

Schwermetallstandorte im Ostalpenraum und ihre Vegetation *)

von

Wolfgang PUNZ **)

(Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien)

"Heavy-metal" Sites in the Eastern Alps and their Vegetation

Synopsis: The paper presents a revised and extended list of those heavy-metal sites in the Eastern Alps (Austria and bordering regions), about which floristic data are available. The list (based on a former paper; PUNZ, 1988b) informs about locality, longitude, latitude, and author(s). Plant species which occur on lead-zinc-copper substrata are listed in a separate table. In addition to the documentary purpose, the paper should contribute to wards questionable points of phytosociology on heavy-metal substrata.

1. Einleitung:

Die mitteleuropäischen Schwermetall-Pflanzengesellschaften, welche ursprünglich zu den *Festuco-Brometea* gestellt worden waren, bilden nach BRAUN-BLANQUET und TÜXEN, 1943 die Klasse der *Violetea calaminariae* (vgl. ERNST, 1974, 1982).

Für den (Ost-)Alpenraum gibt ERNST (1974) – sieht man von seiner mehrfach (u.a. HORVAT et al., 1974; NIKLFELD, 1979) kritisierten Einordnung der Serpentinvegetation (*Halacsytalia sendtneri* RITTER-STUDNICKA, 1970) ab – im Verband des *Galio anisophylli – Minuartion verna* ERNST ("Schwermetallrasen der Alpen", 1964) neben Gesellschaftsfragmenten lediglich zwei lokal begrenzte Assoziationen, nämlich das *Violetum dubyanæ* ERNST, 1964, und das *Thlaspietum cepaeifoliae* ERNST, 1964 an.

Über die Angaben von ERNST (1974) hinaus, liegen für den genannten geographischen Raum (Österreich und angrenzende ostalpine Gebiete) lediglich verstreute floristische Beschreibungen anderer Autoren vor. Auch für den italienischen Anteil an den Ostalpen "sind pflanzensoziologische Studien dieser Vegetation praktisch nicht vorhanden – mit Ausnahme vom Predil-Gebiet" (PIGNATTI, schriftl. Mitt.) sowie der zitierten Untersuchungen von ERNST aus den Bergamasker Alpen. Angesichts der bekannten Tatsache, daß Österreich "reich an armen Lagerstätten" ist (LECHNER et al., 1964; HOLZER, 1966), welche z.T. bereits seit der Frühzeit abgebaut werden (KIRNBAUER, 1968), müssen die einschlägigen Daten als dürftig, für den kristallinen Bereich sogar als völlig fehlend (SAUKEL 1980) gewertet werden.

Eine frühere Arbeit (PUNZ, 1988b) hatte zum Ziel, als Ausgangspunkt für die breitere Erfassung der Vegetation auf Schwermetallstandorten in Österreich und dem angrenzenden Ostalpenraum die diesbezüglichen (dem Autor verfügbaren) Angaben zusammenzufassen. Da mittlerweile

*) Vortrag, gehalten im Rahmen des 5. Österreichischen Botanikertreffens in Innsbruck, 25. - 28. Mai 1989.

**) Anschrift des Verfassers: Mag. Dr. W. Punz, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, Althanstraße 14, A-1091 Wien, Österreich. Publ.Nr. 75 der MAB-Projektgruppe Stadtökologie der ÖAW.

die Zahl zusätzlicher Informationen beträchtlich zugenommen hat, erscheint es gerechtfertigt, eine revidierte und erweiterte Kompilation vorzulegen, welche durch eine (partielle) Übersicht über die vorkommenden Pflanzenarten ergänzt werden konnte.

2. Standortsübersicht:

Tabelle 1 faßt sämtliche (dem Autor bisher verfügbaren) ostalpinen Schwermetallstandorte zusammen, über welche floristische bzw. vegetationskundliche Daten vorliegen. Grundsätzlich wurden nur Angaben verwertet, für welche zuverlässig ein schwermetallhältiges Substrat angenommen werden konnte, sowie eine genaue geographische Ortsbestimmung vorlag (oder vorgenommen werden konnte). Hiebei wurden jedoch Standorte dann unter einem zusammengefaßt, wenn ihre Entfernung entweder geringer als eine Minute war, oder wenn ein – an und für sich größeres – Gebiet (z.B. ganze Haldenzüge) vom Autor selbst durch eine einzige Standortsangabe charakterisiert wurden. Nach der laufenden Nummer und der Standortsbezeichnung ("Lokalität") sind die geographischen Koordinaten (auf Minuten genau) sowie die wichtigsten Beschreiber wiedergegeben; hiebei wurde auf Mehrfachangaben zwar nicht verzichtet, nach Tunlichkeit wurden jedoch nur Originalbeschreibungen sowie wichtige Revisionen und Zusammenfassungen angeführt (vgl. auch Abb. 1).

Tab. 1: Standorte von Schwermetallvegetation in Österreich und den angrenzenden ostalpinen Gebieten (vgl. Abb. 1). Angegeben sind: Nummer des Standorts; Name der Lokalität; geographische Lage (Breite und Länge [bezogen auf Greenwich] in Grad und Minuten in Form einer vierstelligen Zahl); Autor(en). Die Nr. 034 ist nicht belegt.

Lokalität	latNxlongE	Autor(en)
001 Mte. Castello	4554 0942	ERNST, 1965, 1974
002 Cma. di Grem	4555 0950	ERNST, 1965, 1974
003 Mte. Secco	4555 0954	ERNST, 1974
004 Cma. di Menna	4556 0947	ERNST, 1965, 1974
005 Pzo. Arera	4556 0948	MARCHETTI, 1956; ERNST, 1965, 1974; PUNZ, 1990
006 Mte. Golla	4556 0949	ERNST, 1974
007 Presolana	4555 1005	ERNST, 1974
008 Faedo	4611 1110	PUNZ, 1988a
009 Terlan	4633 1116	PUNZ, 1988a; PUNZ, WIESHOFER, 1989
010 Pfundererberg	4639 1133	GAMS, 1966, 1972; PUNZ, WIESHOFER, 1989
011 Cave del Predil	4627 1335	ERNST, 1965, 1974; MELZER, 1965; RASCIO, 1977; LEITA et al., 1988; LAUSI, unveröff.
012 Arnoldstein	4633 1341	ERNST, 1965, 1974; MELZER, 1965, 1969, 1973, 1974; AICHINGER, 1970; PUNZ, 1988a
013 Pollnik	4637 1258	ERNST, 1974
014 Bleiberg	4637 1340	ERNST, 1965, 1974; MELZER, 1973, 1974; HORAK, 1979; MAIER et al., 1981; PUNZ, 1988a
015 Tschekelnock	4638 1332	ERNST, 1974
016 Koflergraben	4640 1338	PUNZ, 1988a
017 Reißkofel	4641 1308	ERNST, 1965, 1974
018 Jauken	4642 1304	ERNST, 1965, 1974; MELZER, 1965
019 Lumkofel	4643 1251	ERNST, 1965, 1974; MELZER, 1973
020 Großfragant	4655 1305	HARTL, SAMPL, 1977
021 Terce	4628 1447	ERNST, 1974
022 Crna/Pecnik-Peca	4628 1449	ERNST, 1974
023 Hochobir	4630 1429	ERNST, 1974; MAIER et al., 1989

Lokalität	latN longE	Autor(en)
024 Petzen	4630 1445	MELZER, 1965, 1968; ERNST, 1974
025 Obernberg/Brenner	4700 1123	PUNZ, 1988a
026 Gaflunatal	4704 1004	GRABHERR unveröff.
027 Rauchberg	4719 1047	ERNST, 1974
028 Gafleintal	4719 1048	PUNZ, 1988a
029 Wanneck	4719 1052	ERNST, 1965, 1974
030 Kastenalm	4722 1126	PUNZ, 1988a
031 Biberwier	4732 1054	ERNST, 1965, 1974
032 Tofereralm	4711 1312	SISSOLAK, 1984, 1985
033 Schwarzwand	4711 1314	POELT, 1955; URL, 1956; STUMMERER, 1970; SAUKEL, 1980; SISSOLAK, 1983, 1984
035 Hochkönig/Hochkail	4724 1308	REPP, 1963; STUMMERER, 1970; ERNST, 1974; MUTSCH, 1980; ULRICH unveröff.
036 Inzeller Kienberg	4744 1243	ERNST, 1974
037 Arzberg	4715 1529	ERNST, 1964; MELZER, 1988; PUNZ et al. unveröff.
038 Kraubath	4717 1455	EGGLER, 1955; BRAUN-BLANQUET, 1961; ERNST, 1974; NIKLFELD, 1979
039 Kirchkogel/Traföß	4722 1520	PREISSMANN, 1885; EGGLER, 1954; MAURER, 1961, 1966; NIKLFELD, 1979
040 Leoben	4723 1504	PUNZ, 1987a, b; PUNZ et al., 1986
041 Lärchkogel/Trieben	4729 1429	LÄMMERMAYER, 1926; ERNST, 1974
042 Erzberg/Eisenerz	4732 1454	GÖHLERT, 1927, 1928
043 Kohlanger/Frein	4744 1527	PUNZ, ENGENHART, 1988
044 Galmeikogel	4751 1522	PUNZ, ENGENHART, 1988
045 Brandmauer	4755 1516	PUNZ, ENGENHART, 1988
046 Schwarzenberg	4756 1526	PUNZ, ENGENHART, 1988
047 Redlschlag	4724 1520	EGGLER, 1954
048 Kienberg/Bernstein	4725 1622	EGGLER, 1954
049 Kl. Plischka/Bernstein	4725 1623	MAURER, 1966
050 VOEST/Linz	4818 1417	PUNZ, 1987a, b
051 Gurhofgraben	4819 1524	KRETSCHMER, 1930; KRAPFENBAUER, 1967
052 Ridnaun	4656 1116	PUNZ, 1988a
053 Knappenberg	4742 1548	PUNZ, ENGENHART unveröff.
054 St. Gertraudi	4725 1151	PUNZ, WIESHOFER, 1989
055 Falkenstein	4721 1144	EGG, ATZL, 1951; PUNZ, WIESHOFER, 1989
056 Pflerschtal	4657 1124	PUNZ, WIESHOFER, 1989
057 Rabenstein/Sarnt.	4645 1121	PUNZ, WIESHOFER, 1989
058 Cinque valli	4603 1121	PUNZ, WIESHOFER, 1989
059 Doss le Grave	4607 1110	PUNZ, WIESHOFER, 1989
060 Schneeberg	4654 1111	PUNZ, WIESHOFER, 1989
061 Hermdelehof	4607 1123	PUNZ, WIESHOFER, 1989
062 Nogare	4606 1113	PUNZ, WIESHOFER, 1989
063 Ramingstein	4704 1351	PUNZ, ENGENHART, 1989
064 Schladming	4718 1342	PUNZ, ENGENHART, 1989
065 Schlainning	4721 1617	PUNZ, ENGENHART unveröff.
066 Rabenstein/Frohnl.	4715 1519	MELZER, 1988; PUNZ et al. unveröff.
067 Zinkenkogel	4725 1423	MELZER, 1979
068 Sommergraben	4718 1458	HASL, 1925; ULRICH unveröff.
069 Seekaralm	4716 1334	KLUG unveröff.
070 Windischfeistritz	4625 1530	HASL, 1925; LÄMMERMAYER, 1926
071 Hochgrößen	4728 1415	HASL, 1925; LÄMMERMAYER, 1926

Lokalität	latNxlongE	Autor(en)
072 Ochsenkogel	4719 1507	HASL, 1925
073 Großglockner	4705 1247	GAMS, 1936
074 Ochsenkopf/Parpan	4645 0950	BRAUN-BLANQUET, 1964
075 Totalp/Davos	4651 0950	LANDOLT et al., 1976
076 Elsenau/Friedberg	4728 1607	LÄMMERMAYER, 1926; MUNTEAN, 1977
077 Gabraungraben	4722 1521	LÄMMERMAYER, 1928; ZIMMERMANN cit. MUNTEAN, 1977
078 Hirt	4655 1427	LÄMMERMAYER, 1928
079 Petalgraben	4729 1426	LÄMMERMAYER, 1926
080 Waldkogel	4717 1515	LÄMMERMAYER, 1930
081 Ringenwechsel	4722 1147	PUNZ, 1990
082 Kogelmoos	4721 1145	PUNZ, 1990
083 Tegestal	4719 1044	PUNZ, 1990
084 Tösens	4658 1040	PUNZ, 1990
085 Arera	4555 0948	MARCHETTI, 1956; PUNZ, 1990
086 Alpe Grem	4553 0950	PUNZ, 1990
087 Peroli bassa	4552 0950	PUNZ, 1990
088 Ispertal	4813 1501	POBER, 1985
089 Meidling im Tale	4820 1536	POBER, 1985
090 Trastallberg	4824 1520	POBER, 1985
091 Kl. Heinrichschlag	4825 1522	POBER, 1985
092 Zwettler Leiten	4828 1524	POBER, 1985
093 Bründlleiten	4837 1536	POBER, 1985
094 Bründlberg	4838 1531	POBER, 1985
095 Mühlradl	4838 1533	POBER, 1985
096 Steinegg	4837 1534	POBER, 1985
097 Wattental	4708 1138	GAMS, 1958
098 Deutschfeistritz	4712 1521	WETTSTEIN, 1885

Nicht eingearbeitet wurden die Angaben über "Magnesitflora" und "Gipsflora" (v.a. LÄMMERMAYER, 1934); ebenfalls nicht aufgenommen sind rein floristische Einzelangaben von Zeigerpflanzen ohne ausreichende Standortscharakteristik (so etwa GAMS, 1966 mit ungenauen Verbreitungssangaben für *Gymnocolea acutiloba*; KALB, 1970 mit allgemeinen Hinweisen auf das *Acarosporum sinopicae* in den Ötztaler Alpen; NIKLFELD, 1973 u.ä.). Umgekehrt sind Angaben von Lokalitäten, an welchen (v.a. bei Serpentin vgl. MUNTEAN, 1977; POBER, 1985) eine "typische" Flora fehlt, zumindest teilweise enthalten.

Gliedert man die Standorte nach den jeweils dominierenden Schwermetallen im Substrat, so erhält man folgende Übersicht (angeführt sind die laufenden Nummern der Standorte):

- Serpentin: 38, 39, 41, 47 - 49, 51, 68, 70 - 80, 88 - 97;
- Blei/Zink: 1 - 9, 11 - 19, 21 - 31, 36, 37, 43 - 46, 52, 56 - 60, 62 - 64, 66, 67, 83 - 87, 98;
- Kupfer: 10, 20, 32, 33, 35, 53 - 55, 67, 69, 81, 82;
- Sonstige: 26, 40, 42, 50 (Eisen); 65 (Antimon); 68 (Chrom).

3. Artenübersicht:

In Tab. 2 sind jene Pflanzen zusammengefaßt, welche an Standorten mit dem dominierenden Schwermetall Blei/Zink/Kupfer vorkommen; hiebei sind nur höhere Pflanzen, nicht jedoch Moose und Flechten berücksichtigt. (Über Serpentinvegetation vgl. die zusammenfassenden Abhandlungen von KRAUSE, 1958; WENDELBERGER, 1974; GAMS, 1975 und – mehr vom Physio-

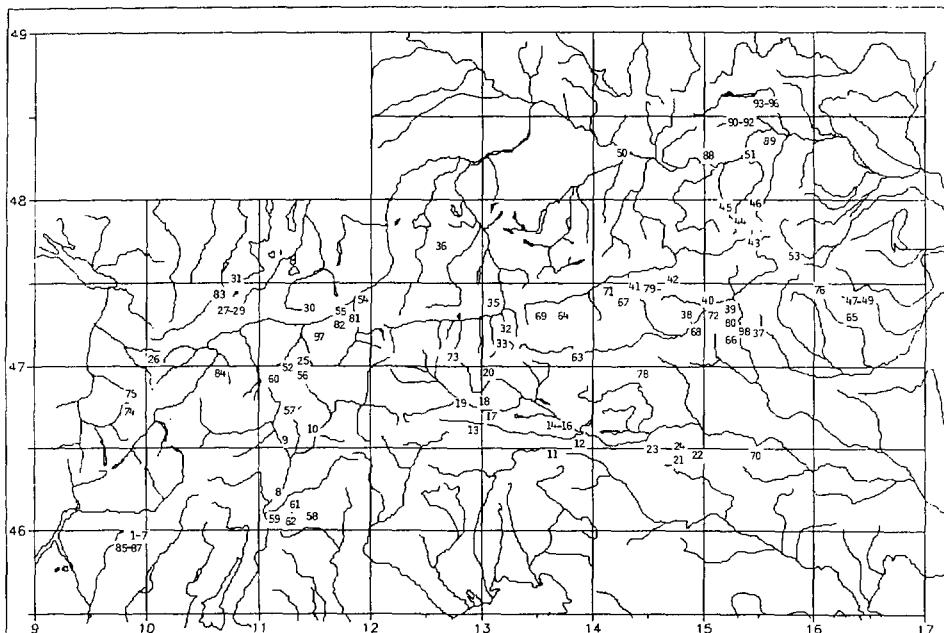


Abb. 1: Standorte mit Schwermetallvegetation in Österreich und dem angrenzenden Ostalpenraum. Die Zahlen verweisen auf die korrespondierende Tab. 1, welche nähere Angaben enthält. Die Nr. 34 ist nicht belegt.

logischen her – KINZEL, 1982.) Bei der Auswertung dieses Datenmaterials ist zu beachten, daß die vorhandenen Unterlagen naturgemäß heterogen sind: kleinstflächige Standorte stehen neben ausgedehnten Haldensystemen; die Substratkonzentration kann gering wie auch extrem hoch sein; während teilweise nur Einzelangaben von Arten vorhanden sind, liegen anderswo umfangreiche floristisch-soziologische Bearbeitungen vor; bisweilen ist der Rand inkludiert; andere Autoren beschränken sich auf den zentralen Haldenbereich; auch das Haldenmaterial ist häufig heterogen. Bei den einzelnen Arten sind der Einfachheit und Übersichtlichkeit halber häufig Sammelarten, gelegentlich aber (nämlich dort, wo genauere Angaben vorliegen) sogar Kleinarten angegeben; auch hierin liegt eine gewisse Inkonsistenz, wobei freilich die Genauigkeit älterer Beschreibungen ohnedies nicht selten zweifelhaft ist (vgl. beispielsweise MELZER, 1965 zu den div. Angaben von *Thlaspi rotundifolium* ssp. *cepaefolium*). Der Stand der Tabelle entspricht dem Frühjahr 1989, d.h. Daten einiger neu hinzugekommener Standorte (vgl. Tab. 1) sind noch nicht eingearbeitet.

Eine kurze Übersicht über die vorkommenden Pflanzenarten ergibt folgendes Bild (die in Klammer beigefügten Ziffern geben die Zahl der auftretenden Gattungen sowie die Gesamtzahl der Artennennungen an): Am häufigsten vertreten sind die Caryophyllaceae (10/129), vor allem mit *Silene*, *Minuartia* und *Dianthus*; gefolgt von den Poaceae (21/100) mit *Poa*, *Festuca*, *Agrostis* und *Avenella*; und den Brassicaceae (16/70) mit *Cardaminopsis*, *Cardamine*, *Arabis*, *Thlaspi* und *Biscutella*. Weitere häufig vorkommende Familien sind Lamiaceae (10/41), vor allem mit *Thymus*; Scrophulariaceae (10/38); Rubiaceae (1/33), mit der als einziger vertretenen Gattung *Galium*; Fabaceae (10/25); Cichoriaceae (4/24); Ericaceae (5/19); Campanulaceae (2/19), mit fünf Arten von *Campanula*; Betulaceae (2/18); Salicaceae (2/18); Rosaceae (9/17); Orchidaceae (5/16); Violaceae (1/14) mit der einzigen Gattung *Viola*; Crassulaceae (2/13) mit *Sedum* und *Sem-*

Tab. 2: Übersicht über jene Höheren Pflanzen, welche an Standorten mit Blei-Zink und Kupfer im Substrat vorkommen. Die Zahlenangaben der Spalten entsprechen den Standortnummern in Tab. 1 (Abb. 1). Pflanzennamen grundsätzlich nach EHRENDORFER (1973). Der Stand der Tabelle entspricht dem Frühjahr 1989, d.h. Daten einiger neu hinzugekommener Standorte (vgl. Tab. 1) sind noch nicht eingearbeitet.

	0	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	7
	2	3	4	5	6	7	8
Pflanzennamen	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	0	1	2	4	6	7
3	8	9	1	2	3	4	5
4	7	8	9	0	1	2	3
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8	9	0
4	5	6	7	8	9	0	1
5	6	7	8	9	0	1	2
6	7	8	9	0	1	2	3
7	8	9	0	1	2	3	4
8	9	0	1	2	3	4	5
9	0	1	2	3	4	5	6
0	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
2	3	4	5	6	7	8	9
3	4	5	6	7	8		

	0	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	7
Pflanzennamen							
<i>Cardamine impatiens</i> L.				*	*		
<i>Cardamine reedifolia</i> L.				*	*	*	*
<i>Cardaminopsis arenosa</i> (L.) Hayek					*		
<i>Cardaminopsis halleri</i> (L.) H.	*	*					
<i>Carduus defloratus</i> L.		*					
<i>Carduus viridis</i> Kern.			*				
<i>Cardus</i> sp.				*			
<i>Carex atrata</i> agg.			*				
<i>Carex digitata</i> L.						*	
<i>Carex flacca</i> Schreb.	*						
<i>Carex nigra</i> agg.				*			
<i>Carex ornithopoda</i> agg.		*					
<i>Carlina acaulis</i> L.							*
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	*						
<i>Ceratium arvense</i> ssp. <i>strictum</i> (L.) Gaudin			*		*	*	
<i>Ceratium fontanum</i> agg.				*	*	*	
<i>Ceratium uniflorum</i> Clairv.							
<i>Ceratium</i> sp.					*		
<i>Chenopodium hirsutum</i> agg.				*			
<i>Chenopodium album</i> agg.	*	*					
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.				*			
<i>Clematis vitalba</i> L.	*						
<i>Cotoneaster tomentosus</i> Lindl.		*					
<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill.						*	
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> agg.	*						
<i>Cystopteris fragilis</i> agg.							
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	*						
<i>Daphne stricta</i> Tratt.			*				
<i>Daucus carota</i> L.		*					
<i>Deschampsia cespitosa</i> agg.				*	*		
<i>Descourainia sophia</i> (L.) Webb ex Brandl	*						
<i>Dianthus sylvestris</i> Wulf.	*	*	*	*	*	*	
<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.		*					
<i>Digitalis lutea</i> L.		*					
<i>Draba sibirica</i> agg.							
<i>Draba dubia</i> Suter							
<i>Dryas octopetala</i> L.							
<i>Dryopteris borealis</i> (Lam.) Tavel							
<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray							
<i>Dryopteris filix-mas</i> agg.							
<i>Dryopteris villarii</i> (Bell.) Moynar ex Schinz							
<i>Echium vulgare</i> L.	*	*					
<i>Epilobium collinum</i> C.G. Gmel.							
<i>Epilobium fleischeri</i> Hochst.							
<i>Epilobium</i> sp.							
<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Schult.	*	*	*	*	*	*	
<i>Equisetum palustre</i> L.							
<i>Equisetum telmateia</i> Ehr.							
<i>Erigeron canadensis</i> L.	*						
<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe							
<i>Erophila verna</i> agg.							
<i>Erysimum sylvestre</i> agg.	*	*					
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.							
<i>Euphrasia minima</i> agg.							
<i>Euphrasia salisburgensis</i>	*	*	*	*	*		
<i>Euphrasia</i> sp.							
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love							
<i>Festuca nigrescens</i> Lam.							
<i>Festuca ovina</i> s. lat.	*	*	*	*	*		
<i>Festuca pallens</i> Host.							
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	*						
<i>Festuca rubra</i> agg.							
<i>Festuca rupestris</i> (Hackel) Kern.							
<i>Festuca stricta</i> ssp. <i>benziniana</i> PILS	*						
<i>Festuca trachyphylla</i> (Hackel) Kraj.							
<i>Festuca valesiaca</i> Schlech. ex Gaudin	*						
<i>Fragaria</i> sp.							
<i>Galeopsis angustifolia</i> (Ehrh.) Hoffm.	*						
<i>Galeopsis ladanum</i> agg.							
<i>Galeopsis</i> sp.							
<i>Gallium album</i> Mill.			*	*			
<i>Gallium antisophyllum</i> Vill.	*	*	*	*	*	*	
<i>Gallium lucidum</i> All.	*						
<i>Gallium mollugo</i> agg.							

	0	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	7
Pflanzennamen							
<i>Galium rubrum x centronium</i> Cariot						*	
<i>Genista tinctoria</i> L.	*	*					
<i>Genistella sagittalis</i> (L.) Gams		*					
<i>Gentiana germanica</i> Willd.							
<i>Geranium robertianum</i> L.		*					
<i>Geum montanum</i> L.			*				
<i>Globularia cordifolia</i> agg.		*	*				
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	*						
<i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.) Neum.	*		*				
<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.			*				
<i>Herniaria glabra</i> L.						*	
<i>Hieracium alpinum</i> L.							
<i>Hieracium glaucum</i> All.			*				
<i>Hieracium pilosella</i> L.							
<i>Hieracium</i> sp.	*		*				
<i>Hieracium staticifolium</i> All.					*		
<i>Hieracium sylvaticum</i> (L.) L.		*	*		*		
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.					*		
<i>Hutchinsia alpina</i> (L.) R. Br.				*			
<i>Juncus trifidus</i> agg.				*	*		
<i>Kernera saxatilis</i> (L.) Rohb.			*	*	*		
<i>Lamiastrum galbodolon</i> ssp. <i>flavidum</i> (F. Herm.) Ehrend.			*	*	*		
<i>Lappula squarrosa</i> agg.			*				
<i>Larix decidua</i> Mill.	*		*		*		
<i>Lathyrus latifolius</i> L.							
<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	*						
<i>Lathyrus sylvestris</i> L.							
<i>Leontodon hispidus</i> L.				*			
<i>Leonurus</i> sp.	*						
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.		*	*				
<i>Linaria alpina</i> (L.) Mill.							
<i>Linum catharticum</i> L.							
<i>Lolium perenne</i> L.			*				
<i>Lotus corniculatus</i> agg.		*					
<i>Luzula albidia</i> Dandy & Wilm.							
<i>Luzula alpino-pilosa</i> agg.							
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh. ex Retz.) Lej.							*
<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaud.				*			
<i>Lycopodium clavatum</i> L.							
<i>Lycopus europaeus</i> L.			*				
<i>Medicago lupulina</i> L.			*				
<i>Medicago sativa</i> agg.	*						
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.							
<i>Melica ciliata</i> agg.	*						
<i>Melica nutans</i> agg.							
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall	*						
<i>Melittia melissophyllum</i> L.			*				
<i>Minuartia austriaca</i> (Jacq.) Hayek				*			
<i>Minuartia verba</i> L. lat.	*	*	*	*	*	*	
<i>Minuartia gerardii</i> (Willd.) Hayek	*	*		*			
<i>Minuartia recurva</i> (All.) Schinz & Thell.			*	*			
<i>Mohringia ciliata</i> (Scop.) DT.				*			
<i>Mohringia muscosa</i> L.	*			*			
<i>Mohringia</i> sp.	*						
<i>Molinia caerulea</i> agg.				*			
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dum.	*				*		
<i>Myosotis alpestris</i> F. W. Schmidt			*				
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill							*
<i>Origanum vulgare</i> L.					*		
<i>Orobanche</i> sp.							*
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	*						
<i>Oxalis acetosella</i> L.							
<i>Pastinaca sativa</i> L.							
<i>Pedicularis verticillata</i> L.							
<i>Petasites paradoxus</i> (Retz.) Baumg.			*				
<i>Phleum pratense</i> agg.			*				
<i>Phragmites australis</i> (Car.) Trin. ex Steud.	*	*					
<i>Phyteuma globulariifolium</i> Sternb. & Hoppe							
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.					*		
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	*	*					
<i>Pimpinella saxifraga</i> agg.							
<i>Pinguicula alpina</i> L.							
<i>Pinus mugo</i> agg.							
<i>Pinus sylvestris</i> L.	***	*					
<i>Plantago lanceolata</i> L.	*						

	0	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	7
Pflanzennamen							
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	*						
<i>Poa alpina</i> L.	*	*	*	*	*	*	*
<i>Poa angustifolia</i> L.							
<i>Poa minor</i> Gaudin				*	*		
<i>Poa nemoralis</i> agg.	*			*		*	*
<i>Polygala alpestris</i> Rchb.				*			
<i>Polygala amara</i> agg.			*				
<i>Polygala vulgaris</i> L.			*				
<i>Polygala</i> sp.			*				
<i>Polygonatum</i> sp.			*				
<i>Polygonum viviparum</i> L.							
<i>Polyodium vulgare</i> agg.					*		
<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth.						*	
<i>Populus tremula</i> L.						*	
<i>Potentilla aurea</i> L.							
<i>Primula auricula</i> L.				*	*		
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn							
<i>Pyrola secunda</i> L.							
<i>Pyrola</i> sp.							
<i>Quercus petraea</i> agg.							
<i>Quercus pubescens</i> agg.		*					
<i>Ranunculus alpestris</i> agg.							
<i>Reseda lutea</i> L.		*					
<i>Rhinanthus glacialis</i> Persson.					*	*	
<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.				*	*		
<i>Rhododendron hirsutum</i> L.				*			
<i>Rhodothamnus chamaecistus</i> (L.) Rchb.	*						
<i>Rorippa sylvestris</i> agg.							
<i>Rubus idaeus</i> L.							
<i>Rubus</i> sp.							
<i>Rumex acetosa</i> L.							
<i>Rumex acetosella</i> agg.					*		
<i>Rumex scutatus</i> L.	*	*		*	*		
<i>Rumex</i> sp.							
<i>Sagina saginoides</i> (L.) Karst.					*		
<i>Salix appendiculata</i> agg.	*						
<i>Salix caprea</i> L.							
<i>Salix eleagnos</i> Scop.	*						
<i>Salix glabra</i> Scop.	*						
<i>Salix hastata</i> L.							
<i>Salix nigricans</i> agg.	*						
<i>Salix purpurea</i> L.	*	*					
<i>Salix repens</i> L.							
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	*						
<i>Saponaria ocymoides</i> L.	*						
<i>Saxifraga alzoides</i> L.							
<i>Saxifraga bryoides</i> L.							
<i>Saxifraga oppositifolia</i> agg.							
<i>Saxifraga paniculata</i> Mill.							
<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.							
<i>Saxifraga stellaris</i> L.							
<i>Scabiosa lucida</i> Vill.							
<i>Scrophularia canina</i> agg.	*			*			
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	*			*			
<i>Sedum album</i> L.							
<i>Sedum atratum</i> L.							
<i>Sedum</i> sp.							
<i>Sempervivum arachnoideum</i> L.							
<i>Sempervivum</i> sp.							
<i>Sempervivum montanum</i> L.							
<i>Senecio</i> sp.							
<i>Sesleria varia</i> agg.							
<i>Silene alba</i> (Mill.) E. H. L. Krause	*						
<i>Silene alpestris</i> Jacq.							
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	*						
<i>Silene nutans</i> L.	*	*					
<i>Silene pusilla</i> W. & K.	*						
<i>Silene rupestris</i> L.	*						
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Gar.	*	*	*	*	*	*	
<i>Silene vulgaris</i> agg. <i>glareosa</i>				*			
<i>Solamum dulcamara</i> L.				*			
<i>Solidago</i> sp.				*			
<i>Solidago virgaurea</i> L.	*	*	*	*			
<i>Sorbus aucuparia</i> L.				*			
<i>Stellaria graminea</i> L.				*			

	0	1	2	3	4	5	6
	1	2	3	4	5	6	7
Pflanzennamen							
<i>Stellaria media</i> agg.						*	
<i>Taraxacum officinale</i> agg.					*		
<i>Teucrium montanum</i> L.		*					
<i>Thesium alpinum</i> L.							*
<i>Thesium illyrophyllosum</i> L.			*				
<i>Thlaspi caerulescens</i> J. & K. Presl							*
<i>Thlaspi kernerii</i> Huter				*			
<i>Thlaspi rotundifolium</i> s.lat.	*	*	*	*	*		
<i>Thymus praecox</i> agg.	*	*	*	*	*		*
<i>Thymus serpyllum</i> agg.		*	*				
<i>Thymus</i> sp.	*	*		*			*
<i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlb.		*					
<i>Trifolium badium</i> Schreb.		*			*		
<i>Trifolium montanum</i> L.	*						
<i>Trifolium repens</i> L.		*					
<i>Trifolium pratense</i> L.							*
<i>Tunica saxifraga</i> (L.) Scop.	*	*					
<i>Tussilago farfara</i> L.		*	*		*		
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	*			*	*	*	
<i>Vaccinium vitis</i> - <i>idea</i> L.	*			*			
<i>Valeriana saxatilis</i> L.			*				
<i>Valeriana tripteris</i> L.							
<i>Veratrum album</i> L.						*	
<i>Verbascum nigrum</i> L.		*					
<i>Verbascum phlomoides</i> L.		*					
<i>Verbascum</i> sp.							
<i>Veronica alpina</i> L.				*			
<i>Veronica chamaedrys</i> L.						*	
<i>Veronica</i> sp.							
<i>Vicia sepium</i> L.		*					
<i>Viola biflora</i> L.			*				
<i>Viola dubiana</i> Burnat ex Gre	*	*	*	*	*		
<i>Viola lutea</i> Huds.							
<i>Viola tricolor</i> agg.	*		*				
<i>Viola</i> sp.							

pervicum; Polygonaceae (3/11); Saxifragaceae (1/10) mit der einzigen Gattung *Saxifraga*. Die Farnpflanzen sind einunddreißigmal, die Coniferen einundzwanzigmal genannt.

Eine Differenzierung der Standorte in kalkige und nicht-kalkige Substrate (problematisch einerseits durch die Subsumierung aller nicht-Kalk-Gesteine unter einem, andererseits durch das gelegentliche Auftreten "gemischter" Substrate – Beispiel: Schneebergzug vgl. Standort Nr. 60), ergibt folgendes (die Zahl in Klammer gibt die Häufigkeit des Auftretens an):

Auf dem Standort mit Kalkuntergrund treten am häufigsten *Galium anisophyllum* (23), *Silene vulgaris* (22), *Minuartia verna* (19), *Poa alpina* (18) und *Thymus praecox* agg. (15) auf (vgl. hierzu die Ausführungen von ERNST (1974), dessen Gliederung der alpinen Schwermetallrasen weitgehend auf Angaben aus dem kalkalpinen Bereich basiert). Davon abweichend treten auf den Nicht-Kalk-Standorten am häufigsten *Silene rupestris* (11), *Silene vulgaris* (9), *Betula pendula* (7), *Avenella flexuosa* (6), *Picea abies* (6) und *Cardamine resedifolia* (5) auf.

4. Schlußbemerkungen:

Die ursprünglich nur als Mittel zu einer fundierten Bewertung der Schwermetallvegetation im Ostalpenraum gedachte Kompilation einschlägiger Standortangaben hat mittlerweile die Stellung eines eigenständigen Ziels eingenommen: Nämlich die möglichst erschöpfende Dokumentation floristisch/vegetationskundlicher (sowie allfälliger diese ergänzender) Angaben über Schwermetallstandorte im Ostalpenraum. Die Verdopplung der angeführten Lokalitäten gegenüber der ersten Zusammenfassung (PUNZ, 1988b) resultiert zu einem kleinen Teil aus eigenen Untersuchungen, großteils jedoch aus der Literatur sowie aus – teilweise unpublizierten – verstreuten Arbeiten, deren Vorhandensein solcherart einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden konnte.

An dieser Stelle soll daher (neben dem Dank an alle Informanten) die Bitte stehen, einschlägige Angaben sowie Berichtigungen und Ergänzungen zwecks Vervollständigung dieser Sammlung zur Verfügung stellen zu wollen.

Trotz (oder wegen?) der nunmehr beträchtlichen Zahl von Angaben über verschiedene Schwermetallstandorte, erscheint es einstweilen noch kaum möglich, eine umfassende Neubewertung der Schwermetallvegetation im Gebiet vorzunehmen. (Auf die problematische Stellung der Serpentinvegetation soll hier nicht eingegangen werden – vgl. den Hinweis in der Einleitung.) Allerdings darf mit einiger Sicherheit die Gültigkeit der von ERNST (1965, 1974) gemachten Angaben bezweifelt werden. Vielfach ähnelt die Artengarnitur (welche nicht selten durch geringe Artenzahl ausgezeichnet ist) an derartigen Standorten normalen Steinschuttfluren, Pioniergesellschaften o.ä. Die von ERNST (1974) als Kennarten angeführten Pflanzen *Galium anisophyllum*, *Silene vulgaris*, *Minuartia verna* und *Poa alpina* treten zumindest im kalkalpinen Bereich mit hoher Frequenz auf; allerdings sind sie wohl besser als hochstete denn als "treue" Arten zu qualifizieren.

Daneben, sowie auf kristallinem/eruptivem Gestein, kann eine ganze Anzahl von Arten/Gattungen/Familien beobachtet werden, welche unzweifelhaft ebenfalls ein häufiges Vorkommen auf Schwermetallböden aufweisen; in Einzelfällen (*Agrostis schraderana*, *Saxifraga stellaris* u. a.) liegen hiezu auch physiologische Befunde vor (SISSOLAK, 1985). Möglicherweise ist die Vegetation auf Schwermetallstandorten überhaupt weniger positiv (durch das Vorhandensein charakteristischer Arten) als negativ (durch die streßbedingte Verschiebung des Artenspektrums zugunsten solcher Arten, welche Schwermetallresistenz besitzen bzw. aktivieren können [vgl. KALETA, 1984]) zu fassen, wobei neben dem toxischen Streß auch die auf Halden meist gegebenen Standortsfaktoren wie extremes Mikroklima, Nährstoffmangel usw. zu Buche schlagen.

An dieser Stelle sei auch auf die einschlägigen Untersuchungen zur Vegetation auf Asbest-, Antimon-, Kupfer-, Nickel-, Pyrit- sowie Blei-Zink-Substraten in der benachbarten Slowakei hingewiesen (BANASOVA, 1978a,b, 1980, 1983, 1988; BANASOVA HAJDUK, 1984), welche in eine ähnliche Richtung weisen. Für eine grundsätzliche Neufassung der Schwermetallszoologie sind die bisherigen Ergebnisse jedoch wahrscheinlich noch zu wenig ausführlich; hiefür sollten zweckmäßig weitere Untersuchungen abgewartet werden.

Dank: Univ.-Prof. Dr. G. Wendelberger und Univ.-Prof. Dr. H. Niklfeld bin ich für klärende Hinweise sehr verbunden. Für Unterstützung danke ich der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Magistrat der Gemeinde Wien. Für die Digitalisierung der Karte der Ostalpen wurde ein Programm von Herrn cand. phil. Alexander Seidel unter dessen Anleitung benutzt. Für die EDV-mäßige Eingabe und Bearbeitung der Pflanzenliste danke ich Frau cand. phil. Gabriele Mauthner.

5. Literatur:

- AICHINGER, E. (1971): Geologische Zeiger. – Carinthia II. Sonderh., **28**: 331 - 344.
BANASOVA, V. (1978a): Gehalt an Ni, Cu und Cr in Böden einiger Asbesthalden in Dobsina. – Biologia (Bratislava), **33**: 277 - 282.
– (1978b): Vergleich der Vegetation auf Antimonschacht- und Flotationshalden von Poproc. – Acta Bot. slov. Acad. Sci. slov. ser. A, **3**: 241 - 243.
– (1980): Indikationseigenschaften der Kupferhalden-Vegetation in der Slowakei. – Kongress- und Tagungsber. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, **27**(P11): 74 - 76.
– (1983): Die Vegetation auf Pyrithalden und der Gehalt an Cu, Pb, Zn, As, Ag, Fe und S in den Pflanzen und im Boden. – Biologia (Bratislava), **38**: 469 - 480.
– (1988): Die Vegetation der Pb-Zn-Substrate. – Symp. Synanthropic Flora und Vegetation V, Martin (CSSR): 25 - 31.
BANASOVA, V. & J. HAJDUK (1984): The vegetation of nickel-smelter wastes near to the town Sered. – Zborník IV. zjazdu Slov. bot. spol. Nitra: 329 - 334.
BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die inneralpine Trockenvegetation. – Geobotanica selecta, Stuttgart, **1** - 273.

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. — Springer, Wien, 865 pp.
- EGG, E. & A. ATZL (1951): Die Schwazer Bergwerkshalden. — Schlern-Schriften, Innsbruck, **85**: 136 - 145.
- 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.
- (1955): Ein Beitrag zur Serpentinevegetation in der Gulsen bei Kraubath in Obersteiermark. — Mitt. naturw. Ver. Steiermark, **85**: 27 - 72.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. — Stuttgart, 318 pp.
- ERNST, W. (1965): Ökologisch-soziologische Untersuchungen in den Schwermetallpflanzengesellschaften Mitteleuropas unter Einschluß der Alpen. — Abh. Landesmus. Naturkunde Münster, **27**: 1 - 54.
- (1974): Schwermetallvegetation der Erde. — Fischer, Stuttgart, 194 pp.
- (1982): Schwermetallpflanzen. — In: KINZEL, H. (ed.): Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. — Stuttgart p. 472 - 506.
- GAMS, H. (1936): Die Vegetation des Großglocknergebietes. — Abh. zool.-bot. Ges. Wien, **16**: 1 - 79.
- (1958): Das Pflanzenleben des Wattentales. — Schlern-Schriften, Innsbruck, **165**: 49 - 57.
- (1966): Erzpflanzen der Alpen. — Jb. Ver. Schutz Alpenpflanzen, **31**: 65 - 73.
- (1972): Zur Pflanzendecke um Klausen. — Schlern, Bozen, **46**: 395 - 398.
- (1975): Vergleichende Betrachtung europäischer Ophiolith-Floren. — Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, **55**: 117 - 140.
- GÖHLERT, F. (1927): Flora des Erzberges. — Diss. Univ. Wien, 85 pp.
- (1928): Die Flora über Eisenkarbonat. — Biologia generalis, **4**: 333 - 336.
- 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 Serpentineberge Steiermarks. — Diss. Univ. Wien, 44 pp.
- HOLZER, H. (1966): Erläuterungen zur Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich. — In: Erläuterungen zur Geologischen und zur Lagerstätten-Karte 1:1.000.000 von Österreich, Geol. B.-A., Wien: 29 - 65.
- HORAK, O. (1979): Untersuchungen zur Bleiaufnahme der Pflanze. — Die Bodenkultur, Wien, **30**(2): 120 - 126.
- HORVAT, I., V. GLAVAC & H. ELLENBERG (1974): Vegetation Südosteuropas. — Geobotanica selecta, Stuttgart, **IV**: 768 pp.
- KALB, K. (1970): Flechtengesellschaften der Vorderen Ötztaler Alpen. — Dissertationes botanicae, Vaduz, **9**: 118 pp.
- KALETA, M. (1984): Die Degradation der Wiesengesellschaften im Gebiet von Magnesitwerken. — Biologia (Bratislava), **39**: 81 - 91.
- KINZEL, H. (1982): Serpentin-Pflanzen. — In: KINZEL, H. (ed.): Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. — Stuttgart, p. 381 - 410.
- KIRNBAUER, F. (1968): Historischer Bergbau I und II. — In: Österreichischer Volkskundeatlas (3. Lieferung): 1 - 70.
- KRAPFENBAUER, A. (1967): Eine autökologische Studie eines Serpentinestandortes im Dunkelsteiner Wald. — Cbl. ges. Forstwesen, Wien, **84**: 207 - 230.
- KRAUSE, W. (1958): Andere Bodenspezialisten. — In: RUHLAND, W. (ed.): Handbuch der Pflanzenphysiologie, Berlin, **IV**: 755 - 806.
- KRETSCHMER, L. (1930): Die Pflanzengesellschaften auf Serpentin im Gurhofgraben bei Melk. — Verh. zool.-bot. Ges., **80**: 163 - 208.
- LÄMMERMAYER, L. (1926): Materialien zur Systematik und Ökologie der Serpentineflora. I. Neue Beiträge zur Kenntnis der Flora steirischer Serpentine. — Sitzg. Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., I, **135**: 369 - 407.
- (1928): Weitere Beiträge zur Flora der Magnesit- und Serpentinböden. — Sitzg. Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., I, **137**: 825 - 859.
- (1930): Neue floristische Ergebnisse der Begehung steirischer Magnesit- und Serpentinlager. — Verh. zool.-bot. Ges., Wien, **80**: 83 - 93.
- (1934): Übereinstimmungen und Unterschiede in der Pflanzendecke über Serpentin und Magnesit. — Mitt. naturw. Ver. Steiermark, **71**: 1 - 22.
- LANDOLT, E., A. GIGON & P. CAFLISCH (1976): Vegetation auf Silikat, Karbonat und Serpentin in den Zentralalpen bei Davos (Exkursionsführer). — Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 23 pp.
- LECHNER, K., H. HOLZER, A. RUTTNER & R. GRILL (1964): Karte der Lagerstätten mineralischer Rohstoffe der Republik Österreich 1:1.000.000. — Geol. B.A., Wien.
- LEITA, L., M. DE NOBILI & P. SEQUI (1988): Content of heavy metals in soils and plants near Cave del Predil,

- Udine, Italy. — *Agrochimica*, **32**(1): 94 - 97.
- MAIER, R., W. PUNZ, H. SIEGHARDT, E. DOMSCHITZ, A. NAGL, S. WIENER, A. KULHANEK & W. MÜHLEBNER (1981): Zur Ökologie einiger Pflanzen auf schwermetallhaltigen Halden in Bleiberg/Kärnten. — *Carinthia II*, **171/91**: 201 - 222.
- MAIER, R., W. PUNZ, G. TEUSCHL, M. MIRTLL, E. DOMSCHITZ, M. ENGENHART, W. SAPELZA, S. WIENER, B. HAHN & G. NEUMANN (in Druck): Wurzelstudien in der Vegetation alpiner Rasen und auf Bergwerkshalden am Hochobir/Kärnten. — *Verh. zool.-bot. Ges.*, Wien (in Druck).
- MARCHETTI, D.B. (1956): Les "prealpi Bergamasche". — In: XI. Excursion Phytogeographique internationale Alpes orientales (Guide itinéraire), Ist. Bot. dell'Università Firenze: 26 - 38.
- MAURER, W. (1961): Die Moosvegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. — *Mitt. Abt. Zool. u. Bot. Landesmus. Joanneum (Graz)*, **13**: 1 - 29.
- (1966): Flora und Vegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. — *Mitt. Abt. Zool. u. Bot. Landesmus. Joanneum (Graz)*, **25**: 13 - 76.
- MELZER, H. (1965): Neues und Kritisches zur Flora von Kärnten. — *Carinthia II*, **155/75**: 172 - 190.
- (1968): Botanisches von der Petzen. — *Jb. Ver. Schutz Alpenpfl.*, **33**: 127 - 137.
- (1969): Beiträge zur Flora von Kärnten. — *Verh. zool.-bot. Ges.*, **108/109**: 127 - 137.
- (1973): Beiträge zur floristischen Erforschung Kärtents. — *Carinthia II*, **163/83**: 425 - 439.
- (1974): Beiträge zur Flora von Kärnten und der Nachbarländer Salzburg, Osttirol und Friaul. — *Carinthia II*, **164/84**: 227 - 243.
- (1979): Neues zur Flora von Steiermark XXI. — *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*, **109**: 151 - 161.
- (1988): Neues zur Flora von Steiermark XXX. — *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*, **118**: 157 - 171.
- MUNTEAN, H. (1977): Vegetation und Ökologie steirischer Serpentinstandorte. — *Diss. Univ. Graz*, 358 pp.
- MUTSCH, F. (1980): Schwermetallanalysen an Freilandpflanzen im Hinblick auf die natürliche Spurenelementversorgung und die Schwermetallintoxikation. — *Diss. Univ. Wien*, 166 pp.
- NIKLFELD, H. (1973): 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.
- (1979): Vegetationsmuster und Arealtypen der montanen Trockenflora in den nordöstlichen Alpen. — *Stapfia*, **4**: 229 pp.
- POBER, E. (1985): Vorläufiger Bericht über vegetationskundliche Untersuchungen an Ultrabasit- (Serpentinit-) Vorkommen im niederösterreichischen Anteil der Böhmischem Masse (südöstliches Waldviertel). — *Inst. f. Pflanzenphysiologie (Abt. Veg.kde. Pflanzensoziol.) Univ. Wien*, 49 pp.
- POELT, J. (1955): Flechten der Schwarzen Wand in der Großarl. — *Verh. zool.-bot. Ges.*, Wien, **95**: 107 - 113.
- PREISSMANN, E. (1885): Zur Flora der Serpentinberge Steiermarks. — *Österr. bot. Z.*, **35**: 261 - 263.
- PUNZ, W. (1987a): Zur Vegetation von Hochofenschlackenhalden. — *4. Österr. Botanikertreffen*, Wien. Linzer biol. Beitr., **21**(1): 211 - 228.
- (1987b): Zur Ökologie von Pflanzen auf Hochofenschlackenhalden. — *8. Tagung ÖAPP*, Salzburg. Als MS vervielf., 31 pp.
- red. (1988a): Experimentell-ökologischer Freilandkurs 1987 (MAIER/PUNZ) — Protokoll. — *Inst. f. Pflanzenphys., Univ. Wien*. Als MS vervielf., 33 pp.
- (1988b): Standorte von Schwermetallvegetation in Österreich. — *Symp. Synanthropic Flora and Vegetation V*, Martin (CSSR): 209 - 219.
- (1990): Experimentell-ökologischer Freilandkurs 1989 (MAIER/PUNZ)-Protokoll. — *Inst. f. Pflanzenphysiol., Univ. Wien*, 72 pp.
- PUNZ, W. & M. ENGENHART (1988): Zur Vegetation von Blei-Zink-Halden im Raum Mariazell. — *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*, **118**: 173 - 176.
- (1990): Zur Vegetation auf Blei-Zink-Halden im Raum Niedere Tauern. — *Sitzg. ber. Österr. Akad. Wiss. math.-nat. Kl. I*, **198**: 1 - 12.
- PUNZ, W., M. ENGENHART & R. SCHINNINGER (1986): Zur Vegetation einer Eisenerzschlackenhalde bei Leoben/Donawitz. — *Mitt. naturw. Ver. Steiermark*, **116**: 205 - 210.
- PUNZ, W. & I. WIESHOFER, red. (1989): Experimentell-ökologischer Freilandkurs 1988 (MAIER/PUNZ)-Protokoll. — *Inst. f. Pflanzenphys., Univ. Wien*. Als MS vervielf., 68 pp.
- RASCIO, N. (1977): Metal accumulation by some plants growing on zinc-mine deposits. — *Oikos*, **29**: 250 - 253.
- REPP, G. (1963): Die Kupferresistenz des Protoplasmas höherer Pflanzen auf Kupfererzböden. — *Protoplasma*, **57**: 643 - 659.
- SAUKEL, J. (1980): Ökologische-soziologische, systematische und physiologische Untersuchungen an Pflanzen der Grube "Schwarzwand" im Großarltal (Salzburg). — *Diss. Univ. Wien*, 388 pp.
- SISSOLAK, M. (1984): Ökophysiologische Untersuchungen von Pflanzen an kupferbelasteten und unbelasteten

- Standorten im Gebiet von Hüttschlag (Salzburg). — Diss. Univ. Wien.
- SISSOLAK, M. (1985): Toxizitäts- und Fertilitätsgrenzen gegenüber Kupfer bei einigen Alpenpflanzen von Standorten mit verschiedener Kupferbelastung. — *Flora*, **17**: 377 - 386.
- STUMMERER, H. (1970): Kupfer-Analysen an Pflanzen Cu-reicher Standorte. — *Österr. bot. Z.*, **118**: 189 - 193.
- URL, W. (1956): Über Schwermetall-, zumal Kupferresistenz einiger Moose. — *Protoplasma*, **46**: 768 - 793.
- WENDELBERGER, G. (1974): Die Serpentinpflanzenvorkommen des Burgenlandes in ihrer pflanzengeographischen Stellung. — *Wiss. Arb. Bgld.*, Eisenstadt, **53**: 5 - 20.
- WETTSTEIN, R.V. (1885): Beitrag zur Pilzflora der Bergwerke. — *Österr. bot. Z.*, **35**: 151 - 153, 198 - 201.