzprogramm (ABSP), die Bayerische Artenschutzkartierung (ASK), HÖLZEL (1996), AICHINGER (1933), BARTOLI, C. (1954), BRAUN-BLANQUET (1961), BRESINSKY (1959), CNBA (2014), FELDNER (1978), HEMP (1995), HEMP (2012), HÖLZEL (1996), KORTENHAUS (1987), LORENZ (1993), MÜLLER (1990), OBERDORFER (1992), RAUSCH (1981), SCHMID (1936), STROBL (1989), Z.N.I.E.F.F. (2014) und ZÖTTL (1952). Deshalb genügt eine streiflichtartige Zusammenfassung. Dabei sollen allerdings gut handhabbare Standorts-, Habitat- und Landschaftstypen für die Erhaltungsstrategie herauskommen.

2.1 Standorts- und Landschaftstypen

Die Lebensgemeinschaften müssen im Regelfall mit extremer Bodentrockenheit und Verdunstung, mit Hitzestau im Frühjahr und Sommer, frühem Ausapern, starkem Wildverbiss, häufigen Föhnlagen mit stark absinkender Luftfeuchte, geringer Bodenbildung auf wenig Feinerde lieferndem, fast tonminerafreiem Karbonatgestein und Nährstoffarmut zurechtkommen. Andere Existenzbedingungen betreffen nur einzelne landschaftsökologische Subtypen:

- Geschiebe- und Hangdynamik: variiert zwischen stabilen gealterten Flussauen und häufig überrollten Murkegeln, zwischen steinschlagexponierten Unterhängen und bodenmechanisch stabilen Hangrippen.
- Höchsthochwässer: erreichen im Regelfall nur jüngere Erico-Pinion-Pionierstadien, die fossilen Hochterrassen (meist mehrere hundert Jahre alt) nicht mehr.
- Sedimentkörnung: flussnahe Grobsedimentstandorte tragen andere Kiefernwaldtypen (z.B. Dryas- oder Erdseggen-Schneeheide-Kiefernwald) als sandig und schluffig überstaute flussferne Terrassen (Pfeifengras-Kiefernwald).

Überlagert man diese Faktoren, so ergibt sich das Standorttypengerüst von Tab. 1. Darin setzen sich in erster Näherung die überwiegend sonnseitigen Dolomittalhangwälder auf flachgründigem Fels von den alluvialen Talbodenbeständen (Flussschotter) der (ursprünglich) stark karbonatgeschiebeführenden Alpenflüsse wie Lech, Isar, Weissach, Mangfall ab. Bei näherem Hinsehen treten aber am Übergang der Berghänge in die Haupttäler Zwischentypen von ganz eigenem Gepräge in Erscheinung.

Tab. 1: Illustrierte Standorttypen südbayerischer Erico-Pinion-Bestände.

Steile Dolomithänge und Runsen, Hangrippen:

vorwiegend südwest- bis südostexponiert, i.d.R. rotföhrendominierte, spirkenreiche Bestände, aber auch in Nord- und Nordwestlage, durchschnittlich 25–35° steil

Beispiele: Kienjoch, Kieneck, Notkarspitz (GAP), Breitenberg, Kienberg b. Pfronten, Falkenstein (OAL) (Foto: A. Ringler, Blick über den gladiolenreichen Buntreitgras-Hangkiefernwald bei Oberau/GAP auf die Loisachmoore, das Wasserentnahmegebiet der Stadt München).



Silikatgesteinshänge:

Süd- bis westexponiert, wald- und bergkieferndominiert

Beispiele: "Im Stuhl" östlich Burgberg/OA, Serpenithärtling Föhrenbühl bei Erbdorf/TIR an der Nordgrenze der Schneeheide in Bayern (Foto: Hollering, BN Wunsiedel).



Lockergesteinsböschungen der Flußcanyons, Gries und Flussterrassen:

alle Expositionen, in den bayerischen Alpen vorwiegend als Spirkenwälder an Lech, Isar und Mangfall, z.T. auch Mergelrutschungen in Stausedimenten. (Histor.) Beispiele: Illasberg, Lechsteilhänge zw. Schongau und Lechbruck (WM, OAL), Elmau-, Neualmgries (GAP), Nordufer Sylvensteinsee (TÖL), Lainbachtal (TÖL)

(Foto: A. Ringler, Immer wieder abrutschender Spirken-Böschungswald im Neualmgries an der oberen Linder (Lkr. Garmisch-Partenkirchen)).



Steile Dolomitschwemm- und murkegel:

alle Expositionen, vorwiegend Spirkenbestände. Kleinräumiger Wechsel von grobem Geröll und Feinkies, immer wieder kurzzeitig überflutet, extreme Dynamik, Murstöße meist auch Lawinenkegel. Beispiele: Frieder-, Friedergraben-, Elmaugries (GAP), Rotspitz-Reißen bei Hinterstein (OA), Brunnsteineck bei Mittenwald (GAP), Schindler-laine b. Oberau (GAP)

(Foto: A. Ringler, Friedergrabengries südlich Linderhof (Lkr. Garmisch-Partenkirchen)).



Flache Karbonatschwemmfächer:

Föhren und Spirken, geringe Neigung. Geröll durch fließendes Wasser eingeregelt, rezente Dynamik in den meisten Fällen durch Wildbachverbau stark beruhigt. Flächenkonkurrenz durch Schotterabbau.

Beispiele: Riedboden, Frieder-, Elmaugries (GAP), Inntal oberhalb Innsbruck.

Bild oben: Inntal (Foto: J. Hemmer),

Bild unten: Friedergries (GAP) (Foto: A. Ringler).

**Flussalluvionen:**

Alluvionen stark geschiebeführender Alpenflüsse. Im Inneren der Bayer. Alpen Föhren und Spirken, im Alpenvorland nur Föhren.

(Histor.) Beispiele: Lech bei Schwangau, unterer Lech Königsbrunn – Thierhaupten, Isar Scharnitz – Icking, historisch ansatzweise auch Freising – Landshut

Oberes Bild: Oberer Lech b. Forchach (Foto: E. Pfeuffer), Unteres Bild: Spirken-Kiefernau der Loisach bei Griesen (GAP). Besonders schön ist hier die Verknüpfung des Erico-Pinion mit Quellbiotopen und Gießen (Qualmwasserbächen) zu sehen (Foto: A. Ringler).



Die Standorttypen von Tab.1 zerfallen in jeweils mehrere Sub- oder Übergangstypen, die sich auch edaphisch, botanisch und zoologisch unterscheiden. Beispielsweise vermitteln die kleinflächigen Nagelfluh-Felskiefernwälder auf verbackenen altglazialen Deckenschottern an der voralpinen Isar und Mangfall (München-Höllriegelskreuth, Grünwald, Straßlach, Mangfallknie und Mangfalltal nördlich der A 8) zwischen den alpinen Dolomit-Steilhangwäldern und den Lockergesteinsböschungen.

Die Föhrenwälder der "Silikathänge" im nordostbayerischen Grundgebirge (paläozoisches Altkristallin) sind natürlich nicht mit "Silikatkiefernwäldern" auf karbonatfreien helvetischen Sedimentgesteinen im Oberallgäu zu vergleichen. Flache Karbonatschwemmfächer im inneralpinen Trockengebiet zwischen Innsbruck und Landeck, in der Steiermark und in den südlichen Dolomiten unterscheiden sich in petrografischer, klimatischer und pflanzengeografischer Hinsicht deutlich von randalpinen Beständen. Innerhalb der alluvialen Trockenkiefernwälder, die man auch als "Kiefern-Auen" bezeichnen könnte, sorgen lokale Sand-Schluff-Überdeckungen und –beimengungen (vor allem weiter entfernt vom Hauptgerinne) für wüchsigere gramineenreiche Bestandestypen.

Aus der unterschiedlichen Ursprünglichkeit, Bestandestradition und Nutzungsabhängigkeit der Bestände ergeben sich folgende Hemerobiestufen (Tab. 2), die etwa bei HÖLZEL (1996) in anderer Systematik ausführlich behandelt werden.

Tab. 2: Hemerobiestufen*) der alpiden und präalpiden Schneeheide-Kiefernwälder.

Primäre Bestände = sehr alte Reliktkiefernwälder, existieren seit dem Spätpleistozän/Präboreal, Überreste der damaligen großflächigen Föhrenwälder		Sekundäre Bestände jüngere Kiefernwälder, Arteneinwanderung aus oft benachbarten Primärbeständen	
Kein menschlicher Einfluss, allerdings Beweidung durch vielfältige Huftierpopulationen (Wildpferde, Rothirsch, Auerochs, Wiesent, Gams u.a.)	Buchen/Tannen-Einwanderung durch (prä-)historische Beweidung, Feuer, Wildhege (Gams) etc. verhindert	Entstanden durch Übernutzung reiferer Wälder (Retroggression durch Beweidung oder Feuer)	Entstanden auf vormaligen Schotterbänken als Begleitscheinung der Alpenfluss-Verbauung (erst Flussbetteintiefung, später Staustufen mit Geschieberückhalt und Hochwasserkapung)
z.B. Schuttreißen bei Hinterstein/OA	z.B. Falkenstein/OAL	z.B. Arnspitze/GAP, Melleck/BGL, Gießenbachtal/RO	z.B. Ascholdingen Au/TÖL, Haunstetter Wald/A

*) Maß für den menschlichen Kultureinfluss auf Ökosysteme.

¹ Als primärer Referenzzustand wird dabei die frühnacheiszeitliche Bewaldung genommen. Die eiszeitliche Bewaldung wird der Einfachheit halber weggelassen.

2.2 Vegetation

HÖLZEL (1996) trennt das zentralalpine Erico-Pinetum Br.-Bl. 39 vom randalpinen Buntreigras-Kiefernwald (*Calamagrostio variae* - Pinetum Oberd. (1950) 1957, dessen typisches Florenbild sich folgendermaßen beschreiben lässt: Unter der lückig bis räumigen, föhrendominierten Kronenschicht und der meist spärlichen Strauchschicht aus Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*), Filziger Mispel (*Cotoneaster tomentosus*), Wacholder (*Juniperus communis*), Alpenheckenrose (*Rosa pendulina*) und diversen Mehlbeerensippen (*Sorbus aria* agg.) ist die artenreiche Krautschicht je nach Humusaufgabe geschlossen bis lückig. Mit hoher Stetigkeit sind vertreten: *Anthericum ramosum* (Rispige Graslinie), *Aquilegia atrata* (Schwarzviolette Akelei), *Bupthalmum salicifolium* (Weidenblättriges Ochsenauge), *Carduus defloratus* (Alpendistel), *Epipactis atrorubens* (Rotbraune Stendelwurz), *Erica herbacea* (Schneeheide), *Laserpitium latifolium* (Breitblättriges Laserkraut), *Sesleria varia* (Kalk-Blaugras), *Teucrium chamaedrys* (Edelgamander), *Hippocrepis comosa* (Schopfiger Hufeisenklee), *Leontodon incanus* (Grauer Löwenzahn), *Crepis alpestris* (Alpenpippau), *Polygala chamaebuxus* (Buchsblättriges Kreuzblümchen), *Rhinanthus aristatus* (Grannen-Klappertopf), *Vincetoxicum hirundinaria* (Schwalbenwurz), als publikumswirksame Begleiter oft auch *Cephalanthera longifolia* (Schwertblättriges Waldvögelein), *Cephalanthera rubra* (Rotes Waldvögelein), *Cypripedium calceolus* (Frauschuh), *Gymnadenia odoratissima* (Wohlriechende Händelwurz).

Trotz gemeinsamer Grundartengarnitur zeigen die einzelnen südbayerischen Teilregionen erhebliche Unterschiede. Submediterrane, subkontinentale und alpine Arten dringen in unterschiedlichem Maße ein. Das ostalpine Gepräge ist natürlich im Berchtesgadener Land höher als im Ostallgäu. Das submediterrane Element konzentriert sich entlang der Isar.

Noch größer ist das Florengefälle zu den Erico-Pinion-Gesellschaften der Schwäbischen und Fränkischen Alb (Thesium bavarum-Pinus sylvestris-Gesellschaft, Bupthalamo-Pinetum, Cytiso-Pinetum oder Coronillo-Pinetum) oder den schneeheidereichen Silikatkiefernwäldern der nordostbayerischen Grundgebirge.

Die Vielzahl der in den Südwest- und Westalpen beschriebenen Assoziationen und Bestandestypen⁴ zeigen ein Entfaltungszentrum in diesem Raum. Gleichwohl ist der dortige Artengrundstock dem nordostalpinen sehr ähnlich. Beispielsweise sind die stetesten Arten der Pin à crochets (*Pinus uncinata*)-Wälder der französischen Voralpen, des Oberwallis und des Schweizer Jura dieselben wie bei uns:

⁴Forêt de Pin de montagne à *Erica herbacea*, Forêts abyssales de Pin de montagne, Forêts de *Pinus uncinata* du Mont Ventoux, Arctostaphylo crassifoliae-Pinetum uncinatae Barbéro & Quézel 1975, Forêts de Pin sylvestre, Pinède à *Erica herbacea*, Astragalo monspessulani-Pinetalia sylvestris Oberdorfer ex Theurillat in Theurillat, Astragalo vesicarii – Pinetum sylvestris Br. Bl. 1961, Carici humilis – Pinetum sylvestris Br.-Bl. 1939, Groupement à *Pinus sylvestris* et *Polygala chamaebuxus*, Onobrychideto saxatilis – Pinetum Braun-Blanquet 1961, Ononido rotundifoliae – Pinetum sylvestris Br. Bl. 1946, Ononido rotundifoliae – Pinetum uncinatae Bartoli 1966, Coronillo vaginalis – Pinetum sylvestris J.L.Richard 1972, Bellidastro micheli – Pinetum sylvestris J.L.Richard 1972, Groupement à *Pinus sylvestris* et *Hippophaë rhamnoides*, Groupement à *Pinus uncinata* et *Sesleria caerulea* CBNA, Molinio arundinaceae – Pinetum sylvestris E. Schmitt ex Etter 1947, Erico carnea – Pinetum uncinatae Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 corr. Wallnöfer 1993, Pineraies mésophiles de Pin à crochets à Bruyère des neiges des Alpes internes, Pineraies sèches de Pin à crochets à Ononide à feuilles rondes des Alpes internes, Pineraies mésophiles de Pin à crochets, calcicoles et montagnardes des Alpes externes, Pineraies xérophiles de Pin à crochets calcicoles et montagnards des Alpes externes et du Jura, Pineraies de Pin à crochets calcicoles des Pyrénées, Pineraies subalpines de Pin à crochets calcicoles, à Genévrier hémisphérique, Pineraies sèches, subalpines de Pin à crochets à *Cotoneaster* des Alpes, Pineraies sèches de Pin à crochets sur sols siliceux des Pyrénées, Pineraies hygroscaphiles subalpines de Pin à crochets à Lycopode sabine du Jura et des Préalpes calcaires, Peuplements de Pins à crochets et d'Épicéa nain sur éboulis gelés, Pineraies acidiphiles de Pin à crochets à Véronique officinale des Pyrénées et du Massif central, Pineraies mésophiles sur sols siliceux en ombre des Pyrénées.

Erica carnea (Schneeheide), *Cotoneaster integerrimus* (Felsen-Zwergmispel), *Carex humilis* (Erdsegge), *Globularia cordifolia* (Herzblättrige Kugelblume), *Laserpitium siler* (Berglaserkraut), *Berberis vulgaris* (Berberitze), *Amelanchier ovalis* (Felsenbirne), *Juniperus communis* (Heidewacholder i.w.S.), *Epipactis atrorubens* (Rotbraune Stendelwurz), *Hippocrepis comosa* (Schopfiger Hufeisenklee), *Achnatherum calamagrostis* (Silber-Raugras), *Leontodon incanus* (Grauer Löwenzahn), *Festuca amethystina* (Amethystschwingel), *Polygala chamaebuxus* (Zwergbuchs), *Carlina acaulis* (Silberdistel), *Hieracium bifidum* (Gabeliges Habichtskraut) u.a.

Der einzigartige Biotopwert der alpinen Schneeheide-Kiefernwälder liegt nicht zuletzt in der engen Verzahnung mit thermophilen Laub- und anderen Nadelwaldgesellschaften (z.B. Blaugras-Buchenwald; Blaugras-Fichtenwald, Weißseggen-Hainlattich-(Fichten-)Tannen-Buchenwald), mit Magerrasen, alpinen Rasen, Fels- und Geröllstandorten. In vielen Vorkommen spannt sich der ökologische Bogen von den trockensten, gerade noch waldfähigen Hauptdolomitstandorten (Aurikel-Buntreigras-Kiefernwald) bis zu potenziell bergmischwaldfähigen, hochgrasigen Ausbildungen.

Für den pflanzensoziologisch unbewanderten Leser lässt sich die fast unüberschaubare Vielfalt der Subassoziationen, Ausbildungen und Sukzessionsphasen in leicht erkennbaren **physiognomischen Vegetationstypen (Bestandsformen)** zusammenfassen (Tab. 3).

Tab. 3: Bestandsformen südbayerischer Schneeheide-Kiefernwälder.

Typ/Merkmale	Belegfotos
Flussschotter-Pionierbestände Viele offener Kies, Föhrenjungwuchs und Spirken neben Weiden, Flora und Fauna der Kiesbänke noch vorhanden. Unteres Bild im Hintergrund: Brandfläche von 1946 an der Arnspitz. Bild oben: Friedergries (Foto: A. Ringler) und Bild unten: Isar bei Scharnitz (Foto: K. Lintzmeyer). Kennarten: Grasnelkenhabichtkraut (<i>Tolpis staticifolia</i>), Knorpellattich (<i>Chondrilla chondrilloides</i>), Lavendelweide (<i>Salix eleagnos</i>), Voralpenreitgras (<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>), selten auch Edelweiß (<i>Leontopodium alpinum</i>), Kiesbankschrecke (<i>Bryodema tuberculata</i>).	

Brennen-Föhrenwälder mit Spaliervegetation

Schütter beraste "Dürrwälder" mit geringem Holzvorrat, Bäume max. 10 m, Zwergstrauchflecken, Seggenrasen (*Carex ericetorum*, *C. humilis*), Kugelblumen-Spalier, Erdseggen-Backenklee-Kiefernwald, viel Silberwurz (*Dryas*), Gipskraut (*Gypsophila repens*), Zwergbuchs (*Chamaebuxus alpestris*), Blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesia*), Schweizer Moosfarn (*Selaginella helvetica*) u.a. Oberes Bild: Neidernach im Werdenfelser Land (Foto: A. Ringler).

Mittleres Bild: Silberwurz am Tiroler Lech (Foto: E. Pfeuffer).

Unteres Bild: Herzblättrige Kugelblume (*Globularia cordifolia*) am Föhren-Stammanlauf bei Forchach/Lech (Foto: E. Pfeuffer).



Alluviale Gras-Föhrenwälder

Grasschicht mit Pfeifengras (*Molinia arundinacea*) und Buntreitgras, hier mit Siegwurz (*Gladiolus palustris*) am Rand des Haunstetter Waldes/Lechterrasse (Foto: E. Pfeuffer).



Magere Waldweide im Riedboden bei Mittenwald mit Spirken (K. Lintzmeyer).



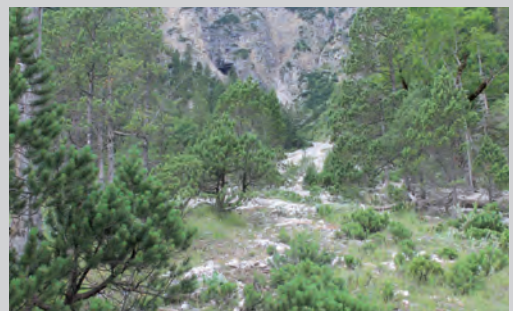
Sehr lichter Blaugras-Hangkiefernwald

Viel Blaugras (*Sesleria varia*), Buntreitgras (*Calamagrostis varia*), Laserkraut (*Laserpitium siler*), Salomonssiegel (Foto: Archiv VzSB, Loisachblick bei Oberau/GAP).



Dynamische Spirken-Schuttfluren

Durchrieselt, alljährlich mehrfach überströmt und teilweise umgelagert, Schneepestwurz-Schuttfluren mischen sich mit Erico-Pinion- und Caricion firmæ-Vegetationsfragmenten (Fotos: A. Ringler, Friedergries und Friedergrabengries bei Linderhof).



Steile Föhren-Felsfluren

Sehr schütterte Bestockung, Aurikel-Buntreit-gras-Föhrenwald mit vielen Caricion firmae-Elementen, z.T. auch Raugras (*Achnatherum*) und vielen Seltenheiten wie z.B. *Linum alpinum* bei Bischofswiesen, im Allgäu auf saurem Quarzitsandstein auch Alpenrosen-Silikatkiefernwald (Foto: A. Ringler).



Grasiger Steilhang-Kiefernwald

Pfeifengras (*Molina coerulea* agg.), Graslilie (*Anthericum ramosum*), Buntreitgras (*Calamagrostis varia*), Amthystschwingel (*Festuca amethystina*), Schlauchenzian (*Gentiana utriculosa*), Sonnenröschen (*Helianthemum obscurum*), Klebriger Lein (*Linum viscosum*), Gekielter Lauch (*Allium carinatum*), Felsenlauch (*A. montanum*), an dieser Stelle auch Monte Baldo-Segge (*Carex baldensis*) und (ausnahmsweise nicht im Alluvialbereich) Backenklee (*Dorycnium germanicum*) (Foto: Archiv VzSB, Griefßberg/GAP).



2.3 Flora

2.3.1 Flora der alpinen Hangkiefernwälder

Wer einen Begriff von der floristischen Reichhaltigkeit der Schneeheide-Kiefernwälder bekommen will, erklimme einen der Süd- oder Südwesthänge des oberen Loisachtales. Vielleicht leuchtet ihm aus dem grasigen Unterwuchs die Siegwurz (*Gladiolus palustris*), Feuerlilie (*Lilium bulbiferum*) oder gar die südalpine Monte Baldo-Segge (*Carex baldensis*) in einer nordalpinen Exklave entgegen. Hinter dem Schwangauer Schwansee wird es vielleicht das seltene Stengelumfassende Habichtskraut (*Hieracium amplexicaule*), der seltene Bergfenchel (*Seseli libanotis*) oder die submediterrane Strauchkronwicke (*Coronilla emerus*) sein. Im Saalachtalsystem z.B. am Gebersberg, Wendelberg oder Rabensteinhörndl die seltene Gelbe Wicke (*Lathyrus occidentalis scopoli*), der Klebrige Lein (*Linum viscosum*) oder das Alpenveilchen (*Cyclamen purpurascens*). An den Oberallgäuer Zipfelschrofenhängen ob Hinterstein wird ihm u.U. ein völlig unerwarteter Gruß aus den Ostalpen zuteil, die Christrose (*Helleborus niger*) ne-

ben dem Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*). An den Isarabhängen der Jachenauer Vorberge stößt er unter Umständen auf den seltenen Kiessteinbrech (*Saxifraga mutata*), den Felsenkreuzdorn (*Rhamnus saxatilis*) oder den in den Bayerischen Alpen fast fehlenden Hirschhaarstrang (*Peucedanum cervaria*).

Fast regelmäßig wird er einer sonst sehr seltenen niedrigen Orchidee begegnen, dem Netzblatt (*Goodyera repens*). Den Südalpenhafer (*Avena parlatoresi*), die schmalkronig-hohe Engadinkiefer (*Pinus sylvestris* ssp. *engadinensis*), manchmal sogar Oeders Läusekraut (*Pedicularis oederi*) und Jacquins Pippau (*Crepis jacquini*) gibt es nur in den Werdenfelser Steilhangbeständen (z.B. Kieneck bei Ettal). Manchmal dringen wärmeliebende Saumarten wie der Blutstorchschnabel (*Geranium sanguineum*), z.B. im Raum Wallgau-Wank-Farchant, in die lichten Kiefernwälder ein. Vor allem im Werdenfelser Land ist oft das komplette Arteninventar der Knollendistel-Pfeifengraswiesen und Hangquellmoore vorhanden (Interflow auf dem oft kaum wasserdurchlässigen Hauptdolomit). Besonderheiten wie das Preußisches Laserkraut (*Laserpithium pruthenicum*) oder die Siegwurz (*Gladiolus palustris*) (am Fahrenberg bis 1350 m!) scheinen sich dann auf für sie exotische Standorte verirrt zu haben, tatsächlich aber sind sie Relikte einer komplexen Vegetationsgeschichte (SCHMITT et al. 2010).

Innerhalb der Schneeheide-Kiefernwald-Komplexe zeigt *Gladiolus palustris* eine enge Bindung an waldfeindliche, steilwandige Rinnen und Gräben. Der hohe Natürlichkeitsgrad dieser Standorte spricht für nacheiszeitliche Überdauerungszentren, von denen sich diese ausbreitungsträge Art mit ihren schwimmfähigen Samen über die Flüsse Lech, Isar und Loisach in das Alpenvorland ausgebreitet hat (SCHMITT et al. 2010, HÖLZEL 1996). Auch ELLENBERG (1996) verweist auf Primärlebensräume von Trockenrasen- und Feuchtwiesenpflanzen in lichten Kiefernwäldern. Die Siegwurz kann hier neben anderen xerothermen, submediterranen Sippen wie *Carex humilis* (Erd-Segge) und *Teucrium montanum* (Berg-Gamander) in wärmebegünstigten Gras-Kiefernwäldern bis 1300 m aufsteigen.

Der ostalpine Florenanteil ist natürlich in den Berchtesgadener Beständen höher, u.a. *Cyclamen purpurascens* (Alpenveilchen), *Stachys alopecuroides* (Gelber Ziest), *Helleborus niger* (Schwarze Nieswurz) und *Euphorbia amygdaloides* (Mandelblättrige Wolfsmilch). Submediterrane und subkontinentale Arten sind stärker im inneralpinen Trockengebiet des Tiroler Innates und auch im inneren Werdenfelser Land vertreten. Fast ausschließlich in den "inneralpinen" Dolomithangbeständen finden sich *Cotoneaster tomentosus* (Filzige Mispel), *C. integerrimus* (Felsen-Zwergmispel), *Rhododendron hirsutum* (Bewimperte Alpenrose), *Coronilla emerus* (Strauch-Kronwicke) (Lkr. Garmisch-Partenkirchen), *C. coronata* (Berg-Kronwicke) (Lkr. Garmisch-Partenkirchen).

2.3.2 Flora der alluvialen Kiefernwälder

Fast nur auf den Alpenflussterrassen findet sich das Steinrösl (*Daphne cneorum*), das aber am Lainbach westlich Mittenwald die Isar etwas verlässt, die Fliegenragwurz (*Ophrys insectifera*), der Backenklee (*Dorycnium germanicum*), die Silberwurz (*Dryas octopetala*), Hoppes Habichtskraut (*Hieracium hoppeanum*), Enzian-Massenbestände (z.B. *Gentiana clusii* und *G. utriculosa*), sehr selten die Wanzenorchis (*Orchis coriophora*), Hummel-, Bienen- und Spinnenragwurz (*Ophrys holoserica*, *O. apifera*, *O. sphegodes*).

Eine Spezialität sind "Kalkflachmoorbestände ohne Torf" in den selten überschwemmten, aber qualmwasserdurchrieselten fossilen Flutrinnen mit Kopfbinse (*Schoenus nigricans*), Mehlsprimel (*Primula farinosa*), Fettkraut (*Pinguicula alpina* und *vulgaris*), Alpenhelm (*Bartsia alpina*), Kiessteinbrech (*Saxifraga mutata*), Blaugrünem Steinbrech (*S. caesia*) und Quellsteinbrech (*S. aizoides*) (früher bis Augsburg hinaus).



Abb. 5: Frauenschuhblüte (*Cypripedium calceolus*) – FFH-Anhang II-Art – auf der Lech-Terrasse bei Martinau/Elmen/Tiroler Lechtal (Foto: E. Pfeuffer).

2.3.3 Flora der Spirkenwälder auf Schwemmfächern, Mur- und Lawinenkegeln

Auch die Karbonat(berg)kiefernwaldbestände auf Schutt/Lawinenkegeln sind wegen ihrer stark abweichenden Standortbedingungen (extrem hohe Substratdynamik, hohe mechanische Belastung der Pflanzendecke, ständige Durchsickerung, Nährstoffnachlieferung durch Lawinenschnee, extrem heterogene Korngrößen mit viel Grobschutt, häufig auch schattseitig und stark eingeschnitten) floristisch stark abgehoben. Arten der Schneepestwurzfluren (*Petasition paradoxii*) und Weidenröschen-Wildbachbetten (*Epilobion fleischeri*), die imposanten Baumwacholder (z.B. Klausbachtal, Friedergrabengries, Laubau, Kirchbachkegel am Schrofen bei Brannenburg, Friedergries) und Schwemmlinge aus der (sub)alpinen Stufe wie das seltene Steintäschel (*Aethionema saxatile*), die Cenis-Rispe (*Poa cenisia*) und der Hochalpen-Goldhafer (*Trisetum distichophyllum*) (z.B. am Brunnsteineck) haben hier ihren Schwerpunkt. Als große Besonderheiten sind das in Bayern lange verschollene, inneralpine Kleine Seifenkraut (*Saponaria ocymoides*), der Kriechwegerich (*Plantago serpentina*) (sehr selten am Karwendelfuß), das Eisglöckchen (*Soldanella minima*, weit herabsteigend z.B. am Kieneck) und die letzten deutschen Knorpelsalatpopulationen (*Chondrilla chondrilloides*) in fortgeschrittenen Sukzessionsstadien innerhalb lichter Schwemmfächer-Spirkenbestände zu vermelden. Auch der Schwerpunkt des disjunkten *Carex baldensis*-Vorkommens liegt hier.

Die Dolomit-Spirke ist vor allem zwischen Isar und Lech vertreten. Zusammen mit dem Baumwacholder ist sie die überschotterungsresistenteste aller alpiden Baumarten. Oft steht sie schief (auch durch Lawinen) oder zeigt Säbelwuchs. Charakteristisch für die Auslaufbereiche der Schotterkegel sind lückige, aber relativ stammzahlreiche Spirkenbestände mit geringer Wuchskraft, in deren lawinen- und rutschbedingten Bestandeslücken sich Spirke, Fichte, Latsche und Pionierlaubebäume wie Mehlbeere und Eberesche verjüngen.



Abb. 6: Artenpalette aus den alluvialen Schneeheide-Kiefernwäldern der Isar- und Lechterrassen:
 l.v.o.n.u.: Schneeheide (*Erica carnea*), Backenklees (Dorycnium germanicum), Rotflügeliger Schnarrker (Psophus stridulus).

r.v.o.n.u.: Kugelblume (Globularia cordifolia), Steinrösl (Daphne cneorum), Spinnenragwurzel (Ophrys sphegodes)
 (Fotos: E. Pfeuffer; Backenklees und Spinnenragwurzel Thomas Meyer, www.flora-de.de).

Auf relativ steilen Dolomit-Blockhalden bilden sich in den Spirkenwäldern sogar Kondenswasser-moore mit bis über 1 m dicken Torfmoospolstern, in denen sich ein "abenteuerlicher" Artenmix aus alpinen Rasen, subalpinen Krummholzgebüsch, Kalkschutthalden, Schneeheide-Kiefern-wäldern, Hochmooren, Zwischenmooren und Kalksickerfluren ausbildet. Auf demselben Quadratmeter können dann, z.B. am Fuße des Rotspitzmassives (OA), *Trichophorum alpinum* (Alpen-Haarsimse), *Sphagnum magellanicum* (Torfmoos), *Sph. quinquefarium* (Torfmoos), *Drosera rotundifolia* (Rundblättriger Sonnentau), *Rhododendron hirsutum* (Behaarte Alpenrose) und *Carex firma* (Polster-Segge) stehen.

Eine offenbar große Zahl standortspezifischer Pilzarten differenziert die Standortunterschiede innerhalb der Erico-Pinion-Wälder offenbar stärker als die Gefäßpflanzen. BRESINSKY et al. (2000) nennen für Werdenfelser Tal-Schneeheide-Kiefernwälder z.B. *Albatrellus ovinus* (Schaf-Porling), *Auriscalpium vulgare* (Ohrlöffel-Stacheling), *Clitocybe gibba* (Ockerbraune Trichterling), *Clitopilus prunulus* (Mehlpilz), *Cortinarius infractus* (Bitterer Schleimkopf), *C. nanceiensis* (Gelbflockiger Schleimkopf), *C. odorifer* (Anis-Klumpfuß), *C. spilomeus* (Kupferschuppiger Gürtelfuß), *C. varicolor* (Erdigriechender Schleimkopf), *Dermocybe anthracinus* (Purpurschwarzer Wasserkopf), *Gomphidius roseus* (Rosenroter Schmierling), *Hebeloma senescens* (Bräunender Färbling), *Hygrophorus agathosmus* (Wohlriechende Schneckling), *Lactarius badiosanguineus* (Braunroter Milchling), *L. uvidus* (Klebriger Violett-Milchling), *Russula nauseosa* (Täubling-Art), *R. queletii* (Stachelbeer-Täubling), *R. sanguinaria* (Blut-Täubling), *R. xerampelina* (Roter Herings-Täubling), *Sarcodon imbricatus* (Habichtspilz), *Suillus bovinus* (Kuh-Röhrling), *Tricholoma striatum* (Weißbrauner Ritterling), *T. sulfureum* (Schwefelritterling), *T. vaccinum* (Bärtiger Ritterling), für die Steilhangkiefernwälder am Krepelschrofen, Wank und Kramer in 1100 – 1200 m aber meist ganz andere Arten: *Collybia dryaphila* (Gemeiner Waldfreund-Rübling), *Rhizopogon roseolus* (Rötlicher Wurzeltrüffel), *Suillus luteus* (Butter-Röhrling), *Chroogomphus rutilus* (Kupferroter Gelbfuß), *Lepista rickenii* (Rickens Rötleritterling), *Mycena epipterygia* (Dehnbarer Helmling), *Rickenella fibula* (Orangefarbener Heftelnabeling), *Russula sanguinaria* (Blut-Täubling) und *Suillus granulatus* (Körnchen-Röhrling).

Für die präalpinen Pfeifengras-Schneeheide-Kiefernwälder nennt BRESINSKY (1997) wieder andere Großpilze: *Russula torulosa* var. *fuscobrunnea* (Dunkelroter oder Dunkler Wolfs-Täubling), *Entoloma porphyrofibillum* (Rötlingsart) (beide vorher in Deutschland nicht beobachtet), *Entoloma queletii* (Rosaflockiger Zärtling) (Erstnachweis für Bayern).

3 Fauna der Karbonat-Kiefernwald-Biotopkomplexe

Wiewohl ihre zoologische Erforschung der botanischen hinterherhinkt, zeichnet sich bereits heute eine hohe faunistische, vor allem entomologische Bedeutung ab, die hier nur unsystematisch mit Beispielen belegt werden kann.

Vögel: Der Berglaubsänger ist geradezu eine Charakterart der zumindest teilweise Erico-Pinion-nahen lichten Steilhangwälder im sonnigen Unterhangbereich. Die wenigen Ziegenmelker-Bestätigungen aus dem Alpenvorland stammen u.a. aus den lückig-krüppeligen Erdseggen-Schneeheide-Kiefern-wäldern der präalpinen Isarauen. Trauerschnäpper (z.B. Ascholdingen Au), Tannen-, Haubenmeise, Misteldrossel, Berglaubsänger und Dreizehenspecht sind regelmäßig anzutreffen.

Tagfalter: Sie zeigen die Waldstrukturveränderungen in den lichten Föhrenheiden und -wäldern besonders sensibel an. Beispielsweise zeigt das Verschwinden des Segelfalters (*Ipichlides podalirius*) und des Gelbringfalters (*Lopinga achine*) in der Pupplinger Au die starke Gehölzverdichtung durch Flussausbau an. Gelbringfalter (*Lopinga achine*) (FFH-Anhang IV), Waldwiesenvögelchen (*Coenonympha hero*) (FFH-Anhang IV) und Waldteufel (*Erebia aethiops*) haben ein Habitatzentrum in diesem Standortsbereich. In den entsprechenden Habitatkomplexen des oberen Isartales wurden nachgewiesen (M. Schwibinger (<http://www.tagfalter-monitoring.de/>): *Pseudophilotes baton* (Quendel-Bläuling), *Plebejus idas* (Idas-Silberfleckbläuling), *Erebia ligea* (Weißbindiger Mohrenfalter), *E. aethiops* (Graubindiger Mohrenfalter), *E. medusa* (Frühlings-Mohrenfalter), *E. oeme* (Doppelpunkt-Mohrenfalter), *E. pronoe*, *E. styx*, *Colias alfacariensis* (Trockenrasen-Gelbling), *Boloria euphrosyne* (Frühlings-Perlmutterfalter), *Coenonympha arcania* (Weißbindiges Wiesenvögelchen), *C. glycerion* (Rostbindiges Wiesenvögelchen), *Lasiommata maera* (Braunaug), *Carterocephalus palaemon* (Gelbwürfeliges Dickkopffalter), *Spialia sertorius* (Roter Würfeliges Dickkopffalter), *Hesperia comma* (Komma-Dickkopffalter), *Erynnis tages* (Kronwicken-Dickkopffalter), *Melitaea athalia* (Wachtelweizen-Schneckenfalter), *Euphydryas aurinia* (Abbiß-Schneckenfalter), *Leptidea sinapis* (Senfweißling), *Callophrys rubi* (Brombeer-Zipfelfalter), *Lycena hippothoe* (Liliagold-Feuerfalter), *Melitaea diamina* (Baldrian-Schneckenfalter), *Hamearis lucina* (Schlüsselblumen-Würfelfalter), *Maculinea arion* (Quendel-Ameisenbläuling), *Parage aegeria* (Waldbrettspiel), *Pontia callidice* (Alpenweißling), *Glaucopsyche alexis* (Steinklee-Bläuling), *Plebeius argus* (Argus-Silberfleckbläuling), *Polyommatus semiargus* (Rotklee-Bläuling), *P. coridon* (Silber-Bläuling), *P. bellargus* (Himmelblauer Bläuling), *Cupido minimus* (Zwerg-Bläuling) und die Widderchen *Zygaena transalpina* (Hufeisenklee-Widderchen), *Z. lonicerae* (Hornklee-Widderchen) und *Z. loti* (Beilfleck-Blutströpfchen).

Käfer: Viele Highlights des koleopterologischen Naturschutzes finden sich hier, z.B. die thermophilen "Urwaldrelikte" *Buprestis splendens* (FFH-Anhang II/IV), *Ampedus auripes* und *Amara pulpani* (MÜLLER-KROEHLING, PAILL 2003). Selbst im von jedweder natürlichen Dynamik abgekoppelten Haunstetter Wald in Augsburg fand BUßLER (2012) noch folgende Zeigerarten autochthoner Kiefernstandorte der Alpenflussterrassen: *Stenagostus rufus* (Schnellkäferart) RL3, *Phaenops formanekei* (Blauer Kiefernprachtkäfer) RL3, *Megatoma undata* (Gewellter Speckkäfer) RL3, *Cryptophagus dorsalis* (Zwerg Pilz Käfer-Art) RL3, *Mycetina cruciata* (Kreuzbinden-Pilzkäfer) RL2, *Curtimorda maculosa* RL3, *Acanthocinus griseus* (Braunbindiger Zimmerbock) RL3, *Thanasimus rufipes* (Ameisenbuntkäfer), *Anastrangalia sanguinolenta* (Blutroter Halsbock), *Pissodes piniphilus* (Kiefernstangenrüssler) RL3, *Magdalis linearis* (Rüsselkäferart), *Dryophthorus corticalis* (Borkenkäferart) und den wacholdergebundenen *Phloeosinus thujae* (Wacholderborkenkäfer).

Heuschrecken: In vielen blößenreichen Beständen der Alluvionen und Hänge fliegt immer wieder schnarrend die Rotflügelige Schnarrschrecke (*Psophus stridulus*) auf. Zweipunktige Dornschröcke (*Tetrix bipunctata*), Große Höckerschrecke (*Arcyptera fusca*), Warzenbeißer (*Decticus verrucivorus*), Alpine Gebirgsschröcke (*Miramella alpina*), Gefleckte Keulenschrecke (*Myrmeleotettix maculatus*) und Heidegrashüpfer (*Stenobothrus lineatus*) finden sich gebietsweise. Im Isar- und Loisach-Neidernachtal nutzt die seltene Gefleckte Schnarrschrecke (*Bryodemus tuberculata*) die Erico-Pinion-Pionierstadien mit. Helbing et al. (2014) zeigten die hohe Bedeutung der Schneeheide-Kiefernwälder für Heuschrecken auf und verglichen im oberen Isartal auf insgesamt 175 Aufnahmepunkten die alluvialen mit den Hangkiefernwäldern. 22 Heuschreckenarten waren nachweisbar, davon neun gefährdete. Die Gesamtartenzahlen der Primär- und Sekundärstandorte unterschieden sich nicht, aber die Zahl gefährdeter Arten war in den Flussauen und Griesen signifikant höher. Die Hangstandorte hingegen wiesen insgesamt höhere Individuendichten auf. Artenzahlen und Individuendichten wurden durch eine lückige

Baumschicht und strukturreiche Krautschicht begünstigt. Eine Offenhaltung der Sekundärstandorte durch Beweidung ist hierbei Grundvoraussetzung für den Erhalt als Heuschreckenlebensräume. Aus orthopterologischer Sicht sollte eine Ausweitung der Waldweide und die Wiederherstellung natürlicher Flussauendynamik höchste Priorität haben.



Abb. 7 a u. b: Tierwelt im lichten Schneeheide-Kiefernwald.

a: Buntbäuchiger Grashüpfer (*Omocestus rufipes*) im Friedergries/Ammergebirge/Obb. (Foto: M. Schwibinger).

b: Gelbringfalter (*Lopinga achine*) in den oberen Lechauen (Foto: E. Pfeuffer).



Ameisen: Pars pro toto seien die Ergebnisse der Ameisenfaunen an der Taugl/Salzburg von WEBER (2000) in Tab. 4 mitgeteilt. Der Schneeheide-Kiefernwald erweist sich mit 22 Arten als Diversitätszentrum der Ameisen mit mehr als doppelt so vielen Arten wie alle übrigen Habitate zusammen. Auch die Dominanzstruktur ist dort viel ausgeglichener als in den anderen Lebensräumen, in denen jeweils 1-2 Arten etwa 9/10 aller Individuen ausmachen.

Tab. 4: Ameisen-Artenspektrum in fünf verschiedenen Biotoptypen. V.l.n.r.: Schotterbank, Lavendelweidengehölz, Schneehaide-Kiefernwald, Grauerlenau, Fichtenwald) der Wildflusslandschaft an der Taugl (Tennengau, Salzburg). Fallen-Individuenzahlen in Klammern. (aus WEBER 2000).

F.A (3 Arten)	F.B (7 Arten)	F.C (22 Arten)	D (2 Arten)	F.E (4 Arten)
<i>Manica rubida</i> (63,1)	<i>Manica rubida</i> (35,3)	<i>Leptothorax nigriceps</i> (20)	<i>Myrmica rubra</i> (100)	<i>Myrmica ruginodis</i> (82,7)
<i>Formica lefrancoisi</i> (33,8)	<i>Formica lefrancoisi</i> (19,4)	<i>Ponera coarctata</i> (14,4)	<i>Lasius platythorax</i>	<i>Formica polyctena</i> (0,9)
<i>Myrmica hellenica</i> (3,2)	<i>Myrmica hellenica</i> (18,5)	<i>Tetramorium</i> sp. (12,9)		<i>Leptothorax slavonicus</i> (16,4)
	<i>Ponera coarctata</i> (18,3)	<i>Lasius flavus</i> (12,8)		<i>Formicoxenus nitidulus</i>
	<i>Leptothorax acervorum</i> (4,9)	<i>Manica rubida</i> (10,5)		
	<i>Camponotus ligniperda</i> (3,6)	<i>Leptothorax unifasciatus</i> (6,7)		
	<i>Myrmica rubra</i>	<i>Lasius paraliensis</i> (6,1)		
		<i>Myrmica hellenica</i> (3,6)		
		<i>Leptothorax acervorum</i> (3,3)		
		<i>Formica fusca</i> (2,5)		
		<i>Camponotus ligniperda</i> (2,4)		
		<i>Myrmecina graminicola</i> (1,7)		
		<i>Leptothorax interruptus</i> (1,1)		
		<i>Leptothorax albipennis</i> (0,5)		
		<i>Myrmica sabuleti</i> (0,5)		
		<i>Formica cunicularia</i> (0,4)		
		<i>Formica lefrancoisi</i> (0,4)		
		<i>Formica truncorum</i> (0,03)		
		<i>Myrmica rubra</i>		
		<i>Myrmica schenki</i>		
		<i>Lasius niger</i>		
		<i>Lasius platythorax</i>		

Fläche A = Schotterbank, Fläche B = Lavendelweidengehölz, C = Schneehaide-Kiefernwald, D = Grauerlenau, F = Fichtenwald. Zahlen in Klammern: Nestdominanz der Ameisenarten eines Biotops (= Relativer Anteil der Nestzahlen der Ameisenarten an der Gesamtnezzahl eines Biotops).

4 Verbreitung und Vorkommen

4.1 Mitteleuropa, sonstiger Alpenraum

Für den dortigen Artenschutz ebenso bedeutsam sind die nordbayerischen Karbonatföhrenwälder auf Dolomitzkuppen und –sanden der Hersbrucker Alb (HEMP 1995 u. 2012), auf Felskanten und Steilhängen der übrigen Frankenalb und sogar im Grundgebirge (silikatische Schneeheide-Weißmoos-Föhrenwälder; SCHMID 1936, ZIMMERMANN 1982). In Salzburg, Oberösterreich, Steiermark und Kärnten stocken trockene Karbonatföhrenwälder vielfach in ähnlicher Position wie bei uns, erreichen aber lokal beachtliche Ausdehnung (z.B. Mandling-Zug). Für ihre Bedeutung als azonale Konzentrate seltener Arten sei nur das Beispiel der wenigen Federgrasvorkommen (*Stipa eriocaulis austriaca*) jeweils in Erico-Pinion-Komplexen z.B. am Dobratsch/Kärnten und bei Lofer/Salzburg erwähnt.

Viel weiter dehnen sich Karbonat- und auch Silikat-Schneeheide-Kiefernwälder in den inneralpinen Trockenzonen aus (z.B. Oberinntal, Wallis, Vinschgau, Pustertal, Val di Susa, Val d'Aosta, Valtellina, Val Venosta). Dort haben MINGHETTI (1994 u. 2003), BRAUN-BLANQUET (1961), PEER (1993) und MAYER (1974) Gesellschaftsausprägungen wie den gneis- und glimmerschieferständigen Silikat-Erdseggen-Föhrenwald (Antherico liliaginis-Pinetum, z.B. Eisack- und Pustertalsystem), Alpenrosen-Bergspirkenwald (Rhododendro-Mugetum), Silikat-Erdseggen-Kiefernwald, bodensauren Silikat-Schneeheide-Kiefernwald (Vaccinio-Pinetum), Vinschgauer Tragant-Kiefernwald (Astragalo-Pinetum), Walliser Hauhechel-Kiefernwald (Ononido-Pinetum), Bärentrauben-Föhrenwald und die Scorzone-ro austriacae-Pinus sylvestris-Gesellschaft beschrieben. Ihre weite Verbreitung in den zentralen und südöstlichen Dolomiten stellen PIGNATTI & PIGNATTI (2014) dar, LIPPERT et al. (1995) die auch der Piave entsprechenden Großbestände am Tagliamento. Die ausgedehnten Karbonatkiefernwälder z.B. des Südtiroler Mendel- und Madruttmassivs entsprechen bis auf Gebietsvikarianten wie *Laserpitium gaudini* (Gaudins Laserkraut) oder *Asperula longifolia* (Langblättriges Labkraut) haargenau dem Artinventar von Werdenfelser Beständen.

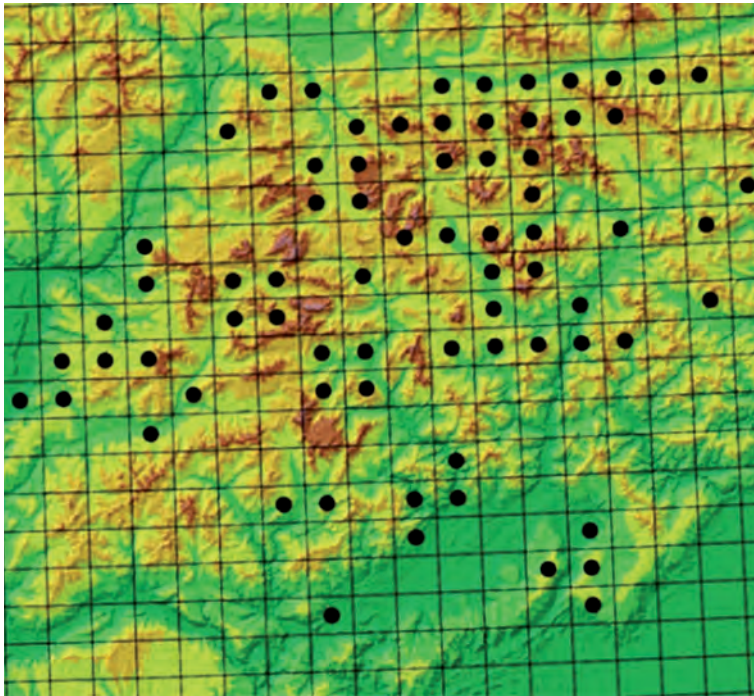


Abb. 8: Erico-Pinion-Verbreitung in den Dolomiten. (aus: PIGNATTI & PIGNATTI, 2014). Links Etschtal, oben Pustertal, rechts unten Becken von Belluno und venetische Padana.

Gegen den Alpensüd- und Südostrand hin werden die Schneeheide-Kiefernwälder von submediterranen Flaumeichen- Hopfenbuchenwäldern "unterwandert". Bereits das "Erico-Pinetum" des Trentino (MINGHETTI 2003) leitet zum südostalpin-illyrischen Erico-Fraxinion (Piave, Tagliamento, Isonzo), zum Schneeheide-Hopfenbuchenwald über. Die Schwarzkiefernregion (Fraxino orni-Pinetum nigrae, Seslerio-Pinetum nigrae etc.) löst das Erico-Pinion am Alpenost- und Südostrand völlig ab.



Abb. 9: Dem Erdseggen-Schneeheide-Kiefernwald des oberen Tagliamento bei Forni di Sotto/Friaul sieht man seine floristischen Unterschiede zu ähnlichen Beständen an der Isar nicht an. Auch die Schotterterrassen der Piave und vieler südostfranzösischer Alpenflüsse tragen dieses Gepräge (Foto: E. Pfeuffer).

Das Erico-Pinion-Entfaltungszentrum liegt eher in der montanen und subalpinen Stufe der Südwestalpen, was schon im dort viel breiteren Typenspektrum (CNBA 2011, BARTOLI, 1964, OZENDA & WAGNER 1975, BRAUN-BLANQUET 1961 u. a.) zum Ausdruck kommt (reine Aufzählung ohne Rücksicht auf Überlappungen): Erico-Pinion ou encore Larix ou Pinus uncinata descendus de l'étage subalpin: Alpes maritimes centrales et orientales, Haute Provence, Dauphiné du Sud et Alpes maritimes occidentales, Erico-, Molinio-, Dorycnio-, Calamagrostido-Pinetum Dolomit- und Serpentin-Kiefernwälder, Série intra-alpine de Pinus silvestris: puis dans les Alpes centrales et orientales par exemple sur dolomite, Ceinture de la forêt steppique à Pulsatilla et Ceinture steppique des montagnes méditerranéennes (Inneralpine Kiefernwälder und Trockenrasen z.B. im Haute Maurienne). Ononido-Pinion, Onobrychideto-Pinetum, Deschampsio-Pinion, Deschampsio-Pinetum, Antherico liliaginis-Pinetum, Carici humilis-Pinetum typicum und Vaccinio-Pinetum.

4.2 Südbayern

Die folgende Übersicht resultiert aus der Überlagerung der Alpenbiotopkartierung (ABK¹) mit jahrzehntelangen eigenen Beobachtungen und regionalen forstliche Erhebungen. Dabei ließen sich gewisse Unsicherheitsmomente nicht eliminieren:

- In den Föhrentrockenwäldern hat die ABK oft "thermophile Buchenwälder" mitkartiert.
- Erico-Pinion-Standorte wurden in der ABK nicht komplett erfasst, sondern nur in bestimmten Kartierdurchgängen auf bestimmten Blättern (Hintergrund: forstpolitische Konflikte zwischen Waldbesitzervertretung und Naturschutz). Die LfU-Bilanzzahlen können schon deshalb nicht überall vollständig sein.
- Viele kleine Vorkommen innerhalb von Fels- und Bergmischwaldkomplexen blieben unkartiert. Zonale Wirtschaftswälder sind in Bayern prinzipiell Tabuzonen für die Biotopkartierung.
- Die Abgrenzung zu Magerrasen, Felsfluren, Hangquellmooren, Alluvionen, trockenen Bergmisch-, Buchen- und Fichtenwäldern unterliegt kartiererspezifischen Interpretationsspielräumen.
- Extrem steile Bestände können oft nicht direkt begangen, sondern nur mit dem Fernglas inspiziert werden.

Unterschiedliche Erfassungsergebnisse im gleichen Gebiet zeigt exemplarisch das Beispiel des Ammergebirges. Hier nennt das Bayerische Landesamt für Umweltschutz 414 ha "basenreiche Trockenkiefernwälder", das Naturschutzkonzept des Forstbetriebes Oberammergau (das keinen methodischen Erfassungseinschränkungen unterlag) aber 980 ha, also mehr als doppelt so viel. Der Differenzbetrag erklärt sich nicht allein aus den in die Kocheler Berge, das Wetterstein und ins Niederwerdenfelser Land hineinragenden Teilen des Forstbetriebes.

Tab. 5: Landkreis- und naturraumweise Flächenbilanz der Karbonat-Kiefernwälder in der Alpenbiotopkartierung. (Quelle: Naturschutzfachdatei FIN Web des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz).

Einige Naturräume fehlen. Datenunsicherheiten siehe Text. Die tatsächliche Ökosystemfläche der alpiden Schneeheide-Kiefernwälder ist wegen der Steilheit oft deutlich größer als die hier genannte Vertikalprojektionsfläche. Auch die Zerschneidung und Aufgliederung durch/in Runsen, Felsrippen, Buckelfluren, fossilen Hangausrutschen bzw. Rotationsrutschen steigert die Lebensraum-Heterogenität. Hervorzuheben ist die Schwerpunktverantwortung der Landkreise BGL, GAP und TÖL.

Landkreis	Fläche in ha
Berchtesgadener Land	1.698,31 (BaySF: 664)
Traunstein	131,73
Rosenheim	82,31
Miesbach	93,96
Bad Tölz-Wolfratshausen	426,73
Garmisch-Partenkirchen	1.443,17
Ostallgäu	130,95
Oberallgäu	18,02
Lindau	2,67
Bayerische Alpen gesamt (26.1.2015)	4.027,8 (1,3 % der Waldfläche)

¹ Für die überwiegend sehr sorgfältigen und informativen Kartierungsergebnisse zeichnen u. a. A. BUCHHOLZ, W. KORTENHAUS, CHR. MAYR, F. STILL, R. URBAN verantwortlich.

Vilser Gebirge	107 ha
Ammergebirge	414 ha
Wetterstein	95 ha
Niederwerdenfelser Land	188 ha
Karwendel	330 ha
Kocheler Berge	327 ha
Mangfallgebirge	123 ha
Chiemgauer Alpen	50 ha

Die Ergebnisse eigener Erhebungen im Alpenvorland sind in die nachfolgende Flächen-Gesamtbilanz integriert. Vernachlässigt wurden viele kleinere Vorkommen innerhalb bewaldeter Alpenflussterrassen und auch forstlich stark überformter, aber restaurationsfähiger Bestände (z.B. Moosburg-Gaden/FS, ED, Augsburg Stadtwald, Wolfratshauser Forst). Einige Bestände, die in den letzten Jahrzehnten ihren Vegetationscharakter stark veränderten (z.B. an der unteren Traun und an der mittleren Mangfall) sind aber noch mit hineingerutscht, ebenso Pionierbestände mit Silberwurz, Lavendelweide und Grauerle an der Isar.

Tab. 6: Gesamtflächenbilanz der Karbonat-Trockenkiefernwälder in Südbayern.

Naturraum	Fläche in ha
Bayerische Alpen	4.027,8
Alpenvorland	1.570
Isar (Lenggries bis München-Harlaching)	842
Lech (Füssen bis Thierhaupten)	330
Sonstige Alpenflüsse (Mangfall-Leiten, Halblech-Leiten, Traun, Wertach-Leiten, Ammer-Leiten)	66
Kleinflächige Vorkommen auf Sonderstandorten abseits der Alpenflüsse ²	20
Gesamt	ca. 5.600

Die Abb. 10-22 konkretisieren die Lage der wichtigsten Biotopkomplexe mit erheblichen Erico-Pinion-Anteilen in Südbayern. Viele kleinere Vorkommen sind in der ABK nicht erfasst oder nicht erwähnt. Neben den bekannten großflächigen Schwerpunktorkommen an den steilen Sonnhängen der Berchtesgadener Alpen und südöstlichen Chiemgauer Alpen besonders um das Saalachtal, im Werdenfelser Land und an der oberen und mittleren Isar zeigt die Kartenfolge aber auch zahlreiche wenig bekannte Vorkommen in anderen Föhnneinfallstoren zwischen Wertach und Saalach, vor allem aber in den Oberaudorfer Bergen (RO), im oberen Leitzach- und Weißachtal (MB), an den Sonnhängen des Vilstales und Falkensteinzuges (OAL).

Die wichtigsten Bergstöcke, Hang- bzw. Flussabschnitte sind in Tab. 7 ohne weitere Beschreibung aufgezählt:

² Z.B. Auer Berg bei Niklasreuth/MB, Samerberg/RO, Steilkanten Seeshaupter-Staltacher Terrassen/WM, Wiedergeltingen/Wertachebene/OAL, Molasseabstürze südl. Memmingen, Senkelezug/OAL.

Tab. 7: Erhaltenswürdige Erico-Pinion-Biotopkomplexe in Südbayern.

Unvollständige Auswahl. Nicht alle Vorkommen in der ABK erfasst oder aufgeführt. Fettdruck: nach vorläufiger Einschätzung aufgrund Größe, Flora, Zonation und Standort-Catena prioritäre Vorkommen von landesweiter Bedeutung.

BGL	Grimmberg-Kranzhorn b. Melleck , Vord.Steinbach, Wendelberg , Kienberg, Rabensteinhörndl, Weißwand, Aschauer Klamm, Haidermühle SE Melleck, Achhorn, Müllner Berg , Mitterbergl-Scharnbachschneid NW Schneizlreuth, Predigtstuhl-SE, Gebersberg , Kriegerhorn-Vogelspitze, Lattengebirge-Nordabdachung, Lattengebirge. Ostabdachung, Schmuckenstein/Schwarzeck, Schwarzenberg-Osthang NE Bischofswiesen, Untersberg-Nierental , Südabdachung Untersberg-Almbachtal , SO-Hang Kugelmühle – Thomangütl , Laroswacht-Kiliansberg , Torrerkopf/Hochzinken bei Marktschellenberg, Silberkopf E Untersberg, Fleischkellergraben E Kneifelspitze, Grubstein-Bürgleck am Zwiesel, Fuderheustein-Strailach am Vorderstaufer, Scharn oberhalb Weißbach, SO-Hang SW Gletschergarten, Osthang S Steinbachalm, Bogenhorn-Süd, Kranzkogl N Scheuerl
TS	Reit i. W.-Nord, Steillagen Seetrautal, Laubau-Schwarzbachalm
RO	Wildbarren-Süd, Nußberg-Süd, W Mühlau, Schmiedalm, Kienalm, Kleiner Brünnerberg, Gießenbach, Steilalm, Klausenbach, Kranzhorn-Rabeneck
MB	Weißachauen, Lapberg/Langenau
M/M-Land	Winzige Reste Isarleiten (Römerschanze, Höllriegelskreuth, Straßlach)
TÖL	Jachenauer Vorberge-Südhang , Herzogstand-Fahrnberg , Sonnenspitz, Ramskopf N Urfeld, Graseck-Geißalm b. Kochel , Rißbachterrassen , Vorderriß , W Sylvenstein, Starnberger See-SE, Isar N Sylvenstein , Jachenmündung , mittl. Jachen Nähe Schemeralm, Isar Lenggries – TÖL , Isar TÖL – Schäflarn , Staffelgraben, Spitzberg-Hirschhörndl, Lainer Alm, Südhang Staffelalm SW Jachenau, Schneckenlahner-, Rabenwinkel-, Seibertgraben, Falken/Schwarzberg/Achselkopf
GAP	Wank-SW,-S , Roßwank , Hoher Fricken-W, Kuhflucht, Farchanter Heuberg , Schaf-/Rabenkopf , Auer-/Höhenberg , Eschenlaine, Finzbach, Vestbühel, Minecker Grat, Zunder-/Schindlerskopf, Osterfeuerberg, Ölrainkopf, Schalmeschlucht, Kieneckgräben, Kienjoch-NW, Friedergrabengries , Ellmaugries, Neualmgries, Friedergries , Neiderbachalluvionen, Südhang Ziegspitz (einer der größten bayerischen Komplexe überhaupt), Loisach/Griesen , Krepelschrofen , Maxhütte NE Wallgau , Isarauen Vorderriß – Riedboden , Isarhorn u. Isarleiten N Mittenwald, Schwarzkopf NE Mittenwald , unterhalb Sulzleklamm , Brunnsteineck , Lausberg-Süd , Luttenseeegraben, Markgraben, Marmoreck, Leiterwald, Nödergraben-Schellkopf, Lahner N Friedergries, Griesberg-Ofenberg , Kramer-Ost , Grieswald
WM	Sehr kleine u. gefährdete Restvorkommen: Litzauer Schleife, Dessau, Roßwies S Schongau, Steilhalde NE Rossau, Epfacher Schleife, Schnalz, Rottenbuch, Staltacher Randterrassen
OAL	Kienberg/Pfronten , Falkenstein-Süd, Alatsee, Kienberg/Alpsee-Nord , Schwarzenberg/Schwansee , Älpels-Gassenthomaskopf, Falkenstein-Süd, Vilser Berg, Schäferplatte-Süd,
OA	W Stuhlwand (als einziger deutscher Alpenrosen-Calluna-Reliktöhrenwald auf saurem Brisisandstein mit Spirken), äußeres Oytal, Hinterstein-E, Mangelsberg, Palmenberg SSE Oberdorf, Zipfelschrofen, Kühberg-SW, W Schattenberg/Oytal
LL	Schwabstadler Au , Scheuringer Au, Epfacher Schlinge, E Seestall nahe Gedenkstein, Standortübungsplatz Dornstetten (Reste)
A	Haunstetter Wald , Stadtwald
AIC	Nähe Kissinger Heide

Abb. 10: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe auf der bayerischen Seite zwischen Tiroler Ache und Salzburg (Überblick; wie die folgenden Karten nicht vollständig). (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).



Abb. 11: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe in den Berchtesgader Alpen/Obb. (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).



Abb. 12: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe in den Chiemgauer Alpen/Obb. (z.T. nur kleinere Anteile). (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).



Abb. 13: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe zwischen Inn und Leitzach/Obb. (in den roten Flächen z.T. nur kleinere Anteile). (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).



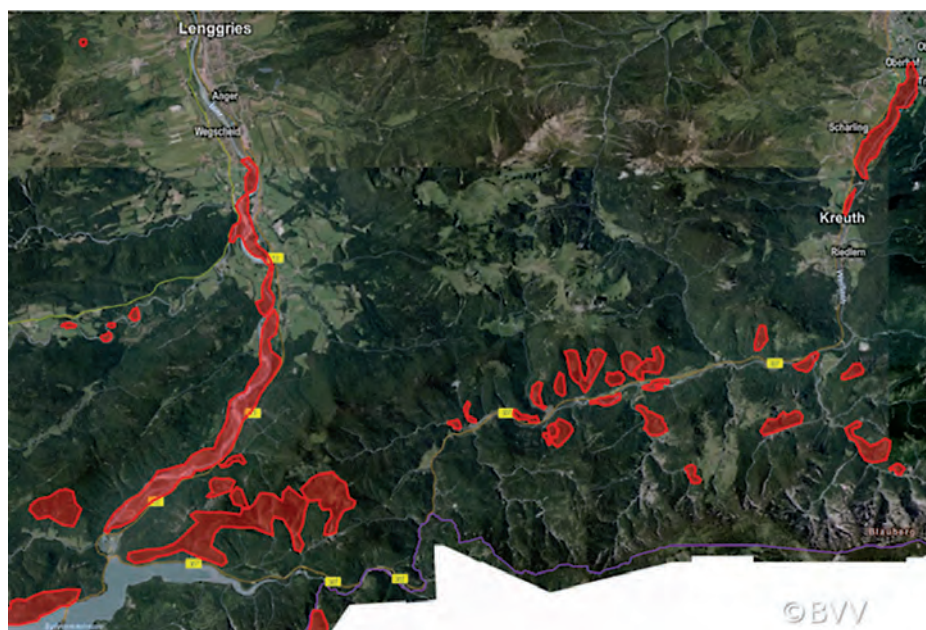


Abb. 14: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe zwischen Weißbach und Isar/Obb.. (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).

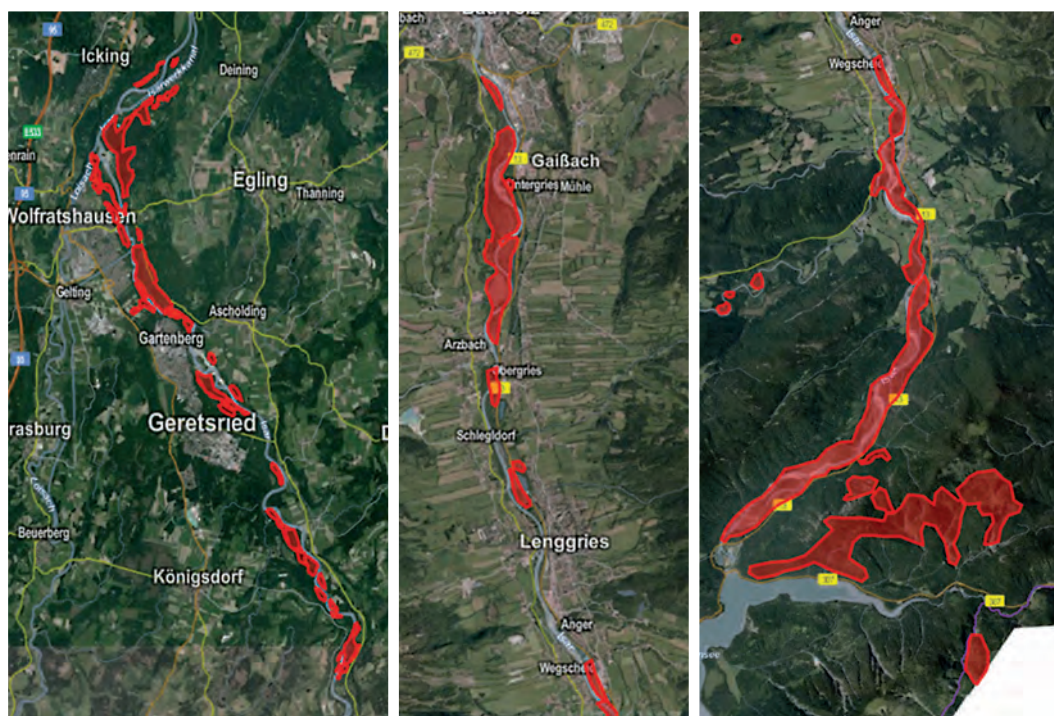


Abb. 15 a-c: Alluviale Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe entlang der Isar zwischen Sylvenstein und München/Obb. (links: Bereich Geretsried, Mitte: Bereich Lenggries, rechts: Bereich Sylvenstein-Isartal) (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).

Abb. 16: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe Obere Isar-Kocheler Berge/Obb. (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).

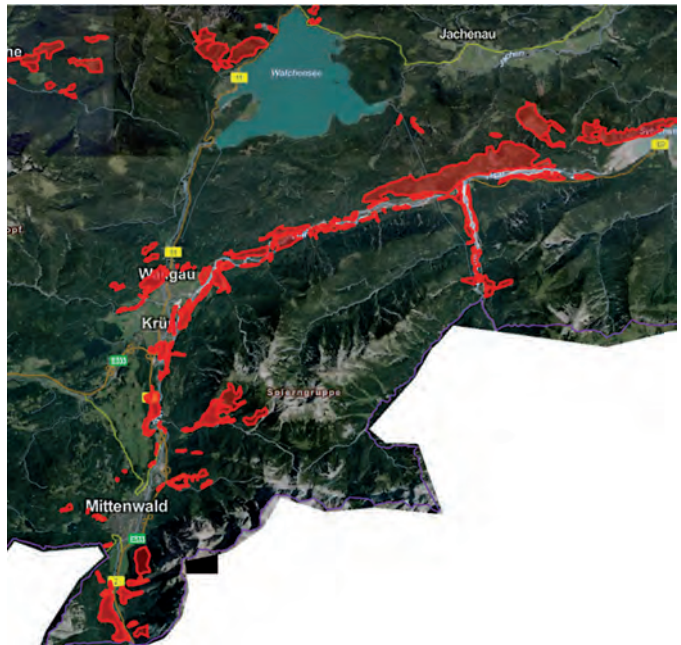


Abb. 17: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe im (Nieder-)Werdenfeller Land und Ammergebirge/Obb. (Überblick; Bearbeitung A. Ringler 2015).

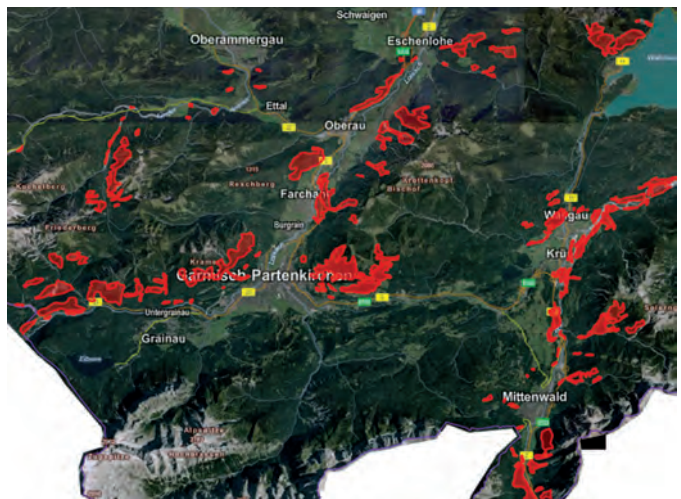
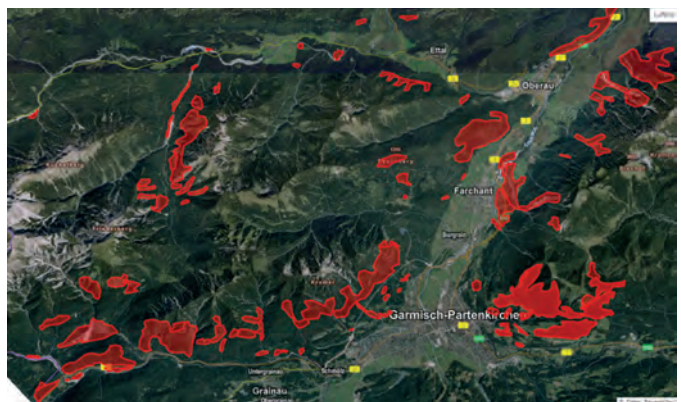


Abb. 18: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe östliches Ammergebirge mit Wank/Obb. (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).



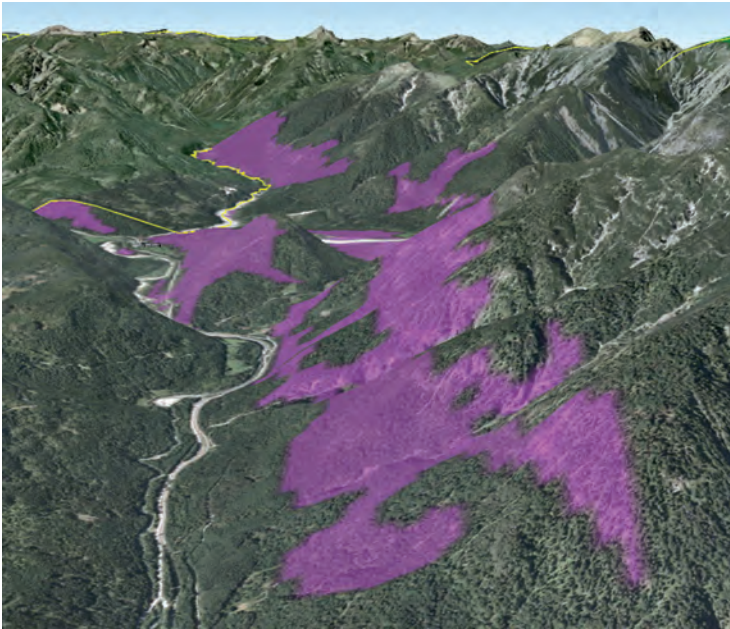


Abb. 19: Xerotherme Kiefernwaldvegetationskomplexe (violett; nicht vollständig) auf Hauptdolomithängen an der Südabdachung des Ammergebirges/Obb. (Blick loisch aufwärts nach Westen; mit Griesen, Ofenberg, Friedergries). Gelbe Linie: Staatsgrenze (Basis: GoogleEarth, Bearbeitung A. Ringler 2015).



Abb. 20: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe im östlichen Vilsen Gebirge und Alpseegebiet im Raum Füssen/Schwaben (unvollständig). (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).



Abb. 21: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe im Raum Pfronten/Schwaben (Ostallgäu; unvollständig). (Basis: BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015).

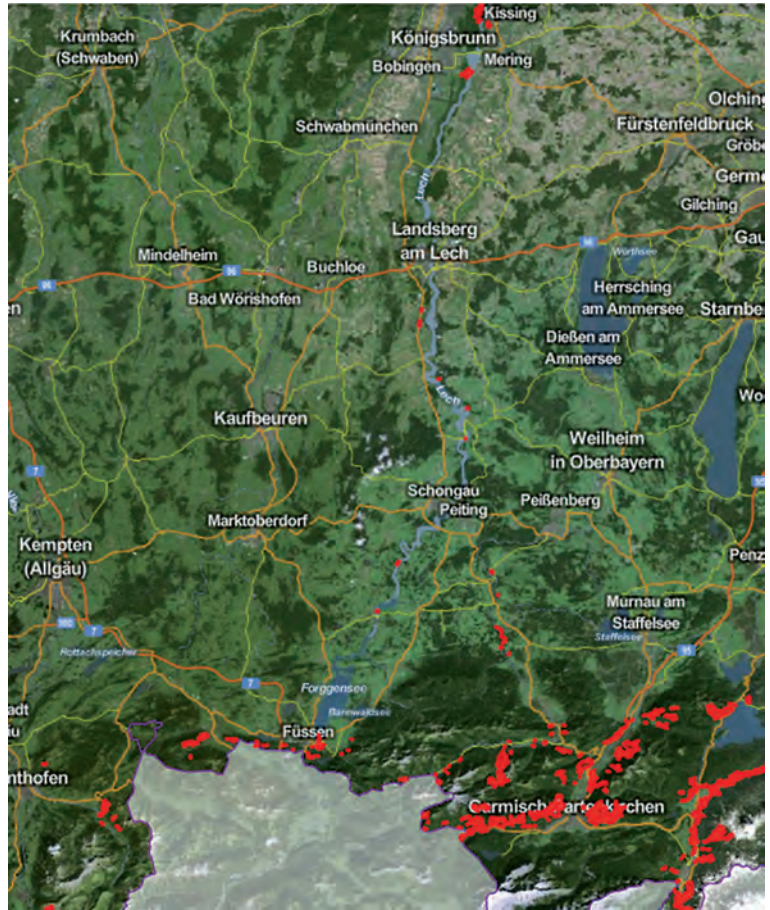


Abb. 22: Karbonatkiefernwald-Biotopkomplexe in Südschwaben und Werdenfels (Überblick; Bearbeitung A. Ringler 2015). Gut erkennbar ihr Ausklingen im Oberallgäu und ihre Funktion als letzte Trittsteine der "Lechbrücke" für die Artenmigration zwischen Alpen und Jura.

5 Das Hakenkiefer-Problem

Pinus uncinata bzw. *Pinus mugo* ssp. *uncinata*, die Hakenkiefer oder Aufrechte Bergföhre, ist ein gewöhnlich einstämmiger, bis weit über 10 m hoher Baum mit asymmetrischen Zapfen und hakig verdickten Zapfenschuppen. Seine Bestände werden überwiegend dem Verband Erico-Pinion (*Erico-Pinion sylvestris* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 nom. invers. propos.) zugerechnet. Hakenkiefernwälder haben es als prioritär geschützter Habitat in den Anhang I der EU-Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL von Natura 2000) geschafft, sonstige Schneeheide-Kiefernwälder, deren Artenschutzbedeutung nicht geringer ist (siehe Kap. 2-4), aber nicht. Sie genießen derzeit keinen europäischen Schutz.

Dass dies nicht auf Unkenntnis zurückgeht, zeigt die überraschungsgeladene Vorgeschichte: Im Interpretation Manual of European Habitats Version April 1995 und 4.10.1999 sowie in der deutschen Liste der FFH-LRT von 1998 (Bundesamt für Naturschutz BfN; SSYMANK et al. 1998) umgreift der FFH-LRT 9430 **alle** Schneeheide-Kiefernwälder. Erst in der Manual-Fassung von 2003 wird er auf *Pinus uncinata*-dominierte Wälder eingengt. In der Nationalen Liste der deutschen FFH-LRT von 1998

ging die Bundesrepublik noch von *uncinata*-Vorkommen auf eigenem Staatsgebiet aus. Erst 2003 cancelt das BfN Hakenkiefernbestände für Deutschland, da sie nicht vorkämen. Im deutschen FFH-Art. 17-Bericht für 2001-2006 tauchen sie nicht mehr auf. Dasselbe gilt für das Manual, Ausgabe 2013.

Nun gibt es auf vielen Erico-Pinion-Standorten der westlichen Bayerischen Alpen (Abb. 11-23) baumförmige Bergföhren (= Spirken), die den Hakenkiefern zumindest ähnlich sehen. Sind dies tatsächlich Hakenkiefern oder deren Bastarde, müssten diese Habitate als FFH-LRT an die EU-Kommission nachgemeldet werden, wo bereits 6 km² österreichische, 461 km² französische, 26 km² italienische und 507 km² spanische *uncinata*-Bestände als LRT in Europaschutzgebieten registriert sind (Zahlen nach EIONET = European Topic Centre on Biological Diversity⁷). Bereits laufende oder abgeschlossene Managementpläne wären dann zu aktualisieren. Das Problem verkompliziert sich dadurch, dass Österreich ähnliche Bestände im angrenzenden Tirol und Vorarlberg als FFH-Gebiete angemeldet hat. Sind die Bestände diesseits und jenseits der Grenze tatsächlich derselben Sippe zuzuordnen, müsste Deutschland nachmelden (oder Österreich hat sich getäuscht).

5.1 Hakenkiefernverbreitung in Mittel- und Westeuropa

Pinus uncinata besiedelt in den Westalpen und südwesteuropäischen Gebirgen vor allem die subalpine Stufe zwischen 1500 und 2300 m. In Spanien sind es die Pyrenäen, die Sierra de Gúdar und Sierra de Cebollera (CANO-GENCAT et al. 2012); in Frankreich das Massif Central, der Mont Ventoux, der Jura, die Nord- und Südalpen und Pyrenäen (Z.N.I.E.F.F. 2004, SANDOZ 1982, CANO-GENCAT 2012); in der Schweiz der Jura, die Zentralalpen, z.T. auch die Nordalpen (BRÄNDLI 1996); in Italien vor allem die Seealpen (MONTACINI & CARAMIELLO 1968). Sie gehört dort teilweise zur zonalen Vegetation, bildet eine eigene Vegetationsstufe oft über dem Waldkieferngürtel (*P. sylvestris*), ersetzt gewissermaßen den Latschengürtel (*Pinus mugo* Turra ssp. *mugo*) der Ost- und Nordalpen und ist dort meist die einzige Bergkiefern-Sippe (BARTOLI 1954 u. 1999). In der Schweiz ist der subalpine Hakenkieferngürtel nur in der inneralpinen Trockenzone ausgeprägt (z.B. im Unterengadin), aber schon in den Bergen zwischen Thunersee und Pilatus in den nördlichen Randalpen (mit Rostroter Alpenrose) zieht er sich auf Einzelbestände zurück (BRÄNDLI 1996).

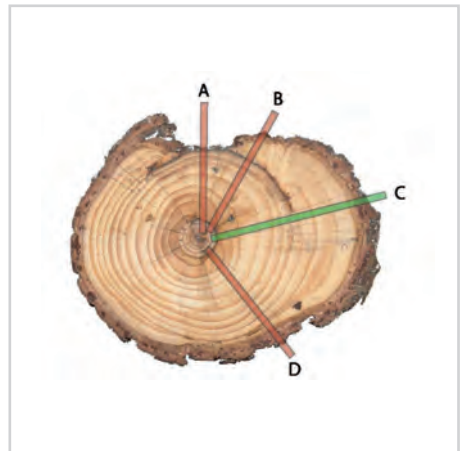


Abb. 23 a. u. b: *Pinus uncinata* auf dem Murkegel Bärenrufe bei Nenzing/Vorarlberg. Habituell sind diese Bäume von Spirken auf Ammergau und Allgäuer Murkegeln nicht zu unterscheiden. Die Spirkenstammscheibe mit verschiedenen Bohrspänproben zeigt die arttypische Resilienz gegenüber Elementarereignissen und einen deutlichen Jahresringzuwachs nach starker Murgangsverletzung (Fotos: M. Neumann/Stoffel & Bollschweiler aus NEUMANN 2011).

⁷ http://bd.eionet.europa.eu/article17/index_html/habitatsummary/?group=Zm9yZXN0cw%3D%3D&habitat=9430®ion.

Inmitten der Bergmischwald-, Laubwald- oder Waldkiefernzone gibt es in den Westalpen auch tiefergelegene Hakenkiefer-Reliktstandorte extrazonalen Charakters. In den französischen Nordalpen sind sieben solcher Sonderstandorte auf lokalklimatisch kalten Schuttkegeln am Ende von Lawinengassen bekannt, z.B. in Devoluy, Grande Chartreuse und im Nationalpark Ecrins südöstlich Grenoble (CORONA et al. 2015). Diese Situation entspricht vielen, ebenfalls oft nur inselartigen Karbonatspikenvorkommen in den Bayerischen Alpen.

Das Hakenkiefern-Areal überlappt sich in der Ostschweiz und in Westösterreich mit der ostalpinisch-karpatisch verbreiteten Latsche (*Pinus mugo* Turra *sensu stricto*). Die ebenfalls baumförmig-einstämmige Moorspirke (*Pinus rotundata*) mit schwach bis stark asymmetrischen Zapfen ist zwischen Schwarzwald und den polnischen Gebirgen verbreitet, darunter auch im westlichen Alpenvorland, Bayerischen Wald, Fichtelgebirge und Oberpfälzer Bruchschollenland. Mehrstämmige Moor-Formen unterschiedlicher Wuchshöhe gelten oft als Hybrid *rotundata* X *mugo* s.s. und werden als *pseudopumilio* (Willk.) Beck bezeichnet.

Abb. 24: Alpen-Verbreitungsgebiete von Hakenkiefern (*P. uncinata*) (dunkel kariert) und Latsche (*P. mugo* Turra *sensu stricto*) (hell schraffiert). Den Zeichnern dieser Karte lagen offenbar Angaben von *Pinus uncinata*-Vorkommen aus den Bergen zwischen München und Innsbruck vor. Einige kleinere Latschenareale in den Westalpen werden durch die Darstellungsart unterschlagen. (Quelle: Skript L. RICHARD, http://fleursetvegetation.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=65:15-serie-du-pin-a-crochets-pinus-uncinata&catid=19:la-vegetation-de-la-haute-savoie-etage-subalpin&Itemid=114).

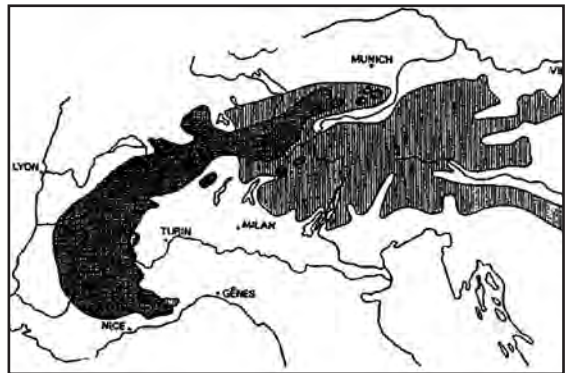
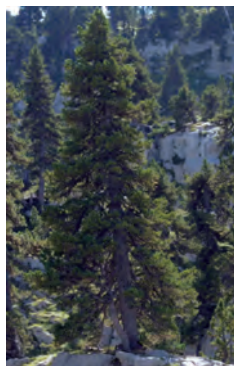


Abb. 25 a-d: Aufrechte Bergföhren in Deutschland, Frankreich und Spanien. Oben links u. rechts: Lockerer Spirkenwald im Friedergraben bei Linderhof/Obb. (Fotos: A. Ringler). Deutlich zu erkennen die als hakenkiefertypisch geltende Aufbiegung der Äste. Im Hintergrund stehen Dolomit-Spirken da und dort auch an den Kieneck-Steilhängen.

Unten links: Spirkenwald in Savoie/Frankreich (http://www.cfnavarra.es/agricultura/informacion_agraria/MapaCultivos/fotos/sp_pinus_uncinata.jpg) und rechts: Silikat-Spirkenwald in den spanischen Pyrenäen (<https://www.flickr.com/photos/eric-m/3209287613>).



WAGNER (2000) hält *Pinus mugo* ssp. *uncinata* s. str. mit ausgeprägt hakigem Schuppenschild für unser Gebiet für fraglich. POLATSCHKE (1997) gibt sie am Lech bis Reutte und an der Isar bei Scharnitz an. In Vorarlberg und in den tirolischen Tannheimer Bergen, Lechtaler Alpen, dem Mieminger Gebirge, Wettersteingebirge und Karwendel überlappen sich nach Ansicht heute maßgeblicher österreichischer Vegetations- und Forstökologen die Areale der Hakenkiefer (Spirke) und Latsche (*Pinus mugo* ssp. *mugo*) (siehe u.a. ELLMAUER 2005). In Österreich als "*uncinata*" angesehene und naturschutzpolitisch auch so behandelte Spirkenbestände reichen bis zur deutschen Grenze. Sie werden dort ihren vogel- oder windverbreiteten Pollen, Samen und Zapfen den Grenzübergang nicht verweigern. (vgl. Tab. 8).

Obwohl *Pinus rotundata* bzw. *uncinata* bei günstigen Verhältnissen nach Beobachtungen von HÖLZEL (1996) Jahrestrieblängen von bis zu einem Meter erreichen können, erliegt die Lichtbaumart auf alpinen Normalstandorten der Konkurrenz anderer Baumarten. Dementsprechend kann sie sich längerfristig nur bei extremen Umweltbedingungen behaupten. Solche Bedingungen können in Süddeutschland vorliegen: im Bereich flachgründiger Karbonatrohoböden, in Umlagerungsstandorten mit immer wieder auftretenden Geschiebestößen, oft am Ausgang kalteftführender Lawinenzüge und Murgräben mit später Ausaperung mächtiger Schneefelder, auf Tangelrendzinen v.a. der subalpinen Stufe und im Bereich der Moore. Teilweise kommen solche Permafrostverhältnisse den sehr spät abschmelzenden Bodeneislinsen sehr nahe (MOLENDEN 1996, ZACHARDA et al. 2005).



Abb. 26 a u. b: Von Österreich gemeldete und von der EU als Teil des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000 ratifizierte 9430*-Bergspirkenbestände im FFH-Gebiet Afrigal (Naturwaldreservat)/westl. Fernpass/Tirol (links) und im FFH-Gebiet Karwendel im Hinterautal/Tirol (rechts), die sich zumindest habituell nicht von vielen Dolomit-Spirkenbeständen Bayerns unterscheiden lassen (Fotos: K. Lintzmeyer).

Tab. 8: Vorkommen des prioritären Lebensraumtyps "Montaner und subalpiner *Pinus uncinata*-Wald auf Gips und Kalksubstrat" (Code 9430*) (=Bergspirkenwälder) in festgesetzten FFH-Gebieten Vorarlbergs und Tirols. (Mitteilung K. Lintzmeyer (2015), Verein zum Schutz der Bergwelt, aufgrund amtlicher Daten). Die genannten Bestände sind in den FFH-Standarddatenbögen gelistet.

Bundesland/Gemeinde	FFH-Gebietscode	FFH-Gebietsname
Vorarlberg/Gem. Frastanz	AT3416000	Spirkenwälder Saminatal
Vorarlberg/Gem. Bürserberg	AT3417000	Spirkenwälder Brandnertal
Vorarlberg/Gem. Nenzing	AT3418000	Spirkenwald Oberer Tritt
Vorarlberg/Gem. Nenzing	AT3419000	Spirkenwälder Innergamp
Vorarlberg/Gem. Sonntag	AT3410000	Gadental
Tirol/mehrere Gemeinden	AT3309000	Tiroler Lech
Tirol/Gem. Nassereith	AT3306000	Afrigal
Tirol/mehrere Gemeinden	AT3304000	Karwendel (z.B. Hinterautal)

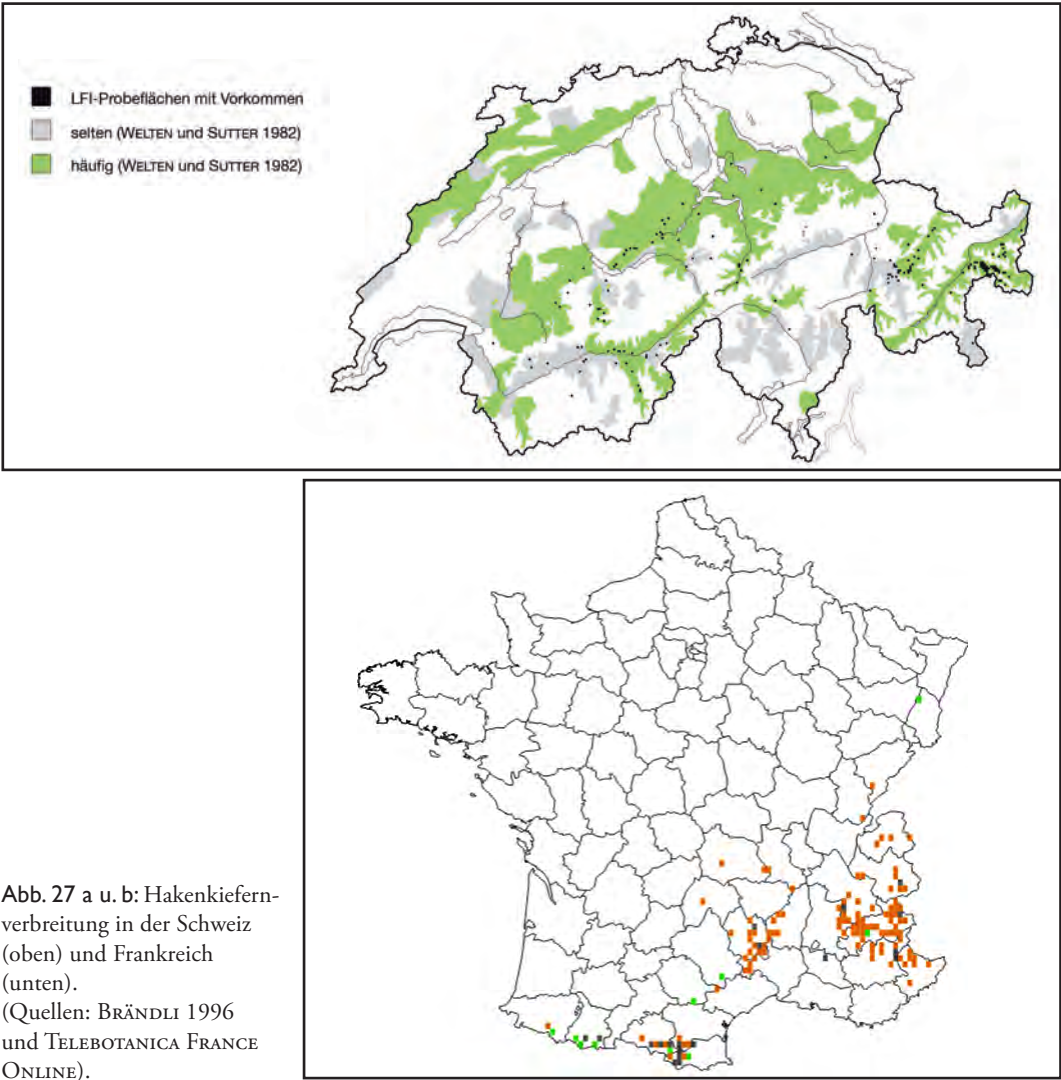


Abb. 27 a u. b: Hakenkiefernverbreitung in der Schweiz (oben) und Frankreich (unten). (Quellen: BRÄNDLI 1996 und TELEBOTANICA FRANCE ONLINE).

5.2 Taxonomische Probleme

Nach WAGNER (2000) hat die Taxonomie des Formenkreises *Pinus mugo* Turra *sensu lato* mehrfach gewechselt und erfolgt je nach Autor unterschiedlich (z.B. ZOLLER in HEGI 1981, WISSKIRCHEN & HAEUPTLER 1988, S. 366). Diagnostisch wichtig sind Zapfenform, Schuppenschilde (flach oder hakig vorgezogen) und Wuchsform (HAMERNIK & MUSIL 2007). Durch Bastardierung treten im Überlappungsbereich beider Unterarten intermediäre Formen auf, wobei Wuchsform und Ausbildung der Zapfen nicht parallel gehen (vgl. LEININGEN 1906: 251, PAUL & RUOFF 1932: 217, KONNERT et al. 1999, MAIER 1993). 16 Arten, 91 Varietäten und 19 Formen des polymorphen Sippen- bzw. Hybridisierungskomplexes (BORATYNSKA & BORATYNSKI 2007, MARCYSIAK & BORATYNSKI 2007) dampfte CHRISTENSEN (1987) zu zwei Subspezies ein: *Pinus mugo* Turra ssp. *mugo* und *P. mugo* Turra ssp. *uncinata* (Ram.) Domin. Dazu gab es noch das Hybridtaxon *P. mugo* Turra nothosp. *rotundata* (Link). JANCHEN & NEUMAYER (1942) und BUSINSKY (1999) behandelten *Pinus mugo* Turra, *Pinus uncinata* Ramond und *Pinus rotundata* Link als getrennte Arten.

Obwohl mir keine systematische vergleichende Untersuchung der südwestbayerischen Dolomit-Vorkommen bekannt ist, wird derzeit seitens deutscher Fachstellen davon ausgegangen, dass reine *uncinata* in Deutschland nicht vorkommt. Eine häufig genannte DNA- und Isoenzym-Untersuchung (SCHMID 2000) hat keine bayerischen Proben genommen. Die von KONNERT et al. (1999) im Wimbachgries (BGL) den Mugo-Kiefern zugeordneten, halb aufrechten Formen unterscheiden sich schon äußerlich deutlich von Ammergauer Populationen. MAIER (1993) konzentrierte sich auf Moor-Bergkiefern.

Auch wenn es sich bei den zahlreichen Vorkommen in den bayerischen Landkreisen GAP, TÖL, OAL und OA (Reihung nach abnehmender Häufigkeit) um *uncinata* x *sylvestris*-Hybriden mit unterschiedlichen *uncinata*-Anteilen handeln sollte, wären sie Natura 2000-relevant, weil gerade der randliche introgressive Hybridierungsschwarm einer Art Zeugnis für vegetations- und klimageschichtliche Prozesse ablegt und die Evolutions-, Sippenbildungs- und Arealsicherung zu den Naturschutzzielen der EU gehört. Die nacheiszeitliche Einengung und Aufwärtswanderung kälteangepasster Baumarten, die noch bis zum Boreal großflächig verbreitet waren, ging einher mit reduziertem Genfluss, gesteigerter Gendrift und genetischer Differenzierung zwischen- bzw. nacheiszeitlichen Refugien (ROBLEDO-ARNUNCIO et al. 2005).



Abb. 28: Spirkenzapfen aus dem oberbayerischen Friedergrabengries mit deutlich hakigen Schuppen. Man beachte die große Ähnlichkeit mit Abb. 29 (Foto: A. Ringler).



Abb. 29: *Pinus uncinata* var. *rotundata*- Zapfen aus dem Französischen Jura (aus: G. & M. ANDRE 2008). Sowohl im Jura wie im Friedergrabengries unterscheiden sich die Zapfen- und Apophysenform deutlich von oberbayerischen Latschen- und Moorspirkenzapfen.

Nicht zu übersehen sind aber erhebliche Probleme, auf chemotaxonomischem Wege eine Klärung herbeizuführen (Prof. Dr. S. RENNER per Email). Die formenreiche und weit verbreitete *Pinus sylvestris* lässt sich zwar isoenzymatisch von *Pinus mugo sensu lato* trennen, aber die genetischen Distanzen sind bereits so gering, dass selbst der Nachweis interspezifischer Hybridisierung schwierig ist. Auch Analysen über Mikrosatelliten-Regionen im Chloroplastengenom zeigen eine unerwartet enge Verwandtschaft (siehe z.B. SCHMID 2000). DZIALUK et al. (2009) zeigten eine genetische Differenzierung zwischen spanischen *uncinata*-Populationen, die der *syvestris-mugo*-Differenzierung nicht nachsteht.

5.3 Verbreitung der Karbonat-Spirken in Bayern

Zumindest teilweise hakenkiefernähnliche Spirkenbestände auf Karbonatgesteinsstandorten, meist Hauptdolomit- und Wettersteinkalk (schutt-, -geröll), sind in folgender Kartenreihe ohne Anspruch auf Vollständigkeit zusammengestellt. Eine Auflistung aller Vorkommen würde den Rahmen dieser Darstellung sprengen. Auffällig ist ihre Häufung im oberen Isartal, östlichen Ammergebirge und Vilser Gebirge. Kaum bekannt sind verstreute Karbonatspirken auch im submontanen Moränen- und Molasseland, z.B. auf den Bergwiesen bei Butzau (Lkr. WM) und am Schneidberg (Lkr. OA). Sie zeigt die Karte nur ausnahmsweise.

Die Sonnhang-Präferenz der Waldföhren ist bei der Spirke eher ins Gegenteil verkehrt. Viele Vorkommen stehen in schattseitigen Schuttströmen, Runsen und Wandstufen.

Nur nebenbei sei auf das deutlich größere bayerische Teilareal der habituell ähnlichen Moorspirken (landläufig als *rotundata* angesprochen) hingewiesen (vgl. MAIER 1993, LUTZ 1953). Dabei nimmt die mittlere Wuchshöhe moorständiger Bergkiefern von den prostraten Latschen des östlichen Alpenvorlandes zu den bis über 15 m hohen, oft minerotrophen Spirkenmooren und -brüchen westlich des Lechs und Oberschwabens deutlich zu. Im südwestlichen Alpenvorland unterliegen die Bergkiefernmoore einem Wipfelgefälle vom Rand zum nassen Zentrum, das in den östlichen "Latschenhochmooren" weitgehend fehlt (im Randgehänge höherwüchsige, aber noch lange nicht baumförmig-apikal wachsende Bergkiefern). Die Lage wird noch verwirrender, weil im westlichen Alpenvorland knieholz- oder kusselförmige Hochmoorlatschen völlig fehlen (auch bei den niedrigen Jungbäumen im nassen Moorzentrum ist meist ein zentraler Gipfeltrieb zu erkennen), im östlichen Alpenvorraum aber in wenigen Kleinmooren durchaus "echte Spirken" mit bis über 10 m Wuchshöhe auftreten (z.B. Edenkling bei Wasserburg).

Abb. 30: Gesamtverbreitung der Karbonatspirken in Bayern (unvollständig). Viele kleinere Horste und Einzelbäume in schwer zugänglichen Bergflanken sowie verstreute Vorkommen in den Lechvorbergen außerhalb der Alpen sind weggelassen. (Bearbeitung A. Ringler 2015 nach eigenen Erhebungen und Hinweisen aus der Alpenbiotopkartierung).

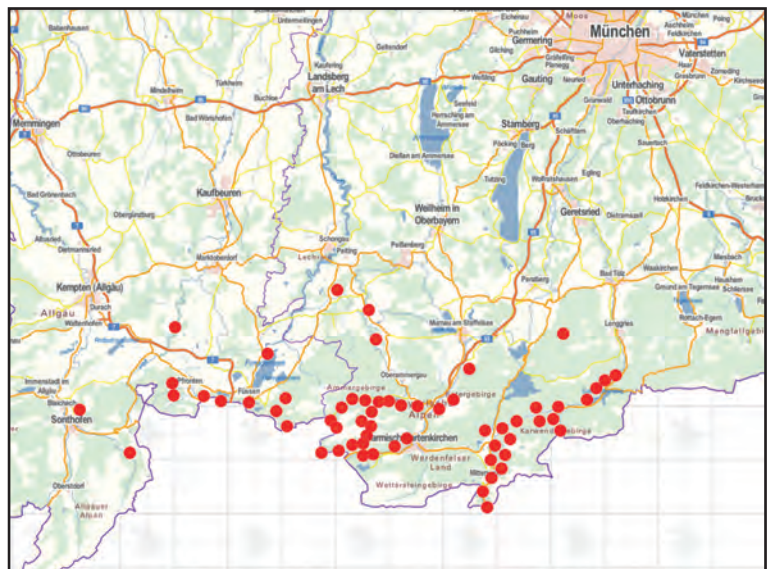




Abb. 31: Karbonatspikenvorkommen im oberen Isartal. (Basis BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015 nach eigenen Erhebungen und Hinweisen aus der Alpenbiotopkartierung).

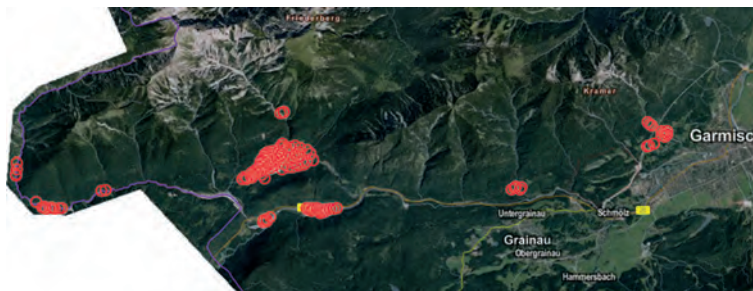
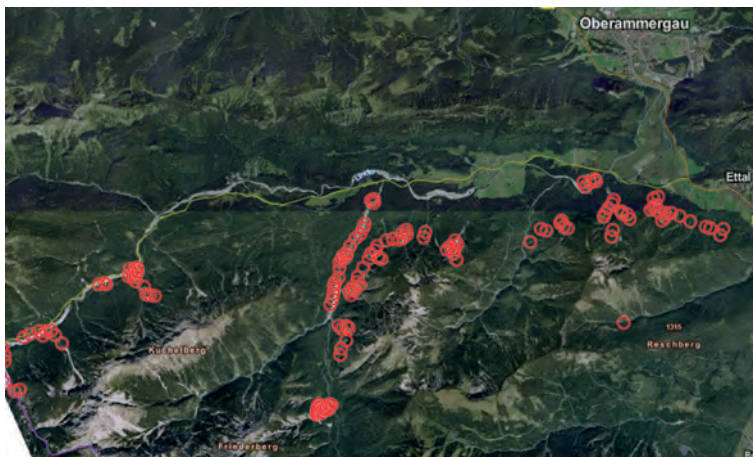


Abb. 32 a u. b: Karbonatspikenvorkommen im südlichen Ammergebirge (2 Ausschnitte). (Basis BVV, Bearbeitung A. Ringler 2015 nach eigenen Erhebungen und Hinweisen aus der Alpenbiotopkartierung).



Abb. 33: Dolomit- und Silikatspirkenvorkommen im Vilser Gebirge und Oberallgäu (sehr unvollständig). Als "Silikatspirken" werden die sehr seltenen Allgäuer Bestände mit Alpenrose auf dem praktisch karbonatfreien helvetischen Brisisandstein bezeichnet, einem Quarz-Glaukonit-Sandstein, die in vergleichbarer Form erst wieder in den Schweizer Nordalpen auftreten. (Basis BLDBV, Bearbeitung A. Ringler 2015 nach eigenen Erhebungen und Hinweisen aus der Alpenbiotopkartierung).

5.4 Ökologische Bedeutung der Hakenkiefern- bzw. Spirkenbestände

Auf Murkegeln, Schwemmkegeln und aktiven Umlagerungsstandorten wachsend, stehen viele Spirkenvegetationskomplexe im Brennpunkt des alpinen Naturhaushaltes. Sie puffern und bändigen gewaltige Wasser-, Feststoff- und Schneestöße aus den Hochlagen, "opfern" sich dabei oft auf. Durch das kleinräumige Nebeneinander häufiger und seltener überschütteter und überfluteter Zonen, oft unterbrochen durch tiefe Murgräben, entstehen spezifische Vegetations- und Lebensraumgradienten und komplexe Sukzessionsserien von entsprechend hoher Biodiversität. Dementsprechend vielfältig ist auch die Altersstruktur der Spirkenbestände, deren Jahresringabfolgen den Klimawandel (CORONA et al. 2015), aber auch Mur-Lawineneignisse rückverfolgen lassen (NEUMANN 2011, HÄBERLI 2013).

Besonders eindrucksvoll analysierte LABESSOULHE (2014) im Vercors-Massiv/Südostfrankreich die sommerregen-, klimawandel- und standortabhängigen Wachstumsschwankungen.

Schuttspirken werden bis über 450 Jahre alt (NEUMANN 2011) und fungieren auch durch ihre Katastrophenresilienz als stumme Chronisten von Extremereignissen, die andere betroffene Bäume gar nicht überstehen würden. NEUMANN (2011) und HÄBERLI (2013) dokumentierten dies im Nenzinger Himmel/Montafon bzw. Schweizer Nationalpark durch Wachstums/Jahresringzuwächse nach Stammverletzungen.

Auf den Flussterrassen entspricht die biologische Bedeutung der Karbonatspirkenwälder den Schneehede-Kiefernwäldern und wurde zusammen mit diesen dargestellt. In den Hangrungen, Schuttströmen- und Umlagerungskegeln weicht das Arteninventar der hier oft mesokryophilen (eher kälte- und feuchtigkeitsliebenden statt xerophilen) Bestände stark von den Hangföhrenwäldern ab. Zu den Spezialitäten dieser Standorte gehören z.B. Kondenswassermoore mit bis über 1 m mächtigen Torfmoosbulten, in denen neben dem fast kompletten Inventar der Hochmoorpflanzen auch Vertreter der Krummholzgebüsche, alpinen Rasen und Sickerfluren vertreten sind. Der extrazonale Charakter des Arteninventars ist in den Spirkenbeständen meist viel ausgeprägter als in den Föhrenbeständen, das dealpine und boreale Florenelement ist stärker vertreten.

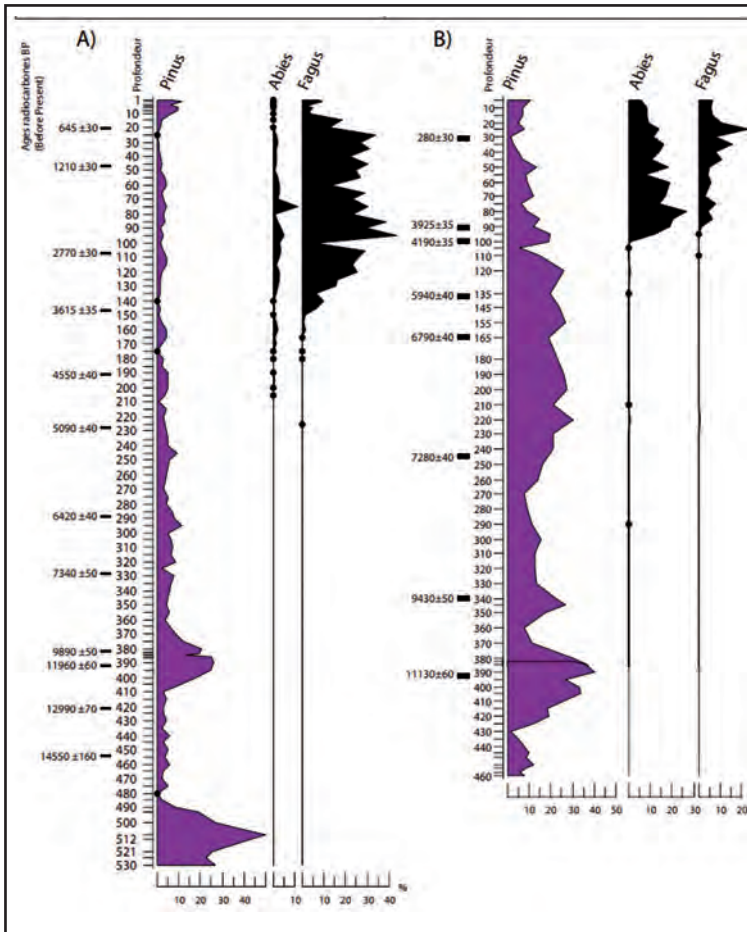


Abb. 34: *Pinus uncinata*-Pollendiagramm aus zwei pyrenäischen Mooren (aus: CANO-GENCAT et al. 2012). Linke Spalte: Radiokarbonalter des betreffenden Torfhorizontes (Jahre vor heute). Profondeur: Torftiefe in cm. A: Pyrenäenvorland und kolline Stufe bis 700 m. B: Montane Stufe. %-Skala an der Basis: Ausgezählte Pollenanteile von *Pinus uncinata*, *Abies alba* und *Fagus sylvatica*. Eindrucksvoll sichtbar wird die seit der Würmeiszeit durchgängige Präsenz der Hakenkiefer, die erst seit Auftauchen (Punkte) und massiver Ausbreitung (schwarze Zacken) der Buche und Tanne deutlich zurückgedrängt wird. Auf die Nordostalpen übertragbar ist der das gesamte Holozän überbrückende Reliktcharakter unserer Dolomit-Spirkenbestände und ihr Rückzug auf konkurrenzarme Sonderstandorte im Zuge der späten Einwanderung der Bergmischwälder.



Abb. 35: Spirken-Waldweiden auf den höheren Isarterrassen bei Wallgau/Obb. als ästhetischer Höhepunkt der Erholungslandschaft (Foto: Archiv VzSB).



Abb. 36: Extrem überschüttungsresistente Baumwacholder sind eine Besonderheit der Dolomitspirken-Schuttfächer in den Bayerischen Alpen, hier im Friedergries/Obb. Die stehenden Baumleichen sind Fichten und Spirken (Foto: A. Ringler).

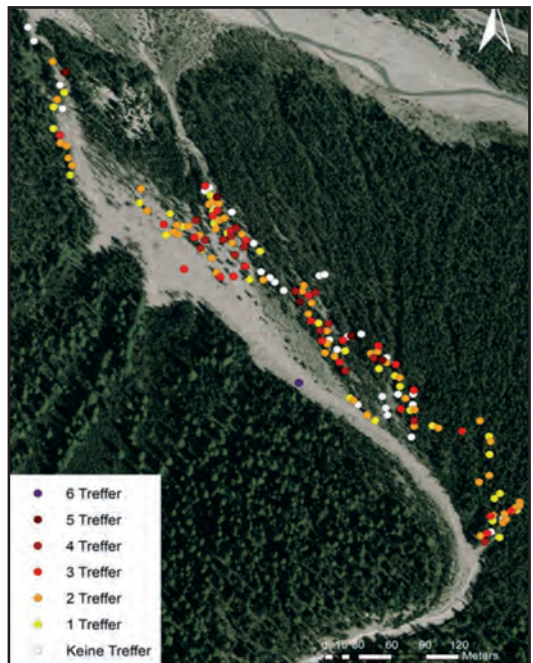
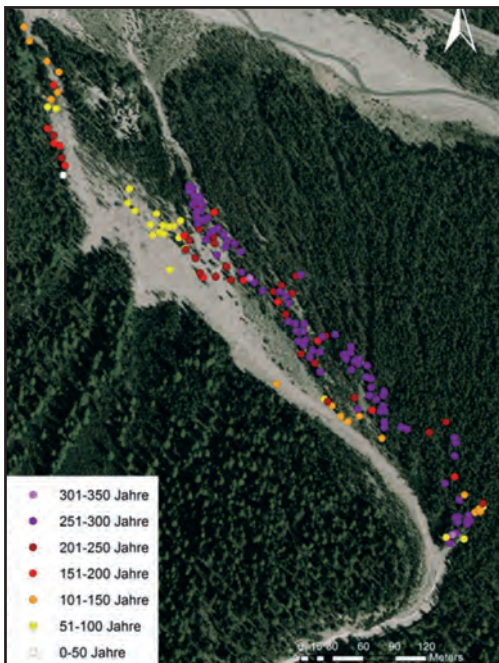


Abb. 37 a u. b: Altersstruktur von Spirken im Murggebiet Val Bruna (Schweizer Nationalpark).

In 396 Bohrspaltenproben konnten Wachstumsstörungen von insgesamt 32 Murgang-Ereignissen zwischen 1789 und 2006 rekonstruiert werden. (aus HÄBERLI 2013).

6 Schlussfolgerungen

Konsequenzen aus dem vorher Gesagten ergeben sich in naturschutzfachlicher, naturschutzpolitischer, landesplanerischer, gefahrenschutzstrategischer und forstpolitischer Hinsicht.

6.1 Erico-Pinion braucht Natura 2000

Schon weil sie fast die gesamten Alpen mit ihren biogeografischen Teilregionen überspannen, sind Schneeheide-Kiefernwälder für die Erfüllung der Biodiversitätssicherungsziele der Alpen und der EU unverzichtbar. Zahlreiche Anhang II- und IV-Arten erfordern einen wirksamen Schutzschirm für das Gesamthabitat, nötigenfalls mit bestandserhaltender Nutzung. **Die Entfernung des Erico-Pinion aus dem Anhang I der FFH-Richtlinie der Nationalen Liste Deutschlands war fachlich unvertretbar, ist aus heutiger Sicht kaum mehr nachvollziehbar und sollte zusammen mit anderen Geburtsfehlern der Natura 2000-Strategie rückgängig gemacht bzw. egalisiert werden.**

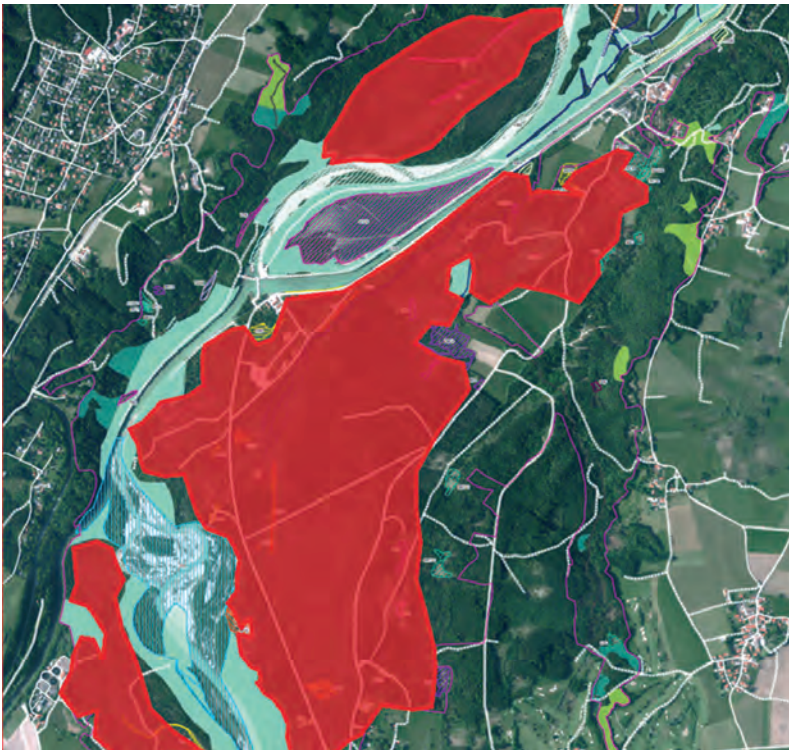


Abb. 38: Perversion der Natura 2000-Strategie am Beispiel der Pupplinger Au bei Wolfratshausen/Obb. im NSG Isarauen zwischen Schäftlarn und Bad Tölz und im FFH-Gebiet "Oberes Isartal".

Der rote Bereich umfasst ca. 60 – 70 % der NSG-Fläche, wird aber nicht mit Natura 2000-Entwicklungszielen belegt und im FFH-Managementplan-Entwurf 2014 nicht bearbeitet, weil das Erico-Pinion dem Anhang I der FFH-RL nicht mehr angehört; wird nicht einmal als § 30 BNatSchG-geschütztes Biotop nachrichtlich übernommen. Vor allem in diesem Bereich wären aber gezielte Erhaltungs- und Pflegemaßnahmen erforderlich (die zudem bereits 2010 in einem großen Beweidungsprojekt eingeleitet wurden; vgl. ISARTALVEREIN 2012). In den sonstigen bunten Flächen erhält sich die Natur meistens von alleine. Dieselbe Situation begegnet uns im Stadtwald Augsburg und im Haunstetter Wald am Lech bei Augsburg/Schwaben im NSG Stadtwald Augsburg und im FFH-Gebiet "Lechauen zwischen Königsbrunn und Augsburg" (LIEBIG & PANTEL 2009; PFEUFFER 2012).



Abb. 39: Beweidungsprojekt Pupplinger Au in den durch fehlende Sedimentationsdynamik und Extensivnutzung vergrasenden Schneeheide-Kiefernwäldern der Pupplinger Au/Obb. (QUINGER 2001) mit der seltenen, aber robusten und genügsamen "Murnau-Werdenfelser-Rinderrasse" (Foto: J. Kaschek).



Abb. 40: Stark vergrastes Endstadium des Schneeheide-Kiefernwaldes im Augsburger Stadtwald. Die Zukunft von einigen Hundert Hektar floristisch noch restaurationsfähigen Karbonatkiefernwäldern am außeralpinen Lech ist offen. Ein hier im Haunstetter Wald mit großem Engagement durchgeführtes Beweidungsprojekt wird u.a. durch Konflikte mit dem Trinkwasserschutz auf kleine Teilflächen eingengt (Foto: E. Pfeuffer).

Möglichen Einwänden, die relativ tief gelegenen und großflächigen zentral-, süd- und südwestalpinen Vorkommen könnten durch den Status als geschützte FFH-Gebiete in den Hauptentwicklungsachsen wichtige Erschließungs- oder Bauvorhaben erschweren und der wirtschaftlichen Entwicklung Schaden zufügen, ist entgegenzuhalten:

- Die EU-Naturschutzstrategie soll nicht konfliktscheuen Nischennaturschutz betreiben, sondern auch Akzente in der Raumnutzungsplanung setzen.
- Müssten mit diesem Argument nicht auch extensive Flachland- und Bergwiesen, Ästuar- oder Salzwiesen sofort vom FFH-Anhang I verschwinden?

Wenn Natura 2000 relativ großflächige und biogeografisch/klimatisch im Alpenraum über mindestens 5 Staaten (F, I, A, D, SLO) gespannte Lebensraumtypen mit dem höchsten Rote Liste-Artenanteil aller Wälder ausspart, verliert es den Anspruch, eine allein internationalen fachlichen Kriterien verpflichtete Naturschutzstrategie zu sein.

Wie dringend ein umfassenderer, nicht durch lokale Autoritäten relativierbarer Schutz für dieses Trockenwaldökosystem in Wahrheit ist, zeigen die z.T. heute noch anhaltenden Großeingriffe in diese unersetzlichen Schatztruhen der xerothermen Artenvielfalt:

- Industrie- und Großabbaugebiet Tschirgant/Bezirk Landeck (liegt fast komplett in einem der nordalpenweit größten Bestände)
- Riesencampinggelände und Großabbau im Erico-Pinion-Wald SE Piz Armentarola/Valle di S. Cassiano/Abteital (Südtirol)
- Steinbruch Martinswand bei Innsbruck
- Ganz ähnliche Problemfälle im Wallis, Alpes-Haute Provence und Hautes Alpes (z.B. La Plaine; eigene Eindrücke).

Sollte von französischer und italienischer Seite die Großflächigkeit von Trockenkiefernwäldern als Hinderungsgrund für die Aufnahme als FFH-LRT geltend gemacht werden, so wäre darauf zu verweisen, dass es allein in den Pyrenäen nach CANO-GENCAT et al. (2012) rund 110.000 ha *Pinus uncinata*-Bestände gibt und im übrigen Frankreich 53.000 ha (deren Kalk/Gipsvorkommen auch mit französisch-italienischer Billigung in den Anhang I aufgenommen wurden), währenddessen die deutschen und österreichischen Schneeheide-Rotföhrenwälder deutlich kleiner sind.

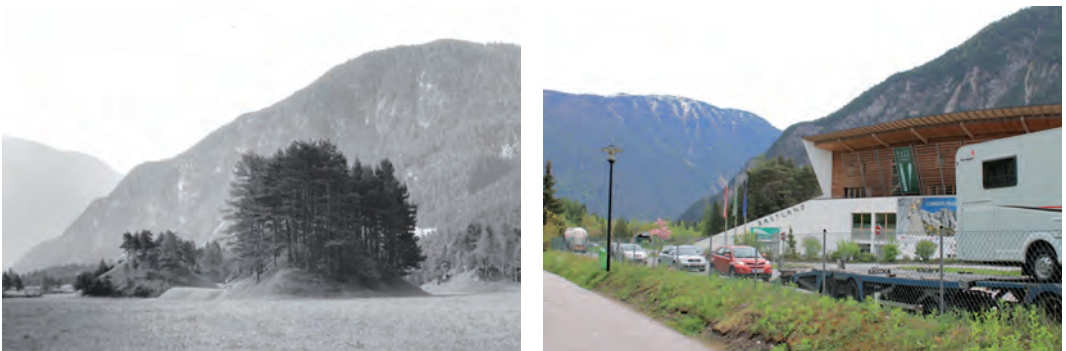


Abb. 41 a u. b: Erico-Pinion-Buckel in einzigartiger Toma(Bergsturz-)Landschaft am Fernpass/Tirol; gleicher Standort 1960/2013 (Fotos: A. Micheler/A. Ringler).

Der vordere Buckel wurde leider weggesprengt/abgetragen und durch eine riesige Rastanlage ersetzt. Der Buckel hinten links hat in stark verändertem Zustand noch überlebt.

6.2 Artenschutz als russisches Roulette? Stellen lichte Hangtrockenwälder eine Bedrohung für die Täler dar?

Beim Extremregen vom 11.6.1996 wurde die Straße Grainau – Griesen/Lkr. Garmisch-Partenkirchen mit Geröllmassen überschüttet. Diese kamen aus zahlreichen Hanggräben des Grießberges (HÖLZEL 1996), deren Einzugsgebiete wiederum in lichten und naturschutzfachlich besonders wertvollen Buntreitgras-Kiefernwäldern lagen, in denen der seltene Gelbringfalter fliegt und die noch selteneren Gladiolen, Backenklees, Baldosegge und Strauchkronwicke gedeihen. Wirklich passiert ist zwar nichts, aber der Fall könnte die Sicherung halboffener Trockenwälder als unvereinbar mit dem Schutz vor Elementargefahren erscheinen lassen.

Tatsächlich liegen trotz ihres bescheidenen Flächenanteiles in den Schneeheide-Kiefernwäldern relativ viele und große Schutzwaldsanierungsflächen. Steilhangföhrenwälder sind häufig als Humusschwundstandorte (Hanglabilitätskartierung) bzw. als Erosions-, Steinschlags- und Lawinenschutzwälder gemäß Art. 10 BayWaldG deklariert. Bestände wie am Burgberg bei Mittenwald (Schutz der Straße nach Leutasch), Grießberg/GAP (Staatsstraße und Bahn), Fahrenberg am Walchensee/TÖL (B 11, Herzogstandbahn), Höhenberg/GAP (B 2 vor Steinschlag und Schneerutschen), Isarberg/TÖL (Mautstraße), Heu- und Antoniberg/BGL (B 305), Ristfeuchthorn/BGL (E 641) und an der Weißwand/BGL (B 305) haben konkrete Schutzbedeutung für Infrastruktureinrichtungen wie Talstraßen, Bahnlinien und Siedlungen.

Grund zu Panik besteht aber eher nicht, und zwar aus folgenden Gründen:



Abb. 42: Schutzwaldsanierungsgebiet im Schneeheide-Kiefernwald, hier am Grießberg/Loisachtal/Lkr. Garmisch-Partenkirchen; rechts. Wettersteingebirge (Foto: Archiv VzSB).

1. Vergleicht man die Muren- oder Geröllabgangsaktivität von föhrenbestockten Dolomithängen mit anderen Bergflanken, so gibt es keine auffälligen Abweichungen. Neue Murkegel sind bei den meteorologischen Großereignissen 1999, 2000, 2002, 2005 und 2013 viel häufiger unterhalb völlig Erico-Pinion-freien, z.T. dicht bewaldeter Bergflanken entstanden (z.B. oberes Lindertal, Hintersteiner- und Retterschwangtal).
2. Auf die wirklich talgefährlichen Lawinen, die von weit oben bis unten durchstoßen, hat die maximal 150 m hohe Kiefernwaldstufe keinen Einfluss. Sie würden auch durch aufgeforstete dichte Bergwälder nicht aufgehalten werden. Die gefährlichsten und dynamischsten Mur- und Lawinenrinnen der Bayerischen Alpen wurzeln in hoch aufragenden Dolomit- und Wettersteinkalkmassiven, deren häufige Geschiebestöße auch durch basale intakte Bergwälder nicht aufgehalten werden können (z.B. Allgäuer Grenzkamm, Vorkarwendel, Estergebirge, Kreuzspitz- und Scheinberggruppe). Viele Erico-Pinion-Schwerpunkte hingegen liegen an niedrigeren, meist nur bis 1200 m aufragenden Bergzügen, oft sogar in abgelegenen Seitentälern ohne Betroffenheit wichtiger Talstraßen oder gar Siedlungen.
3. Naturschutzwichtige Bestände wie am Krepelschrofen/Estergebirge/Lkr. Garmisch-Partenkirchen oder bei der Wallgauer Maxhütte/Lkr. Garmisch-Partenkirchen sind frei von nennenswerten Anbrüchen und liegen sogar z.T. direkt oberhalb von Bebauungen.



Abb. 43: Schutzwaldsanierungsfläche am Rotenkopf/Estergebirge/Lkr. Garmisch-Partenkirchen. Beispiel für den begrenzten Erfolg von Hochlagen-Pflanzaktionen auf schwierigen steilen Dolomitstandorten (bodenklimatische Extreme, Schalenwild, Schneebewegungen). Dies gilt für Erico-Pinion-Standorte in noch höherem Maße. Auf solchen Standorten ist eine landeskulturelle Alternative zum derzeitigen Zustand oft unrealistisch (Foto: Archiv VzSB).

4. Die gefürchteten Großhangrutschungen, Erdströme und Rotationsrutsche gibt es im Regelfall in diesen Gesteinsbereichen nicht (vgl. LfU-Gefahrenhinweiskarte).
5. Die Hangdynamik der Nordalpen hat sich seit ihrem Höhepunkt in der Periode 1920 – 1960 eher beruhigt (KOCH 2004) und der Zustand der Schutzwälder hat sich insgesamt verbessert.

6.3 Management der Schneeheide-Kiefernwälder

6.3.1 Management der Hangkiefernwälder

Viele sehr steile Schneeheide-Kiefernwälder sind selbsterhaltend und forstlich ungenutzt. Das sollte weiter so bleiben. Weniger steile Bestände können ihren lichten, unterwuchsarmen, für seltene Arten günstigen Charakter oft nur durch Weidenutzung (ggf. mit begleitenden Schwendmaßnahmen) konservieren. Dies bedeutet aber nicht zwingend, dass sie wegen ihrer Nutzungsabhängigkeit ihren Erhaltungsanspruch verlieren. In den Nordalpen ist nämlich eine Trennung in

- "ursprüngliche" Bestände auf sehr steilen und felsigen Standorten, die obligatorisch von forstlichen Maßnahmen auszunehmen sind (z.B. Aurikel-Buntreitgras-Kiefernwälder im Sinne von HÖLZEL 1996) und
- "sekundäre" Bestände, die früher Bergmischwälder gewesen sein könnten und nur durch historische Übernutzung in den heutigen Zustand geraten sind,

wenig sinnvoll bis unmöglich. 8.300 Jahre vor heute ist ein natürlicher Wildfeuer- und Holzkohlenhorizont fast alpenweit nachgewiesen (VALESE et al. 2011). Ab 5.500 vor heute sind z.T. anthropogen gesteuerte Brand- und Rodungseinflüsse unstrittig, die also deutlich vor der natürlichen Etablierung des Bergmischwaldes (nach KRAL (1972) und MAYER (1974) vor etwa 4.000 Jahren) und der regionalen Bucheneinwanderung einsetzten. Hinzu kommt der kontinuierliche Äsungseinfluss wilder Megaherbivoren vor allem an relativ schneearmen Sonnhängen, der erst im Mittelalter auslief, aber durch Rotwild und Gams in die Jetztzeit prolongiert wurde.

Das allein macht es, auch in Anbetracht eines etwa 500-jährigen Entwicklungszyklus des Bergmischwaldes, eher unwahrscheinlich, dass auf den klassischen Erico-Pinion-Hängen der nördlichen Kalkalpen je voll ausgebildete Bergmischwälder existiert haben. Ein lichter Erico-Pinion-Wald, der sich heute mit Buche, Ahorn etc. unterbauen lässt (Fichtensetzlinge gedeihen auf heißen Dolomithängen nach BAIER (2006) ohnehin sehr schlecht) bzw. in dem nach Weide- und Wildausschluss Bergmischwaldbäume aufkommen, kann als nutzungs- bzw. wildstabilisiertes Reliktökosystem durchaus "ursprünglich" oder "primär" sein und eine kontinuierliche nacheiszeitliche Floren- und Faunentradition verkörpern. Der Begriff der potenziell natürlichen Vegetation ist in diesem Zusammenhang wenig zielführend.

Sieht man von relativ wenigen Beständen mit unmittelbarem Gefahrenpotenzial für Talsiedlungen und hochfrequentierten Verkehrswegen ab, ist die Erhaltung des lichten Bestandscharakters naturschutzfachlich geboten. Bei stark reduzierten Schalenwildbeständen gelingt dies nur mit einem nachhaltigen Beweidungsregime (Rinder, Pferde, Schafe und Ziegen). Selbsterhaltende Steilhangbestände mit hoher Viehtrittempfindlichkeit sollten dabei ausgespart werden. Damit werden auch Feuerschutzziele erreicht (siehe Punkt 6.4).

Die noch aktive Beweidung einiger Standorte z.B. im Werdenfelser Land, Vilser Gebirge, Berchtesgader Land und Tiroler Inntal ist derzeit aber nur (mehr) im Unterhangbereich wirksam (z.B. Wank, Ofen-, Griesberg, Imst). Möglichkeiten ihrer (Wieder-)Ausdehnung sollten geprüft werden. Auch die

erstrebenswerte Kiefernverjüngung kann an ein geeignetes Weideregime gekoppelt sein, da sie in verdämmenden Grasfilzen fast ganz ausbleibt.

Ein Indikator für die Erhaltungswürdigkeit kieferndominierter Lichtwälder sind seltene Reliktarten mit geringem Ausbreitungsvermögen (z.B. *Carex baldensis* (Baldo-Segge), *Linum viscosum* (Klebriger Lein), *Gladiolus palustris* (Siegwurz), *Lathyrus scopolii* (Gelbe Wicke), *Dorycnium germanicum* (Deutscher Backenklee), *Coronilla emerus* (Strauchkronwicke), *Saxifraga mutata* (Kies-Steinbrech)). Solche Arten kommen in den Nordalpen teilweise auch in lichten Karbonatkiefernwäldern vor, die mit Laubholz unterbaut werden sollen.

Unterpflanzungen sollten auf unmittelbar siedlungs- und verkehrswegegefährdende Standorte beschränkt werden. Das ist z.B. nicht der Fall an Sonnseiten von Seitentälern und -gräben oder an Steilhängen an mittelgebirgsartigen Bergrücken, wo keine Lawinen und Muren aus höher gelegenen Bergflanken ankommen. Für die Bändigung einer Lawine oder Mure aus einem weit oben ansetzenden Hanggraben ist die Schutzwaldsanierung an Unterhängen zwischen den Gräben und Runsen wirkungslos.

Das Gebot der Wirtschaftlichkeit und Steuermittelersparnis gilt auf heißen Mullhumus-Renzina-Dolomithängen mit geringer Humusaufgabe in besonderem Maße. Nach den Ergebnissen von GAMPE (1989) und BAIER (2006) wäre auf typischen Erico-Pinion-Standorten mit besonders großen Ausfällen z.B. bei der Fichte zu rechnen. Nachdenklich stimmt, dass nur auf 8 % der Kontrollblattaufnahmen die Sanierungsziele der bayerischen Schutzwaldaufforstungen als "voll erreichbar" taxiert wurden (BSMELF 2013). Dabei sind aber schutzwaldsanierungstechnisch günstigere Standorte inbegriffen.

Im Übrigen sollte die Bodenschutzwirkung einer sehr lockeren Föhrenbestockung mit weitgehend geschlossener Gras- und Zwergstrauchschicht nicht unterschätzt werden, wiewohl sie sich im Stein-schlag- und Waldlawinenschutz weit vom Optimum entfernt.

Die Erhaltung von Erico-Pinion-Beständen kann auch im Management des Wald-Wild-Konfliktes eine Rolle spielen. Als großflächige Winter- und Frühjahrseinstände z.B. für Gams, deren reduktionsbedingt immer geringere Erlebbarkeit von Wildbiologen und Touristikern bedauert wird, können sie möglicherweise lokal zur Verbissentlastung von Bergmischwäldern beitragen.

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass das z.B. im inneralpinen Trockengebiet auftretende Föhrensterben (RIGLING et al. 1999, 2001, 2004) bei uns keine Rolle spielt.



Abb. 44 a u. b: Grasige Kiefernwälder als Jungviehsommerungsweide in der Hangfußzone im Loisachtal/Lkr. Garmisch-Partenkirchen (Fotos: Archiv VzSB).

6.3.2 Management der alluvialen Kiefernwälder

Trockenkiefernwälder auf jungen Flussterrassen haben ohne gezieltes Management meist keine Zukunft mehr, weil ihr Entstehungsgrund und ihre Erneuerung durch Staustufen und Geschieberückhaltung meist entfallen sind. Dagegen hilft auch keine Restwasserregelung und künstliche Geschiebezuführung.

Einzige Ausnahmen sind wenige Alpenflussoberläufe mit ungestörter Überflutungs- und Sedimentationsdynamik wie Tagliamento, Piave, obere Loisach, Isar oberhalb Krün, Tiroler Lech, Durance etc.

In den übrigen, flächenmäßig weit überwiegenden Fällen hilft allenfalls eine relativ intensive Beweidung in Kombination mit Läuterungsmaßnahmen, wie sie am Augsburg Lech und bei Wolfratshausen bereits praktiziert wird (QUINGER 2001, IFANOS 2012, ISARTALVEREIN 2012, LIEBIG & PANTEL 2009). Immerhin standen viele der lockeren (Erdseggen-)Schneeheide-Kiefern- und Spirkenwälder der Alpenflusssauen auch traditionell unter Rinderbeweidung (z.B. Wolfratshausen, obere Isar unterhalb Sylvenstein und Krün/Mittenwald, Lech bei Dessau, Jachen, Linder). Aber schon der aktuelle Konflikt des Augsburg Rotwild- und Wildpferd-Beweidungsprojektes mit dem Trinkwasserschutz zeigt, dass mittelfristig tragfähige Lösungen nur schwer zu finden sind.



Abb. 45: Arbeitseinsatz von Weilheimer Landwirtschaftsschülern in der Krüner Heimweide (Weide-Spirkenwald) (Foto: M. Hinterstoisser).

6.4 Feuerproblematik

Im Zuge der rezenten Klimaentwicklung, zunehmender Bebauung der Täler und Unterhänge und zunehmender Erholungs- und Feierabendnutzung muss in den Alpen mit häufigeren Waldbränden gerechnet werden. In einigen, nicht in allen Fällen, trat eine langfristige, weit über 60 Jahre anhaltende Degradation der Vegetation und Böden ein (MALOWERSCHNIG & SASS 2014, SASS et al. 2014, SASS et al. 2012 b, SASS 2014).



Abb. 46: Alte Waldbrandfläche im Schneeheide-Kiefernwald am Kirchengwand im südlichen Karwendel mit vollständiger Devastierung. Die Regeneration erfolgt hier äußerst langsam (Foto: Geogr. Inst. Uni Graz 2010).

Erhebungen der letzten Jahrzehnte zeigen, dass Hänge mit Erico-Pinion-Anteilen flächenüberproportional betroffen sind (SASS 2014, SASS et al. 2012 a; Sylvenstein, Thumsee, Griefßberg, Wank, Wallis etc.). Daraus könnte man schließen, dass

- in lichten grasigen Kiefernwäldern leichter Feuer ausbrechen und wandern kann und deshalb eine Umwandlung in dichtere grasärmere Wälder vordringlich ist,
- Erico-Pinion-Standorte standörtlich und lokalklimatisch bedingt die Wildfeuerentstehung begünstigen,
- lichte Karbonatkiefernwälder auf natürlicherweise feuerbegünstigende Standorte konzentriert sind (darauf deuten Wiederholungsereignisse am gleichen Standort, z.B. am Fahren- und Antoniberg).

Die starke Vergrasung der meist nur mehr kleinflächig beweideten Bestände und bevorzugten Schalenwildeinstände an den im Winter und Frühjahr schneearmen Steilhängen halten viele Bestände (halb) offen und erschweren die Kiefernverjüngung, was aber auch die Ausbreitung meist anthropogener Feuer begünstigen kann (SASS 2012 a und 2014). Neuere Brandereignisse z.B. im Sylvenstein-, Walchensee- und Thumseegebiet zeigen aber, dass auch bereits "sanierte", d.h. mit Bergmischwaldbäumen durchmischte Hangkiefernbestände nicht gegen Flächenfeuer gefeit sind. Die Feuereindrücke vom Schwarzberg an der oberen Isar (November 2011) deuten sogar daraufhin, dass sich die hartnäckigen Glutnester in Mischbeständen in Hangmulden einnisten und exponierte magerrasenartige Erico-Pinion-Hangabschnitte umgehen. MICHAELA MÜLLER (2011) sowie RÖHLE & MÜLLER (2009) zeigten, dass der mehrtägige Waldbrand am Antoniberg südlich Bad Reichenhall vom April 2007 in einem zu 39 % überschirmten Kiefern-Fichten-Bestand zwar die dortige Sanierungsaufforstung mit 106.000 Pflanzen weitgehend vernichtete, aber dank Wurzelbrut und Stockausschlägen unverbrannter Bäume keine Hangdevastierung eintrat.

Lichte grasige, aber extrem flachgründige Steilhangföhrenwälder mögen sich leichter entzünden (Grasscherben mit Brennglaswirkung, Zigaretten, Blitz usw.), erreichen aber im Brandfall nicht die stationäre Brandintensität humus- und unterholzreicher Wälder oder Latschengebüsche, in denen nach mehrtägigem stationärem Feuer sogar das Baumwurzelsystem ausbrennen kann.



Abb. 47 a u. b: Waldbrand im Buntreitgras-Kiefernwald am Antoniberg am Thumsee/Obb. im Juli 2013 und am Fahrenberg/Herzogstand/Obb. (Fotos: dpa und H. Lamminger, Südostnews.de).

Wie auch im November 2011 am Sylvenstein (Schwarzberg) sparte der Waldbrand die sehr licht bestockten humusarmen Felshang-Kiefernwälder weitgehend aus. In diesem Zusammenhang sei an die öffentlich geförderte Feuerschutzbeweidung von Trockenwäldern der französischen Südalpen erinnert, wo das Ausbreitungspotenzial von Waldbränden durch Kurz- und Schütterhalten der Bodenvegetation reduziert wird.

Erfahrungen dieser Art führten insbesondere in den Südwestalpen, wo die Waldbrandbetroffenheit ungleich größer ist, zu einer Feuerschutzstrategie, die durch Waldweide unterwuchs- und hochgrasarme sehr lockere Bestände herbeiführt und auch in den Agrarumweltprogrammen gefördert wird, z.B. MAET à objectif DFCI: "Défense des Forêts Contre les Incendies" im Département Var. (vgl. auch ÉTIENNE 2000, MINAMBRES 2015, LOVREGGIO et al. 2014). "Le sylvopastoralisme contribue à la défense des forêts contre les incendies parce qu'il entretient les pare-feux", sagt das Département Var in seiner Broschüre LA PROTECTION DE LA FORÊT.

6.5 Konsequenzen aus dem Hakenkiefernproblem

Die bayerischen Karbonat- und Silikatspirkenbestände verkörpern klassische Reliktstandorte, stehen in ihrer Artenschutzbedeutung den Schneeheide-Rotföhrenwäldern nicht nach und sind herausgehobene Monitoringstandorte für den Klimawandel (CORONA et al. 2015). Überfällig ist eine systematische taxonomische Untersuchung mit klassisch-morphologischen, molekulargenetischen und chemotaxonomischen Methoden. Sollte sich daraus keine genetisch und morphologisch deutliche Trennung von der westalpinen *Uncinata*-Kiefer herleiten lassen, so sind die bayerischen Karbonat- und Silikatspirkenbestände in die nationale und bayerische Liste der FFH-LRT Anhang I aufzunehmen, einschließlich in das bayerische Handbuch und die Kartieranleitungen für die FFH-LRT Anhang I und in die § 30 BNatSchG-Kartieranleitungen der geschützten Biotope, sind die Bestände zu kartieren, innerhalb bestehender FFH-Gebiete in die Standarddatenbögen nachzutragen und mit



Abb. 48: Modellhaftes Beweidungsmanagement lichter grasiger Spirkenwälder auf den Isarterrassen bei Wallgau (Foto: Archiv VzSB).

eigenen Entwicklungszielen in den FFH-Managementplänen zu bearbeiten. Außerhalb der bestehenden FFH-Gebiete sind ihre ökologisch repräsentativsten Vorkommen als neue EU-Schutzgebiete nachzumelden.

Zwar sind die allermeisten Spirkenbestände auf hochdynamischen oder extrem steilen Sonderstandorten derzeit ungefährdet. Jedoch sind aus der Vergangenheit empfindliche Eingriffe in solche Bestände durch Wildbach- und Murkegelverbauungen etc. bekannt (z.B. am unteren Kühalpenbach bei Ettal, Franzosenmauer am Friedergries, neue Forststraßentrassen). Beim Bau des Sylvensteinspeichers (1954-1959) wurden großflächige Bestände vernichtet.

Abb. 49 a-g: Historische Zerstörung schutzwürdiger Spirkenwälder bei Fall. Die Frage, ob auf den Sylvensteinspeicher (der damals für die Isarflößler nur zur Niedrigwasseraufbesserung im Raum Tölz gebaut wurde) heute verzichtet würde, wenn ein wichtiger Bestand des prioritär geschützten Lebensraum 9430* (Karbonatspirkenwälder) absaufen würde, wagen wir nicht zu beantworten.



a: Großer Spirkenwald am Isar-Einhang bei Fall (Foto: A. Micheler 1954).



b: Gleiche Stelle 2015 (Foto: A. Ringler). Die Stöcke der vor dem Einstau geschlägerten Bergkiefernwälder wurden 1958 abgebrannt und sind verkohlt immer noch erkennbar (schwarzer Fleck im Vordergrund).

c: Unmittelbar nebenan erinnern auch noch unverkohlte Kiefern- bzw. Spirkenwurzestöcke an den überstauten Bestand (Foto: A. Ringler).



d: Abgebrannte bzw. gerade brennende (Jung-)Spirkenbestände bei Fall 1958. Die Bestände entsprachen dem Bild 49 (Foto: A. Micheler).



e: Gleiche Stelle 2015 (Foto: A. Ringler).





f: Beweideter Spirken- (und Latschen?)-Bestand bei Fall 1954 (Foto: A. Micheler).



g: Gleicher Standpunkt 2015 (Foto: A. Ringler). Willi Meindl (Wolftratshausen), danke ich herzlich für das Hinausrudern zum Micheler'schen Originalstandpunkt, der heute mitten im Sylvensteinsee liegt.



Abb. 50 a u. b: Neuentstandener Schneeheide-Kiefernwald an der Isar bei Arzbach/nördl. Lenggries, d.h. flussabwärts des Sylvensteinsees.
a: Silberwurz-Lavendelweiden-Pionierstadium am damals noch nicht staugeregelten Fluss, im Hintergrund Kirche von Gaißach (Foto: A. Micheler 1956).

b: Gleicher Standpunkt.
Nach 50-jährigem Ausbleiben der ursprünglichen Flußdynamik (Sylvenstein-speicher 1959) hat sich daraus ein Wacholder-Erdseggen-Schneeheide-Kiefernwald gebildet (Foto: A. Ringler 2015).



7 Quellen

- AICHINGER, E. (1933): Vegetationskunde der Karawanken. – G. Fischer Verlag, Stuttgart. 329 S.
- AMANN, G. (2005): Vegetationskundliche Erhebungen in Natura 2000 Gebieten: Spirkenwälder Saminatal, Innergamp, Oberer Tritt und Brandnertal. Auftraggeber/Herausgeber: Amt der Vorarlberger Landesregierung Abteilung IVe-Umweltschutz, 51 S.
- ANDRÉ, G. & M. (2008): Le Pin à crochets (*Pinus uncinata* Ramond ex DC. var. *rotundata* [Link] Antoine) des tourbières : preuves historiques de son indigénat dans le massif jurassien et dynamique des peuplements suite aux actions anthropozoogènes. Les Nouvelles Archives de la Flore jurassienne, 6, 2008 – S.B.F.C., C.B.N.F.C., 57-110.
- BAIER, R. (2006): Wurzelentwicklung, Ernährung, Mykorrhizierung und "positive Kleinstandorte" der Fichtenverjüngung (*Picea abies* [L.] Karst.) auf Schutzwaldstandorten der Bayerischen Kalkalpen.- Diss. Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weißenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Department für Ökologie.
- BAIER, R., GÖTTLEIN, A. (2006): Praxisempfehlungen zur Verjüngung sensibler Schutzwaldstandorte in den Bayerischen Alpen.- AFZ 15: 824-826.
- BARTOLI, C. (1954): Sur les peuplements de pins à crochets de la Maurienne. Huitième congrès. Inst. Bot. section 13, p. 45-48.
- BARTOLI, C. (1964): Études Ecologiques Sur Les Associations Forestières De La Haute Maurienne.- Ann. Sc. Forest.: 433-749.
- BARTOLI, M. (1999): Quand les gènes vont et viennent, l'introgession entre le Pin sylvestre et le Pin à crochets. La Garance voyageuse, 46, p. 31-34.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2015): Artenschutzkartierung Bayern (ASK). (<http://www.lfu.bayern.de/natur/artenschutzkartierung/index.htm>).
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (1994): Zustand der Baumkronen am Fahrenberg im Forstamt Bad Tölz innerhalb und außerhalb der Brandfläche in den Jahren 1990, 1991 und 1993. – Unveröff. Bericht.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1990): Schneebewegungen und Lawinentätigkeit in zerfallenden Bergwäldern. – Informationsbericht 3/90.

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ/BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (ab 1987): Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern (ABSP): Landkreisbände Berchtesgadener Land, Traunstein, Rosenheim, Miesbach, Bad Tölz, Garmisch-Partenkirchen, Ostallgäu. (http://www.lfu.bayern.de/natur/absp_einfuehrung/index.htm).
- BAYSF (2012-2014): Regionale Naturschutzkonzepte für die Forstbetriebe Berchtesgaden, Oberammergau, Ruhpolding und Sonthofen.- Bayerische Staatsforsten, online.
- BERTINELLI, F., PETITCOLAS, V., ASTA, J., RICHARD, L. & SOUCHIER, B. (1993): Relations dynamiques entre la végétation et le sol sur éboulis froid dans les Alpes françaises méridionales.- *Rev. Ecol. Alp.* 2, 93–104.
- BIGLER, C., BRAKER, O. U., BUGMANN, H., DOBBERTIN, M., RIGLING, A. (2006): Drought as an Inciting Mortality Factor in Scots Pine Stands of the Valais, Switzerland.- *Ecosystems* (2006) 9: 330–343.
- BLASCHKE, M., MÜLLER-KROEHLING, S. & BUßLER, H. (2008): Ergebnisse aus der Naturwaldforschung in Bayern: Vielfalt oder Einfalt in der Kiefer? – *AFZ/Der Wald* 19: 1012–1014.
- BOSCH, O & GUTIÉRREZ, E. (1999): La sucesión en los bosques de pinus uncinata del pirineo. De los anillos de crecimiento a la historia del bosque. *Ecologia*, vol 13, pp 133–171.
- BOWMAN, W. D. (1992): Inputs and storage of nitrogen in winter snowpack in an alpine ecosystem. *Arctic Alp. Res.* 24, 211–215. doi: 10.2307/1551659.
- BRÄNDLI, U.-B. (1996): Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ergebnisse aus dem Landesforstinventar 1983-85: Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. *Ber. Eigenöss. Forsch. anst. Wald Schnee Landsch.* 342: 278 S. (<http://www.lfi.ch/publikationen/publ/baumarten.php>).
- BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die Inneralpine Trockenvegetation. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 273 p.
- BRESINSKY, A. (1959): Die Vegetationsverhältnisse der weiteren Umgebung Augsburgs.- 11. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg.
- BRESINSKY, A. (1997): Pilze aus Erico-Pinetea und Kontaktgesellschaften.- *Mycol. Bav.* 2: 12 – 20.
- BRESINSKY, A., KREISEL, H., BEISENHERZ, M., EGER, A. (2000): Mykologisches aus dem Werdenfelser Land.- *Zt. Mykol.* 66 (2): 123-138.
- BSMELF (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN) (2013): Erfolgskontrolle bei Schutzwald- und Schutzwaldsanierungsprojekten in Bayern. Antrag der Abgeordneten Rinderspacher et al. (Landtags-Drs. 16/15166).
- BUSINSKÝ, R. (1998): Pinus mugo agg. in former Czechoslovakia – taxonomy, distribution, hybrid populations and endangering. *Zprávy Ces. Bot. Spolec. Praha* 33: 29-52. [in Czech; English summary].
- BUßLER, H. (2012): Erfassung xylobionter Käferarten zur Identifikation autochthoner Kiefernstandorte im Naturschutz- und FFH-Gebiet "Stadtwald Augsburg" als Grundlage für eine nachhaltige und naturnahe Waldentwicklung.- I.A. Landschaftspflegeverband Stadt Augsburg e.V.
- BUßLER, H., MÜLLER-KROEHLING, S. (2008): Käferarten als Zeiger autochthoner Kiefernstandorte in Bayern.- *LWF-Wissen* 57.
- CANO-GENCAT, F. et mult. al. (2012): Guide de sylviculture du pin à crochets dans les Pyrénées.- Un-ci'Plus.eu/documemnts-du-projet.
- CANTEGREL, R. (2013): Les Dossiers Forestiers Office National des Forêts.- Coordination : N°25.
- CHRISTENSEN, K. I. (1987): Taxonomic revision of the Pinus mugo complex and P. × rhaetica (P. mugo × sylvestris) (Pinaceae). *Nordic J. Botany* 7: 383-408.
- CNBA (CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL ALPIN) (2011): Synopsis phytosociologique des habitats naturels et semi-naturels du territoire d'agrément (RA et PACA).- version actualisée 2014, 23/10/.

- CORONA, C., LOPEZ-SAEZ, J., STOFFEL, S., ROVÉRA, G., EDOUARD, J.-L., GUIBAL, F. (2015): Impacts of more frequent droughts on a relict low-altitude *Pinus uncinata* stand in the French Alps.- *Frontiers in Ecology and Evolution* ESEB2015 (August 10-14).
- DZIALUK, A., MUCHEW CZ, E., BORATYNSKI, A., MONSERRAT, J. M., BORATYNSKA, K., BURCZYK, J. (2009): Genetic variation of *Pinus uncinata* in the Pyrenees determined with cpSSR markers.- *Plant. Syst. Evol.* 277: 197-205
- ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*.- Stuttgart: Ulmer.
- ELLMAUER, T. (Hrsg.) (2005): *Entwicklung von Kriterien, Indikatoren und Schwellenwerten zur Beurteilung des Erhaltungszustandes der Natura 2000-Schutzgüter. Band 3: Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Im Auftrag der neun österreichischen Bundesländer, des Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Umweltbundesamt GmbH*, 616 pp.
- ÉTIENNE, M. (2000): *Aménagement de la forêt méditerranéenne contre les incendies et biodiversité. Revue forestière française, n°spécial, Patrimoines naturels forestiers.*
- EWALD, J., MÜLLER, C. (2004): *Baumwacholder in Südbayern*.- LWF Wissen.
- FELDNER, R. (1978): *Waldgesellschaften im NSG Ammergauer Berge*.- Diss. Univ. BOKU Wien, 369 S.
- FRAMENAU, V. (1995): *Gnaphosa inconspicua und Xysticus viduus, zwei bemerkenswerte Spinnenfunde an der Oberen Isar (Regierungsbezirk Oberbayern) (Araneae: Gnaphosidae, Thomisidae)*.- *Arachnol. Mitt.* 10: 17-19, Kurzmittellungen Basel, Dezember 1995.
- FRANKL, R. (2001): *Die Bergkiefer in den Tannheimer Bergen*. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 71: 1213 – 158.
- GALOP, D. (2013): *Jalons pour une histoire du Pin à crochets (Pinus uncinata ramond ex DC) dans Les Pyrénées. Office National des Forêts. Evaluation patrimoniale des populations de pin à crochets aux Pyrénées*, pp. 30-36.
- GAMPE, S. (1989): *Über Sanierungsaufforstungen in den Bayerischen Alpen*.- Diss. LMU München, 300 S.
- GAMS, H. (1930): *Über Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen*.- *Veröff.Geobot.Inst.Rübel Zürich* 6: 32 – 80.
- GUINIER, P., POURTET, J. (1951): *Les variations du Pinus montana Miller, du Tyrol au Briançonnais*. *Bull. Soc. Bot. de France*. 78e session extr., p. 123- 126.
- HÄBERLI, A. (2013): *Räumlich-zeitliche Rekonstruktion der Murgangaktivität im Val Brüna, Schweizerischer Nationalpark*.- Masterarbeit der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- HAHN, J. F. (2009): *Regenerierung des alluvialen Schneeheide-Kiefernwaldes (Erico Pinetum) im NSG und Naturwaldreservat "Pupplinger Au" in Oberbayern*. Diplomarbeit Waldbau-Institut, Arbeitsbereich Vegetations- und Standortskunde der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- HAMERNIK, J. & MUSIL, I. (2007): *The Pinus mugo complex* -*J. For. Sc.* 53 (6): 253–266.
- HEGI, G. [HRSG:] (1981): *Illustrierte Flora von Mitteleuropa – Bd.I/2 Gymnospermae, Angiospermae: Monocotyledones*, 1. Paul Parey Berlin, Hamburg, 3. völlig neu bearb. Aufl. 269 S.
- HELBING, F., LÖFFLER, F. & FARTMANN, T. (2014): *Auswirkungen von Waldweide und Auendynamik auf Heuschreckengemeinschaften in Schneeheide-Kiefernwäldern DGfO – 13. Jahrestagung in Salzburg*, 14-17.
- HELBING, F., BLAESER, T. P., LÖFFLER, F. & T. FARTMANN (2014): *Response of Orthoptera communities to succession in alluvial pine woodlands*. *Journal of Insect Conservation* 18: 215–224.
- HEMP, A. (1995): *Dolomit-Kiefernwälder der Frankenalb*.- *Bayer. Forum Ökol.* 22: 189 S.
- HEMP, A. (2012): *Vegetation Database Frankenalb*.- *Biodiv. & Ecology* 4: 362-362.
- HENDLER, R., RÖDDER, D., VEITH, M. (2010): *Flexibilisierung von Natura 2000 vor dem Hintergrund des Klimawandels*.- DOI: 10.1007/S10357-010-1950-5.

- HEUERTZ, H., TEUFEL, J., GONZÁLES-MARTÍNEZ, S., SOTO, A., FADY, B., ALIA, R. & VENDRAMIN, G. (2010): Geography determines genetic relationships between species of mountain pine (*Pinus mugo* complex) in western.- *Evolutionary Biology and Ecology*.
- HILDEBRANDT, M. (1997): Die Bedeutung der Schneeheide-Kiefernwälder als Schutzwald.- *Ber. ANL* 21: 57-64.
- HÖLZEL, N. (1996 a): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen.- *Lauf. Forsch.ber.* 3: 192 S.
- HÖLZEL, N. (1996b): Erico-Pinetea – Alpisch-Dinarische Karbonat-Kiefernwälder – In: HÖLZEL, N., FISCHER, A., SEIBERT, P., DIERSCHKE, H. (1996): *Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands* H. 1.
- HÖLZEL, N. (1996c): Erico-Pinetea (H6). – Alpisch-dinarische Karbonat-Trocken-Kiefernwälder. – *Synopsis Pflanzenges. Dtschl.* 6: 1–49.
- HOLVECK, S. (2002): Le sylvopastoralisme à objectif de défense des forêts contre l'incendie: des principes généraux aux applications pratiques pour quelques aménagements dans le département du Var. Master en Développement Rural et Projets. Editeur: IAMM Montpellier, 100 S.
- HOLZINGER, W. E., JANTSCHKE, E., REMANE, R. (1996): Erstnachweise von Zikaden in Österreich.- *Linzer biol. Beitr.* 28 (2): 1149-1152.
- IFANOS (2012): Umsetzungskonzept zum Erhalt und zur Entwicklung präalpiner Kiefernwälder auf Flussschottern im Naturschutzgebiet "Stadtwald Augsburg".- I.A. LPV Augsburg.
- ISARTALVEREIN (2012): Weideprojekt Isarauen.- Prospekt Isartalverein e.V.
- JANCHEN, E. & H. NEUMAYER (1942): *Oesterreichische Botanische Zeitschrift* 91: 214.
- JERZ, H., SCHAUER, T., SCHEURMANN, K. (1988): Ascholdingen und Pupplinger Au.- *Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt*, Jg. 51: 87-131.
- KARL, J. M., MANGELSDORF, J. & K. SCHEURMANN (1977): Die Isar, ein Gebirgsfluß im Spannungsfeld zwischen Natur und Zivilisation. – *Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt*, Jg. 42: 175–214.
- KOCH, F. (2004): Zur raumzeitlichen Variabilität von Massenbewegungen.- *Diss. Geogr. Inst. Univ. Regensburg*.
- KONNERT, M., LUDWIG, H., VENDRAMIN, G. (1999): Über die "aufrechten Bergkiefern" im Wimbachgries.- *Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt*, Jg. 64: 119 – 129.
- KORTENHAUS, W. (1987): Das Naturwaldreservat Friedergries. – *Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt*, Jg. 52: 37–70.
- KRAL, F. (1972): Grundlagen zur Entstehung der Waldgesellschaften im Ostalpenraum.- 8.300 vor heute.- *Ber.Dt.Bot.Ges.* 85: 173-196.
- KRAL, F. (1988): Pollenanalytische Untersuchungen im Fernpaßgebiet (Tirol): Zur Frage des Reliktcharakters der Bergsturz-Kiefernwälder.- *Verh. Zool. Bot. Ges. Österr.* 126: 127 – 139.
- KUHN, J. (1993): Naturschutzprobleme einer Wildflusslandschaft: Anmerkungen zur "Teiltrückleitung der oberen Isar" (Oberbayern). – *Natur und Landschaft* 68 (9): 449–54.
- LABESSOULHE, S. (2014): Dendroécologie du pin à crochets (*Pinus uncinata* Mill. Ex. Mirb.): étude d'un bio indicateur des variabilités climatiques dans le massif du Vercor.- s *Biodiversity and Ecology*. 2014.
- LEININGEN, W., GRAF ZU (1906): Beschreibung von Mooren in der Umgegend von Schongau mit besonderer Berücksichtigung ihrer Waldvegetation. *Nat. wiss. Z. Land- u. Forstwirtschaft* (4,6) 233-265, München.
- LIEBIG, N., PANTEL, N. (2009): Beweidung präalpiner Kiefernwälder auf Flussschottern im NSG "Stadtwald Augsburg" mit Przewalskipferden und Rothirschen.- *Zwischenbericht nach zwei Jahren Projektlaufzeit.- Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben*.
- LIPPERT, W., MÜLLER, N., ROSSEL, S., SCHAUER, T., VETTEL, G. (1995): Der Tagliamento.- *Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt*, Jg. 60: 11-70.

- LORENZ, W. (1993): Vegetationskundliche Untersuchungen der Schneeheide-Kiefernwälder im Landkreis Garmisch-Partenkirchen. – *Hoppea*, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 54: 301–349.
- LOVREGGIO, R., MEDDOUR-SAHAR, O., LEONE, V. (2014): Goat grazing as a wildfire prevention tool: a basic review.- Italian Society of Silviculture and Forest Ecology doi: 10.3832/ifor1112-007.
- LUTZ, J.L. (1956): Spirkenmoore in Bayern.- *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 31: 58-69.
- MAIER, J. (1993): Zapfenuntersuchungen bei *Pinus mugo* TURRA.- *Mitt. Dt. Dendrol. Ges.* 21: 5-12.
- MALOWERSCHNIG, B., SASS, O. (2014): Long term vegetation development on a wildfire slope in Innerzwain.- *J.Forestr.Res.* 25 (1): 103-111.
- MARCYSIAK, K. (2004): Interpopulational variability of *Pinus uncinata* Ramond ex DC. in Lam. & DC.(Pinaceae) cone characters.- *Dendrobiology* 51:43-51.
- MARCYSIAK, K. & BORATYNSKI, A. (2007): Contribution to the taxonomy of *Pinus uncinata* based on cone characters.- *Plant. Syst. Evol.* 264: 57-73.
- MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes: Ökologie der Wälder und Landschaften. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 344 S.
- MEYER-GRASS, M. & M. SCHNEEBELI (1992): Die Abhängigkeit der Waldlawinen von Standorts-, Bestandes- und Schneeverhältnissen. *Interpraevent* 92, Tagungspubl. Bd. 2: 443-455.
- MINAMBRES, L. (2015): Integrated silvopastoral management plan: An innovative tool to preserve biodiversity and prevent wildfires.- Projektbericht LIFE13 BIO/ES/000094.
- MINGHETTI, P. (2003): Le Pinete a *Pinus sylvestris* del Trentino-Alto Adige.- *Braun-Blanquetia* 33: 1-95.
- MOLEND, R. (1996): Zoogeographische Bedeutung kaldufterzeugender Blockhalden im außeralpinen Mitteleuropa: Untersuchungen an Arthropoda, insbesondere Coleoptera. *Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg* 35, 5–93.
- MONTACCHINI, F., CARAMIELLO, R. (1968): Il *Pinus Mugo* Turra Ed Il *Pinus Uncinata* Miller in Piemonte. Note Critiche e Distribuzione.- *Giornale botanico italiano* 102 (6): 529 – 535.
- MÜLLER, C. (2003): Baumwacholder in den Bayerischen Alpen.- Diplomarbeit FH Weihenstephan.
- MÜLLER, MARCO, FAAS, J., PFADENHAUER, J. (2013): Einfluss der Überschirmung auf die Vegetation von Almweiden in den Bayerischen Alpen.- *Anliegen Natur* 5/2013: 12–24.
- MÜLLER, MICHAELA (2011): Verjüngungsanalyse in Schutzwäldern der Bayerischen Alpen.- AV Akad. Verlag, 140 S.
- MÜLLER, N. (1990): Die überationale Bedeutung des Lechtals für den botanischen Arten- und Naturschutz.- *Schr. R. LfU* 99: 17-39.
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2005): Laufkäfergemeinschaften als Zielartensystem für 13d-geschützte Waldgesellschaften und Anhang I-LRT.- *Abschl.ber.Kurat.proj. V52 (LWF)*, 248 S.
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2013): Zum Vorkommen der bisher meist verkannten *Amara pulpani* KULT 1949 und *Amara makolskii* ROUBAL 1923 in Wäldern Bayerns.- *Angewandte Carabidologie* 10: 35–40.
- NEUMANN, M. (2011): Räumliche und zeitliche Rekonstruktion der Murgangaktivität für alpine Einzugsgebiete, eine dendrogeomorphologische Fallstudie.- Masterarbeit Universität für Bodenkultur Wien, Department für Bautechnik und Naturgefahren.
- OBERDORFER, E. (1992): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, IV. Stuttgart, Jena: Fischer, 282 p. (texte) et 580 p. (tableaux).
- OZENDA, P., WAGNER, H. (1975): Documents de cartographie ecologique, les series de vegetation de la chaine alpine et leurs equivalence dans les autres systemes phytogeographiques, vol. XVI, 49-64, Grenoble.
- PAILL, W. (2003): *Amara pulpani* – eine valide Art in den Ostalpen. *Rev. Suisse Zool.* 110(2): 437-452.
- PAUL, H., RUOFF, S. (1932): Stratigraphische und pollenstatistische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern.- *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 20: 1-264.

- PEER, T. (1993): Die Föhrenwälder in Südtirol in ihren räumlichen und ökologischen Beziehungen.- Dissertationes Botanicae 196 (Festschrift ZOLLER): 191-208.
- PFEUFFER, E. (2010): Der ungebändigte Lech.- Augsburg: Wißner.
- PFEUFFER, E. (2012): Natur in Augsburg.- Augsburg: Wißner.
- PIGNATTI, E. & S. (2014): Plant Life of the Dolomites.- Springer, 767 S.
- POLATSCHKE, A. (1997): Flora Nordtirols, Osttirols und Vorarlbergs.- Tirol. Landesmus. Ferdin., 1077 S.
- PRETZEL, J. (2005): Auswirkungen hoher Schalenwildsdichte auf die Bodenentwicklung bewaldeter Hauptdolomitstandorte.- Vortr. Waldforsch. Akt., 4 S.
- QUINGER, B. (2001): Restitution von Magerrasenbrachen in der Pupplinger Au und Pähler Hardt.- Ber.ANL 2001: 67-72.
- RAUSCH, V. (1981): Die Reliktföhrenwälder um Garmisch-Partenkirchen. – Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt, München Jg. 46: 41-64.
- RIEGEL, G. (2003): Modellvorhaben zum Erhalt der biologischen Vielfalt in lichten Waldlebensräumen des Lechtals; unveröff. Manuskript im Auftrag des DVL, Ansbach, 27 S.
- RIGLING, A., CHERUBINI, P. (1999): Wieso sterben die Waldföhren im "Telwald" bei Visp? Eine Zusammenfassung bisheriger Studien und eine dendroökologische Untersuchung.- Schweizerische Zt. Forstwesen 150: 113–131.
- RIGLING, A., FORSTER, B., WERMELINGER, B., CHERUBINI, P. (1999): Grossflächige Veränderungen des Landschaftsbildes im Kanton Wallis – Waldföhrenbestände im Umbruch. Wald und Holz 80: 8–12.
- RIGLING, A., WALDNER, P. O., FORSTER, T., BRÄKER, O. U., POUTTU, A. (2001): Ecological interpretation of tree-ring width and intraannual density fluctuations in *Pinus sylvestris* on dry sites in the central Alps and Siberia. Can J. For Res. 31: 18–31.
- RIGLING, A., WEBER, P., CHERUBINI, P., DOBBERTIN, M. (2004): Bestandesdynamik zentralalpiner Waldföhrenwälder aufgezeigt anhand dendroökologischer Fallstudien aus dem Wallis, Schweiz. Schweizerische Zt. Forstwesen 155: 178– 190.
- RINGLER, A. (1976): Zustandserfassung und Schutzgebietsplanung Ammergauer Alpen.- i.A. Reg. v. Obb. und Reg. v. Schw., 300 S.
- ROBLEDO-ARNUNCIO, J., COLLADA, C., ALÍA, R., GIL, L. (2005) Genetic structure of montane isolates of *Pinus sylvestris* L. in a Mediterranean refugial area. Journal of Biogeography 32: 595-605.
- RÖHLE, H., MÜLLER, M. (2009): Waldbrand im Schutzwald.- LWF aktuell , 71:32-33.
- SANDOZ, H. (1982): Le complexe des Pins dits "de montagne". Analyse historique des principaux biotopes utilisés. Rev. Gén. Bot., 89, p. 121-129.
- SASS, O., HAAS, F., SCHIMMER, C., HEEL, M., BREMER, M., STÖGER, F. & WETZEL, K.-F. (2012a): Impact of forest fires on geomorphic processes in the Tyrolean Limestone Alps. Geografiska Annaler A94 (1): 117–133.
- SASS, O., HEEL, M., HAIDA, C., BREMER, M., WETZEL, K.-F. (2012b): Die Brandflächen an den Bettelwurf-Platten. In: Forum Hall in Tirol, Bd. 3, Verlag Ablinger & Garber, S. 46-59.
- SASS, O. (2014): Fire Risk and Vulnerability of Austrian Forests under the Impact of Climate Change Programm.- Schlußber., Institut Geogr., Univ. Graz.
- SCHAUER, T. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teiltrückleitung. – Jb. Verein zum Schutz der Bergwelt, München, Jg. 63: 131–141.
- SCHMID, E. (1936): Die Reliktföhrenwälder der Alpen. – Beitr. z. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz 21: 190 S.
- SCHMID, J. (2000): DNA- und Isoenzym-Polymorphismen in Populationen des Berg-Kiefern-Komplexes, *Pinus mugo* Turra s.l. PhD Thesis, Diss. Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg.
- SCHMITT, B., FARTMANN, T. & HÖLZEL, N. (2010): Vergesellschaftung und Ökologie der Sumpf-Siegwurz (*Gladiolus palustris*) in Südbayern. Tuexenia 30: 105–127.

- SEIBERT, P. (1966): Kiefernwälder des Erico-Pinion im bayerischen Alpenvorland. – Angew. Pflanzensoz. 19: 243–248.
- SEIBERT, P. (1992): Klasse. Erico-Pinetea. – In OBERDORFER, E. (Eds.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. 2. Aufl.: G. Fischer, Jena.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C. & SCHRÖDER, E. unter Mitarbeit von MESSER, D. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie. Schr.R. f. Landschaftspfl. u. Natursch. 53, 560 S.
- STARLINGER, F. (1992): Rotföhren- und Spirkenwälder am Fernpaß (Tirol). — Tuexenia 12: 67-91.
- STARLINGER, F. (1999): Die Spirke – ein anspruchloser Baum an seinem Arealrand, Seltene Bäume, Kostbarkeiten des heimischen Waldes, Tagungsband Igls-Vill, März 1999, pp 41-48.
- STILL, F. (1991): Die Pflanzengesellschaften am Wank.- Diss. TUM.
- STÖHR, O. et al. (2014): Basiserhebung von LRT und Arten von gemeinschaftlicher Bedeutung in Österreich.- Natur und Landschaft 86/11: 471-477.
- STROBL, W. (1989): Die Waldgesellschaften des Salzburger Untersberg-Gebietes zwischen Königsseeache und Saalach. – Stapfia, Linz: 144 S, 7 Tabellen.
- SUCK, R., TÜRK, W. (1993): Pflanzengesellschaften und Vegetationsmosaik im nördlichen Oberfranken. – Diss. Bot. 207: 1–290.
- VALESE, E., CONEDERA, M., VACIK, H., JAPELJ, A., BECK, A., COCCA, G., CVENKEL, H., DI NARDA, N., GHIRINGHELLI, A., LEMESSI, A., MANGIAVILLANO, A., PELFINI, F., PELOSINI, R., RYSER, D., WASTL, C. (2011): Wildfires in the Alpine region: first results from the ALP FFIRS project <http://www.wsl.ch/info/mitarbeitende/onedera/download/Valese2011>.
- VIGO, J. (1969): Los bosques de los pisos montano y subalpino en los Pireneos orientales, Actes du IV Congrès Int. d'Et. Pyr., p. 94-102.
- WAGNER, A. (2000): Minerotrophe Bergkiefernmoore im Alpenvorland.- Diss. TUM-Weihenstephan.
- WALENTOWSKI, H., KÖLLING, C., EWALD, J. (2007): Die Waldkiefer – bereit für den Klimawandel? LWF Waldwissen 57: 37-46.
- WALLNÖFER, S. (1993): Erico-Pinetea. — In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs.
- WEBER, S. (2000): Untersuchungen zur Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae) einer Wildflußlandschaft (Salzburg, Tennengau). – Diplomarbeit der Paris Lodron Universität Salzburg, 163 pp. (s. a.: http://www.lebensader-taughl.at/images/Tiere/Ameisen/Weber_Ameisen_Taughl_2001.pdf).
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Stuttgart: Ulmer, 765 S.
- ZACHARDA, M., GUDE, M., KRAUS, S., MOLEND, R. & RUZICKA, V. (2005): The relict mite Rhagidia gelida (Acari, Rhagidiidae) as a biological cryoindicator of periglacial microclimate in European highland screes. Arctic Antarct. Alp. Res. 37, 402–408.
- ZECHMEISTER, H. (2000): Redemanusk. Abteilung für Naturschutzforschung, Vegetations- und Landschaftsökologie.- Institut für Ökologie und Naturschutz.- Universität Wien.
- ZEHENDNER, M. (1985): Die Reliktföhrenwälder im oberbayerischen Hochgebirge – Schutzfunktion in Gefahr. – Schriftenr. Bayer. Forstverein H. 6: 155–165.
- ZIMMERMANN, A. (1982): Erica-reiche Silikat-Föhrenwälder in den östlichen Zentralalpen: überregionaler Vergleich. — Phytion (Austria) 22 (2): 289-316.
- Z.N.I.E.F.F. (2004): L'actualisation de l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique de Provence Alpes Côte d'Azur: ANNEXE 1: Listes des espèces et habitats déterminants et remarquables.
- ZÖTTL, H. (1952): Zur Verbreitung des Schneeheide-Kiefernwaldes im bayerischen Alpenvorland.- Ber. Bayer. Bot. Ges. 29: 92-95.

INTERNET-Recherchen zur Natura 2000-Situation von Erico-Pinion- und Hakenkiefernwäldern:
http://www.lfu.bayern.de/natur/absp_daten/index.htm
<http://www.lfu.bayern.de/natur/artenschutzkartierung/index.htm>
http://www.lfu.bayern.de/natur/biotopkartierung_alpen/index.htm
http://www.lfu.bayern.de/natur/biotopkartierung_flachland/index.htm
http://www.lfu.bayern.de/natur/biotopkartierung_flachland/kartieranleitungen/doc/bestimmungsschlüssel_30.pdf
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:DE:PDF>
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52003DC0845>
https://www.bfn.de/0316_dokumente.html
https://www.bfn.de/0316_bericht2007.html
http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/rep_habitats/index_en.htm http://bd.eionet.europa.eu/article17/index_html/habitatsummary/?group=Zm9yZXN0cw%3D%3D&habitat=9430®ion
http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/2007_07_im.pdf
https://circabc.europa.eu/sd/a/dcb49f6a-543c-4f4d-b0af-5ec6597decfc/DE_20140528.pdf
http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/rep_habitats/index_en.htm
http://bd.eionet.europa.eu/activities/Reporting/Article_17/Reports_2013
http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf
http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/natura2000/Nat_Bericht_2013/lebensraumtypenliste_20140116.pdf
<http://fleursetvegetation.fr>

Danksagung:

Die Anregung zu diesem Artikel geht auf die VzSB-Schriftleitung (Dr. K. LINTZMEYER) zurück, dem auch für die aufwendigen Redaktionsarbeiten, Literaturangaben, unermüdliche Fotobeschaffung im Ausland und Recherchen zur Natura 2000-Situation herzlich gedankt sei. Mit großer Verspätung flossen früher geführte Erico-Pinion-Diskussionen mit Prof. Dr. N. HÖLZEL, W. LORENZ, Prof. Dr. G. KAULE, Prof. Dr. N. MÜLLER, Prof. Dr. J. EWALD und Prof. Dr. H. WALENTOWSKI ein. Für die Bereitstellung vieler instruktiver Fotos im In- und Ausland wird herzlich gedankt: Dr. G. FRANK, Wien, W. KRAUS, Murnau, Dr. E. PFEUFFER, Augsburg, Dr. TH. SCHAUER, Gelting.

Familie MICHELER, München und Landshut, überliess mir dankenswerterweise historische Fotos des längst verstorbenen oberbayerischen Regierungsnaturschutzbeauftragten ANTON MICHELER (1902-1980).

Anschrift des Verfassers:

Alfred Ringler
pla projektgruppe landschaft + artenschutz
Bonauweg 4
83026 Rosenheim
pla.ringler@t-online.de

Hinweis der Schriftleitung:

Die südbayerischen Verbreitungskarten mit den wichtigsten Erico-Pinion-Beständen (Abb. 3, Abb. 10-22, Abb. 31-33) sind aus Platzgründen verkleinert dargestellt. Die Karten stehen zur größeren Darstellung zum Download auf der Homepage des Vereins (www.vzsb.de) unter Publikationen zur Verfügung.