

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)  
**Band:** 55 (1975)  
  
**Artikel:** Vergleichende Betrachtung europäischer Ophiolith-Floren  
**Autor:** Gams, Helmut  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1075790>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 24.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Vergleichende Betrachtung europäischer Ophiolith-Floren

von H. GAMS, Innsbruck

Bei der 15. I.P.E. sind wie schon bei 4 vorangegangenen Serpentin-Gebiete besucht und die vielbesprochenen Eigentümlichkeiten ihrer Flora und Vegetation diskutiert worden. Eine vergleichende Betrachtung auch aufgrund eigener Erfahrungen aus andern Gebieten und der umfangreichen, teilweise schwer zugänglichen Literatur erscheint daher angebracht. Ein besonders grosses Material aus den Serpentinegebieten der ganzen Erde haben WHITTAKER, KRUCKEBERG und WALKER für ein für 1950 in Spokane im Staate Washington vorgesehenes Serpentin-Symposium 1954 in "Ecology" veröffentlicht. Nachdem auch RUNE (1957) die nordeuropäischen Serpentinflora mit nordamerikanischen verglichen hat, kann ich mich im wesentlichen auf europäische beschränken.

Zuvor eine terminologische Bemerkung: Die üblichen Bezeichnungen "serpentinophil" und "Serpentinophyten" sind sprachlich schlecht gebildete Bastardbildungen. Dem lateinischen Serpentin entspricht ursprünglich das zu Zusammensetzungen mit griechischen Wörtern geeignetere und besonders bei Behandlung griechischer Floren vorzuziehende Ophiolith (Οφιολίθος = Schlangenstein). Die Ophiolithbegriffe im Sinn von FeO-reichen Grünschiefern (Pietre verdi, Prasinit, Chloritschiefer usw.) und von Ultrabasiten (einschliesslich Peridotite, Euphotite oder Gabbro, Basalte u. a.) stimmen mit dem hier behandelten im ökologischen Sinn darin überein, dass sie nicht nur Serpentin umfassen, decken sich aber nicht ganz. So sind Amphibolit, Diorit und Prasinit wohl Ophiolithe im geologischen, nicht aber im ökologischen Sinn, für den der Magnesiumgehalt besonders wichtig scheint. Als Pflanzensubstrat steht daher Magnesit dem Serpentin besonders nah, und es bestehen auch Beziehungen zwischen der Ophiolith- und der Dolomitflora. Trotz dieser Unterschiede verwende ich hier "Ophiolith" mehr im ökologischen als im petrographischen Sinn und schlage vor, die bisher als "Serpentinophyten" oder "serpentinophil" bezeichneten Pflanzen "*stenoophiolithophil*", die nur "Serpentinholden" "*euryophiolithophil*" zu nennen, die hauptsächlich nur aus Konkurrenzgründen auf so ungünstige, daher konkurrenzarme Unter-

lagen wie Serpentin und Euphotit in Reliktgebieten beschränkten Arten als "*Ophiolithrelikte*" und die jungen, zumeist erst postglazial auf solchen Böden entstandenen Modifikationen oder "Serpentinomorphosen" als "*Ophiolithomorphosen*". Pflanzen, die Serpentin- und andere Ophiolithböden meiden, sind als "*ophiolithophob*" zu bezeichnen.

## A. Ophiolithgebiete in Europa

Vor der eigentlichen Vergleichung seien die wichtigsten, weil bestuntersuchten europäischen Ophiolithgebiete und die Erforscher ihrer Flora und Vegetation kurz zusammengestellt:

### 1. Die periadriatischen Ophiolithgebiete

Die Ophiolithgebiete um die Adria bestehen vorwiegend aus jungen, grossenteils alttertiären Intrusionen basischer Gesteine zwischen mesozoischen Kalken und Dolomiten. Sie sind ausserhalb der quartären Transgressionen und Vergletscherungen besonders reich an Ophiolith-Relikten und stenoophiolithophilen Sippen und wurden auch besonders früh als solche erkannt.

Aus diesem Grund verdient den 1. Platz der T o s c a n i s c h e S e k t o r . Seine "Pietre verdi" sind seit alter Zeit besonders im Kirchenbau verwendet worden, und die Erforschung ihrer Flora hat schon im 16. Jahrhundert mit dem Venezianer BARTOLOMEO MARANTA, der 1559 den nach ihm benannten Farn von den Euganeen beschrieben hat, und mit ANDREA CESALPINI begonnen, der 1583 die erst 1806 von BERTOLONI als ein *Alyssum* und 1814 von DESVAUX als *Alyssum Bertolonii* beschriebene ophiolithophile Crucifere als "*Lunaria quarta*" bezeichnet hat. In den Jahren 1806 - 1808 haben BERTOLONI und VIVIANI auch andere der heute bekanntesten Stenoophiolithophilen beschrieben, wie *Armeria denticulata* und *Asplenium cuneifolium*, das TAUSCH 1839 *A. serpentinum* benannt hat. Die Gebundenheit dieser und anderer Arten an "terreni serpentinosi" der Toscana hat GASPARE AMIDEI in einem 1841 gehaltenen Vortrag als einer der ersten besprochen. Besonders oft untersucht wurde die Ophiolithflora des Monte Ferrato bei Florenz (FIORI und PAMPANINI 1914, SAMBO 1927, MESSERI 1936 u. a. in den als Führer für die 7. I.P.E. herausgegebenen Untersuchungen über die Vegetation der Umgebung von Florenz). Weiter seien die Schriften von PAVARINO (1914 - 1918) über die Serpentinflora des Appennins von Bobbi, von CORTI (1940) über die Ophiolithe von Elba, vor allem aber die gründlichen Untersuchungen von PICHI-SERMOLLI (1936) über

Ophiolithomorphosen und 1948 über die Ophiolithfloren des oberen Tiber-Tals (mit umfangreicher Bibliographie) genannt.

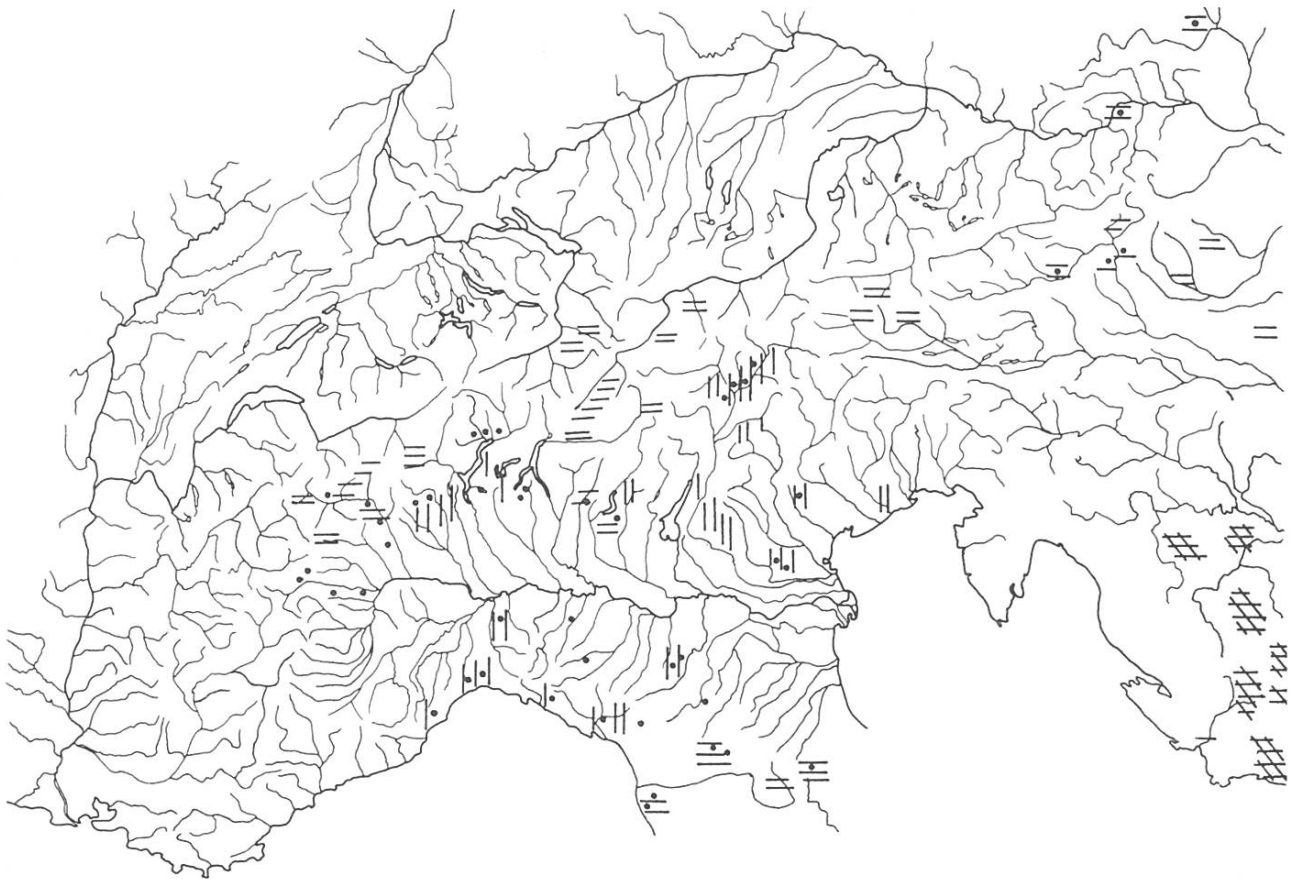


Abb. 1 == Grössere Serpentin- u. Euphotitgebiete • *Notholaena marantae*  
 ||| Grössere Porphyry- u. Basaltgebiete X *Notholaena + Halacsya*

Der 2. Platz gebührt dem B o s n i s c h e n S e k t o r , in dem 1847 SENDTNER die wohl serpentinsteteste Blütenpflanze und zugleich eine der isoliertesten Reliktarten der europäischen Gefässpflanzen entdeckt und 1848 als *Zwackhia aurea* bezeichnet hat. Als von der ähnlichen Boraginacee *Moltkia aurea* von BOISSIER verschieden, benannte sie dieser nach dem Entdecker *M. Sendtneri*, dann MALY *Zwackhia Sendtneri* und DOERFLER unter dem heute gültigen und u. a. 1956 von KRAUSE und LUDWIG und 1965 von RITTER-STUDNICKA<sup>v</sup> gebrauchten Namen *Halacsya sendtneri*. Ihr verdanken wir die ausführlichsten Darstellungen der bosnischen Ophiolith- und auch Dolomitfloren, die vorher

besonders auch BECK VON MANNAGETTA (1901) beschrieben hat (s. auch HORVAT et al. 1974)

Mit dem nächsten Sektor, dem *S e r b i s c h e n*, befassten sich ausser BECK, HAYEK und andern Wiener Pflanzengeographen vor allem grundlegend PANČIĆ (1859 - 1884), KOŠANIN (1914 - 1925) und PAVLOVIĆ (1937 - 1964), auch KRAUSE, LUDWIG und KLEMENT (1957, 1958), besonders mit den Ophiolithfloren der Berge Ozren und Zlatibor.

Für die besonders reichen Reliktfloren des *M o n t e n e g r i n i s c h - A l b a n i s c h e n* Sektors müssen ausser bereits genannten österreichischen und jugoslawischen Autoren vor allem die vielen Berichte von BALDACCI (1892 - 1925) über seine Entdeckungsfahrten und die grosse Pflanzengeographie von Albanien von MARKGRAF (1932) genannt werden. Dass manche dort (S. 86) als "im ganzen Areal serpentinstet" genannte Arten das nicht, ja kaum euryophiolithophil sind, geht u. a. aus der Uebersicht von SCHUMACHER (1945) über die *Narthecium*-Arten Europas hervor; für die neben *Narthecium scardicum* genannte *Notholaena marantae*, die in den Südalpen ausser auf Serpentin auch auf Quarzporphyr und Basalt wächst, u. a. aus den Verbreitungskarten von GIACOMINI (1943) und PICHI-SERMOLLI's Schülerin CHIARINO-MASPES (PICHI-SERMOLLI und CHIARINO-MASPES 1963).

*G r i e c h i s c h e S e k t o r e n*: Die von der Mirdita in Albanien über das Pindus-Gebiet sich bis Euboea und Argolis erstreckende "Subpela-gonische Zone" im Sinn von KOSSMAT, AUBOUIN und RENZ (einschliesslich der Pindus-Zone) enthält wohl die grösste mehr oder weniger zusammenhängende Ophiolith- und im besonderen Serpentin-Zone des europäischen Kontinents. Die Flora und Vegetation des Pindus haben REGEL (1937 - 42), GOULIMIS (1954) und besonders ausführlich QUEZEL (1964, 1967) beschrieben. Er unterscheidet aufgrund zahlreicher Bestandesaufnahmen von Ophiolithfelsen der bis 2637 m hohen Smolika eine *Silene pindicola-Saxifraga exarata*-Subassoziation, in der *Asplenium adulterinum* in 2400 - 2550 m Höhe wohl seine höchsten Standorte hat, und die er mit einer *Seseli pindicum-Cardamine plumieri*-Subassoziation aus nur 1750 - 1950 m vom Zygos als "*Silene pindicola-Cardamine plumieri*"-Assoziation zusammenfasst. Von Ophiolithgeröll der Smolika, Zygos und Gamila führt er einen Verband *Campanulion hawkinsianae* mit *Arenaria serpentini* und den Assoziationen von *Viola albanica* und *Alyssum scardicum* in 2200 - 2400 m und von *Cardamine glauca* und *Silene haussknechtii*, typisch in 900 - 1750 m, eine Subassoziation mit *Seseli farinosum* bis 2300 m an. Aus den von ihm auch

von den westmediterranen Gebirgen als "pelouses écorchées", von GAMS (1955) als "*Tragacantha*-Igelheiden" beschriebenen Treppenrasen beschreibt QUEZEL von Serpentinischutt in der *Pinus heldreichii*-Zone der Smolika und der Umgebung von Metsovon 2 Assoziationen, denen u. a. *Daphne oleoides* und *Festuca varia* gemeinsam sind, wogegen die Cruciferengattungen *Alyssum*, *Bornmuellera* (bzw. *Ptilotrichum*) u. a. durch verschiedene, nicht selten dominierende Arten vertreten sind: in der *Sesleria nitida*-*Bornmuellera baldaccii*-Assoziation der Smolika in 2300 - 2450 m ausser durch die genannte *Bornmuellera* durch *Alyssum smolikianum*, in der *Buxus*-*Bornmuellera tymphaea*-Assoziation in der auch von der I.P.E. besuchten Umgebung von Metsovon in 1550 - 1750 m durch die andere *Bornmuellera* (*B. tymphaea*), *Alyssum heldreichii* und *A. petraeum* sowie die halb-sukkulente *Peltaria emarginata*. Die von stärker sauren Böden, nicht nur über Ophiolith, in 1800 - 2300 m Höhe angeführten *Nardeta*, *Festuceta violaceae*, *Alopecureta gerardi*, Quellfluren usw. sind den entsprechenden der mitteleuropäischen Gebirge sehr ähnlich und scheinen keine ophiolithophilen Arten zu enthalten. Aus den weiteren griechischen Ophiolithgebieten seien besonders die Peridotite und Serpentine von Euboea genannt, die KRAUSE, LUDWIG, SEIDEL und KLEMENT (1956 - 58) untersucht haben (s. den lichenologischen IV. Bericht von KLEMENT und KRAUSE).

## 2. Die Alpenen und Herzynischen Ophiolithgebiete

Die meisten Ophiolithgebiete der Alpen und anderen höheren mittel- und nordeuropäischen Gebirge sind zwar älter als die periadriatischen, innerhalb der penninischen und ostalpinen Decken grossenteils mesozoisch oder noch älter, waren aber in den quartären Eiszeiten vergletschert, nehmen zu- meist nur kleine Flächen ein und sind aus diesen Gründen viel ärmer an Ophiolithophilen. Die basenreichen Amphibolite, Diorite, Prasinite und Porphyre sind allgemein weniger sauer und fruchtbarer als die Granite und Orthogneise und tragen eine reichere Flora, auch neutrophile bis basiphile Moose und Blütenpflanzen (z. B. *Erica carnea*, *Saxifraga paniculata*, *Aster alpinus* und *Leontopodium*), wogegen Serpentin und Peridotit viel unfruchtbarere Böden ergeben, deren Reaktion ähnlich wie die der Dolomit- und Gipsböden rasch von der alkalischen in stark saure umschlägt, was auch ich von den mir aus eigener Anschauung bekannten Serpentinegebieten von Heiligenblut (s. GAMS 1936), dem Gasteiner Tal, Wattental (GAMS 1958), von Nauders, dem

Engadin (BRAUN-BLANQUET et al. 1958), Davos (s. LÜDI 1937 und SCHIBLER 1937), dem Wallis und Aostatal (s. VACCARI 1903) bestätigen kann. Ihre Flora ist durchwegs artenarm. Für die französischen Ophiolithgebiete sei noch auf BRAUN-BLANQUET (1926) und DUVIGNEAUD (1966) verwiesen. In all diesen Ophiolithgebieten scheinen von den Stenoophiolithophilen nur die beiden Serpentin-Asplenien als Seltenheiten, von Euryophiolithophilen *Woodsia*-Arten, in den Südalpen, besonders auf dem Bozner Quarzporphyr, die nur in den östlichsten Alpen, in Mähren und Illyrien als serpentinstet geltende *Notholaena marantae* vertreten zu sein.

Anders die nie vergletscherten Ophiolith- und besonders Serpentinegebiete des obersteirischen Murgebiets, der burgenländischen und ungarischen Nachbargebiete und die bereits herzynischen in Niederösterreich, Böhmen und Mähren. Den Basaltberg von Güssing im Burgenland hat schon CESALPINI's Zeitgenosse CLUSIUS während seines Aufenthalts in Wien und Westpannonien (1573 - 1588) besucht, woran seit 1973 eine Gedächtnisstätte erinnert (s. WENDELBERGER 1975). Die reichen Ophiolithfloren der Obersteiermark, wie die berühmte der Gulsen (u. a. mit dem stenoophiolithophilen *Sempervivum pittonii*) sind zuerst 1885 von PREISSMANN, 1889 von KRASAN, später besonders von HAYEK, SCHARFETTER, 1926 von NEVOLE und besonders ausführlich von LAMMERMAYR (1918 - 1942) beschrieben worden, der sie eingehend mit denen auf Basalt, Magnesit, Dolomit, Gips usw.) verglichen und gezeigt hat, dass viele als serpentinstet bezeichnete Arten auch auf diesen Gesteinen, teils mehr auf sauren silikatischen, teils mehr auf karbonatischen, wachsen; von 1952 - 63 von EGGLER und seit 1960 u. a. von MELZER, MAURER und NIKLFELD, dem wir Karten vieler Reliktarten des Alpenostrandes, darunter auch euryophiolithophiler, verdanken.

Für das burgenländische Serpentinegebiet von Bernstein ist auf EGGLER (1954), für die benachbarten ungarischen besonders auf ZÖLYOMI (1936) und SÓÓ (1959) zu verweisen, die mehrere Vereine des "*Asplenio-Festucion glaucae* Zolyomi" = "*Asplenion serpentini* Braun-Blanquet 1943" beschreiben.

Mit diesen Chasmophytenvereinen im niederösterreichischen Serpentinegebiet des Gurhofgrabens, das bereits dem Herzynicum angehört, haben sich schon 1863 KERNER, 1890 - 1913 BECK VON MANNAGETTA und ausführlicher KRETSCHMER (1931) und KNAPP (Mskr. 1944) befasst. Der Kirchkogel im Murtal und der Gurhofgraben sind auch von der I.P.E. 1956 besucht worden.

Das an steno- und euryophiolithophilen Arten noch reichere mährische Serpentinegebiet von Mohelno, dessen Erforschungsgeschichte 1855 mit ROEMER beginnt und das PODPĚRA (1922) mit Recht ein "*refugium plantarum xerothermophilorum primae classis non solum Moraviae sed etiam Europae mediae*" nennt, ist sogar von 2 I.P.E. (1928 und 1958) besucht worden. Nicht nur seine Farne und Blütenpflanzen (s. besonders NOVÁK 1924 - 1937), sondern auch seine epipetrischen Algen (NOVAČEK 1928 - 1934) und Flechten (SUZA 1919 - 1937), Moose (PODPĚRA 1922 - 1937) und Phytozönosen (besonders SUZA 1925b und ZLATNIK 1928a) sind aufs gründlichste untersucht. NOVÁK, PODPĚRA und SUZA haben auch die Flora der andern mährischen, böhmischen und slovakischen Serpentinegebiete behandelt, ihre Böden besonders PELIŠEK.

Die nördlich in Schlesien, Sachsen und Franken anschliessenden mit den klassischen Fundorten der beiden Serpentin-Asplenien (TAUSCH 1839, MILDE 1865, s. auch SADEBECK 1871, 1887, MEYER 1958 - 1969 und LOVIS 1955, 1968) sind wiederholt, die fränkischen zuletzt von GAUCKLER (1954) beschrieben worden. Die im Alpengebiet auf Kalk und Dolomit, doch auch auf Ophiolithen, Porphyr usw. verbreiteten *Erica carnea* und *Polygala chamaebuxus* scheinen an ihrer Nordgrenze im Vogtland mindestens euryophiolithophil, an ihrer Ostgrenze in Illyrien sogar stenoophiolithophil zu sein, ähnlich auch einige *Daphne*-Arten.

### 3. Die Ophiolithfloren Fennoskandiens und des übrigen Nordens

Für Fennoskandien mag hier der Hinweis auf die erschöpfende Monographie von RUNE (1953) und seine kürzeren, neben den fennoskandischen auch die nordostamerikanischen Ophiolithfloren behandelnden Schriften (1954, 1957b) genügen. Die vielerörterte Streitfrage, ob an eisfreien Westküsten, wie der auch Grünschiefer führenden Norwegens, ein Ueberdauern mindestens der letzten Eiszeit möglich war oder nicht, kann hier unerörtert bleiben, da unter den für "Ueberwinterer" gehaltenen Arten höchstens *Arenaria humifusa* und *norvegica* und die Kollektivart *Cerastium glabratum* als einigermaßen ophiolithophil gelten können (NORDHAGEN 1935, RUNE 1954, 1957). Die vereinzelten Vorkommen der stenoophiolithophilen *Asplenium*-Arten im noreuropäischen Vereisungsgebiet können ebenso wie die im Alpeninnern durch postglazialen Fernflug erklärt werden. Die meisten der von RUNE angeführten, meist als var. *serpentinicola* bezeichneten Ophiolithomorphosen besonders von Caryophyllaceen, aber auch von *Rumex acetosa* und *Agrostis stolonifera* sind

wohl erst postglazial entstanden. Von den in Süd- und Mitteleuropa durch so viele ophiolithophile Arten vertretenen Cruciferen ist die in Mittel- und Nordeuropa sehr disjunkt verbreitete *Arabis (Cardaminopsis) petraea* (= *hispida*) wenigstens in Norwegen nach BJØRLYKKE (1938) und RUNE (1957) fast nur auf Serpentin, sonst vorwiegend auf Karbonatgestein verbreitet.

Auf den Britischen Inseln scheinen stenoophiolithophile Arten ganz zu fehlen und von den nur euryophiolithophilen Arten nur mehrere Felsfarne, wie *Asplenium adiantum-nigrum*, *Cystopteris*- und *Woodsia*-Arten vertreten zu sein; ähnlich auch im Ural, von wo GORTSCHAKOVSKY (1969) gesonderte Artenlisten von Serpentin (smejevik), Dunit, Syenit und Amphibolit, doch ohne wesentliche Unterschiede mitteilt.

Ob die ungleich reichere Flora der schon viel länger eisfreien Gebiete beiderseits der Beringstrasse ophiolithophile Sippen enthält, geht aus dem mir bekannten Schrifttum (HULTEN, KOMAROV, TOLMATSCHOFF u. a.) nicht hervor. Die japanischen Arbeiten über Serpentinvegetation von KITAMURA, YAMANAKA u. a. (1950 - 1952) waren mir bisher nicht zugänglich.

## B. Chemische und physikalische Ursachen der "Ophiolithophilie" und "Ophiolithophobie"

Aufgrund vieler Gesteins- und Bodenanalysen (z. B. bei DU RIETZ 1935, KRAPPENBAUER 1967, LAEMMERMAYR 1927 - 1942, LISANTI 1952, LOEW 1892 - 1934, MARKGRAF 1932, NOVAK 1928, PELISEK 1938 - 1942, PICHI-SERMOLLI 1948, ROBINSON et al. 1935, RUNE 1953, SUZA 1928, WHITTAKER et al. 1954) ist schon oft die Frage erörtert worden, welche Bodeneigenschaften für die positiven und negativen Eigentümlichkeiten der Serpentin- und der in mancher Beziehung ähnlichen Magnesit- und Dolomitfloren verantwortlich sind. Mit diesen gemeinsam ist der hohe Mg-Gehalt, wogegen der Gehalt an Ca, K und Fe (besonders FeO, auf dem ja die grünen bis schwarzen Farben der Pietre verdi und Ophiolithe im üblichen Sinn beruhen) sehr verschieden ist. Das besonders von LOEW (1892 - 1931) erörterte Verhältnis Ca/Mg kann nicht allein ausschlaggebend sein. PELIŠEK, ROBINSON und Mitarbeiter haben auch einen Zusammenhang mit dem oft bedeutenden Gehalt der Serpentinböden an Chrom und Nickel angenommen. Für die geringe Fruchtbarkeit der Serpentin- und Dolomitböden ist auch ihre Armut an Nährstoffen, besonders K- und P-Verbindungen verantwortlich gemacht worden, die sie auch mit den Gipsböden teilen,

ähnlich auch die grössere Trockenheit nicht nur gegenüber den meisten Kalk- und Ton-, sondern auch gegenüber K- und Ca-reicheren Grüngesteinen, wie Amphiboliten und Prasiniten. Weiter bedingt die geringe Löslichkeit der Serpentin- und Dolomitböden, dass die anfänglich alkalische Reaktion viel rascher als auf Kalk- und Amphibolitböden in stark saure umschlägt und die vielen Pflanzen optimale neutrale Reaktion instabil ist. Dem darauf beruhenden, erstmals wohl 1889 von KRÁŠAN beschriebenen "Dolomitphänomen" (s. GAMS 1930) entsprechen der noch früher (AMIDEI 1841) erkannte "Serpentineffekt" oder das "Ophiolithphänomen", den im Zusammenhang mit *Pinus*-Arten zu erörternden Dolomit-Reliktwäldern die Ophiolith-Reliktwälder. Positive Prägungen, die besonders von PANČIČ (1859), DVORÁK (1928 - 1935), NOVÁK (1928), SUZA (1928), PICHI-SERMOLLI (1936 - 1948), RITTER-STUDNÍČKA (1963 - 1972) und RUNE (1953 - 1957) beschriebenen "Serpentinomorphosen" bzw. "Ophiolithomorphosen" sind weitaus am zahlreichsten unter Chamaephyten und Hemikryptophyten und sollen daher erst bei diesen kurz besprochen werden.

## C. Zur Ophiolithophilie ausgewählter Pflanzengruppen

### 1. *Thallophyten*

Epi- und endopetrische Algen und Flechten sind die am engsten mit Gestein verbundenen und von diesem abhängigen Pflanzen. Dennoch ist es fraglich, ob es wirklich ophiolithophile Algen gibt. Unter den über 80 Arten vorwiegend epipetrischer Algen, die NOVÁČEK (1928 - 1934) aus dem mährischen Serpentinegebiet und den noch zahlreicheren, die JAAG von verschiedenen Gesteinen, auch Ophiolithen der Schweizer Alpen bestimmt hat, kommen als möglicherweise ophiolithophil höchstens ganz wenige *Cyanophyceen* in Frage: Von der auch auf anderem Silikatgestein verbreiteten *Gloeocapsa sanguinea* und einer weiteren Art aus der Verwandtschaft der *G. magma* beschreibt NOVÁČEK von trockenem Serpentin von Mohelno einen "*status perdurans*". Eine von ihnen beschrieb er 1929 als *G. dvoraki*, identifizierte sie aber später mit dem von SCHMIDLE von Lärchenrinde beschriebenen "*Chroococcus simleri*" und nannte sie *G. simleri*. Eine ähnliche Art aus der Verwandtschaft der *G. alpina* mit schwarzvioletter Gallerthülle fand GEITLER (1932) auf Oelbaumborke in Griechenland. Aus der von GEITLER als *Entophysalidaceae* bzw. *Entophysalidales* von den *Chroococcaceae* abgetrennten

Familie beschreibt NOVÁČEK von Mohelno eine *Entophysalis atrovioacea*, die wohl ebenso wie *E. violacea* zu den auch nach GEITLER unvollständig bekannten Arten zu stellen ist. Das von ihm vom Ufer eines Alpensees beschriebene *Cyanostylon microcystoides* fand JAAG an Ophiolithblöcken über Arosa in 2000 m Höhe.

Unter den teils saprophytischen, teils parasitischen Pilzen, die besonders DVORÁK (1928 - 1935) aus dem mährischen Serpentinegebiet anführt, sind gemäss ihren organischen Substraten keine ophiolithophilen zu erwarten. Wohl aber sind solche unter den epi- und endopetrischen Flechten schon 1860 von ANZI aus Italien, von ARNOLD (1869) (vom Seiser Porphyrit und 1876 von Amphibolit des Oetztals), ebenfalls aus den Alpen von ZSCHACKE, FREY u. a. und besonders aus den periadriatischen und herzynischen Ophiolithgebieten von SUZA (1921 - 1936), HILITZER (1924), SERVIT (1936 - 1954) und KLEMENT (1955 - 1968) beschrieben worden. Endopetrische Algen und Krustenflechten sind naturgemäss auf Ophiolithen und anderen Silikatgesteinen viel schwächer als auf Karbonatgesteinen vertreten, doch gibt SERVIT von Serpentin einige Arten der Untergattung *Lithoidea* von *Verrucaria* an: neben der auch auf anderem Gestein verbreiteten *V. fuscella* Ach. eine *V. serpentinica*, vom Basalt des Riesengebirgs eine *V. basaltica* und vom Serpentin von Schönberg eine *Polyblastia suzae* Serv. Besonders viele ophiolithophile Sippen enthält nach SUZA und KLEMENT die auch sonst an Substratspezialisten reiche Untergattung *Aspicilia* von *Lecanora*, von der mindestens 5 Arten einen eigenen, wohl nicht nur von Bosnien bis Euboea auf Serpentin verbreiteten, mit dem altbekannten *Aspicilietum cinereae* nahe verwandten Verein *Aspicilietum ochraceae* (KLEMENT 1955) bilden. Er enthält ausser den auch auf anderen Silikatgesteinen allgemein verbreiteten *A. cinerea* und *A. caesiocinerea* die als "Charakterarten" bezeichneten *A. polychroma* var. *ochracea* Anzi, *A. serpentinicola* Suza und die neue *A. crusii* Klem., als weitere "Charakterarten" *Rhizocarpon* (*Catocarpus*) *sphaericum*, *Placodium subcircinatum* und *P. diffractum*. SUZA nennt ausser *Lecanora* (*Aspicilia*) *serpentinica* auch *Acarospora suzae* Magn. und führt 1925 von Serpentin in Mähren insgesamt 44 Flechten (gegenüber 61 von Granulit usw.) an. Die ebenfalls von Serpentin und andern Ophiolithen beschriebenen Vereine, wie *Staurotheletum fissae*, verschiedene *Parmelieta* und *Umbilicarieta* (z. B. das *Umbilicarietum virginis* auf dem Prasinit des Glocknergipfels in 3200 m Höhe nach FREY u. a.) scheinen keine

ophiolithophilen Arten zu enthalten.

## 2. Bryophyten

Die Moosflora von Serpentin und andern Ophiolithen ist auch schon oft, aus den Zentralalpen z. B. 1864 von LORENTZ und MOLENDÓ, aus der Tschechoslovakei von PODPĚRA (1922 - 1935) und SUZA (1928), aus Finnland von KOTILAINEN (1944 - 1950), aus der Steiermark von LAMMERMAYR (1930 - 32) und MAURER (1966) und aus dem Ural von GORTSCHAKOVSKY (1969) beschrieben worden. Sie setzt sich wie die Flechtenflora aus zumeist auch auf anderen Silikat- und auch Karbonatgesteinen weitverbreiteten Arten zusammen.

Ophiolithophile Moose scheint es ebensowenig wie ophiolithophile Algen und Pilze zu geben. Eine Ausnahme schien ein von PODPĚRA (1908) auf Serpentin bei Mohelno neben *Notholaena* gefundenes Zwergmoos zu bilden, das er 1922 sogar als Vertreter einer neuen Gattung "*Aporella moravica*" beschrieb, 1954 jedoch nur noch als var. *moravica* (Podp.) Gams der weiter verbreiteten Ephemeraceae *Nanomitrium tenerum* bewertet hat. Als einigermaßen euryophiolithophil erscheinen in an Karbonatgesteinen armen Gebieten basiphile Moose wie *Encalypta streptocarpa* und *Weisia viridula* (= *W. controversa*), so in Finnland nach KOTILAINEN. In Alaska fand SHACKLETTE (1965) auf Serpentin 76 Moose, doch keine irgendwie ophiolithophilen.

## 3. Pteridophyten

Von diesen kommen nur chasmophytische Felsfarne in Betracht, darunter die beiden bekanntesten und am häufigsten diskutierten Serpentinpflanzen überhaupt aus der Gattung *Asplenium*. Ihre Systematik, Ökologie und Chorologie ist durch die zytotaxonomischen Untersuchungen von MANTON (1950 - 1955), MEYER (1959 - 1969) und NARDI (1972) in neues Licht gerückt worden. Das gilt ebenso für die weiter verbreiteten *A. adiantum-nigrum*, *A. trichomanes* und *A. viride* und ihre Unterarten, wie für die mit diesen nahe verwandten, oft nur als Unterarten bewerteten Serpentinfarne *A. cuneifolium* Viv. (= *A. forsteri* Sadler, *A. serpentinii* Tausch) und *A. adulterinum* Milde (= *A. viride fallax* Heufler), das grösstenteils tetraploid ist ( $4x = 144$ ), neben dem es aber auch diploide Sippen (*A. protoadulterinum* und *A. adulteriniforme* LOVIS u. REICHSTEIN) und triploide (*A. poscharskyanum* (Hofmann) Preissmann und *A. samuelssonii* Lid) gibt, die wohl durch Kreuzungen entstanden sind. *A. adulterinum* geht zwar nicht so weit nach Norden und in die alpine Stufe wie das diploide *A. viride*, aber doch weiter als alle Unterarten von *A. cuneifolium* und *A. adiantum-*

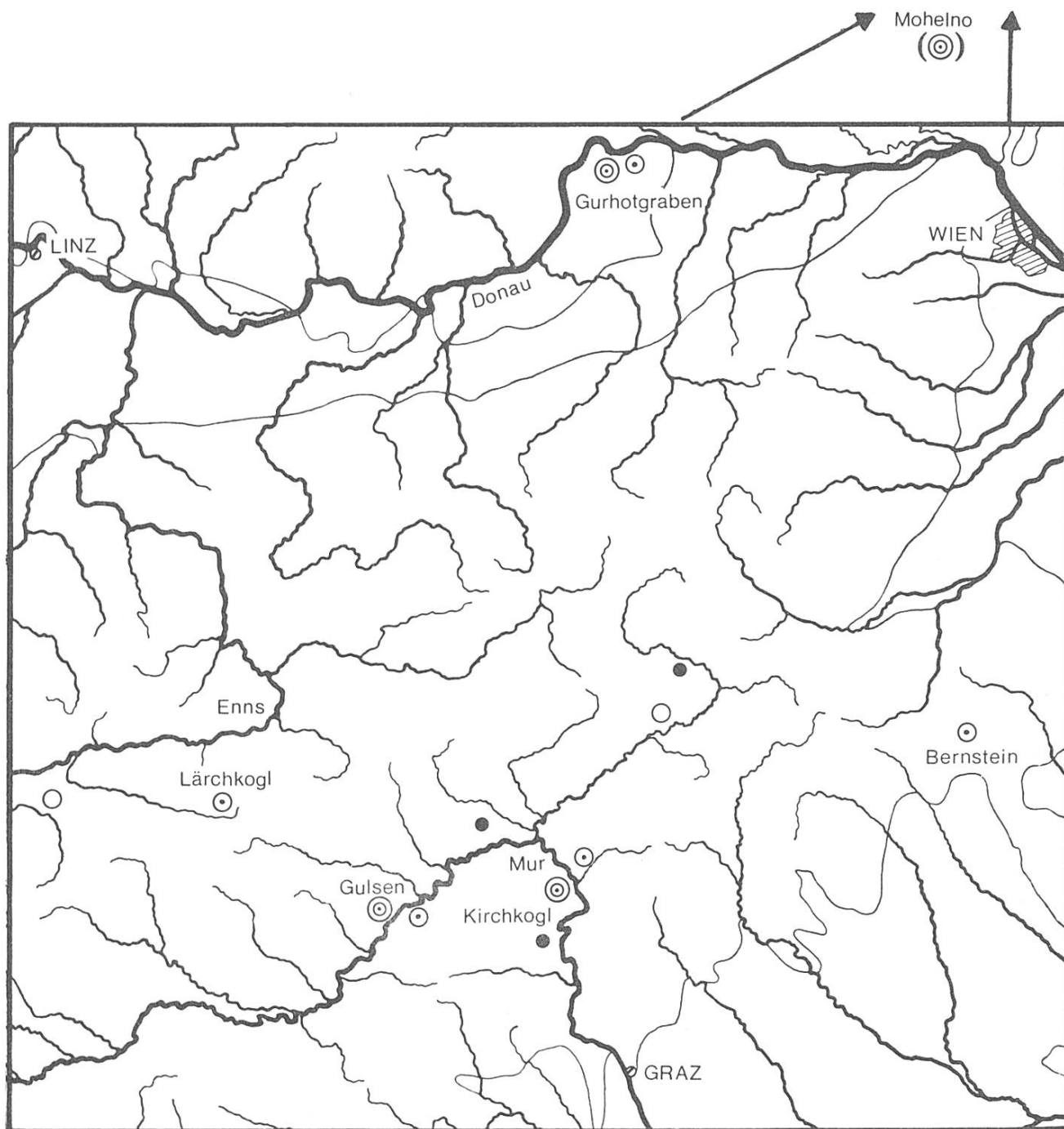


Fig. 2    ● *Asplenium cuneifolium*    ⊙ Beide *Asplenium*-Arten  
          ○ *A. adulterinum*                    ⊙ Beide *Asplenium*-Arten + *Notholaena*

*nigrum* (s. die Karten von LAMMERMAYR 1928, SUZA 1928, HULTEN 1950, MEUSEL 1969, NARDI 1972). Am hybridogenen Ursprung von *A. adulterinum* (aus *A. trichomanes* und *A. viride*) den schon 1856 HEUFLER und 1865 MILDE angenommen, NOVAK u. a. bestritten haben, ist nicht mehr zu zweifeln. Wann diese wohl durchwegs ophiolithophilen Sippen entstanden sind, lässt sich nicht bestimmen, doch spricht die Verbreitung aller ophiolithophilen Asplenien vorwiegend in nie vergletschert gewesenen Gebieten für Entstehung mindestens vor den beiden letzten Eiszeiten. Von den übrigen Felsfarnen sind mehr oder weniger ophiolithophil in abnehmender Reihe noch die folgenden: *Notholaena* (bzw. *Cheilanthes*) *marantae* (Abb. 1 und die Karten von GIACOMINI 1943 und PICHI-SERMOLLI und CHIARINO-MASPES 1963), die zirkumpolar verbreitete *Woodsia ilvensis* und ihre autotetraploide, weniger verbreitete subsp. *alpina* (Karten bei HULTEN 1962 und MEUSEL 1969), schliesslich die Formenkreise von *Ceterach officinarum*, *Cystopteris fragilis*, *Asplenium viride* und *Polypodium vulgare*. Wie von *Asplenium adiantum-nigrum* sind bei *Ceterach* und *Polypodium* die diploiden Stammsippen ungleich empfindlicher und weniger weit verbreitet als manche ihrer polyploiden Abkömmlinge. Da sich nicht nur alle Gattungen und meisten Arten, sondern auch viele Unterarten der Farne nach den Sporen unterscheiden lassen, sollte auf diese bei palynologischen Untersuchungen mehr geachtet werden, als es bisher geschehen ist.

#### 4. Gymnospermen

Abgesehen von der angeblich serpentinsteten, wohl nur als Form von *Ephedra campylopoda* zu bewertenden *Ephedra macedonica* Kusanin aus dem Vardar-Tal kommen als mehr oder weniger euryophiolithophil bzw. ophiolith-relikt nur mehrere *Pinus*-Arten in Frage, aus der Untergattung *Haploxyylon* nur die heute auf einige Balkangebirge beschränkte (Karten bei MARKGRAF 1932, HORVAT 1974), interglazial bis in die Alpen verbreitete *P. peuce*, aus der Untergattung *Diploxyylon* die nur wenig weiter bis Süditalien verbreitete *P. heldreichii* (= *P. leucodermis*), die mehrere Unterarten umfassende, mit ssp. *austriaca* bis in die Südostalpen reichende *P. nigra* (s. WENDELBERGER 1962, 1963a - 1963b und KRAPPENBAUER 1969) und auch unsere verbreitetsten Arten *P. silvestris*, *P. uncinata* und *P. mugo (montana)*. Keine dieser Arten kann als stenoophiolithophil oder serpentinstet gelten, aber alle sind in grossen Teilen ihres Areals auf durch ungünstige Böden, neben Serpentin und andern Ophiolithen besonders auch Dolomit, vor der Konkurrenz ausbreitungstüchtigerer Laubbölzer geschützt und über-

leben auf solchen Böden als Reliktwälder im Sinn von KORSHINSKY (1900), den PODPĚRA (1928), GAMS (1930), SCHMID (1936) u. a. in teilweise etwas abgeänderten Sinn übernommen haben. Dem "Dolomitphänomen" (GAMS) entspricht, wie schon früher angeführt, das "Ophiolithphänomen", das sich in der Lokalisierung verschiedener *Pineta* (mit *Festuca glauca*, *Erica carnea*, *Daphne*-Arten usw.) auf solche Böden ausserhalb der dortigen Klimaxvegetation äussert. Wie ich in anderem Zusammenhang (GAMS 1955a) angedeutet habe, dürften die von verschiedenen *Pinus*-Arten mit ähnlichem Unterwuchs gebildeten Reliktwälder mindestens in den Südalpen an die Stelle noch früherer Zedern- und vielleicht auch *Sequoia*-Wälder getreten sein. Ihr Reichtum an Reliktarten ist umso grösser, je länger die betreffenden Gebiete ununterbrochen waldbestanden sein konnten.

#### 5. Laubhölzer und Zwergsträucher

Als im albanischen Serpentinegebiet serpentinstet nennt MARKGRAF neben *Pinus nigra* auch *Buxus sempervirens*, als serpentinhaltig neben *Pinus peuce* auch *Forsythia europaea*. Keine dieser Arten, die sich auf verschiedensten Böden kultivieren lassen, kann als stenoophiolithophil gelten, sondern alle sind zufolge geringer Konkurrenzkraft auf Reliktareale zurückgedrängt. *Buxus* ist auch in den griechischen Serpentinegebieten auffallend häufiger als auf anderem Gestein, wächst aber z. B. am Olymp ebenso gut auf Kalk und steigt auf diesem, wie ich selbst gesehen habe, bis 2400 m. In der Kolchis gilt er als kalkholder "Aedifikator" (s. SOKOLOV 1936). Der Buchs war ebenso wie *Pinus nigra* und *P. peuce*, die heute ganz Mitteleuropa fehlt, interglazial in den Alpen viel verbreiteter als heute und ist in den Französischen Alpen nach Beobachtung von OZENDA hauptsächlich nur ausserhalb der letzteiszeitlichen Vergletscherung verbreitet, kann also höchstens als euryophiolithophil-relikt gelten. Die von BALDACCI in Albanien entdeckte, erst 1897 von DEGEN beschriebene *Forsythia europaea* (Karte bei MARKGRAF S. 104) kann mit noch mehr Recht als *Buxus* und die beiden *Pinus*-Arten als Tertiärrelikt gelten, worin sie u. a. mit den basiphilen, nicht ophiolithophilen europäischen Gesneriaceen und Dioscoreaceen übereinstimmt.

Als serpentinhaltig oder euryophiolithophil kann *Erica carnea* an ihrer Nord- und Ostgrenze gelten, wo sie besonders in mehr oder weniger relikten *Pineta* wächst, wogegen sie in ihrem alpinen Hauptareal ausser auf Kalk und Dolomit auch auf Porphyr und andern Silikaten verbreitet ist. Ähnliches gilt von oft mit ihr vergesellschafteten Arten, wie *Polygala chamaebuxus*, *Daphne cneorum*,

*D. blagayana* und *D. oleoides*, sowie mehreren Genisteen, wie *Cytisanthus radiatus*, *C. hassertianus*, *Corothamnus procumbens* (= *Genista pedunculata*, s. SKALICKA 1968) und *C. pseudo-procumbens* (Mgf.) u. a. *Corothamnus procumbens* wächst ebenso in *Pineta ericosa* auf verschiedenen Karbonatböden wie in den *Asplenietader* Serpentinböden. Die meisten dieser Arten sind in ihrem Hauptareal nahezu bodenvag, an den Arealgrenzen oder an isolierten Fundorten nur noch auf bestimmten Böden und in bestimmten Pflanzengesellschaften konkurrenzfähig, weshalb sie dann, schwerlich mit Recht, als für diese "charakteristisch" beurteilt werden. Während die Euryözie in den Hauptarealen mindestens in manchen Fällen auf dem Vorhandensein mehrerer Oekotypen beruht, kann in der Regel nur ein einziger die Arealgrenze erreichen. Es ist daher sinnwidrig, diesen als "Charakterart" zu bewerten, wo doch lediglich eine "Biotype depletion" im Sinn von KRUCKEBERG und WHITTAKER (s. WHITTAKER et al. 1954) vorliegt.

#### 6. Andere Chamaephyten und Hemikryptophyten

Arten dieser Lebensformen bilden die weitaus grösste Zahl der Ophiolithophilen. Therophyten (z. B. Formen von *Aegilops ovatus* und *Rhinanthus rume-licus*) und Geophyten (z. B. *Colchicum serpentinum* Woron. in der Kolchis und *Narthecium scardicum*, s. S. 120) sind unter diesen so schwach vertreten, dass sie hier übergangen werden können. Eine Sonderstellung nehmen die Crassulaceen ein, von deren Gattungen *Sedum*, *Sempervivum* (*S. pittonii* von Kraubath) und *Jovisbarba* (*J. hirta* var. *hillebrandtii* u. a.) zahlreiche Ophiolithomorphosen beschrieben worden sind. Mässige Sukkulenz beschreibt RITTER-STUDNIČKA (1972) auch von andern Ophiolithomorphosen (wie von *Lotus corniculatus* und *Leucanthemum maximum*).

Als Eigentümlichkeiten der Serpentinomorphosen aus verschiedensten Verwandtschaften nennen DVOŘÁK, NOVÁK, SUZA, RITTER-STUDNIČKA, LISANTIS, PICHI-SERMOLLI, RUNE u. a. Zwergwuchs (Nanismus), Plagiotropie, besonders starkes Wurzelwerk, Stenophyllie, Glabrescenz (in einigen Fällen aber auch starke Behaarung), Glaucescenz (in einigen Fällen auch Purpurascenz) der Sprosse und Blässe (Dekoloration) der Blütenblätter. Es fällt auf, dass Serpentinomorphosen bzw. Ophiolithomorphosen mit dergleichen Merkmalen besonders zahlreich in Familien und Gattungen auftreten, die auch sonst zu edaphischer Spezialisierung (z. B. zur Bildung von Halophyten und Schwermetallrassen) neigen, vor allem innerhalb der Caryophyllaceen, Plumbaginaceen (*Armeria*), Polygonaceen und Cruciferen (besonders

*Alysseae* und *Lepidieae*), Rosaceen (besonders *Potentilla*-Arten), Fabaceen (besonders Genisteen), Labiaten (besonders *Thymus*- und *Stachys*-Formen) und Compositen. Die meisten ophiolithophilen Sippen haben Gattungen der Caryophyllaceen (*Cerastium*, *Arenaria*, *Silene* u. a.) und der Cruciferen-Tribus *Alysseae* ausgebildet. Betr. *Alyssum* und die verwandte Gattung *Borrmuelleria* (*Ptilotrichum* p. p.) sei nochmals auf *Alyssum bertolonii* (S. 118) NYARADY (1927 - 1930) und die von QUÉZEL von der Smolika und der auch von der I.P.E. besuchten Umgebung von Metsovon (S. 121) beschriebenen Gesellschaften verwiesen. Die in den dortigen Buxeten neben *Alyssum heldreichii* besonders üppig vertretene *Peltaria emarginata* unterscheidet sich von der von Albanien bis in die östlichsten Alpen zerstreuten *P. alliacea* (= *P. perennis*) u. a. durch stärkere Verholzung und Sukkulenz.

Neue, an ophiolithophilen Chamaephyten und Hemikryptophyten besonders reiche "Assoziationen", "Verbände" und selbst "Ordnungen" beschreibt RITTER-STUDNIČKA (1970b) aus den bosnischen Serpentinegebieten, wobei sie Gesellschaften der Skelettböden, der ostbosnischen Steinfluren und *Erica*-reiche Waldgesellschaften unterscheidet. Beiderlei Gruppen hat schon PAVLOVIC 1962 und 1964 aus den Serbischen Serpentinegebieten beschrieben. Die 6 von bosnischen Serpentin-Rohböden beschriebenen und zu 2 "Verbänden *Polygonion albanici* und *Potentillion visianii*" zusammengefassten "Assoziationen" und die serbische *Halacsya-Potentilla mollis*-Ass. haben viele ophiolithophile Arten, darunter *Notholaena*, *Asplenium cuneifolium* und *Alyssum murale* gemeinsam, so dass eine Zusammenfassung berechtigt ist; für sie wählt RITTER-STUDNIČKA den Namen "*Halacsyetalia sendtneri*", obgleich diese stenoophiolithophile Boraginacee (s. S. 119) nur für je 1 bosnische (mit dem bodenvagen *Seseli rigidum*) und serbische Ass. (mit *Potentilla rupestris* ssp. *mollis*) als charakteristisch angeführt wird, wogegen sowohl chasmophytische Farne wie mehrere Caryophyllaceen, Cruciferen (besonders *Alyssum*-Arten), Crassulaceen, Labiaten u. a. von grösserer Konstanz sind. Auch für die Bewertung der "neuen Assoziationen" der *Pineta ericosa carneae*, von denen Vertreter schon von KERNER und BECK VON MANNAGETTA von ostalpinen Dolomitenböden beschrieben worden sind, und *Querceta ericosa*, die beide auch viele mit den Felsfluren gemeinsame Arten enthalten, würde eine mehrdimensionale Ordination wohl eine natürlichere Gliederung ergeben als die Reihung des zu Unrecht als "Ass. nova" bezeichneten "*Erico-Pinetum migræ*" in einem "Verband *Orno-Ericion serpentinum*", eine "Ordnung *Erico-Pinetalia* OBERDORFER" und "Klasse

*Erico-Pinetea* HORVAT". Auch eine getrennte Untersuchung der phanerophytischen, chamaephytischen und hemikryptischen Vereine und stärkere Berücksichtigung der Gesamtareale sowohl der für "Charakterarten" gehaltenen wie ihrer nächstverwandten Sippen wäre einer bloss floristischen Aufschlüsselung der Soziationen vorzuziehen. Als erster Einteilungsgrund sowohl für die einfachen Vereine (Societäten und Unionen bzw. Isözien) wie für die aus mehreren Societäten bzw. Isözien zusammengesetzten Soziationen, Konsoziationen und Isozönosen haben sich die Lebensformen nach RAUNKIAER bewährt. Unter Verwendung möglichst weit verbreiteter Gattungen und Arten wären etwa *Pineta ericosa*, *buxosa* und *festuosa* unter den Phanerophytia, *Alysseta aspleniosa* unter den chasmophytischen Chamaephytia und hemikryptophytische Farn- und Caryophyllaceenvereine zu unterscheiden, wie die stenoophiolithophile *Asplenium cuneifolium-adulterinum*-Union und nördlich und östlich ihrer Grenze die von NORDHAGEN 1936 und RUNE beschriebenen *Asplenieta viridis subarctica* u. a. mit *Cardaminopsis petraea* und das ebenfalls von ihnen beschriebene *Arenarion norvegicae* mit *Arenaria norvegica* und *A. humifusa*, *Cerastium glabratum*, *Viscaria alpina* u. a.

### Zusammenfassung

1. Ophiolith ist ursprünglich gleichbedeutend mit Serpentin, wird aber in weiterem Sinn gebraucht. Statt "serpentinste" und "serpentinhold" ist "stenoophiolithophil" und "euryophiolithophil" sprachlich besser.

2. Serpentin wirkt sowohl aus chemischen wie physikalischen Gründen stärker Morphosen prägend und Konkurrenz mindernd als andere Ophiolithe und begünstigt daher ähnlich wie Dolomit die Erhaltung relikter Arten und Ökosysteme.

3. Serpentin- und Dolomitböden stimmen ausser im Reichtum an Mg, Nährstoffarmut und Trockenheit auch darin überein, dass die anfänglich alkalische Reaktion rascher in saure umschlägt als bei andern Ophiolithen (wie Amphibolit und Prasinit) und Kalk.

4. Stenoophiolithophile Arten scheint es unter den Kryptogamen nur bei Gesteinsflechten und Felsfarnen zu geben, unter den Blütenpflanzen nur bei chamaephytischen und hemikryptophytischen Angiospermen.

5. Besonders zahlreich sind sie in Gattungen und Familien vertreten, die sowohl basiphile wie oxyphile Arten und auch andere Bodenspezialisten, z. B. Halophyten und Chalkophyten (Erzpflanzen) enthalten, wie Caryophyllaceen, Cruciferen, Polygonaceen und Plumbaginaceen.

6. Bei den Flechten und Farnen sind allgemein die kalkmeidenden (oxyphilen), bei den angiospermen Oreophyten die karbonatsteten (basiphilen) die ursprünglicheren.

7. Steno- und euryophiolithophile Sippen sind in umso grösserer Zahl und Menge vertreten, je grösser die Ophiolith- und im besonderen die Serpentinegebiete und je länger sie besiedelbar sind, daher in Europa am weitest zahlreichsten

in der zum grössten Teil nie vergletschert gewesenem Subpelagonischen und Pindus-Zone von Bosnien über Serbien und Albanien bis Griechenland.

8. Unter den Ophiolithophilen gibt es viele vorwiegend oxyphile, auf mehr oder weniger saure Silikatgesteine beschränkte Arten (z. B. *Asplenium cuneifolium*, *Notholaena marantae*, *Halacsysa sendtneri*), verhältnismässig wenig basiphile (z. B. *Pinus nigra*) und sehr viele "amphikatantische" (im Sinn ZLATNIKS), d. h. mit 2 Aciditätsoptima, von denen entweder das basische (z. B. bei *Erica carnea*, *Daphne cneorum*, *D. blagavana*, *Cytisanthus radiatus* und *Sesleria*-Arten) oder das saure überwiegt oder beide ungefähr gleich gross (z. B. bei mehreren Genisteen) sind.

9. Viele Pflanzen mit grossem oder disjunktem Areal sind im Optimalgebiet, wo sie oft mehrere Oekotypen ausgebildet haben, euryözisch (z. B. mehr oder weniger bodenvag) und eurydynusisch (in mehreren Biozönosen vertreten), dagegen an Arealgrenzen und in kleinen Teilarealen stenözisch, d. h. nur noch auf bestimmten Böden und in einzelnen Biozönosen gerade noch existenz- und konkurrenzfähig, weshalb ihre Wertung als "Charakterarten" wenig sinnvoll ist.

10. Zur Beurteilung ophiolithophiler Sippen sollte daher stets ihr gesamtes Areal festgestellt und mit dem ihrer Verwandten, sowie mit geologischen und womöglich auch pedologischen Karten verglichen werden. Mit Hilfe möglichst vieler Karten der Gesamtareale zu beurteilender Sippen lässt sich eine wesentlich natürlichere Ordination ihrer Sozietaeten und Soziationen als aus nur floristischer Aufschlüsselung in Teilarealen gewinnen.

## Résumé

### *Considérations sur les Flores ophiolithiques d'Europe*

L'auteur propose de remplacer les termes "Serpentinophytes", "serpentinophiles" etc. par Ophiolithophiles, en distinguant sténoophiolithophiles, euryophiolithophiles et ophiolithomorphoses. Le nombre des plantes sténoophiolithophiles diminue rapidement de la Péninsule Balcanique vers l'ouest et le nord. Elles sont représentées parmi les Lichens epipétriques, les Fougères chasmo-phytiques et les Phanérogames chamaephytiques et hémicryptophytiques également surtout chasmo-phytiques. Les Phanérophytes, Géophytes et Thérophytes ne semblent contenir que quelques espèces euryophiolithophiles plus ou moins reliques et dans les régions à l'intérieur de la glaciation quaternaire, il n'y a, sauf quelques fougères plus ou moins ophiolithophiles, que des ophiolithomorphoses assez récentes. Il est préférable d'appeler les groupements (sociétés et sociations) à Ophiolithophiles d'après des genres largement représentés, comme *Asplenium* et *Alyssum* et non pas d'après d'espèces à aire aussi restreinte, comme p. ex. *Halacsysa sendtneri*, probablement l'espèce phanérogamique la plus strictement sténoophiolithophile d'Europe.

## Riassunto

### *Considerazioni sulle Flore ofiolitiche d'Europa*

L'autore propone, per ragione etimologica, di cambiare termini come serpentinofite, serpentinofile e serpentinomorfosi in "Ofiolitofile, stenoofiolitofile, euryofiolitofile, ofiolitomorfosi" ecc. Specie più o meno stenoofiolitofile sono rappresentate in numero abbastanza ristretto nei Licheni epipetrici, le Felci

chasmophytice ed i Phanerogami chamaephytici e hemicryptophytici egualmente più o meno chasmophytici. Nessuna specie phanerophyta sembra realmente ophiolithophila, ma alcune p. es. di *Pinus*, *Buxus* e tra gli arbusti specie di *Erica* *Daphne* sono localmente, per cause di concorrenza, ristrette a terreni ofiolitici, ma egualmente p. es. dolomitici. Nelle regioni a glaciazione quaternaria, le piante ofiolitofile sembrano rappresentate soltanto con alcuni Felci (anzitutto di *Asplenium*), poche euryofiolitofile relitte e un numero considerevole di ofiolitomorfosi recenti.

## LITERATUR

Grössere Bibliographien besonders in den mit + bezeichneten Werken

- + ADAMOVIĆ L., 1909: Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. Veget. Erde 11, 567 S.
- , 1913: Die Verbreitung der Holzgewächse in den dinarischen Ländern. Abh. Geogr. Ges. Wien 3, 1 - 61.
- , 1929: Die Pflanzenwelt der Adrialänder. Jena (G. Fischer), 202 S.
- AMIDEI G., 1841: Specie di piante osservate nei terreni serpentinosi. Atti 3. Riunione Sc. Ital., Firenze.
- ARNOLD F., 1868 - 1897: Lichenologische Ausflüge in Tirol. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien 18 - 47.
- + AUBOUIN J., 1965: Geosynclines. Elsevier, Amsterdam/New York.
- & BRUNN J.H., 1963: Esquisse de la Géologie de la Grèce. Festschrift für FALLOT.
- BALDACCI A., 1894: Contributo alla conoscenza della Flora dalmata, montenegrina, albanese, epirota e graeca. N. Giorn. Bot. Ital.
- + BECK v. MANNAGETTA G., 1901: Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. Veget. Erde 4, 549 S.
- BERTOLONI A., 1806: Rariorum Italiae plantarum Decas secunda. Pisa.
- BJÖRLYKKE G., 1938: Vegetasjonen på olivinsten på Sunnmøre. N.Mag. Naturvidensk. Oslo 79.
- BRAUN-BLANQUET J. (und Mitarbeiter), 1926: Etudes phytosociologiques en Auvergne. Arvernia 2, Clermont-Ferrand. 95 S.
- + --- & JENNY H., 1926: Vegetations-Entwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des Caricion curvulae). Denkschr. Schweiz Naturf. Ges. 63, Abh. 2, 183 - 349.
- & RÜBEL E., 1932-1935: Flora von Graubünden. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 7, 4 Lief., 1695 S.
- + ---, PALLMANN H. & BACH R., 1954: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten. Ergebn. Wiss. Unters. Schweiz. Nationalpark, N.F. 28, 200 S.
- + DU RIETZ T., 1935: Peridotites, Serpentes and Soapstones of northern Sweden. Geol. Fören. Förh. 57.
- DUVIGNEAUD P., 1966: Note sur la biogéochimie des serpentines du sud-ouest de la France. Bull. Soc. Bot. Belgique 99.
- DVOŘÁK R., 1928 - 1935: Nanismi plantarum quae in steppesis ad substratum serpentaceum prope Mohelno in Moravia crescunt. Sbornik Naturf. Klub Brunn, 10 - 17.
- EGGLER J., 1954: Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen von den Serpentin-gebieten bei Kirchdorf in Steiermark und bei Bernstein im Burgenland. Mitt. Naturw. Ver. Steiermark 84, 25 - 37.

- + ---, 1955: Ein Beitrag zur Serpentinvegetation in der Gulsen bei Kraubath in Obersteiermark. Mitt. Naturw. Ver. Steiermark 85, 27 - 72.
- + FIORI A., 1943: Pteridophyta in Flora Ital. Cryptogama 5.
- & PAMPANINI R., 1912 - 1914: La Flora dei serpentini della Toscana. N. Giorn. Bot. Ital. 19 - 21.
- + GAMS H., 1930: Ueber Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen. Ergebnisse der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion durch die Tschechoslowakei und Polen 1928. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 6, 32 - 80.
- + ---, 1936: Die Vegetation des Grossglocknergebietes. Beiträge zur Pflanzengeographischen Karte Oesterreichs 1. Abh. Zool.-Bot. Ges. Wien 16, 79 S.
- , 1955: Das Rätsel der Verbreitung von *Letharia vulpina*. Svensk Bot. Tidskr. 49, 29 - 34.
- + ---, 1956: Die *Tragacantha*-Igelheiden der Gebirge um das Kaspische, Schwarze und Mittelländische Meer. "Die Pflanzenwelt Spaniens", Ergebnisse der Internationalen Pflanzengeographischen Exkursion im Jahre 1953. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich 31, 217 - 243.
- , 1958: Das Pflanzenleben des Wattentales. Schlern-Schr. 165.
- , 1960: Nachträge zur Flora und Vegetation des Olymps. Oesterr. Bot. Z. 107, 177 - 193.
- + GAUCKLER K., 1954: Serpentinvegetation in Nordbayern. Ber. Bayer. Bot. Ges. 30, 19 - 26.
- GIACOMINI V., 1943: Saggio fitogeografico sulle Pteridofite d'Italia. Flora Ital. Crypt. 5, 457 - 575.
- + GORTSCHAKOVSKY P.L., 1969: Hauptprobleme der historischen Pflanzengeographie des Ural. sverdlovsk. (Russisch).
- + HAYEK A., 1923: Pflanzengeographie von Steiermark. Mitt. Naturw. Ver. Steiermark 59.
- , 1924 - 1933: Prodrömus Florae peninsulae Balcanicae. Beih. Feddes Rep. 30, 1, 2, 3.
- HEUFLER L., 1856: Asplenii species Europaeae. Verh. Zool.-Bot. Ver. Wien 6.
- + HORVAT I., GLAVAC V. & ELLENBERG H., 1974: Vegetation Südosteuropas. Geobotanica selecta 4, 768 S., 2 Kartentafeln.
- + JAAG O., 1945: Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland. Beitr. Kryptog. Flora Schweiz 9, 560 S.
- KLEMENT O. s. KRAUSE W. & LUDWIG W., 1956 - 1963 und RITTER-STUDNICKA H. & KLEMENT O., 1968.
- KORSHINSKY S., 1899: Die Vegetation im Bd. Rossia d. Enzyklopädie BROCKHAUS-JEFRON, Petersburg 1900, 42 - 49, 3 Karten (russisch).
- KOŠANIN N., 1923: Les plantes de reliquat de l'époque tertiaire dans la flore actuelle. Glas. Srpske Akad. 107.
- , 1939: Ueber die Vegetation von Nordalbanien. Spomenik Srpsk. Akad. 80.
- KOTILAINEN M.J., 1921: *Asplenium adulterinum* Milde löydetty Suomesta. Medd. Soc. Fl. Fenn. 46.
- , 1944: Kasvit erikoislaatuisten substraattih indikattoretoreina. Soc. Sc. Fenn. Årsbok 22.
- KRAPFENBAUER A., 1967: Eine autökologische Studie eines Serpentinstandortes im Dunkelsteinerwald und ein Gefässversuch mit *Pinus silvestris* und *Pinus nigra* var. *austriaca* auf Serpentinboden. Centralbl. Ges. Forstwes. 84.
- , 1969: Böden auf Dolomit und Serpentin in ihrer Auswirkung auf die Walder-nährung. Centralbl. Ges. Forstwes. 86.
- KRAŠAN F., 1889: Kalk und Dolomit in ihrem Einfluss auf die Vegetation. Oesterr. Bot. Z. 39.

- KRAUSE W. & LUDWIG W., 1956 - 1963: Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans I - IV. I. in: Ber. Dtsch. Bot. Ges. 69. II. in: Flora 145. III. (mit O. KLEMENT) in: Vegetatio 8. IV. in: Z. Pflanz. ernährung 99. V. (mit F. SEIDEL) in: Englers Bot. Jb. 82.
- + KRETSCHMER L., 1931: Die Pflanzengesellschaften auf Serpentin im Gurhofgraben bei Melk. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 80.
- + LÄMMERMAYR L., 1928a: Materialien zur Systematik und Oekologie der Serpentinflora I - IV. Sitzungsber. Akad. Wien 135 - 137.
- , 1928b: *Asplenium cuneifolium* Viv. u. *adulterinum* Milde. Die Pflanzenareale I 8, Nachtrag 1930.
- , 1928c: *Asplenium adulterinum* Milde neu für die Flora von Niederösterreich. Mitt. Naturw. Ver. Steiermark 67.
- , 1930a: Vergleichende Studien über die Pflanzendecke oststeirischer Basalte und Basalttuffe I - III. Sitzungsber. Akad. Wien 139 - 142.
- , 1930b: Floristische Ergebnisse der Begehung steirischer Magnesit- und Serpentinlager. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 80.
- , 1934: Uebereinstimmungen und Unterschiede in der Pflanzendecke über Serpentin und Magnesit. Mitt. Naturw. Ver. Graz 70.
- LINSTOW O. von, 1924; 2. Aufl. 1929: Bodenanzeigende Pflanzen. Abh. Preuss. Geol. Landesanst. N.F. 114.
- LISANTI E., 1952: Contributo allo studio delle morfosi che si riscontrano sui serpentini (possibilità di chemimorfosi). N. Giorn. Bot. Ital. 59.
- LOEW A., 1892: Ueber die physiologischen Funktionen der Calcium- und Magnesiumsalze im Pflanzenorganismus. Flora 75.
- , 1931: Ueber den Einfluss des Calcium auf die physiologische Funktion des Magnesium. Ernährung der Pflanze 27.
- , 1934: Zur Physiologie von Kalium und Calcium. Ernährung der Pflanze 30.
- LOVIS J.D., 1955: *Asplenium adulterinum* and its probable parents. Proc. Bot. Soc. Brit. Is. 1, 389 - 390.
- , 1968: The artificial reconstruction of a species of fern, *Asplenium adulterinum*. Nature (London) 217, 1163 - 1165.
- & REICHSTEIN T., 1968: Ueber das spontane Entstehen von *Asplenium adulterinum* aus einem natürlichen Bastard. Naturwissenschaften 55, 117 - 120.
- LÜDI W., 1937: Bericht über den Kurs in Alpenbotanik in Davos 1936. Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich 1936, 14 - 35.
- + MARKGRAF F., 1932: Pflanzengeographie von Albanien. Bibliotheca Bot. 105, 130 S.
- + MAURER W., 1966: Flora und Vegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. Mitt. Abt. Zool. Bot. Landesmuseum Joanneum, Graz 25.
- MESSERI E., 1936: La vegetazione delle roccie ofiolitiche di Monte Ferrato presso Prato. Ricerche sulla vegetazione dei dintorni di Firenze. 4. N. Giorn. Bot. Ital. 43.
- MEUSEL H., 1939: Die Vegetationsverhältnisse der Gipsberge im Kyffhäuser und im südlichen Harzvorland. Hercynia 2, 1 - 313.
- MEYER D.E., 1958 - 1962: Zur Zytologie der Asplenien Mitteleuropas. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 72 - 74.
- , 1964 - 1969: Ueber neue und seltene Asplenien Mitteleuropas. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 77 - 82.
- + NARDI E., 1972: *Asplenium adulterinum* Milde in Italia. Webbia 26, 463 - 490.
- NEVOLE J., 1926: Flora der Serpentinberge in Steiermark. Acta Soc. Sc. Nat. Morav. 3, Brünn.
- + NIKLFELD H., 1969: Die Gliederung der natürlichen Vegetation für den "Atlas der Donauländer". Oesterr. Osthefte 9, 138 - 148. (Die Karte 1944 gedruckt).

- , 1971: Der niederösterreichische Alpenostrand - ein Glazialrefugium montaner Pflanzensippen. Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. 37, 54 S.
- , 1973: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Oesterreich und einigen Nachbargebieten. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 113, 53 - 69.
- + NORDHAGEN R., 1935: Om *Arenaria humifusa* og dens betydning for utforskningen av Skandinaviens eldste floraelement. Bergens Mus. Aarbok 1, 183 S.
- + ---, 1936: Versuch einer neuen Einteilung der subalpinen-alpinen Vegetation Norwegens. Bergens Mus. Aarbok 7, 88 S.
- NOVÁČEK F., 1928 - 1934: 7 Schriften über epilithische Cyanophyceen aus Mähren. Sborn. klubu prirodov. Brunn X-XIII. Acta Soc. Sc. Nat. Morav. VII und Arch. Soc. Protect. de la Nature en Moravie et Sil. IIIa.
- + NOVÁK F., 1928: Quelques remarques relatives au problème de la végétation sur les terrains serpentiniques. Preslia 6.
- NYÁRÁDY E.J., 1927 - 1929: Vorstudien einiger Arten der Sektion *Odontarrhena* der Gattung *Alyssum*. Bull. Bot. Garten Cluj 7 - 9.
- , 1930: Neue Beiträge zur Kenntnis der balkanischen *Alyssum*-Arten. Feddes Rep. 27.
- PANČIĆ J., 1859: Die Flora der Serpentinberge in Mittel-Serbien. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 9.
- PAVARINO G.L., 1914 - 1918: Intorno alla Flora del Calcare e del Serpentino nell' Appennino Bobbiese. Atti Ist. Bot. Pavia 2, 12 - 15.
- PAVLOVIĆ Z., 1953 - 1955: Contribution à la connaissance de la flore serpentinique de la montagne Ozren près de Sjenica (Serbie). Bull. Mus. Hist. Nat. Serbe B 5 - 7.
- , 1962: Karakteristicni elementi serpentinske flore Srbije. Bull. Mus. Hist. Nat. Serbe B 18.
- , 1964: Borove sume na serpentinama u Srbiji. Bull. Mus. Hist. Nat. Serbe B 19.
- PELIŠEK J., 1938: Eine Studie über die Magnesium-Rendsinen auf den Serpentin-gesteinen. Ann. Tschechosl. Akad. Landwirtsch. 13 (4).
- , 1939: Chromgehalt in einigen Serpentinböden. Ann Tschechosl. Akad. Landwirtsch. 14 (2).
- , 1942a: Mineralogische Analysen und mineralogische Kraft der Böden auf Serpentin des Saargebirges (NW-Mähren). ann. Tschechosl. Akad. Landwirtsch. 17 (1).
- , 1942b: Bodenbildungsprozess auf Serpentin von Mohelno I und II. Ann. Tschechosl. Akad. Landwirtsch. 17 (2).
- PICHI-SERMOLLI R., 1936: Osservazioni sulle principali morfosi delle piante del serpentino. N. Giorn. Bot. Ital. 43.
- + ---, 1948: Flora e vegetazione delle serpentine e delle altre ofioliti dell' alta valle del Tevere (Toscana). Webbia 6, 318 S.
- & CHIARINO-MASPES V., 1963: Ricerche geobotaniche su *Notholaena marantae* in Italia. Webbia 17.
- PODPĚRA J., 1922: De genere Ephemeracearum critico commentatio praecursoria. (*Aporella moravica* n.g., n. sp.). Jb. Naturf. Ges. Brunn 4, 4 S.
- + ---, 1924 - 1929: Kvetena Moravy I - IV. Acta Soc. Sc. Nat. Morav. 1 - 5.
- , 1928: Die Vegetationsverhältnisse im Gebiete des Mährischen Karstes. Jb. Mähr. Landesmuseum Brunn 26.
- , 1954: Conspectus Muscorum Europaeorum. Prag.
- PREISSMANN E., 1885: Zur Flora der Serpentinberge Steiermarks. Oesterr. Bot. Z. 35.
- + QUEZEL P., 1964: Végétation des hautes montagnes de la Grèce méridionale. Vegetatio 12, 289 - 385.

- + ---, 1967: La végétation des hauts sommets du Pinde et de l'Olympe de Thessalie. *Vegetatio* 14, 127 - 228.
- RITTER-STUDNICKA H., 1956: Beitrag zur Oekologie der Serpentinflora in Bosnien. *Vegetatio* 7, 89 - 98.
- + ---, 1957 - 1962: Flora und Vegetation auf Dolomitböden in Bosnien und der Herzegowina. *Jb. Biol. Inst. Sarajevo* 10 - 15.
- + ---, 1963: Die Pflanzendecke auf Serpentin in Bosnien. *Jb. Biol. Inst. Sarajevo* 16, 91 - 204.
- , 1964: Anatomische Unterschiede zwischen Pflanzen auf Serpentin, Dolomit- und Kalkböden. *Jb. Biol. Inst. Sarajevo* 17.
- + ---, 1965: Standortsuntersuchungen und Neufunde von *Halacsya Sendtneri* (Boiss.) Dörfl. in Bosnien. *Oesterr. Bot. Z.* 112, 371 - 391.
- , 1968: Die Serpentinomorphosen der Flora Bosniens. *Bot. Jb.* 88, 443 - 465.
- , 1969: Ueber die Flora Bosnischer und Toskanischer Serpentinorkommen. *Mitt. Ostalp.-Dinar. Arb.gem.* 9, 71 - 77.
- + ---, 1970a: Die Flora der Serpentinorkommen in Bosnien. *Biblioth. Botan.* 130, 100 S.
- + ---, 1970b: Die Vegetation der Serpentinorkommen in Bosnien. *Vegetatio* 21, 75 - 156.
- , 1971a: Unterschiede in der Pflanzendecke extremer Standorte von verschiedener petrographischer Beschaffenheit in Bosnien und der Herzegowina. *Oesterr. Bot. Z.* 119, 118 - 140.
- , 1971b: Zellsaftanalysen zum Problem der Serpentinvegetation. *Oesterr. Bot. Z.* 119, 410 - 431.
- , 1972: Die erhöhte Sukkulenz bei Serpentinpflanzen. *Phyton* 14, 239 - 249.
- & KLEMENT O., 1968: Ueber Flechten und deren Gesellschaften auf Serpentin in Bosnien. *Oesterr. Bot. Z.* 115.
- ROBINSON W.O., EDGINGTON G. & BYERS H.G., 1935: Chemical studies of in ertile soils derived from rocks high in magnesium and generally high in chromium and nickel. *U.S. Dept. Agric. Techn. Bull.* 471.
- + RUNE O., 1953: Plant life on serpentines and related rocks in the north of Sweden. *Acta Phytogeogr. Suec.* 31, 200 S.
- , 1954: *Arenaria humifusa* on serpentine in Scandinavia. *Nytt Mag. Bot.* 3.
- + ---, 1957a: De serpentinicola elementen I Fennoskandiens Flora. *Svensk Bot. Tidskr.* 51, 43 - 105.
- + ---, 1957b: Studier över floran på serpentenbergarter i norra Fennoskandien och nordöstra Nordamerika. *Diss. Uppsala*, 19 S.
- SADEBECK R., 1871: Ueber *Asplenium adulterinum* Milde. *Verh. Bot. Prov. Brandenburg* 13.
- , 1887: Bericht über die generationsweise fortgesetzten Aussaaten und Kulturen der Serpentinformen der Farngattung *Asplenium*. *Sitzungsber. Ges. Bot. Hamburg* 3.
- SCHIBLER W., 1937: Flora von Davos. *Beil. Jahresber. Naturf. Ges. Graubündens* 1935/36, 216 S.
- + SCHMID E., 1936: Die Reliktföhrenwälder der Alpen. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz* 21, 190 S.
- + SCHUMACHER A., 1945: Die Moorlilien (*Narthecium*)-Arten Europas. *Arch. Hydrobiol.* 41.
- SENDTNER O., 1848: Reise nach Bosnien. *Ausland*, Stuttgart.
- SERVIT M., 1954: *Lichenes familiae Verrucariacearum*. *Akad. Verl. Praha*, 250 S.
- SHACKLETTE H.T., 1965: Bryophytes associated with mineral deposits and solutions in Alaska. *Geol. Survey Bull.* 1198.

- SKALICKA A., 1968: *Corothamnus procumbens* (W. et K.) Presl in der Tschechoslowakei. Acta Musei Siles. Opava.
- SOKOLOV S.J., 1936: Oekologische und zönotische Klassifikation der Bäume und Sträucher Abchasiens. Abchasia, geobot.-waldwirtschaftl. Skizze. Moskau-Leningrad (russisch).
- SUZA J., 1925a: A sketch on the distribution of Lichens in Moravia. Publ. Fac. Sc. Masyryk 55.
- , 1925b: Guide géobotanique pour le terrain serpentiniteux de la Moravie de sud-ouest. Bull. Intern. Acad. Bohême 37.
- + ---, 1935: Das xerotherme Florengebiet Südwestmährens. Beih. Bot. Cbl. 53.
- VACCARI L., 1903: La flore de la serpentine, du calcaire et du gneiss dans les Alpes Graies orientales. Bull. Soc. Flore Valdôt. Aoste 2.
- VLAMIS J. & JENNY H., 1948: Calcium deficiency in serpentine soils as revealed by adsorbent technique. Science 107.
- WALKER R.B., 1948: A study of serpentine soil infertility with special reference to edaphic endemism. Diss. Univ. Berkeley, Calif.
- + WALTER H., 1954 (2. Aufl. mit H. STRAKA 1970): Arealkunde. Einführung in die Phytologie. III, 2.
- + ---, 1974: Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. Veget.-Monogr. d. Grossräume 7, 452 S.
- WENDELBERGER G., 1963a: Das Reliktvorkommen der Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arnold) am Alpenostrand. Ber. Dtsche Bot. Ges. 75, 378 - 386.
- , 1963b: Die Relikt-Schwarzföhrenwälder des Alpenostrandes. Vegetatio 11, 265 - 287.
- , 1963c: Ueber das Vorkommen der Schwarzföhre in Niederösterreich. Allg. Forstz. 74, 3 S.
- , 1975: Die Serpentinpflanzenvorkommen des Burgenlandes in ihrer pflanzengeographischen Stellung. Wissensch. Arbeiten aus dem Burgenland 55 (im Druck).
- + WHITTAKER R.H., WALKER R.B. & KRUCKEBERG A.R., 1954: The Ecology of Serpentin Soils. A Symposium. Ecology 35, 251 - 288.
- ZLATNIK A., 1928a: Les associations végétales et les sols du terrain serpentiniteux près de Mohelno dans la Moravie du sud-ouest (Tchécoslovaquie). Bull. Intern. Acad. Sci. Bohême 31.
- + ---, 1928b: Etudes écologiques sur le *Sesleria coerulea* et le *Seslerion calcariae* en Tchécoslovaquie. Trav. Soc. Sc. Bohême, n.s. 8.
- ZÓLOMI B., 1936: Uebersicht der Felsenvegetation in der pannonischen Florenprovinz und den norwestlich angrenzenden Gebieten. Ann. Hist.-Nat. Musei Hungar. 30.

Adresse des Autors: Prof. Dr. Helmut Gams  
 Botanisches Institut der Universität  
 A - 6020 Innsbruck-Hötting