 ©Ges. f. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at 

| Der Bayerische Wald | 9 / 1 NF | 12 - 19 | 1. Juni 1995 | ISSN 0724 - 2131 |
|---|---|---|---|---|

# Läßt sich das Vorkommen von pflanzlichen Glazialrelikten in der Arberseewand mit Hilfe der Theorie der anemo-orographischen Systeme deuten?

Hansjörg Gaggermeier, Deggendorf

**Obwohl die Arberseewand mit ihren urwaldartigen Bergmischwäldern und Fichtenwäldern, genau so wie der "Schwimmende Filz" des Großen Arbersees, schon frühzeitig das Interesse der Botaniker erweckt hat (SENDTNER 1860, VOLLMANN 1912, PRIEHÄUSSER 1933, BERGDOLT 1937 und GRAF 1938), unterblieb die Erforschung der nur schwer erreichbaren Felswände weitgehend. Erst die jüngsten Funde mehrerer, im Felsenbereich der Seewand wachsender und für den Bayerischen Wald neuer Pflanzenarten (GAGGERMEIER, MOSANDL, REITER und SCHMIDT 1992) lenken die Aufmerksamkeit auf das Arbergebiet und das Phänomen der Reliktpflanzen. Dazu zählen in den Wandfluchten der Arberseewand Bleiches Habichtskraut (*Hieracium schmidtii*), Wild-Schnittlauch (*Allium schoenoprasum* subsp. *alpinum*), Rosenwurz (*Rhodiola rosea*) und Nordisches Labkraut (*Galium boreale*).**

Die oben angesprochenen und in der folgenden Auflistung angeführten Sippen werden in einem wei gefaßten Sinne als Glazialrelikte interpretiert. Dabei werden unter Relikten Sippen verstanden, die in der Vorzeit unter anderen ökologischen Bedingungen im Gebiet verbreitet waren, nach einschneidenden Umweltänderungen aber nur mehr in wenigen Habitaten überdauert haben. Sie nehmen heute im Reliktgebiet Außenposten ein, die vom Hauptareal oder von dem nächst gelegenen Teilareal mehr oder minder weit abgesprengt sind. Zu den glazialen Relikten gehören Arten, die während der letzten Eiszeit, der Würmeiszeit, in der offenen Tundrenvegetation des periglazialen Raumes zwischen den Eisschilden der nordeuropäischen und der Alpenvereisung lebten. In diesem großräumigen Gebiet vermischten sich Arten arktisch-nordischer (= borealer) Herkunft mit solchen, die aus den südlicher gelegenen Hochgebirgen, vornehmlich den Alpen, eingewandert waren. Als sich mit zunehmender Erwärmung der Wald ausbreitete, zogen sich die kälteangepaßten, lichtliebenden Arten in ökologisch passende Überdauerungsräume zurück, wo sie vor Konkurrenz, v.a. durch Wald, weitgehend geschützt waren. Diese Refugien lassen sich charakterisieren als kühle, häufig unbeschattete und vielfach feuchte Habitate in montaner und subalpiner Lage. In Mittelgebirgen wie dem Bayerischen Wald kommen folgende Lebensraumtypen als Glazialrefugien in Frage: Gipfelfelsen, Felswände der Seekare, Blockhalden, Quellfluren, Flach- und Hochmoore, Zwergstrauch-Heiden, Silikat-Magerrasen, Hochstaudenfluren, Krummholzbestände, lichte Fichten- und Bergmischwälder. Unter den heutigen Bedingungen sind die Reliktpflanzen nicht mehr oder nur geringfügig wanderfähig. Daß diese Sippen in ihren Refugien häufig nur in kleinen Populationen vorkommen, liegt u.a. auch in der Kleinräumigkeit dieser Lebensräume begründet. Auftreten und Konzentration der seltenen und eigenartigen Relikte in bestimmten Landschaften haben die Botaniker seit langem fasziniert.

Die Glazialrelikte des Bayerischen Waldes sind, pflanzengeographisch betrachtet, Arten, die ihre Hauptverbreitung heute in der arktisch-nordischen Florenzone des nördlichen Europa und / oder in den Hoch- und Mittelgebirgen des klimatisch gemäßigten Europas besitzen. Vereinfachend lassen sie sich in drei Gruppen aufteilen: Sippen mit arktisch-alpischer (präalpischer), nordisch-alpischer (präalpischer) und alpisch-präalpischer Verbreitung.

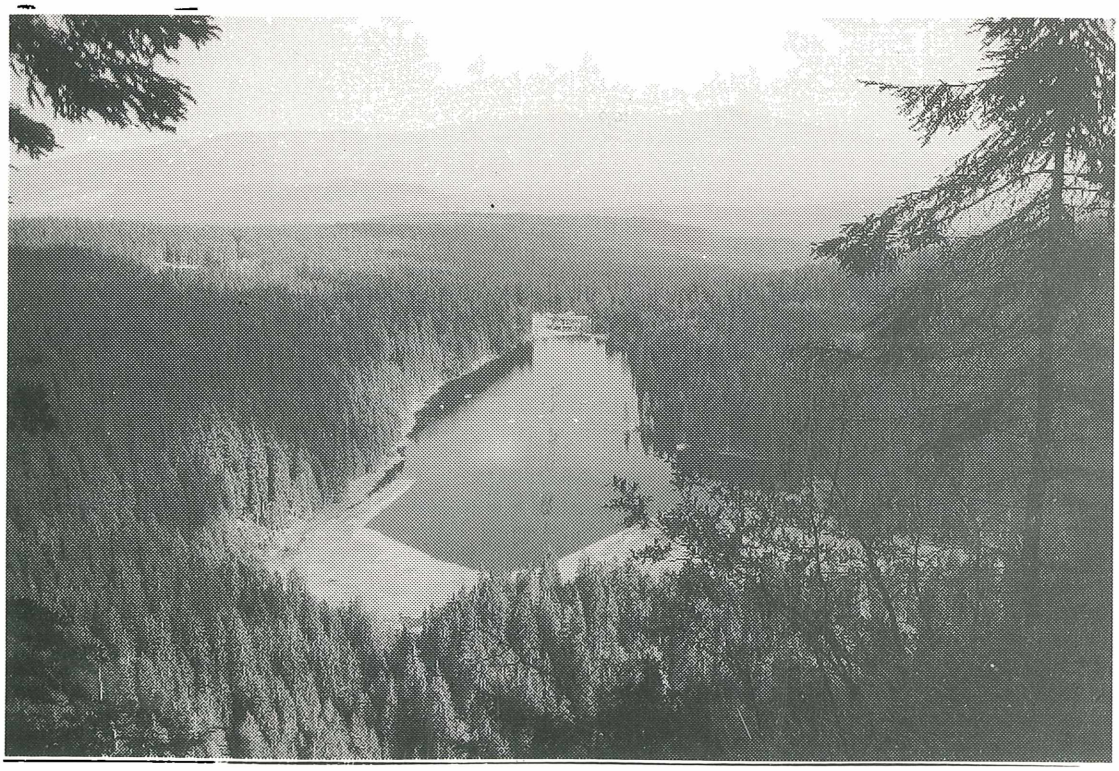


**Abb.:**

Blick vom Mittagsplatzl auf den Großen Arbersee. Die Seewand fällt mit rund 400m steil zum See ab. Der "Schwimmende Filz" ist nur im westlichen Abschnitt des Karsees vorhanden.

Foto Gaggermeier, 1994

 ©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at 

## Das Arbergebiet

Mit 1456 m Meereshöhe stellt der Große Arber den höchsten Gipfel im Bayerischen und Böhmerwald und die höchste außeralpine Erhebung in Bayern dar. Der Bergstock bildet den südöstlichen Eckpfeiler des zum Hauptkamm des Bayerischen Waldes gehörenden Arber-Kaitersbergzuges. Dieser herzynisch verlaufende Gebirgsstrang wird im Westen von der Kötzting-Bodenmaiser Senke, im Nordwesten vom Lamer Winkel (Tal des Weißen Regens) und im Osten und Südosten vom Eisensteiner Kessel, dem Tal des Schwarzen Regen und vom Zwiesler Becken eingefaßt. Er besteht im Nordwesten aus einer schmalen Bergkette, während im Südosten breit angelegte Verebnungsflächen mit verschiedenen Höhenniveaus ausgebildet sind. Die wichtigsten Einzelberge sind, von Nordwesten nach Südosten angeordnet, Heugstatt (1261 m), Enzian (1285 m), Kleiner Arber (1384 m), Großer Arber (1456 m) und Hochzellberg (1208 m). Der Große Arber besitzt wegen seines waldfreien Gipfels und wegen seiner Höhe ein imposantes "alpines" Profil, während in seiner Umgebung, von den steilen Karwänden einmal abgesehen, eher sanfte Kämme und Hänge vorherrschen. Die Kamm- und Verebnungslagen werden durch gefällsstarke Bachsysteme von den Seiten her in mehrere Täler zerlegt. Die wichtigsten sind die Talzüge des Geigenbaches (vom Großen Arbersee nach Südosten), des Seebaches (vom Kleinen Arbersee nach Norden) und des Rieslochbaches (über die Rieslochschlucht nach Süden). Besonders auffällig sind die beiden Kare: im Norden der Kleine Arbersee, im Südosten der Große Arbersee. Südlich des Kleinen Arbers ist die sog. Schwelle als seefreies Karoid angelegt. Das Bergmassiv ist von sillimanit- und cordieritreichen Paragneisen aufgebaut.

### Glazialrelikte des Arbermassivs

Die Aufzählung ordnet die Sippen bestimmten Biotop-Typen zu. Die Sippen werden nur für einen Lebensraum-Typ angegeben, obwohl sie durchaus in weiteren vorkommen können. Beispielsweise tritt *Swertia perennis* nicht nur auf überrieselten Seewandfelsen, sondern auch in Quellfluren und Flachmooren auf. Zu jedem Taxon wird die bei OBERDORFER (1994) gebräuchliche Florenelementbezeichnung genannt.

Die bei den Sippennamen angegebenen Symbole haben folgende Bedeutung: + verschollen; * in jüngster Zeit nicht mehr beobachtet; ? Vorkommen strittig.

**Felsen und Blockhalden der Gipfelregion (subalpine Höhenstufe)**

| | |
|---|---|
| *Agrostis rupestris* | - alp |
| *Cryptogramma crispa* | - arkt-alp |
| *Cystopteris fragilis* subsp. *alpina* | ? -alp-(arktsubozean) |
| *Empetrum nigrum* subsp. *hermaphroditum* | - arkt-alp |
| *Juncus trifidus* subsp. *trifidus* | - arkt-alp |
| *Pinus mugo* | - opralp |
| *Cardamine resedifolia* | +- alp |

**Felsen der Seewand (hochmontane Höhenstufe)**

| | |
|---|---|
| *Hieracium schmidtii* | - nosubozean - pralp(-smed) |
| *Rhodiola rosea* | - arkt (subozean)-alp |
| *Allium schoenoprasum* subsp. *alpinum* | - arkt-alp |
| *Pinguicula vulgaris* | - (arkt-)nosubozean-pralp |
| *Galium boreale* | - no-euras(kont) |
| *Asplenium viride* | - no-pralp |
| *Swertia perennis* | - (no-)pralp(altaisch) |

**Magerrasen und Zwergstrauchheiden (hochmontane und subalpine Höhenstufe)**

| | |
|---|---|
| *Arnica montana* | - pralp-nosubozean (mitteleurop.) |
| *Cirsium heleniodes* | - no-pralp |
| *Crepis mollis* | - pralp-no |
| *Diphasium alpinum* | - arkt-alp |
| *Gentiana pannonica* | - oalp |
| *Luzula alpinopilosa* | - alp |
| *Luzula sudetica* | - arkt(-no)-alp(subatl) |
| *Phleum alpinum* | - arkt-alp |
| *Pseudorchis albida* | - nosubozean-pralp |
| *Rumex alpestris* | - pralp |
| *Solidago virgaurea* subsp. *minuta* | ? - pralp |
| *Campanula scheuchzeri* | + - alp |
| *Gnaphalium norvegicum* | + - alp-arkt(subozean) |
| *Sagina saginoides* | + - arkt-alp. |

**Quellfluren, Bach-Ufersäume und feuchte Staudenfluren (hochmontane Höhenstufe)**

| | |
|---|---|
| *Aconitum hians* | - opralp |
| *Calycocorsus stipitatus* | - (alp-)pralp |
| *Cicerbita alpina* | - pralp-no(subozean) |
| *Ligusticum mutellina* | - alp |
| *Ranunculus platanifolius* | - pralp |
| *Rosa pendulina* | - pralp |
| *Salix appendiculata* | - pralp |
| *Senecio rivularis* | - opralp |
| *Senecio subalpinus* | - opralp |

**Moore / Verlandungsmoore der Seen (hochmontane Höhenstufe)**

| | |
|---|---|
| *Andromeda polifolia* | - no(kont) |
| *Calla palustris* | - nokont |
| *Carex magellanica* subsp. *irrigua* | - arkt(-alp) |
| *Carex limosa* | - (arkt-)no |
| *Carex pauciflora* | - arkt-nosubozean |
| *Eriophorum angustifolium* | - arkt-no |
| *Eriophorum vaginatum* | - arkt-no |
| *Lycopodiella inundata* | - nosubatl |
| *Menyanthes trifoliata* | - arkt-no |
| *Oxycoccus palustris* | - no |
| *Scheuchzeria palustris* | - no(subozean) |
| *Trichophorum cespitosum* subsp.*cespitosum* | - arkt- |
| *Vaccinium uliginosum* | - arkt-no-alp |

**Fichten- und Bergmischwälder (hochmontane und subalpine Höhenstufe)**

| | |
|---|---|
| *Athyrium distentifolium* | - arkt-alp-pralp |
| *Corallorhiza trifida* | * - no(kont) |
| *Homogyne alpina* | - pralp-alp |
| *Huperzia selago* | - nosubozean-pralp |
| *Listera cordata* | * - nosubozean-pralp |
| *Lonicera nigra* | - pralp |
| *Lycopodium annotinum* | - no(subozean)-pralp |
| *Lycopodium clavatum* | - no-eurassubozean |
| *Soldanella montana* | - opralp |
| *Streptopus amplexifolius* | - pralp(subozean) |
| *Trientalis europaea* | - arkt-no |
| *Lonicera caerulea* | +- nokont-pralp |

Die Zahl der aufgelisteten Glazialrelikt-Sippen liegt bei 62 Arten, wobei man über die Zugehörigkeit der einen oder anderen Sippe zur Reliktflora streiten kann. Arten kritischer Gattungen wurden - mit einer Ausnahme bei *Hieracium* gar nicht erst in die Liste aufgenommen. Innerhalb des Bayerischen und Böhmerwaldes weist das Arbergebiet ohne Zweifel die höchste Zahl an pflanzlichen Glazialrelikten auf.

### Die Felsvegetation der Arberseewand

Der Blick über den Großen Arbersee zur sich mauergleich auftürmenden Seewand bietet eines der großartigsten Landschaftsbilder des Bayerischen Waldes. Große waldfreie Felsabstürze sind in der knapp 400 m hohen Arberseewand nur an einer Stelle ausgebildet: In der unteren Wandhälfte auf der Nordseite. Im oberen Hangdrittel der Südseite bleiben die plattenförmigen Felsbildungen kleiner, auch sind sie gleichmäßiger vom lichten Hochlagenwald durchsetzt. An vielen Stellen kann man in der Karwand Felswände und Felsköpfe vorfinden, nur sind sie wegen ihrer geringeren Größe vom Wald eingehüllt und somit beschattet.

Die mächtige Felsflucht im vom Ostufer des Großen Arbersees aus betrachtet rechten Abschnitt der Seewand erstreckt sich auf eine Länge von rund 400 m und ragt ca. 70 bis 100 m hoch aus dem Bergmischwald heraus. Die Wände sind ost- bis nordostexponiert

 ©Ges. f. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at 

und liegen zwischen 1000 m und 1100 m Meereshöhe. Nach unten fallen die Felsen weitgehend senkrecht ab, im oberen Teil ist das felsige Gelände weniger steil und mehr stufig angeordnet. Der Gneisfels bildet ein unruhiges Relief aus Spalten, Klüften, Bändern und Überhängen aus. Glatte Oberflächen sind selten. Aus der Ferne erscheinen die Felsabbrüche großenteils grauschwarz, durchsetzt von einigen helleren Stellen. Die dunkle Farbe beruht auf großflächiger Überrieselung mit Hangwasser. Der trockene Silikatfels erscheint, besonders an frischen Abbruchstellen, in Hellgrau. Im Winter sind die überrieselten Felsplatten stark vereist. Ein bestimmender Lebensraumfaktor ist die mächtige und langanhaltende Schneebedeckung. Auch sorgt der sich hangabwärts bewegende Schnee, auch in Form kleiner Lawinen, unterhalb der Felswände dafür, daß stellenweise kein dauerhafter Baumwuchs aufkommt. Der größte Teil des Felsareals ist unbeschattet und absonnig. Die Felsstandorte sind im unübersichtlichen, steilen und unwegsamen Gelände ohne bergsteigerische Aktivitäten nicht direkt zugänglich. Nur mit Hilfe des Fernglases lassen sich die hoch aufragenden Wandabschnitte einigermaßen überblicken.

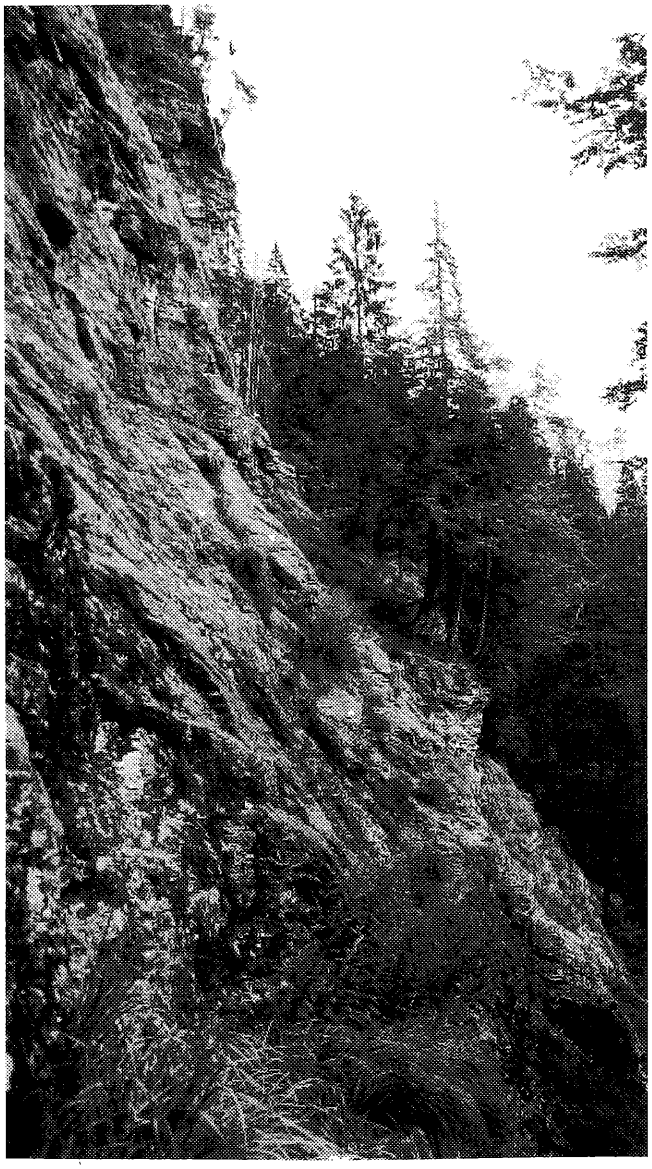


**Abb. :**

Die mächtige Felsflucht der Arberseewand ragt bis zu 100 m senkrecht aus dem Bergmischwald heraus. Die wasserüberrieselten Gneisfelsen tragen eine einmalige Reliktflora. Foto: Gaggermeier 1994

**Artenliste**

Wild-Schnittlauch (*Allium schoenoprasum* subsp. *alpinum*), Bleiches Habichtskraut (*Hieracium schmidtii*), Sumpfenzian (*Swertia perennis*), Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*), Nordisches Labkraut (*Gallum boreale*), Rosenwurz (*Rhodiola rosea*), Ährige Teufelskralle (*Phyteuma spicatum*), Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*), Wald-Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), Gewöhnliche Goldrute (*Solidago virgaurea*), Wald-Witwenblume (*Knautia dipsacifolia*), Dunkles Lungenkraut (*Pulmonaria obscura*), Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*), Sumpf-Pippau (*Crepis palustris*), Fuchs' Greiskraut (*Senecio ovatus*), Wald-Geißbart (*Aruncus dioicus*), Knotenfuß (*Streptopus amplexifolius*), Pannonischer Enzian (*Gentiana pannonica*), Heidekraut (*Calluna vulgaris*); Blaues Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Berg-Reitgras (*Calamagrostis villosa*), Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*); Buchenfarn (*Thelypteris phegopteris*), Eichenfarn (*Gymnocarpium dryopteris*), Gewöhnlicher Tüpfelfarn (*Polypodium vulgare*), Alpen-Frauenfarn (*Athyrium distentifolium*), Berg-Lappenfarn (*Thelypteris limbosperma*), Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*), Schwarzstieliger Streifenfarn (*Asplenium trichomanes*), Grüner Streifenfarn (*Asplenium viride*), Zerbrechlicher Streifenfarn (*Cystopteris fragilis*); Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*), Alpen-Heckenrose (*Rosa pendulina*), Schluchtweide (*Salix appendiculata*), Seidelbast (*Daphne mezereum*), Himbeere (*Rubus idaeus*), Dunkeldrüsige Brombeere (*Rubus hirtus*), Zitterpappel (*Populus tremula*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*), Weißtanne (*Abies alba*), Hänge-Birke (*Betula pendula*), Fichte (*Picea abies*); Geöhrtes Torfmoos (*Sphagnum auriculatum*), Sparriges Torfmoos (*Sphagnum squarrosum*), Spatenmoos (*Scapania spec.*), Leuchtmoos (*Schistostega pennata*).

Die Felsspaltenvegetation ist gekennzeichnet durch das Vorkommen des Blauen Pfeifengrases, das teilweise in Massenbeständen auf den wasserüberrieselten Gneisflächen wächst. Das im Bayerischen Wald als geselliger Bewohner von Feuchtwiesen und Mooren nicht seltene Gras gedeiht hier auf Fels. Vorraussetzung ist die dauerhafte Überrieselung mit kühlem, nicht zu nährstoffarmen Weichwasser, das in breiter Front aus den bewaldeten Oberhängen austritt. Diese Wasserzufuhr führt zu dem ungewohnten Anblick von Moorpflanzen auf nacktem Felsuntergrund.

Die vom Pfeifengras dominierten Felsrieselfluren und Felsrasen lassen sich der aus dem Riesengebirge beschriebenen Sumpfenzian-Pfeifengras-Gesellschaft (*Swertietum perennis*) (BERCIKOVA 1976) zuordnen. Allerdings erweist sich die Bayerwald-Ausbildung dieser Gesellschaft, die dem Verband *Cardamino-Montion* (Quellfluren kalkarmer Standorte) angehört, im Vergleich mit den sudetischen Ausprägungen als verarmt und räumlich stark reduziert. Aufgrund unterschiedlicher Wasserversorgung und Substratausbildung kann man drei Varianten der Sumpfenzian-Pfeifengras-Gesellschaft unterscheiden:

Variante auf stark vernäßten Felsflächen: In den oberen und unteren Felspartien erreicht das Pfeifengras an Stellen, wo das Relief weniger steil und mehr stufig geformt ist, Wuchshöhen von über einem Meter und bildet alle Übergänge von Einzelpflanzen bis zu mehrere Quadratmeter großen Herden aus. Diese Hochgrasbestände sind an regelmäßige Überrieselung gebunden, stellen also zusammen mit der Grobschuttausbildung den nassen Flügel der Sumpfenzian-Pfeifengras-Gesellschaft. Neben dem dominierenden Pfeifengras lassen sich beobachten: der schwärzlich-violett blühende Sumpfenzian, der nur in wenigen Exemplaren vorhanden ist. Häufiger werden angetroffen Wild-Schnittlauch, Buchenfarn, Berg-Reitgras, Hasenlattich, Sumpf-Dotterblume und Sumpf-Pippau. Charakteristische Moose sind das Geöhrte Torfmoos und verschiedene Spatenmoos-Arten.

Variante auf Grobschutt: Am Fuß der senkrechten Felswände werden auf Blockuntergrund, der durch die starke Wandverwitterung zustande kommt, ebenfalls Herden des Pfeifengrases vorgefunden. Auch diese Bestände sind regelmäßig vom Rieselwasser durchfeuchtet, haben aber

©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at


mehr Feinerde zur Verfügung und sind etwas beschattet. Dies hat zur Folge, daß sich verstärkt Farne zwischen die Grashorste mischen. Die Artenliste umfaßt die folgenden Sippen: Alpen-Frauenfarn, Berg-Lappenfarn, Breitblättriger Dornfarn, Fuchs' Greiskraut, Berg-Reitgras, Hasenlattich, Wald-Geißbart, Knotenfuß und Seidelbast.

Variante der wechselfeuchten Felsstandorte: Aus den Felswänden leuchten im Juni die gelben und hellroten Blütenstände von Bleich-Habichtskraut und Wild-Schnittlauch und verleihen den sonst eher unauffälligen Felsrasen bunte Farbtupfer. Im Bereich der weniger stark überrieselten Felsspalten und Felsbänder wachsen diese beiden Arten in Gesellschaft von Hain-Rispengras, Gewöhnlichem Tüpfelfarn, Gewöhnlicher Goldrute, Hasenlattich und Heidekraut. Daneben breitet sich auf den Felsflächen eine Vielzahl von Moos- und Flechtensippen aus. Es zeigt sich, daß neben spezialisierten Felsbewohnern eine Reihe von Arten erscheint, die aus der umgebenden Waldvegetation in die Felsbiotope eingewandert sind. Als Sträucher und krüppelhafte Einzelbäume sind zu finden: Alpen-Heckenrose, Schluchtweide, Himbeere, Hängebirke, Zitterpappel, Berg-Ahorn und Fichte. Besonders gut kann sich in dem felsigen Terrain die Vogelbeere durchsetzen. Genauere Untersuchungen müssen zeigen, ob nicht doch eine eigenständige Pflanzengesellschaft vorliegt.

Die steile Karrückwand ist zum größten Teil von urwaldartigen Waldbeständen bewachsen. Im unteren und mittleren Seewandbereich ist über 200 Höhenmeter die Mischwaldzone ausgebildet, in der drei Gesellschaften auftreten: auf nährstoffärmeren Standorten der Dornfarn-Tannen-Buchenwald (*Dryopteris-Fagus-sylvatica*-Gesllschaft), in den edaphisch und klimatisch günstigsten Lagen der Waldmeister-Buchen-TannenWald (*Galio odorati-Fagetum*) und auf blockreichen, besonders gut durchsickerten Sonderstandorten der Hochstauden-Bergahorn-Buchenwald ( *Acerl-Fagetum* ). Daneben sind zwei Gesellschaften des natürlichen herzynischen Fichtenwaldes entwickelt. In den tieferen, durch Kaltluftstau und Spätfröste beeinflußten, vernäßten Bereichen tritt der Fichten-Auwald (*Soldanello-Piceetum bazzanietosum*) auf, während sich in den Kamm- und Gipfelbereichen der Fichten-Hochlagenwald (*Soldanello-Piceetum barbilophozietosum*) durchsetzt.

In den oberen, auf der Südseite der Arberseewand gelegenen Hangflächen sind ebenfalls steile Felspartien, allerdings mit geringeren Abmessungen, ausgebildet. Einzeln oder truppweise wachsen zwischen ihnen Hochlagenfichten und geben dem Hangwald ein lockeres Gepräge. Am Fuß der Felsplatten sind kleinflächig Bereiche vorhanden, die durch Gleitschnee weitgehend baumfrei gehalten werden, höchstens einzelne Sträucher und Baumkrüppel können sich halten. Hochwüchsige, vom Alpen-Frauenfarn und Berg-Reitgras dominierte Gras-Farnfluren bilden sich an diesen Lokalitäten aus. Vereinzelt wächst in diesen schneegeprägten Beständen der Pannonische Enzian. SOFRON und STEPAN (1971) beschreiben aus der mächtigen Karwand des Schwarzen Sees (Cerne jezero), der in Luftlinie knapp 10 km von der Arberseewand entfernt ist, ein *Gentiano (pannonicae)-Athyrietum alpestris*, das auf "unbewaldeten Streifen und Lawinenbahnen ..., wo bis zum Spätfrühling Schneefelder liegen," wächst. Diese Enzian-Alpen-Frauenfarn-Gesellschaft, die zum Verband *Adenostylion alliariae* (hochmontan-subalpine Hochstaudenfluren) gehört, ist an vergleichbaren Positionen auch in der Arberseewand zu beobachten. Der aus dem Ostalpenraum in den Bayerischen und Böhmerwald einstrahlende Pannonische Enzian besitzt in den Karwandbiotopen wohl seine Primärhabitate. Das Auftreten dieser prächtigen Pflanze in hochmontanen Borstgrasrasen und auf Schachten ist insofern als sekundär anzusehen, als diese Lebensräume weitgehend anthropogen entstanden sind.

## Jeniks Theorie der anemo-orographischen Systeme

In den Hochsudeten - Riesengebirge (Krkonose), Glatzer Schneeberg (Kralicky Sneznik) und Altvatergebirge (Hruby Jesenik) - treten baumfreie bzw. baumarme Standorte in der hochmontanen, subalpinen bis alpinen Höhenstufe auf, die sich durch außerordentlichen Artenreichtum auszeichnen. Der Verfasser konnte im August 1994 bei einem Besuch des Riesengebirges einen persönlichen Eindruck von diesen Lokalitäten gewinnen. Besonders eindrucksvoll erwiesen sich zwei Kare, die Elbegrube (Labske jamy) und die Aupagrube (Upska jama) mit dem sog. Teufelsgärtchen (Certova zahradka). Letzteres, eine von Felsen eingerahmte, zwischen 1000 und 1100 m ausgebildete mächtige Schuttreiße, besitzt ein eigenartiges Gemisch von arktisch- oder nordisch-alpischen Sippen und "ausgesprochenen Thermo- bzw. Subthermophyten" (JENIK) . Dort wachsen auf engstem Raum nebeneinander u. a. *Cryptogramma crispa*, *Minuartia verna* subsp. *gerardii*, *Festuca versicolor*, *Pulsatilla vernalis*, *Hedysarum obscurum*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Galium odoratum*, *Daphne mezereum* und *Convallaria majalis*.

JENIK hat 1959 seine Forschungsergebnisse in deutscher Sprache unter dem Titel "Kurzgefaßte Übersicht der Theorie der anemo-orographischen Systeme" vorgestellt. Diese interessan-

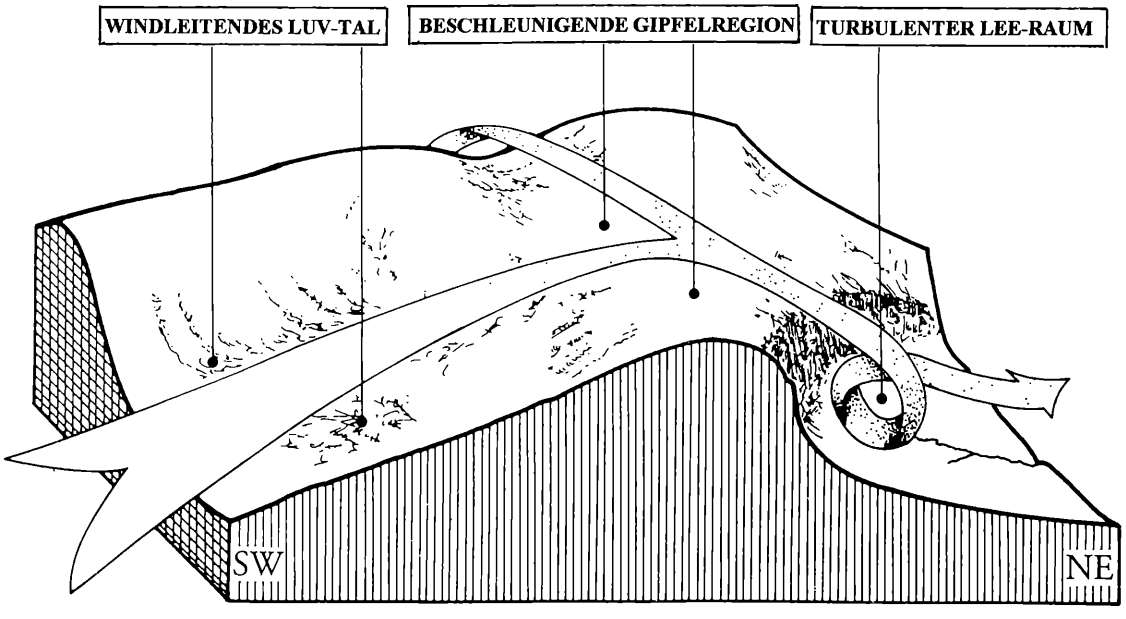



**Abb. 1:**

Schematische Darstellung des anemo-orographischen Systems - drei Reliefkomponenten: Windleitendes Luv-Tal, beschleunigende Gipfelregion und turbulenter Lee-Raum. Pfeile markieren die Luftströmungen. Diversitätszentrum ist der karförmige Lee-Raum.

Verändert nach JENIK 1990.

 ©Ges. f. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at 

ten Überlegungen sind in der deutschsprachigen geobotanischen Literatur bisher weitgehend unbekannt geblieben. Angesichts der Arten-Diversität in den Hochsudeten formuliert JENIK in seiner Arbeit die folgende Fragestellung: "Welche ökologischen Eigentümlichkeiten waren im Stande, eine und dieselbe Stelle gleichzeitig als geeignetes Refugium für Pflanzenelemente der Glazialperioden und gleichzeitig als geeignetes Refugium für Elemente der postglazialen Wärmeperiode in Erscheinung treten zu lassen?"

In seiner Untersuchung stellt JENIK fünf gemeinsame Merkmale heraus, die den artenreichen Lokalitäten in den Hochsudeten gemeinsam sind (Abb. 1, 2,3):

- Bindung an Kare bzw. Karoide der Gebirge; diese Relief-Hohlformen werden seit alters im Riesengebirge als "Gruben" und im Altvatergebirge als "Kessel" bezeichnet,
- Lage häufig am Ostrand der höchsten Gebirgskämme und -verebnungen,
- Hangrichtung meist Ost, Südost und Nordost,
- In Gegenposition zu einem langgestreckten und eingetieften, von West nach Ost verlaufenden Talzug,
- Auftreten von bis in den Sommer hineinreichenden Schneeansammlungen, häufige Lawinenabgänge.

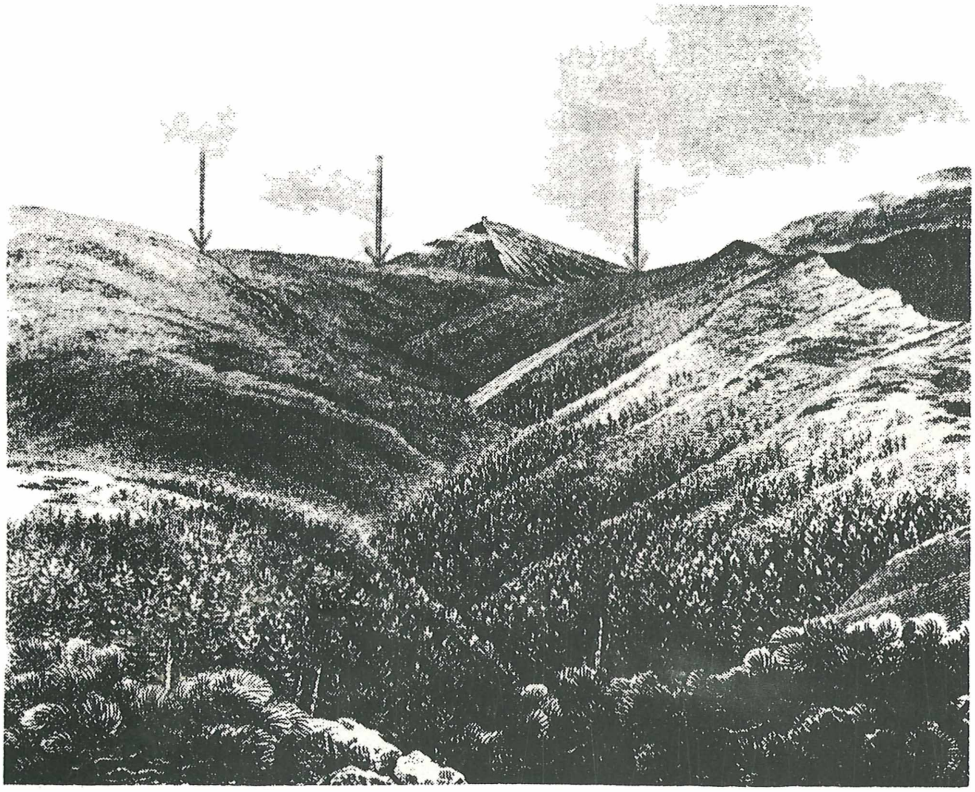


**Abb. 2:**

Anemo-orographisches System des Weißwassers (Weiße Elbe) im Riesengebirge. Blick von Westen durch das windleitende Luvtal des Weißwassers (Bile Labe) zur Schneekoppe (Snezka, 1602m).

Die Pfeile zeigen auf die oberen Hangkanten dreier turbulenter Lee-Räume, die beiderseits des Gipfels liegen: (von links) die Kare des Großen und Kleinen Teiches (auf polnischem Gebiet) und rechts der Gipfelpyramide der Talschluß der Aupa (Upska jama).

Nach JENIK(1990).

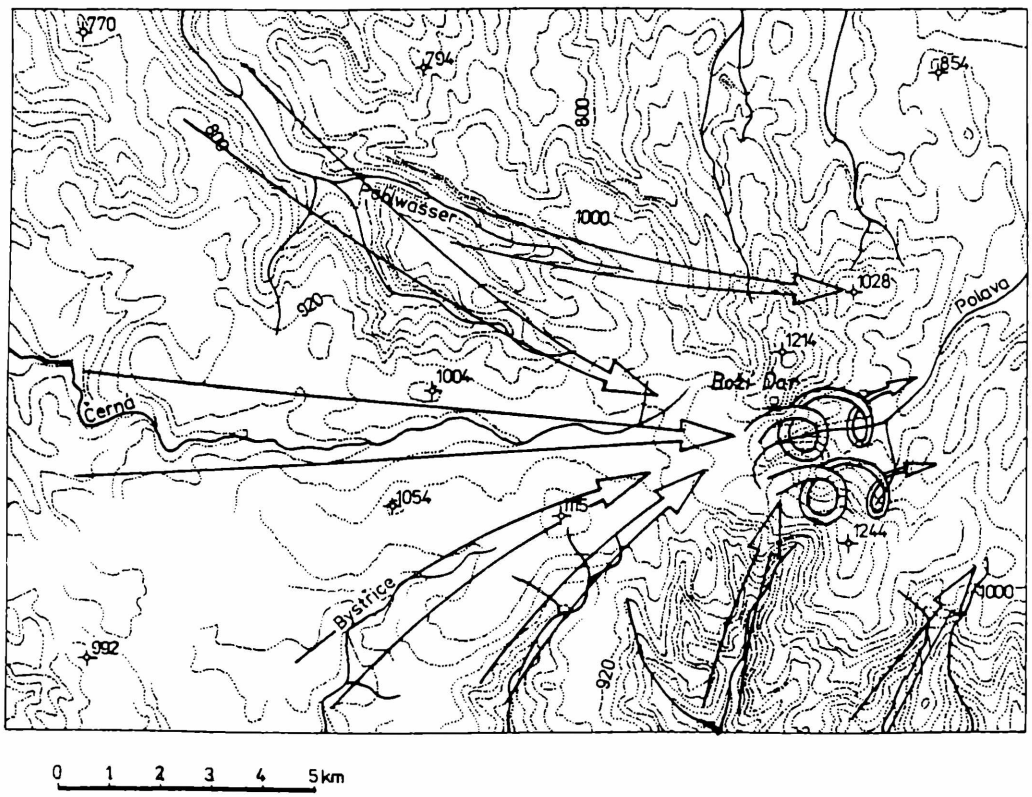



**Abb. 3:**

Der Kartenausschnitt aus dem Erzgebirge zeigt das anemo-orographische System des Cerna-Tales. Die Pfeile geben die in der Gipfelregion zusammenlaufenden Luftströmungen wieder, die sich in der Hohlform des "Zechengrundes" turbulent verlangsamen. Der Talabschluß der Polava (Zechengrund) ist schneereich und stellt ein Diversitätszentrum dar.

Nach JENIK (1990).

©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.


JENIK interpretiert die floristischen und synchorologischen Diversitätszentren der Hochsudeten als Auswirkungen der anemo-orographischen Systeme (kurz A-O-Systeme genannt). Darunter sind Tal- und Bergzüge mit bestimmten Windströmungen und charakteristischer Standortsverteilung zu verstehen, welche die Existenz und Erhaltung einer artenreichen Flora und Fauna fördern. In den A-O-Systemen verknüpfen sich orographische, klimatische und ökologische Erscheinungen in immer wiederkehrenden Mustern.

Ein A-O-System zeichnet sich durch die folgenden Komponenten aus (Abb. 1, 2):

- durch das windleitende Luv-Tal
- durch die beschleunigende Gipfelregion
- durch den turbulenten Lee-Raum

Im Mittelpunkt der Theorie stehen die vorherrschenden Westwinde, welche grundsätzliche Unterschiede zwischen West- und Osthängen (Luv- und Leeseiten) verursachen. Durch Kartierung von Windeinflüssen wie verformte Bäume und Sträucher, Deflationserscheinungen in der Vegetationsdecke und Schneeverteilung lassen sich häufig wehende Lokalwinde nachweisen. In den Luvtälern kommt es zur Gleichrichtung der Luftströmungen, im Bereich der Gipfelregion zur Beschleunigung und im Leeraum zu einer Verlangsamung aufgrund von Turbulenzerscheinungen. Letzteres wiederum hat zur Folge, daß die Transportkraft der Windströmung für äolische Sedimente wie Schnee, Staub und pflanzliche Diasporen abnimmt. Ein weiteres Glied in der Argumentationskette ist die charakteristische Schneeverteilung in Abhängigkeit von den Windverhältnissen. So bilden sich in den leeseitigen Hohlformen Schneeansammlungen aus, welche zu langanhaltenden Schneefeldern, Gleitschnee und regelmäßigen Lawinenabgängen führen (sog. Schneelöcher). Vor allem Gleitschnee und Lawinen bewirken ein lokales Absinken der Waldgrenze und helfen entscheidend mit, die artenreichen Biotope gehölzfrei zu halten. Die meist heliophilen Reliktpflanzen sind der Konkurrenz des Waldes nicht gewachsen. Die Schneefelder in den Karen führen zu verstärkter Durchfeuchtung; Quellaustritte, Sturzbäche und Rieselwasser an Felsen sind häufige Erscheinungen an den leeseitigen Abhängen.

Die Existenz der sog . subthermophilen Sippen ist nach JENIK nicht nur abhängig von der kälteabschirmenden Schneebedekkung, sondern auch von der thermodynamischen Erwärmung durch absteigende Luftmassen. Lawinen und Gleitschnee spielen auch für Erosionsvorgänge keine unerhebliche Rolle, wirken sie doch bei der Bereitstellung und Nachlieferung von Mineralstoffen aus den anstehenden Gesteinen mit. Das Vorhandensein von basischen Gesteinen scheint sich auf den Artenreichtum positiv auszuwirken; im Teufelsgärtchen tritt Porphyrit auf, in der Kleinen Schneegrube sorgt ein Basaltgang für Nährstoffreichtum. Der Deflationswirkung des Windes in der Gipfelregion steht die Sedimentation des äolischen Sediments im Leeraum gegenüber. JENIK spricht direkt von äolischer Düngung angesichts der Anhäufung von Mineralstaub, Humusbestandteilen, Fragmenten von Flechten und Moosen bis hin zu ganzen Grashorsten. Für die Entstehung des Artenreichtums war auch der Transport und die Anhäufung von Diasporen anemochorer Sippen in den Leeräumen der A-O-Systeme von Bedeutung.

JENIK hebt schließlich die "syngenetische Unruhe" hervor, die in den "Gruben" und "Kesseln" der Sudeten festzustellen ist. Damit ist das Vorhandensein zahlreicher Pflanzengesellschaften in teilweise "phytozönologisch unausgeglichenen Entwicklungsstadien" gemeint (Abb. 4). In den Hochsudeten, aber auch in anderen europäischen Mittelgebirgen, vom Zentralmassiv bis zu den Karpaten, wird ein eigener Verband *Calamagrostion arundinaceae* ausgeschieden, in dem Pflanzengesellschaften vereinigt werden, die bevorzugt in den Leeräumen entwickelt sind. Dabei handelt es sich um kraut- und strauchreiche Hochgrasfluren in der hochmontanen und subalpinen Höhenstufe. Sie sind durch starke Vermischung von Gebirgs- und Tieflandselementen ausgezeichnet. Während in den Luvtälern und in den Gipfelregionen nur wenige, großflächig ausgebildete Gesellschaften mit allmählichen Übergängen (ausgenommen die Hochmoore) vorkommen, findet sich in den leeseitigen Karen auf engem Raum eine große Anzahl von Pflanzengesellschaften.

**Gibt es anemo-orographische Systeme auch in Mittelgebirgen mit waldbedeckten Gipfel- und Kammlagen?**

Zu den niedrigeren herzynischen Mittelgebirgen zählt das Erzgebirge, das im Keilberg mit 1244 m kulminiert. Die Gipfel und Kämme sind bis oben von Fichtenwald überdeckt. JENIK (1990) berichtet über Untersuchungen im höchst gelegenen Teil des Erzgebirges, im Gebiet von Gottesgab (Bozi Dar). Im Talschluß "Zechengrund" finden sich dort in einer Meereshöhe von rund 1050 m auffällige Vorkommen von subalpinen Stauden- und Gebüschgesellschaften inmitten der monotonen "herzynischen Waldwüste." Der genannte Autor konnte dort ein klar umrissenes A-O-System feststellen, das Cerna-System (Abb.3), welches er für die erhöhte Bio-Diversität verantwortlich macht. Sein Vorhandensein ließ sich anhand von windgeformten Bäumen und Sträuchern, von bestimmten Wolkenbewegungen und aufgrund der Schneeverteilung kartieren. Auf der Karte und im Profil läßt sich erkennen, daß die Windströmungen zwischen zwei über 1000 m hohen Bergrücken zusammengefaßt, verengt und beschleunigt werden. Im Talschluß der Polava, dem artenreichen

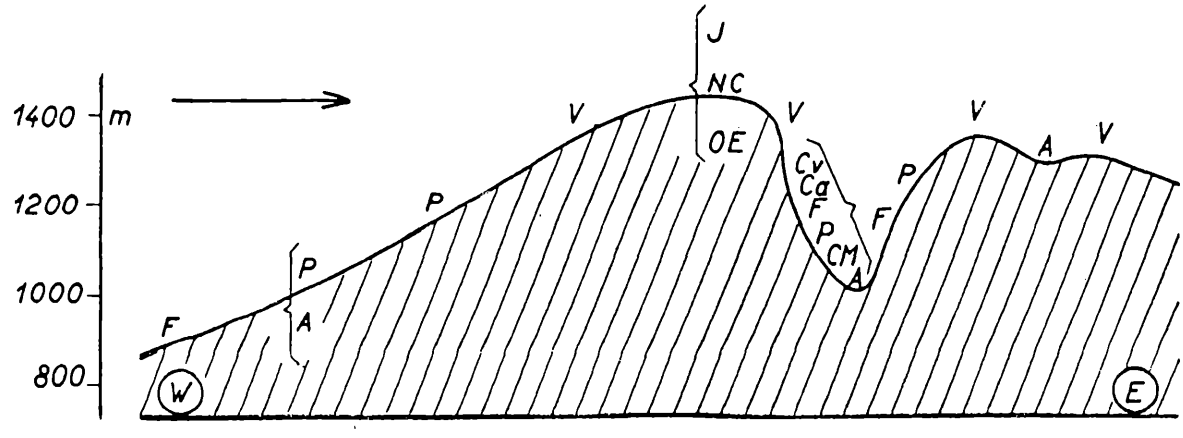



**Abb. 4:**

Schema der Verbreitung von Pflanzengesellschaften im anemo-orographischen System eines sudetischen Mittelgebirges.
F=*Fagion sylvaticae*, P=*Piceion abietis*, A=*Adenosytylon alliariae*, V=*Vaccinion myrtilli*, J=*Juncion trifidi*, NC=*Nardo-Caricion fyllae*, OE=*Oxycocco-Empetrion hermaphroditi*, Cv=*Calamagrostion villosae*, Ca=*Calamagrostion arundinaceae*, CM=*Cardamino-Montion*.
Nach JENIK (1959).

 Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum.at 

"Zechengrund", befindet sich der Lee-Raum, der die charakteristischen Merkmale wie Turbulenz und Windverlangsamung aufweist. JENIK vermutet, daß in der Vergangenheit auf den windexponierten Gipfelbereichen das gegenwärtige dichte Waldkleid aufgelockert war und daß im Leeraum die natürliche Waldgrenze erniedrigt war.

SOFRON und STEPAN haben 1971 eine geobotanische Arbeit über die Kare des Böhmerwaldes vorgelegt. Darin wird auch das nur rund 10 km vom Großen Arbersee entfernte Doppelkar des Schwarzen Sees (Cerne jezero) und des Teufelssees (Certovo jezero) behandelt. Schon 1961 hatte JENIK die beiden Karseen und ihre Seewände als einem A-O-System zugehörig gedeutet. Als windleitendes Luvtal wird das Tal des Weißen Regens, der sog. Lamer Winkel herangezogen. Die windbeschleunigenden Gipfelpartien sind im Künischen Gebirge, im Zwercheck und im Plateau der Seewand zu suchen. Die Kare mit ihren Wänden stellen die turbulenten Leeräume dar. SOFRON und STEPAN verweisen auf die Wirkung des Gleitschnees und der Lawinen, die besonders im Bereich des Schwarzen See-Kars unbewaldete Flächen entstehen ließen. Auch hier findet sich Artenreichtum ausgebildet, wenn auch nicht in der Reichhaltigkeit des Riesengebirges. Besonders die sog. subthermophilen Elemente fallen weitgehend aus. Artenreich sind dagegen hochmontane und subalpine Gesellschaften ausgebildet. Insofern besteht eine auffällige Übereinstimmung mit dem Arbergebiet.

Die steile Karwand des Schwarzen Sees, mit rund 300 m Höhenerstreckung eine der mächtigsten Seewände im Bayer- und Böhmerwaldgebirge, besitzt großflächige Felsfluchten und Schuttreißen. Auf ihnen sind Pflanzengesellschaften ausgebildet (Abb. 5), die wir auf bayerischer Seite entweder im Gipfelbereich des Großen Arbers oder in der Arberseewand antreffen. In den Glimmerschieferfelsen wächst die *Agrostis rupestris-Juncus trifidus*-Gesellschaft. Lokal tritt das Latschen-Krummholz auf, das von den tschechischen Geobotanikern als *Myrtillo-Pinetum mughi* interpretiert wird. Auf den Lawinenbahnen und Gleitschneeflächen im Fußbereich der Felsen ist die Enzian-Alpenfrauenfarn-Gesellschaft (*Gentiano pannonicae-Athyrietum alpestris*), entwikkelt, häufig in Kontakt mit der Berg-Reitgras-Flur (*Calamagrostidetum villosae*). Die beiden tschechischen Autoren beobachteten in den Glimmerschieferfelsen auch Pfeifengras-Bestände, die sie synsystematisch nicht zuordneten. Dieses Pfeifengrasvorkommen entspricht wahrscheinlich der Sumpfenzian-Pfeifengras-Gesellschaft, die von BERCIKOVA 1976 aus dem Riesengebirge beschrieben wurde und die der Verfasser in einer verarmten Ausbildung in der Arberseewand vorgefunden hat. Weitere Untersuchungen sind hier dringend geboten. An Waldvegetation wird angetroffen: der Hochlagen-Fichtenwald (*Soldanello-Piceetum*) und am Fuß der Seewand, der Hochstauden-Bergahorn-Buchenwald (*Acerl-Fagetum*).

## Ursachen der Biodiversität im Arbergebiet

Rein formal betrachtet, besitzt das Arbermassiv alle charakteristischen Merkmale eines A-O-Systems:

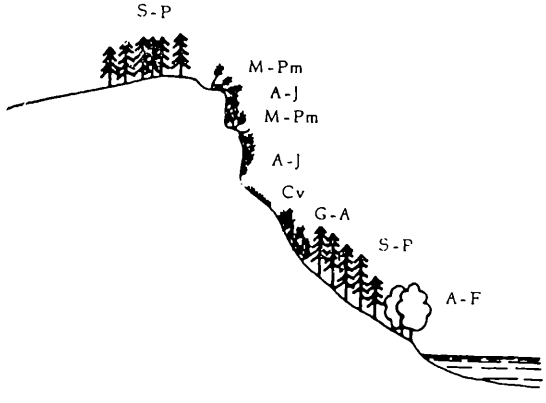
zwei Kare, nämlich die Kare des Großen und Kleinen Arbersees, als turbulente Leeräume,
Lage am Ostrand (Großer Arbersee) bzw. am Nordrand (Kleiner Arbersee) des Arberhauptkammes - Exposition der Karwände nach Ost bzw. nach Nord,
hoch gelegene (über 1300 m) Gebirgskämme und Verebnungen als windbeschleunigende Gipfelregionen (Gr. Arber - Kl. Arber-Hauptkamm, Gipfel des Gr. Arbers, Verebnung über der Seewand),
herzynisch (NW - SO) streichende Längstalung der Bodenmais-Kötztinger-Senke (Zeller Tal) als windleitendes Luvtal, Schneeansammlungen, Gleitschnee und Lawinen (letztere zumindest in der Arberseewand) in den Karen.

Im Arbergebiet lassen sich zwei Gruppen von Relikthabitaten unterscheiden:

Extremstandorte, die völlig waldfrei sind. Dazu zählen die Felsen der Gipfelriegel und die Steilwände der Arberseewand, sowie die "Schwimmenden Filze" der beiden Arberseen. Diese Lebensräume sind aufgrund ihrer besonderen ökologischen Bedingungen als waldfeindlich anzusehen. Für die konkurrenzschwachen Reliktarten bieten sie dagegen ausreichende Lebensmöglichkeiten. In ihnen konzentrieren sich die Relikte, die im Gebiet nur mehr punktuell in kleinen und kleinsten Populationen präsent sind. Auffällig ist die Bindung dieser Habitate an das ehemals vergletscherte Terrain.

Waldfähige Standorte. Auf ihnen ist bei günstigeren Bedingungen Waldvegetation möglich, auch wenn diese Wälder (Hochlagenfichtenwald, Aufichtenwald und Hangmischwälder) häufig gestört und aufgelichtet sind. Eine größere Anzahl von weiter verbreiteten, weniger konkurrenzschwachen Reliktarten findet hier ihr Auskommen. Dieser Habitattyp ist im Arbergebiet auch außerhalb des ehemals vergletscherten Raumes anzutreffen. Er tritt in den Hang- und Verebnungslagen der hochmontanen Stufe auf, ist aber auch tiefer, in den Bachtälern, besonders in der Riesloch-Schlucht, entwickelt.

Die von JENIK erwähnten, für die artenreichen Lebensräume des Riesengebirges charakteristischen Mischfloren, die sowohl aus arktisch-nordisch-alpischen Elementen als auch aus "Thermo- bzw. Subthermophyten" aufgebaut sind, lassen sich, wenn auch abgeschwächt, ebenfalls in der Arberseewand antreffen. Das Bleiche Habichtskraut ist ein licht- und etwas wärmeliebender Felsspaltenwurzler (OBERDORFER 1994) und keinesfalls ein lupenreines Glazialrelikt. Einerseits klettert die Sippe in den Westalpen bis auf 2600 m Meereshöhe, andererseits wächst das




| | |
|---|---|
| A-F | *Acero-Fagetum* |
| S-P | *Soldanello-Piceetum* |
| G-A | *Gentiano pannonicae-Athyrietum alpestris* |
| Cv | *Calamagrostidetum villosae* |
| A-J | *Agrostis rupestris-Juncus trifidus* |
| M-Pm | *Myrtillo-Pinetum mughi* |

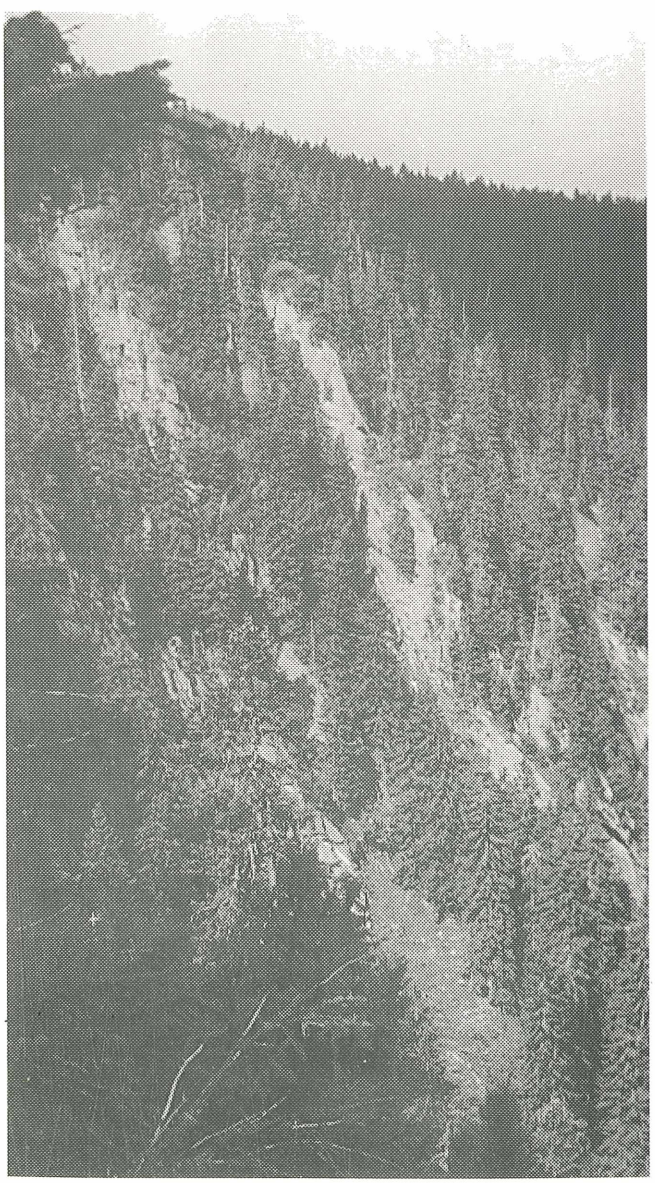
**Abb. 5:**

Vegetationskundliches Transsekt durch die Karwand des Schwarzen Sees (Cerne jezero).
Nach SOFRON und STEPAN (1971)

©Bot. Arbeits- und Schutzgem. Bayer. Wald e.V. & Naturw. Ver. Passau e.V.;download www.biologiezentrum


Habichtskraut beispielsweise auch in der Xerothermvegetation des Selbitztales im Frankenwald. TÜRK (1995) kennzeichnet *Hieracium schmidtii* für dieses Gebiet als Kennart einer Bleich-Habichtskraut-Pfingstnelken-Gesellschaft (*Hieracio-Dianthetum grationopolitani*). Diesem floristischen Mischcharakter entspricht auch das gemeinsame Auftreten der Laubwaldarten *Phyteuma spicatum* und *Daphne mezereum* inmitten der spezialisierten Felsbewohner der Arberseewand.

Eine Analyse der Relikthabitate im Arbermassiv und der Faktoren, die zu ihrer Entstehung geführt haben, ergibt folgende Einschätzung. Glaziogene Reliefentstehung, kräftige aktuelle Geomorphodynamik, Meereshöhe und Exposition und die damit korrelierten Klimafaktoren haben die ökologischen Nischen, in denen die aus vorzeitlichen, glazialen und periglazialen Floren- und Vegetationsmustern hervorgegangenen Reliktsippen bis in die Gegenwart überdauern konnten, geschaffen und erhalten sie bis in die Gegenwart. Die von JENIK betonte "Windkomponente" läßt sich mit ihren Auswirkungen zumindest im Arbergebiet nicht klar erkennen. Die im Vergleich zu den Hochsudeten weit nach oben reichende, - am Arbergipfel erstreckt sich der Fichten-Hochlagenwald bis auf rund 1400 m - geschlossene Bewaldung dürfte die Auswirkungen der Windsysteme wenn nicht verhindern, so zumindest stark abschwächen. Klarheit ist nur über meteorologische Messungen zu erreichen. Denkbar ist allerdings, daß im Spät- und frühen Postglazial vor der Entstehung der geschlossenen Bewaldung auch am Großen Arber ein aktives anemo-orographisches System entwickelt war und bei der Besiedlung der Reliktnischen wirksam gewesen ist.



Die Theorie der A-O-Systeme trägt dazu bei, Entstehung und Erhaltung der Reliktfloren und ihre räumliche Verteilung in den mitteleuropäischen Mittelgebirgen besser zu verstehen. Die noch offenen Fragen sollten Ansporn sein, auf der Grundlage der JENIKschen Forschungsergebnisse auch im Bayerischen Wald florengeschichtliche, floristische, vegetations- und klimakundliche Untersuchungen weiterzuführen.

## Literatur


BERCIKOVA, M (1976): Rostlinna Spolecestva s Ucasti Molinia coerulea v Alpinskem Stupni Krkonos. Opera Corcontica 13: 95-129

BERGDOLT, E. (1937): Floristische und ökologische Beiträge zur Kenntnis des Arbergebietes im Bayerischen Wald. Ber. Bayer. Bot. Ges. 33: 27-41

GAGGERMEIER, H., MOSANDL, J., REITER, F. und A. SCHMIDT (1992): Botanische Neufunde an wasserüberrieselten Felswänden des Arbergebietes. Der Bayer. Wald (N.F.) Heft 2/1992: 8-10

GRAF, K. (1938): Beiträge zur pflanzengeographischen Erforschung der Flora des Bayerischen Waldes. Ber. Naturw. Ver. Passau 23: 18-72

JENIK, J. (1959): Kurzgefaßte Übersicht der Theorie der anemo-orographischen Systeme. Preslia 31: 337-357

JENIK, J. (1990): Large-scale pattern of biodiversity in Hercynian massifs. In: KRAHULEC, F. et al. (ed.): Spatial processes in plant communities, pp. 251-259. Prag

JENIK, J. und R. HAMPEL (1992): Die waldfreien Kammlagen des Altvatergebirges. Geschichte und Ökologie. Mährisch-Schlesischer Sudetengebirgsverein (Hrsg.), 104 S., Stuttgart

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl., 1050 S., Stuttgart

PRIEHÄUSSER, G. (1933): Naturschutzgebiete am Arber. Bl. f. Naturschutz u. -pflege 16,2: 153-160

SCHEUERER, M. (1991): Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes "Kleiner Arbersee" im Hinteren Bayerischen Wald. Hoppea, Denkschr. Regensbg. Bot. Ges. 50/2: 233-286

SENDTNER, O. (1860): Die Vegetationsverhältnisse des Bayerischen Waldes nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie, 512 S., München

SOFRON, J. und J. STEPAN (1971): Vegetace sumavskych karu. Rozpravy Cs. Akad. Ved, ser. math.-natur., Praha 81/1:1-57

TÜRK, W. (1994): Das "Höllental" im Frankenwald - Flora und Vegetation eines floristisch bemerkenswerten Mittelgebirgstales. Tuexenia 14: 17-52

VOLLMANN, F. (1912): Die beiden Arberseen. Mitt. Bayer. Bot. Ges. 2: 223-228D


## Anschrift des Verfassers


Hansjörg Gaggermeier

Köckstr. 10

D-94469 Deggendorf


**Abb :**

Blick in die abschüssige Karwand des Schwarzen Sees (Cerne jezero) in Tschechien. JENIK, SOFRON und STEPAN deuten das Kar als "turbulenten Lee-Raum" eines anemo-orographischen Systems.

Foto: Gaggermeier 1993

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Der Bayerische Wald

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: 9_1

Autor(en)/Author(s): Gaggermeier Hansjörg

Artikel/Article: Läßt sich das Vorkommen von pflanzlichen Glazialrelikten in der Arberseewand mit Hilfe der Theorie der anemo-orographischen Systeme deuten? 12-19