

# Charakteristik und Besonderheiten der alpinen Pflanzenwelt

## Konsequenzen für den Artenschutz in Österreich

Brigitte Klug-Pümpel

### 1. Einleitung

Pflanzenarten fügen sich mit ihrer belebten und unbelebten Umwelt zu Ökosystemen zusammen, wobei die einzelnen Arten untereinander sowie gegenüber abiotischen Faktoren nach oft jahrtausendelanger Entwicklung in einem Fließgleichgewicht stehen. Und gerade diese abiotischen Faktoren sind es nun, die alpine Ökosysteme sehr wesentlich von anderen unterscheiden.

Ziel des vorliegenden Kurzreferates ist es, die anatomische, morphologische und physiologische Anpassung alpiner Sippen an ihren extremen Lebensraum darzustellen, einige Ursachen für die aktuelle Bedrohung von Alpenpflanzen und alpinen Ökosystemen in Österreich aufzuzeigen, sowie einen zahlenmäßig belegten Überblick über die in Österreich gefährdeten Arten zu geben, wobei anhand der Roten Listen und der bestehenden, aber teilweise unzureichenden Schutzmaßnahmen auf die Bedeutung eines effizienten Biotop-schutzes hingewiesen werden soll.

### 2. Besonderheiten der Alpenpflanzen

Vor allem die Pflanzen der alpinen und nivalen Stufe sind optimal an ihren extremen Lebensraum angepaßt.

Die widrigen klimatischen Faktoren lassen nur eine sehr kurze Vegetationszeit zu. ELLENBERG (1982) gibt für Pflanzengesellschaften über der Waldgrenze einen Richtwert von 100 Tagen an. Eigene Beobachtungen sowie mehrjährige Messungen im Rahmen des MaB-Projekts „Hohe Tauern“ (FRANZ 1975, WEISS 1977, KLUG-PÜMPEL 1981) bestätigen dies.

MOSER (1973) und LARCHER (1980) berichten, daß Pflanzen der alpinen und der nivalen Stufe bereits bei Temperaturen unter 0°C mit der Photosynthese beginnen können, und die Strahlung am Standort kann auch bei relativ tiefen Temperaturen optimal genutzt werden.

Dennoch haben viele der (überwiegend ausdauernden, zum Teil sehr alt werdenden) Alpenpflanzenarten ein sehr langsames oberirdisches Wachstum. GRABHERR et al. (1978) ermittelten ein Alter von bis zu 20 Jahren für Triebe der Krummsegge, die sich vegetativ mit einer Wachstumsgeschwindigkeit der Rhizome von nur 0,9 mm pro Jahr ausbreitet.

Häufig wird ein großer Teil der Nettoassimilation zum Aufbau eines starken Wurzel- oder Rhizomsystems verwendet oder – zumindest bei ausdauernden krautigen Pflanzen – ein überdurchschnittlich hoher Feinwurzelanteil angelegt (MÄHR & GRABHERR 1983, KÖRNER & RENHARDT 1987). In alpinen Grasheiden in

den Hohen Tauern wurde für ein *Curvuletum* ein Sproß-Wurzel-Verhältnis von 1:6,5; für einen Bestand von *Deschampsia cespitosa* auf 2300 m ü. NN ein solches von 1:4,85 ermittelt. In einem Krautweiden-Schneetälchen betrug das Verhältnis ober- zu unterirdischer Phytomasse 1:7 (KLUG-PÜMPEL 1981).

In der alpinen Stufe erfordert die Produktion von Samen bzw. Früchten einen unverhältnismäßig hohen Energieaufwand, weshalb sie in ungünstigen Jahren ganz oder teilweise unterbleiben muß. STIMPFL (1985) hat darüber hinaus beobachtet, daß etliche Alpenpflanzenarten auch unter günstigen Bedingungen nur wenige Samen produzieren. Vor allem solche Arten verlegen sich in erster Linie auf vegetative Vermehrung, etwa über Rhizome oder Ausläufer, oder aber es werden vegetative Brutknospen gebildet.

Gelingt es einem Individuum jedoch einmal, reife Samen zu bilden, so ist immer noch mit der Möglichkeit zu rechnen, daß diese einem hungrigen „Konsumenten“ zum Opfer fallen.

Die Samen sehr vieler Arten, die erst im Spätsommer reifen, durchlaufen eine Keimruhephase, um nicht im Keimlingsstadium den langen Winter überdauern zu müssen (REISIGL & KELLER 1987).

Eine erfolgreiche Samenkeimung zum richtigen Zeitpunkt ist aber auch nur dann möglich, wenn der Samen neben den passenden Temperatur-, Licht- und Feuchtigkeitsverhältnissen auch noch das geeignete Substrat vorfindet. Üblicherweise bietet die unmittelbare Umgebung der Mutterpflanze die Bodenverhältnisse, die dem Keimling zusagen. Wind, Schnee, Schmelzwasser oder Tiere sorgen jedoch oft genug dafür, daß diese Bedingung nicht erfüllt werden kann.

Ist ein Same erst einmal gekeimt, dann beginnt die besonders kritische Phase der Keimlingsentwicklung. Nur wenn diese an einer einigermaßen geschützten Stelle abläuft, d. h. ohne extreme Feuchtigkeits- und Temperaturschwankungen und bei günstigen Licht- und Bodenverhältnissen, dann ist ein Durchkommen möglich (vgl. WILDER-ECCHER 1988).

So vergehen oft mehrere Jahre, bis eine Alpenpflanze das generative Alter erreicht. Hat die Pflanze aber das schwierige Keimlingsalter hinter sich und ist an ihrem Standort etabliert, dann befindet sie sich zumeist in Gesellschaft „Gleichgesinnter“: Die Arten bzw. Individuen in ihrer unmittelbaren Umgebung sind ebenso gut an den Extremstandort angepaßt wie sie und es gilt, sich den Wurzelraum, die verfügbaren Nährstoffe, das Wasser, das Licht zu teilen.

Je abweisender der Standort ist, also je weniger von den eben genannten Faktoren zur Verfügung

steht, umso offener und lückiger wird die Pflanzendecke, und umso niedriger bleibt sie auch im allgemeinen. Vor allem an solchen Standorten drohen der Pflanze natürlich auch weitere Gefahren aus ihrer unbelebten Umwelt, z. B. Überstauung mit Schutt, extreme Schnee- oder Frostperioden während der Vegetationszeit, aber auch Überhitzung und Wassermangel können auftreten. All diesen Unbilden begegnen die Alpenpflanzen gut gerüstet; ihre Wuchsform, ihre Organe sind darauf sozusagen vorbereitet, sie haben sich das genetische Rüstzeug dazu über lange Zeit erworben. Zur Besiedlung von bewegtem Schutt haben verschiedene Arten verschiedene ausgeklügelte Strategien entwickelt (s. REISIGL & KELLER 1987). Auch das Eingeschneitwerden mitten im Sommer überstehen manche Arten schadlos. Der Gletscherhahnenfuß kann im Extremfall sogar 3 Vegetationsperioden unter Schnee überleben (MOSER et al. 1977). Auch Temperaturstürze während der Vegetationszeit können unbeschadet überstanden werden, wenn – wie bei vielen Arten üblich – ein Assimilatüberschuß als Reserve und Frostschutz in den oberirdischen Organen vorhanden ist.

Gegen Überhitzung und Austrocknung schützen sich etliche Arten der alpinen und der nivalen Stufe durch ihre halb- bis vollkugelige Wuchsform. Innerhalb dieser Polster, aber auch bereits im Inneren mancher spalierartig wachsender Holzpflanzen, herrscht ein wesentlich ausgeglicheneres Bestandesklima als es das Mikroklima der Umgebung erwarten ließe (CERNUSCA 1976a, b).

Sieht man von den vor etwa 2500 Jahren einsetzenden und zunächst vergleichsweise langsamen und lokal begrenzten menschlichen Aktivitäten im Alpenraum ab, so hatten es die Alpenpflanzen seit ihrer Wiederbesiedlung dieses Gebiets nach der letzten Eiszeit also „nur“ mit widrigen Naturgewalten zu tun.

Der Mensch nutzte den Alpenraum verstärkt seit dem Mittelalter zur Viehhaltung und für den Bergbau. Seiner Siedlungstätigkeit in diesem Raum verdanken wir eine Kulturlandschaft bis hinauf an die Waldgrenze. Dank der über Jahrhunderte kaum veränderten Bewirtschaftungsweise verleiht diese Landschaft dem Alpenraum einen besonderen Reiz.

### 3. Ursachen für die aktuelle Bedrohung von Alpenpflanzen und alpinen Ökosystemen in Österreich

Einschneidende und wirklich gefährliche anthropogene Veränderungen traten erst ein mit der allgemeinen Industrialisierung in Europa, der Technisierung von Land- und Forstwirtschaft und der explosionsartigen Zunahme des Alpentourismus. Im Laufe der letzten hundert Jahre wurden die österreichischen Alpen ein Nah- und Fernerholungsziel ersten Ranges, wobei ein starker Akzent auf dem Wintertourismus liegt.

Österreich hat stolze 17000 ha Skipistenfläche aufzuweisen, von denen allein in Tirol 7000 ha zu finden sind (GREIF 1987, KOUTNY 1989). Über 40 % dieser Flächen liegen über der alpinen Waldgrenze, im sog. „Alpinen Grünland“, etwa 3 % in der Fels- und Eisregion.

Anhand von Fallbeispielen soll nun gezeigt werden, worauf einige unserer schönsten Alpenpflanzenarten im Zusammenhang mit dem Skitourismus sehr empfindlich reagieren.

In Obertauern, einem sehr schneesicheren, daher sehr stark frequentierten und in den letzten 20 Jahren aus kleinsten Anfängen enorm angewachsenen Wintersportort in Salzburg, wurde seit 1986 die Beziehung zwischen Skipistenbewuchs und Kontaktvegetation studiert (KLUG-PÜMPEL 1988). Das Untersuchungsgebiet liegt in 1800 bis 2400 m ü. NN und weist eine Vielfalt an geologischem Ausgangsmaterial auf. Von der engen Verzahnung von Hauptdolomit bzw. Kalk mit silikatischen, stellenweise sehr tonreichen Schiefern und armen Quarziten profitiert auch die Artenvielfalt im Gebiet. Auf Karstufen liegen z. T. bereits verlandende Seen; im sog. Hundsfeld finden sich ausgedehnte Flachmoorkomplexe (FUCHS 1983). Im Südtal des Gebiets kommt es an der Grenze zwischen Hauptdolomit und Tonschiefern oberhalb der Waldgrenze zu einer engen Nachbarschaft von Kalkfels-, Kalkschuttfuren und Seslerietalgesellschaften mit *Caricetalia curvulae* und bodensauren Schneetälchen.

Das Gebiet ist durch Aufstiegshilfen und Pisten bis an die Grenzen des Möglichen erschlossen. Der Normalfall in diesem Intensiv-Skigebiet ist die planierte, künstlich begrünzte und intensiv gedüngte Piste, die sich schon von weitem in Art und Farbe ihres Bewuchses von der Umgebung abhebt.

Wie sehr diese Art von Pistenbetrieb die Lebensmöglichkeiten der autochthonen (vor allem der im Bundesland Salzburg geschützten) Pflanzenarten einschränkt, zeigt (Abb. 1). Drei pflanzensoziologische Aufnahmen aus dem Grenzgebiet zwischen Tonschiefern und Dolomit sind hier einander gegenübergestellt. Auf 3 „Schienen“ aufgereiht finden sich für jede Aufnahme die Arten in ihrer Artmächtigkeit, die durch verschieden hohe Säulen wiedergegeben ist. Die Arten sind nach ihren unterschiedlichen Standortansprüchen gruppiert.

Die Schiene ganz links zeigt, welche Arten in welcher Mächtigkeit auf einer seit mehr als 2 Jahrzehnten bestehenden, planierten und begrünnten Abfahrtpiste vorkommen. Die mittlere Schiene gibt die Verhältnisse wieder, wie sie ein Jahr nach dem Zuschütten eines neuen Kabelgrabens und vor dem Auflaufen der eben erst ausgebrachten (aus z. gr. T. importierten Gräsern bestehenden) Neuansaat vorgefunden wurden. Die Aufnahme ganz rechts stammt aus einem davon nur wenige Meter entfernten, skelettreichen Hang mit einem Vegetationsmosaik aus kalkliebenden Felsflur- und Steinrasenarten und kleinflächig vertretenen Arten bodensaurer Magerrasen und Zwergstrauchheiden. Insgesamt fanden sich in den Aufnahmen immerhin 11 in Salzburg ganz oder teilweise geschützte Arten. Keine einzige davon stand jedoch in der begrünnten und gedüngten Piste. Die erst 1 Jahr vor der Aufnahme entstandene Rohbodenfläche (mittlere Aufnahme) zeigt sehr deutlich, daß sich bereits über 30 Blütenpflanzenarten aus der näheren oder weiteren Umgebung etablieren konnten. Es sind sogar 6 in Salzburg geschützte Arten darunter (Pioniere wie *Silene acaulis* oder *Saxifraga caesia* sowie andere fels- und schuttbewohnende Steinbrecharten).

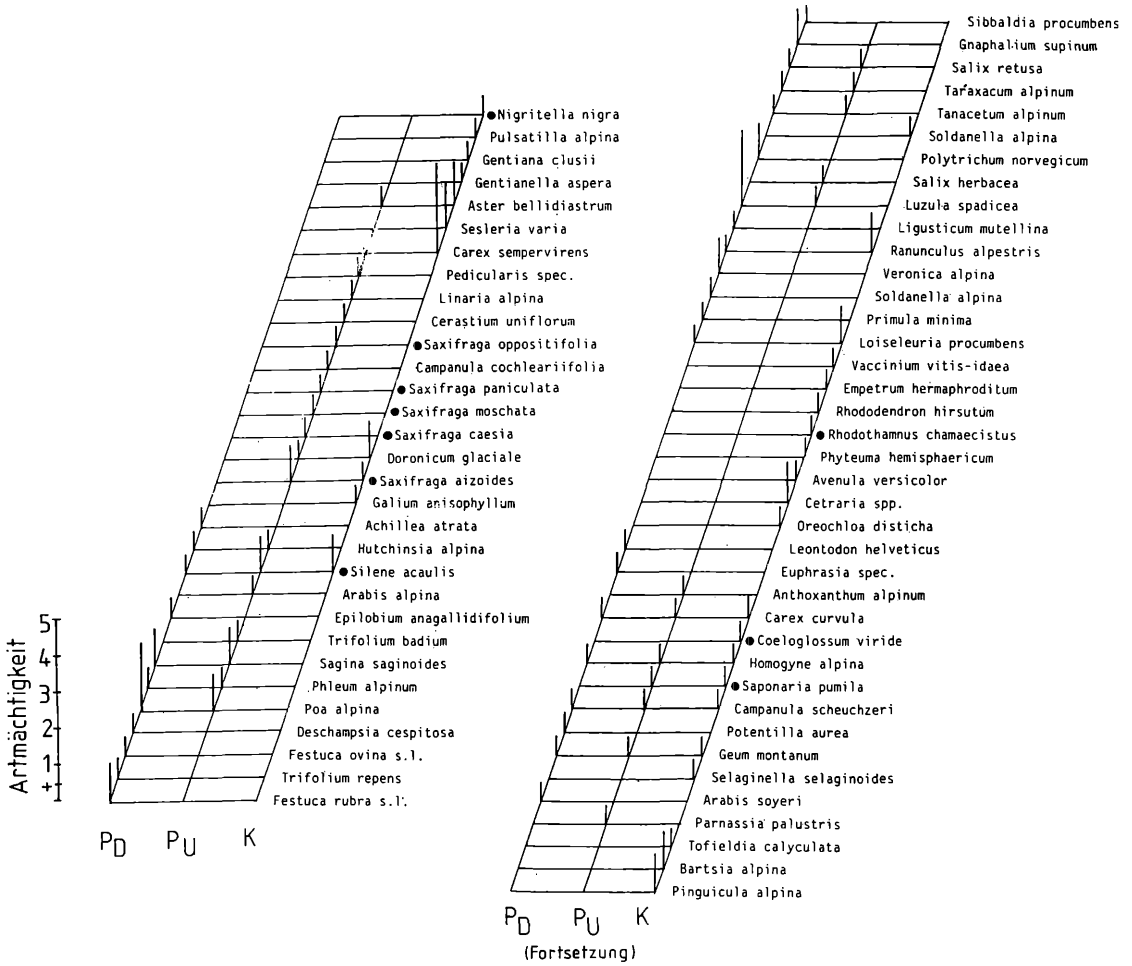
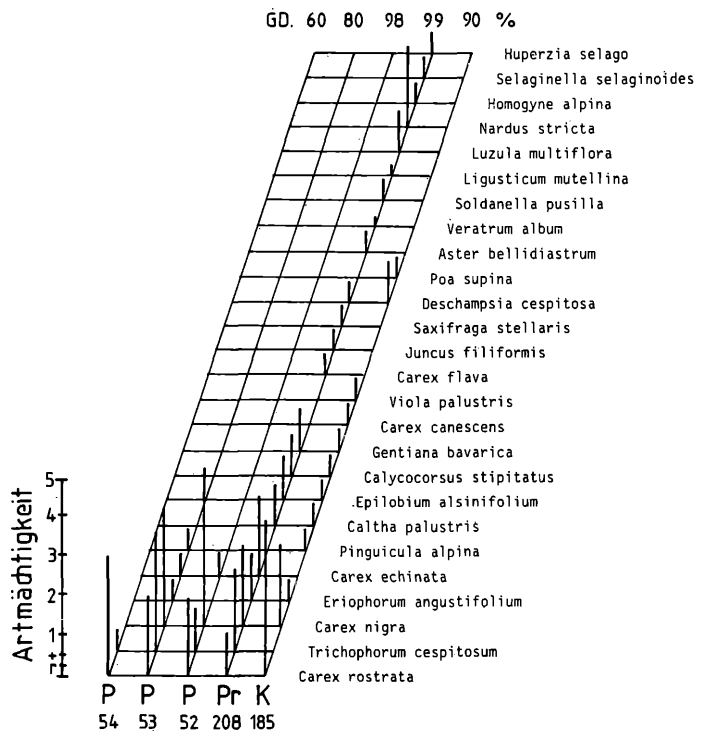


Abbildung 1

Vergleich der Artmächtigkeiten auf einer über 20 Jahre alten, gedüngten und begrünten Pistenplanie (P<sub>D</sub>), einer 1 Jahr alten, ungedüngten und noch nicht künstlich begrünten Planie (P<sub>U</sub>) und der Kontaktvegetation (K). In der linken Hälfte der Darstellung von unten nach oben die Gruppen der Saatgutarten, der typischen Pistenbegleiter und der Fels-, Schutt- und Steinrasenarten. In der Fortsetzung (rechte Bildhälfte) von unten nach oben: Pflanzen nasser Standorte, magerer Standorte, Zwergstrauchheiden und Schneetälchen. Schwarzer Punkt vor Pflanzennamen: in Salzburg geschützte Art.

Abbildung 2

Artemmächtigkeit und Gesamtdeckung (GD.) auf 3 einander benachbarten Stellen einer nicht planierten, nicht künstlich begrünten Piste, am Rand der Piste (Pr) und in der Kontaktvegetation (K) am Rand eines verlandenden Sees. Die Pistenaufnahmen P 53 und P 54 zeigten Spuren mechanischer Schädigung. Pr ist am seeabgewandten Pistenrand gelegen.



Auf die Kontaktvegetation beschränkt bleiben jedoch die *Orchidaceen Nigritella nigra* und *Coeloglossum viride* sowie *Rhodothamnus chamaecistus*, also Arten, die modrigumose, neutrale oder mäßig saure Böden bevorzugen. Es scheint also als wären in diesem speziellen Fall der Humuszustand und vor allem die Düngung auf den neu zu besiedelnden Flächen ein Hindernis für die Rückeroberung eines anthropogen veränderten Standorts.

Aber allein die mechanische Überbeanspruchung der Vegetation durch schwere Pistenfahrzeuge und Skifahrer selbst sowie deren Folgen für den Boden können starke Veränderungen in der Vegetationsdecke nach sich ziehen. Das zweite Beispiel stammt aus dem Uferbereich eines verlandenden Karsees im Nordteil des Gebiets (s. Abb. 2). Hier führt eine nicht planierte, auch nicht künstlich begrünte Piste, die im Winter maschinell präpariert wird, durch eine allmählich in ein Kleinseggenried übergehende Schnabelseggenegesellschaft. Hier zeigt sich an manchen Stellen der Piste, daß die Präparation (also das Verdichten des Schnees und die längere Schneedeckendauer einerseits, aber auch das bloße Befahren der Piste mit Raupen bei geringeren Schneemengen) ausreicht, um die Pflanzengesellschaft zu verändern. Etliche Arten werden aus diesem Lebensraum verdrängt, während andere zuwandern und den Charakter dieses Feuchtbiotops verändern (vgl. KRAMPITZ & KLUG-PÜMPEL 1989 im Druck). Bei diesem Beispiel ist zwar keine der in Salzburg geschützten Arten betroffen, aber die sichtbaren Verwundungen des Bodens und die Veränderung der Artengarnituren sind mehr als bedenklich, zumal in einem Landschafts- und Pflanzenschutzgebiet, in dem sogar die Legföhre teilgeschützt ist (ZWINK 1977). Darüber hinaus befindet sich im nahe gelegenen Hundsfeldmoor der einzige bisher nachgewiesene Brutplatz des Rotsternigen Blaukehlchens in Mitteleuropa, ein Umstand, der leider erst nach Beginn des Baubooms in dieser Gegend erkannt wurde und zu einem zumindest für die Brutdauer geltenden strengeren Schutz des unmittelbaren Moorbereichs führte.

Die kleineren Flachmoore und Karseen außerhalb des Hundsfeldes und eines begrenzten Wasserschutzgebiets werden jedoch (oder wurden bisher) den Geschäftsinteressen geopfert.

Somit ist bis auf weiteres das Gebiet von Obertauern wie viele andere österreichische Wintersportgebiete vorprogrammiert auf Konflikte zwischen Naturschutz und Wirtschaft, umso mehr als hier wie andernorts einige der Hoteliers und Liftbesitzer auch Bauern oder Grundeigner sind.

Auf den Pisten werden Jahr für Jahr (größtenteils importierte) Samen von Fettwiesen- und -weidenarten ausgesät oder nachgesät, gedüngt und dann, kaum ins Schossen gekommen, vom Vieh wieder abgeweidet. Düngung, konzentrierte Beweidung und die geschwächte Konkurrenzkraft der importierten Arten halten ein Perpetuum mobile in Gang, das logischerweise in absehbarer Zeit nicht zu einer echten Renaturierung der Pistenflächen führen kann, wie sie die Behörde jedoch in letzter Zeit bereits fordert. Unter den gegebenen Umständen ist es vielen der magerkeitszeigenden Arten der Kontaktvegetation nämlich unmöglich, diese Flächen wiederzubesiedeln.

Auch in Anbetracht der Erosionsanfälligkeit der Planien wäre eine Wiederbesiedlung mit standortgerechtem Saat- oder Pflanzgut bei schrittweiser Einschränkung der Düngung notwendig. Schließlich gilt es als erwiesen, daß auf Pistenplanien der oberflächliche Wasserabfluß bedeutend größer ist als in der naturnahen Vegetation derselben Höhenlage (KARL 1977). Bisher landete also sicherlich ein beträchtlicher Teil der Pistendünger mit dem Oberflächenabfluß in den Gewässern, deren Tier- und Pflanzenwelt somit auch noch von dieser Problematik betroffen sind.

Die „Bewirtschaftung“ der Pistenplanien in ihrer heutigen Form erinnert also fatal an viele Bereiche der überintensivierten Landwirtschaft.

Überintensivierung der alpinen Land- und Forstwirtschaft führt aber zu ähnlich bedenklichen Änderungen der Vegetation wie Bewirtschaftungseinschränkungen bis hin zu einem völligen Auflösen traditionell gepflegter Formen.

Dem Artenschutz wäre also ein Schutz gefährdeter Biotope zumindest gleichzustellen; es wäre allerdings schon sehr viel gewonnen, wenn die bereits bestehenden Gesetze und Verordnungen der einzelnen Bundesländer, den Naturschutz betreffend, rigoroser ausgelegt und strenger beachtet würden.

#### 4. Rote Listen und Artenschutz in Österreich

Im Jahr 1986 wurden unter der Gesamtleitung von H. NIKLFELD die Roten Listen der gefährdeten Pflanzenarten Österreichs veröffentlicht.

Allein von den insgesamt 2 873 Farn- und Blütenpflanzenarten Österreichs sind 1 081 (37,6 %) mehr oder weniger stark gefährdet. 53 Arten gelten bereits als verschollen oder ausgestorben. Darüber hinaus sind ca. 10 % der Gesamtartenzahl regional gefährdet. In der Schweiz und in Österreich sind zwar die Gesamtartenzahlen etwas geringer, der Anteil der gefährdeten Arten jedoch auch (32 % bzw. 34,8 %).

Der erschreckend hohe Prozentsatz der landesweit erhobenen Anteile bedrohter Arten an der Gesamtartenzahl in Vorarlberg (nämlich 48 % !) wird nur noch von den tschechoslowakischen Industriegebieten Böhmen und Mähren (45 %) annähernd erreicht. Zieht man in Betracht, daß neben den Arten in und an Gewässern und Mooren, den Arten der Trockengesellschaften und Salzböden im pannonischen Osten Österreichs sowie der Ackerbegleitflora vor allem alpine Arten bedroht sind, so leuchtet ein, daß eben gerade diese Arten samt ihren flächenmäßig wie qualitativ sehr stark beeinträchtigten Biotopen eines besonderen Schutzes bedürfen.

Von den in ihrem Areal auf Österreich beschränkten endemischen Taxa (rund 40) scheint etwa die Hälfte in den Roten Listen der Farn- und Blütenpflanzen auf. Wiederum etwas mehr als die Hälfte davon sind auf die subalpine bis alpine Stufe beschränkt.

Greift man nun aus den als gefährdet ausgewiesenen Taxa der Farn- und Blütenpflanzen diejenigen heraus, die auf die gebirgigen Bundesländer beschränkt sind und dort ausschließlich oder vorwiegend in Hochlagen vorkommen, so erweist sich, daß wohl rund 90 davon in einzelnen Bundesländern ganz oder teilweise geschützt sind. Bei diesen Arten handelt es sich in erster Linie um al-

te Heil- oder Nutzpflanzen, aber auch um einfach dekorative, schön blühende Arten.

Weitere ca. 50 Arten oder Unterarten, die ebenfalls unter Schutz stehen, mußten (noch ?) nicht in die Roten Listen aufgenommen werden. Interessanterweise gehören gerade in diese Gruppe etliche Primeln und Enziane sowie verschiedene *Artemisia*-Arten und der Echte Speik.

Viel schlechter bestellt ist es hingegen um so unscheinbare und „unnütze“ Gattungen wie Seggen und Binsen. Mit Stand vom 31.12.1980 war eine einzige *Carex*-Art, und zwar ausgerechnet die gesamtöstereichisch nicht gefährdete *Carex firma*, in einem Bundesland geschützt. 6 Arten von *Carex* und 7 Arten von *Juncus* der höheren Berglagen sind aber bereits mehr oder weniger stark gefährdet. Man kann also nicht oft genug hervorheben, wie wichtig ein rigoroser Biotopschutz auch für so manche weniger „spektakuläre“, aber heute bereits immer seltener werdende Alpenpflanze wäre.

## 5. Literatur

Bundesministerium f. Gesundheit und Umweltschutz (1986):

Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. Grüne Reihe des BMfGU, Bd. 5.

CERNUSCA, A. (1976a):

Bestandesstruktur, Bioklima und Energiehaushalt von alpinen Zwergstrauchbeständen. Oecol. Plant. 11.

————— (1976b):

Energie- und Wasserhaushalt eines alpinen Zwergstrauchbestandes während einer Föhnperiode. Arch. Met. Geophys. Biokl. Ser. B, 24.

ELLENBERG, H. (1982):

Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. E. Ulmer, Stuttgart.

FRANZ, H. (1975):

Das österreichische MaB-Hochgebirgsprogramm – Arbeitsgebiet Hohe Tauern. Bericht über Entstehung und organisatorischen Aufbau. Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Mathem.-naturwiss. Kl., I/184 (6/7).

FUCHS, D. (1983):

Das Vegetationsmosaik des Hundsfeldes in den Radstädter Tauern. Diss. Univ. Salzburg.

GRABHERR, G., MÄHR, E. & H. REISIGL (1978):

Nettoprimärproduktion und Reproduktion in einem Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) der Ötztaler Alpen, Tirol. Oecol. Plant. 13.

GRABHERR, G., MAIR, A. & H. STIMPFL (1988):

Vegetationsprozesse in alpinen Rasen und die Chancen einer echten Renaturierung von Skipisten und anderen Erosionsflächen in alpinen Hochlagen. Jahrb. Inge-nieurbiol. 3, Sepia Verl. Aachen.

GREIF, F. (1987):

Wintersporteinrichtungen und ihre Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft. Schriftenreihe BA f. Agrarwirtschaft Wien.

KARL, J. (1977):

Erosionsversuche auf zwei Skiabfahrten und im angrenzenden Wald bei Achenkirch, Tirol. In: Beiträge zur Umweltgestaltung, A 62, Teil I. E. Schmidt Verlag Berlin.

KLUG-PÜMPEL, B. (1981):

Phytomasse und Primärproduktion alpiner Pflanzengesellschaften in den Hohen Tauern. Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 23.

————— (1988):

Naturnahe Vegetation und Skipistenbewuchs um den Radstädter Tauernpaß (Salzburg, Österreich). Flora 180:455-488. Fischer Jena.

KÖRNER, C. & U. RENHARDT (1987):

Dry matter partitioning and root length/leaf area ratios in herbaceous perennial plants with diverse altitudinal distribution. Oecologia (Berlin) 74: 411-418.

KOUTNY, A. (1989):

Skibetrieb belastet Grünland. Blick ins Land, Juli 89.

KRAMPITZ, C. & B. KLUG-PÜMPEL (1989 im Druck):

Artenkombination und Deckung auf Pistenplanien und naturnahen Pisten in Abhängigkeit von Höhenlage, Mikrorelief und Pistenalter. Manuskript zu Projektteil „Botanik“ des MaB-Projekts 6/20, Österr. Akad. Wiss.

LARCHER, W. (1980):

Klimastreß im Gebirge – Adaptationstraining und Selektionsfilter für Pflanzen. Rhein.-Westf. Akad. Wiss., Vorträge. Nr. 291.

MÄHR, E. & GRABHERR, G. (1983):

Wurzelwachstum und -produktion in einem Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) der Hochalpen. In: L. KUTSCHERA & W. BÖHM (Hrsg): Wurzelökologie und ihre Nutzenanwendung. Eigenverlag BA Gumpenstein/Irdning.

MOSER, W. (1973):

Licht, Temperatur und Photosynthese an der Station „Hoher Nebelkogel“ (3184 m). In: H. ELLENBERG (ed.): Ökosystemforschung. Springer Verl. Berlin.

MOSER, W., BRZOSKA, W., ZACHHUBER, K. & W. LARCHER (1977):

Ergebnisse des IBP-Projekts „Hoher Nebelkogel, 3184 m“ Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 186.

REISIGL, H. & R. KELLER (1987):

Alpenpflanzen im Lebensraum. Fischer Stuttgart.

STIMPFL, H. (1985):

Zur Bedeutung der Reproduktionsstrategie autochthone und standortsfremder Arten für die ingenieurbiologische Berasung hochalpiner Erosionsflächen. Diss. Univ. Innsbruck.

WEISS, E. (1977):

Makroklimatische Hinweise für den alpinen Grasheidegürtel in den Hohen Tauern und Beschreibung des Witterungsablaufes während der Projektstudie 1976 im Gebiet des Wallackhauses. In: Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr., Bd. 1. Universitätsverl. Wagner Innsbruck.

WILDNER-ECCHER, M. (1988):

Keimungsverhalten von Gebirgspflanzen und Temperaturreistenz von Samen und Keimpflanzen. Diss. Univ. Innsbruck.

ZWINK, E., (ed.) (1977):

Salzburger Naturschutzgesetz 1977. Salzburger Dokumentationen. Schriftenreihe des Landespressebüros.

### Anschrift des Verfassers:

Dr. Brigitte Klug-Pümpel  
Botanisches Institut  
Universität für Bodenkultur  
Gregor-Mendel-Straße 33  
A – 1180 Wien