

Einflüsse der Magnesiumimmissionen im Bereich zweier Magnesitwerke (Südostslowakei) auf die epiphytische Flechtenflora

Vplyv horčikových imisí na epifytické lišajníky v oblasti dvoch magnezitových závodov na juhovýchodnom Slovensku

Ivan Pišút

PIŠÚT I. (1974): Einflüsse der Magnesiumimmissionen im Bereich zweier Magnesitwerke (Südostslowakei) auf die epiphytische Flechtenflora. — Preslia, Praha, 46 : 259 — 263.

Im Tal Muránska dolina (Südostslowakei) sind zwei Magnesitwerke (Jelšava, Lubeník) die einzigen bedeutenden Luftverunreinigungs-Quellen. Die Immissionen, die besonders MgO und MgCO₃ enthalten, verursachen eine Erhöhung der Bodenalkalität, eine Verarmung der Vegetation und eine Devastation der Landschaft in der näheren Umgebung der Betriebe. Die Empfindlichkeit der Flechten gegenüber Magnesiumimmissionen war bisher nicht bekannt. Daher wurden epiphytische Flechten entlang dreier Transekte in der Umgebung der Magnesitwerke studiert. Es zeigte sich, dass in der näheren Umgebung der Emittenden überhaupt keine Flechten vorkommen; mit zunehmender Entfernung von den Exhalationsquellen steigt sowohl die Artenzahl der epiphytischen Flechten als auch deren Deckungsgrad an. Die Empfindlichkeit der einzelnen Arten ist verschieden. Am unempfindlichsten waren *Xanthoria parietina*, *X. candelaria*, *Physcia orbicularis* u. a. Dagegen kamen mehrere Arten (*Ramalina farinacea*, *Anaptychia ciliaris*, *Evernia prunastri*, *Parmelia* sp. div.) nur selten vor, grösstenteils nur in grosser Entfernung von den Betrieben. Es wurde bewiesen, dass die epiphytischen Flechten gegen Magnesiumimmissionen sehr empfindlich sind. Die Einwirkung beruht besonders auf der Erhöhung der Alkalität der Unterlage. Weiter spielt wahrscheinlich auch die starke Akkumulation von MgO im Flechtenthallus eine Rolle.

Slowakisches Nationalmuseum, Vajanského nábr. 2, 885 36 Bratislava, Tschechoslowakei.

Die Empfindlichkeit der Flechten besonders gegenüber SO₂ (siehe z. B. SKYE 1968, HAWKSWORTH 1971) und HF (siehe z. B. GILBERT 1971) ist allgemein bekannt. Über weitere, Flechten schädigende Stoffe (von diesen wurde bisher die grösste Aufmerksamkeit den Schwermetallen und radioaktiven Verbindungen gewidmet) referiert JAMES (1973). Über die Wirkung von Magnesiumimmissionen auf die Flechtenflora war bisher nichts bekannt. Aus diesem Grunde habe ich die Flechtenflora in der Umgebung zweier Magnesitwerke studiert. Die beiden Betriebe sind im weiteren Umkreis die einzigen Luftverunreinigungsquellen.

In den letzten zwanzig Jahren ist die Produktion von Magnesiumoxid (MgO) in der Tschechoslowakei schnell angestiegen. Im Zusammenhang mit der gesteigerten Erzeugung erhöhten sich in bedeutendem Masse die festen (Grösse 0,01—250 µm) und gasförmigen Immissionen, die in weiten Gebieten in der Umgebung der Betriebe die Vegetation erheblich schädigen. In der Nachbarschaft der Betriebe sind hunderte und tausende Hektar Land derart intoxiciert, dass hier jede landwirtschaftliche Nutzung unmöglich ist. Die Staubpartikel (zu 75 % aus kristallinem MgO, weiter aus unausgeglühtem MgCO₃, wahrscheinlich aus amorphem MgO und ungefähr zu 2—3 % aus FeO bestehend — cf. ZELENÁKOVÁ, HAJDÚK et HOLUB 1966), werden je nach Grösse bis zu 20 km weit vom Wind verweht; an den Stellen mit erhöhtem Staubbiederschlag ist die Bodenreaktion stark alkalisch (pH bis 9,5 — cf. HAJDÚK 1965).

Im mittleren Teil des Tales Muránska dolina im Gebirge Slovenské rudohorie befinden sich zwischen den Städtchen Revúca und Jelšava (mittlerer jährlicher Niederschlag in Jelšava 702 mm, in Revúca 803 mm — cf. KALETA 1970a, mittlere jährliche Lufttemperatur 7—8 °C — cf. VESECKÝ et al. 1958) zwei Magnesitwerke, die voneinander ungefähr 3,5 km entfernt sind: ein verhältnismässig kleiner Betrieb in Lubeník und ein grosses Werk bei Jelšava. Nach Umbauarbeiten im Jahr 1967 erhöhte sich die Produktion und damit auch der Ausstoss der Exhalationsprodukte wesentlich. Messungen des Staubbiederschlags noch vor der Erweiterung des Betriebes (KALETA 1970a) ergaben an mehreren Stellen Werte von über 1000 t/km². Jahr; in einem Fall erreichte ein Staubbiederschlag die Höhe von 75 817 t/km². Jahr.

Die Einflüsse der Magnesiumimmissionen auf die Phanerogamen-Vegetation in diesem Gebiet studierte KALETA (1970a, 1970b). Er stellte markante Veränderungen fest: eine Erhöhung der Bodenalkalität (z. B. betrug in einer Entfernung von 550 m vom Betrieb bei Jelšava das pH 9,54, in einer Entfernung von 800 m 8,40), eine Erhöhung des MgO-Gehaltes (für Pflanzen ungünstige Änderung des Ca : Mg Verhältnisses), weiter eine Herabsetzung der zellulolytischen Aktivität der Bodenmikroorganismen, Verarmung der Flora und in der nahen Umgebung des Betriebes völlige Devastation der Landschaft.

Methodik

Im Juli 1973 studierte ich epiphytische Flechten auf einzeln wachsenden Bäumen (Durchm. > 20 cm). Auf jedem untersuchten Baum wurden alle Flechten bis in die Höhe von 2 m über dem Boden notiert. Die Bäume — sie wuchsen an Strassen, auf Wiesen und Feldern und an den Rändern lichter Wälder — wurden in möglichst regelmässigen Abständen entlang dreier Transsekte ausgewählt. Am Transsekt A (25 km), der vom Dorf Muránska Dlhá Lúka längs des Tales Muránska dolina zum Dorf Licince führte, wurden 51 Phorophyten studiert, am Transsekt B (3,7 km), von Betrieb bei Jelšava quer durch das Tal in NNO-Richtung zum Dorf Koprás, 10 Phorophyten, am Transsekt C (6 km), vom Betrieb Lubeník quer durch das Tal in SW-Richtung zum Dorf Sireký Železník, 11 Bäume.

Auf jedem untersuchten Baum wurden die pH-Werte der Borkenoberfläche kolorimetrisch gemessen. Mit Hilfe eines Zerstäubers wurde eine kleine Fläche der Borke mit destilliertem Wasser besprüht und nach kurzer Zeit Indikationspapier angelegt. Die Genauigkeit der Messung betrug $\pm 0,5$ pH. Die Nomenklatur der im Text angeführten Arten richtet sich nach POELT (1969) bzw. GRUMMANN (1963).

Herrn Dr. J. HAJDÚK CSc. (Bratislava) und Herrn Dr. V. WIRTH (Würzburg) bin ich für freundliche Hilfe und wertvolle Anregungen zu Dank verpflichtet.

Ergebnisse

Entlang der drei Transsekte wurden auf 72 Bäumen epiphytische Flechten studiert. Ausser sterilen, grösstenteils morbiden Krusten, die ich hier nicht anführe, wurden insgesamt 29 Arten gefunden. (Bei Arten die auf mehr als 5 % aller Bäume vorkamen, ist in Klammern auch der Anteil der die entsprechende Flechte tragenden Bäume angeführt [in %]): *Xanthoria parietina* (32), *Physcia orbicularis* (30), *Ph. ascendens* (17), *Lepraria incana* (11), *Lecanora chlorotera* (10), *Xanthoria candelaria* (7). Diese Arten sind gegenüber den Immissionen der Magnesitwerke offenbar am wenigsten empfindlich und sind auch die ersten Ansiedler der Bäume. Eine weitere Gruppe bilden Arten, die nur in grösserer Entfernung von den Emittenden wachsen: *Lecanora hagenii* (14), *Physcia dubia* (8), *Catoplaca pyracea* (8), *Candelariella xanthostigma* (6), *Physconia pulverulenta* (6), *Lecanora saligna*, *L. allophana*. Die meisten der aufgefundenen Arten sind zu einer dritten Gruppe zu rechnen,

die die gegenüber den Magnesiumimmissionen empfindlichsten Flechten vereinigt. Sie wachsen nur in grossem Abstand von den Magnesitwerken und sind gewöhnlich auf nur 1–2 Fundorte beschränkt: *Parmelia caperata* (7), *P. sulcata* (6), *Pertusaria amara* (6), *Parmelia saxatilis*, *P. subargentifera*,

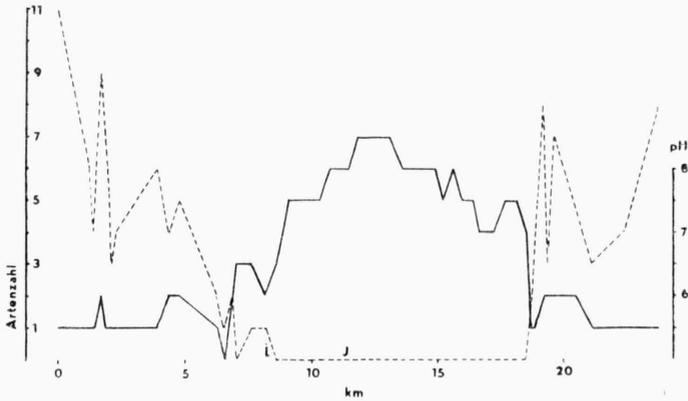


Abb. 1. — pH von Borkenoberflächen (volle Linie) und Artenzahl der epiphytischen Flechten (unterbrochene Linie) am Transekt A im Tal Muránska dolina (Buchstaben L bzw. J — Magnesitwerke Lubeník und Jelšava)

P. fuliginosa, *P. scortea*, *Hypogymnia physodes*, *Pertusaria albescens*, *Lecanora carpinea*, *Lecidea glomerulosa*, *Evernia prunastri*, *Cladonia coniocraea*, *Phlyctis argena*, *Ramalina farinacea*, *Anaptychia ciliaris*.

In der näheren Umgebung der Betriebe fehlen Flechten völlig, auch epipetrische und epigäische Arten, so dass man hier im wahrsten Sinne des Wortes von einer Flechtenwüste reden kann. Die Alkalität der Borkenoberfläche ist hoch. Der höchste, kolorimetrisch festgestellte pH-Wert betrug 8,5. Das flechtenepiphytenfreie Gebiet in der Umgebung beider Emittenden hat, bedingt durch klimatische und orographische Faktoren, eine elliptische Form und ist ca. 4–5 km breit und 10 km lang. Die Bäume in diesem Gebiet haben fast durchwegs eine alkalisch reagierende Borkenoberfläche. Mit zunehmender Entfernung von den Exhalationsquellen sinkt das pH der Borkenoberfläche und gleichzeitig steigt sowohl die Artenzahl der epiphytischen Flechten als auch deren Deckungsgrad. Die Einflüsse der Magnesiumimmissionen äussern sich auch noch in Entfernungen, wo mit den genannten Messmethoden keine erhöhten pH-Werte mehr festgestellt werden können. Dies belegt die sehr schwache Vertretung der dritten Artengruppe, die gewöhnlich nur in grossen Entfernungen von den Magnesitwerken erscheint.

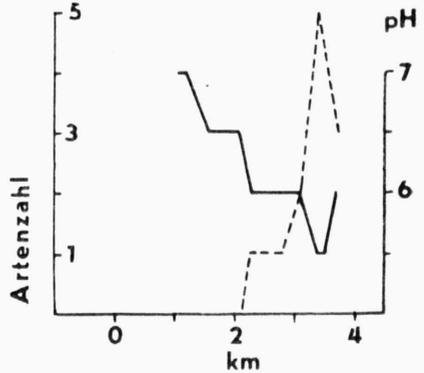


Abb. 2. — pH von Borkenoberflächen (volle Linie) und Artenzahl der epiphytischen Flechten (unterbrochene Linie) am Transekt B (Betrieb Jelšava — Dorf Kopráš)

Diskussion

Es wurde nachgewiesen, dass Magnesiumimmissionen epiphytische Flechten in hohem Masse schädigen und zwar vermutlich unter anderem durch die Erhöhung der Alkalität der Unterlage. Die Bedeutung des pH für die Existenz epiphytischer Flechten betonte z. B. BARKMAN (1958). BORTENSCHLAGER et SCHMIDT (1963 : 21) geben an, dass eine Änderung des pH um zwei bis drei Stufen es den meisten Flechten schon unmöglich macht, die Unterlage überhaupt zu besiedeln.

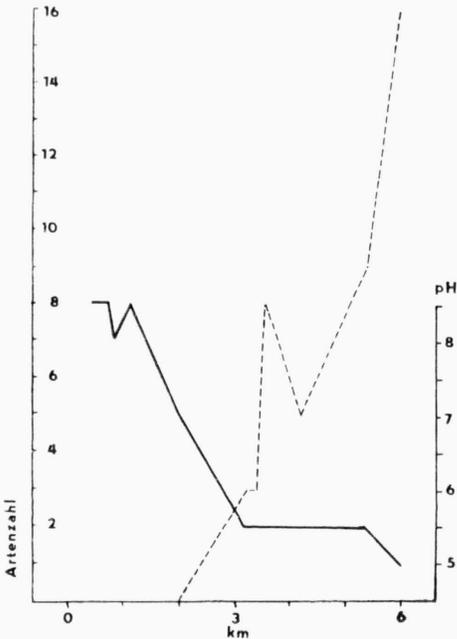


Abb. 3. — pH von Borkenoberflächen (volle Linie) und Artenzahl der epiphytischen Flechten (unterbrochene Linie) am Transsekt C (Betrieb Lubeník — Dorf Siroký Železník)

Die Erhöhung des pH kann aber nicht die einzige Ursache der Empfindlichkeit der Flechten sein. Im Untersuchungsgebiet starben die Flechten auch ab, wenn die Borkenoberfläche neutral bis schwach sauer war. Auch wenn die Borkenoberfläche pH-Werte von 6—6,5 aufwies, stieg die Zahl der Flechtenarten mit zunehmender Entfernung von den Magnesitwerken nur stufenweise an und nur allmählich erhöhte sich ihr Deckungsgrad. Mehrere Arten waren auf die Einflüsse der Magnesiumimmissionen auch in grösseren Abständen von den Emittenden empfindlich. Die Tatsache, dass sie auch dort empfindlich sind, wo die Borkenoberfläche schwach sauer ist (pH 5,5—6), bezeugt, dass wie bei den höheren Pflanzen auch in diesem Fall der Mechanismus der Einwirkung kompliziert sein muss.

Es ist bekannt, dass die kortikolen Flechten die Fähigkeit besitzen, verschiedene Elemente selektiv zu akkumulieren. MIČOVIĆ et STEFANOVIĆ (1961) analysierten die Asche von Eichenborke, ebenso die Asche auf dieser Borke vorkommender Strauchflechten (*Ramalina pollinaria*, *Evernia prunastri*, *Usnea hirta*). Sie stellten fest, dass die Asche der Flechten im Vergleich zu der der Borke mehrmals höhere Mengen von MgO (fast fünfmal mehr), weiter von SiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃, Al₂O₃ enthält. Es ist nicht uninteressant, dass dabei der Gehalt der Flechtenasche an CaO um über die Hälfte niedriger war als in der Borke. Die Anhäufung des MgO ist wahrscheinlich ein weiterer wichtiger

Faktor, der sich auf das Vorkommen der Flechten in der Umgebung der Magnesitwerke im Tal Muránska dolina negativ auswirkt. Die Einwirkung der Immissionen von Magnesitwerken auf die Flechtenvegetation bedarf weitergehender, kausal orientierter Untersuchungen.

Súhrn

V Muránskej doline (juhovýchodné Slovensko) sú dva magnezitové závody (Jelšava, Lubeník) jedinými významnými zdrojmi znečistenia vzduchu. Imisie obsahujúce najmä MgO , $MgCO_3$ zvyšujú alkalitu pôdy, ochudobňujú vegetáciu a v bližšom okolí závodov úplne devastujú krajinu.

Citlivosť lišajníkov voči magnezitovým sploďinám nebola dosiaľ známa. Preto sa na troch transektoch, vedených od zdrojov znečistenia sledovali epifytické lišajníky, rastúce na osamelých stromoch. Zistilo sa, že v širšom okolí závodov vôbec nerastú lišajníky a že iba so zväčšovaním sa vzdialenosti, v závislosti na konfigurácii terénu stúpa tak počet epifytických druhov ako aj kvantita ich výskytu. Citlivosť jednotlivých druhov je rozdielna. Najmenej citlivé druhy boli *Xanthoria parietina*, *X. candelaria*, *Physcia orbicularis* a i. Naproti tomu viaceré druhy (*Ramalina farinacea*, *Anaptychia ciliaris*, *Evernia prunastri*, *Parmelia* sp. div. a i.) sa vyskytovali iba vzácne, väčšinou vo veľkých vzdialenostiach od zdrojov imisíí. Dokázalo sa, že epifytické lišajníky sú značne citlivé na pôsobenie magnezitových exhalátov. Ich účinok spočíva najmä vo zvyšovaní alkality podkladu. Veľmi pravdepodobne citlivosť lišajníkov spôsobuje tiež ich schopnosť akumulovať MgO .

Literatur

- BARKMAN J. J. (1958): Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. — Assen, Netherlands.
- BORTENSCHLAGER S. et H. SCHMIDT (1963): Untersuchung über die epixyle Flechtenvegetation im Grossraum Linz. — Naturk. Jahrbuch Stadt Linz, Stadtmus. Linz 1963 : 19—35.
- GILBERT O. L. (1971): The effect of airborne fluorides on lichens. — Lichenologist, London, 5 : 26—32.
- GRUMMANN V. (1963): Catalogus lichenum Germaniae. — Stuttgart.
- HAJDÚK J. (1965): Vplyv magnezitových exhalovaných sploďín na vegetáciu a pôdu. — Probl. Znečist. Ovzdušia, Bratislava, 1 : 31—39.
- HAWKSWORTH D. L. (1971): Lichens as litmus for air pollution. A historical review. — Inter. J. Environment. Stud., Exeter, 1 : 281—296.
- JAMES P. W. (1973): The effect of air pollutants other than hydrogen fluoride and sulphur dioxide on lichens. — In: FERRY B. W., M. S. BADDELEY et D. L. HAWKSWORTH [ed.]: Air Pollution and Lichens. — London.
- KALETA M. (1970a): Vegetačné pomery v oblasti Jelšavy so zreteľom na imisné podmienky. — Ms. [Kand. Diz. Pr. — Knížnica Úst. Biol. Kraj. SAV Bratislava.]
- (1970b): Súčasné a predpokladané vegetačné pomery v oblasti magnezitového závodu pri Jelšave. — Probl. Znečist. Ovzdušia, Bratislava, 2 : 135—143.
- MICOVIĆ V. M. et V. D. STEFANOVIĆ (1961): Studies on the chemical composition of Yugoslav lichens. I. Parallel studies on the chemical composition of the ash of some Yugoslav lichens and the ash of oak bark. — Bull. Acad. Serbe Sci. Arts, Cl. Sci. Math. et Natur., Beograd, 8/26 : 113—117.
- POELT J. (1969): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. — Lehre.
- SKYE E. (1968): Lichens and air pollution. — Acta Phytogeogr. Suecica, Uppsala, 52 : 1—123.
- VESECKÝ A. et al. (1958): Atlas podnebí Československé republiky. — Praha.
- ZELEŇÁKOVÁ E., J. HAJDÚK et Z. HOLUB (1966): Obsah horčíka a iných prvkov v rastlinách (*Agropyrum repens* P. Beauv., *Secale cereale* L., *Triticum aestivum* L.) ovplyvnených magnezitovými sploďinami. — Biológia, Bratislava, 21 : 365—374.

Eingegangen am 16. November 1973
Recenzent: Z. Černožorský