© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Linzer biol. Beitr.	21/1	211-228	30.6.1989

ZUR VEGETATION VON HOCHOFENSCHLACKENHALDEN[1]

W. PUNZ, Wien

1. Einleitung

Im Rahmen ökophysiologischer Untersuchungen auf einer Schlackenhalde des Hochofens Donawitz ergab sich die Möglichkeit, die Vegetation auf dieser seit mehr als 25 Jahren ruhenden, von Menschen weitgehend unbeeinflußten Haldenfläche zu erfassen. Im Anschluß an die bereits publizierten Arbeiten von PUNZ et al. 1984, 1986a, 1986b und in Vorwegnahme einer zusammenfassenden Arbeit (PUNZ et al. in Vorb.) sollen hier einzelne floristisch-soziologische Beobachtungen präsentiert werden.

2. Material, Methoden, Standort

Am Südosthang des Bärnerkogels nördlich von Leoben/Donawitz existieren Haldenflächen, die vor mehr als vierzig Jahren gestürzt, jedoch nicht mit pflanzenverträglichem Material abgedeckt wurden. Diese Halden sind daher durch extreme Bedingungen hinsichtlich Temperaturamplitude, Trockenheit, Nährstoffmangel, hohe Alkalinität und hohe Eisen- und Mangankonzentrationen gekennzeichnet (vgl. PUNZ 1987 und PUNZ et al., in Vorb.). Die Halden wurden zwischen 1948 und 1960 locker mit Gehölzen bepflanzt, wobei jedoch noch heute große offene Flächen vorhanden sind, da das Wachstum

---

[1] MAB-Publ.Nr. 68
Meiner Mutter Friederike (1916-1987) gewidmet

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

der Bäume extrem schlecht ist (Näheres hiezu bei KARASEK 1980, PUNZ et al. 1984, 1986a und in Vorb.). Eine Skizze der Halde ist in Abb.1 wiedergegeben; untersucht wurde der Schüttungsbereich 1930-1942.

Die pflanzensoziologischen Aufnahmen wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt und beziehen sich - mit Ausnahme der Aufnahmen 42 und 43 - auf die Krautschicht. Die Größe der Aufnahmeflächen betrug grundsätzlich 4 x 4 m. Die folgende Übersicht gibt zur jeweiligen Aufnahmenummer Deckung, Inklination (in %) und Exposition wieder:

2:80/-/-; 3:80/10/W; 4:80/10/W; 5:90/5/W; 6:90/10/W; 7:80/10/W; 9:50/-/-; 10:50/5/E; 14:25/-/-; 15:40/-/-; 16:40/-/-; 17:40/-/-; 18:5/-/-; 19:25/-/-; 21:75/-/-; 22:10/-/-; 23:40/-/-; 24:25/-/-; 26:80/-/-; 28:5/-/-; 29:10/-/-; 30:10/-/-; 31:60/-/-; 32:40/-/-; 33:30/-/-; 36:60/-/-; 37:25/35/SE; 38:5/35/SE; 41:20/35/S. Seehöhe des Haldenplateaus: 720 m. Die Pflanzennahmen sind nach EHRENDORFER (1973), FRAHM & FREY (1983), POELT (1974), MOSER (1955) angegeben.

Die Angaben zur Vegetation zweier Schlackenkegel in Donawitz und Eisenerz sowie von Schlackenhalden in Linz wurden bisher noch nicht veröffentlicht. Die Pflanzenliste der Halden von Istebnê und Oravskâ-Podzâmôk wurde bei PUNZ et al. (1986a) referiert.

3. Ergebnisse

3.1. Vegetationsinventar

Aufbauend auf früheren Untersuchungen (PUNZ et.al. 1984, 1986a) wird eine revidierte Vegetationsliste der auf der Haldenschlacke vorkommenden Pflanzen vorgestellt.

Farnpflanzen: *Botrychium lunaria* (L.) SW

Moose: *Bryum argenteum* HEDW, *Bryum funckii* SCHWAEGR., *Dicranoweisia cirrata* (HEDW.) LINDB., *Tortella inclinata* (Hedwig fil.) Limpricht, *Oncophorus virens* (HEDW.) BRID., *Rhacomitrium canescens* (HEDW.) BRID.

Pilze: *Clitocybe* sp., *Hebeloma* sp., *Inocybe* f. *bongardii*, *Lactarius* cf. *pubescens*, *Rhizopogon roseolus*.

Flechten: *Cladonia pyxidata* (L.) FR., *Peltigera rufescens* (WEIS.) HUMB.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

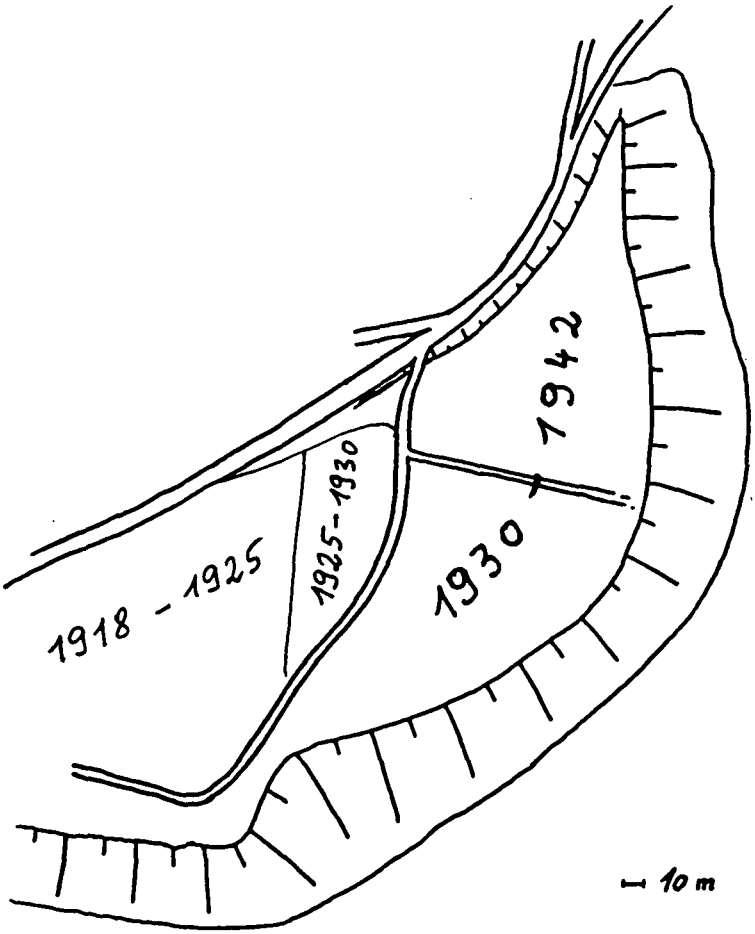


Abb. 1: Skizze der untersuchten Halde in Leoben. Die Zahlen geben die Zeit der Schüttung wieder (Angaben der VOEST, unveröff.)

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Blütenpflanzen: (Tab.1)

Auf der Basis der angeführten Artenliste konnten nun folgende ökologische Angaben ermittelt werden:

Bestäubung (in % aller Blütenpflanzen, nach OBERDORFER 1979):

Wind	9 %
Insekten	65 %
Selbstbestäubung	26 %

Samenverbreitung (in % aller Blütenpflanzen, nach OBERDORFER 1979; zum Vergleich das Spektrum für Sukzession auf Brachland nach 10 Jahren bei SCHMIDT cit. ELLENBERG 1982 und die Anzahl der Windverbreiteten auf 10jährigen Abraumhalden nach BRIERLEY 1956)

	Leoben	Brachland	pit heaps
Wind	46 %	42 %	31 %
Ameisen	11 %		
Andere Tiere	43 %	41 %	

Hier ist anzumerken, daß mit Ausnahme zahlreicher Ameisen (*Manica rubida* (Latr.)) und einer Spinnenart (*Lycosa* sp.) bisher keine Tiere auf der Haldenfläche aufgefunden werden konnten. Die Frage, ob den Ameisen eine eher hemmende (Samenverzehr und damit Reduktion der vorhandenen Diasporen) oder fördernde (verbesserte Keimungsbedingungen von gespeicherten Samen in den Ameisenbauten zufolge erhöhter Luftfeuchtigkeit) Rolle zukommt (vgl. WENT et al. 1972 und WENT, pers.Mitt.), kann derzeit noch nicht befriedigend beantwortet werden.

Lebensformenspektrum nach RAUNKIAER (Tab.2; Berechnungen für Leoben, mit und ohne (Nano-) Phanerophyten, nach ELLENBERG 1979. Zum Vergleich Angaben für Mitteleuropa nach ELLENBERG 1982, für Mesobrometum nach QUANTIN cit. ELLENBERG 1982.)

Arealtypenspektrum (in %, nach Angaben von OBERDORFER 1979) no-eurassubozean incl. gemäßkont: 40; smed: 38; med incl. osmed: 8; subatl: 8; pralp: 3.

Blattausdauer (in %, nach ELLENBERG 1979)

Überwinternd grün	26 %
Sommergrün	74 %

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab.1: Vegetationsliste Leoben (Blütenpflanzen), Stand 1986.
In Klammer gesetzt sind jene Holzigen, die wahrscheinlich gesetzt wurden und die bisher noch nicht in Form von Keimlingen nachgewiesen werden konnten.

(*Acer negundo* L.)
(*Acer platanoides* L.)
Acer pseudoplatanus L.
Achillea millefolium agg.
Ajuga reptans L.
Alchemilla sp.
Alyssum alyssoides (L.) L.
Arabis hirsuta agg.
Arenaria serpyllifolia agg.
Artemisia vulgaris agg.
Betula pendula ROTH.
Bromus erectus agg.
Calamagrostis epigeios (L.) ROTH.
Campanula sp.
Cardaminopsis arenosa (L.) HAYEK
Carex montana L.
Carlina acaulis L.
Carlina vulgaris agg.
(*Carpinus betulus* L.)
Centaurea jacea L.
Cerastium pumilum agg.
Chaenarrhinum minus (L.) LANGE
Chelidonium majus L.
Chenopodium album agg.
Chenopodium botrys L.
Clematis vitalba L.
Conyza canadensis (L.) CRONQ.
Cornus sanguinea L.
(*Corylus* sp.)
Crataegus sp.
Cynoglossum sp.
Daucus carota L.
Diplotaxis tenuifolia (L.) DC.
Echinops sphaerocephalus L.
Echium vulgare L.
Epipactis atrorubens (HOFFM.) SCHULT.
Erigeron acris L.
Eupatorium cannabinum L.
Euphrasia sp.
Fagus sylvatica L.
Festuca ovina agg.
Fragaria vesca L.
Fraxinus excelsior L.
Galium x pomeranicum RETZ
Galium sp.
Gentianella ciliata (L.) BORKH.
Hieracium lachenalii C.C. GMEL.
Hieracium racemosum W. & K. ex WILLD.
Hieracium pilosella L.
Hypericum perforatum L.
Inula conyza DC.
Knautia drymeia HEUFF.
Larix sp.
Leontodon hispidus L.
Leucanthemum vulgare agg.
(*Ligustrum vulgare* L.)
Linaria vulgaris agg.
Lonicera xylosteum L.
Medicago lupulina L.
Melampyrum sp.
Melilotus officinalis (L.) PALL.
Mycelis muralis (L.) DUM.
Myosotis sylvatica agg.
Oenothera biennis agg.
Pastinaca sativa L.
Picea sp.
Pimpinella saxifraga agg.
Pinus sp.
Plantago lanceolata L.
Poa compressa L.
Populus sp.
Potentilla reptans L.
Prunus sp.
Quercus robur L.
Ranunculus acris agg.
Reseda lutea L.
Rosa sp.
Rubus sp.
(*Salix* sp.)
Salvia verticillata L.
Sanguisorba minor SCOP.
Scabiosa ochroleuca L.
Senecio viscosus L.
Setaria viridis (L.) PB.
Silene vulgaris (MOENCH) GARCKE
Solanum dulcamara L.
Solanum nigrum L.emend.MILLER
Solidago virgaurea L.
Sorbus aucuparia L.
Symphytum tuberosum L.
Taraxacum officinale agg.
Tragopogon pratensis agg.
Tripleurospermum inodorum (L.) C.H. SCHULTZ
Tussilago farfara L.
Verbascum thapsus agg.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab.2: Lebensformenspektren nach RAUNKIAER im Vergleich (Angabe in %). MEUR ... Angaben für Mitteleuropa nach ELLENBERG (1982). PH ... pit heaps, Angaben von HALL (1957). L(P) ... Leoben (incl. Phanerophyten und Nano-). XB ... Angaben für Xerobrometum nach ELLENBERG (1982). L(oP) ... Leoben (ohne Phanerophyten und Nano-). MB ... Angaben für Mesobrometum nach ELLENBERG (1982).

	MEUR	PH	L(P)	XB	L(oP)	MB
Phanerophyten	2.9	17.9	11.7	-	-	-
Nanophanerophyten	4.		8.8	-	-	-
Chamaephyten	6.1	2.8	4.9	18.6	10.	10.
Hemikryptophyten	50.7	57.8	51.1	49.3	63.	76.3
Geophyten	12.	3.2	5.8	8.7	7.	7.8
Therophyten	17.4	18.5	17.7	21.9	20.	5.3

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Ökologische Zeigerwerte (mit Standardabweichung; nach ELLENBERG 1979, ohne (Nano-) Phanerophyten)

Lichtzahl	7.46 +- .91
Temperaturzahl	5.93 +- 1.01
Kontentalitätszahl	5.07 +- 1.37
Feuchtezahl	3.99 +- 1.24
Reaktionszahl	7.32 +- 1.47
N(Stickstoffzahl)	4.37 +- 2.12

Hemerobie: Nach Angaben bei HEGI (1908ff) beträgt der Anteil von Arten mit Verbreitungsangabe 'Bahnschotter, Bahnhöfe' 25 %. Der Neophytenanteil beträgt 8 %; dies entspricht etwa der Prozentzahl für 'Schuttplätze, Bahngelände, Kiesgruben, Müllplätze' bei SUKOPP 1969.

Urbanophilie (nach WITTIG et al. 1985): Pflanzen aus folgenden Gruppen kommen auf der Halde vor: urbanoneutral (*Conyza canadensis*, *Daucus carota*); mäßig urbanophil (*Artemisia vulgaris*, *Chenopodium botrys*, *Eupatorium cannabinum* , *Oenothera biennis*, *Solidago canadensis*); urbanophil/holourban (*Diplotaxis tenuifolia*); urbanophil/industriophil (*Solidago canadensis*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Cardaminopsis arenosa*, *Echium vulgare*, *Reseda lutea*, *Silene vulgaris*, *Linaria vulgaris*, *Poa compressa*.

3.2. Soziologische Aufnahmen

Die zur Verfügung stehende Literatur betreffend die Soziologie von eisenreichen Standorten erwies sich als äußerst dürftig (ALTPETER 1960, SCHIECHTL 1967; zur Vegetation auf eisenerzhaltigem Gestein etwa GÖHLERT 1927, WONG & TAM 1977). Unsere Aufnahmen in Leoben (nur Krautschicht) wurden entlang einem idealisierten Transekt durchgeführt, der wie folgt beschrieben werden kann: 'Flanke' (A) - 'Kante bzw. Vorfeld' (B) - 'Moosfläche' (C) - 'Mulden' (D) - 'schwache Baumdeckung' (E) - 'dichtere Baumdeckung' (F).

Zur Vereinfachung der Tabelle wurden Aufnahmen von A und F nicht aufgenommen.

Für 'A', also steile Flanken, können folgende drei Aufnahmen als Beispiel dienen:

37: *Cardaminopsis arenosa* 2, *Solanum dulcamara* 2, *Chrysanthemum leucanthemum* 1, *Echinops sphaerocephalus* 1, *Tortella inclinata* 1, *Fraxinus* sp. +, *Inula conyza* +, *Mycelis muralis* +, *Quercus robur*

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

+, *Reseda lutea* +, *Symphytum tuberosum* +, *Taraxacum officinale* +, *Chelidonium maius* r.

38: *Cardaminopsis arenosa* 2, *Alyssum alyssoides* 1, *Echinops sphaerocephalus* 1, *Tortella inclinata* 1, *Arabis hirsuta* +, *Arenaria serpyllifolia* +, *Bryum argenteum* +, *Epipactis atrorubens* +, *Fraxinus* sp. +, *Inula conyza* +, *Knautia drymeia* +, *Oenothera biennis* +, *Reseda lutea* +, *Hieracium lachenalii* r, *Myosotis sylvatica* r.

41: *Bryum argenteum* +, *Alyssum alyssoides* +, *Chaenorrhinum minus* +.

Für die Charakterisierung der Baumschicht von Gruppe 'F', also 'Standorte mit dichterer Baumdeckung', können die folgenden Aufnahmen dienen:

42: *Betula pendula* 2, *Pinus* sp. 1, *Larix* sp. +, *Populus* sp. +

43: *Pinus* sp. 3, *Betula pendula* 1.

Die in Tab. 3 wiedergegebenen Gesellschaftseinheiten können wie folgt charakterisiert werden:

I: Im Bereich von Kante/Vorfeld liegendes 'Initial', unter schwacher Ruderalisierung. Soziologisch besteht eine deutliche Verwandtschaft zu dem von SUKOPP (1971) beschriebenen und seither mehrfach (u.a. PHILIPPI 1971 für Südwestdeutschland, GRÜLL 1980 für Mähren und JEHLIK & ERDÖS 1985 für Ungarn) aufgefundenen Chaenarrhino-Chenopodietum botryos. Für das Zurücktreten bzw. den Ausfall von Arten sind unter anderem Nährstoffmangel und Höhenlage verantwortlich. Die Frage, ob die Gesellschaft bereits an der Grenze ihrer Lebensmöglichkeit steht und deshalb Artenarmut auftritt (vgl. TÜXEN 1959), oder ob es sich um eine Höhenrasse der Gesellschaft handelt (wie HOLZNER 1972 etwa für das Conyzo-Lactucetum serriolae im oberen Murtal beschrieben hat), muß offen bleiben.

II. Im Bereich von Kante/Vorfeld. Stellt eine Degradation von I dar, wohl infolge einer Kombination von Wind, Betritt und der Aktivität von Motorradfahrern.

III-VI: Diese Aufnahmen können insgesamt als Trockenrasenvergesellschaftung beschrieben werden, bei folgender Differenzierung:

IV/V: Der eine Typus der (Halb-) Trockenrasenvergesellschaftung, charakterisiert durch *Leontodon hispidus*, *Hieracium pilosella*, *Achillea millefolium* und *Solidago virgaurea*, unter allmählichem Ausfall des Mooses. Entspricht den Mulden sowie dem allmählichen Übergang zum 'Baumschat-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 3: Soziologische Aufnahmen der Vegetation in Leoben entlang einem idealisierten Transekt (nur Krautschicht): "A" ... Flanken (nicht in die Tabelle aufgenommen) "B" ... Kante/Vorfeld "C" ... Moosfläche "D" ... Mulden "E" ... schwache Baumdeckung

	B									D							E			C						
	I						II			III				IV			V			VI						
Aufnahmenummer	32	33	36	16	17	18	14	26	15	22	24	21	23	31	2	19	28	30	29	5	7	6	9	10	3	4
Tortella inclinata	1	+	3	3	3	1	3	5	3	2	.	1	+	3	5	2	+	1	.	5	5	5	3	3	5	5
Leontodon hispidus	+	.	.	+	.	.	r	+	r	r	+	+	.	1	+	2	+	+	+	r	+	+	+	+	r	.
Hieracium pilosella	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	1	2	2	1	1	2	+	+	.	.	.	+	+	+	1	+
Sanguisorba minor	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	r	.	.	+	+	+	+	r	+	+	+
Pinus silvestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	+	r	+	+	+	+	.	+
Erigeron acer	.	.	.	.	r	.	r	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	r	.	.	.	r	+	+
Epipactis atrorubens	.	.	+	+	+	.	r	r	r	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	r	.	.
Chaenorrhinum minus	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arenaria serpyllifolia	+	1	+	.	+	+	.	.	.	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Reseda lutea	.	r	r	+	.	r	r	r	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diplotaxis tenuifolium	.	+	.	+	.	+	.	.	+	+	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Echium vulgare	1	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	1	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
Achillea millefolium	+	.	.	.	:	.	.	.	.	+	2	2	+	+	+	2	+	+	+	.	.	.	.	.	+	r
Solidago virgaurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	r	r	(r)	.	.	.
Oenothera biennis	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Echinops sphaerocephalus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Artemisia vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Arabis hirsuta	.	.	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa compressa	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragaria vesca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.
Chrysanthemum leucanth.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium sp.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	r	.	.
Quercus robur	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	r	.	.
Alyssum alyssoides	.	1	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem noch vorkommend:

32: *Salvia verticillata* 1, *Senecio viscosus* +; 33: *Bryum argenteum* 2; 36: *Peltigera rufescens* +; 16: *Chenopodium album* +, *Chenopodium botrys* +, *Erigeron canadensis* +; 17: *Chenopodium botrys* +, *Erigeron canadensis* +, *Inula conyza* (r), *Setaria viridis* (+): 18: *Chenopodium album* +, *Chenopodium botrys* +, *Erigeron canadensis* +; 14: *Populus* (+), *Scabiosa ochroleuca* +; 24: *Calamagrostis epigeios* 2, *Eupatorium cannabinum* +, *Solanum dulcamara* +, *Trapogon pratensis* +; 21: *Galium* sp. 1, *Daucus carota* +, *Plantago lanceolata* +, *Scabiosa ochroleuca* +, *Betula pendula* r, *Melilotus officinalis* r; 23: *Galium* sp. +; 31 *Centaurea jacea* 1, *Clematis vitalba* 1, *Salvia verticillata* 1, *Peltigera rufescens* +; 2: *Salvia verticillata* +, *Rubus* sp. r; 19: *Rubus* sp. r; 28: *Tragopogon pratensis* r; 30: *Scabiosa ochroleuca* +; 29: *Eupatorium cannabinum* +, *Knautia drymeia* +, *Taraxacum officinale* +.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ten'.

III: Entspricht im wesentlichen den Vorfeldmulden. Stark ruderalisierte Variante von IV (unter anderem mit *Reseda lutea*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Echium vulgare*, *Oenothera biennis*). Die vermehrte Ruderalisierung könnte von einer Nutzung als Vogelsitzplatz herrühren (so auch RICHTER 1966). Soziologisch bestehen Beziehungen zum Echio-Melilotetum TÜXEN 1947, allenfalls auch zum Hieracio-Poetum compressae PETIT 1977 cit. PETIT 1980.

VI: Auf der Halde (flächenmäßig) dominierende, artenarme Variante auf ebenen bis schwach geneigten Flächen ohne Baum- bzw. Laubbedeckung mit hoher Dominanz von *Tortella inclinata* sowie *Leontodon hispidus*, *Hieracium pilosella*, *Sanguisorba minor* und *Pinus* -Keimlingen. *Tortella* (früher *Tortula*) *inclinata* kann als eurasiatisch-disjunktes Florenelement mit submediterranem Charakter angesprochen werden, ökologisch ein photophiler, kalziphiler, areni-terricoler Xerophyt, häufig vorkommend auf Kalk- bzw. Dolomitgestein sowie auf kalkreichen Sanddünen, vom Hügelland bis in die Hochalpen. Coenologisch in Corynephoretea (v.a. kalkreichen Sandsteppen, Festucetum vaginatae) und Festuco-Brometea, in Buntflechten-Moossynusien, z.T. mit hoher (V) Deckung (MÖNKEMEYER 1927, BOROS 1968, FRAHM & FREY 1983, ZOLYOMI 1987). Moosdominierte Stadien werden nach jahre- bzw. jahrzehntelanger Sukzession unter anderem für Abraumhalden (BRIERLEY 1956, CARVEY et al. 1977, WOLF 1985), Brachflächen (SCHMIDT 1975), Rohböden (HÜBSCHMANN bei WOLF 1985) und industrielle Deponiestandorte (KIESEL et al. 1985, 1986) angegeben.

Die soziologische Einordnung als Trockenrasenvergesellschaftung wird auch durch verschiedene ökologische Befunde gestützt, die in den Tabellen 2. und 4. wiedergegeben sind.

Klimatisch zählt der Standort (an Hand des Klimadiagramm 'Leoben') zum Untertyp VI 3 (mäßig warm, geringerer Niederschlag, eher kontinental) der Klimatypen von WALTER & LIETH (1960), der für den Nordosten der Alpen und einige inneralpine Täler beschrieben ist (REHDER 1965); nach BRAUN-BLANQUET (1961) zählt der Bereich noch zu den inneralpinen Trockentälern ('Murgau'), wobei jedoch der an sich typische Trockenrasen durch den mesophilen Laubmischwald verdrängt ist).

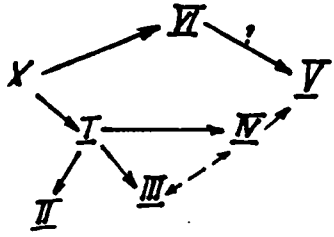
Ein vorläufiges Modell für die Beziehung der aufgeführten Einheiten könnte folgendermaßen aussehen:

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4: Ökologische Angaben zum Schlackenstandort in Leoben im Vergleich mit Literaturangaben zu Trockenrasen (aus ELLENBERG 1982). FV ... Festucion valesiacae XB ... Xerobromion MB ... Mesobromion L ... Leoben

	FV	XB	MB	L
Quotient Julitemperatur/ Jahresniederschlag	>3o	<3o	<3o	24
Jahrestemperaturmittel (°C)		>9	<9	7.5
Niederschläge (mm) April - September	<35o	>35o	>35o	~5oo
Mittlere Tagessummen der Evaporation - Sommer (cm^3)		6.5	4.5	4.
mittlere Lichtzahl	~6.2	~6.3	5.5	5.9
mittlere Feuchtezahl	~2.6	~2.6	3.5	4.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Entsprechend dieser Annahme würde sich aus einem nicht mehr faßbaren Vorstadium 'X' entweder das Initial 'I' (an eher exponierten, mäßig gestörten Standorten) oder das 'Moosstadium' ('VI') ausbilden. Von 'I' gäbe es eine Entwicklung zum ruderalisierten Variante 'III'- bzw. zum Vergesellschaftungs-'typus' ('IV'); I, III und IV sind wohl als Beziehungssystem mit fließenden Übergängen aufzufassen. Von 'I' ist schließlich noch eine Degradation (repräsentiert durch 'II') möglich. Den vorläufigen Abschluß der Entwicklung stellt derzeit der Typus 'IV/V' dar. Die 'Moosvariante' ('VI') strebt entweder auch diesem Typus zu, oder sie verschwindet erst mit dem 'Kronenschluß'. (Weitere Überlegungen zur Sukzession in der Diskussion.)

3.3 Vergleich mit der Vegetation anderer Eisenschlackenstandorte

Einen ersten Beitrag zur Klärung der Frage, ob an eisenreichen Standorten andere als von der Standortsökologie gegebene Gemeinsamkeiten auftreten, soll der in Tab. 5 vorgelegte Vegetationsvergleich verschiedener Hochofenschlackenhalden liefern. Für eine allgemeine Aussage dürften die bisherigen Daten jedoch noch nicht ausreichen.

4. Diskussion

Trotz der bisher auf der Halde ermittelten Artengarnitur von insgesamt 95 Blütenpflanzen, 1 Farn, 6 Moosen, 5 Pilzen und 2 Flechten sowie der soziologischen Einordnung der aktuellen scoricolen Vegetationsbedeckung als (Halb-) Trockenrasenvergesellschaftung steht die flächenmäßig vorherrschende Variante mit hoher Dominanz von *Tortella inclinata* im Vordergrund der Betrachtungen und legt die Frage nahe, welche der ökologischen Standortsfaktoren hiefür verantwortlich sind. Fraglos ist dies zunächst die Trockenheit, die bei einem Jahresniederschlag von 765 mm in Folge der hohen Wasserdurchlässigkeit des Substrates (bei völligem Fehlen einer

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5: Vergleich der Vegetation verschiedener Hochofenschlackenhalden. Pflanzen, die weniger als dreimal auftraten, sind nicht berücksichtigt. LE ... Leoben KL ... Kegel Leoben/Donawitz KE ... Kegel Eisenerz RO ... Röchling/BRD (ALTPETER 1960) DO ... Dortmund/BRD (KOLL 1962) LI ... Linz IS ... Istebné/ČSSR RS ... Röchling/BRD (SCHIECHTL 1967) OP ... Oravská Pôdzâmok/ČSSR.

	LE	KL	KE	RO	DO	LI	IS	RS	OP
Chaenarrhinum minus	+	+	+	+		+	+		+
Achillea millefolium	+	+	+	+		+	+		
Artemisia vulgaris	+	+	+		+		+		+
Eupatorium cannabinum	+	+	+		+	+		+	
Oenothera biennis	+	+	+	+	+			+	
Tussilago farfara	+		+	+		+			+
Calamagrostis	+	+	+			+	+		
Echium vulgare	+	+	+	+	+				
Hypericum perforatum	+	+	+	+		+			
Linaria vulgaris	+	+		+	+	+			
Reseda lutea	+	+	+	+	+				
Solanum dulcamara	+	+	+				+	+	
Bryum argenteum	+				+		+		+
Arenaria serpyllifolia	+			+	+	+			
Cardaminopsis arenosa	+	+	+		+				
Daucus carota	+	+	+	+					
Plantago lanceolata	+	+	+	+					
Rubus	+	+	+			+			
Sanguisorba minor	+	+				+		+	
Taraxacum officinale	+	+	+						+
Verbascum	+	+		+		+			
Chenopodium album	+				+			+	
Diplotaxis tenuifolium	+	+				+			
Epilobium			+		+			+	
Erigeron canadensis	+			+	+				
Inula conyza	+	+		+					
Knautia drymeia	+	+	+						
Medicago lupulina	+	+	+						
Melilotus officinale	+	+	+						
Pastinaca sativa	+	+	+						
Poa compressa	+	+			+				

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Bodenbildung) von Relevanz ist. Von noch größerer Bedeutung dürfte jedoch der Nährstoffmangel (insbesondere der Mangel an Stickstoff und Phosphor) sein, der sich hemmend auf die Entwicklung einer Vegetationsdecke auswirkt (vgl. auch GEMMELL 1975). In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß unmittelbar unterhalb der basal abgestorbenen Moosschicht, an der Grenze zum Schlackensubstrat (welches lediglich in den obersten Millimetern eine Nährstoffanreicherung und pH-Absenkung zeigt) die Wurzeln der haldenbewohnenden Bäume oft meterlang wachsen. Abweichend von der Auffassung von RICHARDSON (1958), der dieses Phänomen lediglich auf den Wasserfaktor zurückführt, dürfte das erhöhte Nährstoffangebot in dieser Schicht hiefür eine entscheidende Rolle spielen (Näheres vgl. PUNZ 1987).

Während die Bedeutung der beiden genannten Faktoren weitgehend außer Frage steht, kann die Rolle der Schwermetallbelastung (konkret: der erhöhten Zink-, Eisen- und Mangankonzentrationen im Schlackenssubstrat) nicht sicher abgeschätzt werden. Wiewohl Eisen zu den potentiell phytotoxischen Schwermetallen zählt, treten eisenbedingte Pflanzenschäden nur höchst selten, am ehesten unter extrem reduzierenden Bedingungen bzw. im Laborversuch auf. Auch soziologisch existiert außer einer historischen Beobachtung von VIEILLARD (zitiert bei BRAUN-BLANQUET 1964) kein Hinweis auf eine eigenständige ferricole Vegetation, ganz anders als bei Schwermetallen wie Blei, Zink, Kupfer u.a. (Literatur bei ERNST 1974, KINZEL 1982).

Das offenkundige Fehlen einer spezifischen Schwermetallvegetation läßt nun die Frage in den Vordergrund treten, welches Sukzessionsmodell der Entwicklung auf der untersuchten Halde adäquat ist. Das von SCHUBERT (1966) entwickelte Schema für Schwermetallhalden Mitteleuropas erscheint in Folge des Fehlens typischer Schwermetallpflanzen als ungeeignet. In Betracht kommt dagegen das Sukzessionsschema von KIESEL et al. (1985, 1986) für Deponien, welches ja ebenfalls moosgeprägte Stadien auf stark wasserzügigen Substraten in der dritten Dekade ab Deposition kennt. Eine weitere Möglichkeit stellt das von WOLF (1985) für kiesig-sandige Rohböden des Braunkohlebergbaues vorgestellte Schema dar. Tatsächlich findet sich hier (nach einem initialen Therophyten- und einem anschließenden Geophyten- und Hemikryptophytenstadium ein moos- und flechtenreiches Phanerophyten- (Birken-) Stadium bis über die 18. Vegetationsperiode ab Schüttung hinaus. Die bisher erstellte Pflanzenliste weist darüber hi-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

naus auch Beziehungen zu den - ebenfalls auf Braunkohlenkippen - gemachten Beobachtungen von HALL (1957) auf.

Die angeführten Fakten lassen mit einiger Sicherheit die Hypothese zu, daß der Zustand der scoricolen Vegetation, wie er sich uns heute präsentiert, das Resultat einer verzögerten Sukzession auf nicht bis allenfalls mäßig pflanzentoxischem, extrem nährstoffarmen Rohbodensubstrat darstellt. Die beschriebene, das Bild der Halde dominierende Moosfazies wäre also als '*Tortella inclinata*-Stadium' (Ass.?) in einer extrem langsam ablaufenden Sukzessionsreihe anzusprechen. Die Klärung noch offener Fragen (wie etwa der tatsächlichen Rolle der Schwermetalle, die genauere Bestimmung kritischer Arten u.a.) muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Dank: Für die Erlaubnis zur Durchführung der Untersuchungen auf den Halden danke ich der VOEST-Alpine AG, insbesondere Herrn OFM Dipl.Ing.Siegfried KARASEK. Der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Magistrat der Gemeinde Wien bin ich für finanzielle Unterstützung zu Dank verpflichtet. Für ihre Hilfe bei der Bestimmung danke ich Herrn Univ.Prof.Dr.R. TÜRK, Herrn Mag.Harald ZECHMEISTER, Frau Gabriele KOVACS und Herrn Dr.Adolf POLATSCHEK. Für klärende Hinweise zur Soziologie bin ich Herrn Univ.Prof.Dr.G. WENDELBERGER verbunden.

Literaturverzeichnis

ALTPETER, 1960: Die Aufforstung des Haldengeländes der Röchling'schen Eisen- und Stahlwerke. - Mitt.Dt.Dendrolog.Ges.61: 87-92.

BOROS, A., 1968: Bryogeographie und Bryoflora Ungarns. - Akademiai Kiado, Budapest.

BRAUN-BLANQUET, J., 1961: Die inneralpine Trockenvegetation. - Fischer, Stuttgart.

- 1964: Pflanzensoziologie. - Springer, Wien.

BRIERLEY, J.K., 1956: Some preliminary observations on the ecology of spoil heaps. - J.Ecol.44: 383-390.

CARVEY, K., D.R. FARRAR & D.C. GLENN-LEWIN, 1977: Bryophytes and revegation of coal spoils in southern Iowa. - Bryologist 80: 630-637.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

EHRENDORFER, F., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Fischer, Stuttgart.

ELLENBERG, H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica (Göttingen) IX.

- 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. - Ulmer, Stuttgart.

ERNST, W., 1974: Schwermetallvegetation der Erde. - Fischer, Stuttgart.

FRAHM, J.-P. & W. FREY, 1983: Moosflora. - Ulmer, Stuttgart.

GEMMELL, R.P., 1975: Establishment of grass on wast from iron smelting. - Environ.pollut.8: 35-44.

GÖHLERT, F., 1927: Flora des Erzberges. - Diss.Univ.Wien.

GRÜLL; F., 1980: Vorkommen und Charakteristik des Chaenarrhino-Chenopodietum botryos und Plantaginetum indicae im Gebiet der Stadt Brno. Folia Geobot.Phytotax., Praha 15: 363-368.

HALL, I.G., 1957: The ecology of disused pit heaps in England. - J.Ecol. 45: 689-720.

HEGI, G., 1908 ff.: Flora von Mitteleuropa. - München.

HOLZNER, W., 1972: Einige Ruderalgesellschaften des oberen Murtales. - Verh.Zool.-Bot.Ges.112: 67-85.

JEHLIK, V. & P. ERDÖS, 1985: Chaenarrhino-Chenopodietum botryos auch in Ungarn. - Preslia, Praha 57: 227-233.

KARASEK, S., 1980: Haldenrekultivierungen im Rauchschadensgebiet Leoben-Donawitz. - Mitt.Forstl.B.-Versuchsanstalt Wien 131: 113-123.

KIESEL, G., E.G. MAHN & J. TAUCHNITZ, 1985: Zum Einfluß des Deponiestandortes auf Vegetationsstruktur und Verlauf der Sekundärsukzession. Teil 1: Kommunalmüll enthaltende Deponien. - Hercynia N.F. 22: 72-102.

- E.G. MAHN, U. DEIKE & J.G. TAUCHNITZ, 1986: Zum Einfluß des Deponiestandortes auf Vegetationsstandortes auf Vegetationsstruktur und Verlauf der Sekundärsukzession. Teil 2: Deponien industrieller Abprodukte. - Hercynia N.F. 23: 212-244.

KINZEL, H., 1982: Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. - Ulmer, Stuttgart.

KOLL, D., 1962: Der Beginn des pflanzlichen Lebens auf einer Dortmunder Hochofenschlacken-Halde. - Abh.L.-Mus.Naturkde., Münster/Westfalen 24: 23-28.

MÖNKEMEYER, W., 1927: Die Laubmoose Europas IV. Andreaeales-Bryales. In Dr.L. RABENHORSTs Kryptogamen-Flora, Leipzig.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

MOSER, M., 1955: Basidiomyceten. II. Die Röhrlinge, Blätter- und Bauchpilze. In: GAMS, H., Kleine Kryptogamenflora IIb/2. - Fischer, Stuttgart.

OBERDORFER, E., 1979: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart.

PETIT, D., 1980: La vegetation des terrils du nord de la France. Ecologie, phytosociologie, dynamisme. - These Universite Lille.

PHILIPPI, G., 1971: Zur Kenntnis einiger Ruderalgesellschaften der nordbadischen Flugsandgebiete um Mannheim und Schwetzingen. Beitr.naturkundl.Forsch.Südw.-Dtschl.30: 113-131.

POELT, J., 1974: Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. - Cramer, Vaduz.

PUNZ, W., 1987: Zur Ökologie von Pflanzen auf Hochofenschlackenhalden. - 8. ÖAPP-Tagung, Salzburg.

- R. SCHINNINGER, E. DOMSCHITZ, I. HOF & G. TEUSCHL, 1984: Untersuchungen auf rekultivierten Halden im Raum Leoben/Donawitz. - Sitz.-Ber.Österr.Akad.Wiss., Math.naturw.Kl., I., 193: 143-159.
- M. ENGENHART & R. SCHINNINGER, 1986: Zur Vegetation einer Eisenerzschlackenhalde bei Leoben/Donawitz. - Mitt.naturwiss.Ver. Steiermark 116: 205-210.
- R. SCHINNINGER & M. ENGENHART, 1986: Zum Schwermetallgehalt von Pflanzen einer Eisenerzschlackenhalde bei Leoben/Donawitz. - Mitt.naturwiss.Ver.Steiermark 116: 211-220.
- M. ENGENHART & R. SCHINNINGER, in pr.: Ecological and sociological aspects of scoricolous vegetation on blast furnace slag near Leoben/Donawitz (Styria, Austria).

REHDER, H., 1965: Die Klimatypen der Alpenkarte im Klimadiagramm-Weltatlas (WALTER und LIETH) und ihre Beziehungen zur Vegetation. - Flora B 156: 78-93.

RICHARDSON, J.A., 1958: The effect of temperature on the growth of plants on pit heaps. - J.Ecol.46: 537-546.

RICHTER, W., 1966: Die natürliche Begrünung der erzgebirgischen Bergwerkshalden. - Hercynia N.F. 3: 114-146.

SCHIECHTL, H.M., 1967: Der Einsatz der Grünverbauung zur Haldenbegrünung. - Garten und Landschaft 77: 285-292.

SCHMIDT, W., 1975: Vegetationsentwicklung auf Brachland. In Schmidt, W. (Hg.), Sukzessionsforschung: 407-434. - Cramer, Vaduz.

SCHUBERT, R., 1953: Die Schwermetallgesellschaften des östlichen Harz-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

vorlandes. - Wiss.Z.Martin-Luther-Univ.Halle-Wittenberg, Math.naturw. R., III (1953/54): 51-70.

SUKOPP, H., 1969: Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation. Vegetatio 17: 360-371.

- 1972: Beiträge zur Ökologie von Chenopodium botrys L. - Verh.Bot. Ver.Prov.Brandenburg 108: 3-25.

TÜXEN, R., 1947: Der pflanzensoziologische Garten in Hannover und seine bisherige Entwicklung. - Jahresber.Naturhist.Ges.Hannover 94/98: 113-287.

- 1959: Vegetations- und standortskundliche Grundlagen für die Rekultivierungsmaßnahmen in Tagebaugebieten. - Natur und Landschaft 34: 42-43.

WALTER, H. & H. LIETH, 1964: Klimadiagramm-Weltatlas, Jena.

WENT, F.W., J. WHEELER & G.C. WHEELER, 1972: Feeding and digestion in some ants (*Veromessor* and *Manica*). BioScience 22: 82-88.

WITTIG, R., D. DIESING & M. GÖDDE, 1985: Urbanophob-Urbanoneutral-Urbanophil. Das Verhalten der Arten gegenüber dem Lebensraum Stadt. - Flora 177: 265-282.

WOLF, G. (Red.), 1985: Primäre Sukzession auf kiesig-sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. - Schr.Reihe Vegetationskunde 16.

WONG, M.H. & F.Y. TAM, 1977: Soil and vegetation contamination by iron-ore tailings. - Environ.Pollut.14: 241-254.

ZOLYOMI, B., 1987: Buntflechten-Moos und Lebermoos Synusien. Proc. IAB Conf.Bryoecology (= Symposia Biologica Hungarica 35). - Akademiai Kiado, Budapest.

Anschrift des Verfassers: Mag.Dr. Wolfgang P u n z
Institut für Pflanzenphysiologie der Univ.Wien

Althanstraße 14
A-1091 WIEN
Austria

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Linzer biologische Beiträge

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: 0021_1_2

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

Artikel/Article: Zur Vegetation von Hochofenschlackenhalden. 211-228