

Carinthia II	180./100. Jahrgang	S. 181–188	Klagenfurt 1990
--------------	--------------------	------------	-----------------

Von Thomas PEER

Mit 5 Abbildungen

(Vortrag anlässlich der Herbsttagung der Fachgruppe Botanik
des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten
am 18. November 1989 in Klagenfurt)

In der Europäischen Bodencharta 1972 wird der Boden aufgrund seiner vielfältigen Funktionen im Naturhaushalt als einer der wertvollsten, begrenzten Güter der Menschheit bezeichnet:

- Der Boden ist die Grundlage für die Landwirtschaft, von deren Produkten wir uns ernähren.
- Der Wald, einer unserer wichtigsten Energieträger, Klimaregulator und CO₂-Binder, ist auf den Boden angewiesen.
- Ein gesunder Boden sichert uns durch seine Filter- und Speicherkapazität sauberes Quellwasser und sorgt für eine dosierte Wassernachlieferung.
- Der Boden beherbergt Milliarden von Organismen, die nicht nur die anfallende organische Substanz zersetzen und daraus wertvollen Humus bilden, sondern die auch in der Lage sind, Schadstoffe zu fixieren und umzuwandeln (Tab. 1).

Tab. 1: Mittlere Anzahl bzw. Gewichte der wichtigsten Bodenorganismen
(nach DUNGER, 1971)

In 1 g Boden leben:

- 1 . 10⁶ – 1 . 10⁹ Bakterien
- 30 . 10⁶ – 40 . 10⁶ Strahlenpilze
- 1 . 10⁵ – 4 . 10⁵ Pilze
- 1 . 10⁴ – 1 . 10⁵ Algen

In 1 ha Boden (bis 30 cm Tiefe) sind enthalten:

- 1 – 10 t Bakterien und Strahlenpilze
- 1 – 10 t Pilze und Algen
- 0,1 – 1 t Geißeltiere, Wurzelfüßler und Wimpertiere
- 0,04 – 0,4 t Fadenwürmer, Milben und Springschwänze
- 0,1 – 1 t Schnecken, Asseln, Käfer, Larven usw.
- 0,4 – 4 t Regenwürmer

Die verschiedenen Funktionen des Bodens im Ökosystem sind in Abb. 1 wiedergegeben.

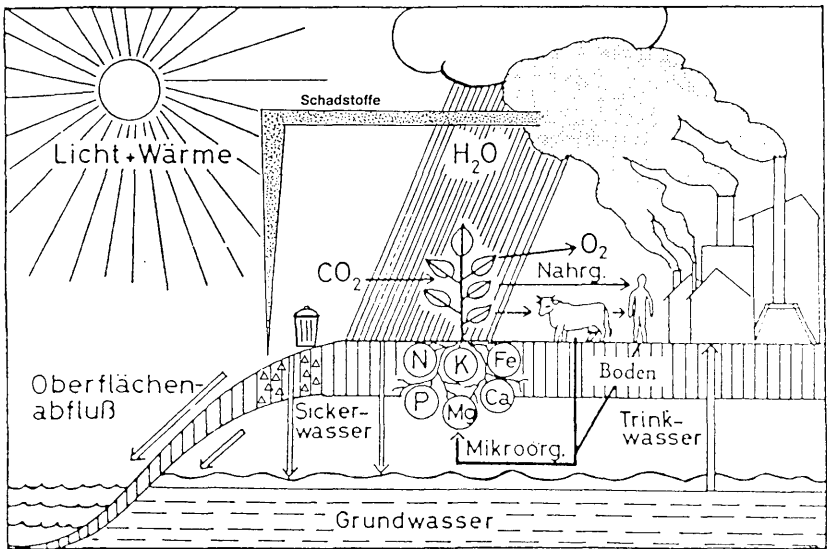


Abb. 1: Stellung und Funktion von Böden und Sedimenten in der Ökosphäre (nach BRUMMER, 1978, verändert).

DIE GEFAHREN FÜR DEN BODEN

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten der Bodenvernichtung:

- Durch Überbauung, Versiegelung, Abbau, Planierung, Erosion oder Deflation ist der Boden in kürzester Zeit tot, degradiert zum Objekt für Bodenspekulanten.
- Durch „schleichende“ Vergiftung, Verseuchung, Versauerung oder Verdichtung baut sich, von der Öffentlichkeit weitgehend unbemerkt, ein Gefährdungspotential auf, wodurch der Boden sukzessive seine Funktionen verliert. Der Boden stirbt langsam.

Beispiel 1: Verbauung

In Salzburg werden jährlich rund 55 Hektar Boden überbaut (in ganz Österreich waren es zwischen 1971 und 1981 rund 38 Hektar pro Tag! KASPEROWSKI, 1985). Zahlreiche Sonderbewilligungen (Wagrein: 123, Abtenau: 97, Saalfelden: 92, jeweils zwischen 1980 und 1986) forcieren die Zersiedelung der Landschaft und schränken die freie Bodenfläche immer mehr ein. Mit dem Siedlungsbau wächst auch das Straßennetz, das 1987 bereits 6250 Hektar (= 0,87% der Landesfläche oder 3,1% des

Dauersiedlungsraumes) bedeckte, um mehrere Kilometer pro Jahr. Rechnet man zur Straßenverbauung noch einen entsprechenden Schmutzstreifen durch Schwermetall- und Salzablagerungen hinzu, so werden je Autobahnkilometer mindestens 4,4 Hektar und je Kilometer Bundes- und Landesstraße 0,9 bis 1,1 Hektar Boden geschädigt (HOFFMANN et al., 1989).

Beispiel 2: Skipistenplanierung (Abb. 2)

Durch die Planierung entsteht ein vollständiger Verlust des Humus und der im Humus gespeicherten Nährstoffe Stickstoff und Phosphor. Die Wasserspeicherkapazität verringert sich von 200 mm auf 40 mm, d. h. 80% des Niederschlagswassers rinnen oberflächlich weg und erhöhen dadurch die Gefahr von Erosionen und Vermurungen.

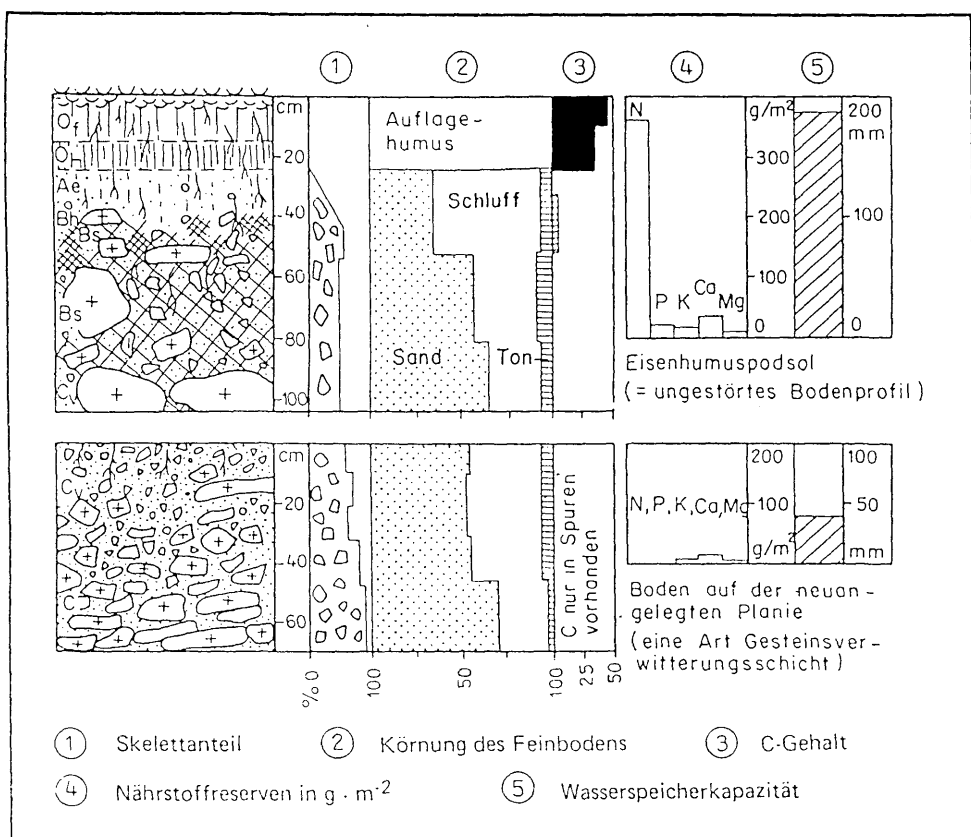


Abb. 2: Bodenzerstörung durch Skipistenbau. Vergleich des natürlichen Bodenprofils mit dem an gleicher Stelle geschaffenen „Boden“ auf der Skipistenplanie (nach MOISMANN, 1986).

Beispiel 3: Bodenversauerung

Aciditätsmessungen in den Böden am Gaisberg und am Hellbrunner Berg belegen eine Versauerung bis zu 2,4 pH-Einheiten in den letzten 50 Jahren (Abb. 3). Durch den hohen Protoneneintrag aus der Atmosphäre sinken die Böden bis in den Aluminium-Pufferbereich ab, es kommt zu Entkopplungen der Ionenkreisläufe, zur Auswaschung der Nährstoffe und zur Al-Freisetzung aus den Tonmineralien und den Hydroxo-Al-Polymeren (Abb. 4). Das starke Wurzelgift Aluminium schädigt nicht nur das Apikalmeristem der Feinwurzeln, sondern auch die Mykorrhiza, wodurch die Versorgungssituation für die Waldbäume zusätzlich verschärft wird (MEYER, 1985; HÜTTERMANN, 1983; ROST-SIEBERT, 1983).

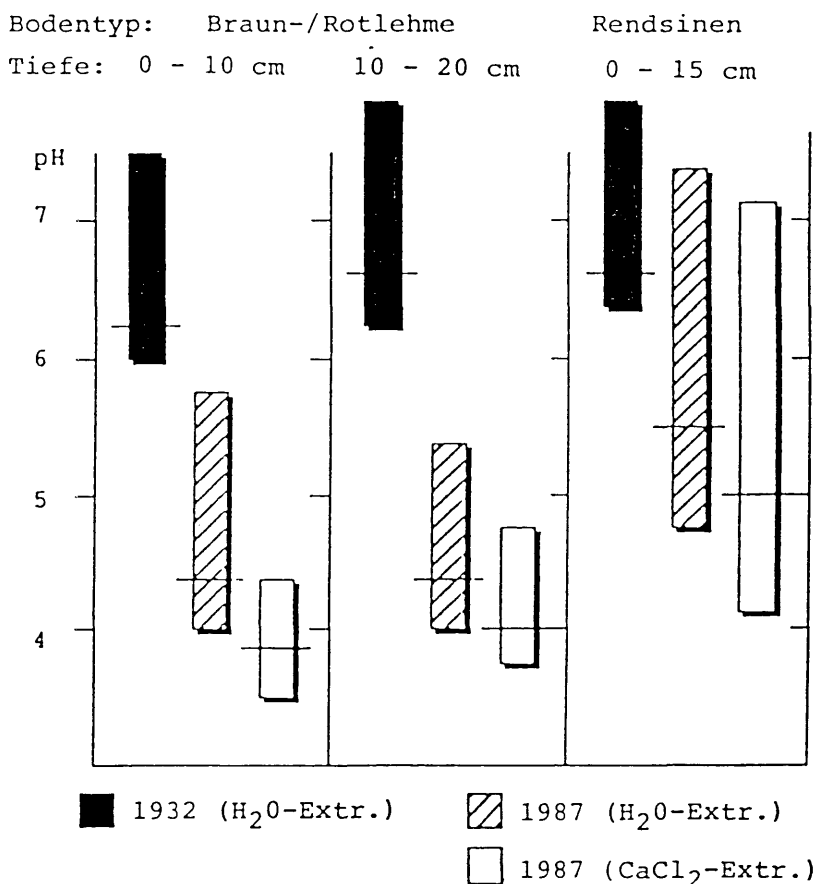


Abb. 3: pH-Werte und Standardabweichungen in Braun-/Rotlehmen (n = 10) und Rendsinen (n = 7) am Gaisberg im Vergleich 1932 und 1987 (PEER, 1988).

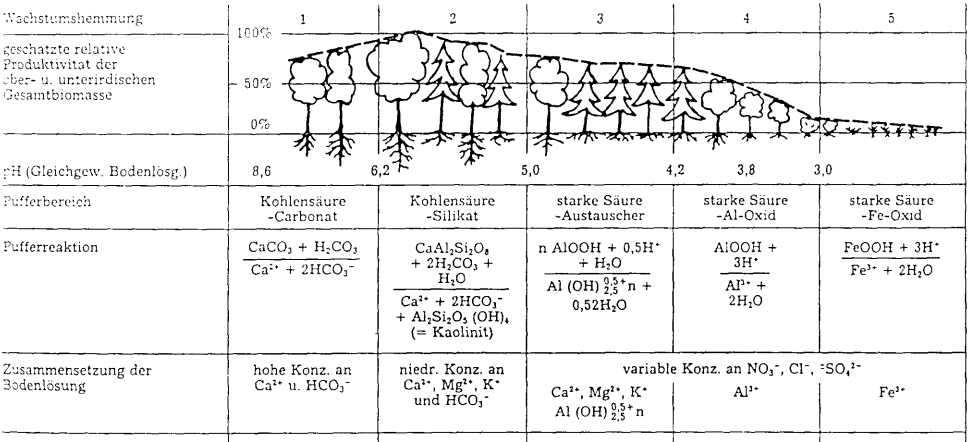


Abb. 4: Bodenchemische Veränderungen durch die Bodenversauerung und die Auswirkungen auf die Produktivität der Pflanzen (nach ULRICH, 1983).

Beispiel 4: Schwermetalle

Tab. 2 gibt eine Übersicht über die mittlere Schwermetallbelastung einiger Regionen in Österreich. Auffallend sind die hohen Blei-, Cadmium- und Zinkwerte in den Almböden des Mosermandl (Radstädter Tauern) und des Stubnerkogels (Gasteiner Tal) sowie die Extremwerte am Plateau des Gaisberges. Während am Mosermandl durch das Entlüftungsbauwerk des Tauerntunnels ein massiver lokaler Emittent vorliegt, wird in den übrigen Werten die Wirkung der Gebirge als Schadstoffsенke, die in den Nord-

Tab. 2: Mittlere Schwermetallgehalte in den Oberböden verschiedener Regionen Österreichs (Quelle: AICHBERGER, 1989; AICHBERGER et al., 1981; PEER, 1988; PEER und TURK, 1989; PEER und RÜCKER, 1989; HUSZ, 1987; KOCHL, 1987; Amt der Tiroler Landesregierung, 1989).

	Blei µg · g ⁻¹	Cadmium µg · g ⁻¹	Kupfer µg · g ⁻¹	Zink µg · g ⁻¹
Salzburger Flachgau	41	0,45	31	95
Mosermandl (2000 m NN)	112	0,79	27	165
Stubnerkogel (1900–2200 m NN)	107	0,74	16	103
Gaisberg-Gipfel (1200 m NN)	245	3,00	17	118
Inntal	146	0,75	38	144
Nordtirol	61	0,62	25	96
Osttirol	32	0,12	21	63
Oberösterreich	27	0,30	19	74
Niederösterreich	20	0,23	22	56
Vorarlberg	31	0,53	23	120

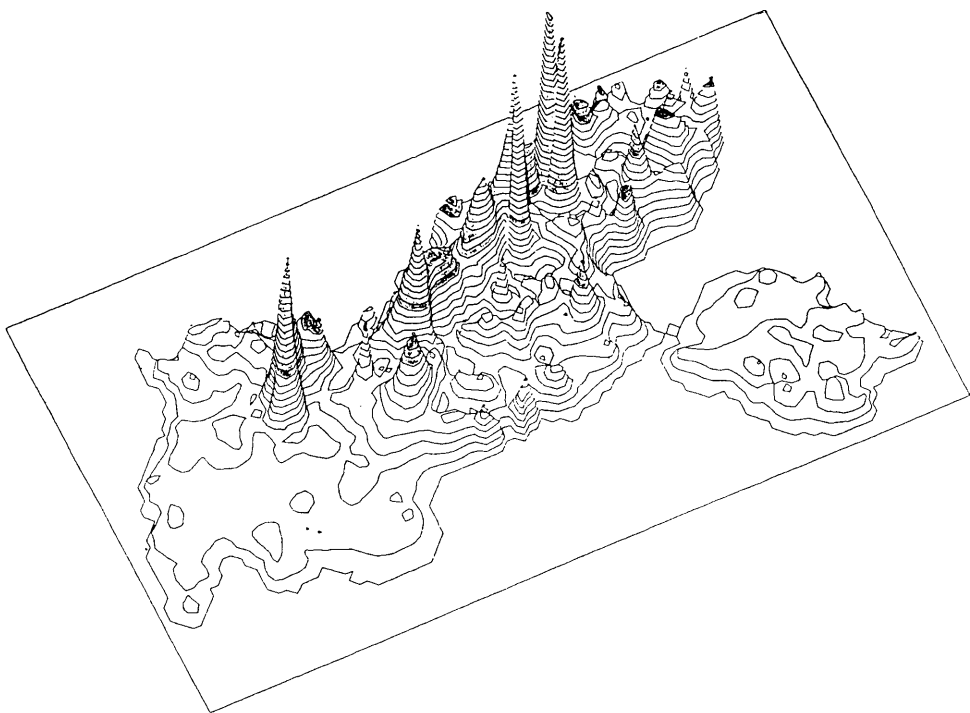


Abb. 5: Blei-Gesamtgehalte der Oberböden Tirols (aus: Bericht über den Zustand der Tiroler Böden, Amt der Tiroler Landesregierung). Die dunklen Flächen entsprechen Bleigegehalten über $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

staulagen besonders ausgeprägt ist, deutlich. Am Gaisberg könnte die „Ionenfalle“ des Radio- und Fernsehsenders den Eintrag zusätzlich verstärkt haben. Als eindrucksvolles Schwermetallband hebt sich das Inntal vom übrigen Tirol ab (Abb. 5).

Als Konsequenz der zunehmenden Schwermetallakkumulation in den Böden reichern sich Schwermetalle in verschiedenen Nahrungsmitteln an. So wurden z. B. in einigen Speisepilzen am Stubnerkogel deutlich höhere Bleikonzentrationen festgestellt als im übrigen Bundesland (RÜCKER und PEER, 1988). Weitere Auswirkungen sind der Rückgang der Mikroorganismen und die Störung der für den biologischen Umsatz notwendigen Enzymsysteme (SAUERBECK, 1982; Umweltbundesamt, 1989).

Beispiel 5: Abfälle/Giftstoffe

Die lange Zeit geübte Praxis, Abfälle zu vergraben, hat im ganzen Land zu einer Unzahl von Deponien geführt (im Bundesland Salzburg gibt es rund 200 „Verdachtsflächen“), die heute z. T. als Altlasten Boden und Grundwasser gefährden. Das Problem sind die persistenten Stoffe (Schwer-

metalle, chlorierte und aromatische Kohlenwasserstoffe), die biologisch nicht abbaubar sind und die sich im Boden anreichern. Ein weiteres Gefährdungspotential liegt in den Pestiziden und in der Bildung von Aktivsubstanzen (Metaboliten) während des Abbaus, wodurch wiederum vor allem die Biozönosen im Boden geschädigt werden (SCHINNER, 1985). Ähnliches gilt für die übermäßige mineralische Düngung und für die Bodenverdichtung im Zusammenhang mit der Benützung von schweren Maschinen oder Viehtritt (BERGER et al., 1985; SAUERBECK, 1985). Noch ein Aspekt: Durch zahlreiche ungenügend abgesicherte und leck gewordene Öltanks sowie „Unfälle“ beim Verladen werden jährlich ca. 5500 t verseuchtes Erdreich – davon 2000 t mit Öl – zur Abfallentsorgungsanlage nach Siggerwiesen „zu Grabe getragen“.

Schlußfolgerungen

Die wenigen Beispiele haben gezeigt, daß durch den vielfältigen Nutzungsanspruch die Bodenökosysteme in hohem Maße bedroht sind. Trotz immer eindringlicher werdender Mahnungen von Bodenfachleuten, fehlen nach wie vor geeignete Instrumente zum Schutz des Bodens. Die bestehenden bzw. zur Zeit diskutierten Verordnungen und Gesetze besitzen zu wenig Verbindlichkeit, als daß dadurch die natürlichen Bodenressourcen auf lange Zeit sichergestellt werden könnten. Statt Minimierung der schädlichen Stoffeinträge werden ständig neue Emissionsherde geschaffen, statt Reduzierung des Landverbrauchs vermehren sich die Wunden in der Landschaft. Ohne eine radikale Änderung der traditionellen Wertmaßstäbe sehe ich vielerorts unsere Lebensgrundlage ernsthaft gefährdet. Anzeichen dafür sind neben geringeren Erträgen in der Land- und Forstwirtschaft vergiftete Nahrung und verseuchtes Trinkwasser, Erosionen, Vermurungen und Überschwemmungen. Die Frage „Stirbt der Boden?“ ist somit auch eine Frage unserer Existenz.

LITERATUR

- Amt der Tiroler Landesregierung (1989): Bericht über den Zustand der Tiroler Böden 1988. Innsbruck, 198 S.
- AICHBERGER, K. (1989): Der Schwermetallgehalt landwirtschaftlich genutzter Böden von Salzburg-Flachgau. Beilage zur ALVA-Exkursion in Salzburg 1989, 3 S.
- AICHBERGER, K., W. BACHLER und H. PICHLER (1981): Schwermetalle in Böden Oberösterreichs und deren Verteilung im Bodenprofil. Landwirtsch. Forschung 38 (Kongreßband 1981), 350–362.
- BERGER, H., W. FOISSNER und H. ADAM (1985): Protozoologische Untersuchungen an Almböden im Gasteiner Tal (Zentralalpen, Österreich). IV. Experimentelle Studien zur Wirkung der Bodenverdichtung auf die Struktur der Testaceen- und Ciliatentaxozönose. Veröff. österr. MaB-Programm 9, Innsbruck, 97–112.
- BRUMMER, G. (1978): Funktion des Bodens im Stoffhaushalt der Ökosphäre. In: OLSCHOWY, G., Natur- und Umweltschutz in der BRD, Hamburg u. Berlin, 111–124.

- DUNGER, W. (1971): Tiere im Boden. In: Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen, Wittenberg.
- HOFFMANN, G., W. SCHOLL und A. TRENKLE (1989): Schadstoffbelastung von Böden durch den Kraftfahrzeugverkehr. *Agrar- und Umweltforschung in Baden-Württemberg* 19, 103 S.
- HUTTERMANN, A. (1983): Auswirkungen „saurer Deposition“ auf die Physiologie des Wurzelraumes von Waldökosystemen. *Allg. Forstz.* 38, 663–664.
- HUSZ, G. (1987): Lebensraum Vorarlberg. Bd. 2: Bodenzustandserhebung Vorarlberg 1986. Am der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz, 1–112.
- KASPEROWSKI, E. (1986): Die Versiegelung Österreichs. In: KATZMANN, W., und H. SCHROM (Hrsg.), *Umweltreport Österreich*, Wien, 110–146.
- KOCHL, A. (1987): Die Belastung der Böden des Marchfeldes mit Schadstoffen. *Bodenschutz und Wasserwirtschaft*, ÖGNU, Errichtungsgesellschaft Marchfeldkanal.
- MEYER, F. (1985): Die Rolle des Wurzelsystems beim Waldsterben. *Der Forst- und Holzwirt* 40, 351–358.
- MOISMANN, T. (1986): Skitourismus und Umweltbelastung im Hochgebirge. *Geographische Rundschau* 6, 303–311.
- PEER, T. (1988): Bodenuntersuchungsprogramm Gaisberg – Erste Ergebnisse. *Wald & Holz-Rundschau* 44, 6–8.
- PEER, T., und R. TÜRK (1989): Auswirkungen von Tunnelentlüftungssystemen auf den Schwermetallgehalt in Böden und Pflanzen am Beispiel der Tauernautobahn. *Ber. der Akademie für Naturschutz und Landschaftsschutz (ANL), Laufen* (in Druck).
- PEER, T., und T. RÜCKER (1989): Schwermetallgehalte in Böden und Pilzen am Stubnerkogel (Gasteinertal, Salzburg). *Ber. der Akademie für Naturschutz und Landschaftsschutz (ANL), Laufen* (in Druck).
- ROST-SIEBERT, K. (1983): Aluminium-Toxizität und Toleranz an Keimpflanzen von Fichte (*Picea abies* Karst.) und Buche (*Fagus sylvatica* L.). *Allg. Forstz.* 38, 686–689.
- RÜCKER, T., und T. PEER (1988): Pilzsoziologische Untersuchungen am Stubnerkogel (Gasteinertal, Salzburg, Österreich) unter Berücksichtigung der Schwermetallsituation. *Nova Hedwigia* 47, 1–38.
- SAURBUCK, D. (1982): Probleme der Bodenfruchtbarkeit in Ballungsräumen. *Mitt. Deutsch. Bodenkundl. Ges.* 33, 179–193.
- (1985): Zustand und Gefährdung der landwirtschaftlich genutzten Böden. *Grünes Forum Alpbach* 8 „Stirbt der Boden?“, Kongreßbericht 1985, Innsbruck, 1–46.
- SCHÜNNER, F. (1985): Der Einfluß von Agrarchemikalien auf das Bodenleben. *Grünes Forum Alpbach* 8 „Stirbt der Boden?“, Kongreßbericht 1985, Innsbruck, 58–85.
- ULRICH, B. (1983): Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einfluß des „sauren Regens“. *Allg. Fortsz.* 38, 670–677.
- Umweltbundesamt (1989): Boden- und Vegetationsuntersuchungen im Bereich der Scheitelstrecke der Tauernautobahn 15, Wien, 126 S.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Thomas PEER, Institut für Botanik, Hellbrunner Straße 34, 5020 Salzburg.