

KARTIERUNG VON SCHWERMETALLBIOTOPEN IM OSTALPENRAUM

Mapping of biotopes on metalliferous soils in the
Eastern Alps

von

Wolfgang PUNZ

Schlagwörter: Metallophyten, Ostalpen.

Key words: Metallophytes, Eastern Alps.

Zusammenfassung: In Form einer Karte und einer Tabelle (Ortsangaben, Literatur) werden rund 150 Schwermetallstandorte im Ostalpenraum, von denen pflanzenrelevante Befunde vorliegen, präsentiert. Einen Schwerpunkt bilden die Galmei- und Kupferstandorte, es werden jedoch auch andere (insbesondere Serpentin/Chrom-, Magnesit-, Arsen-/Antimon-) Lokalitäten dokumentiert.

Summary: A figure and a table (with coordinates and references) present 150 Eastern Alpine biotopes on metalliferous soil (calamine, copper, magnesite, serpentine/chromium, arsenic/antimony, and others).

Einleitung

Wenn von den ökologischen Faktoren, welche den Lebensraum einer Biozönose bestimmen, der Bodenfaktor in Gestalt erhöhter Schwermetallgehalte hervortritt - es mag dies auf Grund oberflächennaher geochemischer Anomalien oder zu Folge menschlicher Bergbautätigkeit der Fall sein - so spricht man von Schwermetallbiotopen. Diese sind durch das Zurücktreten empfindlicher Pflanzen einerseits, durch das Vorkommen erzhaltiger Taxa (bzw. Metallophyten) und Pflanzengesellschaften andererseits charakterisiert. Obwohl einschlägige Beobachtungen zumindest bis in 16. Jahrhundert zurückreichen, waren die Standorte im Ostalpenraum - sieht man von einigen

wenigen "klassischen" Lokalitäten ab - bis vor kurzem nur unzureichend dokumentiert (GAMS 1966, 1975, ERNST 1974).

Aus diesem Grund wurde vor 10 Jahren mit dem Aufbau einer Dokumentation begonnen, welche all jene Standorte enthalten sollte, über welche floristische, vegetationskundliche bzw. pflanzenökologische Angaben vorliegen. Eine erste gesamtösterreichische Zusammenfassung (PUNZ 1988b) ergab rund 50 Lokalitäten; nach einigen Jahren intensiver Suche in Freiland und Literatur hatte sich diese Zahl für den Ostalpenraum bereits verdoppelt (PUNZ 1991a). Daneben wurden verschiedene regionale Kompilationen publiziert (Tirol: PUNZ et al. 1990a, 1994; Steiermark: PUNZ et al. 1990b; Kärnten: PUNZ & SCHINNINGER 1995, PUNZ & MAIER 1995). Inzwischen konnten weitere Angaben gesammelt werden, sodaß es geboten erscheint, erneut eine Bilanz unserer Recherchen vorzulegen.

Methodik

Endziel der vorgelegten Studie ist eine vollständige standardisierte Dokumentation über die Biotopausstattung von Schwermetallstandorten. Grundlage hierfür ist einerseits die Aufarbeitung vorhandener Literatur, andererseits eigene Feldforschung. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Galmei- und Kupferstandorten, es werden jedoch vorhandene Daten über andere Schwermetallstandorte ebenfalls aufgenommen. Im Idealfall enthält ein Dokument folgende Angaben: Lokalität und Ausdehnung, Standortscharakteristik, geologisch-mineralogische Charakteristik, Substratcharakteristik samt Schwermetallgehalten, Vegetation der Umgebung, Pflanzenliste, soziologische Aufnahme, Analysedaten, eventuell zoologische Hinweise, Literaturnachweise. Für eine Aufnahme in die Liste ist ein eindeutiger Hinweis auf erhöhte Bodenschwermetallgehalte ausschlaggebend; reine Moosstandorte sind grundsätzlich nicht berücksichtigt. Der teilweise Rückgriff auf Angaben unterschiedlicher Herkunft bedingt in Einzelfällen entsprechend unvollständige Datensätze.

Ergebnisse

Auf der Übersichtskarte des Ostalpenraums (Abb. 1) sind aus Maßstabsgründen nicht alle Standorte punktgenau als selbständige Fundpunkte erkennbar. Die komplette Liste aller Standorte ist in Tab. 1 wiedergegeben, wobei reine Moos- und Flechtenlokalitäten nicht aufgenommen sind. Der Übersichtlichkeit halber wurden die Standorte zunächst nach dem "dominierenden" Substratfaktor gruppiert und sodann alphabetisch angeordnet. Jeder Standort

ist durch den Namen der Lokalität, die geographischen Koordinaten (Breite und Länge in Grad und Minuten) sowie durch die wichtigsten Quellen gekennzeichnet. Zusätzlich zu den Standorten aus Tab. 1 sind in der Abbildung die Fundpunkte von *Mielichhoferia* im Ostalpenraum dargestellt, um das - im wesentlichen auf die sauren Gesteine der Zentralalpen eingeschränkte - Vorkommen der Schwermetallmoose so zu illustrieren.

Diskussion

Deklariertes Zweck der vorliegenden Arbeit war es, den augenblicklichen Stand der Dokumentation von Schwermetallstandorten im Ostalpenraum vollständig wiederzugeben. Auf Grund der gewonnenen Informationen lassen sich zahlreiche Erkenntnisse zu Spezialfragen ableiten. Für die Serpentinstandorte sei diesbezüglich auf JUSTIN (1993) verwiesen, während hier Ergebnisse zu den Galmei- und Kupferbiotopen kurz wiedergegeben seien.

Für die **Flora** des Ostalpenraums kann - ähnlich wie für die Britischen Inseln (BAKER & PROKTOR 1990) - gezeigt werden, daß Schwermetallstandorte vor allem durch das Vorkommen von Caryophyllaceen, Brassicaceen, Poaceen, Asteraceen, Lamiaceen, Scrophulariaceen, Rubiaceen, Violaceen und einzelne Arten anderer Familien charakterisiert sind, während sich beispielsweise kaum Vertreter von Rosaceen, Ranunculaceen, Apiaceen und Cyperaceen finden (PUNZ 1995). Bei den Bryophyten gibt es außer den „klassischen“, vorwiegend an saure Gesteine gebundenen Kupfermoosen keine ausschließlich auf Schwermetallböden vorkommenden Moose (ZECHMEISTER, mündl. Mitt.).

Pflanzensoziologisch gibt es eine Reihe metallicoler Vegetationseinheiten im Ostalpenraum, die jedoch nicht den *Violetea calaminariae* zuzuordnen sind (PUNZ & MUCINA 1997). Hierzu zählen (unter Einschluß der Serpentesgesellschaften) bei den Höheren Pflanzen das Marsupelletum emarginatae mielichhoferietosum; *Sileno rupestris* - *Asplenietum septentrionalis*, *Notholaeno - Sempervivetum hirti*; *Linaria alpina* - *Cerastium uniflorum comm.*, *Papaveri kernerii* - *Thlaspietum kernerii*, *Violetum dubyanae*, *Thlaspietum cepaeifolii*, *Scrophulario juratensis* - *Erysimetum sylvestris*, *Minuartia gerardii* - *Silene glareosa comm.*, *Epipactido atrorubenti* - *Silenetum glareosae*, *Sileno alpestris-Moehringietum muscosae*; *Armerio* - *Potentilletum arenariae*; *Festuco eggleri-Pinetum*, *Festuco ovinae* - *Pinetum*; bei den Moosgesellschaften *Rhacomitrio-Andraeaetum rupestris mielichhoferietorum*; *Pogonitetum urnigeri mielichhoferietosum*; *Tortelletum inclinatae*; und bei den Flechtengesellschaften *Acarosporietum sinopicae*; und *Lecanoretum epanorae* (ZECHMEISTER & PUNZ 1990, ENGLISCH et al. 1993, MUCINA & KOLBEK 1993, WALLNÖFER 1993, ZECHMEISTER 1993, PUNZ & MUCINA 1997; TÜRK, mündl. Mitt.).

Das Hervortreten von Hemikryptophyten auf den meist offenen Haldenflächen entspricht **standortsökologisch** ebenso den Erwartungen wie das Überwiegen von Anemochoren (daneben ein hoher Anteil von Myrmekochoren!) bei den Angaben zur Samenverbreitung. Die vorherrschenden Bestäubungsmechanismen sind Entomogamie und Autogamie (PUNZ & ORASCHE 1995).

Zur Frage der **Aufnahme und Translokation** kann am Beispiel des Zink gezeigt werden, daß Pflanzen auf Schwermetallstreß mit unterschiedlichen Resistenzstrategien reagieren. Bei einigen Arten steht eine rasche Akkumulation (und Immobilisierung) des Schwermetalls in oberirdischen Pflanzenteilen im Vordergrund: so erreichen die Zinkgehalte bei *Cardaminopsis halleri* und *Thlaspi*-Arten bereits bei niedrigen Bodengehalten Werte über 10.000 ppm. Dagegen sind verschiedene Scrophulariaceen (*Linaria*, *Euphrasia*) dazu befähigt, Aufnahme oder zumindest die Translokation von Schwermetallen in die oberirdischen Pflanzenteile zu vermeiden und ihren oberirdischen Zinkgehalt auch bei Bodenkonzentrationen von einigen zehntausend ppm bei niedrigen Werten (zwei- bis dreihundert ppm) zu stabilisieren. Diese beiden - konträren - Konzepte wurden von BAKER (1987) als accumulator- und excluder-Strategien beschrieben, Pflanzen mit einem dazwischen liegenden Muster- vom genannten Autor als indicators bezeichnet - durch PUNZ & SIEGHARDT (1993) als intermediate group klassifiziert.

Die **interne Deposition von Schwermetallen** in Trichomen (*Erysimum sylvestri*) und Kristallen (*Silene vulgaris*) kann hierbei als pflanzeninterne Detoxifikationsmöglichkeit im Sinne eines Avoidanz-Mechanismus aufgefaßt werden (SIEGHARDT 1985a,b).

Die Werte der **protoplasmatischen Toleranz** sind bei Pflanzen von Galmeistandorten zum Teil deutlich gegenüber den Werten von Normalstandorten erhöht, mit Maximalwerten bei *Viola dubyana*, *Armeria alpina* und *Silene*-Arten; bisweilen zeigt sich auch ein Zusammenhang zwischen excluder-Eigenschaften und (verminderter) Toleranzausbildung (PUNZ & KÖRBER-ULRICH 1993).

Von den untersuchten Standorten wurde fallweise **zoologisches** Material, überwiegend Evertebraten aufgesammelt und auf den Schwermetallgehalt untersucht. Es finden sich stets deutlich erhöhte Schwermetallgehalte; die physiologische Relevanz dieser Werte kann jedoch noch nicht abgeschätzt werden (GINTENREITER 1990, GINTENREITER & VOGEL 1990).

Schlußbemerkung

Angesichts Österreichs "Reichtum an armen Lagerstätten" (HOLZER 1966) ist die Dokumentation von Schwermetallbiotopen im Ostalpenraum ein Langzeitunternehmen, wobei freilich anzumerken ist, daß der überwiegende Teil der "großen" Standorte bereits exemplarisch dokumentiert sein dürfte. Es konnte auch gezeigt werden, daß unser Vorhaben, welches ausdrücklich **nicht** explizit anwendungsorientiert ausgelegt ist, für Teildisziplinen durchaus von Nutzen sein kann (in diesem Zusammenhang kann auch an die Erarbeitung von Grundlagenwissen für Bioremediationsprojekte oder Rekultivierungsmaßnahmen gedacht werden!). Andererseits sind Schwermetallstandorte nicht selten "alte" Standorte mit reliktärem Charakter, sodaß unter Umständen eher der Aspekt der Erhaltung bzw. der Schutzwürdigkeit im Vordergrund stehen wird.

Zu guter Letzt sei mit dem Dank an all jene, die mir bei der Suche nach vorhandenen Informationen behilflich waren, noch die Bitte verbunden, mir allfällige Berichtigungen und Ergänzungen des hier Dargelegten, vielleicht sogar etwaige noch nicht berücksichtigte Standortsangaben freundlicherweise mitzuteilen.

Literatur

- BAKER, A. J. M. (1987): Metal tolerance. - *New Phytol.* **106**: 93-111.
- BAKER, A. J. M. & J. PROCTOR (1990): The influence of cadmium, copper, lead and zinc on the distribution and evolution of metallophytes in the British Isles. - *Pl. Syst. Evol.* **173**: 91-108.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die inneralpine Trockenvegetation. - Fischer Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. - Springer Wien.
- BROOKS, R.R. & D. JOHANNES (1993): Phytoarchaeology. - *Hist. ethno- & econ. Bot.* Ser. 3. Dioscorides Press Portland.
- EGGLER, J. (1954): Vegetationsaufnahmen und Bodenuntersuchungen von den Serpentinegebieten bei Kirchdorf in Steiermark und bei Bernstein im Burgenland. - *Mitt. naturw. Ver. Steiermark* **84**: 25-37.
- ENGLISCH, T., VALACHOVIC, M., MUCINA, L., GRABHERR, G., ELLMAUER, T. (1993): *Thlaspietea rotundifolii*. - In: GRABHERR, G. & L. MUCINA (eds.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs II, Fischer Jena: 276-342.
- ERNST, W. (1965): Ökologisch-soziologische Untersuchungen der Schwermetall-Pflanzengesellschaften Mitteleuropas unter Einschluß der Alpen. - *Abh. Landesmuseum Naturkde. Münster/Westfalen.* **27**: 1-54.
- ERNST, W. (1974): Schwermetallvegetation der Erde. - G. Fischer, Stuttgart.

- GAMS, H. (1936): Die Vegetation des Großglocknergebietes. - Abh. Zool. Bot. Ges. Wien **16**: 1-79.
- GAMS, H. (1958): Das Pflanzenleben des Wattentales. - Schlern-Schr. **165**: 49-57.
- GAMS, H. (1966): Erzpflanzen der Alpen. - Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. **31**: 65-73.
- GAMS, H. (1975): Vergleichende Betrachtung europäischer Ophiolithflore. - Veröff. Geobot. Inst. Rübel ETH Zürich **55**: 117-140.
- GIGON, A. (1983): Welches ist der wichtigste Standortfaktor für die floristischen Unterschiede zwischen benachbarten Pflanzengesellschaften? - Verh. Ges. f. Ökologie (Festschrift ELLENBERG) **XI**: 145-160.
- GINTENREITER, S. (1990): Die Schwermetallbelastung von Arthropoden verschiedener Haldenstandorte (Tirol-Lombardei). - In: PUNZ, W.: Experimentell-ökologischer Freilandkurs - Protokoll. Inst. f. Pflanzenphysiologie der Univ. Wien.
- GINTENREITER, S. & W. VOGEL (1990): Zur Schwermetallbelastung haldenbewohnender Arthropoden im Mittleren Alpenraum. - In: PUNZ, W., KOVACS, G., MAUTHNER, G., SAPELZA, W., ULRICH, S. M., WIELÄNDER, B., WIESHOFFER, I.: Zur Ökologie und Ökophysiologie der Vegetation im Bereich des Bergbaugebietes St. Martin am Schneeberg im Passeier. - Der Schlern **64**: 508-509.
- GÖHLERT, F. (1927): Flora des Erzberges. - Diss. Univ. Wien.
- HARTL, H. & H. SAMPL (1977): Untersuchungen zum „Kupfermoos“ *Gymnocolea acutiloba* (KAALAAS) K. MÜLLER in der Großfragant, Mölltal, Kärnten. - Carinthia II., **167/87**: 239-242.
- HASL, F. (1925): Die Flora der Serpentinberge Steiermarks. - Diss. Univ. Wien.
- HAUBENWALLNER, S. (1994): Untersuchungen über die Verteilung von Arsen, Selen, Aluminium, Eisen, Kupfer und Calcium in verschiedenen Pflanzenspezies aus dem Bereich des Arsenbergbaues Rotgülden. - Diplomarbeit TU Graz.
- HOLZER, H. (1966): Erläuterungen zur Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich. - Geol. B.-A. Wien.
- HOLZNER, W. (1986): Österreichischer Trockenrasenkatalog. - BMGU Wien
- JUSTIN, C. (1993): Über bemerkenswerte Vorkommen ausgewählter Pflanzensippen auf Serpentinstandorten Österreichs, Sloweniens sowie der Tschechischen Republik. - Linzer biol. Beitr. **25**: 1033-1091.
- KÖRBER-ULRICH, S. M. (1996): Physiologische Untersuchungen zur Schwermetallresistenz von Normal- und Kupferpopulationen des Gemeinen Leinkrautes *Silene vulgaris* (Moench) Garcke im österreichischen und norditalienischen Ostalpenraum. - Diss Univ. Wien.
- KRETSCHMER, L. (1930): Die Pflanzengesellschaften auf Serpentin im Gurhofgraben bei Melk. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **80**: 163-208.
- 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. naturw. Kl., I, **135**: 369-407.
- LÄMMERMAYER, L. (1928): Weitere Beiträge zur Flora der Magnesit- und Serpentinböden. - Sitzg. Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturw. Kl., I, **137**: 825-859.
- 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. (1935): Notizen zur Flora über Gips, Dolomit, Phyllit und Magnesit in Steiermark. - Mitt. naturw. Ver. Steiermark **72**: 27-38.
- LÄMMERMAYER, L. (1942): Bericht über die floristische Begehung steirischer Magnesit- und Serpentinlagerstätten. - Sitzg. Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturw. Kl., I, **151**: 79-86.
- MAIER, R., PUNZ, W., SIEGHARDT, H., DOMSCHITZ, E., NAGL, A., WIENER, S., KULHANEK, A., MÜHLEBNER, W. (1981): Zur Ökologie einiger Pflanzen auf den schwermetallhaltigen Halden in Bleiberg/Kärnten. - Carinthia II, **171/91**: 201-222.
- MARCHETTI, D. B. (1956): Les "Prealpi Bergamasche". - In: IX. Excursion Phytogeographique internationale Alpes orientales (Guide itineraire), Inst. Bot. dell'Università Firenze: 26-38.
- MAURER, W. (1966): Flora und Vegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. - Mitt. Abh. Zool. Bot. Landesmus. Joanneum Graz **13**: 1-29.
- MELZER, H. (1965): Neues und Kritisches zur Flora von Kärnten. - Carinthia II **155/75**: 172-190.
- MELZER, H. (1968): Botanisches von der Petzen. - Jb. Ver. Schutz Alpenpfl. **33**: 69-74.
- MELZER, H. (1974): Beiträge zur Flora von Kärnten und der Nachbarländer Salzburg, Osttirol und Friaul. - Carinthia II **164/84**: 227-243.
- MELZER, H. (1979): Neues zur Flora von Steiermark XXI. - Mitt. naturw. Ver. Steiermark **109**: 151-161.
- MELZER, H. (1988): Neues zur Flora von Steiermark XXX. - Mitt. naturw. Ver. Steiermark **118**: 157-171.
- MUCINA, L. & J. KOLBEK (1993): Festuco-Brometea. - In: MUCINA, J., GRABHERR, G. & T. ELLMAUER (eds.), Die Pflanzengesellschaften Österreichs I, Fischer Jena: 420-492.
- MUNTEAN, H. (1977): Vegetation und Ökologie steirischer Serpentinstandorte. - Diss. Univ. Graz.
- NIKLFELD, H. (1979): Vegetationsmuster und Arealtypen der montanen Trockenflora in den nordöstlichen Alpen. - Stapfia **4**.
- POBER, E. (1985): Vorläufiger Bericht über vegetationskundliche Untersuchungen an Ultrabazit- (Serpentinit-) Vorkommen im niederösterreichischen

Anteil der böhmischen Masse (südöstliches Waldviertel). - Abt. Veg.kde. Pfl.soziologie, Inst.f.Pflanzenphysiologie, Univ. Wien.

- POELT, J. (1955): Flechten der Schwarzen Wand in der Großarl. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien **95**: 107-113.
- PUNZ, W. (red.) (1988a): Experimentell-ökologischer Freilandkurs 1987 - Protokoll. - Inst. f. Pflanzenphysiologie, Univ. Wien.
- PUNZ, W. (1988b): Standorte von Schwermetallvegetation in Österreich. - Symp. Synanthropic Flora Vegetation V (Martin/CSSR): 209-219.
- PUNZ, W. (1989a): Zur Vegetation von Hochofenschlackenhalden. - Linzer biol. Beitr. **21**: 211-228.
- PUNZ, W. (1989b): Zur Ökologie von Pflanzen auf Hochofenschlackenhalden. - Verh. Zool.-Bot.Ges. **126**: 139-158.
- PUNZ, W. (1990): Experimentell-ökologischer Freilandkurs 1989 (Tirol-Lombardei) - Protokoll. Inst. f. Pflanzenphysiologie der Univ. Wien.
- PUNZ, W. (1991a): Zur Flora und Vegetation über schwermetallhaltigem Substrat im Ostalpenraum - Eine Übersicht. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **128**: 1-18.
- PUNZ, W. (1991b): Experimentell-ökologischer Freilandkurs 1990 (Kärnten) - Protokoll. Inst.f.Pflanzenphysiologie der Univ. Wien.
- PUNZ, W. (1995): Metallophytes in the Eastern Alps. With Special Emphasis on Higher Plants Growing on Calamine and Copper Localities. - Phytion **35**: 295-309.
- PUNZ, W. & M. ENGENHART (1988): Zur Vegetation von Blei-Zink-Halden im Raum Mariazell. - Mitt. naturw. Ver. Steiermark **118**: 173-176.
- PUNZ, W. & M. ENGENHART (1990): Zur Vegetation auf Blei-Zink-Halden im Raum Niedere Tauern. - Sitzgs.ber. Österr. Akad. Wiss., math.naturw.Kl. I **198**: 1-12.
- PUNZ, W., ENGENHART M., KÖRBER-ULRICH, S. M., KOVACS, G., PUNZ-GUSCHLBAUER, U., THONKE, A., WIELÄNDER, B., WIESHOFER, I. (1993): Pflanzen auf Schwermetallhalden im Ostalpenraum - Neue Befunde. - Sitzg. ber. Österr. Akad. Wiss., Mathem. naturw. Kl. Abt. I **200**: 1-16.
- PUNZ, W. & S. M. KÖRBER-ULRICH (1993): Resistenzökologische Befunde von Pflanzen an Schwermetallstandorten im Ostalpenraum. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **130**: 201-224.
- PUNZ, W., KÖRBER-ULRICH, S. M., ENGENHART, M., MAUTHNER, G., SAPELZA, W. P., SIEGHARDT, H., THONKE, A., WIELÄNDER, B., WIESHOFER, I. (1995): Pflanzenökologische Befunde vom Bergbauggebiet Schneeberg/Monteneve im Passeier (Südtirol/I). - Sitzg. ber. Österr. Akad. Wiss., Mathem. naturw. Kl. Abt. I **201**: 67-81.
- PUNZ, W., KOVACS G., KÖRBER-ULRICH, S. M., THONKE, A., WIELÄNDER, B., WIESHOFER, I. (1994): Schwermetallstandorte im Mittleren Alpenraum - Neue Befunde. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich **131**: 1-26.

- PUNZ, W., KOVACS, G., MAUTHNER, G., SAPELZA, W., ULRICH, S. M., WIELÄNDER, B., WIESHOFFER, I. (1990[a]): Zur Ökologie und Ökophysiologie der Vegetation im Bereich des Bergbaugebietes St. Martin am Schneeberg im Passeier. - *Der Schlern* **64**: 480-515.
- PUNZ, W. & R. MAIER (1995): Vorkommen und Anpassungsstrategien von Schwermetallpflanzen im Raum Kärnten. - *Carinthia SH* **53**: 112-114.
- PUNZ, W. & L. MUCINA (1997): Vegetation on anthropogenic metalliferous soils in the Eastern Alps. - *Folia Geobot. Phytotax.* **32**: 283-295.
- PUNZ, W. & I. C. ORASCHE (1995): Pflanzen auf Schwermetallpflanzen im Ostalpenraum und deren Häufigkeitsverteilung. - *Verh. Zool.-Bot. Ges.* **132**: 61-80.
- PUNZ, W. & R. SCHINNINGER (1995): Metallophytes in the South-Eastern Alps. - *Acta Pharmaceutica* **45**: 187-190.
- PUNZ, W., SCHINNINGER, R. & M. ENGENHART (1990[b]): Floristische Bearbeitungen von Schwermetallstandorten in der Steiermark - Eine Übersicht. - *Mitt. Naturw. Ver. Steiermark* **120**: 291-297.
- PUNZ, W. & H. SIEGHARDT (1993): The response of roots of herbaceous plant species to heavy metals. - *Env. Exp. Bot* **33**: 85-98.
- PUNZ, W. & I. WIESHOFFER (1989): Experimentell-ökologischer Freilandkurs 1988 (Südtirol) - Protokoll. Inst. f. Pflanzenphysiologie der Univ. Wien.
- REPP, G. (1963): Die Kupferresistenz des Protoplasmas höherer Pflanzen auf Kupfererzböden. - *Protoplasma* **57**: 643-657.
- SAUKEL, J. (1980): Ökologisch-soziologische, systematische und physiologische Untersuchungen an Pflanzen der Grube "Schwarzwand" im Großarlal (Salzburg). - Diss. Univ. Wien.
- SIEGHARDT, H. (1985a): Zur Frage der Besiedelung schwermetallhaltiger Abraumhalden in Bleiberg/Kärnten. I. *Silene vulgaris* ssp. *glareosa* (JORD.) MARSDEN-JONES & TURILL. - *Carinthia II.* **175**: 27-45.
- SIEGHARDT, H. (1985b): Zur Frage der Besiedelung schwermetallhaltiger Abraumhalden in Bleiberg/Kärnten. II. *Erysimum sylvestre* (Cr.) SCOP. - *Carinthia II.* **175**: 377-392.
- SISSOLAK, M. (1984): Ökophysiologische Untersuchungen von Pflanzen an kupferbelasteten und unbelasteten Standorten im Gebiet von Hüttschlag (Salzburg). - Diss. Univ. Wien.
- STUR, D. (1856): Über den Einfluß des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen. - *Sitzgs.ber. kais. Akad. Wiss. (Wien), Math. naturw. Cl.* **20**: 71-149.
- THYSSEN, P. & J. POELT (1958): Ein neuer Fund des "Kupfermooses" *Merceya ligulata* (SPR.) SCHPR. in den Ostalpen.- *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **32**: 152.
- VERGNANO GAMBÌ, O. V. (1992): The distribution and ecology of the vegetation of ultramafic soils in Italy. - In: ROBERTS B. A. & J. PROCTOR (eds.): *The ecology of areas with serpentinized rocks. A world view.* Kluwer Academic Publishers Dordrecht: 217-247.

- WALLNÖFER, S. (1993): Vaccino-Piceetea. - In: MUCINA, J., GRABHERR, G. & S. WALLNÖFER (eds.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs III, Fischer Jena: 283-337.
- WETTSTEIN, R. v. (1885): Beitrag zur Pilzflora der Bergwerke. - Österr. Bot. Z. 35: 151-153.
- WITTMANN, H., TÜRK, R. & O. BREUSS (1989): Beitrag zur Flechtenflora Kärntens. I: Flechten und Flechtenparasiten der Großfragant (Hohe Tauern, Österreich). - Carinthia II 179/99: 451-475.
- ZECHMEISTER, H. (1993): Montio-Cardaminetea. - In: GRABHERR, G. & L. MUCINA (eds.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs II, Fischer Jena: 213-240.
- ZECHMEISTER, H. & W. PUNZ (1990): Zum Vorkommen von Moosen auf schwermetallreichen Substraten, insbesondere Bergwerkshalden, im Ostalpenraum. - Verh. Zool. Bot. Ges. Österreich 127: 95-105.
- ZOLLITSCH, L. (1927): Zur Frage der Bodenstetigkeit alpiner Pflanzen. - Flora 122: 93-158.

Adresse:

Mag.Dr. Wolfgang PUNZ
 Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien
 Althanstraße 14, Pf. 285
 A-1091 Wien
 Fax: +43 (0) 1-313 36/776
 E-Mail: wolfgang.punz@univie.ac.at

Standort	latNxlongE	Quellen
Galmei		
Abfaltersbach	4644 1232	CZEIKA unveröff.
Alpe Grem	4553 0950	ERNST 1965,1974
Arera	4556 0948	MARCHETTI 1956, ERNST 1965,1974, PUNZ 1990
Arnoldstein	4633 1341	ERNST 1965,1974, MELZER 1974, PUNZ 1988a
Arzberg	4715 1529	ERNST 1974, MELZER 1988, PUNZ unveröff.
Biberwier	4732 1054	ERNST 1965,1974
Bleiberg	4637 1340	ERNST 1965, MELZER 1974, MAIER et al. 1981, PUNZ 1988a

Boden	4640 1330	PUNZ et al. 1993
Brandmauer	4755 1516	PUNZ & ENGENHART 1988
Cinque valli	4603 1121	PUNZ & WIESHOFFER 1989
Cma. di Grem	4555 0950	ERNST 1965,1974
Cma. di Menna	4556 0947	ERNST 1965,1974
Comelico	4634 1237	STUR 1856
Deutschfeistritz	4712 1521	WETTSTEIN 1885
Erzwies	4706 1304	GRUBER unveröff.
Faedo	4611 1110	PUNZ 1988a
Gafleintal	4719 1048	PUNZ 1988a
Gaflunatal	4704 1004	GRABHERR unveröff.
Galmeikogel	4751 1522	PUNZ & ENGENHART 1988
Hochobir	4630 1429	ERNST 1974, PUNZ 1991b, PUNZ et al. 1993
Inzeller Kienberg	4744 1243	ERNST 1974
Jauken	4642 1304	ERNST 1965, 1974, MELZER 1965
Koflergraben	4640 1338	PUNZ 1988a
Kohlanger/Frein	4744 1527	PUNZ & ENGENHART 1988
Kreuzen	4641 1335	PUNZ et al.1993
Ladurns - Silberböden	4656 1122	PUNZ et al. 1994
Lafatsch/Kastenalm	4722 1126	PUNZ et al. 1994
Lumkofel	4643 1251	ERNST 1965, 1974, MELZER 1965
Maglern	4633 1340	MELZER unveröff.
Meiselding	4651 1423	MAIER unveröff.
Mte. Calisio	4607 1110	PUNZ et al. 1994
Mte. Castello	4554 0942	ERNST 1965, 1974
Mte. Golla	4556 0949	ERNST 1974
Mte. Secco	4555 0954	ERNST 1965
Nogare	4606 1113	PUNZ & WIESHOFFER 1989
Obernberg/Brenner	4700 1123	PUNZ 1988a
Peroli bassa	4552 0950	PUNZ 1990
Petzen	4630 1445	MELZER 1968, ERNST 1974
Pflerschthal	4657 1124	PUNZ & WIESHOFFER 1989, PUNZ et al. 1994
Polinik	4637 1258	ERNST 1974
Presolana	4555 1005	ERNST 1974
Prestavel	4620 1129	PUNZ et al. 1994
Rabenstein/Frohnal.	4715 1519	MELZER 1988, PUNZ unveröff.
Rabenstein/Sarnt.	4645 1121	PUNZ & WIESHOFFER 1989
Raibl (Cave del Predil)	4627 1335	MELZER 1965, ERNST 1974, PUNZ et al. 1993

Ramingstein	4704 1351	PUNZ & ENGENHART 1990, PUNZ et al. 1993
Rauchberg	4719 1047	ERNST 1974
Reiszkofel	4641 1308	ERNST 1965, 1974
Ridnaun	4656 1116	PUNZ 1988a
Schladming	4718 1342	PUNZ & ENGENHART 1990
Schneeberg - St. Martin	4654 1111	PUNZ et al. 1990a, 1995
Schwarzenberg	4756 1526	PUNZ & ENGENHART 1988
Stopa	4629 1450	PUNZ 1991b
Tegestal	4719 1044	PUNZ 1990
Telfer Weißen/Roßkopf	4655 1121	PUNZ et al. 1994
Terce	4628 1447	ERNST 1974
Terlan	4633 1116	PUNZ 1988a, PUNZ & WIESHOFFER 1989
Tösens	4658 1040	PUNZ 1990
Tschekelnock	4638 1332	ERNST 1974
Tschirgant	4714 1046	PUNZ et al. 1994
Wanneck	4719 1052	ERNST 1965, 1974
Zinkenkogel	4725 1423	MELZER 1979

Kupfer

Brunnalm	4724 1221	PUNZ & ENGENHART unveröff.
Deutschnofen	4624 1128	PUNZ et al. 1994
Falkenstein	4721 1144	PUNZ & WIESHOFFER 1989
Groszfragant	4657 1301	HARTL & SAMPL 1977, WITTMANN et al. 1989
Guggenberg	4638 1320	THYSSEN & POELT 1958
Hermdelehof	4607 1123	PUNZ & WIESHOFFER 1989
Hochkönig/Hochkail	4724 1308	REPP 1963, ERNST 1974, KÖRBER-ULRICH 1996
Knappenberg	4742 1548	PUNZ & ENGENHART unveröff.
Koglmoos	4721 1145	PUNZ 1990
Luserna	4550 1125	BROOKS & JOHANNES 1993
Pfundererberg	4639 1133	GAMS 1966, PUNZ & WIESHOFFER 1989
Radmer/Hasel	4731 1443	KINZEL unveröff.
Ringenwechsel	4722 1147	PUNZ 1990
Schwarzwand	4710 1313	POELT 1955, SAUKEL 1980, KÖRBER-ULRICH 1996
Seekaralm	4716 1334	KLUG unveröff.
St. Gertraudi	4725 1151	PUNZ & WIESHOFFER 1989
Tofereralm	4710 1311	SISSOLAK 1984

Villanderer Alpe	4640 1127	PUNZ et al. 1994
Walchen/Öblarn	4726 1403	PAULI & THONKE unveröff.
Wildschönau	4725 1157	PUNZ et al. 1994
Zinkwand	4716 1341	SAUKEL unveröff.

Magnesit

Arzbachgraben	4740 1535	LÄMMERMAYER 1930
Breitenau	4723 1526	LÄMMERMAYER 1928, 1942
Eichberg/Klamm	4740 1554	LÄMMERMAYER 1930
Hohentauern	4635 1429	LÄMMERMAYER 1928
Kaswassergraben	4740 1442	LÄMMERMAYER 1933
Leoben	4724 1500	LÄMMERMAYER 1933, 1942
Oberdorf/Tragöß	4728 1507	LÄMMERMAYER 1930
Radenthein	4649 1343	JUSTIN 1993
St. Martin	4730 1359	LÄMMERMAYER 1930
Veitsch	4736 1527	LÄMMERMAYER 1928, 30, 1935
Wald	4726 1441	LÄMMERMAYER 1928

Serpentin/Chrom

Bründlberg	4838 1531	POBER 1985
Bründlleiten	4837 1536	POBER 1985
Eisenberg	4711 1624	JUSTIN 1993
Eitenthal	4816 1519	JUSTIN 1993
Elsenua/Friedberg	4728 1607	LÄMMERMAYER 1926, MUNTEAN 1977
Gabraungraben	4722 1521	LÄMMERMAYER 1928, ZIMMERMANN cit. MUNTEAN 1977
Gamskogel	4723 1517	LÄMMERMAYER 1942
Großglockner	4705 1247	ZOLLITSCH 1927, GAMS 1936
Gurhofgraben	4819 1524	KRETSCHMER 1930, JUSTIN 1993
Hausenbach	4815 1532	JUSTIN 1993
Heiligenblut	4702 1251	JUSTIN 1993
Hirt	4655 1427	LÄMMERMAYER 1928
Hochgrößen	4728 1415	HASL 1925, LÄMMERMAYER 1926
Ispertal	4813 1501	POBER 1985
Kienberg	4725 1622	EGGLER 1954
Kirchkogel	4722 1520	MAURER 1966, NIKLFELD 1979
Kl. Heinrichschlag	4825 1522	POBER 1985
Kl. Plischa	4725 1623	MAURER 1966

Knittelfeld	4709 1452	JUSTIN 1993
Kraubath	4717 1455	BRAUN-BLANQUET 1961, NIKLFELD 1979, JUSTIN 1993
Lärchkogel/Triebeben	4729 1429	LÄMMERMAYER 1926,1930, JUSTIN 1993
Meidling im Tale	4820 1536	POBER 1985
Mühlradl	4838 1533	POBER 1985
Nauders	4654 1031	JUSTIN 1993
Ochsenkogel	4719 1507	HASL 1925
Ochsenkopf/Parpan	4645 0950	BRAUN-BLANQUET 1964
Paltmühl	4821 1529	JUSTIN 1993
Petalgraben	4729 1426	LÄMMERMAYER 1926
Pilgersdorf	4728 1619	HOLZNER 1986
Pirkerkogel	4657 1421	JUSTIN 1993
Plankogel	4653 1436	JUSTIN 1993
Rechnitz	4718 1626	JUSTIN 1993
Redlschlag	4724 1620	EGGLER 1954
Seckau	4715 1448	JUSTIN 1993
Sieggraben	4748 1622	JUSTIN 1993
Sommergraben	4718 1458	HASL 1925, ULRICH unveröff.
Steinbach	4730 1619	JUSTIN 1993
Steinegg	4837 1534	POBER 1985
Totalp/Davos	4651 0950	GIGON 1983
Trastallberg	4824 1520	POBER 1985
Unterfelben	4712 1229	JUSTIN 1993
Val Malenco	4615 0944	VERGNANO GAMBI 1992
Waldkogel	4717 1515	LÄMMERMAYER 1930
Wattental	4712 1135	GAMS 1958
Windischfeistritz	4625 1530	HASL 1925, LÄMMERMAYER 1926
Wolfsberg	4651 1453	JUSTIN 1993
Zell/Waidhofen	4758 1447	JUSTIN 1993
Zwettler Leiten	4828 1524	POBER 1985

Arsen/Antimon

Rotgülden	4706 1325	HAUBENWALLNER 1994
Saualpe	4653 1433	GÖD, schriftl. Mitt.
Schlaining	4721 1617	PUNZ & ENGENHART unveröff.

Andere

Erzberg/Eisenerz	4732 1454	GÖHLERT 1927
Giglachsee	4717 1339	SAUKEL unveröff.
Grillenberg	4742 1553	PUNZ & ENGENHART unveröff.
Leoben	4723 1504	PUNZ 1989a,b
Linz/VOEST	4818 1417	PUNZ 1989a und unveröff.
Radhausberg	4704 1306	GRUBER unveröff.
Sandlgraben	4744 1435	SCHIMPL unveröff.
Tessenberg	4646 1229	CZEIKA unveröff.

Tabelle 1: Schwermetallstandorte im Ostalpenraum, zu welchen floristische Angaben vorliegen. Angegeben sind Name des Standorts; Koordinaten (lat N x long E in Grad und Minuten); Quellen (in Auswahl). Die Standorte sind alphabetisch geordnet und nach dem vorherrschenden Schwermetall im Substrat (Galmei; Kupfer; Magnesit; Serpentin/Chrom; Arsen/Antimon; Andere) gruppiert.

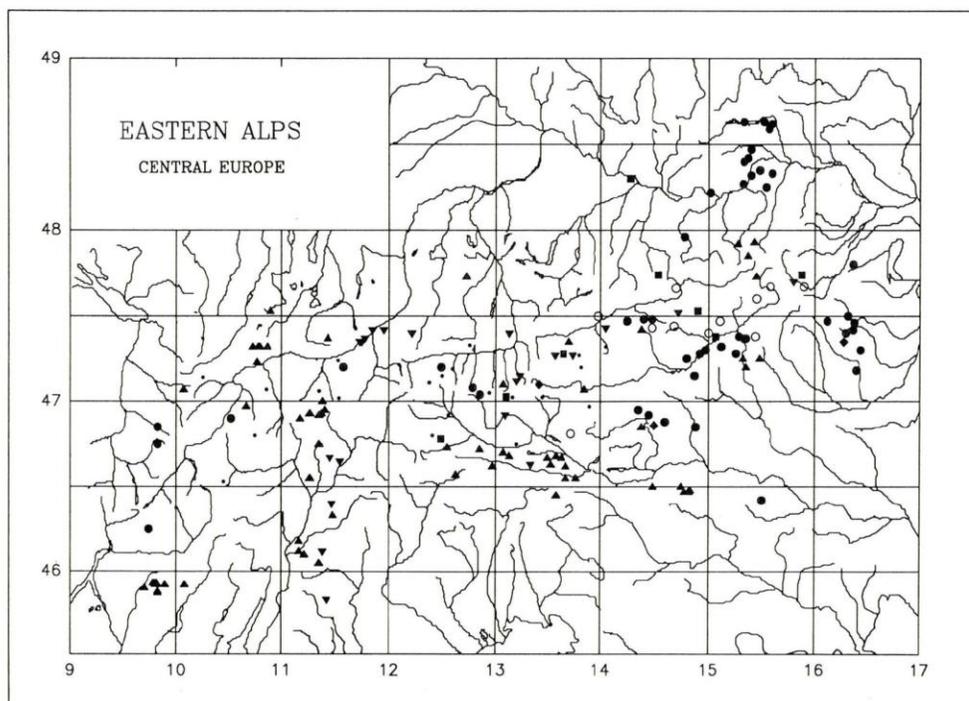


Abbildung 1: Biotopie auf Schwermetallstandorten im Ostalpenraum (vgl. Tab. 1): Galmei (▲); Kupfer (▼); Serpentin/Chrom (●); Magnesit (○); Arsen/ Antimon (◆); Andere (■). *Mielichhoferia*-Standorte nach verschiedenen Quellen, v.a. GRIMS (schriftl. Mitt.): •.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Punz Wolfgang

Artikel/Article: [Kartierung von Schwermetallbiotopen im Ostalpenraum 61-76](#)