

Die Bedeutung der fossilen „terra rossa“-Horizonte für die Stratigraphie und Chronologie des Pleistozäns von Jugoslawien

VON JELENA MARKOVIĆ-MARJANOVIĆ, Belgrad

Mit 3 Profilen, 2 Tabellen und 1 Karte

1. Einleitung
2. Rotlehme, ihre Entstehung und Eigenschaften
3. Zweck der Forschung
4. Frühere Arbeiten am Problem von „terra rossa“ in Jugoslawien
5. Rotlehme als Fossilböden
6. Einige Profile der „begrabenen“ Rotlehme
7. Stratigraphische Stellung der Rotlehme
8. Alter von „terra rossa“ und ihre Bedeutung für die Chronologie des Pleistozäns
9. Zusammenfassung
10. Zusammenfassung in französischer Sprache
Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Die verwickelte Dynamik der pleistozänen Vorgänge auf dem Gebiete des Wiener Beckens wurde begreiflich und zugänglich dank der gemeinsamen Arbeit der früheren und besonders der heutigen Fachleute J. FINK, H. KÜPPER und ihrer Mitarbeiter (Lit. 26, S. 7—157, 25).

In ihren Publikationen erscheint neben dem Terrassenschotter, den Lößlehmen, der morphologischen und faunistischen Dokumentation im Wiener Becken noch ein neues Dokumentationsmaterial. Es sind die Fossilböden, welche die Rolle leitender Schichten spielen.

Unter ihnen zeichnen sich besonders die Rotlehme aus, deren stratigraphische Bedeutung vorherrschend ist, da sie auf das Klima einer Zwischeneiszeit deuten. Auf diese Weise trug das Vorhandensein der Rotlehme, unter anderem auch zu einer „vereinfachten Gliederung des Quartärs im Bereiche der Wiener Pforte“ bei, welche H. KÜPPER unlängst veröffentlichte.

Jugoslawien nimmt eine südlichere Stellung als Österreich ein, darum darf man auch in diesem Lande mit großer Wahrscheinlichkeit mit dem Vorkommen dieser Rotlehme rechnen. Dies erst recht, da bisher in seinen sonst ziemlich verbreiteten Quartärsedimenten fast keine Solifluktuions- oder Kryoturbationerscheinungen beobachtet wurden.

In unserer einheimischen Literatur besteht eine Anzahl von Studien, die sich mit „crvenice“ (-Rotlehm) oder „terra rossa“ befassen; in fast allen diesen aber ist die Rede von den Oberflächenrotlehmen, und zwar ausschließlich von jenen auf Kalkstein, was aus der Übersicht, welche in der vorliegenden Arbeit gegeben wird, leicht zu ersehen ist.

2. Rotlehme, ihre Entstehung und Eigenschaften

„Terra rossa“, Rotlehm oder crvenica ist ein rötlich gefärbter Boden. Es ist ein durch typische Rubifikationsprozesse entstandenes pedogenetisches Erzeugnis.

Trotz vieler Untersuchungen blieben die Rotlehme in systematischer Hinsicht ziemlich ungenügend erforscht. Ihre Genese und Dynamik sowie ihre Physiographie sind, nach der Meinung der Pedologen selbst, die sich mit diesem Problem befassen, nur teilweise untersucht worden (Lit. 5, S. 101).

Neben den typischen, durch Rubifikationsprozesse entstandenen Rotlehmen kommen in der Natur noch atypische vor, deren rote Farbe vom Stammsubstrat (rote Sandsteine) kommt, von der Umlagerung der roten Brocken oder des Staubes, entweder durch Wegspülen (Lößschlamm) oder durch Windwirkung (äolische Rotlehme — Lit. 6) oder, schließlich, können sie auch diluvialen Ursprungs sein.

An dieser Stelle werden nur echte, typische Rotlehme behandelt, welche einen Bodentypus darstellen.

Die meisten Autoren sind der Meinung, daß der obengenannte Bodentypus an eine Kalkstein-Dolomitunterlage gebunden ist, so wie die Bauxite (F. TUČAN, M. GRACANIN — Lit. 5, N. PAVIĆEVIĆ, Lit. 27, u. a.) und daß er unter den Bedingungen des mediterranen Klimas gebildet wurde. Die Bedingungen zu einer Erklärung der Rotlehmgenese sind mediterranes, abwechselnd feucht-trockenes Klima mit heißem Sommer, starke Zerlegung von Oxydresten der Vegetation und Bildung schwach hydratisierter eisenhaltiger Oxyde an trockenen, vorwiegend kalkigen Terrains (Lit. 20, S. 87).

Gegenwärtig sind diese Bedingungen in Jugoslawien nur an der Adriatischen Küste (nördlich bis Split) verwirklicht und dies ist daher das Gebiet der typischen, rezenten, mediterranen Rotlehm-Gegend, in welcher sie noch heute gebildet werden.

Wie jeder andere Bodentypus (Pecherde, Tschernosjem, Gajnjatscha-Braunerde), so hat auch der Rotlehm seine eigenen morphologischen Eigenschaften, vor allem, auffallend rote Farbe, häufig im ganzen Horizont gleich (während man stellenweise auch Unterhorizonte unterscheidet), und dann der CaCO_3 -Gehalt. Durch chemische, mineralogische und granulometrische Analyse gelangt man zu näheren Angaben über seine Entstehungsart und übrige Eigenschaften.

3. Zweck der Forschung

Es muß sofort hervorgehoben werden, daß in Jugoslawien zwei Verbreitungsgebiete des Rotlehms bestehen:

I. Die gegenwärtige Küste des Adriatischen Meeres, welche die klimatischen Bedingungen für heutige, rezente Bildung der Rotlehme verwirklicht;

II. Das Kontinentalgebiet des ganzen Jugoslawien, in welchem Rotlehme des mediterranen Typus zwar verbreitet sind, wo aber Bedingungen für ihre heutige Bildung nicht bestehen; diese Rotlehme sind ebenso typisch, wie jene rezenten an der Adria-Küste, obwohl sie sich jetzt nicht in einem ihrer Bildung entsprechenden Klima befinden.

Das Thema dieser Forschungsarbeit sind die Rotlehme des kontinentalen Teiles unseren Landes. Es ist ganz verständlich, daß dieses zweite Rotlehmgebiet, in welchem diese Bodenarten heutzutage nicht mehr gebildet werden und wo sie einen Reliktencharakter haben, die Aufmerksamkeit der Geologen erregt.

Ihre Erscheinungsart, ihre absolute Höhe und stratigraphische Stellung beweisen, daß sie die Produkte der geologischen Vergangenheit sind und als solche müssen sie auch behandelt werden. Ihre pedologische Variabilität und übrigen Eigenschaften dieser Art werden an dieser Stelle nicht erörtert.

Die meisten Rotlehme unseres Kontinentalgebietes sind Erzeugnisse der jüngsten geologischen Geschichte — der Quartärzeit. Von der richtigen Erklärung ihrer Genese, ihrer stratigraphischen Stellung und der klimatischen Bedingungen

ihrer Entstehung in der Vergangenheit hängt im bedeutenden Maße die Aufstellung einer vollständigen Relativchronologie des Pleistozäns in Jugoslawien sowie im Wiener Becken ab.

4. Frühere Arbeiten am Problem von „terra rossa“ in Jugoslawien

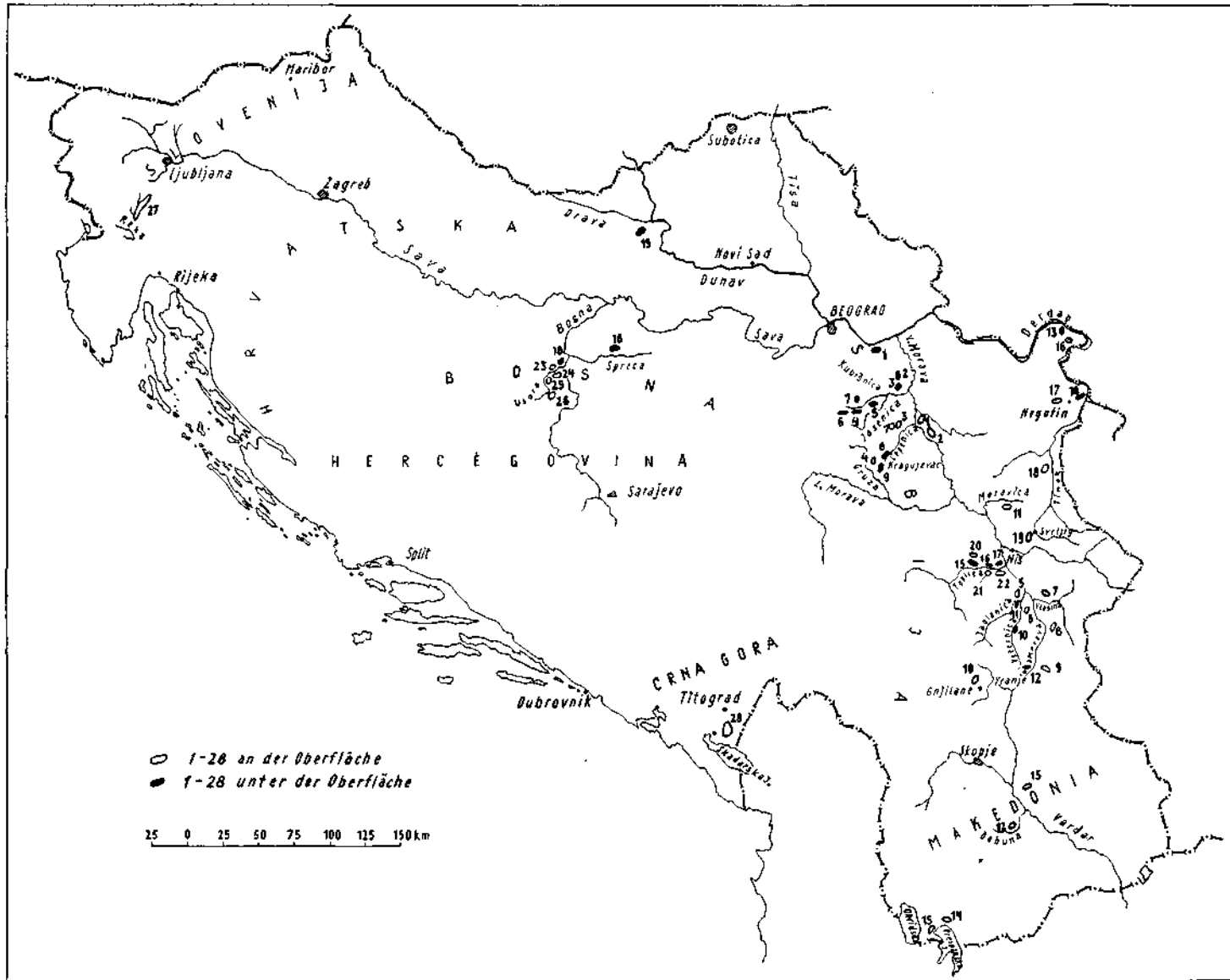
Mit dem Problem der im kontinentalen Teil unseres Landes verbreiteten Rotlehme haben sich bis jetzt nur die Pedologen-Spezialisten befaßt. Die erste beachtenswerte Arbeit dieser Art von D. B. TODOROVIĆ (aus dem Jahre 1930) bezieht sich auf den Talkessel von Skoplje, wo der Verfasser die Entstehung des Rotlehms mit Kalkstein verknüpft, indem er jene als Relikte des mediterranen Klimas betrachtet. A. STEBUT widmet ihnen seine Aufmerksamkeit zuerst im Jahre 1939—40 (Lit. 21) und dann wieder im Jahre 1953 (Lit. 20, S. 83—95), indem er zunächst die Lokalitäten ihrer Verbreitung im Auslande (Italien, Österreich, Tschechoslowakei und Rumänien) und dann die neuen Fundstellen in unserem Lande, wie z. B. Sandzak-Stari Vlah (Slavnić-Sandić), Talkessel von Tetovo (Ing. Stevceviski), Pelagonien, Ohrid und Debar; Trebević bei Sarajewo und Zlatibor (Zivković) aufzählt. Der Verfasser faßt sie als Reliktprodukte des mediterranen Klimas auf, die neben der Kalksteinunterlage auch mit einer Silikatunterlage verbunden sind. In einer Reihe von Publikationen befaßt sich M. GRACANIN bereits seit 1942 mit der Genese der Rotlehme als Boden Kroatiens und hält sie für klimatogene, aber nur mit Kalksteinen und Dolomiten verbundene Böden (Lit. 5, S. 102, Lit. 6, 78). Im Jahre 1952 entdeckten V. NEJGBAUER und VIG den Rotlehm im Gebiet von Metohija auf karbonatfreien neogenen Seesedimenten (Lit. 18, S. 187—232) und bereits 1950 schilderte P. BUKOVAC auf dem Flysch und den Süßwasserkalksteinen in der Herzegowina, die Rotlehme als vorherrschende Böden der Ebene (Lit. 3). Im Jahre 1956 wurden sie von M. KURTAGIĆ und B. PUČIŠ in Ravni Kotari (nördliche Adriaküste) auf den Brekzien und Konglomeraten unbestimmten Alters beobachtet (Lit. 12). 1958 wurden sie in Montenegro von N. PAVIĆEVIĆ (Lit. 27) erforscht. Später hat sie derselbe Verfasser in ihrem östlichsten Auftreten auf der Suva Planina festgestellt (mündliche Mitteilung). Zuletzt entdeckte sie KORUNOVIĆ im Grdelica-Paß (Južna Morava-Tal — Lit. 11).

Außer den erwähnten Publikationen der Pedologie befaßte sich auch B. DIMITRIJEVIĆ mit der Erforschung des Rotlehms auf dem kretazeischen Sandstein von Sumadija, indem er die „begrabenen“ Rotlehme beobachtete, die von früheren Autoren nicht erwähnt wurden (Lit. 9, S. 389—398).

5. Rotlehme als fossile Böden.

Während sich die Rotlehme der Adriatischen Küste im Bereich ihres eigenen klimatischen Entstehens befinden, liegen alle übrigen Rotlehme im kontinentalen Teil des Landes außerhalb der mediterranen klimatischen Bedingungen. Da ihr klimatogener Ursprung von der Mehrheit der Autoren angenommen wurde, ermöglicht die Verbreitung des Rotlehms in unserem Lande die Rekonstruktion des Areals des paleo-mediterranen Klimas in dem Gebiet des gegenwärtig kontinentalen Klimas. Auf diese Weise gelangt man zur Erkenntnis, daß unsere Rotlehme nicht nur Reliktböden — Spuren pedogenetischer Erzeugnisse der Vergangenheit — sondern echte fossile Böden sind, da sie Produkte des mediterranen Klimas aus einem bestimmten geologischen Intervall, das unserem heutigen vor-

Abb. 1. Neue Fundstätten der fossilen Rotlehme in Jugoslawien.



ausging, darstellen. Nach ihrer Erscheinungsform unterscheidet man zwei Arten von Rotlehmen:

I Oberflächenrotlehme, die als land- und forstwirtschaftliche Oberfläche den Gegenstand pedologischer Forschungen bilden und

II „Begrabene“ oder mit jüngeren Sedimenten verknüpfte Rotlehme, welche die Aufmerksamkeit der Geologen erregen.

Beide sind fossil. Erstens, weil sie in keiner genetischen Beziehung zu pedogenetischen Prozessen des gegenwärtigen Klimas stehen, und zweitens, weil die heutige topographische Oberfläche keine richtige stratigraphische Auflagerungsfläche für sie darstellt. Falls die Rotlehme auf dieser vorkommen, sind sie exhumiert, da die Deckschichten erodiert wurden.

Zuerst wird eine Reihe durch eigene Forschungsarbeit entdeckter neuer Rotlehmlokalitäten dargestellt, die im Raume zwischen den Donauufnern im Norden und dem äußersten Süden des Landes (Prespa — Griechische Grenze) sowie zwischen Pivka-Fluß bis zum Timok in der West-Ost-Richtung gelegen sind.

Tab. I. A. Oberflächenrotlehme

Lokalität	Abs. und rel. Höhe	Geologisches Substrat
I. Velika Morava-Tal:		
1. Crkvenac/Friedhof	125 (23) m	kristalline Schiefer
2. Miljkov Manastir (Bach von Selište)	200 (95) m	kristalline Schiefer
II. Lepenica-Tal:		
3. Badnjevac, Žirovnica (Gemarkungen außerhalb des Dorfes)	260 (132) 213 (85) m	kristalline Schiefer, sekundäre Lage
III. Gruža:		
4. Greda Vučkovića	300 (30) m	Kreideflysch
IV. Veternica-Tal:		
5. Weingärten am Hisar	280—300 (48—50) m	Flußschotter
6. Dorf Rudare — Terrassen- abhänge	280 (50) m	Flußschotter
V. Vlasina-Tal:		
7. Vlasotince (Weingärten)	350—360 (100) m 290 (30) m	Eruptivgestein (Tuffstein)
VI. Južna Morava-Tal:		
8. Grdelica-Paß	280 (25) m	kristalline Schiefer
9. Oraovića, Sejanica	510 (250) m	
9. Vranjska Banja/Bad	460—500 (60—100) m	Porphyrgestein
VII. Becken von Gnjilane:		
10. Dorf Kusce/Crveni Breg	620 (110) m	grüne Tertiärmergel
VIII. Sokobanjska Moravica-Tal:		
11. nördliche Berghänge von Ozren Barugdžija)	430—580 (130—290) m	kretazeischer Kalkstein
IX. Babuna-Tal (Vardar):		
12. Bogumili	1000 (100) m	kristalline Schiefer
X. Ovče Polje		
13. Landstraße Veles—Štip	300 m	Neogen
XI. Prespa-Becken:		
14. Crven — 887 — Resan	887 (30—34) m	Neogen (Lit. 15)
15. Oteševo (Galičica)	887 (30—34) m	triassische Kalksteine (Lit. 15)

Lokalität	Abs. und rel. Höhe	Geologisches Substrat
XII. Dunavski Ključ: 16. Kladušnica, Davidovac, Kladovo	60—70 (27—30) m	Flußschotter von Quartär- terrassen
XIII. Timok-Tal: 17. Krajina-Dorf Metriš 18. Grlšte 19. Svrlijig	260 m 200 (20) m 400 (50) m	Neogen Neogen kretazeische Kalksteine
XIV. Toplica-Tal: 20. Pyramide (V. Trnava) 21. Markovo Guvno 22. Dorf Vlahovo	300—400 (105) m 422 (187) m 300—360 (100) m	kristall. Schiefer u. Marmor kristalline Schiefer kristalline Schiefer
XV. Bosna-Tal: 23. Mündung der Usora	190 (45) m	eoäne Kalksteine (Lit. 16)
XVI. Usora-Tal: 24. Jelaha-Becken 25. Teslić-Becken (Vručica) 26. Becken von Kameničko Polje (Lit. 16)	200 (45) m 280 (70) m 280—320 (75) m	eoäne Kalksteine Flußschotter der Usora Paläogen
XVII. Slowenien: 27. Rakek, Postojna, Pivka	609 m	mesozoische Kalksteine (untere Trias und obere Kreide)

Die Rotlehme wurden in 17 verschiedenen Gegenden, und zwar in 27 Lokalitäten gefunden, auf der absoluten Höhe von 125 bis 1000 m und relativen Höhe von 20 bis 187 m gefunden.

6. Einige Profile der „begrabenen“ Rotlehme

In der Schicht 3 dieses Profils wurde ein untypisches Artefakt gefunden. Der 2 m dicke Schotterhorizont selbst stammt aus der letzten Pluvialperiode, welche dem jüngsten Glazial entspricht. Das Ende der Pluvialzeit wurde von dem strengeren Klima einer kalten Steppe begleitet, was die 0,50 m starke, über den Schottern abgelagerte Schicht von Kontinentallöß bestätigt.

Andererseits, dieses Terrassenprofil des Kubršnica-Flusses ist nur einige hundert Meter von der Höhle Velika Risovača entfernt, in welcher eine paläolithische Station entdeckt und erforscht wurde. Der Boden der Höhle selbst liegt im Niveau der Mulde auf der Terrasse, während die Mächtigkeit der Kulturschicht 4,50 m beträgt und Artefakte des Solutrén-Moustérien sowie die entsprechende Säugetierfauna enthält (Lit. 4, S. 10—11).

Da die Kulturschicht des Solutrén-Moustérien in der Höhle sowie das untypische Artefakt aus schwarzem Hornstein im Terrassenschotter dem Würm angehörig, so muß die terra rossa, fast in der Basis der Höhle und in der Terrassengrundlage älter sein. Nach der vertikalen Abfolge der Kulturschicht in der Höhle sowie nach der Schichtung auf der Kubršnik-Terrasse (Mala Risovača) entspricht sie der Riß-Würm Zwischeneiszeit.

In der näheren Umgebung dieser Lokalität, am Fuße der Bukulja-Gebirges in Vrbnički Potok (330 m), welcher in die Kubršnica mündet, wurde eine 10 m starke Schicht des roten, sandig-kiesigen Materials beobachtet mit stark zersetztem Granitkies und unabgerundeten, mit Kies und Löß bedeckten Stein-
stücken. Es fragt sich nun, ob diese Schicht ausgeprägt rubifizierten Flußmaterials

Tab. 2. B. „Begrabene“ Rotlehme

Lokalität	Abs. u. rel. Höhe	Unterlage	Deckschicht	Rotlehmstärke
I. Velika Morava-Tal:				
1. Smederevo (Kluft)	158 (88) m	Flußschotter	3 Löss u. 3 Fossilerden	3,5 m
2. Golobak	157 (70) m	Flußschotter	Löss und Fossilerden	(?)
3. Krnjevo	160 (71) m	bedeckt	Löss und Fossilerden	0,60 m
II. Kubršnica-Tal				
4. Höhle an der Risovača	230 (15) m	Gault-Cenoman Kalksteine	Serie von glazial. und interstad. Höhlenschutt	0,02—0,10 m
5. Mala Risovača-Fluvialterrasse	230 (15) m	Gault-Cenoman Kalksteine	fluvial. Terrassenkiesel, Kontinentallöß und Braunerde	1—2 m
6. Vrbički Bach am Fuß der Bukulja	330 (15) m	unbekannt	Fluvialschotter und un- geformter Löß	10 m—unvoll- endet
7. Eisenbahnstrecke-Lapin	265 (70) m	bedeckt	Flußschotter, Löß, Boden	2 m
III. Lepenica-Tal:				
8. Grošnica-Bahnhof	230 (30) m	unbekannt	schwarze, braune Fossilerde	8 m
9. Goločevo-Studenac	300 (27) m	Flußschotter	Braunerde u. diluv. Löß	1 m
IV. Veternica-Tal:				
10. Čukljenička-Fluß	305 (50) m	Fluvial-schotter	Kontinentallöß	0,60 m
11. Arapovac (Lesk.)	280—300 (48—50) m	Fluvial-schotter	Kontinentallöß	0,50 m
V. Južna Morava-Tal:				
12. Terrassen von Vranje	420 (52) m	fluvial. Terrassenschotter	rötlich-brauner Boden	2—4 m
VI. Dunavski Ključ:				
13. Kladušnica (Progon)	157 (122) m	fluvial. Terrassenschotter der Ključ/Terrasse	2 Löss, Fossilerde und 2 Schotter	6—8 m
VII. Timok-Tal:				
14. Terrasse von Kobišnica (Srbovo)	45—81 (45) m	Flußschotter der Turnterrasse	2 Löss, Fossilerde und 2 Flugsande	2 m
VIII. Toplica-Tal:				
15. Pyramide	300—400 (50—150) m	kristalline Schiefer	dünnere Löß und Grus (diluvial)	0,10 m
16. Prokuplje	266 (30) m	älterer Loß	jüngerer Löß	0,60 m
17. Orljane (Lit. 29)	220 (30) m	Flußschotter	Grus, Fossilerde, Löß	0,05 m
IX. Usora-Tal:				
18. Mündung, Crkvina II (Lit. 16)	175 (30) m	eozyäner Kalkstein	Löß (1,20 m) Humus	0,30 m (Lit. 16)
X. Pannonisches Becken:				
19. Erdutski Breg (Lit. 28)	115 (35) m	Sumpflöß	Sumpflöß	0,60 m

Die Verbreitung der „begrabenen“ Rotlehme, welche in 10 verschiedenen Gegenden an 19 Lokalitäten entdeckt wurden, bestätigt ihren fossilen Ursprung, besonders beweisen dies die Deckschichten.

zeitlich dem Rotlehm unter der Kulturschicht von Moustérien-Solutréen in der Höhle von Velika Risovača entspricht oder älter als diese ist (Mindel-Riß?). Dies vor allem, wegen der großen Mächtigkeit der rubifizierten Horizonte, und weiter auch deswegen, weil der Rotlehm noch einmal stromaufwärts von der Höhle und dem genannten Terrassenprofil, am linken Ufer der Kubršnica

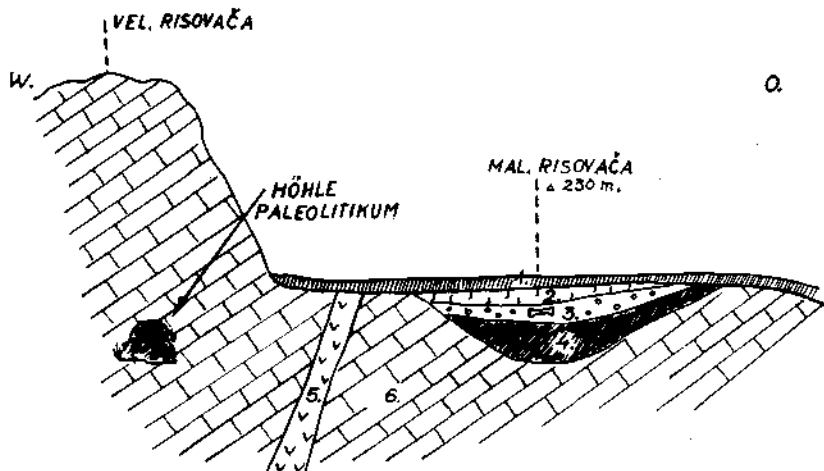


Abb. 2. Längsschnitt von Mala Risovača bei Arandjelovac durch die rechte Terrasse der Kubršnica (Nebenfluß der Velika Morava), 15 m rel. Höhe, Richtung O-W.

Erläuterung: 1. 0,50 m brauner Waldboden. 2. 0,50 m gelber Kontinentallöß. 3. 1,5—2 m große Rundsotter, in einer Mulde abgelagert, unter ihnen ein teilweise bearbeitetes Artefakt aus schwarzem Hornstein und Säugtierknochen. 4. 1—2 m Rotlehm in der Mulde mit erhaltener Lößstruktur. 5. Effusivader (Lamprophyr). 6. Gault-Cenoman-Kalksteine von Mala Risovača (Lit. 1, S. 125—141).

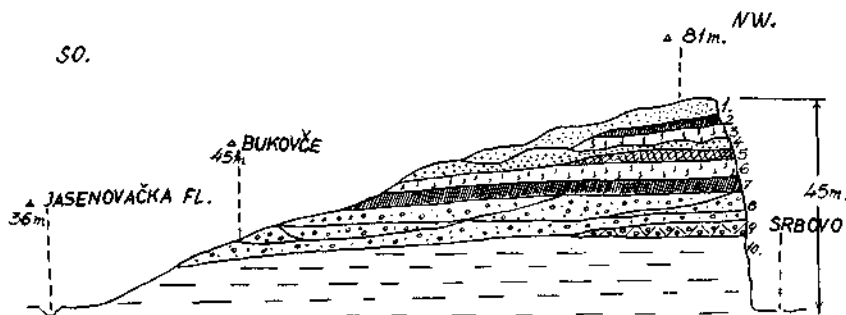


Abb. 3. Querschnitt der Donauterrasse von Kobišnica, 45—81 m abs. (45 m max. rel.) Höhe, Richtung SO-NW, von dem Dorf Bukovča bis Srbovo, unweit der Timok-Mündung in die Donau.

Erläuterung: 1. 2—5 m Flugsand-Dünen. 2. 0,40 m braun-schwarzer Boden mit neolithischer Keramik. 3. 2—4 m gelber I. Kontinentallöß mit weißen CaCO_3 Flecken. 4. 1,40 m loser Flugsand (Dünen). 5. 0,60 m kastanienbraun-rötlicher fossiler Boden. 6. 0,40 m weißer, harter II. Kontinentallöß mit Helix. 7. 2 m roter „ferretto“-Horizont mit erhaltener Lößstruktur. 8. 1 m rubifizierter Schotter (im Bereich des „ferretto“-Horizontes); 2 m bunter Donauschotter (beide kreuzgeschichtet). 9. 1,5 m hartes, graues, stark karbonatisches älteres Konglomerat (bunter Quarzschotter). 10. 5—10 m graue, pontische Tone mit Ockerflecken, welche das Grundwasser trägt (Lit. 22, S. 127—130).

(265 m abs. und 70 m rel. Höhe) erscheint. Er ist diesmal tonhändig, kompakt, 2 m stark und liegt auf höherem Niveau als auf der vorhergehenden Terrasse, und ist mit einer Kieselschicht und gelber, lößartiger Tonerde bedeckt.

Weitere Forschungen werden über das gegenseitige stratigraphische Verhältnis all dieser Rotlehme im Kubršnica-Tal entscheiden.

Das Profil von Kobišnica auf einem Sockel vom Neogen gebildet, ist in Form einer Insel erhalten, während es seiner Höhe und Schichtenfolge nach der pleistozänen Terrassenserie entspricht. Jenes Fragment der Donauterrasse besteht im Grunde aus Fluvialschottern der Riß-Eiszeit (Schicht 8) und wahrscheinlich noch der „älteren“ (Schicht 9), während die 3 m starke „ferretto“-Schicht dem Riß-Würm entspricht. Dies deswegen, weil in ihrer Deckschicht 2 Würm-Löse und 1 Fossilerde erscheinen, und darüber noch zwei angewehrte Schichten eines Flugsandes mit dem schwarzen Boden aus der neolithischen Periode. Die Terrasse von Kobišnica stellt demzufolge ein vollkommenes Äquivalent der von J. Cvijić beschriebenen Turn-Terrasse in der Gegend Dunavski Ključ dar. Sie ist höher als die Turn-Terrasse; das kommt aber von Flugsanddünen und von der Lage der Terrasse selbst (sie liegt stromabwärts).

Die mächtigen „ferretto“-Horizonte wurden schon von J. Cvijić beobachtet und beschrieben (Lit. 24, S. 176—179). Sie bilden auch den Bestandteil der höheren Ključ-Terrasse am Ausgang der Donau aus dem Djerdap-Paß. Nach eigenen Beobachtungen des Verfassers sieht das vollständige Profil dieser Donauterrasse wie folgt aus:

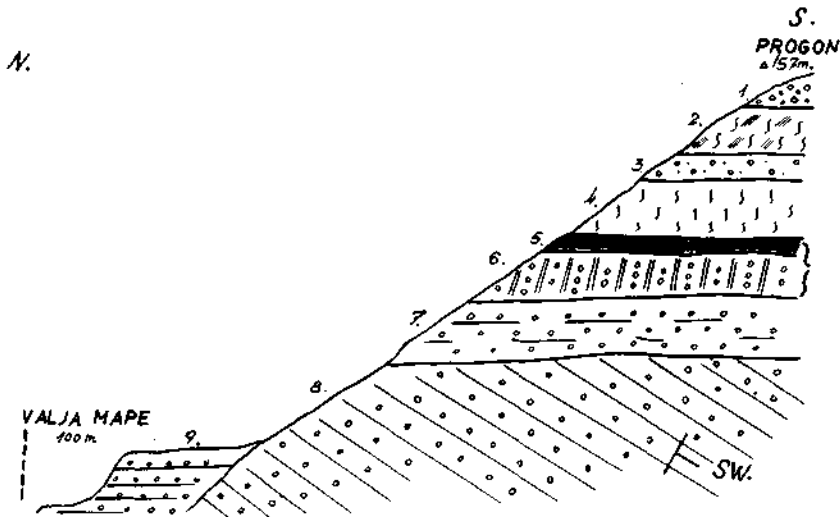


Abb. 4. Querschnitt der Donauterrasse von Ključ in der Nähe des Dorfes Kladušnica (Dunavski Ključ), Richtung N-S.

Erläuterung: 1. 3—4 m Donauschotter (Kalkstein, Eruptivgesteine, ein wenig Quarz — Flußschotterdecke. 2. 2—3 m brauner, unstratifizierter, verwandelter Löß, scharfen Bruchs, mit gelben Ockerflecken, durch Sickerwasser aus der Flußschotterdecke verursacht. 3. 0,10—1 m braun gefärbter Schotter. 4. 8 m gelber Lößoid, mit vertikaler Spaltung. 5. 0,74—1 m stark rote, tonhaltige, reine „terra rossa“ ohne Schotter. 6. 5—6 m stark rotgefärbter Terrassenschotter. Mit der vorhergehenden Schicht 5. bildet sie einen mächtigen „ferretto“-Horizont. 7. 8 m grober, braun gefärbter Donauschotter (Faust- und Eigröße). 8. 20 m sehr große abgerundete Seeschotter; sie werden längs des Baches durch eine bis 50 m mächtige Blautonschicht abgelöst; gegen den Südwesten ungefähr 20° geneigt. 9. 4—5 m niedrige Kiesterrasse von Duboki Potok.

Der Bau der Ključ-Terrasse, die sich 60—65 m über die Donau erhebt, unterscheidet sich von der Kobišnica-Terrasse nicht nur in Bezug auf die Mächtigkeit, sondern auch in Bezug auf die Reihenfolge der Horizonte. Die Stärke des Flußschotter in der Unterlage beträgt 14 m, des „ferretto“-Horizontes 7 m, während die Deckschicht vom Löß nicht nur dick (8 m), sondern auch stark gegliedert ist. All dies deutet auf die besonderen, älteren Sedimentationszyklen, die sich wesentlich und in allen Einzelheiten von jenen am niedrigeren Niveau der Kobišnica-Terrasse unterscheiden. Deshalb gehört die 7 m starke Rotlehmschicht zu einer älteren Zwischeneiszeit und kann daher wahrscheinlich dem großen Mindel-Riß Interglazial zugerechnet werden, während die Flußschotter der Unterlage, allem Anschein nach der Mindel-Eiszeit entsprechen. Außer der bedeutenden Mächtigkeit von „terra rossa“ weist auch die große Höhe der Donauterrasse von Ključ in derselben Richtung.

7. Stratigraphische Stellung der Rotlehme

Aus dem bereits Dargelegten geht mit Klarheit hervor, daß nur die „begrabenen“ Rotlehme, und zwar besonders jene, die mit bestimmten Terrassen-niveaus im Zusammenhang stehen, eine Bedeutung für das Horizontieren und die Stratigraphie haben. Für die Oberflächenlehme, besonders jene in den Hochregionen, außerhalb des Neogens und der Flußgebiete, kann vorläufig eine nur annähernd bestimmte stratigraphische Stellung angegeben werden.

Es hat sich im Laufe der Forschungen herausgestellt, daß über 80% der Rotlehme mit dem Fluvialrelief im Zusammenhang stehen, was aus den Relativhöhen der Lokalitäten sowohl der oberflächlichen als auch der „begrabenen“ Rotlehme ersichtlich ist. Da die obengenannten morphologischen Komplexe — Flußterrassen — einen Bestandteil des pleistozänen Reliefs bilden (sowohl in Bezug auf ihre Höhe als auch in Bezug auf die Sedimentarten), ist es klar, daß die Rotlehme in ihnen zum Quartär gehören müssen. Die Terrassenhöhe, weiter die Reihenfolge der Schichten und die Sedimentarten tragen zur genauen Datierung der Rotlehme bei.

Auf den niedrigen Terrassen der Würm-Eiszeit, mit oder ohne Lößbedeckung, gibt es keine Rotlehme. Dies wohl aus dem Grunde, weil die Rotlehme ein Produkt der Zwischeneiszeiten mit mediterranem Klima sind, welche nach der Würmeiszeit im Kontinentalbereich nicht mehr auftreten. Die Rotlehme können also an allen Punkten des Reliefs oberhalb der Würm-Terrassen vorkommen, sowohl im Fluvial- als auch im Abrasionsrelief und sogar auch auf älteren Formationen am Rande der Talkessel.

Unsere Profile der Flußterrassen beweisen, daß die Rubifikation zweimal im Laufe des Pleistozäns stattgefunden hat: während der beiden Interglaziale (Riß-Würm und Mindel-Riß). Es ergibt sich daraus, daß die mittelhohe Terrasse, die sich unmittelbar oberhalb der Würm-Terrasse erhebt, die niedrigste stratigraphische Stellung des jüngeren — Riß-Würm — Rotlehms darstellt. Desgleichen ist die hohe Schotter-Konglomerat-Terrasse, oberhalb der beiden vorhergehenden, die niedrigste Lage des älteren Mindel-Riß-Rotlehms. Dies aus dem Grunde, weil zur Zeit der Bildung des pleistozänen Rotlehms das tiefere Relief des Riß-Würm-Alters noch nicht gebildet war.

Für die geomorphologischen Züge des Reliefs oberhalb der erwähnten Fluvialniveaus kann die Zeit der Entstehung der Rotlehme nur approximativ und unsicher bestimmt werden, falls die Parallelisierung und die Verknüpfung derselben mit den Fluvialterrassen unmöglich sind.

8. Alter von „terra rossa“ und ihre Bedeutung für die Chronologie des Pleistozäns

Wie bekannt, entsteht bei der Datierung pleistozäner Sedimente und morphologischer Elemente eine Reihe von Schwierigkeiten durch das Nichtvorhandensein der Fauna, die Deformation und die Unterbrechung des Niveaus von Fluviaterrassen. Daher ist das Vorkommen von „ferretto“-Horizonten auf den Fluvialterrassen des Pleistozäns ein zuverlässiger Anhaltspunkt für die Parallelierung. Die Bedeutung dieser roten Horizonte ist sehr groß. Drei geräumige Flußgebiete, denen unsere Flüsse tributär sind, haben eine spezifische hydrographisch-tektonische Geschichte durchgemacht; und wegen dieser Individualitäten ist eine Extrapolation entfernter Gebiete nicht gestattet, so daß man bei der Altersbestimmung auf Schwierigkeiten stößt.

Dank den fossilen Rotlehmen, besonders jenen, die zum Typus der „begrabenen“ Rotlehme gehören, ist es möglich, einen Vergleich zwischen entfernten Gegenden verschiedener Flußgebiete zu ziehen. Dies aus dem Grunde, weil die Rotlehme klimatogene Produkte darstellen, die sich während des Pleistozäns nur 2—3mal bildeten, im Unterschied zu allen übrigen Sedimenten, welche zyklisch abwechselten. Dank diesem klimatogenen Bodentypus, welcher ähnliche Beschaffenheiten im ganzen Staat aufweist, kann man die Verbreitung des mediterranen Klimas während des Interglazials rekonstruieren. Andererseits ermöglicht das Vorkommen von Rotlehm auf einem bestimmten Terrassenniveau, die Fragmente von Terrassenniveaus zu einem Ganzen zusammensetzen und nach diesem zu datieren.

Die roten Horizonte von „terra rossa“ spielen in der Chronologie des Pleistozäns die Rolle einer Art „charakteristischer Fossile“ bzw. „leitender Horizonte“. Im Verband mit den übrigen nötigen Elementen: der absoluten und besonders der relativen Höhe von Terrassen, weiter mit den Sedimenten der Unterlage und der Deckschicht ergänzt, kommt ihre führende Rolle zum vollen Ausdruck.

Im Laufe der Eiszeit hat sich das mediterrane Klima, dessen Äquivalente die Rotlehme darstellen, soweit bis jetzt festgestellt werden konnte, zweimal über unser Land ausgedehnt. Eine Ingression des warmen Klimas von den Mittelmeerküsten breitete sich in das Innere des Festlandes von Jugoslawien während der großen Mindel-Riß-Zwischeneiszeit aus. Aus dieser Periode rühren die älteren Rotlehme her, die sich durch ihre große Mächtigkeit (6—7 m) und die außergewöhnlich rote Farbe auszeichnen, im Zusammenhang mit der langen Dauer dieser Zwischeneiszeit. Dabei sind sie nur auf den höchsten Fluvialterrassen entwickelt. Dieses mediterrane Klima dehnte sich auch über das Po-Tal aus, da die Rotlehme von bedeutender Stärke aus diesem Zeitalter in Norditalien und als Produkte der Mindel-Riß-„ferretto“-Zwischeneiszeit bekannt sind (Lit. 17, S. 34).

Sie kommen auch im Wiener Becken (Rudolfsziegelöfen) auf der rechten hohen Donauterrasse (256 m abs. H., über 90 m rel. H.) vor (Lit. 10; 25, S. 172).

Als ein Nachweis des warmen Klimas während der Mindel-Riß-Zwischeneiszeit in unserem Lande dient der Fund des Hippopotamus pentlandi in der Höhle von Postojna (Lit. 19, S. 60).

Das zweite Eindringen des mediterranen Klimas, diesmal von kürzerer Dauer, fand während der Riß-Würm-Zwischeneiszeit statt. Der Rotlehm aus dieser Periode ist weniger mächtig (2 m) und umfaßt dabei auch die niedrigere, Vorwürm-Terrasse, nicht nur in Jugoslawien, sondern auch im Wiener Becken, wo

sie am linken Donauufer auf der 8 m (174 m) hohen Terrasse — Gänserndorfer Niveau bei Wagram — entwickelt, aber durch Solifluktion deformiert wurde (Lit. 10; Lit. 25, S. 172).

Es ist charakteristisch, daß die von S. BRODAR unternommenen archäologischen Forschungen des Paläolithikums in den Höhlen Sloveniens (Alpengegend) in beträchtlichen absoluten Höhen (Betalov spodnik u. a.) hellrote, fette Tone aufdeckte, oberhalb der dicken Sedimente aus der Riß-Eiszeit (Lit. 2) mit den Resten vom Nashorn (*Dicerorhinus kirchbergensis*) und anderer Fauna, welche auch als zu Riß-Würm gehörend datiert wurden (Lit. 19, S. 61—62).

Die Bedeutung unserer Rotlehme und ihre Fixierung im Pleistozän — ohne dabei die Möglichkeit auszuschließen, daß es auch tertiäre Rotlehme geben könnte — hat auch ein weiteres Interesse unter anderem für die Pedologie. Die Autoren auf diesem Gebiet verknüpfen die Rotlehme, als Reliktböden, ausschließlich mit dem Tertiär (Lit. 20) und indem sie diese mit der uralten Vergangenheit verbinden, übersehen sie, daß die Rotlehme auch Böden der niedrigen posttertiären Gegenden sind, da der pleistozäne Flußschotter am häufigsten ihr Substrat darstellt.

Desgleichen kann die Bestimmung der richtigen stratigraphischen Stellung unserer Rotlehme auch für die Auffassungen der Botaniker-Forstwissenschaftler von Interesse sein. Es ist in diesem Fach bekannt, daß alle Pflanzenrelikte (*Prunus laurocerasis*, *Pallurus aculeatus*, *Trapa natans*) und andere Mittelmeerpflanzen größtenteils mit dem Tertiär verknüpft werden. Im Zusammenhang damit leugnet man das Vorhandensein des Glazials außerhalb der höchsten Gebirgszone, indem man annimmt, daß die erwähnten Relikte noch seit dem Tertiär *in situ* sind. Diese Auffassungen sind unrichtig. Zuerst deswegen, weil die Eiszeit das Bild der Verteilung der Vegetation sogar in den niedrigsten Gegenden änderte, in allen größeren Flußtälern (samt ihren Nebenflüssen), die in Lößsteppen verwandelt wurden. Andererseits deuten die Funde sehr mächtiger Rotlehm-Bodentypen, die während zweier Interglaziale gebildet wurden, auf ein (im Vergleich zum gegenwärtigen) sehr langdauerndes mediterranes Klima in Jugoslawien, so daß die Migration der mediterranen Pflanzenwelt gerade damals überhandnehmen konnte. Demzufolge müssen die aufgezählten Pflanzenrelikte nicht immer tertiär, sondern können im Gegenteil, pleistozän sein. Dies wird auch durch die Evolutionsaktivität der Gattung *Trapa* in Europa und besonders in Jugoslawien (Velika-Morava-Tal) bestätigt, mit den günstigsten Entwicklungsbedingungen gerade während des Interglazials (Lit. 14).

Von günstigen Bedingungen für die Entstehung der Rotlehme zeugen auch geologische Forschungen in Puerto Rico (Südamerika), welche gewisse stratigraphische und topographische Verhältnisse beobachtet haben. Sie machen das relative Alter der Bodentypen klar. Es wurde die Hypothese aufgestellt, daß die Bedingungen für die Laterisierung und die Bildung vieler Rotböden im Pleistozän am günstigsten waren (Lit. 13, S. 329, 337).

9. Zusammenfassung

Auf Grund der Entdeckung von fossilen „terra rossa“-Horizonten kommt man zu folgenden Erkenntnissen:

1. Es wurde festgestellt, daß die Ingressionen des mediterranen Klimas den ganzen Staat umfaßten, von der Adriaküste bis zum Timok, in der OW-Richtung, und vom Pannonischen Becken im Norden bis zum Prespaer-See im

Süden, im Gegensatz zu der von den Pedologen aufgestellten Behauptung, daß die Velika Morava die Ostgrenze dieser Ingressionen bildete und daß die Einflüsse des mediterranen Klimas nicht weiter gegen Osten vordrangen (Lit. 20);

2. daß die Rotlehme nicht nur mit einem Karbonat-Substrat verknüpft sind — wie man behauptete (Lit. 5) — sondern daß diese Meinung bereits in früheren Arbeiten bestritten wurde und daß eine Reihe von neuen Funden (Tabelle II) besonders hervorhebt, daß die Rotlehme auf allen Unterlagen vorkommen, von den Kristallinschiefern über die Eruptivgesteine bis zu den Tertiärtonen und besonders den pleistozänen Terrassenschottern;

3. daß, ähnlich den Donauterrassen des Wiener Beckens, zwei zeitlich verschiedene Horizonte von pleistozänen Rotlehm beobachtet wurden, deren Entstehung der Riß-Würm-Zwischeneiszeit zugeschrieben wird und worüber paläolithische Fundorte (Moustérien und Solutréen) liegen; weiter der älteren (7 m mächtigen) Mindel-Riß-Zwischeneiszeit, mit den ungeformten älteren Lössen in der Deckschicht;

4. daß durch die Fixierung der stratigraphischen Stellung vieler Fundorte von „terra rossa“ im Pleistozän, unsere Rotlehme an erster Stelle als Anhaltspunkte der Quartärgeologie und der -geomorphologie dienen können, wie es übrigens auch in Österreich der Fall ist, und nachher zu künftigen pedologischen und biologischen Forschungsarbeiten führen mögen;

5. daß unsere Terrassen- und Löschronologie, an die Nachbar- und besonders Alpenländer durch das Donautal gebunden, in welchen, wie z. B. in Österreich, die Aufgliederung des Pleistozäns die größten Fortschritte machte, zu einer größeren Sicherheit gelangt und die Möglichkeit einer weiteren Parallelisierung mit den europäischen Lokalitäten gewinnt;

6. daß, zum Schluß, eine komplexe Bearbeitung der Quartärprobleme auf dem Gebiet der verschiedenen Fächer in Jugoslawien und im Auslande, im Ergebnis von der obenaufgestellten stratigraphischen Stellung der Rotlehme abhängt, und zwar nicht nur in unserem Lande, sondern überall, wo sie vorkommen, im Zusammenhang mit der allgemeinen Einteilung der Eiszeit und der Anwendung von Relativchronologie.

10. R é s u m é

Jelena Marković-Marjanović:

L'IMPORTANCE DES COUCHES FOSSILES DE „TERRA ROSSA“ POUR LA STRATIGRAPHIE ET CHRONOLOGIE DU PLEISTOCENE EN YUGOSLAVIE

L'auteur distingue deux espèces de sols rouges: 1. superficiel (Tableau I) et 2. «enseveli», enterré (Tableau II). L'un et l'autre représentent des sols fossiles, vestiges de l'ancien climat méditerranéen dans la région continentale actuelle, formés sur les bases les plus variées (schistes cristallins, roches éruptives, argiles tertiaires, cailloux et sables pléistocènes), épais de 0.10 m à 7 m.

Les couches de «terra rossa» «ensevelies», situées sur les terrasses pléistocènes fluviales, formées de cailloux, dont la hauteur relative d'un côté et la disposition des couches de l'autre, permettent de déterminer la chronologie des sols rouges, ont seules une certaine importance stratigraphique.

C'est une idée généralement adoptée que les sols rouges sont des formations du climat méditerranéen du tertiaire. Cependant, la découverte d'un grand pourcentage de sols rouges sur les terrains bas — terrasses fluviales dont le fondement est composé de sédiments pléistocènes, change de fond en comble la conception qu'on s'était formée de l'époque de leur origine. Ils n'appartiennent pas exclusivement au tertiaire, mais environ 80 p.c. sont d'origine pléistocène et ont été formés chez nous pendant les stades interglaciaires: Riß-Würm et Mindel-Riß.

Les sols rouges de Riß-Würm sont moins épais (2—3 m) — Fig. 2 et 3 — et ont été développés sur les terrasses de moindre hauteur (15—30 m), quelquefois avec des cailloux de Würm (Fig. 1) et quelques autres avec deux couches de loess et deux sols fossiles au-dessus (Fig. 3). Pour la détermination chronologique ce fait est d'une extrême importance, car dans la localité de Risovača près d'Arandjelovac, à cette terra rossa est superposée l'espèce culturelle moustérienne à la faune froide de Würm (Lit. 4).

Les sols rouges de Mindel-Riss sont plus anciens (jusqu'à 7 m d'épaisseur) ce que témoigne le type de cailloux fluviaux de la base (14 m), puis les épais loess transformés déposés au-dessus de ceux-ci (Fig. 4) sur la terrasse du Danube près de Ključ — ainsi que la hauteur considérable même de la terrasse caillouteuse sur le néogène (65 m).

La découverte de terra rossa sur les terrasses fluviales de nos grands fleuves qui se jettent dans trois mers différentes, permettra d'établir la synchronisation géologique des régions éloignées, grâce au type climatogène du sol «terra rossa» qui joue le rôle de couche dominante et par cela même la possibilité de déterminer la date exacte des formations pléistocènes en Yougoslavie est devenue plus grande.

Belgrad, den 1. Juni 1959

Geologisches Institut „J. Žujović“

Literatur

- (1) ANDJELKOVIĆ, M.: Gault-Cenoman (Vraconien) an der Busovača bei Arandjelovac (Šumadija), S. 125—141. *Miszellaneen des Geologischen Instituts „J. Žujović“*, Bd. VIII, Beograd 1955 (Gault-Cenoman [Vraconien] na Risovači kod Arandjelovac [Šumadija], Zbornik radova Geološkog instituta „J. Žujović“).
- (2) BRODAR, S.: Betalov spodmol — eine neue Wohnstätte des eiszeitlichen Menschen. *Proteus* 11, Ljubljana 1941 (Belatov spodmol — ponovno zatočište ledenodobnega človeka. *Proteus* 11).
- (3) BUKOVAC, P.: Beitrag zur Kenntnis des Bodens von Westherzegowina. *Landwirtschaftlich-wissenschaftliche Rundschau*, Zagreb 1950, H. 12 (Prilog poznavanju tla Zapadne Hercegovine. *Poljoprivredno-znanstvena smotra*).
- (4) GAVELA, B.: Risovača — diluvial-paläolithische Fundstätte in der Höhle, Arandjelovac; Zentralserbien im vorgeschichtlichen Zeitalter, Bd. X, *Archäologisches Institut der serbischen Akademie der Wissenschaften*, 1956, Belgrad, S. 10—11 (Risovača — diluvijalno-paleolitsko nalazište u pećini, Arandjelovac; Centralna Srbija u preistorisko doba, *Arheološki institut SAN*).
- (5) GRAČANIN, MIH.: *Pedologie*, III. Teil, Systematik des Bodens. 1951, Zagreb, S. 121—123 (*Pedologija*, III. deo, *Sistematika tla*).
- (6) GRAČANIN, MIH.: Äolische Rotlehme. *Landwirtschaftlich-wissenschaftliche Rundschau*, H. 6, Zagreb (Eolske crvenice. *Poljoprivredno-znanstvena smotra*, sv. 6).
- (7) GRAČANIN, MIH.: Rotlehme. Die Böden Kroatiens. Zagreb, 1942 (Crvenice. *Tla Hrvatske*).
- (8) GRAČANIN, MIH.: Beitrag zur Genese der Rotlehme. I. Sind die Rotlehme der kroatischen Karstgegend Iluvialhorizonte der Waldböden. *Landwirtschaftlich-wissenschaftliche Rundschau*, H. 10/11, Zagreb 1948 (Prilog genezi crvenica. I. Da li su crvenice hrvatskog krša iluvijalni horizonti šumskih tala. *Poljoprivredno-znanstvena smotra*, sb. 1/11).

- (9) DIMITRIJEVIĆ, D. B.: Rotlehme auf dem kretazeischen Sandstein in Šumadija, S. 389—398. Boden und Pflanze, Jahrg. II, Bd. 3, 1953 (Crvenice na kretacejskom peščaru u Šumadiji. Zemljište i biljka, god. II, knj. 3).
- (10) KÜPPER, H.: Ausblick auf das Pleistozän des Raumes von Wien, S. 136—152. Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich, Exkursionen zwischen Salzburg und March. Wien 1955, Vh. GBA, Sh. D.
- (11) KORUNOVIĆ, ING.: Pedologisch-agrochemische Beschaffenheit und Erosionsverhältnisse des Grdelica-Passes und des Talkessels von Vranje — unveröffentlichtes Elaborat des Instituts Pedologie und Agrochemie. Beograd, 1955—1956 (Pedološko-agrohemiske osobine in stanje erozije zemljišta Grdeličke Klisure i Vranjske Kotline — elaborat u rukopisu Instituta za pedologiju in agrohemiju).
- (12) KURTAČIĆ, M. und PUŠIĆ, B.: Landwirtschaftliche Böden und der Karst Norddalmatiens, S. 43—49. Monographien der Gesellschaft für Bodenforschung, Nr. 5, 1956 (Poljoprivredna tla in krš Sjeverne Dalmacije. Posebna izdanja Društva za proučavanje zemljišta).
- (13) CLIFFORD, A. KAVE: Some paleosoils of Puerto Rico. Soil science, Vol. 71, No. 5, 1951, pp. 329—337.
- (14) JANKOVIĆ, MILORAD: *Trapa annosa*, endemische Pflanzenart im Morava-Tal, S. 209—226, Jahrbuch des Biologischen Institutes in Sarajewo, Jahrg. VII, Heft 1—2, 1954, Sarajevo (*Trapa annosa*, endemična vrsta u dolini Morave. Godišnjak Biološkog instituta u Sarajevu).
- (15) MARKOVIĆ-MARJANOVIĆ, J.: Beitrag zur Kenntnis der Sedimente und der Morphologie des Prespaer Beckens, S. 53—84. Miscellaneen des Geologischen Instituts „J. Žujović“, Bd. VIII, 1955, Belgrad (Prilog poznavanju sedimentata in morfologije Prespanskog Basena. Zbornik radova Geološkog instituta „J. Žujović“).
- (16) MARKOVIĆ-MARJANOVIĆ, J.: Sedimente und Tektonik der Fluvialterrassen im Usora-Tal, S. 105—120. Bericht über die Verhandlungen des IV. Kongresses der Geographen der FVR Jugoslawien in Belgrad, 1956, Belgrad (Sedimenti i tektonika fluvijalnih terasa doline Usore. Izveštaj o radu IV. kongresa geografa FNR Jugoslavije u Beogradu, 1956 g.).
- (17) MOSKVIČIN, A. I.: O nižej granice pleistocena po novjim danjim, S. 21—35. Bulletin moskovskogo obščestva Ispitatelej prirodji, Otdel geologičeskij, Tom XXXI, 2, 1956. Izdatelstvo Moskovskogo Univerziteta.
- (18) Dr. NEJGEBAUER, V. und Ing. VIG DJORDJE: Beitrag zur Kenntnis der Böden von Metohija, S. 187—232. Boden und Pflanze, Nr. 2, 1952, Belgrad (Prilog poznavanju zemljišta Metohije. Zemljište i biljka, br. 2).
- (19) RAKOVEC, IVAN: Entwicklung des Pleistozäns in Slowenien, S. 60. Erster jugoslawischer Geologenkongress, Bled 1952 (Razvoj pleistocena na Slovenskem, Prvi jugoslovenski geološki kongres).
- (20) STEBUT, A.: Agropedologie, dritter Teil. Universität von Belgrad, 1953, S. 83—93 (Agropedologija, treći deo. Univerzitar u Beogradu).
- (21) STEBUT, A.: Neueste bodenkundliche Forschungen in Jugoslawien. Annales de la Faculté d'Agronomie de Bucarest (1939—1940).
- (22) STEVANOVIĆ, P.: Das Unterpliozän Serbiens und der benachbarten Gegenden. Monographien des Geologischen Instituts der SAW 2, Belgrad, 1951 (Donji Pliocen Srbije i susednih oblasti, S. 127—130 (Posebna izdanja Geološkog instituta SAN).
- (23) TODOROVIĆ, D. B.: Pedologische Untersuchungen im Talkessel von Skoplje. Zeitschrift der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Skoplje, Bd. X, Heft 4, 1930, Skoplje, S. 260 (Pedološka proučavanja u Skopskoj Kotlini. Glasnik Skopskog naučnog društva).
- (24) CVIJIĆ, J.: Geomorphologie II, 1926, Belgrad, S. 176—179 (Geomorfologija II).
- (25) KÜPPER, H.: Zur Geschichte der Wiener Pforte. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien, Bd. 100, Heft I/II, Wien 1958.
- (26) KÜPPER, H.: Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. Exkursion zwischen Salzburg und March, 1955.
- (27) PAVIĆEVIĆ, N.: Rotlehme von Montenegro und Herzegowina (Zusammenfassung in englischer Sprache). Landwirtschaftliche Fakultät in Zemun, Jahrg. XI, H. 32, 1958, Belgrad (Crvenice Crne Gore i Hercegovine. Poljoprivredni fakultet u Zemunu).
- (28) MARKOVIĆ-MARJANOVIĆ, J.: Stratigraphie und Genese des Erdutski Breg in der Nähe der Draumündung in die Donau. Miscellaneen des Geologischen Instituts „J. Žujović“, Nr. 10, Belgrad 1958 (Stratigrafija i geneza Erdutskog Brega kod ušća Drave u Dunav. Zbornik radova Geološkog instituta „J. Žujović“).
- (29) MARKOVIĆ-MARJANOVIĆ, J.: Pleistozän in der Unteren Toplica. Geographische Zeitschrift, Sarajewo, 1959 (im Druck) — (Pleistocen u Donjoj Toplici. Geografski Glasnik, Sarajevo 1959).