

NADA CUTURIĆ, STEVAN KARAMATA*

DIE BLEIGEHALTE IN TERTIÄREN MAGMATISCHEN GESTEINEN JUGOSLAVIENS¹

(Abb. 1)

Z u s a m m e n f a s s u n g: Alle jüngeren Blei-Zink-Lagerstätten Jugoslaviens sind mit tertiären Eruptivgesteinen genetisch verbunden. Es wurden spektrographisch die Blei-Gehalte in unveränderten, propylitisierten und hydrothermal veränderten Gesteinen aller tertiären Eruptivgesteinsgruppen bestimmt.

Die mittleren Blei-Gehalte einzelner Gruppen betragen: 25 ppm Pb in laramischen Granitoiden, 30 ppm Pb in oligozän–miozänen Granodioriten und Quarzmonzoniten, 23 ppm Pb in oligozän–miozänen Andesito-Daziten, 30 ppm Pb in miozän–pliozänen quarzlatitischen Gesteinen, 18 ppm Pb in pliozän–quartären Andesit-Basalten und Leucitführenden Gesteinen und 10 ppm Pb in, wegen Vergleich untersuchten, oberkretazischen Andesiten des Timok-Eruptivkomplexes.

Es ist wichtig, dass in den propylitisierten und hydrothermal veränderten (ohne Pb-Vererzung) Gesteinen keine Blei-Zufuhr oder Blei-Abfuhr festgestellt wurde.

Die Blei-Gehalte sind in allgemeinen betrachtet von den K-Gehalten abhängig.

Blei ist stark angereichert in den oligozän-bis-pliozänen Eruptivgesteinen, also in denjenigen die genetisch mit den Blei-Vererzungen verbunden sind.

Auf Grund dieser stark erhöhten Blei-Gehalte und der zahlreichen Bleiführenden Mineralisationen, kann man in den Inneren Dinariden und in der serbisch-mazedonischen Masse eine tertiäre geochemische Blei-Provinz ausscheiden.

Alle jüngere, und das bedeutet fast alle Blei-Zink-Lagerstätten Jugoslaviens (z. B. Trepča, Kopaonik, Zletovo, Rudnik, Lece u. s. w.) sind genetisch an tertiäre Magmatite gebunden. Zwischen den tertiären Eruptivgesteinen kann man mehrere Gruppen unterteilen und es ist nicht geklärt mit welcher von diesen Eruptivgesteinsgruppen die Blei-Zink-Lagerstätten genetisch verbunden sind. Deswegen ist es sehr interessant die Pb-Gehalte aller jungen magmatischen Gesteine Jugoslaviens zu untersuchen, und dann versuchen einen Verband zwischen diesen Gehalten und dem genetischen Verband einzelner Gesteinsgruppen mit den Lagerstätten zu ziehen.

In dieser Arbeit werden neben den tertiären Eruptivgesteinen Jugoslaviens auch, wegen Vergleich, in kürzesten Zügen die oberkretazischen vulkanischen Gesteine Ostserbiens behandelt.

Zwischen den Tertiären Eruptivgesteinen Jugoslaviens kann man 1. laramische Granitoide, 2. oligozän-miozäne Granodiorite und Quarzmonzonite, 3. oligozän-miozäne Andesito-Dazite, 4. miozän–pliozäne Quarzlatite und mit denen verbundene Gesteine, 5. pliozän–quartäre Andesit-Basalte, Basalte, Leucit-Basalte und ähnliche Gesteine unterteilen. Die dazitisch-andesitischen und quarzlatitischen und latitischen Gesteine sind teilweise propylitisiert und/oder hydrothermal verändert.

* N. Cuturić, Zavod za geološka i geofizička istraživanja, Beograd, Karadjordjeva 48. Prof. S. Karamata, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, Đušina 7.

¹ Die Untersuchungen für diese Studie wurden am Institut für geologische und geophysische Untersuchungen, Beograd, durchgeführt und das Publizieren dieser Arbeit vom Direktor des Instituts genehmigt.

In Ost-Serbien treten oberkretazische bis laramische Andesite, seltener Latite und monzonitische Intrusivgesteine auf (der Timok-Eruptivkomplex).

Die Haupt eigenschaften einzelner angeführten Gesteinsgruppen sind:

Laramische Granitoide sind längs des Westrand der Vardar-Zone an mehreren Stellen aufgeschlossen. Sie bilden kleinere (Stojakovo) bis grössere (Štip, Lojane) Intrusivkörper. Diese Gesteine sind durch Granite, Monzonit-Granite, seltener auch Syenite, die durch Kalkstein-Assimilation entstanden sind, vertreten.

Mit diesen Gesteinen stehen keine Blei-Zink Vererzungen im genetischen Verband.

Oligozän-miozäne Granodiorite und Quarzmonzonite sind durch die Massive von Boranja, Kopaonik, Kremići, Kosmaj und den noch nicht aufgeschlossenen Massiv von Avala vertreten. In diesen Massiven sind granodioritische (als ältere) und quarzmonzonitische (als jüngere) Varietäte vorhanden. Der Mineralbestand dieser Gesteine ist: Orthoklas, Andesin (das Verhältniss Orthoklas zu Andesin variiert von 1:10 bis 1:1), Hornblende, Biotit und Quarz. Chemismus ist quarzdioritisch, granodioritisch und leukomonzonitisch.

Diese Intrusivgesteine stellen das Tiefenfazies des dazitisch-andesitischen und quarzlatitischen Vulkanismus dar.

Nach den Auffassungen von S. Smejkal (1962) und mehreren anderen Autoren sind diese Intrusivgesteine mit den Blei-Zink Vererzungen in der Vardar-Zone genetisch verbunden.

Das Alter des Granodioritmassivs von Surdulica ist nicht genau festgestellt, aber wahrscheinlich sei es laramisch.

Die dazitisch-andesitischen Gesteine stellen die I. Phase des tertären Vulkanismus der Dinariden und der Serbisch-Mazedonischen Masse dar. Sie wurden grösstenteils im Miozän, teilweise aber auch im Oligozän, subvulkanisch und subaerisch gebildet. Als Einsprenglinge führen sie Andesin (40—50 % An), ± Quarz, Hornblende, Biotit und Pyroxene. Der Chemismus dieser Gesteine ist granodioritisch, selten quarzdioritisch. Zwischen den Gesteinen dieser Phase, Daziten, Dazito-Andesiten und Andesiten, und den Gesteinen der II. quarzlatitischen Phase bestehen alle Übergänge.

Die dazitisch-andesitischen Gesteine sind in Nord- und Ost-Bosnien, West Serbien, Šumadija, Kopaonik-Gebirge, Südost-Serbien (das vulkanische Gebiet von Slišane-Lece und das Tal der Südlichen Morava) und den grossen vulkanischen Gebiet von Zletovo und Kratovo (Ost-Mazedonien) vorhanden.

Die Quarzlatite, seltener Latite, und sehr selten Rhyolite und Trachyte wurden im oberen Miozän, Pliozän und sogar (Kožuf-Gebirge) im Quartär als die II. Phase des tertären Vulkanismus gebildet. Sie erstarren subaerisch und subvulkanisch. Als Einsprenglinge führen sie Andesin (35—50 % An), ± Sanidin (er ist oft nur in der Grundmasse enthalten), ± Quarz, Biotit, Hornblende und Pyroxene. Der Chemismus dieser Gesteine ist quarzmonzonitisch, seltener monzonitisch, granitisch oder (bei Trachyten) aplitsyenitisch.

Die Eruptivgesteine dieser Gruppe befinden sich in allen Gebieten wo auch die Andesito-Dazite auftreten, aber in südlichen Teilen Jugoslaviens sind sie häufiger. In Süd-Mazedonien (Kožuf-Gebirge) bilden die quarzlatitischen Gesteine einen grösseren vulkanischen Komplex.

Alle vorher erwähnte Ergussgesteine sind oft autometamorph verändert, meistens propylitisiert, seltener kalcitisiert, hämatitisiert usw., oder/und lokal hydrothermal verändert: serizitisiert, kaolinisiert, kalcitisiert, chloritisiert, silifiziert usw.

Nach A. Cissarz (1956), M. Ilić (1962) u. a. sind die Blei-Zink-Lagerstätten der

Vardar-Zone mit subvulkanisch erstarnten Fazien dieser Gesteine genetisch verbunden. Dabei ist es nicht klar, ob die I. (dazitisch-andesitische) oder die II. (quarzlatitische) Phase der Erzgeber war. Nämlich in der Trepća sind die Quarzlatite hydrothermal verändert und vererzt, in Dobrevo dagegen haben die Quarzlatite das Pb-Zn-Erz thermisch verändert.

Nach S. Karamat a (1962) bilden die granodioritischen Instrusiva und die dazitisch-andesitischen und quarzlatitischen Extrusiva eine Einheit. Dieser, hauptsächlich oligozän-bis-pliozäne Magmatismus wickelte sich im plutonischen Niveau im Laufe eines langandauernden Prozesses ab, während dessen sich der Charakter des Magmas allmählich änderte. Im subvulkanischen und vulkanischen Niveau wickelte sich dieser Magmatismus als mehrere magmatische Aufstiege ab, die leicht in zwei Gruppen, bzw. zwei Phasen eingeteilt werden können. Die magmatischen Bewegungen näher der Oberfläche wurden durch Phasen radialen Tektonik bedingt.

Der Pliozän — quartäre basaltoiden Vulkanismus gab Andesitbasalte, Basalte, basische Latite, Leucittrachyte, Leucitite, Kajanite und ähnliche Gesteine. Diese Ergussgesteine stellen in den Dinariden und in der Serbisch-Mazedonischen Masse finale Vulkanite dar, bzw. sie entsprechen der III. Phase der jungvulkanischen Tätigkeit in diesen Gebieten. Der Mineralbestand dieser Gesteine ist sehr komplex, der Chemismus ist dioritisch bis gabbroid, aber immer Kali-betont, so dass verschiedene basische Magmen der Kali-Reihe bewiesen wurden.

Die Vulkanite dieser Gruppe sind in allen Gebieten wo Dazito-Andesite und Quarzlatite auftreten, vorhanden, dabei sind Leucit-freie Varietäte in nördlichen, und Leucit-führende Varietäte in südlichen Teilen Jugoslaviens mehr verbreitet. Kleinere Andesit-Basalt-Vorkommen kommen auch in Nordwest-Chroatien vor.

Obwohl zwischen der Bildung der Quarzlatite und der Entstehung dieser basaltoiden Gesteine kein grösserer Zeitintervall bestand, doch sind diese basaltoiden Varietäte immer jünger als die Blei-Zink-Vererzung.

Andesite des Timor-Eruptivkomplexes (Ost-Serbien) sind oberkretazischen bis laramischen Alters. Neben den Andesiten treten in diesem Eruptivkomplex als jüngere Bildungen Latite und monzonitische Intrusivgesteine auf. Diese Eruptivgesteine sind von dioritischen, quarzdioritischen und gabbrodioritischen Chemismus, meistens schwach, aber manchmal auch stark Kali-betont.

Der Ost-Serbische Magmatismus, der die Grossen Kupfer-Lagerstätten von Bor und Majdanpek, sowie mehrere kleinere Cu-Vorkommen gegeben hat, ist genetisch mit keiner bedeutenden Blei-Zink-Vererzung verbunden.

Für die Bestimmung der Blei-Gehalte wurden mehrere Gesteine jeder angeführten Gruppe und aus jedem bedeutenderen Eruptivgebiet Jugoslaviens genommen.

Die Gesteinproben betragen 2—3 kg, von der Homogenität des Gesteins und der Grösse der Einsprenglinge abhängig. Das Material wurde homogenisiert.

Die Blei-Gehalte wurden spektrographisch bestimmt.

Zusammenfassung der Daten über die verwendete analytische Methode ist:

Spektrograph: Quarzspektrograph ISP-28 (SSSR), mittlere Dispersion;

Anregung: Bogen von 18 A, 220 V;

Elektroden: RR — Spektral III extra;

Photoplatten: Agfa Repro;

Etalon: Tuff (ohne bestimmmbaren Blei-Gehalt) mit beigemischte Blei bis Gehalten von 3, 10, 30, 100 und 300 ppm Pb;

Verwendete Spektrallinie: Pb 2833 Å;

Photometer: MF-2 (SSSR).

Die untere Grenze der Empfindlichkeit der verwendeten analytischen Metode ist 3 ± 1 ppm Pb.

Tabelle 1. Bleigehalte in untersuchten Eruptivgesteinen Jugoslaviens

Gestein und Fundort	Pb-Gehalt in ppm
I. Laramische (?) Granitoide	
1. Granit, Trnava (Lojane)	20
2. Granit, Trnava (Lojane)	29
3. Syenit, Gang im Serpentinit, Trnava (Lojane)	< 3
4. Syenit, Gang im Serpentinit, Trnava (Lojane)	10
5. Granit, Lojane (G. Deleon 1958)	31
6. Monzonitischer Granit, Hisar (Štip)	13
7. Monzonitischer Granit, Kumluč (Štip) (G. Deleon 1958)	15
8. Monzonitischer Granit, Kumluč (Štip) nahe zum Kontakt	25
9. Monzonitischer Granit, Mera (Štip) (G. Deleon 1958)	23,5
10. Granitporphy, Hisar (Štip), Gang im Material No. 6	29
11. Aplitopegmatit, Kumluč (Štip), Gang im Material No. 8	41
12. Granit, Stojakovo	29
13. Granofiorit, Surđulica (G. Deleon 1958)	16
14. Granodiorit, Weg Surđulica — Vrla (Z. Maksimović u. a. 1964)	15
15. Granodiorit, Vrla (Surđulica) (Z. Maksimović u. a. 1964)	18
II. Oligozän — miozäne Granodiorite und Quarzmonzonite	
16. Mikroquarzdiorit, Randfazies des Massivs, Ramnaja (Boranja)	22
17. Granodiorit, Ramnaja (Boranja)	32
18. Granodiorit, Samardžići (Boranja)	30
19. Quarzmonzonit, Radaljska banja (Boranja)	35
20. Quarzmonzonit, Radaljska banja (Boranja), reicher an K-Feldspat als die Probe No. 19	42
21. Quarzmonzonit, Radaljska reka (Boranja), Kontakt mit den Hornfelsen	44
22. Aplit, Palež (Boranja)	48
23. Granodioritporphyrit, Radaljska reka (Boranja) Gang in Hornfelsen. Pyritisiert	7
24. Minette, Samardžići (Boranja)	48
25. Kersantit-Minette, Ripanj (südlich von Beograd)	21
26. Kersantit (grobkörnig), Ripanj (südlich von Beograd)	9
27. Monzonitischer Granit, Rakovac potok (Kosmaj)	29
28. Aplit, Rakovac potok (Kosmaj), Gang im Granit	31
29. Granodiorit, körniger Varietät, Kopaonik (G. Deleon 1958)	26
30. Granodiorit, porphyroider Varietät, Kopaonik (G. Deleon 1958)	29
III. Oligozän — miozäne Andesito-Dazite	
31. Dazit, Maglaj, Steinbruch „Jandrašac“	21
32. Biotit-Andesit, Sase (Srebnica)	19
33. Biotit-Dazit, Bratunac, Steinbruch „Gradina“	24
34. Biotit-Hornblende-Dazit, Ljubovija, Steinbruch „Krs“	34
35. Andesit, Razbojište (Boranja)	36
36. Dazit, Razbojište (Boranja)	42
37. Biotit-Dazit, Mačkov Kamen (Boranja)	24
38. Biotit-Dazit, hyalin, Brasina (Boranja)	33
39. Biotit-Dazit, Slavkovica, Steinbruch „Slavkovica reka“	30
40. Biotit-Dazit, Slavkovica, Steinbruch „Radetići“	20

(Fortsetzung)

Gestein und Fundort	Pb-Gehalt in ppm
41. Andesit-Dazit, Zagradje (Rudnik pl.)	29
42. Hornblende-Pyroxen-Andesit, Bare (Jošanička Banja)	11
43. Hornblende-Andesit, Bare (Jošanička Banja)	15
44. Hornblende-Andesit, Šumnik (nördlich von Raška)	20
45. Hornblende-Andesit, Šumnik (nördlich von Raška)	12
46. Andesit, Bisina (Raška)	21
47. Dazit, Sočanica (Ibarska Slatina)	27
48. Hornblende-Andesit, Kiselica potok (Novo Brdo)	26
49. Biotit-Dazit, Šanac (Rogozna)	15
50. Granodioritporphyrit, Krvosalije (Rogozna)	29
51. Biotit-Hornblende-Dazit, Momin Kamen, Steinbruch	25
52. Dazit, Surdulica, Steinbruch „Karaula“	20
53. Dazit, Garvanica (Surdulica) (Z. Maksimović u. a. 1964)	18
54. Dazit, Kijevac (Surdulica) (Z. Maksimović u. a. 1964)	22
55. Dazit, Kijevac (Surdulica) (Z. Maksimović u. a. 1964)	18
56. Dazit, Kijevac (Surdulica) (Z. Maksimović u. a. 1964)	15
57. Biotit-Dazit, Vranjska Banja, Steinbruch „Mazarat“	41
58. Hornblende-Dazit, Zletovo	29
59. Biotit-Andesit, Lesnovo (Zletovo)	13
60. Andesit, Sušica (Strumica)	21
IV. Propylitisierte oligozän-miozäne Andesit-Dazite	
61. Propylitisierte Dazit, Grube „Sase“ (Srebrnica)	10
62. Propylitisierte Dazit, Grube „Sase“ (Srebrnica)	11
63. Propylitisierte Dazit, Grube „Zavorje“ (Zajača)	7
64. Propylitisierte Dazit, Veliki Majdan (Ljubovija)	39
65. Propylitisierte Dazit, Veliki Majdan (Ljubovija)	51
66. Propylitisierte Andesit, Raška (3 km nördlich von Raška)	10
67. Propylitisierte Andesit, Rudnica, Steinbruch	< 3
68. Propylitisierte Andesit (schwach calcitisiert), Belo Brdo—Kopaonik, bei der Grube	8
69. Propylitisierte Dazito-Andesit, Rajetići (Rogozna)	19
70. Propylitisierte Dazit, Kratovo	26
71. Propylitisierte Dazit, Dobrevo (südlich von Kratovo) aus der Bohrung	13
V. Hydrothermal veränderte Andesit-Dazite	
72. Silifizierter, serizitisierter und calcitisierter Dazit, Grube „Zavorje“ (Zajača)	21
73. Serizitisierter Rhyolith, Kosmaj	72
74. Hämatitisierter Andesit, Raška (3 km nördlich von Raška)	7
75. Silifizierter Andesit, Belo Brdo—Kopaonik	15
76. Silifizierter und serizitisierter Andesit, Belo Brdo—Kopaonik	37
77. Silifizierter und serizitisierter Andesit, Belo Brdo—Kopaonik, dieselbe Stelle wie die Probe No. 76, nur von der unmittelbaren Oberfläche	19
78. Hydrothermal veränderter Dazit, Kijevac (Surdulica) (Z. Maksimović u. a. 1964)	15
79. Hydrothermal veränderter Dazit, Mačkatica (Surdulica) (Z. Maksimović u. a. 1964)	18

(Fortsetzung)

Gestein und Fundort	Pb-Gehalt in ppm
VI. Miozän — pliozäne Quarzlatite und mit denen verbundene Gesteine	
80. Biotit-Rhyolit, Kosmaj	62
81. Hornblende-Latit, Kula (Banjska), Steinbruch	43
82. Hornblende Quarzlatit, Srbovec (Žvečan)	20
83. Hornblende-Pyroxen Quarzlatit, Žvečan	29
84. Hornblende-Quarzlatit, Sokolica (Žvečan)	26
85. Hornblende-Biotit Quarzlatit, Šanac (Rogozna)	25
86. Quarzlatit, Javor (Rogozna)	48
87. Quarzlatit (Rhyolith), Bare (Rogozna)	110
88. Hornblende-Biotit Quarzlatit, Crepulja (Kos. Mitrovica)	28
89. Hornblende-Quarzlatit, Dobrevo (südlich von Kratovo) bei der Grube	22
90. Aplitoider Trachyt, Bajlovec (Kumanovo)	105
91. Trachyandesit, Sopur (zwischen Štip und Radoviš)	27
92. Quarzlatit, Damjan (zwischen Štip und Radoviš)	39
93. Quarzlatit, Ržanovo (zwischen Demir Kapija und Alšar)	32
94. Trachyt, Rakovac (Fruška Gora)	40
VII. Propylitisierte Quarzlatite und mit denen verbundene Gesteine	
95. Propylitisierter Quarzlatit, Kelja (Rudnik pl.)	25
96. Propylitisierter Latit, Stari Trg (Kos. Mitrovica)	26
97. Propylitisierter Quarzlatit, Dubočki potok (Rogozna)	60
98. Propylitisierter Quarzlatit, Jelenina Glava (Kratovo)	43
VIII. Andesit-Basalte, Basalte, Leucit-Basalte und mit denen verbundene Gesteine	
99. Andesit-Basalt, Vlahinja (Žvečan)	14
100. Basalt, Matica (Žvečan)	27
101. Andesit-Basalt, Crnuša (Kos. Mitrovica)	15
102. Melanokrater Trachyt, Smrekovnica (Kos. Mitrovica)	24
103. Andesit-Basalt, Znuška reka (Rogozna)	18
104. Trachybasalt, Ploče (Rogozna)	25
105. Trachybasalt, Koznik (Rogozna)	29
106. Trachytische bis Leucititische Gesteine der Umgebung von Gnjilane, 5 Analysen mit Pb-Gehalten von Spuren bis 32 ppm. Mittlerer Gehalt ca. (P. Ristić 1963)	15
107. Andesit-Basalt, Crni Vrh (Kratovo)	9
108. Andesit-Basalt, Maričino (Kratovo)	25
109. Kajanit, Nagoričano (Kumanovo)	28
110. Basischer Andesit, Sv. Rok (Varaždin)	9
111. Basischer Andesit, Lepoglava (Varaždin) ca.	3
112. Basalt, Kutjevo (Sl. Požega)	19
IX. Oberkretazische Eruptivgesteine des Timok-Eruptivkomplexes	
113. Timozit, Bor, aus der Eruptivbreccie	12
114. Timozit, V. Krivelj (Bor) aus der Eruptivbreccie	8
115. Timozit, Brestovec (Bor) aus der Eruptivbreccie	13

(Fortsetzung)

Gestein und Fundort	Pb-Gehalt in ppm
116. Andesit, Brestovačka Banja (Bor)	7
117. Andesit, Brestovac (Bor)	10
118. Andesit mit grossen Feldspateinsprenglingen, Brestovec (Bor)	12
119. Andesit-Basalt, Brestovačka Banja (Bor)	9
120. Mittlerer Pb-Gehalt der Andesite [79 Analysen der Umgebung von G. Lipa (D. Brabec 1965)]	10
121. Albit-Trachyt, Brestovac (Bor)	8
122. Latit, Krš (Zlot)	46

Bemerkungen zur Tabelle 1:

1. Pb-Gehalte 27 tertiärer Dazite, Andesite, Quarzlatite, Basalte, Leucitführender Gesteine und Ganggesteine des Rudnik-Gebirge (Nord-Serbien) betragen von 20 bis 100 ppm (Z. Maksimović und M. Terzić 1965). Da die Entstehungsfolge dieser Gesteine teilweise noch nicht eindeutig ist konnten sie in die Tabelle leider nicht eingeführt werden.

2. Die tertiären Eruptivgesteine Sloveniens und der Ridan-Krepoljin-Zone (Ost-Serbien) wurden in dieser Arbeit, wegen nicht eindeutig gelösten geotektonischen und geomagmatischen Stelle (dinarisch oder alpidisch für die Eruptivgesteine Sloveniens, bzw. die spezifische Lage der Ridan-Krepoljin-Zone in den Karpato-Balkanen und das noch immer nicht genau bestimmte Alter der Eruptivgesteine längs dieser Zone), nicht in Betracht gezogen.

Abb. 1. Fundorten der untersuchten Eruptivgesteine Jugoslaviens. Zeichenerklärung: 1 — grössere Gebiete oberkretazischer oder tertiärer Eruptivgesteine; 2 — Fundorte einzelner untersuchten Proben.

Jede Probe wurde dreimal analysiert und danach das mittlere Wert der Bestimmungen berechnet. Die maximalen Unterschiede zwischen einzelnen Bestimmungen für jede Probe betragen bis 10 (in einzelnen Fällen bis 25) %. Also die Genauigkeit der verwendeten Untersuchungsmethode genügt für den Zweck dieser Untersuchungen. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der Tabelle 1 angeführt, und die geographischen Lagen der Fundorte einzelner Proben auf Abb. 1 dargestellt.

Das gute Übereinstimmen unserer Resultate mit den Resultaten der Pb-Bestimmungen in ähnlichen Gesteinen von G. De Leon (1958) und Z. Maksimović (1964), die auch in der Tabelle 1 angegeben sind, ist brennenungswert.

Auf Grund der Analyse bekommener Resultaten kann man mehrere Schlüsse ziehen. Die einen beziehen sich auf das geochemische Verhalten des Bleis, in Abhängigkeit von Kalium, die anderen auf das Verhalten des Bleis in Bezug auf geomagmatische und metalogenetische Erreignisse.

Zuerst wurden die mittleren Pb-Gehalte einzelner Gesteinsgruppen (diese mittleren Pb-Gehalte sind wegen ungenügender Zahl der Proben noch immer nur beiläufig) berechnet und es ergab sich das folgende:

Laramische Granitoide (ohne Syeniten und Apliten)	25 ppm Pb
Oligozän—miozäne Granodiorite und Quarzmonzonite (ohne Apliten und Lamprophyren)	30 ppm Pb
Oligozän—miozäne Dazito-Andesite	23 ppm Pb
Miozän—pliozäne Quarzlatite und verwandte Gesteine (ohne Trachyten und den Quarzlatit von Bare)	30 ppm Pb
Pliozän—quartäre Andesit-Basalte und leucitische Gesteine	18 ppm Pb
Oberkretazische Andesite des Timok-Eruptivkomplexes (ohne Latit)	10 ppm Pb

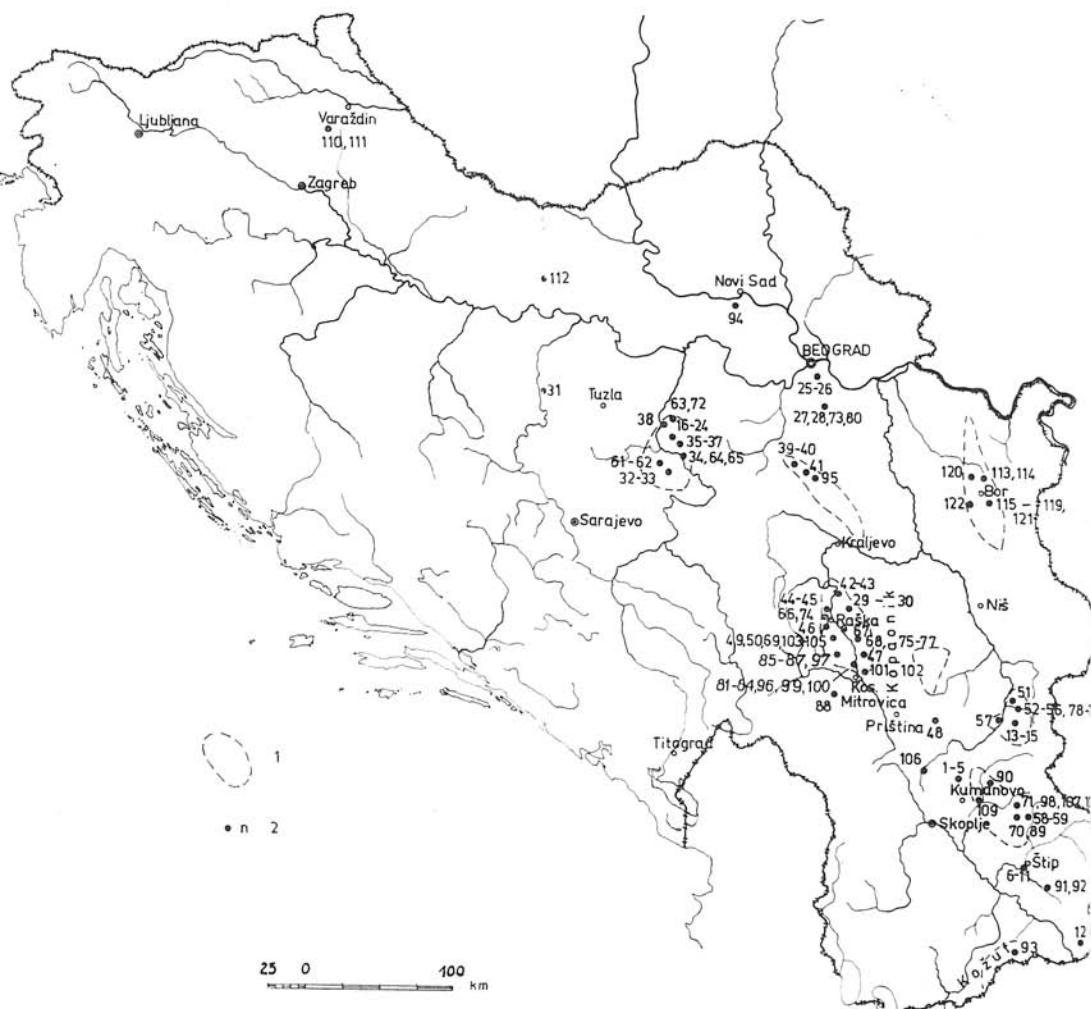


Abb. 1. Fundorten der untersuchten Eruptivgesteine Jugoslaviens. Zeichenerklärung: 1 — grössere Gebiete oberkretazischer oder tertiärer Eruptivgesteine, 2 — Fundorte einzelner untersuchten Proben.

Schon aus dieser ersten Übersicht geht der Unterschied zwischen den Eruptivgesteinen der Dinariden und den Eruptivgesteinen des Timok-Eruptivkomplexes klar hervor.

Die Blei-Gehalte sind, wie es schon mehrmals bewiesen wurde (V. M. Goldschmidt 1954, K. Rankama und Th. G. Sahama 1952), stark von Kalium-Gehalt abhängig. Das ist auch in unseren Fall ersichtlich.

Beim Vergleich der Blei-Gehalte in den quarzlatitischen Gesteinen (30 ppm Pb) mit den Blei-Gehalten in den Dazito-Andesiten (23 ppm Pb), die ärmer an Kalium als die Quarzlatite sind, kommt diese Abhängigkeit schon im Grossen vor. Doch sind die

Beziehungen zwischen Blei und Kalium am klarsten bei der Berücksichtigung der Pb- und K-Gehalte in den Trachyten und in den Eruptivgesteinen des Boranja-Granodioritmassivs.

Die drei untersuchten Trachyten stellen die Alkalireichsten Differentiate einzelner Gesteinsgruppen dar. Das sind der normale Trachyt von Rakovac (mit mittleren K-Gehalt), der aplitoide Trachyt von Bajlovce (stark an Kalium angereichert) und der Albit-Trachyt von Brestovačka Banja (der Kali-arm ist). Der erste von denen stellt einen Differentiat des oligozän-miozänen dazito-andesitischen Magmatismus dar, der zweite einen Differentiat des quarzlatistischen Magmatismus der Zletovo-Kratovo Gegend und der dritte einen Differentiat des oberkretazischen Vulkanismus des Timok-Eruptivkomplexes. Also diese Gesteine spiegeln die Anreicherungstendenz des Kaliums bei Bildung Alkali-reichen Differentiaten in verschiedenen Fällen ab. Die Blei- und Kali-Gehalte dieser Gesteine sind folgende:

Aplitoider Trachyt, Bajlovce	105 ppm Pb	5,1 % K
Trachyt, Rakovac	40 ppm Pb	3,8 % K
Albit-Trachyt, Brestovačka Banja	8 ppm Pb	2,1 % K

Also in den ersten zwei Fällen wo Kalium angereichert ist, ist auch der Blei-Gehalt höher als der mittlere Pb-Gehalt für entsprechende Gesteinsgruppen. In dem dritten Fall, wo Kalium sehr schwach angereichert ist, ist auch der Pb-Gehalt ungefähr dasselbe wie in den normalen andesitischen Gesteinen desselben Gebietes.

Beim Vergleich der Pb- und K-Gehalte in den Gesteinen des Granodioritmassivs von Boranja kommt die Gesetzmässige Abhangigkeit der Gehalte dieser zwei Elemente klar hervor:

Mikrokvarzdiorit, Ramnaja	22 ppm Pb	1,82 % K
Granodiorit, Ramnaja	32 ppm Pb	2,95 % K
Granodiorit, Samardžići	30 ppm Pb	3,20 % K
Quarzmonzonit, Radaljska Banja	35 ppm Pb	
Quarzmonzonit, Radaljska Banja, reicher an K-Feldspat, als der vorige	42 ppm Pb	3,85 % K
Quarzmonzonit, Radeljska reka	44 ppm Pb	
Aplit, Palež	48 ppm Pb	4,90 % K
Minette, Samardžići	48 ppm Pb	4,85 % K

Petrogenetisch ist es wichtig, dass bei den autometamorphen Veränderungen, besonders bei der Propylitisierung, keine wesentliche Blei-Zufuhr, oder Blei-Abfuhr stattfand. So sind die Blei-Gehalte in:

	unveränderten	propylitisierten
Dazito-Andesiten	11–42 ppm Pb	3–51 ppm Pb
Quarzlatiten	20–62 ppm Pb	25–60 ppm Pb

Bei der Propylitisierung, bzw. autometamorphen Chloritisierung und Epidotitisierung, wurden nur Wasser in grösseren und Schwefel in kleineren Mengen zugeführt. Wenn es dabei auch zu kleineren Zufuhrn anderen Schwermetalle kommen kann, wurde Blei dabei nicht transportiert.

Es ist interessant, dass sogar bei den hydrothermalen Veränderungen, wenn sie mit keiner unmittelbaren Blei-Vererzung genetisch verbunden sind, zu keiner Blei-Anreicherung gekommen ist.

Um metalogenetische Schlüsse zu ziehen werden zuerst die berechneten mittleren Blei-Gehalte in den untersuchten Gesteinsgruppen mit durchschnittlichen Pb-Gehalten der analogen Eruptivgesteine (nach K. H. Wedepohl 1956, K. K. Turekian und K. H. Wedepohl 1961) verglichen:

Mittlere Gehalte	Pb in ppm	
	der Eruptivgesteine Jugoslaviens	der entsprechender Eruptivgesteine
Laramische Granitoide	25	20
Oligozän—miozäne Granodiorite und Quarzmonzonite	30	15
Oligozän—miozäne Dazito-Andesite	23	10 (bzw. 15)
Miozän-pliozäne Quarzlatite und verwandte Gesteine	30	15
Pliozän—quartäre Andesit-Basalte und Leucitführende Gesteine	18	8 bis 12
Andesite des Timok-Eruptivkomplex	10	10

Bei der Betrachtung der obenerwähnten Angaben kommt noch klarer zum Ausdruck der sehr erhöhte Pb-Gehalt in den jungen Eruptivgesteinen der Dinariden und der serbisch-mazodinischen Masse nicht nur im Vergleich mit den oberkretazischen Andesiten der Karpato-Balkaniden, sondern auch mit analogen Gesteinen der Welt überhaupt.

Die oben angeführten Angaben zeigen, dass die Blei-Gehalte der laramischen Granitoide nahe zu den durchschnittlichen Gehalten der granitischen Gesteine liegen, nämlich dass diese Granitoide nicht an Blei angereichert sind. Das entspricht vollkommen der Tatsache, dass mit diesen Granitoiden keine bedeutenswerte Blei-Zink Vererzung im genetischen Verband steht.

Die Blei-Gehalte in den oligozän-miozänen Granodioriten und Quarzmonzoniten, in den oligozän-miozänen Dazito-Andesiten und in den miozän-pliozänen quarzlatitischen Gesteinen sind wesentlich höher (fast doppelt) als die durchschnittlichen Blei-Gehalte in analogen Gesteinen. Diese geochemische Eigenschaft ist gemeinsam für alle drei erwähnten Gesteinsgruppen. Dies ist eben noch ein Argument auch für ihre magmatische Einheit.

In den Andesit-Basalten und den Leucitführenden Gesteinen ist die Blei-Anreicherung, im Vergleich mit Bleidurchschnittsgehalten in analogen Gesteinen, kleiner als bei den oligozän—miozän—pliozänen Gesteinen. Diese basischen Vulkanite sind genetisch nicht mit den Blei-Zink-Vererzungen verbunden, aber sie befinden sich in derselben geotektonischen Zone und gehören, im breiteren Sinn, zu derselben geomagmatischen Einheit, die auch die Blei-Zink-Mineralisationen dieser Gebiete schuf.

Die Blei-Gehalte der Andesite des Timok-Eruptivkomplexes sind ähnlich den durchschnittlichen Blei-Gehalten in andesitischen Gesteinen überhaupt. Diese Gesteine sind, wie es schon vorher betont wurde, nicht Blei-Zink-führend.

Als Endschlüsse kann man das folgende ziehen:

1. Die jungen Blei-Zink-Vererzungen der Dinariden und der serbisch-mazedonischen Masse sind genetisch mit den Gesteinen die am Blei sehr angereichert sind verbunden. Engeren Verband zwischen den Blei-Vererzungen und einer bestimmten Eruptivgesteinssuppe, da diese drei Gruppen wahrscheinlich eine Einheit bilden, konnte man geochemisch nicht feststellen. Man kann nur behaupten, dass die Blei-Zink-Vererzungen mit den oligozän-bis-pliozänen intrusiv-bis-extrusiven Magmatismus genetisch verbunden sind, wobei als Erzgeber wahrscheinlich die tieferen Fazies anzunehmen sind.

2. Unter Berücksichtigung der erhöhten Blei-Gehalte in den jungen (tertiären) Eruptivgesteinen und der grossen Zahl der kleinen und grösseren Bleiführenden Mineralisationen kann man in den Inneren Dinariden und in der serbisch-mazedonischen

Masse, neben der schon erkannten tertiären metalogenetischen, auch eine tertiäre geochemische Blei-Provinz ausscheiden.

SCHRIFTTUM

- Borchert H., 1958: Neuere geochemische Untersuchungen von Blei und Zink in Lagerstättenkundlicher Sicht. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 110, Hannover. — Brabec D., 1965: Rasejavljane mikroelementa u stenama i zemljisu okoline ležišta bakra Gornja Lipa. I. simpozijum iz geochemije SGD, Beograd. — Cissarz A., 1956: Lagerstätten und Lagerstättentwicklung in Jugoslavien. Rasprave Zavoda za geol. i geof. istraž. NRS 6, Beograd. — Deleon G., 1958: Redji elementi u granitoidnim stenama Srbije i Makedonije i izvesni geochemiski zaključci. Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž. NRS 16, Beograd. — Čuturić N., Karamata S., 1966: Sadržaji olova u tercijarnim magmatskim stenama SFRJ. VI. Savetovanje geologa SFRJ 2, Ohrid. — Goldschmidt V. M., 1954: Geochemistry. Oxford. — Ilić M., 1957: O pojавама albitskih trahita u okolini Brestovačka Banje. Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraž. NRS 13, Beograd. — Ilić M., 1957: Aplitoidni trahiti kod sela Bajlovce u Srežu Kumanovskom. Zbornik radova Rud.-geol. fakulteta 5, Beograd. — Ilić M., 1962: Položaj kvarclatita u razvoju našeg tercijarnog vulkanizma. Referati V. Savetovanja geologa FNRJ 2, Beograd. — Karamata S., 1956: Petrološka studija magmatskih i kontaktno-metamorfnih stena Boranje (Zap. Srbija). Glasnik Prir. muzeja srpske zemlje A, 6/1, Beograd. — Karamata S., 1962: Tercijarni magmatizam Dinarida, njegove faze i njegove glavne petrohemiske karakteristike. Referati V. Savetovanja geologa FNRJ 2, Beograd. — Maksimović Z., Brabec D., Nikolić V., 1964: Geochemijska prospekcija molibdena u oblasti Mačkatice (Istočna Srbija). Glas SANiU 259, Beograd. — Maksimović Z., Terzić M., 1965: Geochemija vulkanskih stena Rudničkih planina. I. simpozijum iz geochemije SGD, Beograd. — Marić L., 1957: Efuzivne stijene u rudnoj oblasti između Zletova i Kratova. Spomenica M. Kišpatića, JAZU, Zagreb. — Rankama K., Sahama T. H. G., 1952: Geochemistry. Chicago. — Rössler H. J., Lange H., 1965: Geochemische Tabellen. VEB, Leipzig. — Ristić P., 1963: Vulkanske alkalne (leucitne) stene oblasti jugozapadno od Gnjilana. Arhiv za tehnologiju 3, Tuzla. — Smejkal S., 1962: Metalogenija tercijarnog magmatizma u Dinaridima i Rodopina. Referati V. Savetovanja geologa FNRJ 2, Beograd. — Turekian K. K., Wedepohl K. H., 1961: Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. Bull. Geol. Soc. Amer. 72. — Wedepohl K. H., 1956: Untersuchungen zur Geochemie des Bleis. Geochim. and Cosmochim. Acta 10, London.

Zur Veröffentlichung empfohlen von B. Cambel.