

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien

Floristische Bearbeitungen von Schwermetallstandorten in der Steiermark – Eine Übersicht

Von Wolfgang PUNZ, Rosemarie SCHINNINGER und Manfred ENGELHART

Mit 1 Abbildung (im Text)

Eingelangt am 19. Jänner 1990

Zusammenfassung: Es wird eine Übersicht (Karte) all jener Schwermetallstandorte (Galmei; Serpentin; Eisen) in der Steiermark gegeben, zu welchen floristische Angaben vorliegen. Die wichtigsten Referenzen zu den angeführten Standorten werden in Form einer beigefügten Tabelle dokumentiert. Wegen der floristischen Analogien wird auch eine Übersicht über floristisch bearbeitete Magnesitstandorte beigegeben.

Summary: A map documents all heavy metal sites (calamine; serpentine; iron) in Styria (Austria) which are referred to in floristic papers; these are documented in a separate table. Magnesite localities with floristic references are also documented.

1. Einleitung

Unter den zahlreichen physikalischen und chemischen Parametern, welche unterschiedliche Böden bzw. Substrate charakterisieren, besitzt das Mineralstoff- bzw. Ionenmuster besondere Bedeutung. Es sei nur an das Kalk-Silikat-Problem erinnert, welches mindestens seit UNGER (1836) die Wissenschaftler beschäftigt hat und für den Raum Steiermark hinsichtlich seiner floristischen Konsequenzen bereits von HAYEK (1923) in seiner „Pflanzengeographie von Steiermark“ ausführlich dokumentiert worden ist.

Einen Spezialfall eines solchen, auf chemischer Belastung des Substrats beruhenden Stresses stellen Böden bzw. Substrate dar, welche eine erhöhte Konzentration von Schwermetallionen aufweisen, deren toxische Wirkung mit zunehmender Konzentration zu einer Schädigung der dort wachsenden Pflanzen führt. Die unterschiedliche Reaktion („response“ vgl. LEVITT 1972) der Pflanzen auf solche Streßbedingungen führt dazu, daß es bei manchen Pflanzenarten/gattungen/familien zur Ausbildung bzw. Aktualisierung verschiedenartiger Resistenzmechanismen kommen kann, während andere, welche hiezu nicht befähigt sind, an derartigen Standorten ausfallen. Sowohl von resistenzphysiologischer wie auch von floristisch/vegetationskundlicher Seite liegen hiezu einschlägige Arbeiten vor (Überblick mit Literatur u. a. bei LINSTOW 1929, KRAUSE 1958, LÖTSCHERT 1969, ANTONOVICS et al. 1971, ERNST 1974, PROCTOR & WOODDELL 1975, ELLENBERG 1982, KINZEL 1982, ERNST & JOOSSE-VAN DAMME 1983, SCHUBERT 1985, SCHLEE 1986, BROOKS 1987).

Die Steiermark ist ein altes Bergbauland, dessen Abbaue zum Teil in die Urzeit zurückreichen (KIRNBAUER 1968). Die zahlreichen Lagerstätten sind aus der geologisch-mineralogischen Fachliteratur (vgl. hiezu die Übersicht bei FRIEDRICH 1953, 1963, 1973 sowie LECHNER et al. 1964) ersichtlich und umfassen auch solche mit schwermetallhaltigen Mineralien; hiezu kommen nicht wenige Standorte mit Serpentin.

Sieht man jedoch von den zuletzt genannten Serpentinstandorten ab, welche bereits Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen sind und derzeit wieder bearbeitet werden (OTTO, NESTROY, nach WENDELBERGER, mündl. Mitt.), so erweist es sich, daß die Zahl der floristischen und insbesondere vegetationskundlichen Angaben von derartigen Standorten als eher gering zu bezeichnen ist.

Im Zuge einer Zusammenstellung für den gesamtösterreichischen bzw. ostalpinen Bereich (PUNZ 1988, 1989 c, 1990), welche bisher insgesamt 98 Standorte berücksichtigte, wurden auch einschlägige Angaben über die Steiermark ausgewertet. Wenn in der vorliegenden Arbeit diese Angaben in etwas eingehenderer Weise und ergänzt um einige Detailbefunde wiedergegeben werden, so sei dies auch mit der Bitte verbunden, allfällige Berichtigungen und Ergänzungen zwecks Vervollständigung dieser Dokumentaiton bekanntzugeben.

2. Standortsübersicht

Tab. 1 (vgl. auch Abb. 1) faßt jene bisher aus der Literatur bekannten Standorte zusammen, zu welchen floristische bzw. vegetationskundliche Daten vorliegen. Hierbei wurden rein floristische Angaben ohne genauere Standortsangaben (bzw. ohne Hinweis auf entsprechenden, nämlich schwermetallhaltigen Untergrund) nicht berücksichtigt (vgl. etwa MELZER 1969). Die Koordinaten wurden in den meisten Fällen selbst an Hand der zitierten Arbeiten rekonstruiert, was eine entsprechende Unschärfe bedingen mag. Um den Literaturteil nicht über Gebühr zu belasten, wurde keine Vollständigkeit angestrebt, sondern die Zitation auf Erstbeschreibungen sowie wesentliche Zusammenfassungen/Revisionen beschränkt.

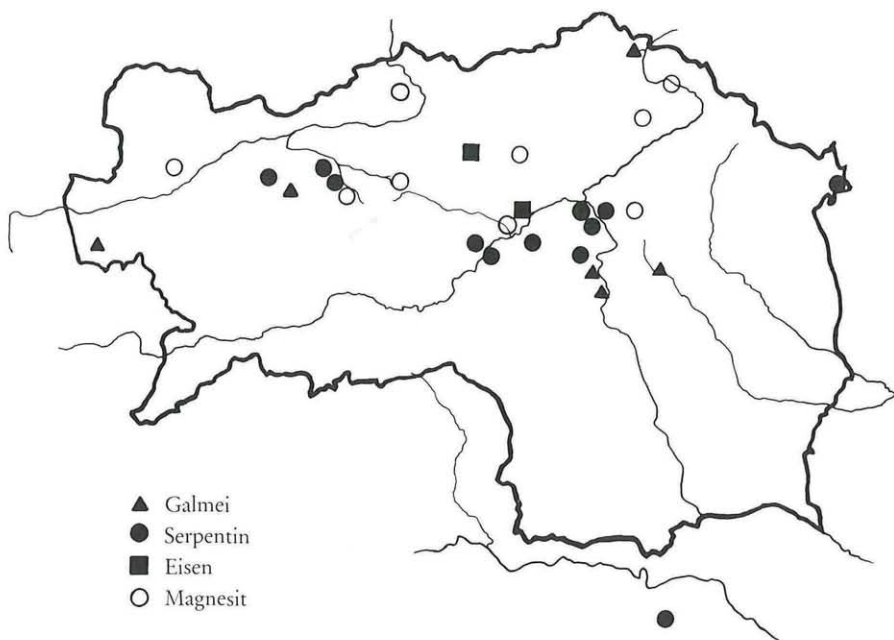


Abb. 1: Schwermetallstandorte in der Steiermark, zu welchen floristische Angaben vorliegen. Die verwendeten Symbole charakterisieren den dominierenden edaphischen Streß am jeweiligen Standort. Vgl. auch Tab. 1 und die Ausführungen im Text.

In Abschnitt I der Tabelle sind die Standorte mit Blei-Zink-dominiertem Substrat zusammengestellt. Abschnitt II umfaßt die Angaben über Serpentinlokalitäten (wobei für den Standort Sommergraben zusätzlich noch unveröffentlichte Angaben über die Flora auf den Halden eines Chrombergbaues vorliegen). Abschnitt III faßt Angaben über eisenreiche Substrate zusammen.

Lokalität	latNxlongE	Autor(en)
I.		
Deutschfeistritz	4712 1521	WETTSTEIN 1885
Rabenstein/Frohnlg.	4715 1519	MELZER 1988
Arzberg	4715 1529	ERNST 1974, MELZER 1988
Schladming	4718 1342	PUNZ & ENGENHART 1989
Zinkenkogel	4725 1423	MELZER 1979
Kohlanger/Frein	4744 1527	PUNZ & ENGENHART 1988
II.		
Windischfeistritz	4625 1530	HASL 1925, LÄMMERMAYER 1926
Kraubath	4717 1455	EGGLER 1955, 1963, BRAUN-BLANQUET 1961, ERNST 1974, NIKLFELD 1979
Waldkogel	4717 1515	LÄMMERMAYER 1930
Sommergraben	4718 1458	HASL 1925, ULRICH unveröff.
Ochsenkogel	4719 1507	HASL 1925
Kirchkogel/Traföß	4722 1520	PREISSMANN 1885, EGGLER 1954, 1963, MAURER 1961, 1966, NIKLFELD 1979
Gabraungraben	4722 1521	LÄMMERMAYER 1928, ZIMMERMANN cit. MUNTEAN 1977
Gamskogel/Bruck	4723 1517	LÄMMERMAYER 1942
Hochgrößen	4728 1415	HASL 1925, LÄMMERMAYER 1926, NEVOLE 1926
Eisenau/Friedberg	4728 1607	LÄMMERMAYER 1926, MUNTEAN 1977
Petalgraben	4729 1426	LÄMMERMAYER 1926
Lärchkogel/Trieben	4729 1429	LÄMMERMAYER 1926, NEVOLE 1926, ERNST 1974
III.		
Leoben	4723 1504	PUNZ 1989a, b, PUNZ et. al. 1986
Erzberg/Eisenerz	4732 1454	GÖHLERT 1927, 1928

Tab. 1: Schwermetallstandorte in der Steiermark, zu welchen floristische Angaben vorliegen (vgl. auch Abb. 1). Anggeführt sind: Name der Lokalität; geographische Breite und Länge (Grad und Minuten in Form einer vierstelligen Zahl); Autoren (wichtige Beschreibungen/Revisionen). Näheres siehe Text.

I: Galmesubstrate; II: Serpentinstandorte; III: eisenreiche Substrate.

3. Besprechung

Galmesstandorte (Blei-Zink): An den wenigen, hinsichtlich Lage, Größe und Substratkonzentration eher heterogenen Standorten mit Blei-Zink-geprägten Substraten ist vor allem das Vorkommen von *Cardaminopsis balleri* in Arzberg und bei Rabenstein hervorzuheben, wie dies schon MELZER (1988) dargelegt hat; dem genannten Autor ist auch die Beobachtung von *Viola lutea* und *Juncus trifidus* auf Bergbauhalden des Zinkenkogels zu verdanken (MELZER 1979). In Schladming wurde bisher nur ein Teil der dort reichlich vorhandenen Bergbaureste, nämlich der Bereich Eschach-Sagalm-Duisitz (aller-

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 dings ohne nennenswertes Ergebnis) untersucht (PUNZ & ENGENHART 1990). Am Standort Frein ist die Vegetation wohl als Kalkfelsflur aufzufassen (PUNZ & ENGENHART 1988). Der Kuriosität halber fand auch die historische Arbeit von WETTSTEIN (1885) über die Pilzflora der (Blei-Zink-)Bergwerke Aufnahme in die Zusammenstellung. Angesichts der – wie bereits erwähnt – zahlreich vorhandenen Bergbaulokalitäten dürfte eine weitergehende Nachschau von Interesse sein (es sei darauf hingewiesen, daß die Halden des alten – bereits in Salzburg befindlichen und daher nicht in die Zusammenfassung aufgenommenen – Silberbergbaues von Ramingstein im oberen Murtal eine teilweise recht eigenständige Artenkombination mit *Silene rupestris*, *Asplenium septentrionale*, *Anthoxanthum odoratum* u. a. (daneben das häufig auf Halden vorkommende *Thlaspi alpestre* (*caerulescens*) aufweist, welche möglicherweise charakteristisch für Galmeistandorte im Silikatbereich sein könnte: PUNZ & ENGENHART 1990; MUCINA & PUNZ in Vorb.).

Serpentinstandorte: Die Besprechung der Serpentinlokalitäten kann insofern knapp gehalten werden, als erst vor kurzer Zeit eine umfangreiche Arbeit (MUNTEAN 1976, 1977) die komplexe und keineswegs auf einen einzigen Faktor reduzierbare Natur des „Serpentinphänomens“ an Hand steirischer Standorte ausführlich dargestellt hat. So sollen Serpentinstandorte mikroklimatisch durch höhere Luft- und Bodentemperaturen, eine regelmäßige Bodenüberhitzung in den Sommermonaten, geringe Luftfeuchtigkeit, erhöhte Evaporation, edaphisch durch hohen Skelettanteil des Bodens, großen Anteil an Grobkornfraktionen, höhere Wasserstoffionenkonzentration, höheren Magnesiumgehalt (und geringeren Gehalt an K, P und Ca), geringeren Gehalt an organischer Substanz und eine größere zellulolytische Aktivität des Bodens gekennzeichnet sein (knapper, aber sinngemäß gleich bei BROOKS 1987). Hinsichtlich der z. T. schon lange bekannten floristischen Besonderheiten sei auf die zitierte Literatur, insbesondere auch auf die Bearbeitungen und kritischen Hinweise von MELZER (Verzeichnis älterer Arbeiten (1952–1975) mit Register der Pflanzennamen bei MECENOVIC 1976) verwiesen (vgl. außerdem MAURER 1967, NIKLFELD 1973 a, b).

An dieser Stelle sei hinzugefügt, daß sich vor allem LÄMMERMAYER mit „Übereinstimmung und Unterschieden der Flora über Serpentin und Magnesit“ ausführlich beschäftigt hat und die Magnesitflora (vereinfacht dargestellt) als verarmte Kalkflora charakterisiert hat, welche einige Gemeinsamkeiten mit derjenigen auf Serpentin (z. B. zumindest gelegentliches Vorkommen der beiden Serpentinfarne *Asplenium adnigrum* und *Asplenium cuneifolium*) aufweist (LÄMMERMAYER 1934). Der genannte Autor stützt seine Darlegungen unter anderem auf eingehend bearbeitete steirische Magnesitstandorte, welche hier – obgleich sie nicht zu den „Schwermetall“standorten gezählt werden können – wegen der genannten floristischen Parallelen wiedergegeben seien. Es sind dies (nebst Angabe des Literaturzitats):

Arzbachgraben/Neuberg	LÄMMERMAYER 1930
Leoben	LÄMMERMAYER 1933, 1942
Kaswassergraben (Großreifling)	LÄMMERMAYER 1933
Oberdorf (Tragöß)	LÄMMERMAYER 1930
St. Erhard (Breitenau)	LÄMMERMAYER 1928, 1942
St. Martin/Salza	LÄMMERMAYER 1930
Sattlerkogel (Veitsch)	LÄMMERMAYER 1928, 1930, 1935
Sunk (Hohentauern)	LÄMMERMAYER 1928
Wald (Schober)	LÄMMERMAYER 1928

Eisenreiche Standorte: Schließlich können auch die beiden Angaben über eisenreiche Substrate kurz abgehandelt werden. Während bereits GÖHLERT (1927, 1928) nachweisen konnte, daß über Eisenkarbonat keine besondere, von derjenigen über Kalk wesentlich abweichende Flora zur Ausbildung kommt, ergaben die Untersuchungen von PUNZ (1989 a, b) und PUNZ et al. (1986), daß sogar extrem hohe Konzentrationen von

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
Eisen im Substrat (gemeinsam mit deutlich überhöhten Werten für einige andere Schwermetalle) in der Vegetation lediglich eine (Halb-)Trockenrasen-Vergesellschaftung (mit allerdings ungewöhnlich hoher und sehr beständiger Moosbedeckung: *Tortella inclinata*) ohne spezifische Schwermetallvegetation zeitigt.

Da auf Grund der relativ wenigen vorhandenen Angaben (Ausnahme: Serpentin; vgl. hiezu etwa ERNST 1974, WENDELBERGER 1974, GAMS 1975, PROCTOR & WOODDELL 1975, BROOKS 1987) die Beifügung eines kompletten floristischen Vergleichs einstweilen verfrüht erscheint, soll an dieser Stelle auch nur kurz auf die Gesamtproblematik der Schwermetallvegetation eingegangen werden. Das diesbezügliche, sehr verdienstvolle Standardwerk von ERNST (1974), welches erstmals die Schwermetallvegetation der Erde systematisch zusammengefaßt hat, bedarf nämlich gerade für unseren Bereich einiger Korrekturen. Auf der einen Seite haben zahlreiche Autoren (es seien hier nur HORVAT et al. 1974, PIGNATTI & PIGNATTI 1977, NIKLFELD 1979 genannt) die Zuordnung der Serpentinvegetation zur Schwermetallvegetation i. e. also zur Klasse der *Violetea calamariae* kritisiert und deren Zugehörigkeit zu den (Halb-)Trockenrasen bzw. den Mauer- und Felsspaltengesellschaften reklamiert. Zum anderen erscheint auch für den Bereich der klassischen Galmei (= Blei-Zink-)vegetation die Annahme „absoluter Charakterarten“ (ERNST 1974: *Minuartia verna*, weitgehend auch *Silene vulgaris*) für alle euro-westsibirischen Schwermetall-Pflanzengesellschaften verfehlt zu sein. Echte Erzpflanzen – etwa im Sinne von GAMS (1966) – dürfte es, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, so wenig geben wie eine einheitliche Schwermetallvegetation. Andererseits kann – ähnlich wie von der „Serpentinfestigkeit“ großer taxonomischer Einheiten (KRAUSE 1958) gesprochen wurde – die Fähigkeit ganz bestimmter Taxa zur Ausbildung und Aktualisierung von Schwermetallresistenz beobachtet werden (hier sind neben anderen die Caryophyllaceen, Poaceen und Brassicaceen besonders hervorgehoben vgl. PUNZ 1989c, 1990); ebenso ist mit dem Auftreten von schwermetallspezifischen Artenkombinationen bis hin zu Gesellschaften, allerdings in regional, altitudinal, edaphisch usw. bedingten eigenständigen Ausformungen, zu rechnen (MUCINA & PUNZ in Vorb.). Die Klärung der in diesem Zusammenhang anstehenden Fragen muß, speziell für den Raum Steiermark, weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Pflanzennamen nach EHRENDORFER (1973); FRAHM & FREY (1983).

Dank:

Wir danken für klärende Hinweise Herrn Univ.-Prof. Dr. G. WENDELBERGER, Univ.-Prof. Dr. H. NIKLFELD und Dr. L. MUCINA. Für Unterstützung danken wir Herrn Univ.-Prof. Dr. K. BURIAN und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Für Berichtigungen und Ergänzung der hier gegebenen Zusammenfassung, insbesondere jedoch für allfällige Mitteilungen über hier nicht berücksichtigte Angaben zu Schwermetallstandorten, danken wir im voraus.

Literatur

- ANTONOVICS, J., BRADSHAW, A. D., TURNER, R. G. (1971): Heavy metal tolerance in plants. – Adv. Ecol. Res., 7: 1–85.
BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die inneralpine Trockenvegetation. – Fischer Stuttgart.
BROOKS, R. R. (1987): Serpentine and its vegetation. – Croom Helm London Sydney.
EGGLER, J. (1954): Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen von den Serpentinegebieten bei Kirchdorf in Steiermark und bei Bernstein im Burgenland. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 84: 25–37.
EGGLER, J. (1955): Ein Beitrag zur Serpentinvegetation in der Gulsen bei Kraubath in Obersteiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 85: 27–72.

- Pernegg in Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 93: 49–54.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Fischer Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – Ulmer Stuttgart.
- ERNST, W. (1974): Schwermetallvegetation der Erde. – Fischer Stuttgart.
- ERNST, W. H. O. & JOOSSE-VAN DAMME, E. N. G. (1983): Umweltbelastung durch Mineralstoffe. – G. Fischer Stuttgart.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1983): Moosflora. – Ulmer Stuttgart.
- FRIEDRICH, O. M. (1953): Zur Erzlagerstättenkarte der Ostalpen. – Radex-Rdsch., 7/8: 371–407.
- FRIEDRICH, O. M. (1963): Die Mineral-Lagerstätten der Steiermark. – In: Atlas der Steiermark, Graz.
- FRIEDRICH, O. M. (1973): Die Mineral-Lagerstätten der Steiermark. – In: Erläuterungen zum Atlas der Steiermark (M. STRAKA, red.). Akademische Druck- und Verlagsanstalt Graz-Austria: 55–57.
- GAMS, H. (1966): Erzpflanzen der Alpen. – Jb. Ver. Schutz Alpenpfl., 31: 65–73.
- GAMS, H. (1975): Vergleichende Betrachtung europäischer Ophiolith-Floraen. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 55: 117–140.
- GÖHLERT, F. (1927): Flora des Erzberges. – Diss. Univ. Wien.
- GÖHLERT, F. (1928): Die Flora über Eisenkarbonat. – Biologia generalis, 4: 333–336.
- HASL, F. (1925): Die Flora der Serpentinberge Steiermarks. – Diss. Univ. Wien (handgeschrieben).
- HAYEK, A. (1923): Pflanzengeographie von Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 59: 1–208.
- HORVAT, I., GLAVAC, V., ELLENBERG, H. (1974): Vegetation Südosteuropas (= Geobotanica selecta IV). – Fischer Stuttgart.
- KINZEL, H. (1982): Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. – Ulmer Stuttgart.
- KIRNBAUER, F. (1968): Historischer Bergbau I und II. – In: Österreichischer Volkskundatlas (3. Lieferung): 1–70.
- KRAUSE, W. (1958): Andere Bodenspezialisten. – In: RUHLAND, W. (ed.), Handbuch der Pflanzenphysiologie IV, Springer Berlin: 755–806.
- LÄMMERMAYER, L. (1926): Materialien zur Systematik und Ökologie der Serpentinflora. I. Neue Beiträge zur Kenntnis der Flora steirischer Serpentine. – Sitzg. Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturwiss. Kl., I, 135: 369–407.
- LÄMMERMAYER, L. (1928): Weitere Beiträge zur Flora der Magnesit- und Serpentinböden. – Sitzg. Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturwiss. Kl., I, 137: 835–859.
- LÄMMERMAYER, L. (1930): Neue floristische Ergebnisse der Begehung steirischer Magnesit- und Serpentinlager. – Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 80: 83–93.
- LÄMMERMAYER, L. (1933): Bericht über die floristische Begehung zweier steirischer Magnesitlager. – Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, 83: 202–210.
- LÄMMERMAYER, L. (1934): Übereinstimmungen und Unterschiede in der Pflanzendecke über Serpentin und Magnesit. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 71: 1–22.
- LÄMMERMAYER, L. (1935): Notizen zur Flora über Gips, Dolomit, Phyllit und Magnesit in Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 72: 27–38.
- LÄMMERMAYER, L. (1942): Bericht über die floristische Begehung steirischer Magnesit- und Serpentinlagerstätten. – Sitzg. Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturwiss. Kl., I, 151: 79–86.
- LECHNER, K., HOLZER, H., RUTTNER, A., GRILL, R. (1964): Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich 1:1,000,000. – Geol. B. A. Wien.
- LEVITT, J. (1972): Responses of plants to environmental stresses. – Academic Press, New York.
- LINSTOW, O. v. (1929): Bodenanzeigende Pflanzen. – Abhandl. Preuß. Geol. Landesanstalt N. F. 114.
- LÖTSCHERT, W. (1969): Pflanzen an Grenzstandorten. – Fischer Stuttgart.
- MAURER, W. (1961): Die Moosvegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. – Mitt. Abt. Zool. u. Bot. Landesmus. Joanneum (Graz), 13: 1–29.
- MAURER, W. (1966): Flora und Vegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. – Mitt. Abt. Zool. u. Bot. Landesmus. Joanneum (Graz), 25: 13–76.
- MAURER, W., (1967): Arten auf Serpentin. Teilkarte D von (EHRENDORFER, F., et al.) Areale charakteristischer Gefäßpflanzen der Steiermark. – In: Atlas der Steiermark, Graz.
- MECENOVIC, K. (1976): Zusammenfassung der Veröffentlichungen Helmut MELZERS und der in diesen genannten Pflanzenarten. – Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz, Bot. Abt., 7 (48): 1 (77)–68 (144).

- © Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.bjologiezentrum.at
- MELZER, H. (1969): Neues zur Flora von Steiermark XII. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 99: 33–47.
- MELZER, H. (1979): Neues zur Flora von Steiermark XXI. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 109: 151–161.
- MELZER, H. (1988): Neues zur Flora von Steiermark XXX. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 118: 157–171.
- MUNTEAN, H. (1976): Zur Ökologie von Serpentinstandorten. – In: Mitteleuropäische Trockenstandorte in pflanzen- und tierökologischer Sicht. 2. Fachtagung L. Boltzmann-Institut für Umweltwissenschaften und Naturschutz Graz. 85–92.
- MUNTEAN, H. (1977): Vegetation und Ökologie steirischer Serpentinstandorte. Diss. Univ. Graz.
- NEVOLE, J. (1926): Flora der Serpentinberge in Steiermark. – Acta soc. sci. nat. Moravica III/4/24.
- NIKLFIELD, H. (1973a): Über Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Österreich und einigen Nachbargebieten (mit einer Kartentafel aus dem Atlas der Republik Österreich). – Verh. Zool. Bot. Ges., 113: 53–69.
- NIKLFIELD, H. (1973b): Areale charakteristische Gefäßpflanzen der Steiermark (I, II). – In: Erläuterungen zum Atlas der Steiermark (M. STRAKA, red.). Akademische Druck- und Verlagsanstalt Graz-Austria: 134–157.
- NIKLFIELD, H. (1979): Vegetationsmuster und Arealtypen der montanen Trockenflora in den nordöstlichen Alpen. – Stapfia 4.
- PIGNATTI-WIKUS, E., PIGNATTI, S. (1977): Die Vegetation auf Serpentin-Standorten in den nördlichen Apenninen. – Studia Phytologica in honorem jubilantis A. O. HORVAT (1977): 113–124.
- PREISSMANN, E. (1885): Zur Flora der Serpentinberge Steiermarks. – Österr. Bot. Z., 35: 261–263.
- PROCTOR, J., WOODILL, S. R. J. (1975): The ecology of serpentine soils. – Adv. Ecol. Res., 9: 255–366.
- PUNZ, W. (1988): Standorte von Schwermetallvegetation in Österreich. – Symp. Synanthropic Flora and Vegetation V, Martin (CSSR): 209–219.
- PUNZ, W. (1989a): Zur Vegetation von Hochofenschlackenhalden. – Linzer Biol. Beitr., 21/1: 211–228.
- PUNZ, W. (1989b): Ökologische Untersuchungen auf rekultivierten Hochofenschlackenhalden bei Leoben. – Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 126: 139–158.
- PUNZ, W. (1989c): Vegetation auf Schwermetallstandorten im Ostalpenraum. – 4. Österr. Botanikertreffen, Innsbruck.
- PUNZ, W. (1990): Schwermetallstandorte im Ostalpenraum und ihre Vegetation. – Ber. naturwiss.-medizin. Ver. Innsbruck, in Druck.
- PUNZ, W., ENGENHART, M. (1988): Zur Vegetation von Blei-Zink-Halden im Raum Mariazell. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 118: 173–176.
- PUNZ, W., ENGENHART, M. (1990): Zur Vegetation auf Blei-Zink-Halden im Raum Niedere Tauern. – Sitzg. ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturw. Kl. I, in Druck.
- PUNZ, W., ENGENHART, M., SCHINNINGER, R. (1986): Zur Vegetation einer Eisenerzschlackenhalde bei Leoben/Donawitz. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 116: 205–210.
- SCHLEE, D. (1986): Ökologische Biochemie. – Springer Berlin.
- SCHUBERT, R. (1985): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. – Fischer Jena.
- UNGER, F. (1836): Über den Einfluß des Bodens auf die Verbreitung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirols. Wien.
- WENDELBERGER, G. (1974): Die Serpentinpflanzenvorkommen des Burgenlandes in ihrer pflanzengeographischen Stellung. – Wiss. Arb. Bgld. 53: 5–20.
- WETSTEIN, R. v. (1885): Beitrag zur Pilzflora der Bergwerke. – Österr. Bot. Z. 35: 151–153 und 198–201.

Anschrift der Verfasser: Mag. Dr. Wolfgang PUNZ, Dr. Manfred ENGENHART: Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, 1091 Wien, Althanstraße 14.
Mag. Dr. Rosemarie SCHINNINGER, 8045 Graz, Andritzer Reichsstraße 77.