

Pflanzengeographie der Alpen – Besiedlungsgeschichte und Endemismus

Herbert Reisigl

Die Pflanzengeographie hat die Aufgabe, die horizontale und vertikale Verbreitung der Pflanzen auf der Erdoberfläche festzustellen, zu kartieren und die Areale vergleichend zu ordnen, um nach Möglichkeit bestimmte Gesetzmäßigkeiten zu finden. Dabei ist der Kausalzusammenhang zwischen bestimmten Eigenschaften des Lebensraumes und der Verbreitung von Pflanzensippen und ganzen Vegetationstypen offenkundig. Allgemein bekannt sind ökologisch begründete „Verbreitungsmuster“ in den Alpen nach dem Niederschlagsklima (ozeanischer Alpenrand: Buche, kontinentales Inneres: Zirbe) oder die ± strenge Bindung bestimmter Pflanzen und Pflanzengesellschaften an Gesteinsuntergrund und Bodentyp: Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) – Polsterseggenrasen (*Caricetum firmae*) oder die Boden-„Vikaristen“ *Rhododendron ferrugineum* – *Rhododendron hirsutum*.

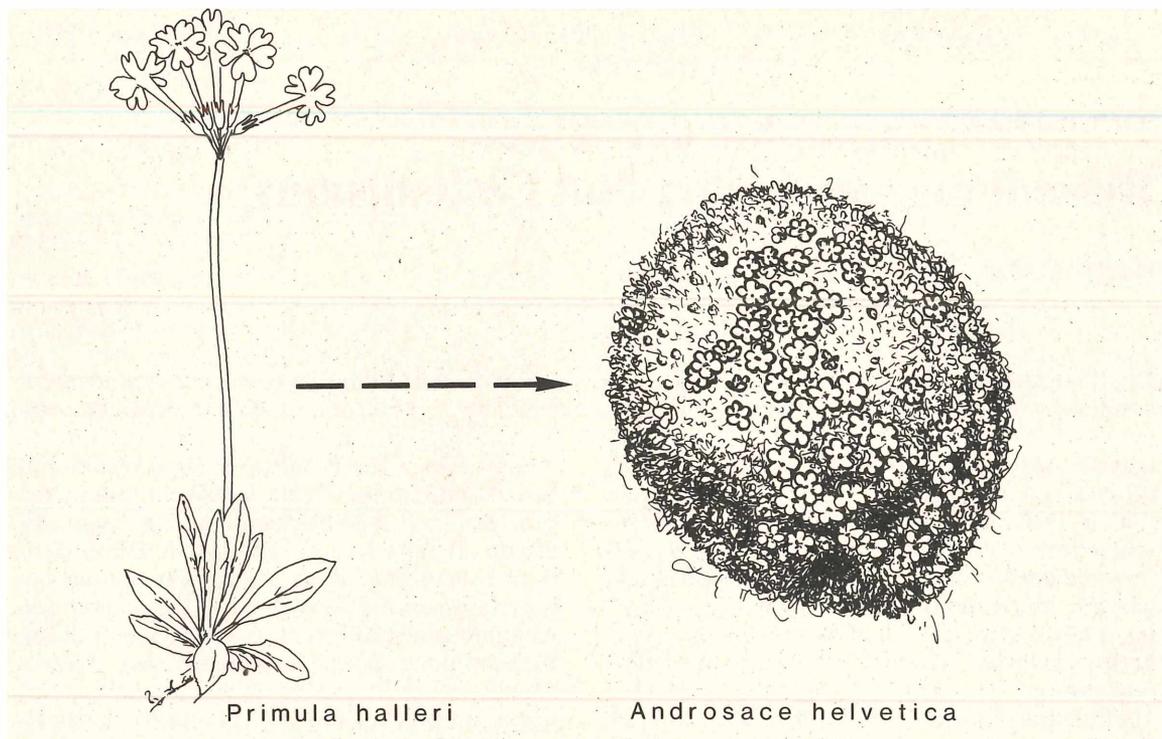
Wenn wir Verbreitungsmuster von Alpenpflanzen betrachten, so finden wir häufige, über den ganzen Alpenraum (und z. T. auch in den benachbarten Gebirgen) verbreitete Sippen – als Beispiel nenne ich die Kalkschutt-Charakterart *Thlaspi rotundifolium* und die Läger-Hochstaude *Cirsium spinosissimum* (beide in den Alpen endemisch), daneben aber sehr engräumig verbreitete, meist altertümliche und isolierte Sippen, oft ohne nähere Verwandtschaft, deren Areal nicht durch Klima oder Boden, also die heutigen Lebensbedingungen erklärt werden kann. Oder: Warum kommen manche Alpenpflanzen in einzelnen Gebirgstteilen vor (im Osten, Westen oder Süden), in anderen aber nicht, obwohl Boden- und Klimasituation nicht grundlegend verschieden sind? Die Ursache dieser eigenartigen Verbreitungsmuster muß also in der Vergangenheit zu suchen sein. Wir wollen uns daher der Entstehungsgeschichte der Alpen und der Geschichte ihrer Besiedlung zuwenden.

Vor etwa 70 Mill. Jahren, im frühen **Tertiär**, bewirkte der Zusammenstoß der eurasiatischen mit der afrikanischen Kontinentalscholle im Bereich des alten Mittelmeeres, der „Thetys“, daß die Meeressedimente zum Gebirge emporgefaltet wurden. Im weiteren Verlauf der Tertiärzeit, in einer Zeitspanne von ca. 50 Mill. Jahren, wuchsen die Alpen dann allmählich vom Mittelgebirge zum echten Hochgebirge empor. Diese geologisch jüngste „alpidische Gebirgsbildung“ traf nicht nur die Alpen selbst, sondern schuf ein riesiges, fast die ganze Erde umspannendes Kettengebirge vom Hohen Atlas über Südspanien, die Pyrenäen, die Alpen, Karpaten, den Balkan, Kaukasus und Himalaya bis Neuseeland.

Der Alpenraum stand damals noch unter grenztropischen Klimabedingungen; an den Küsten des

frühtertiären Mittelmeeres wuchsen Palmen, Tulpenbaum, Magnolien, Mammutbäume und Sumpfyypressen, wie wir aus zahlreichen Fossilfunden wissen [z. B. *Sabal* (= Fächerpalme) im Eozän von Häring, Tirol]. Die Waldflora im frühen Tertiär entsprach etwa der heutigen von Südflorida oder der Kanarischen Inseln. Die Erdkrustenbewegungen ließen die Kontinentalschollen ganz langsam polwärts driften. Die allmähliche Abkühlung des Klimas führte nach und nach zum Verschwinden der wärmebedürftigen Tropenbäume und zu ihrem Ersatz durch jene holarktischen Gattungen, die wir aus unserer rezenten Laubwaldflora kennen: Eichen, Buchen, Linden, Eschen, Erlen, Föhren. Das Tertiär war also eine Periode großer Umbildungen und wohl auch „Wanderungen“ der Waldflora. Wenn wir von den eigentlichen Hochgebirgspflanzen sprechen, stellt sich ein ganz neues Denkproblem. Die Gebirgsbildung verbunden mit Abkühlung, schaffte einen riesigen, ökologisch „neuen“ Leerraum, der der Besiedlung durch Pflanzen und Tiere offenstand, für den aber zuerst geeignete, angepaßte Lebensformen „erfunden“ werden mußten. Woher kamen diese „Unbekannten“? Es wird immer stillschweigend angenommen, daß Hochgebirgspflanzen sozusagen „immer schon dagewesen“ seien. Weil wir keine fossilen Zeugnisse dieser Entwicklungsgeschichte besitzen, können wir nur aus dem Vergleich heutiger, nebeneinander vorhandener Wuchsformen und ihren Abwandlungen auf mögliche Evolutionswege rückschließen. Die ältesten Samenpflanzen waren durchwegs Holzgewächse, deren Bildungszentrum man im tropischen Bergland Asiens vermutet. Aus diesen Urahnen müssen sich in vielfältigen wirkungsvollen Anpassungsprozessen alle die so verschiedenen heutigen Lebensformen herausentwickelt haben, die dann auch ungünstige Lebensräume – von den ariden Halbwüsten bis zu den kalten Polargebieten und Hochgebirgen – erobern konnten. In unserem speziellen Fall bedeutet dies wohl, daß sich aus krautigen Hochstauden des Tertiärwaldes ganz allmählich kleinere, sich an immer ungünstigere Lebensbedingungen anpassende Gebirgsformen (von niedrigen Rosettenpflanzen bis hin zu Polsterpflanzen, Abb. 1) entwickelt haben müssen, wobei häufig die alten Ausgangsformen verschwanden. Das größte Problem, das die Pflanzen bei der Eroberung kalter Gebirgsräume zu bewältigen hatten, war sicher die innere Anpassung an tiefe Temperaturen und der erstmalige Erwerb von Frostresistenz der Zellen und Gewebe (LARCHER 1981).

In verschiedenen Verwandtschaftskreisen alpidisch-asiatischer Gebirgspflanzen können wir noch Beispiele finden, die unsere Vorstellung



Primula halleri

Androsace helvetica

Abbildung 1

Hypothetische Evolution einer Lebensform von Hochgebirgspflanzen. Aus tertiären Waldstauden haben sich durch Reduktion der Stengelinternodien Rosettenpflanzen und schließlich Polsterpflanzen entwickeln können.

stützen: *Bergenia-Saxifraga oppositifolia*, *Gentiana lutea* – *G. bavarica* var. *subacaulis*; hohe Waldprimeln – alpine Gebirgsprimeln (Rosettenpflanzen mit Blütenschirm) – polsterbildende *Androsace*; baumförmige *Dendrosenecio*-Arten der afrikanischen Hochgebirge – *Senecio incanus*; hochwüchsige Nelken (*Silene* sp.) – Polsternelke (*Silene acaulis*).

Der Grundstock für die heutige Alpenflora wurde also sicher schon am Beginn der Tertiärzeit gelegt. Lage, Ausdehnung und Grenzen der heutigen Areale hängen von mehreren Faktoren ab (Alter und Vitalität der Sippe, Vermehrungsrate, Ausbreitungsvermögen, ökologische Isolation, Barrieren usw.), so daß eine Rekonstruktion der früheren Verbreitung und der möglichen Wanderwege meist nur hypothetischen Charakter hat. Immerhin kann man aber aus der heutigen Gesamtverbreitung höherer Taxa (Familien, Gattungen) ablesen, daß die Vorfahren der Alpenpflanzen, soweit sie nicht in den Alpen selbst entstanden („alpine Elemente“), sondern später zugewandert sind, aus vier großen Bildungsräumen stammen:

1. Aus dem hohen Norden (rund um die Arktis): *Dryas*, *Salix*, *Papaver alpinum* agg., *Juncus*, viele *Carex*-Arten.
2. Aus Hochasien: *Primula*, *Saxifraga*, *Saussurea*, *Eritrichum*, *Pulsatilla*.
3. Aus dem Mittelmeerraum: Die meisten *Liliaceen* wie *Lloydia*, *Asphodelus*, *Paradisica*; *Orchidaceen*, *Genisteen*; *Paeonia*, *Helleborus*, *Eryngium*.
4. Aus Afrika: *Erica*, *Daphne*, *Sempervivum*, *Polygala*, *Senecio*, *Carex baldensis*.

Die Sippenbildung ist also schon früh erfolgt. Sie war im wesentlichen am Ende des Tertiärs etwa am heutigen Stand („tertiärer Grundstock“ nach

GAMS, 1933). Die Areale vieler Alpenpflanzen waren damals sicher größer und geschlossener als heute.

Der alles überprägende Faktor, für dessen Wirken die heutigen Verbreitungsbilder der Alpenpflanzen getreue Abbilder sind, waren die **Eiszeiten (Pleistozän)**. Weitere Abkühlung aus unbekanntem Ursachen führte zur Bildung mächtiger Eisschilde im Norden und in vielen Gebirgen (Abb. 2). Die Folgen für die Lebewelt waren katastrophal. Im Alpeninneren wurde die Vegetation weitgehend vernichtet, nur am Alpenrand (v. a. im Süden, Westen und Osten) gab es größere, immer eisfreie Gebirgsteile zwischen den Talgletschern, die als Zufluchtsorte (Refugien) dienen konnten (Abb. 3). Dies wird durch die strenge Bindung der Endemitenareale an die eisfreien Refugien eindrucksvoll bestätigt.

Ein viel diskutiertes Problem ist die grundsätzliche Möglichkeit der Erhaltung anspruchsvollerer Pflanzen im eiszeitlichen Alpenraum. Während man sich früher eher eine „tabula rasa“ vorstellte, wird heute immer mehr klar, daß auch an begünstigten Stellen im Alpeninnern Pflanzen überdauert haben müssen (MERXMÜLLER 1952, MERXMÜLLER und POELT 1954).

Nach NIKLFELD (1973) ist neben den Randrefugien auch an unvereiste Bergflanken im Bereich der Talgletscher (Mehrzahl der heutigen alpinen Arten) und an eisfreie Gipfel und Grate (Nunatakter) zu denken, weil sonst die postglaziale Wiederbesiedlung der inneren Alpen in so kurzer Zeit (etwa 12000 Jahre) wohl nicht möglich gewesen wäre. Auch zur Erhaltung montaner Sippen am Alpenostrand äußert sich NIKLFELD (1972) sehr optimistisch: Übereinstimmende Verbreitungsmuster von ca. 25 disjunkten endemisch-montanen Sippen in enger Bindung an die unver-

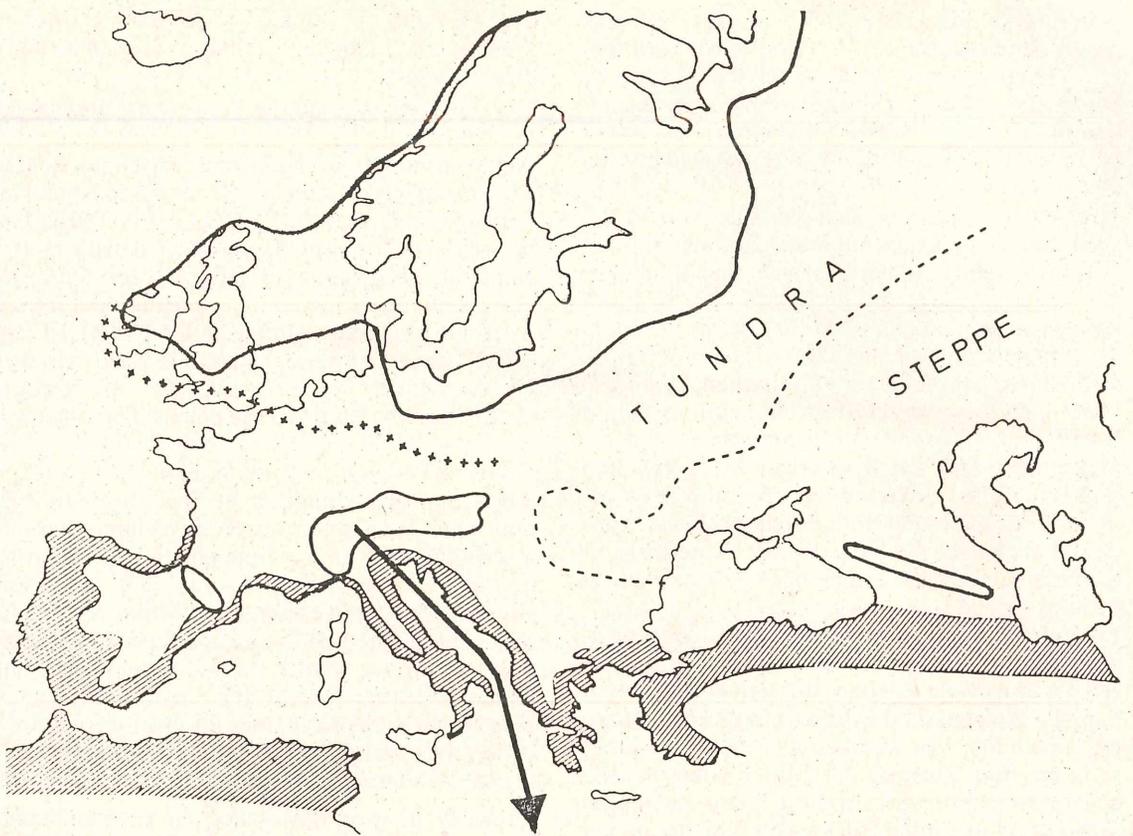


Abbildung 2

Eiszeitliche Vergletscherung Nordeuropas und der Alpen (nach OZENDA 1988)

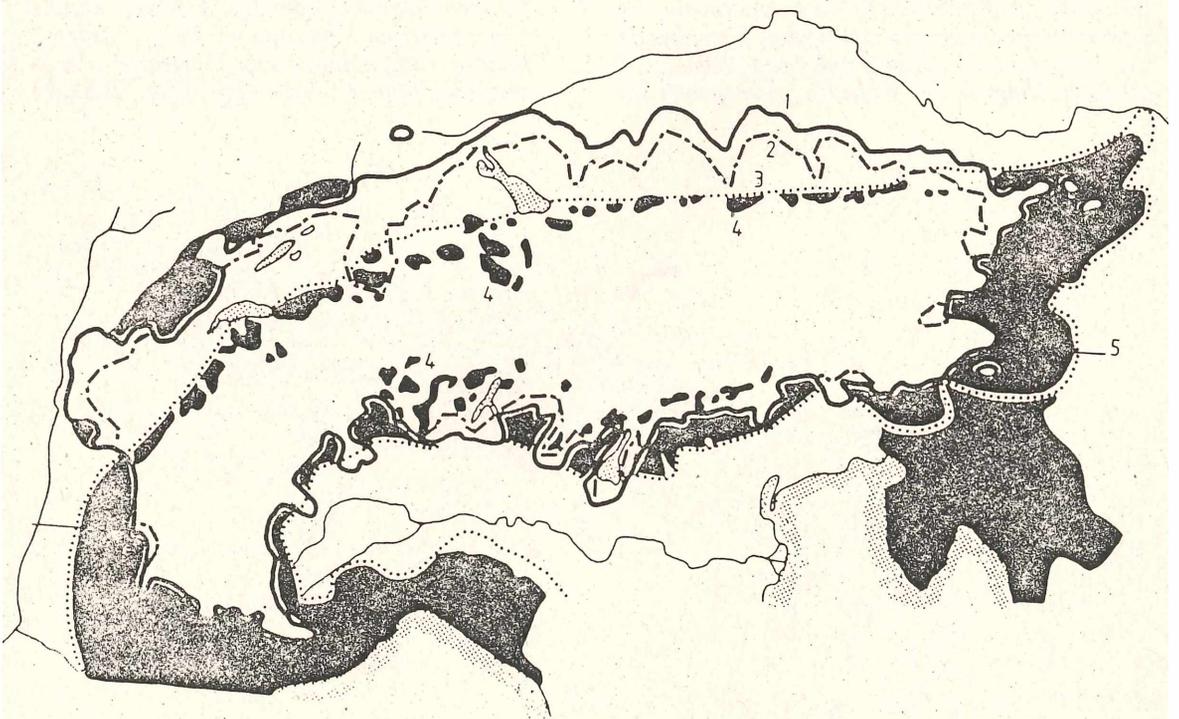


Abbildung 3

Eiszeitliche Vergletscherung der Alpen (nach MERXMÜLLER 1952)

- 1 weitester Eisvorstoß im Riß-Glazial
- 2 Würm-Glazial (letzte Eiszeit)
- 3 Alpengrenze
- 4 Nunatakker
- 5 Randrefugien

gletscherten Refugienstandorte lassen sich nur durch Überdauerung an Ort und Stelle erklären. Die „Thermenlinie“ Wien – Schneeberg war so begünstigt, daß Nadelwaldgruppen, Hochstaudenfluren und Rasengesellschaften mit hoher Wahrscheinlichkeit hier das Würmglazial überleben konnten.

Insgesamt wiederholte sich das Spiel von Vereisung und Eisrückzug (mit Wiederherstellung des alten unvergletscherten Zustands und Rückkehr der Vegetation) vier bis fünfmal, wobei die Flora sicher jedesmal Arten einbüßte. Bis in die letzte Zwischeneiszeit (ca. 100000 v. h.) lebte z. B. noch die Stammpflanze der Pontischen Alpenrose (*Rhododendron sordellii*) im Alpenraum, deren Nachfahren (*Rhododendron ponticum*) heute in Südspanien und am Schwarzen Meer erhalten sind. Ein sicher tertiärzeitlicher Steinbrech (*Saxifraga arachnoidea*) konnte durch glückliche Umstände auch noch die letzte Eiszeit bis heute in einem kleinen Areal westlich des Gardasees überdauern.

Im Verlauf kühl-trockener Klimaperioden wanderten wohl erst vor und während der letzten Eiszeit (Würm) viele Pflanzen aus den Wäldern und Steppen Sibiriens in die Alpen ein (*Zirbe*, *Linnaea*, *Trientalis*). Vor weniger als 20000 Jahren begann mit dem Rückzug der großen Gletscher die Nacheiszeit (oder die vorläufig letzte Zwischeneiszeit) und damit die Rückwanderung der in den Randrefugien erhaltenen Vegetation. Dabei wurde die Gebirgsflora durch den vordringenden Wald aus dem Talbereich wieder in die Gipfellagen, im Waldbereich auf baumfreie Fels- und Schuttstandorte zurückgedrängt. Wohl erst im Postglazial sind die Bergsteppen des *Elynetums* mit ihrem ganzen Florenbestand (*Artemisia*, *Leontopodium*, *Oxytropis*, *Astragalus*, *Gentiana nana*, *Lomatogonium* usw.) wie auch Talsteppenpflanzen (*Stipeta* mit *Ephedra*, *Astragalus*) aus

dem Osten in die alpinen Trockentäler (Drautal, Pustertal, Vinschgau, Veltlin, Wallis, Aostatal) eingewandert.

Kurz sei hier noch auf die Frage der Abgrenzung Westalpen-Ostalpen bzw. auf die Einteilung der Alpen in durch Arealgrenzen bestimmte Regionen eingegangen (Abb. 4). Bedeutende Alpenbotaniker wie GAMS, OZENDA, WAGNER haben schon früh darauf hingewiesen, daß die meistgenannte geographische Grenze, der Splüßgenpass, keine natürliche biogeographische Grenze darstellt. Vielmehr trennt nach MERXMÜLLER (1952) eine ± breite „penninisch-savoyische“ Übergangszone am „Alpenknick“ im Bereich Genfersee-Mt. Blanc-Aosta den östlichen Alpenzug („helvetisch-norische Provinz“) mit seinem Ost-West-Verlauf und relativ einfachen geologischen und großklimatischen Strukturen (nördl. und südl. Randalpen aus Kalkgesteinen, ozeanisch getöntes Klima – Innenalpen Silikate, kontinentaler Klimacharakter) von den Nord-Süd verlaufenden Südwestalpen mit ihrem verwickelten geologischen Bau und unterschiedlichem, v. a. weiter im Süden submediterran getöntes Klima. Wichtige floren- und vegetationsgeographische Grenzen sind etwa: die Mt. Cenis-Linie (Grenoble-Turin), der Brenner und die Traunlinie (Salzkammergut-Friaul).

Es würde zu weit führen, hier die verschiedenen Verbreitungsmuster von Alpenpflanzen im allgemeinen und der alpinen Endemiten im einzelnen vorzuführen, wie dies MERXMÜLLER (1952) in seiner klassischen Untersuchung gezeigt hat. Einige Beispiele sollen hier genügen:

1. Verbreitungsschwerpunkt Süd-Nord:

Carex baldensis (Endemit), *Aquilegia einseleana*, *Androsace hausmanni* (E.), *Paederota bonarota* und *P. lutea* (auch Dinariden), *Doronicum columnae* (auch App., Illyr., Balkan),

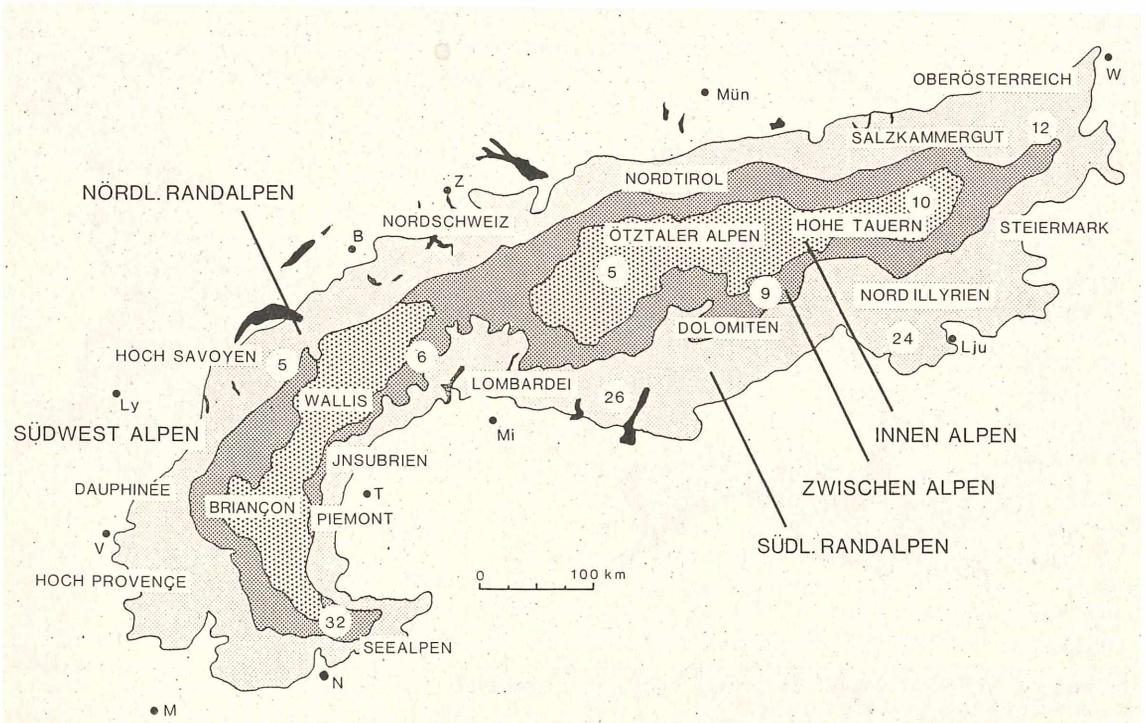


Abbildung 4

Einteilung der Alpen in biogeographische Regionen (nach OZENDA 1988) mit Artenzahlen von Endemiten nach PAWOWSKI 1970.

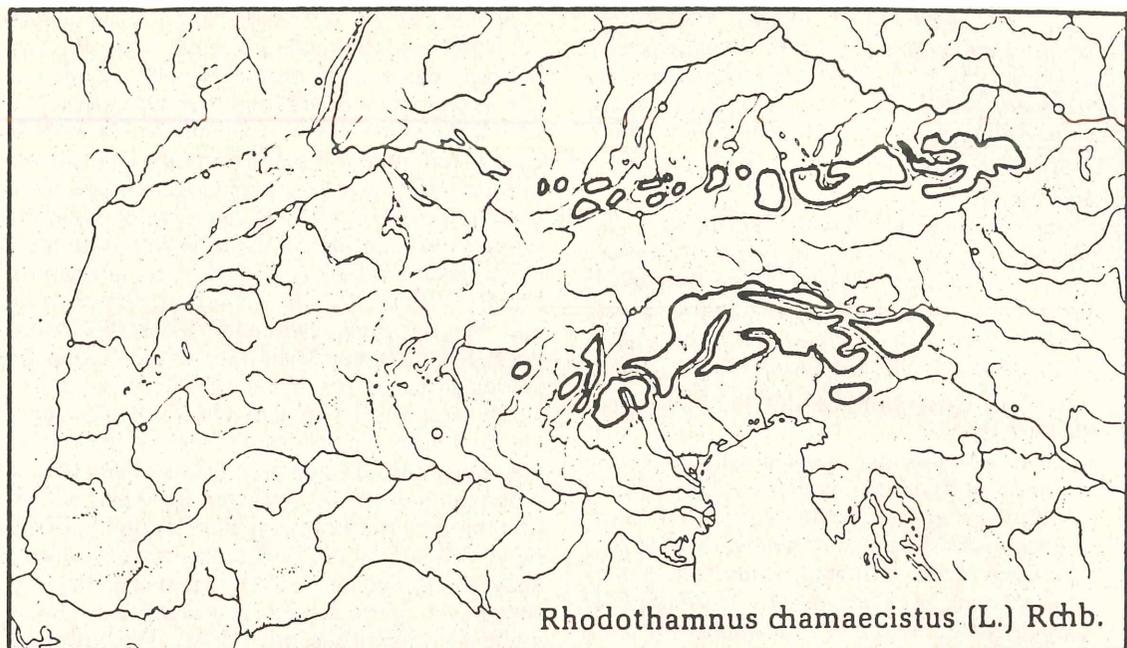


Abbildung 5

Verbreitung der endemisch-ostalpinen Zwergalpenrose *Rhodothamnus chamaecistus* als Muster einer Süd-Nord-Erhaltung.

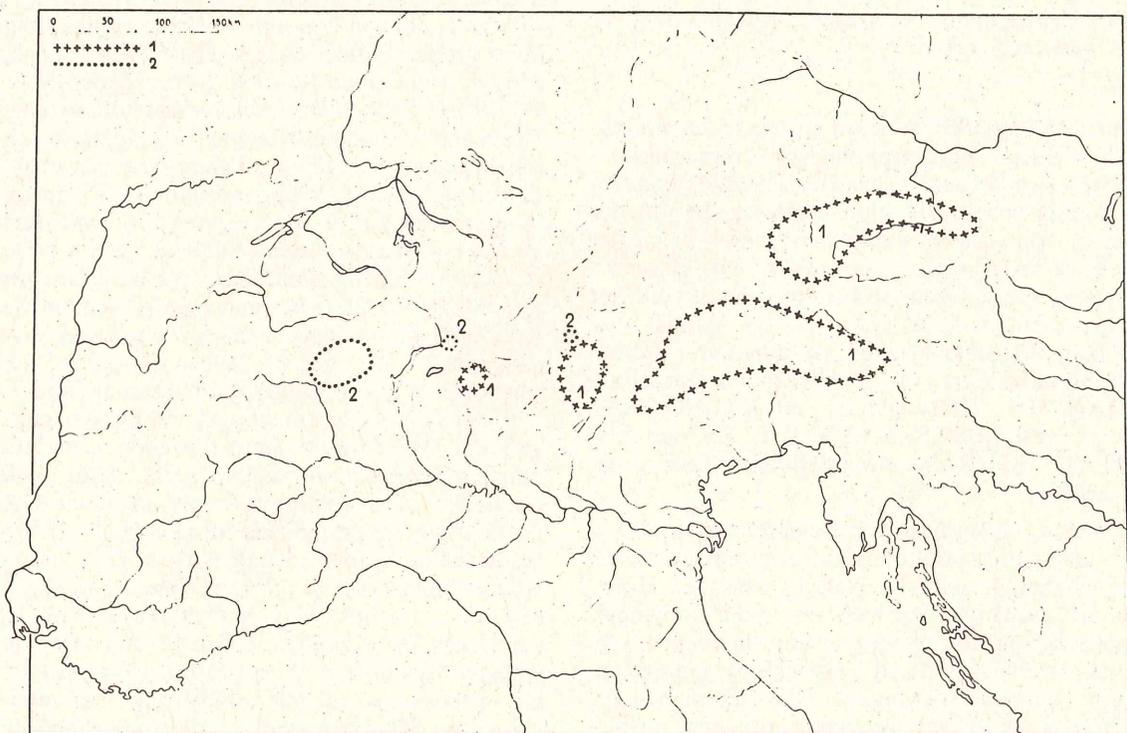


Abbildung 6

Verbreitungsmuster einer endemischen Polstermiere (*Minuartia cherlerioides*) in den südlichen und nordöstlichen Kalkalpen. Außerdem frühe Sippendifferenzierung in die östliche Kalkrasse *M. cherlerioides ssp. cherlerioides* und eine westliche Silikatrasse *ssp. rionii*.

Lamium orvala (Illyr., Ost-Karp.), *Hormium pyrenaicum* (Pyren.), *Rhodothamnus chamaecistus* (E.) (Abb. 5), *Rhododendron hirsutum* (Tatra, Illyr.), *Achillea clavenae*, *Astrantia bavarica*, *Saxifraga burserana*, *Saussurea pygmaea* (Karp.).

2. Süd-Nordost:

Anemone baldensis (Pyren., SO-Karp.), *Asplenium seelosii* (Pyren.), *Gentiana pumila* (App.), *Pedicularis rosea* (in den SW-Alpen vikariierend die var. *allionii*), *Saxifraga sedoides* (Pyren., App., Illyr.), *Minuartia cherlerioides* ssp. *cherlerioides* (Abb. 6).

3. Süd-Nord bzw. Nordost mit Parallelsippen-gliederung:

Papaver alpinum agg. (*rhaeticum* im Süden, *sendtneri* im Norden, *burseri* im NE); *Crepis jacquini* ssp. *kernerii* (Ostalpen, Illyr.) – ssp. *jacquini* (NO, Karp.); *Soldanella minima* ssp. *euminima* – ssp. *austriaca*; *Primula wulfeniana* – *clusiana*; *Achillea atrata* – *clusiana*; *Callianthemum kerneranum* – *anemonoides*.

4. Nord:

Papaver sendtneri.

5. Nord-Ost:

Dianthus alpinus (E.)

6. Südalpische Endemiten (siehe PITSCHMANN & REISIGL 1957, 1959):

Beispiele: Dolomiten (starke Vergletscherung): *Campanula morettiana*, *Saxifraga facchini*, *S. depressa*, *Primula tyrolensis*, *Arenaria huteri*. Lombard. Alpen (Comosee-Gardasee) ca. 40 Reliktendemiten: *Saxifraga arachnoidea*, *S. tombeanensis*, *S. vandellii*, *Daphne petraea*, *Primula spectabilis*, *Physoplexis comosa* (Abb. 7), *Telekia speciosissima*, *Allium insubricum*. – Südostalpen: *Campanula zoysii*. – Südwestalpen: *Saxifraga florulenta*, *Berardia subcaulis* (Abb. 8).

Während man bis vor etwa 50 Jahren hauptsächlich vergleichend-morphologische und arealkundliche Kriterien zur Lösung systematisch-pflanzengeographischer Probleme heranzog, ist mit der Cytotaxonomie ein zusätzlicher und sehr erfolgreicher Weg besritten worden. Mit Hilfe der Chromosomen-Analyse konnten bereits viele der oft außerordentlich komplizierten Alters- und Verwandtschaftsbeziehungen jüngerer Formenkreise aufgeklärt werden. Hier haben sich neben MANTON, CHIARUGI und GUINOCHET v. a. FAVARGER, MERXMÜLLER und EHRENDORFER mit ihren Schülern verdient gemacht.

Als eine der wesentlichsten Eigenschaften des Lebendigen müssen wir Evolution voraussetzen, die Erscheinung nämlich, daß es Anfang, Höhepunkt, Alter und Tod nicht nur in der Individualentwicklung gibt, sondern ebenso in der sehr langen erdgeschichtlichen Entwicklung ganzer Sippen. Diese beginnt immer auf der diploiden Stufe, geräte dann gewissermaßen ins Stocken, bis Hybridisierung zur Polyploidie führt. Auf dieser „höheren Ebene“ wird nun neuerdings Hybridisierung zwischen Sippen möglich, die auf der Diploidstufe durch Kreuzungsbarrieren getrennt waren – das bedeutet Mobilisierung eines großen

Gen-Reservoirs. Im letzten Stadium schließlich kann Apomixis zu rascher Vermehrung und Ausbreitung passender Formschwärme, jedoch nun mit geschlossenem Rekombinationssystem führen. Die Evolution geriete damit durch die Notwendigkeit immer komplizierterer Cytomechanismen schließlich in eine phylogenetische Sackgasse (EHRENDORFER 1963), wenn nicht immer wieder Gen-Mutation auf der Diploid-Stufe einen neuen Anfang ermöglichte. So können wir mit EHRENDORFER Evolution verstehen als ein Wechselspiel zwischen Merkmalsbildung durch Mutation und Hybridisierung. Welcher der beiden Prozesse bevorzugt zum Tragen kommt, hängt wesentlich von den Umweltbedingungen ab. Sind diese langdauernd gleichmäßig, so führt überwiegende Differenzierung zu stabilen Gesellschaften, jedoch mit geringer Biotypenproduktion infolge Einschränkung der Rekombinationsmöglichkeit. Sind die Bedingungen stark schwankend, so werden durch überwiegende Hybridisierung mit stark erhöhter Rekombinationsrate v. a. labile Gesellschaften mit reicher Typenproduktion entstehen, die bei der Besiedlung von Neuland besonders erfolgreich sind. Da sich stabile und instabile Phasen im Verlauf der Erdgeschichte mehrfach wiederholt haben, finden wir heute sehr verschieden alte Produkte dieser Ereignisse nebeneinander. Damit wird verständlich, daß sich gerade unter den systematisch isoliertesten und daher wohl ältesten Sippen der Alpenflora sehr viele „Palaeopolyploide“ finden (*Berardia*, *Physoplexis*, *Saxifraga arachnoidea*).

In diesem Symposium wird aber v. a. über den Schutz der Alpenflora gesprochen. Auch hier muß oberster Grundsatz bleiben, daß der gesetzliche Schutz der Einzelpflanze das Überleben nicht sichern kann, sondern nur der Schutz eines möglichst großen Lebensraumes. Die meisten der ca. 350-400 Endemiten (etwa 8 %) der Alpen (PAWOWSKI 1969, 1970) wachsen fast konkurrenzfrei in Spalten von Felswänden (v. a. auf Kalk) als lokale Charakterarten des *Potentillion caulescens* und im Schutt (*Thlaspeion rotundifolii*), einige in alpinen Rasen, v. a. im *Caricetum firmae* und im *Caricetum austro-alpinae* und wenige im Wald (*Callianthemum akemonoides*). Wir brauchen uns also im Großen und Ganzen wenig Sorgen um die Erhaltung dieser altehrwürdigen Zeugen der Vergangenheit – oft auch als „lebende Fossilien“ bezeichnet – machen, denn sie leben zumeist außerhalb der großen Erschließungs- und Zerstörunggebiete. Daß dennoch immer wieder selbst unmöglich Scheinendes passieren kann, dafür noch ein Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit: Die postglaziale Bergsturzhalde Schanzer Lahn (Ebbs bei Kufstein, Wilder Kaiser), ein geoökologisches Kleinod mit starker Schutt- und Vegetationsdynamik sowie reichem Tier- und Pflanzenleben (14 geschützte Pfl., darunter 6 Orchideen) und dem einzigen Standort in Westösterreich von *Aquilegia einseleana* wurde mit behördlicher Genehmigung zum Schuttabbau durch die Innkraftwerke freigegeben. Ob die Auflagen zur Rekultivierung, die aber den ursprünglichen Zustand nicht wiederherstellen kann, und die zum Schutz von *Aquilegia einseleana* angeordneten Maßnahmen Erfolg haben werden, muß die Zukunft zeigen.

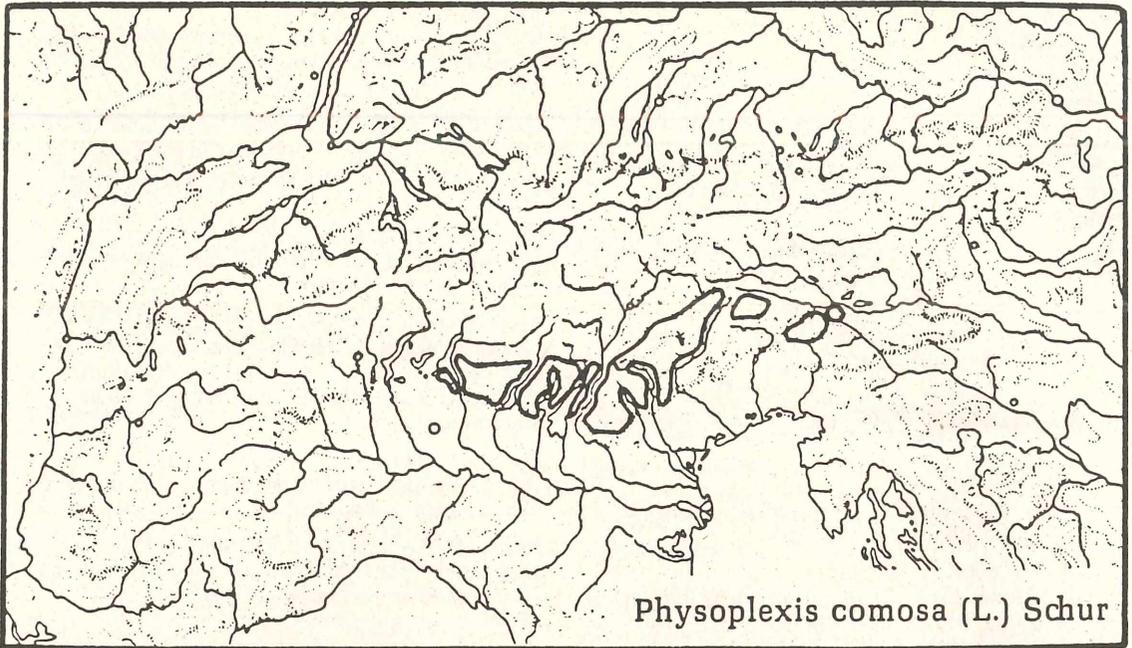


Abbildung 7

Verbreitung der Schopfigen Teufelskralle (*Physoplexis comosa*) als Muster eines südlichen Reliktendemiten mit \pm geschlossenem Areal östlich des Comösees.

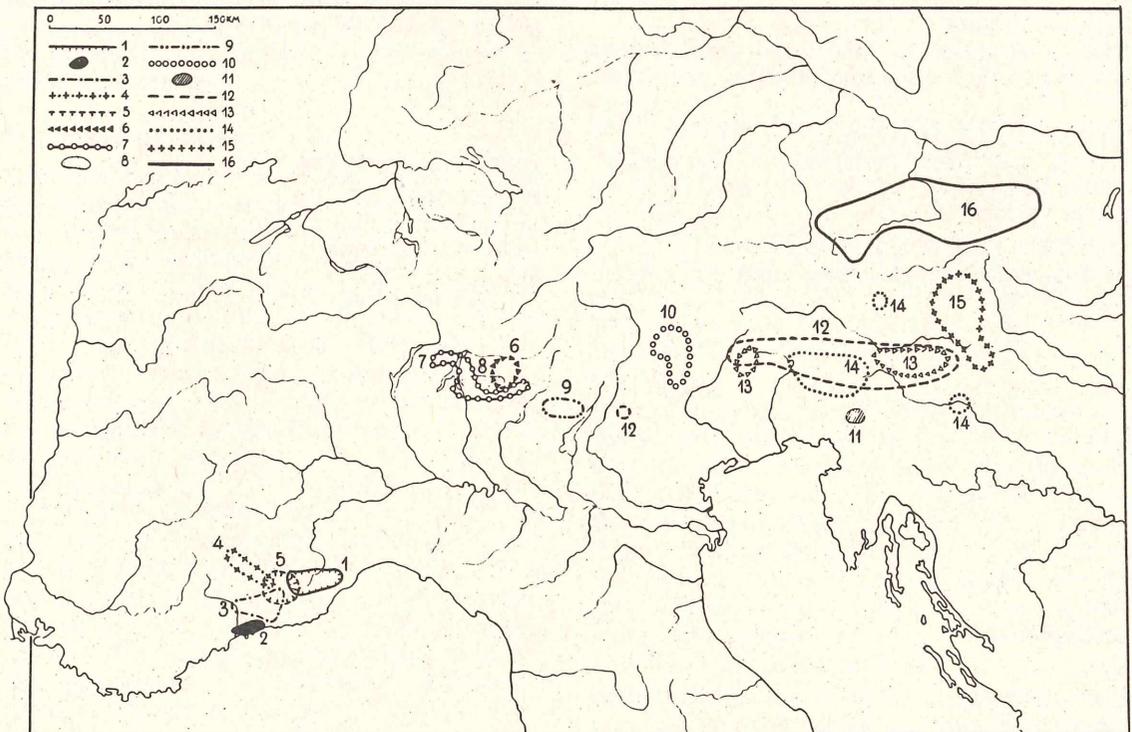


Abbildung 8

Beispiele aus den 4 großen Randrefugien: 1-5 Südwestalpen, 6-15 Süd- und Südostalpen, 16 Nordostalpen
 1: *Helianthemum lunulatum* 2: *Leucjum hiemale* 3: *Potentilla saxifraga* 4: *Saxifraga florulenta* 5: *Phyteuma balbisii*
 6: *Sanguisorba dodecandra* 7: *Cytisus emeriflorus* 8: *Minuartia grignensis* 9: *Saxifraga arachnoidea* 10: *Rhizobotrya alpina* 11: *Hladnikia pastinacifolia* 12: *Campanula zoysii* 13: *Gentiana froehlichii* 14: *Saxifraga tenella* 15: *Saxifraga paradoxa* 16: *Campanula pulla*.

Literatur

- DIELS, L. (1910):
Genetische Elemente in der Flora der Alpen. – Bot. Jahrbücher 44.
- EHRENDORFER, F. (1963):
Cytologie, Taxonomie und Evolution bei Samenpflanzen. – Vistas in Botany. Vol IV Pergamon Press.
- ENGLER, A. (1879):
Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt. – W. Engelmann, Leipzig.
- (1905):
Grundzüge zur Entwicklung der Flora Europas seit der Tertiärzeit. – Bot. Jahrb. 36, Beih. 81.
- GAMS, H. (1933):
Das Alter des alpinen Endemismus. – Ber. Schw. Bot. Ges. 42, H. 2.
- (1933):
Der tertiäre Grundstock der Alpenflora. – Jb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen u. -tiere 5.
- (1936):
Der Einfluß der Eiszeiten auf die Lebewelt der Alpen. – Jb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen u. -tiere 8.
- (1965):
Afrikanische Elemente der Alpenflora. – Jb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen u. -tiere 30.
- JEROSCH, M. (1903):
Geschichte und Herkunft der Schweizer Alpenflora. – W. Engelmann, Leipzig.
- LARCHER, W. (1975):
Pflanzenökologische Beobachtungen in der Paramstufe der venezolanischen Anden. – Anzeiger d. nat.-wiss. Kl. Österr. Ak. Wiss. 11.
- (1980):
Klimastress im Gebirge – Adaptationstraining und Selektionsfilter für Pflanzen. – Rhein.-westf. Akad. Wiss. Vorträge Nr. 291.
- (1981):
Resistenzphysiologische Grundlagen der evolutiven Kälteakklimatisierung von Sproßpflanzen. – Plant. Syst. Evol. 137.
- MERXMÜLLER, H. (1952):
Untersuchungen zur Sippengliederung und Arealbildungen in den Alpen. – Jb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen u. -tiere 17.
- MERXMÜLLER, H. & J. POELT (1954):
Beiträge zur Florengeschichte der Alpen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 30.
- NIKLFIELD, H. (1972):
Der niederösterreichische Alpenostrand – ein Glazialrefugium montaner Pflanzensippen. – Jb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen u. -tiere 37.
- (1973):
Über Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Österreich und einigen Nachbargebieten. – Verh. zool.-bot. Ges. Wien 113.
- OZENDA, P. (1988):
Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. – Fischer, Stuttgart.
- PAWOWSKI, B. (1969):
Der Endemismus in der Flora der Alpen, der Karpaten und der balkanischen Gebirge im Verhältnis zu den Pflanzengesellschaften. – Mitt. ostalpin.-dinar. Ges. f. Vegetationskunde 9.
- (1970):
Remarques sur l'endémisme dans la flore des Alpes et des Carpates. – Vegetatio 21.
- PITSCHMANN, H. & H. REISIGL (1957):
Endemische Blütenpflanzen der Südtiroler Dolomiten. – Veröff. Mus. Ferdinandeum Innsbruck, 37.
- (1959):
Endemische Blütenpflanzen der Südalpen zwischen Luganersee und Etsch. – Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich, 35.
- REISIGL, H. (1977):
In: HEGI, MERXMÜLLER, REISIGL (1977): Alpenflora. – Parey Hamburg.
- (1983):
Vom Werden und Wandel der Alpen und ihrer Flora. – Pharmaz. Ztg., 128. Jg., Nr. 42.
- REISIGL, H. & H. PITSCHMANN (1959):
Botanische Streifzüge in den Bergamasker Alpen. – Jb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpfl. u. -tiere 24.
- WAGNER, H. (1966):
Ostalpen-Westalpen: ein pflanzengeographischer Vergleich. – Angew. Pfl. soz. XVIII/XIX.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Herbert Reisigl
Institut für Botanik
Universität Innsbruck
Sternwartestraße 15
A – 6020 Innsbruck

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [3_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Reisigl Herbert

Artikel/Article: [Pflanzengeographie der Alpen - Besiedlungsgeschichte und Endemismus 27-34](#)