

JÁN KOŠTÁLIK*

**BEITRAG ZUR CHARAKTERISTIK UND STRATIGRAPHIE DER
„TERRA CALCIS-BÖDEN“ IN DER UMGEBUNG VON DREVENÍK
IN DER SLOWAKEI**

(Abb. 1–13)

A b s t r a c t: In the time of Pliocene and interglacials of Pleistocene deep weathered sediments of red colour were formed on travertines of Dreveník. They belong to the group Terra calcis.

The country Dreveník is the unique one as we can observe pedological catene here – terra rossa – terra fusca – mull rendzine, which had been evolved on carbonite sediments.

Separate horizons had been studied mineralogically and micromorphologically by the soil – expert.

Резюме: В плиоцене и интерглациалах плейстоцена в области травертинов Древеника образовывались продукты выветривания красного цвета, относимые к группе terra calcis. Территория Древеника является известной областью почвенной катены (терра росса, терра фуска, мулловыерендзыны), которые образовывались на карбонатных осадках.

В предлагаемой статье автор приводит почвенную, минералогическую и микроморфологическую характеристику данной территории.

Einleitung

Die Böden der Gruppe *Terrae calcis* in den Tschechoslowakischen Karpaten entwickelten sich unter feuchten und warmen subtropischen Klima im Verlauf des Tertiärs und der Interglaziale des Pleistozäns. Es handelt sich um fossile Böden bzw. deren Relikte.

Auf den Gebieten, wo keine anderen paläontologischen Zeugen erhalten blieben, stellen Böden der Klasse *Terrae calcis*pedostratigraphische Horizonte dar, die für die paläogeographische, paläoklimatische, paläopedologische und stratigraphische Erfassung des Pliozäns und Pleistozäns von Bedeutung sind.

Die Lokalität Dreveník bei Spišské Podhradie (Kirchdrauf) ist das einzige Beispiel in der Slowakei, wo wir in der stratigraphischen Abfolge die Bodenbildungen auf Kalksedimenten (Travertinen, vermischt mit Löss) verschiedenen Zeiten trennen und charakterisieren können.

In diesem Beitrag wird eine grundlegende bodenkundliche Charakteristik des studierten Boden-Profil gegeben, ergänzt durch chemische Analysen, Röntgen-Analysen, mikromorphologische Beschreibung von wichtigen Horizonten und elektronenmikroskopischen Aufnahmen.

Die röntgenologischen, mikromorphologischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden im Institut für Bodenkunde der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 1969/1970 durchgeführt, wo Autor als Humboldt-Stipendiat mit dieser Forschungsarbeit beschäftigt war.

* Univ.-Doz. RNDr. J. Koštálik, CSs., Kabinet für Landeskunde bei Lehrstuhl der Geographie Pedagogische Fakultät Prešov, UPJS Košice.

Schrifttum

Die Travertin-Vorkommen von Dreveník in der Zips wurden bereits in der Vergangenheit von Geologen, Botanikern und Archäologen erforscht. Von den geologischen Arbeiten sind erster Linie die Arbeiten von Fr. Něměje (1938, 1944) zu nennen, der auf Grund von paläontologischen Forschungen das pliozäne Alter der Travertine bestimmt hat. Der Charakter und die Genese der Travertine wird auch von L. Iván (1943) und anderen klargestellt.

Mit dem Studium der floristischen Besonderheit der Travertine von Dreveník beschäftigten sich schon F. Haszlinsky (1852), Fr. Něměje (1927), J. Suza (1939) u. a.

Einige eingehendere phytogeographische Analysen der xerothermen Flora der Wiesen- und Torf-Assotsiationen der Zips wurden von J. Smarda (1961) durchgeführt. Für Dreveník nennt der Verfasser vor allem Nerothermophyten und erst dann die präalpinen und dealpinen Arten sowie solche der montanen Waldstufe.

Die Böden der Terra calcis befindet sich in den Tschechoslowakischen Karpaten vorwiegend in den Kalk-Gebieten im Slowakischen Karst, auf dem Muraner Plateau, im Slowakischen Erzgebirge, in der Umgebung von Levice, Nitra und Bojnice sowie auf dem Stratenauer Plateau usw. Diese Böden werden ansführlicher in den Arbeiten von D. Andrusov — K. Borza — E. Martíny — A. Pospíšil (1959), K. Borza — J. Činěura — E. Martíny (1969), J. Kubista — R. Mařásek — L. Rozložník (1953), M. Luknáš (1964) und anderen erwähnt.

Einer speziellen Untersuchung der Böden aus der Klasse Terra calcis in der Lokalität Dreveník widmen sich L. Smolíková — V. Ložek (1962). Terra rossa-Bodenbildungen in Dreveník entstanden Ende des Pliozäns und in warmen Perioden des Alt-Pleistozäns. Sie sind siallitisch-allitischen und allitischen Charakters.

Über die Bodentypen der Terra calcis-Böden in der Slowakei schreiben J. Košťálík — S. Sedláček (1970). Auf Grund von analytischen Angaben setzen sie voraus, dass die Terra rossa-Bodenbildungen eine kolomorphe und brecciose Struktur mit Kaolinit-Gehalt haben. Ihre Entstehung fällt in die Periode Pliozän-Altpleistozän. Die Verfasser unterscheiden zwischen fossiler Terra rossa-Bodenbildung und deren Relikten.

Charakteristik des untersuchten Gebietes

Die Lokalität Dreveník befindet sich im Gebiet von Podhradie, im Becken von Hornád. Tektonisch bildet sie einen Horst. Unter paläogenen Sedimenten (Flysch) befindet sich durch Verwerfungen (Richtung WNW—OSO und NO—SW) in Schollenform zerbrochenes Mezozoikum. Das auf einer Bruchkreuzung auftretende Mineralwasser bildete ein mächtiges Travertin-Kuppensystem. Die Lokalität Dreveník (K. 607) entstanden im Oberpliozän. Nach und nach wurden in nördlicher Richtung jüngere, morphologisch ausgeprägte Kuppen (K. 607 und K. 632) mit der Zipser Burg (Abb. 1) angelegt.

In morphologischer Hinsicht stellt die Travertin-Kuppe Dreveník einen Tafelberg dar, der am Rande durch periglaziale Tätigkeit (Abb. 2) nachgeformt wurde und teilweise verkarstete, so dass Karstformen und eine Fislhöhle, die reich an archäologischen Artefakten aus dem Neolithikum ist, entstanden.

Das Becken von Podhradie als ein inverses Gebilde (420—520 m MHH) stellt in klimatischer Hinsicht einen Übergang zwischen den warmen niedrigen und den kälteren höher gelegenen Becken der Karpaten dar. Entsprechend den Angaben des klimatischen Atlas der ČSSR wurde in den Jahren von 1901—1950 auf der klimatischen Station



Abb. 1. Die Travertinenkomplex mit Zipser Burg. Foto R. Miča.

Spišské Podhradie (436 m MH) die durchschnittliche Juli-Temperatur von 17°C und durchschnittliche Januar-Temperatur von -6.2°C gemessen. In der Vegetationsperiode beträgt die Temperatur 13.7°C . Die hohe Temperaturdifferenz zwischen kältesten und wärmsten Monat von 23.2°C wird durch Winterinversionen verursacht und bedingt einen stark kontinentalen Charakter.

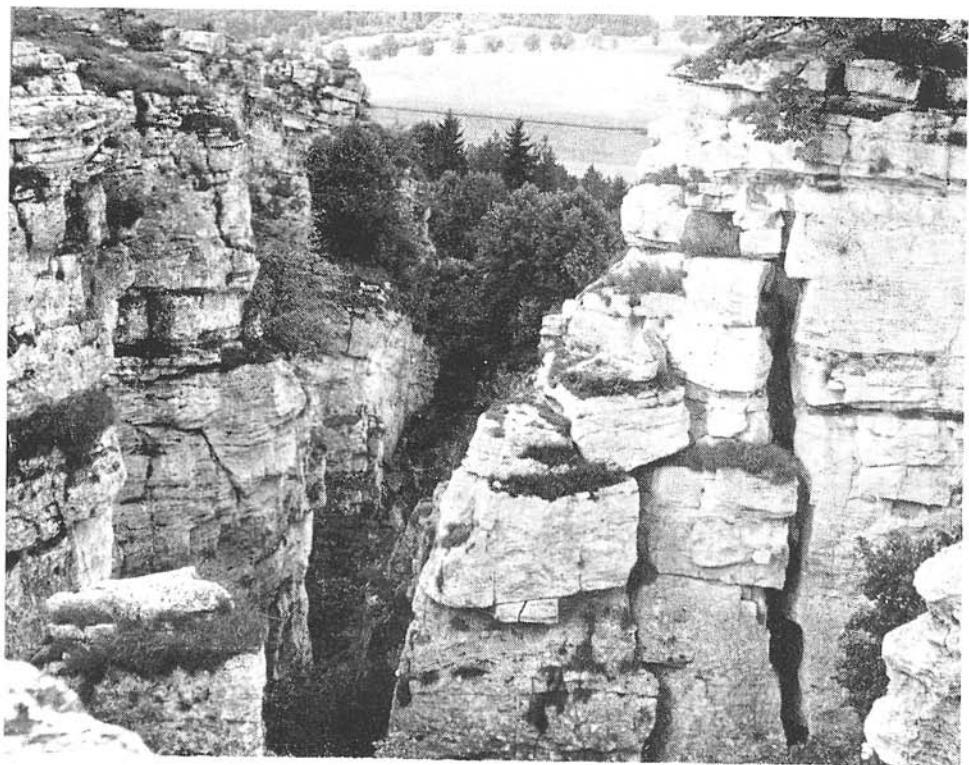


Abb. 2. Foto J. Koštálík.

Der durchschnittliche Niederschlag (klimatische Station Levoča ca. 20 km von Spišské Podhradie entfernt) beträgt im Jahr 599 mm und im Winter 196 mm. Der Winter ist trocken und kalt, der Sommer zeichnet sich durch häufige Niederschläge mit Gewittern aus.

Das Bodengeographische Bild wird erheblich durch den geologischen Aufbau des Beckens beeinflusst. Auf dem paläogenen Flysch-Sedimenten sind sauer Braunerde Übergänge zum Gley und in den Depresionen Gleye verbreitet. Auf den Lösssedimenten befinden sich degradierte Schwarzerde und Pseudogley-Schwarzerde aus Lösssedimenten. Auf den Travertinen befinden sich braunschwarze Mullrendzina, graubraune Mullrendzina aus weichem Sinterkalk, oft mit einer tiefen Profilentwicklung.

Floristisch ist die Lokalität Dreveník ein Naturschutzgebiet, wo dealpine Arten mit pannonischen vermischt sind. Von den bedeutenden Arten kann man *Leontopodium alpinum* nennen.

Auf den Rendzinen befinden sich *Carex humilis*, *Sesleria calcaria*, *Stipa pennata*, *Dianthus carthusianorum*, *Anemone silvestris*, *Pulsatilla slavica*, *Alyssum saxatile*, *Dracoccephalus austriacus*, *Carex pediformis* forme *slovenica*.

Charakteristik des untersuchten Profils

Ort: Dreveník bei Spišské Podhradie

Lage: Westlicher Teil des Travertin-Steinbruches, Höhe 580 m MHHN

Exposition: Westen

Ausgangsgestein: Travertin

Klima: (nach Atlas ČSSR) Bezirk B₄, mäßig warm, mäßig feucht mit kaltem Winter.

Tal, Jahresniederschläge 599 mm Ø, Temperatur: Juli 17.0 °C Ø, Januar -6.2 °C Ø

Kulturart: Pinus silvestris-Wald mit Gras-Vegetation

Bodentyp: Mullrendzina

Darstellung des Profils — Symbole und Tiefe der Horizonte

| | | |
|--------------------|------------|--|
| Ap | 0—27 cm | Farba (nach Munsell) 7.5 YR 5/3, lehmig, humos, kleinbröckeliges Gefüge, viele Wurzeln und Wurmgänge, mit 20–30 % Gehalt an Bruchstücken des Travertins, scharfe Begrenzung zum C-Horizont. |
| C | 27—68 cm | 7.5 YR 7/3, lehmig, 50 % Bruchstücke des Travertins mit Löss gemischt, starke Reaktion mit HCl, scharfe Begrenzung zum fossilen B-Horizont. |
| II Bf | 68—95 cm | 10 R 4—3/4, tonig-lehmig, Polyedergefüge, dichte Konsistenz, 30 % Gehalt an Travertin-Skelett, Reaktion mit HCl, scharfe Begrenzung zum C-Horizont. |
| II C | 95—124 cm | 7.5 YR 7/2, lehmig, polyedrisches Gefüge, 50 % eckiges Travertin-Skelett mit Löss gemischt, Reaktion mit HCl, scharfe Begrenzung zum Bf-Horizont. |
| III Bf | 124—149 cm | 10 R 4/4, lehmig, mitaderförmigen Absätzen von Karbonaten, krümelig-polyedrisches Gefüge mit einigen Bruchstücken von Travertin, steife Konsistenz, Reaktion mit HCl, scharfe Begrenzung zum C-Horizont. |
| III C ₁ | 149—182 cm | 7.5 YR 7/3, tonig-lehmig, schwach polyedrisch-prismatisches Gefüge, steife Konsistenz. |

| | | |
|--------------------|------------|--|
| III C ₂ | 149—182 cm | 2.5 YR 4/6, lehmig, oft braungelb und braunrot gefleckt, polyedrisches Gefüge, 30 % Travertin-Bruchstücke, scharfe Begrenzung zum Bf ₁ -Horizont. |
| IV Bf ₁ | 182—247 cm | 10 YR 4/4, lehmig, polyedrisch-prismatisch steife Konsistenz, undeutliche Begrenzung zum Bf ₂ -Horizont. |
| IV Bf ₂ | 247—340 cm | 10 YR 5/4, Ton, prismatisches Gefüge, steife Konsistenz, karbonathaltig, 30 % Travertin-Bruchstücke, scharfe Begrenzung zum Muttergestein des Travertins. |

Auswertung der analytischen Ergebnisse

Das untersuchte Profil stellt einen heterogenen Komplex dar, der 2 fossile Horizonte enthält, getrennt durch Travertinbildung, die durch Kryoturbation gestört und mit Lösssedimenten vermischt wurden.

Die analytischen Ergebnisse zeigen erhebliche Unterschiede der einzelnen Horizonte, die vor allem in der Kornzusammensetzung, im T-Wert, im Gehalt von Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O und Karbonat, ferner im mikromorphologischen und mineralogischen Charakter der Horizonte zum Ausdruck kommen. (Abb. 3, 4, Tab. 1, 2, 3.)

Der oberste Horizont (Tiefe 0—27 cm) ist das Ergebnis von rezenten pedogenetischen Prozessen. In der Korngrößenzusammensetzung stellt er einen Lehm dar, der auf den mit Lösssedimenten vermischten Travertinablagerungen entstanden ist. Dieser Boden ist karbonathaltig und zeigt alkalische Reaktion. Eine hohe Sorptionskapazität (T-Wert) ist durch die Art der Ton-Minerale und einen erhöhten Gehalt an organischer Substanz bedingt. Es ist der Humus-Horizont einer Mullrendzine.

Der rezenten und die fossilen Böden sind durch morphologisch unterschiedliche Schichten (Tiefen 27—67 cm, 95—124 cm, 149—182 cm) getrennt. Sie zeichnen sich durch einen erhöhten Gehalt der Staub- und sand-Fraktion (0,001—0,05 mm, 0,25—2,00 mm) und durch einen hohen Karbonatgehalt (60,0—35,0 %) aus. Die Schichten enthalten auch etwas Löss-Material, daher halten wir sie eigentlich für Pleistozän. Sie sind in den Glazialen bzw. Stadialen entstanden. Die Prozesse der periglazialen Modelation kommen bei ihnen durch Frostsprengung und Kryoturbation zum Ausdruck.

In der Tiefe von 68—95 cm und 124—

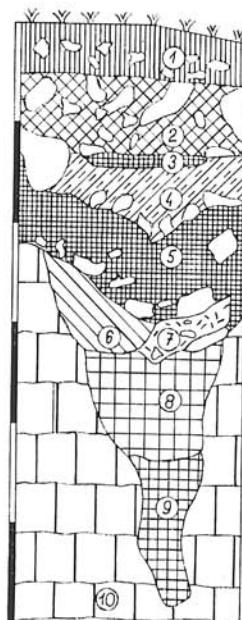


Abb. 3. Darstellung des Profils. 1 — Ap-Horizont, 2 — C-Horizont, 3 — II-Bf-Horizont, 4 — III-C₁-Horizont, 5 — III-Bf-Horizont, 6 — III-C₂-Horizont, 7 — III-C₂-Horizont, 8 — IV-Bf₁-Horizont, 9 — IV-Bf₂-Horizont, 10 — Der Travertin-Komplex.

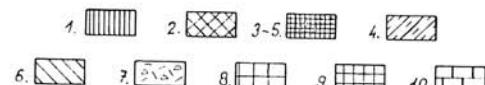


Tabelle 1. Analysergebnisse zur allgemeinen Charakterisierung

| Nr. | Tiefe in cm | Korn-Fraktionen in mm | | | Carbone in % | Humus in % | pH KG | T mval/100 | V % |
|-----|----------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|----------|---------------|--------|
| | | 0,001–0,01 | 0,01–0,05 | 0,05–0,25 | | | | | |
| 1 | 0–27 | 37,5 | 16,1 | 21,4 | 31,7 | 26,0 | 4,8 | 8,5 | 41,0 |
| 2 | 27–68 | 31,8 | 15,0 | 16,8 | 23,4 | 29,5 | 21,3 | 60,0 | 11,2 |
| 3 | 68–95 | 58,4 | 36,4 | 22,0 | 21,6 | 15,5 | 4,5 | 7,5 | 100 |
| 4 | 95–124 | 35,6 | 18,9 | 16,7 | 25,8 | 23,0 | 1,9 | 35,0 | 100 |
| 5 | 124–149 | 61,0 | 41,8 | 19,2 | 21,7 | 15,4 | 2,0 | 0,31 | 37,5 |
| 6 | 149–182 | 49,9 | 19,2 | 30,5 | 32,1 | 15,0 | 3,0 | 0,21 | 21,2 |
| 7 | 182–189 | 39,9 | 25,9 | 16,0 | 22,5 | 19,5 | 18,1 | 0,23 | 100 |
| 8 | 182–274 | 72,7 | 48,8 | 23,9 | 18,3 | 8,5 | 0,5 | 1,0 | 44,2 |
| 9 | 274–370 | 76,6 | 58,2 | 16,6 | 16,7 | 5,9 | 4,8 | 6,5 | 41,0 |

Tabelle 2. Bauschanalyse des Profils (in %)

| Nr. Probe | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Vorlust durch Glähen | TiO ₂ | SO ₃ | P ₂ O ₅ | MnO | K ₂ O | Na ₂ O | FeO | K ₂ | SiO ₂ Al ₂ O ₃ |
|--------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|----------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------|------------------|-------------------|------|----------------|--|
| 1 | 56,50 | 11,11 | 3,65 | 7,50 | 1,02 | 16,35 | 0,75 | 0,17 | 0,19 | 0,37 | 1,68 | 0,84 | 6,35 | 99,93 | 7,23 |
| 2 | 17,95 | 4,59 | 1,35 | 41,06 | 0,20 | 33,68 | 0,29 | 0,06 | 0,08 | 0,23 | 0,34 | 0,26 | 0,47 | 99,99 | 5,62 |
| 3 | 46,11 | 15,09 | 5,09 | 14,01 | 0,92 | 15,96 | 0,77 | 0,09 | 0,11 | 0,39 | 0,36 | 0,26 | 0,25 | 99,99 | 6,30 |
| 4 | 28,86 | 7,59 | 2,69 | 31,66 | 0,20 | 27,12 | 0,51 | 0,06 | 0,11 | 0,33 | 0,64 | 0,26 | 0,29 | 99,76 | 5,78 |
| 5 | 59,10 | 18,63 | 6,92 | 2,83 | 1,22 | 8,31 | 0,96 | 0,06 | 0,14 | 0,66 | 1,20 | 0,26 | 0,18 | 99,90 | 7,99 |
| 6 | 63,25 | 13,07 | 4,80 | 2,27 | 0,92 | 5,85 | 1,09 | 0,06 | 0,11 | 0,39 | 1,54 | 0,62 | 0,15 | 99,87 | 7,30 |
| 7 | 22,86 | 6,95 | 2,69 | 35,68 | 0,71 | 29,57 | 0,35 | 0,05 | 0,09 | 0,42 | 0,40 | 0,20 | 0,25 | 99,97 | 6,52 |
| 8 | 52,69 | 19,06 | 7,50 | 4,96 | 2,55 | 10,11 | 0,83 | 0,07 | 0,12 | 0,34 | 1,46 | 0,26 | 0,26 | 99,93 | 3,77 |
| 9 | 33,82 | 12,33 | 5,19 | 22,96 | 0,81 | 22,73 | 0,58 | 0,08 | 0,14 | 0,36 | 0,74 | 0,24 | 0,33 | 99,98 | 3,69 |

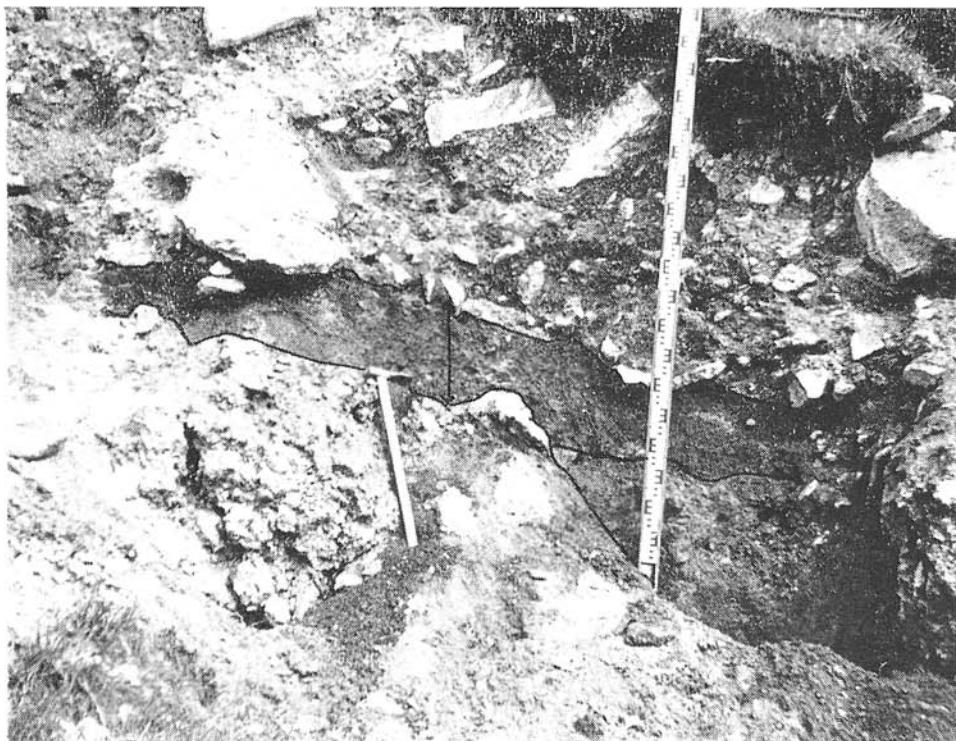


Abb. 4. Teilaussicht des Profils in Dreveník (bei Spišské Podhradie). In der Mitte Terra fusca-Böden. Foto J. Košťálik.

149 cm ist je ein fossiler Bodenhorizont erhalten, der den morphologischen Merkmalen entsprechend einen Komplex darstellt, der unter den periglazialen Verhältnissen verlagert wurde. Diese fossilen Horizonte sind schokolandenbraun bis ziegelrot. Sie zeichnen sich durch einen höheren Tongehalt ($58.4-61.0\%$) aus, sind karbonathaltig ($7.5-2.0\%$), sie haben eine alkalische Reaktion (pH 7.2) mit einem hohen T-Wert (35.2-37.5). Typologisch handelt es sich um Horizonte fossiler Böden vom Typ Terra fusca.

Der tiefere Teil des Profils (182-340 cm) stellt einen andersartigen fossilen Boden dar, der von der Denudation in einer tiefen verkarsteten Travertin-Spalte geschützt ist. Er hat eine schokoladenbraune Farbe. Im Vergleich mit der Terra fusca-Boden ist sein Tongehalt höher ($72.7-74.6\%$), wodurch er sich der Korngrößenzusammensetzung des Tons nähert. Er ist karbonathaltig ($1.0-6.5\%$), schwach humos, von alkalischer Reaktion (pH 7.2-7.3) und hat einen sehr hohen T-Wert (44.2-41.0). Die untersuchten Lagen stellen die Horizonte B und B_f von einem fossilen Boden des Typs Terra rossa dar.

Obwohl die physikalischen Eigenschaften nicht dynamisch, d. h. nicht im Jahres-

Tabelle 3. Ergebnisse von physikalischen Analysen

| Nr. Probe | KS in % Obj. | MKK in % Obj. | RVK in % Gewicht Obj. | RVK in % Gewicht | PO in % GW | PK in % GW | PX in % GW | PS in % GW | Dichte spez. |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| 1 | 55,65 | 6,53 | 40,90 | 4,80 | 33,99 | 3,99 | 64,13 | 33,99 | 15,85 |
| 5 | 67,06 | 37,01 | 39,33 | 32,38 | 36,43 | 29,74 | 55,51 | 36,13 | 2,37 |
| 8 | 63,39 | 34,21 | 39,25 | 30,25 | 36,72 | 28,30 | 52,74 | 36,72 | 2,72 |
| 9 | 67,46 | 36,66 | 41,69 | 32,03 | 37,37 | 30,39 | 52,92 | 39,37 | 2,73 |

Erklärung der Abkürzungen: KS — kapillar sickert, MKK — maximale kapillare Kapazität, RVK — Reduktion Wasser Kapazität, PO — Porosität, PK — Porosität kapillär, PX — Porosität nicht kapillär, PS — Porenfeuchtigkeit.

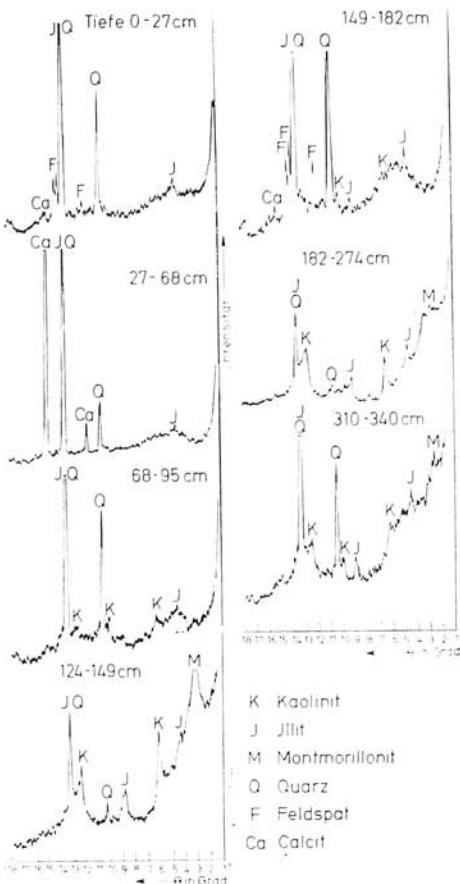


Abb. 5. Die Röntgendiagramme aus einzelnen Horizonten.

ablauf festgestellt wurden, sind Unterschiede zwischen dem rezenten Boden des Typs Mullrendzina und den fossilen Horizonten evident.

Die rezenten Mullrendzina hat infolge des Gehalts von Travertin skelett einen niedrigeren Gehalt von KN, MKK, RVK, ausgedrückt in Gewichtseinheiten. Infolge eines erhöhten Humusgehaltes hat die Mullrendzina einen erhöhten Gehalt von PO (64,4 % und PS (15,85 %). Zwischen den fossilen Horizonten (Terra fusca und Terra rossa) wurden keine wesentlichen Unterschiede festgestellt.

Mineralogische Charakteristik

Die Tonfraktion ($\phi < 0,001$ mm), die den representativen Horizonten entnommen wurde, wurde röntgenologisch und elektronenmikroskopisch untersucht. Die Röntgen-Analysen wurden nach der von Dr. H. Beckmann angewandten Methodik im Institut für Bodenkunde der Fr. W. Universität Bonn, durchgeführt. Die Röntgenaufnahmen erfolgten mit der „Müller Mikro III“ mit Philips-Zahlrohrgoniometer und automatischer Registrierung (Cu-K α -Strahlung). Die Diagramme wurden mit Hilfe der ASTM-Kartei und der Strukturberichte (Structure Reports) ausgewertet.

Das Röntgendiagramm der Fraktion von $< 2 \mu$ ergänzt unsere Erkenntnisse über die Zusammensetzung der Minerale in einzelnen Horizonten (Abb. 5).

Die obersten Horizonte (Tiefe 0–27 cm, 27–68 cm, 68–95 cm) besitzen eine gleichmässig zusammengesetzte Mineralgarnitur von Quarz, Illit, Kalzit und Feldspäten, aber mit zunehmender Tiefe kommen Hydroglimmer und Kaolinit hinzu. Im tieferen Profil (mit Ausnahme der Tiefe von 182–274 cm) erscheinen Reflexe von Chlorit, Montmorillonit, Halloysit und von Fe-Hydroxiden.

Ein ergänzendes Bild von der angeführten Zusammensetzung und der Gestalt der Minerale in den einzelnen Horizonten bringt das elektronenmikroskopische Studium (Abb. 6, 7, 8, 9, 10, Tab. 4).

Tabelle 4. Ergebnisse der elektronenmikroskopischen Untersuchungen

| Horizont | Hauptbestandteile | Nebenbestandteile | Spuren |
|------------|-------------------|-------------------|--------|
| 0–27 cm | I | II, E | H, K |
| 27–68 cm | I, II | Ha, M, K | K, Q |
| 68–95 cm | I, M, II | K, E | Ha, Q |
| 149–182 cm | I, II | K, E | H, Q |
| 274–340 cm | I, M | K, H, E | Ha, Q |

Erklärung der Abkürzungen: E – Eisenmineral, I – Illit, II – Hydroglimmer, Ha – Halloysit, K – Kaolinit, Q – Quarz, M – Montmorillonit.

*Mikromorphologische Beschreibung von ausgewählten Horizonten**Probe Nr. 1, Tiefe 0–27 cm*

Der Humus und Fe-haltige Horizont hat eine dunkelbraune Farbe. Einzelne Mikroaggregate mit Bruchstücken von Mineralen sind durch Humus- und Eisenverbindungen, weniger durch Kalzit zu grösseren unregelmässigen und kugelförmigen Aggregaten locker verbunden. Die Aggregate sind voneinander getrennt.

Humus ist meistens fein, manchmal gröber verteilt. Organische Reste sind reich vertreten.

Im Mineralskelett werden vor allem Quarz, Feldspäte und Kalzit vertreten. Das Bodenplasma ist ausflockig. Optisch ist es nicht orientiert. (Abb. 11.)

Probe Nr. 2, Tiefe 27–68 cm

Der Horizont stellt ein mit Löss vermischt Travertinsubstrat dar. Durch mikromorphologisches Studium wurden sekundäre Formen von Kalzit und von Fe-Mn-Glebule (nach R. Breweier) festgestellt. Das versickernde, kohlensäurehaltige Wasser



Abb. 6. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Terra calcis-Böden von Drevěník, Ap-Horizont, 0–27 cm. Überwiegend Illit, Nebenbestandteile: Hydroglimmer, Eisenmineral, Kaolinit, Quarz. Vergr. 38 000 ×.



Abb. 7. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Terra calcis-Böden, C-Horizont, 27–68 cm. Überwiegend Illit, Hydroglimmer, Nebenbestandteile: Halloysit, Montmorillonit, Kaolinit, Quarz. Vergr. 38 000 ×.

verursacht bei den Travertigen Korrosionen. Der sekundäre Kalzit hat sich kugelförmig abgesetzt. (Abb. 12.)

Probe Nr. 3, Tiefe 68–95 cm

Der B-Horizont hat braun-gelb-rote Farbe. Dunklere Flächen sind durch Fe-Aggregationen verursacht. Vereinzelt haben sich Mikrokonkretionen von einer unregelmäßigen und konzentrischen Form gebildet. Mikroaggregate sind zum Unterschied von den höheren Horizonten von einer höheren Ordnung und werden vor allem durch ein Plasma von Fe- und Tonsubstanz verbunden. Man kann nur vereinzelt durch Kalzit verbundene Anhäufungen von Ton-Plasma nachweisen. An den Porenwänden wurde vereinzelt eine optische Orientierung des Plasmas beobachtet. Es gibt wenige organische Reste. Kalzit ist mikrokristallin in den Poren ist es stark korrodiert, oft liegt es in Kugelform vor. In den Poren findet man vereinzelte Bruchstücke des Fe-Plasmas der Terra fusca-Böden.

Probe Nr. 5, Tiefe 124–149 cm

Dieses tiefer gelegene Terra fusca-Material ähnelt sehr dem vorhergehenden. Die Detailaufnahme stellt das braungelbe Bodenplasma dar. lediglich entlang der Poren kann es vereinzelt zur Anhäufung von Fe-Ton-Plasma kommen. Die Mn- sowie vereinzelt die Fe-Konkretionen bilden Kugelformen (Abb. 13).

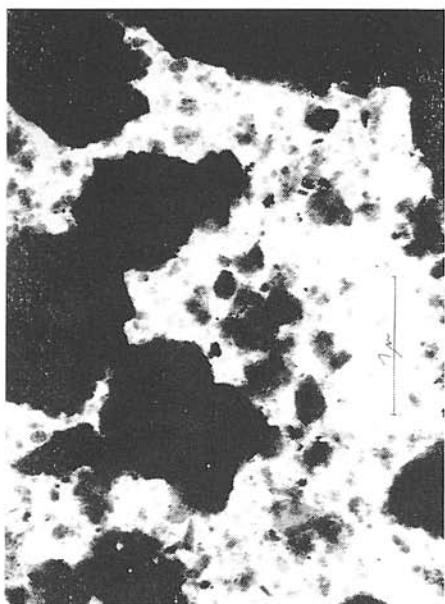


Abb. 8. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Terra calcis-Böden, II Bf-Horizont, 68–95 cm. Überwiegend Illit, Montmorillonit, Hydroglimmer, Nebenbestandteile: Kaolinit, Eisenmineral, Halloysit, Quarz.

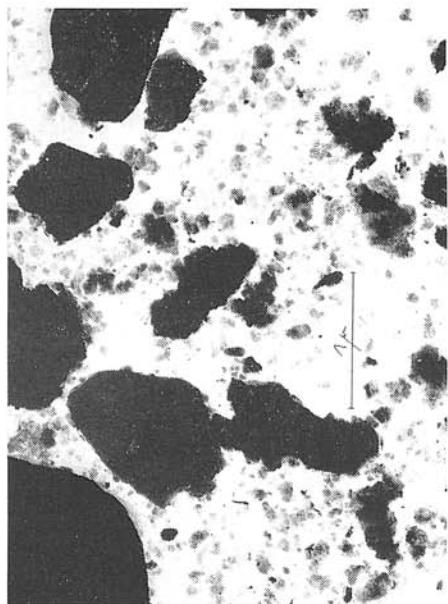


Abb. 9. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Terra calcis-Böden, III C₁-Horizont, 149–182 cm. Überwiegend Illit, Hydroglimmer, Nebenbestandteile: Kaolinit, Hydroglimmer, Eisenmineral, Halloysit, Quarz.

Probe Nr. 8, Tiefe 274–310 cm

Das Material ist infolge des Fe-Gehaltes dunkel-rotbraun gefärbt. Das Bodenplasma entlang der Poren ist optisch orientiert. Vereinzelt bildet es kugelförmige Agglomerationen, die wenigen Poren sind klein, eng und spaltenartig, sie sind sekundär mit Kalzit ausgefüllt. Die wenigen Mn-haltigen Gebilde sind meistens klein und kugelförmig.

Die beschriebene Schicht stellt den B-horizont einer Terra rossa-Bodenbildung dar, die im Oberpliozän entstanden und während des Interglazials Günz/Mindel allmählich stark verändert wurde.

Diskussion der Ergebnisse

Auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung der Lokalität Dreveník bei Spišské Podhradie kann festgestellt werden, das hier die Bodentypen der Terra calcis-Böden autochthon und fossil sind. Sie sind unmittelbar auf den Karbonat-Travertinen entstanden.

Die Bodentypen Terra calcis-Böden entstanden unter sehr warmen mediterranen Klimaverhältnissen, die fast einen subtropischen Charakter aufweisen. Dies zeien Angaben von W. Szafer (1954) der auf Grund von phytopaläontologischen Befunden in Kroszienko bei Czorsztyn in Polen (ca 60 km N von Dreveník) für Ende-Tertiär (Pliozän) folgende klimatische Werte angibt:

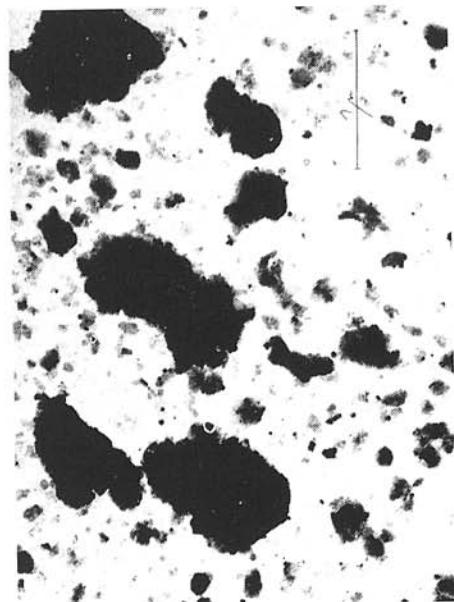


Abb. 10. Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Terra calcis-Böden. IV Bf₂-Horizont, 274–340 cm. Überwiegend Illit, Montmorillonit. Nebenbestandteile: Kaolinit, Hydroglimmer, Eisenmineral, Halloysit, Quarz. Vergr. 38 000 X.

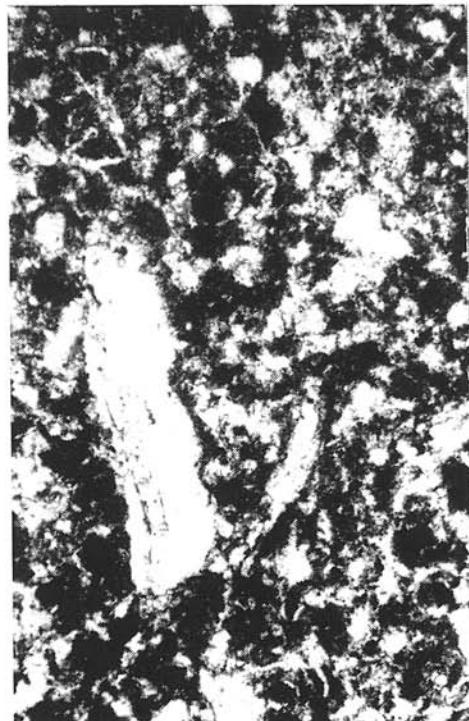


Abb. 11. Humushorizont der rezenten Mullrendzine. Ap-Horizont, 0–27 cm. In der Mitte die organische Reste. Vergrößerung 64 X.
Foto J. Koštálik.

Juli-Temperatur ca. +29 °C (heute +15 °C, +16 °C)

Januar-Temperatur +4 – +5 °C (heute 0 °C)

Jahrestemperatur +17 – +18 °C (heute +6 – +7 °C)

Jahresniederschläge Ø 1500 mm (heute 750 mm).

Im Verlauf des Pleistozäns wechselten warme und kalte Perioden. Diesem Wechsel entsprechen auch die Entwicklung und der Charakter der untersuchten Böden bzw. Bodensedimente.

Aus der Lagerung der Terra rossa-Bodenbildungen und Terra fusca-Böden in der Lokalität Drevnik schliessen wir auf ihre chronologische Bedeutung.

Die Terra rossa-Bodenbildungen entstanden auf dem Travertin des Pliozäns, daher kann sie teilweise syngenetisch sein. Ihre Entwicklung begann bereits im Pliozän und endete in warmen Perioden der Interglaziale im alten bzw. mittleren Pleistozän (Günz/Mindel bzw. Mindel/Riss).

Im oberen Teil der Terra rossa-Bodenbildungen befindet sich Lössmaterial vermischt mit periglazial gestörten Travertin. Diese obere Vermischungszone entstand in kalten Perioden des Pleistozäns (Mindel- bzw. Riss-Glazial). Wir betrachten diesen Bodengemischt mit W. L. Kubiena (1956) als Bodensediment.

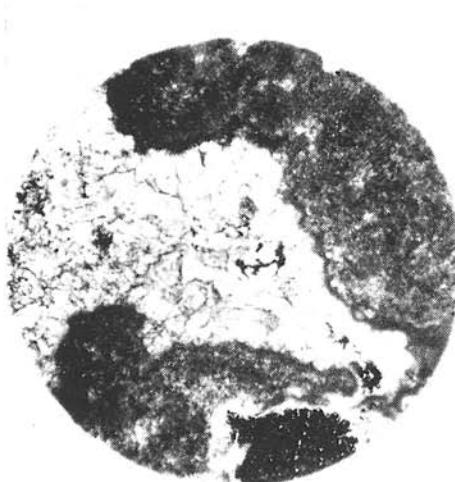


Abb. 12. Korrodierte Travertin-Kerne, C-Horizont, 27–68 cm. Links unten in der Pore Mineral Lublinit in Nadelform. Detailvergrößerung 53 X bei X Nikols, Foto J. Čurák.

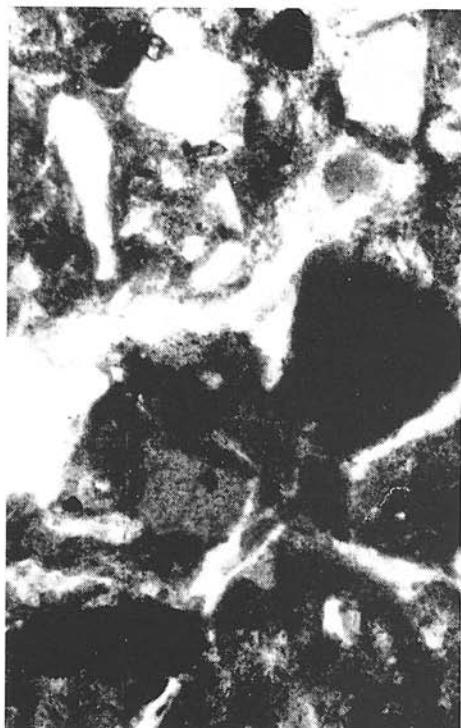


Abb. 13. Detailaufnahme, III Bf-Horizont, 124–149 cm. Vergrößerung 64 X, Foto J. Koštálík.

Ein höherer Horizont stellt einen fossilen braunen Boden dar, den wir für Terra fusca-Böden halten. Er ist in einem warmen Interglazial Mindel Riss bzw. Riss-Würm entstanden. Im folgenden kalten Zeitabschnitt wurden diese Terra fusca-Böden durch Solifluktion erheblich reduziert. Von der rezenten Mullrendzina ist sie durch eine mit Travertinbruchstücken stark vermischt Lössablage abgetrennt.

Auf den Wechsel der klimatischen Bedingungen im Verlauf des Pliozäns (feuchtere Perioden wechselten mit trockeneren) und des Pleistozäns weisen Ergebnisse der mikromorphologischen Untersuchung hin. Wir setzen voraus, dass die Entwicklung von Terra rossa-Bodenbildungen etappenartig verlief.

In der ersten Phase waren Hydrate von Al und Fe meistens vermischt in Form einer feine Suspension, oder in Form einer kolloidalen Lösung. Über die Bildung von Gelen entstanden direkt Kaolin-Mineralen und Oxidhydrate des Eisens.

Eine zweite Phase wird durch Bewegung und Verlagerung in der Bodenmasse gekennzeichnet. Auf den Dünnschliffen kann die horizontale und vertikale Verlagerung beobachtet werden. Es entstand ein breeciöses Gefüge, in welchem Teile der Terra rossa-Bodenbildung gut erkennbar sind.

In der mineralogischen Zusammensetzung wurden keine wesentlichen Unterschiede beobachtet. Das Hauptmineral ist Illit. Mit Zunahmen der Tiefe kommen Hydroglimmer und Montmorillonit vor. Als Nebenminerale wurden Kaolinit, Fe-Oxide und vereinzelt Halloysit festgestellt.

Der Kaolinit im tieferen Profilteil ist stark verwittert und hat pseudohexagonale

Formen. Sein Vorkommen und seine Formen weisen auf die Existenz warmer und feuchter Verhältnisse im Zipser Gebiet im Verlauf der Interglaziale des Pleistozäns hin.

Die untersuchten fossilen Bodenhorizonte stellen lediglich Reste von mächtigen B-Horizonten der Terra rossa-Bodenbildungen und Terra fusca-Boden dar, die unter periglazialen Bedingungen erheblich reduziert wurden.

Zusammenfassung

Dreveník bei Spišské Podhradie ist eine paleopedologische Lokalität in den tschechoslowakischen Karpaten, wo untereinander die Bodentypen Terra rossa-Bodenbildungen, Terra fusca-Böden und Mullrendzina erhalten sind.

Bei *Terra caleis*-Böden sind entstanden in der Zeitspanne vom Oberpliozän bis zum Interglazial Riss/Würm. Sie haben siallitischen Charakter. Sie sind fossil-autochthon.

Das Vorkommen von Terra fusca-Böden in der Lokalität Dreveník ist bisher der nördlichste Punkt in den tschechoslowakischen Karpaten. Ihre Entwicklung unter heutigen klimatischen Verhältnissen ist wenig wahrscheinlich. Aus diesem Grunde sind die Ansichten von J. Werner (1958, 1959) in der Karpaten nicht übertragbar.

Die röntgenologisch und elektronenmikroskopisch vorgenommene Untersuchung der Tonminerale bestätigte auch das Vorkommen von Kaolinit der in den bisherigen Arbeiten (K. Borza — J. Činčura — E. Martíny 1969, E. Müekenhausen 1964 u. a.) für das Pliozän repräsentativ war.

* * *

Der Verfasser möchte auch auf diese Weise seinen Dank für allseitige Hilfe des Prof. Dr. E. Müekenhausen, Direktors des Institut für Bodenkunde der Fr. W. Universität Bonn, aussprechen.

SCHRIFTTUM

- ANDRUSOV, D.—BORZA, K.—MARTÍNY, E.—POSPÍŠIL, A. 1959: O pôvode a dobe vzniku tzv. terra rosy južného a stredného Slovenska. Geol. zbor, Slov. akad. vied (Bratislava), Nr. 1, S. 27—39.
 BORZA, K.—ČINČURA, J.—MARTÍNY, E. 1969: Herkunft der Roterde der südwestlichen Slowakei. Geol. zbor, Slov. akad. vied (Bratislava), 20, Nr. 2, S. 351—359.
 BREWER, R. 1964: Farbic and Mineral analysis of soil. New York-London-Sydney, 367 S.
 FINK, J. 1968: Paläopedologie, Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung. Zeitschrift f. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde 121, Nr. 1, S. 19—33.
 FRENZEL, B. 1967: Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. Braunschweig, 291 S.
 HASZLINSKY, F. 1852: Über den Standort der *Carex pediformis* am Dreveník in der südlichen Zips. Verh. Zool.-bot. Ver. (Wien), 1, 82, S. 109—110.
 IVAN, E. 1943: Výskyty travertínov na Slovensku. Práce Stát. geol. ústavu (Bratislava), 9, S. 1—71.
 KOŠTÁLIK, J. 1967: Paleopedologické a stratigrafické pomery na sprašovom profile Nitra-Cermáň. Geograf. časopis Slov. akad. vied (Bratislava), 19, Nr. 2, S. 327—342.
 KOŠTÁLIK, J.—BEDRNA, Z. 1970: Vývoj pôd od pliocénu po súčasnosť na základe mikromorfologických poznatkov. Vedecké práce Výskum. ústavu pôdoznačenia a výživy rastlín v Bratislave (Bratislava), 5, S. 75—96.
 KOŠTÁLIK, J.—SEDLÁK, S. 1970: Prispievok k poznaniu pôd „terrae caleis“ na východnom Slovensku. Zborník Východoslovenského múzea v Košiciach, Prírodné vedy (in Druck).
 KUBIÉNA, W. L. 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart, 392 S.
 KUBIÉNA, W. L. 1956: Zur Mikromorphologie, Systematik und Entwicklung der rezenten und fossilen Lössböden. Eiszeitalter und Gegenwart (Ühringen/Würt.), 7, S. 101—112.

- KUBIENÁ, W. L. 1956: Zur Methodik der Paläopedologie. *Actes du IV. Congrès International du Quaternaire* (Rome-Pisa), Aout-Septembre 1953 (Roma), S. 297–305.
- KUBIŠTA, J.—MARSCHALKO, R.—ROZLOZSNÍK, L. 1953: Predbežná zpráva o výskytoch červenice v juhoslovenskom kráse. *Geol. zborn. Slov. akad. vied* (Bratislava), 4, Nr. 3–4, S. 869–874.
- LUKNÍŠ, M. 1964: Pozostatky starších povrchov zarovnania v čsl. Karpatoch. *Geogr. časopis Slov. akad. vied* (Bratislava), 16, Nr. 3, S. 289–298.
- MÜCKENHAUSEN, E. 1958: Bildungsbedingungen und Umlagerung der fossilen Böden der Eifel. *Fortschr. Geol. Rheinlands und Westfalens* (Krefeld), Nr. 2, S. 495–502.
- MÜCKENHAUSEN, E. 1964: Elektronenmikroskopische Untersuchung verschiedener Bodentypen. VIIIth Intern. Bodenkundlicher Kongres (Bucharest — Rumänien), S. 197–199.
- NĚMEJC, FR. 1927: Květena čs. travertinů. *Věda přírodní* (Praha), 8, S. 257–273.
- NĚMEJC, FR. 1938: Paleobotanické studie v travertinových sedimentech v oblasti Gánové u Horek u Popradu. *Rozpravy II. tř. Čes. Akademie* (Praha), 47, 18, S. 1–12.
- NĚMEJC, FR. 1944: Výsledky dosavadních výzkumů paleobotanických v quartéru západního dílu karpatského oblouku. *Rozpravy II. tř. Čes. Akademie* (Praha), 53, S. 35–47.
- SMOLÍKOVÁ, L. 1962: Pôdy typu terra rossa na Drevencu. *Sborník Východoslovenského múzea v Košiciach*, B. A. II—III A, 1961—1962, S. 55–65.
- SMOLÍKOVÁ, L.—LOŽEK, V. 1962: Zur Altersfrage der mittteleuropäischen Terraec calcis. Eiszeitsalter und Gegenwart (Uhringen/Würt.), 13, S. 157–177.
- SUZA, J. 1939: Lišejníky Drevenu (Slovensku). *Sbor. Přírodověd. klubu v Brně* (Brno), 21, S. 53–58.
- SÁLY, B.—MIHALÍK, Š. 1970: flórové nerasty v lesných pôdach na Slovensku. *Náuka o zemi, Pedagogica* (Bratislava), 7, 111 S.
- SMARDA, J. 1961: Vegetační poměry Spišské kotliny. Studie travinných porostů. Vydat. Slov. akad. vied (Bratislava), 268 S.
- ZSFAŘER, W. 1954: Plioceńska flora okolic Czorsztyna i jej stosunek do Plejstocenu. *Inst. Geol., Prace* (Warszawa), 11, S. 65–81.
- WERNER, J. 1958: Zur Kenntnis der braunen Karbonatböden (Terra fusca) auf der Schwäbischen Alb. *Arb. Geol. Paläont. Inst. Techn. Hochschule* (Stuttgart), N. F. 16, S. 1–94.
- WERNER, J. 1959: Zur Entstehung der Terra fusca (brauner Karbonatboden) auf der Schwäbischen Alb. *Mitteilungen der Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung* (Stuttgart), 8, S. 43–45.
- WOLDSTEDT, P. 1958: Das Eiszeitalter Grundlinien einer Geologie des Quartärs. Zw. Band Europa, Vorderasien und Nordafrika im Eiszeitalter (Stuttgart), S. 438.
- ATLAS podnebia ČSR. ÚSGK (Praha), 90 S.

Zur Veröffentlichung empfohlen von L. SMOLÍKOVÁ.