

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien

Zur Vegetation einer Eisenerzschlackenhalde bei Leoben/Donawitz¹

Von Wolfgang PUNZ, Manfred ENGENHART
und Rosemarie SCHINNINGER

Eingelangt am 5. März 1986

Zusammenfassung: Die spontane Vegetation auf dem Extremstandort „Eisenerzschlackenhalde“ bei Leoben/Donawitz erscheint vor allem durch die Dominanz des Moosstadiums (*Tortula inermis*) auf der ebenen, aus reinem Schlackenmaterial bestehenden Haldenfläche bemerkenswert. Die Standortvegetation wird unter Berücksichtigung ökologischer Faktoren besprochen und mit jener anderer Standorte verglichen.

Summary: Spontaneous vegetation on an iron slag heap near Leoben/Donawitz (Styria, Austria) is dominated by a single moss species (*Tortula inermis*). The vegetation on this site is presented and discussed with respect to the extreme ecological conditions.

1.

Im Rahmen ökophysiologischer Untersuchungen auf einer Eisenerzschlackenhalde bei Leoben/Donawitz erschien es zweckmäßig, zur Charakterisierung des Standortes auch die vorhandenen Pflanzenarten zu erfassen. Der untersuchte Standort nördlich von Leoben am Südosthang des Bärnerkogels ist durch Schlackenaufschüttungen entstanden, welche zwischen 1930 und 1942 durchgeführt wurden; er ist gekennzeichnet durch extreme Bedingungen wie Nährstoffmangel, hohe Alkalinität (pH 7,4–10,3), Trockenheit, hohe Kalk- und Eisengehalte sowie beträchtliche Temperaturschwankungen an der Oberfläche (KARASEK 1980, PUNZ et al. 1984). Das Wasserhaltevermögen des Substrats ist gering, der Standort ist daher als trocken zu bezeichnen. Die Halden wurden zwischen 1948 und 1960 ohne Maßnahmen zur Bodenverbesserung mit Kiefer, Fichte, Lärche, Birke, Pappel, Ahorn, Weide, Esche, Eiche und anderen Gehölzen aufgeforstet (KARASEK, mündl. Mitt., vgl. auch PUNZ et al. 1984). Das Wachstum der Bäume ist schlecht; der Faktor Licht spielt daher auch heute noch bei der Besiedlung durch krautige Pflanzen insofern eine wesentliche Rolle, als lichtliebende bzw. lichtbedürftige Arten bevorzugt aufkommen.

2.

Die dominierende, das Bild der Halde wesentlich bestimmende Pflanze ist das xerophytische, erst 1914 von GLOWACKI für die (Unter-)Steiermark beschriebene

¹) MAB-Publ. Nr. 63

Moos *Tortula inermis* (BRID.) MONT., das die Halde zu ca. 60–70% (!) bedeckt. Eine derartig ausgeprägte und offenbar stagnierende Moosphase muß in Anbetracht der Tatsache, daß seit der letzten Schüttung bereits mehr als 40 Jahre vergangen sind, fraglos als Besonderheit gewertet werden. Moose als Begleiter früher Sukzessionsstadien sind zwar in der Literatur häufig beschrieben worden; so berichtet SCHMIDT (1975), daß bei einer Sukzession auf Brachland der Deckungsgrad der Moose im dritten Jahr ein Maximum (44%) erreichte, dann aber rasch abnahm. Moose haben häufig Anteil an der Pioniervegetation im Alpinbereich, an Gletscherrändern, auf Vulkankegeln und im Dünenbereich (BRAUN-BLANQUET 1964, ELLENBERG 1982); sie können eine relativ dominierende Rolle an feuchten wie auch an trockenen Extremstandorten insbesondere starker Inklination spielen (POELT 1954, HÖFLER 1959, MAURER 1961) und in feuchtkalten Gebieten sogar die Klimax darstellen (BRAUN-BLANQUET 1964). Auf Schwermetall- und Bergwerkshalden treten Moose ebenfalls häufig in Pioniergesellschaften (RICHTER 1966) wie auch in verschiedenen Sukzessionsstadien (SCHUBERT 1953, ERNST 1965, 1974) auf, wobei die Initialstadien gelegentlich bis häufig von Flechten dominiert werden (LANGE & ZIEGLER 1963, HENSSEN & JAHNS 1974, ELLENBERG 1982).

Mit dem Auftreten von Flechtenvegetation war auf dem beschriebenen Standort infolge der starken Schwefeldioxidbelastung nicht zu rechnen (Luftgüte Steiermark 1977, TÜRK, mündl. Mitt.). Die einzige gefundene Flechte *Peltigera rufescens* besitzt auf Grund ihrer für Lichenen extrem hohen Zuwachsrates (HENSSEN & JAHNS 1974) möglicherweise einen gewissen Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Flechten.

In der uns zur Verfügung stehenden Literatur scheint eine vergleichbare Vorherrschaft des Moosstadiums auf der ebenen Haldenfläche in der beschriebenen stabilen Ausprägung keine Entsprechung zu finden. Die bisher jeweils nur an einer einzigen Stelle gefundenen Moose *Rhacomitrium canescens* (HEDW.) BRID., *Oncophorus virens* (HEDW.) BRID. und *Dicranoweisia cirrata* (HEDW.) LINDB. dürften günstige Lebensbedingungen erst auf der (später absterbenden) *Tortula*-Schicht vorfinden. Auch die Flechte *Peltigera rufescens* (WEIS.) HUMB. wächst nie auf reinem Schlackenmaterial, sondern zerstreut in der Moosdecke, ebenso die Pilze *Lactarius pubescens* FR. und *Inocybe sp.* Die steilen Haldenflanken dagegen werden von *Bryum argenteum* HEDW. und *Bryum funckii* SCHWAEGR. (in Anflügen) besiedelt.

3.

Von den Höheren Pflanzen gelingt es nur wenigen, sich neben dem Moos zu behaupten. Sie haben deshalb ihren Verbreitungsschwerpunkt an der Haldenkante bzw. im Kantenvorfeld, in der Nähe von Bäumen, in Rinnen und Mulden, die teilweise mit Laub bedeckt sind, also überall dort, wo *Tortula* nicht oder mit geringerer Deckung vorkommt. Der Deckungsgrad der Höheren Pflanzen (ohne Gehölze) ist sehr niedrig und dürfte 5% der Gesamtfäche nicht überschreiten. Abgesehen von den Pflanzen, die in den Mulden oder in Baumnähe wachsen, gelten fast alle als Pionierpflanzen. Es sind hauptsächlich Pflanzen, die warme Ruderalstandorte, Trocken- und Halbtrockenrasen, Schlagfluren oder lichte Wälder besiedeln (vgl. dazu und zum Folgenden OBERDORFER 1979, ELLENBERG 1982). Zu den wenigen Pflanzen, die in höherer Individuenzahl die gleichen Standorte wie *Tortula inermis* einnehmen, gehört *Leontodon hispidus*, das – teilweise mitten im Moos – über die gesamte Haldenfläche verbreitet und auch in den Mulden anzutreffen ist. Ebenfalls auf der ebenen Haldenfläche wachsen *Hieracium pilosella* und *Sanguisorba minor* recht

zahlreich, doch scheint bei ihnen die Nachbarschaft zu *Tortula inermis* nicht so eng zu sein. Sehr häufig auf der Haldenfläche, aber meist in Baumnähe, ist auch *Epipactis atrorubens* zu finden. In den bereits erwähnten Mulden und Rinnen wachsen zum Teil Pflanzen, die etwas höhere Ansprüche an ihren Standort stellen: neben der verbreiteten *Fragaria vesca* gibt es auch eine Stelle mit *Artemisia vulgaris*, *Eupatorium cannabinum* und *Solanum dulcamara*; die letztgenannten Arten lassen auf einen frischen, nährstoffreichen Standort schließen. Außerdem wachsen in unmittelbarer Nähe *Fraxinus excelsior* und *Acer negundo* (gepflanzt?), die sich allerdings in schlechtem Zustand befinden.

Die größte Dichte an Höheren Pflanzen ist im Bereich der Haldenkante und in deren Vorfeld zu finden. Die Vegetation der Haldenkante ist jedoch nicht überall gleich: nordseitig wird die Kante fast nur von *Epipactis atrorubens* und schwachem Moosanflug besiedelt; auf den ostseitigen Teilen wächst nur *Cardaminopsis arenosa*; der größte Teil der Haldenkante (Ost- und Südostexposition) und des Kantenvorfeldes ist dagegen artenreicher, hier ist der Anteil an wärmeliebenden und ruderalen Pflanzen besonders hoch.

Die auf der Halde wachsenden Gefäßpflanzen (ohne Gehölze) können nach der Häufigkeit ihres Vorkommens provisorisch in drei Gruppen gegliedert werden. Darüber hinaus ist jeder Art eine Charakteristik des jeweils bevorzugten Wuchsortes beigefügt (Baumbereich – B, Haldenfläche – H, Kanten – K, Mulden – M, Kantenvorfeld – V):

Zahlreich vorkommend: *Achillea millefolium* agg. – M; *Alyssum alyssoides* (L.) L. – K; *Arenaria serpyllifolia* agg. – K; *Chaenorhynchus minus* agg. – K; *Epipactis atrorubens* (HOFFM.) SCHULT. – B, K; *Erigeron acris* L. – H; *Hieracium pilosella* L. – V, H, K; *Leontodon hispidus* L. – H; *Reseda lutea* L. – V, K; *Sanguisorba minor* SCOP. – H, V.

Zerstreut vorkommend: *Arabis hirsuta* agg. – V, K; *Artemisia vulgaris* agg. – M; *Calamagrostis epigeios* (L.) ROTH. – M; *Cardaminopsis arenosa* (L.) HAYEK – K; *Carlina vulgaris* agg. – H; *Centaurea jacea* s. lat. – M; *Chenopodium album* agg. – V; *Chenopodium botrys* L. – V; *Conyza canadensis* (L.) CRONQ. – V; *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. – K, V; *Echinops sphaerocephalus* L. – K, M; *Echium vulgare* L. – V, K; *Eupatorium cannabinum* L. – M; *Euphrasia* sp. – M; *Fragaria vesca* L. – M; *Galium x pomeranicum* RETZ. – M; *Hieracium racemosum* W & K. ex WILLD. – M, H; *Knautia drymeia* HEUFF. – B; *Leucanthemum vulgare* agg. – M; *Linaria vulgaris* agg. – H; *Oenothera biennis* agg. – V, K; *Poa compressa* L. – V, K; *Salvia verticillata* L. – H, M; *Scabiosa ochroleuca* L. – M; *Setaria viridis* (L.) P. B. – K, V; *Solidago virgaurea* L. – H.

Meist nur in einem einzigen Exemplar vorkommend: *Botrychium lunaria* (L.) SW – M; *Bromus erectus* agg. – H; *Ajuga reptans* L. – B; *Carlina acaulis* L. – H; *Cerastium pumilum* agg. – V; *Clematis vitalba* L. – V; *Daucus carota* L. – M; *Festuca ovina* agg. – H; *Gentianella ciliata* (L.) BORKH. – M; *Hieracium laevigatum* WILLD. – M, H; *Hypericum perforatum* L. – H; *Inula conyza* DC. – V; *Medicago lupulina* L. – H; *Melilotus officinalis* (L.) PALL. – V; *Pastinaca sativa* L. – M; *Plantago lanceolata* L. – M; *Ranunculus acris* agg. – B; *Senecio viscosus* L. – K; *Solanum dulcamara* L. – M, B; *Solanum nigrum* L. – V; *Taraxacum officinale* agg. – V; *Tragopogon pratensis* agg. – H; *Tripleurospermum inodorum* (L.) C. H. SCHULTZ – K; *Tussilago farfara* L. – M.

Einige der angeführten Pflanzen wurden nur in einem für eine genauere Bestimmung ungünstigen Entwicklungsstadium vorgefunden.

4.

Die Flora angrenzender bewaldeter Flächen ist nur schwer mit derjenigen der Halde zu vergleichen. Es wurde daher eine Pflanzenliste von einem nahegelegenen Kahlschlag (auf welchem lichtliebende bzw. -bedürftige Pflanzenarten ebenfalls einen Konkurrenzvorteil besitzen) erstellt. Folgende Pflanzenarten konnten sowohl auf dem Schlag als auch auf der Halde gefunden werden:

Chaenorrhinum minus, *Chenopodium album* agg., *Chenopodium botrys*, *Clematis vitalba*, *Daucus carota*, *Eupatorium cannabinum*, *Fragaria vesca*, *Inula conyza*, *Knautia drymeia*, *Medicago lupulina*, *Ranunculus acris*, *Reseda lutea*, *Rubus* sp., *Solanum nigrum*, *Solidago virgaurea*.

Es zeigt sich, daß vor allem jene haldenbewohnenden Arten auf dem Kahlschlag fehlen, die von OBERDORFER (1979) als Magerkeitszeiger beschrieben werden. Im Gegensatz dazu zeigen Pflanzen wie *Chenopodium album* und *Chenopodium botrys*, die nährstoffreiche Standorte lieben, auf der Halde nur kümmerlichen Wuchs. Immerhin kommen 25% der haldenbewohnenden Pflanzen auch auf dem Schlag vor.

5.

Ein Vergleich der Haldenvegetation mit dem Bewuchs anderer Halden gestaltet sich insofern schwierig, als relativ wenige Angaben über reine Eisenerzschlackenhalde vorliegen. Rund 23% der auf der Halde in Leoben/Donawitz gefundenen Pflanzenarten (darunter *Arenaria serpyllifolia*, *Inula conyza*, *Poa compressa* u. a.) sind auch von einer saarländischen Eisenerzschlackenhalde beschrieben (ALTPETER 1960).

Auf einer ebenen, schwermetallreichen Schlackenlagerstätte in Široka bei Oravská podzámok/ČSSR konnten u. a. folgende Pflanzen gefunden werden (unvollständig):

Bryum argenteum HEDW., *Funaria hygrometrica* HEDW.; *Artemisia vulgaris* agg., *Capsella bursa-pastoris*, *Chaenorrhinum minus*, *Melilotus alba*, *Poa annua* agg., *Poa pratensis* agg., *Polygonum aviculare* agg., *Puccinellia distans* agg., *Ranunculus* sp., *Taraxacum officinale* agg., *Tussilago farfara*. Auf den Flanken der Feinstaubschlackenhalde eines Eisenwerkes bei Istebné/ČSSR wurden u. a. gefunden (Aufzählung unvollständig): *Bryum argenteum* HEDW., *Bryum inclinatum* (BRID.) BLAND., *Achillea millefolium* agg., *Artemisia vulgaris* agg., *Calamagrostis* sp., *Chaenorrhinum minus*, *Erysimum hieraciifolium* agg., *Silene dioica* (= *Melandrium album*), *Taraxacum* sp. (PUNZ)

Die meisten Angaben über Schlackenhalde betreffen jedoch schwermetallhaltige Ablagerungen anderer Zusammensetzung (insbesondere mit hohem Anteil an Blei, Kupfer, Zink u. dgl.), die auch durch die Ausbildung einer andersartigen, charakteristischen Vegetation bzw. eigener Pflanzengesellschaften gekennzeichnet sind (vgl. RICHTER 1966, ERNST 1974, SCHUBERT 1985 u. a.). Derartige charakteristische Schwermetallpflanzen (wie *Minuartia verna*, *Silene cucubalus*, *Thlaspi rotundifolium* ssp. *cepaefolium* und andere) fehlen auf der untersuchten Halde in Leoben/Donawitz; es zeigt sich allerdings, daß unter den Haldenpflanzen zahlreiche Arten vorhanden sind, die auch in Schwermetallgesellschaften auftreten und hauptsächlich Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen sind (z. B. *Carlina vulgaris*, *Scabiosa ochroleuca*, *Sanguisorba minor*).

6.

Auf die Probleme der Rekultivierung derartiger Halden kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden; es sei hiezu auf BARNER 1978, BRADSHAW & CHADWICK 1980, SCHIECHTL 1980, SCHLÜTER 1980, ŠTÝS 1981 verwiesen. Von Interesse für den Praktiker mag es jedoch sein, welche Gehölze imstande sind, auf der Haldenfläche mindestens zur Keimung zu gelangen. Folgende Gehölze konnten bisher im Keimlingsstadium auf der Halde gefunden werden:

<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Populus tremula</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Quercus robur</i>
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>

Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit – obwohl sie nur eine „Momentaufnahme“ der Entwicklung der Haldenvegetation darstellt – reflektieren die Summe jener Extrembedingungen, welche seit mehr als vierzig Jahren die Ausbildung einer aus Höheren Pflanzen bestehenden Vegetationsdecke auf dem Schlackensubstrat beeinträchtigen. Die Antwort auf die Frage, welcher der Komponenten (extreme Temperatur, Wasser- und Nährstoffmangel, extrem hoher Eisen- und Kalkgehalt) hierbei ein mehr oder weniger bedeutender Anteil zukommt, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Dank:

Für die Erlaubnis zur Durchführung der Untersuchungen auf den Halden danken wir der VOEST-Alpine AG, insbesondere Herrn OFM Dipl.-Ing. Siegfried KARASEK für sein freundliches Entgegenkommen. Der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und dem Magistrat der Gemeinde Wien sind wir für finanzielle Zuwendungen zu Dank verpflichtet. Herrn Univ.-Prof. Dr. Karl BURIAN sei an dieser Stelle für seine stete Hilfsbereitschaft gedankt. Prof. Dr. Roman TÜRK (Flechten), Mag. Harald ZECHMEISTER (Moose), cand. phil. Gabriele KOVACS (Pilze) und Dr. Adolf POLATSCHEK danken wir für die Hilfe bei der Artenbestimmung. Unser Dank gilt auch der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, welche den Besuch mittelslowakischer Erzhalde ermöglichte, sowie Dr. Viera BANÁSOVÁ, Dr. Olga KONTRIŠOVÁ und Dr. Albert ŠČEPKA für die freundliche Führung auf den Halden und die Hilfe bei Erstellung der provisorischen Artenliste.

Die Pflanzennamen sind nach EHRENDORFER (1973), FRAHM & FREY (1983), HENSSEN & JAHNS (1974), MOSER (1955) angegeben.

Literatur

- ALTPETER (1960): Die Aufforstung des Haldengeländes der Röchling'schen Eisen- und Stahlwerke. – Mitt. Dt. Dendrol. Ges. 61: 87–92.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, GRAZ (1977): Luftgüte und Wald in der Steiermark.
- BARNER, J. (1978): Rekultivierung zerstörter Landschaften. – Enke, Stuttgart.
- BRADSHAW, A. D., CHADWICK, M. J. (1980): The Restoration of Land. – Blackwell Scientific Publishers, Oxford.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – Springer, Wien.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – Fischer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – Ulmer, Stuttgart.

- ERNST, W. (1965): Ökologisch-soziologische Untersuchungen der Schwermetall-Pflanzengesellschaften Mitteleuropas unter Einschluß der Alpen. – Abh. L.-Mus. Naturkde. Münster/Westfalen, 27: 1–54.
- ERNST, W. (1974): Schwermetallvegetation der Erde. – Fischer, Stuttgart.
- FRAHM, J.-P., FREY, W. (1983): Moosflora. – Ulmer, Stuttgart.
- GLOWACKI, J. (1914): Ein Beitrag zur Kenntnis der Moosflora von Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 50: 179–183.
- HENSSEN, A., JAHNS, H. M. (1974): Lichenes. – Thieme, Stuttgart.
- HÖFLER, K. (1959): Über die Gollinger Kalkmoosvereine. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturw. Kl. I., 168: 541–582.
- KARASEK, S. (1980): Haldenrekultivierungen im Rauchschatensgebiet Leoben-Donawitz. – Mitt. Forstl. B.-Versuchsanstalt Wien, 131: 113–123.
- LANGE, O. L., ZIEGLER, H. (1963): Der Schwermetallgehalt von Flechten aus dem Acarosporium sinopicae auf Erzschlackenhalde des Harzes. I. Eisen und Kupfer. – Mitt. florist. soz. Arb. gem. N. F., 10: 156–183.
- MAURER, W. (1961): Die Moosvegetation des Serpentinegebietes bei Kirchdorf in Steiermark. – Mitt. Abt. Bot. L.-Mus. Joanneum Graz, 13: 1–27.
- 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.
- POELT, J. (1954): Moosgesellschaften im Alpenvorland I. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturw. Kl., I., 163: 141–174.
- PUNZ, W., SCHINNINGER, R., DOMSCHITZ, E., HOF, I., TEUSCHL, G. (1984): Untersuchungen auf rekultivierten Halden im Raum Leoben/Donawitz. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Math. naturw. Kl., I., 193: 143–159.
- RICHTER, W. (1966): Die natürliche Begrünung der erzbergischen Bergwerkshalden. – Hercynia (N. F.), 3: 114–146.
- SCHIECHTL, H. M. (1980): Bioengineering. – Univ. of Alberta Press Edmonton, Canada.
- SCHLÜTER, U. (1980): Landschaftsbaumaßnahmen zur Rekultivierung von Deponien. In: BUCHWALD, K., ENGELHARDT, W. (Hg.), Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt, 3: 666–672. – BLV, München.
- SCHMIDT, W. (1975): Vegetationsentwicklung auf Brachland. In: SCHMIDT, W. (Hg.), Sukzessionsforschung: 407–434. – J. Cramer, Vaduz.
- SCHUBERT, R. (1953): Die Schwermetallgesellschaften des östlichen Harzvorlandes. – Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Math. naturw. R., III (1953/54): 51–70.
- SCHUBERT, R. (1985): Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. Fischer, Stuttgart.
- ŠTÝS, S. (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. – SNTL Nakladatelství technické literatury, Praha.

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