

POSEBEN TIP MEŽIŠKEGA SVINČEVO CINKOVEGA ORUDENENJA V RUDIŠČU GRABEN

Ivo Štrucl

S 3 slikami med tekstem in z 9 tablami slik v prilogi

Predavanje na I. posvetovanju o geologiji Karavank v Črni na Koroškem
dne 18. maja 1967

Grabensko rudišče se razprostira od zahoda proti vzhodu med Ostrčnjakovim vrhom (812 m) in Ovčjim vrhom (955 m). Od izbiralnice v Žerjavu je oddaljeno 500 m. Doslej raziskana površina znaša približno 0,6 km². Možnosti širjenja revirja so proti vzhodu in v globino, kjer je najgloblje ugotovljena ruda na koti +261 m, to je 131 m pod najnižjim, trinajstim obzorjem (+392 m).

Grabenski revir se je v zadnjih letih razvil v enega najboljše organiziranih in mehaniziranih obratov mežiškega rudnika. Proizvodnja v letu 1967 je znašala 125 798 ton z 1,5 % Pb in 4 % Zn, kar predstavlja 25 % celotne rudniške proizvodnje rude. Rudo odkopavajo med petim (592 m) in trinajstim obzorjem.

Zaradi topilniških plinov je ozemlje nad rudiščem precej razkrito. Prsesekano je z dvema grapama, s Smrtnim dolom in Kavšakovo grapo. Vzhodni del pokrivajo izbiralniška jalovišča, v zahodnem delu pa so številni stari rovi iz prejšnjih stoletij. Pobočja so zelo strma in večidel skalnata (sl. 1).

Stratigrafske in petrografske značilnosti rudišča

Ozemlje grabenskega revirja sestavljajo:

1. grebenski apnenec in dolomitizirani grebenski apnenec,
2. apnenčeva in apnenčevo dolomitna breča,
3. glinasti skrilavec,
4. dolomit s sadro in anhidritom,
5. dolomit z organsko substanco in markazitom,
6. bituminozni dolomit.

Grebenski apnenec in dolomitizirani grebenski apnenec se razprostirata v pasu, dolgem 1,5 km in širokem okrog 200 m med Mošenikom in Kavša-



Sl. 1. Severna pobočja Kavšakovega grebena z Aninim rovom (+ 710 m) in Danijelovim rovom (699 m). 1 Noriški dolomit, 2 Skrilavec in apnenec karnijske stopnje, 3 Ladinski grebenski dolomitizirani apnenec, 4 Bituminozni dolomit (starost ?), 5 Ladinski apnenec in dolomit

Abb. 1. Die nördlichen Abhängen des Kavšakkammes mit dem Anastollen (+ 710 m) und dem Danielstollen (699 m). 1 Norischer Dolomit, 2 Tonschiefer und Kalk der karnischen Stufe, 3 Ladinischer dolomitisiertes Riffkalk, 4 Bituminöser Dolomit (Alter unbekannt), 5 Ladinischer Kalk und Dolomit

kovo grapo. V zahodnem delu prevladuje apnenec, v vzhodnem delu — v območju grabenskega vpadnika — pa dolomitizirani apnenec.

Grobelšek (1967) je preiskala večje število zbruskov in je ugotovila v glavnem naslednje različke apnenca: sparit, pelsparit, biosparit, pel-biosparit, podrejeno pa tudi mikrit.

Zorc (1955) je grabenski rudonosni dolomit uvrstil v karnijsko stopnjo. Grabensko rudišče je primerjal z rudiščem Kreuth v Avstriji, kjer nastopajo cinkova orudenenja v tako imenovanem vmesnem dolomitu med prvim in drugim rabeljskim skrilavcem. Novejše paleontološke preiskave pa so pokazale, da pripada rudonosni dolomit grabenskega revirja posebni faciji ladinske stopnje. V apnencu in tudi v dolomitiziranem apnencu so mnoge dobro ohranjene korale. Iz nahajališča na 8. obzorju (tab. I, sl. 1) v baloškem rovu je Kolosváry določil koralo *Thecosmilia badiotica* Volz, ki je živela v ladinski stopnji. V baloškem rovu je tudi nahajališče z gastropodi, ki so zelo podobni vrsti *Chemnitzia rosthorni*. Razen koral so v apnencu še ostanki briozojev, gastropodov in ehinoder-mov. Fossilni ostanki so običajno močno prekristalizirani. Dolomitizirani apnenec je v glavnem brečast in drobljiv, kjer je pa prepreden s sfalerit-nimi žilicami, je zelo žilav. V obrobni delih rudnega telesa je dolomitizirani apnenec precej marogast. Marogast videz mu dajejo različno debele

žile mlečno belega in zrnatega dolomita, ki prepletajo svetlo rjavo kamenino. V tabeli 1 so podatki povprečnih vrednosti kemičnih analiz primarnega koralnega apnenca, dolomitiziranega koralnega apnenca in belega zrnatega dolomita.

KEMIČNA ANALIZA GREBENSKEGA APNENCA IN DOLOMITIZIRANEGA GREBENSKEGA APNENCA
CHEMISCHE ANALYSEN DES RIFFKALKES UND DOLOMITISIERTEN RIFFKALKES

Tabela 1

Tabelle 1

	Stevilo					
	analiz	CaMg(CO ₃) ₂	CaCO ₃	SiO ₂	Pb	Zn
	Zahl der An.	%	%	%	%	%
Grebenski apnenec Riffkalk	10	9,80	89,99	0,16	—	—
Dolomitizirani greb. apnenec Dolomitiserter Riffkalk	8	85,06	14,40	0,25	0,03	0,05
Beli debeložrnati dolomit Weisser, grobkörniger Dolomit	1	85,30	14,20	0,14	—	—

SiO₂ se pojavlja v dolomitiziranem apnencu v obliki ostrorobih zrn, velikih 0,05 do 0,5 mm. Zanimivo je, da v apnencu ni svinca niti cinka, kar vodi k sklepu, da je mineralizacija v grebenskih kameninah tesno povezana s procesom dolomitizacije.

Breča zavzema v grabenskem rudišču precejšnje površine. Delno je tektonska, v glavnem pa je nastala že v morju. To je tako imenovana »slumping« breča, ki je nastala pri podvodnem drsenju plastičnih nekonsolidiranih sedimentov po nagnjenem morskem dnu. Zaradi drsenja so odlomki deloma zaobljeni. Breča se pojavlja v določenem stratigrafskem nivoju, in sicer predstavlja vmesni člen med grebenskimi kameninami in bituminoznim dolomitom. Nastala je iz zelo heterogenih sedimentov, glinastega skrilavca, apnenca in dolomita, ponekod pa vsebuje tudi odlomke ali vložke sadre in anhidrita, ali pa dolomit s sadro in anhidritom.

Ponekod ta breča manjka, tam je heterogena serija kolikor toliko ohranjena, toda kljub temu ni mogoče določiti zaporedja plasti, zakaj niti v enem rovu ne najdemo podobnih stratigrafskih ali petrografske razmer. Navadno se menjavajo v rovih odseki glinastega skrilavca, dolomita in breče, široki 1 do 5 m. Dolomit vsebuje ponekod mnogo sadre in anhidrita. Skrilavec in dolomit sta med seboj navadno v tektonskem kontaktu. V skrilavcu, ki je vedno zelo zdrobljen, najdemo apnenčeve piritne konkrecije, zdrobljene pole dolomita in apnenca ter vložke sadre in anhidrita. Razen v kontaktni coni med grebenskimi kameninami in bituminoznim dolomitom nastopata breča in glinasti skrilavec tudi v dolomitu, ki sestavlja vzhodni del rudišča. V bližini tega skrilavca (navadno prav ob kon-

taktu) najdemo pogosto bogate koncentracije svinčeve in cinkove rude ali bogate koncentracije markazita z manjšimi količinami sfalerita in galenita.

Dolomit je sivkast in sivkasto rjav in ponekod rahlo bituminozen. V bližini orudenenj je prekrystaliziran. Manj spremenjen dolomit vsebuje precej glinaste in bituminozne snovi. V njem je razpršen tudi markazit. Nastal je v evksinskem okolju. Njegov stratigrafski položaj je še dokaj nejasen. Možno je, da je lagunski ekvivalent koralnega apnenca ali pa je mlajši.

Severni del revirja sestavlja bituminozni apnenčev dolomit. Bitumena je v njem sorazmerno malo, kljub temu pa daje ob udarcu s kladivom značilen vonj; v tabeli 2 so podatki kemične analize.

KEMIČNE ANALIZE BITUMINOZNEGA DOLOMITA
CHEMISCHE ANALYSEN DES BITUMINÖSEN DOLOMITES

Tabela 2

Tabelle 2

	CaMg(CO ₃) ₂ %	CaCO ₃ %	SiO ₂ %	Fe %	S %	bitumen %
temno siv dolomit	86,20	13,10	0,20	0,06	0,10	0,67
sivo rjav dolomit	76,42	33,07	0,20	0,05	0,06	0,08
temno siv do črn dolomit	58,80	13,30	0,14	0,03	0,09	0,09

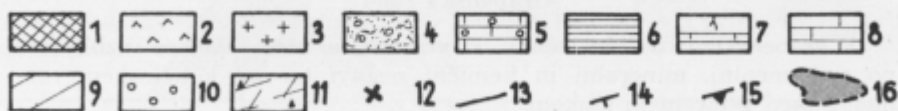
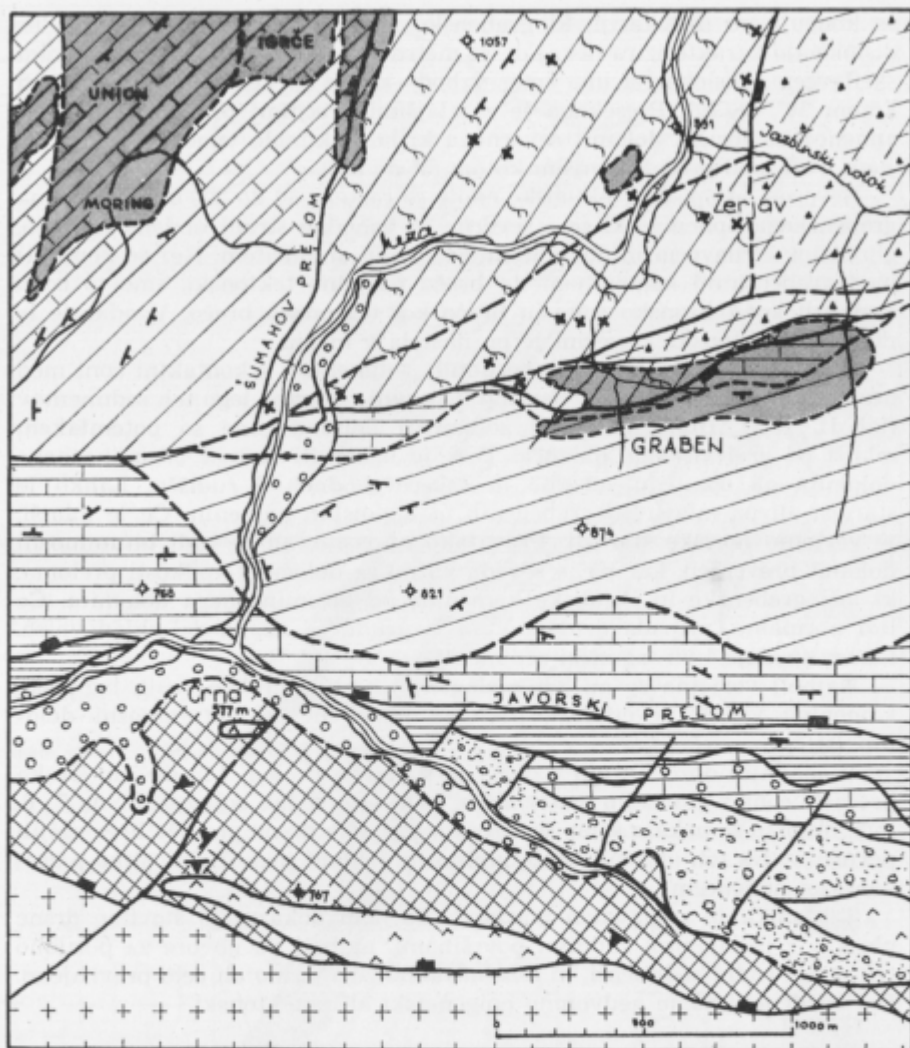
V bituminoznem dolomitu nismo našli svinca niti cinka. Njegovo starost je zelo težko ugotoviti; za zdaj še ne vemo, ali gre za ladinski ali noriški dolomit.

Na jugu meji grebenski dolomitizirani apnenec na cono glinastega skrilavca in apnenca karnijske stopnje, široko nekaj deset metrov. Od rabeljskega skrilavca centralnih revirjev mežiškega rudnika in drugih delov Karavank se ta skrilavec precej razlikuje, manjkajo značilne oolitne plasti in je zelo drobljiv. Ni izključeno, da gre za skrilavec ladinske stopnje in bi ga torej lahko obravnavali kot ekvivalent partnaških skladov. Potrebne so še posebne podrobne mikropaleontološke in petrografske obdelave, ker makrofosilov doslej nismo našli.

Tektonika

Zaradi zamotanih stratigrafskih razmer, predvsem glede starosti bituminoznega dolomita, ki gradi območje severno in severovzhodno od grabenskega rudišča, je tudi v tektonski interpretaciji tega ozemlja nekaj nerešenih problemov.

Grabensko rudišče leži v območju velikih tektonskih dislokacij (sl. 2). Najpomembnejši so javorski, Navršnikov, Šumahov in Ladinkov prelom. Prva dva imata alpsko, druga dva pa prečno alpsko smer. Javorski prelom poteka približno 1 km južno od rudišča, toda tektonski procesi vzdolž njega so močno vplivali na oblikovanje zgradbe rudišča in njegove okolice. Ob tem prelomu se stikajo spodnjetriadne in srednjetriadne kamenine z zgornjetriadnimi apnenci in dolomiti karnijske ter noriške stopnje, ki so nagubani v močno dislocirano sinklinalo. Severno krilo te sinklinalne



Sl. 2. Tektonska skica okolice revirja Graben

Abb. 2. Tektonische Skizze der Umgebung des Graben-Reviers

1 Paleozojski metamorfni skrilavec; 2 Diabaz; 3 Granodiorit; 4 Werfenski skladi; 5 Anizični apneneci; 6 Partnaški skrilavec (ladinska stopnja); 7 Wettersteinski dolomit in w. apnenec (ladin); 8 Rabeljski skladi (karnijska stopnja); 9 Noriški dolomit; 10 Aluvialni nanos; 11 Bituminozni dolomit nedoločene starosti (verjetno noriški); 12 Orudenjenje na površju; 13 Tektonske meje; 14 Vpad plasti; 15 Skrilavost; 16 Pb-Zn rudišča

1 Paläozoischer Schiefer; 2 Diabas; 3 Granodiorit; 4 Werfener Schichten; 5 Anisische Kalke; 6 Partnach Schichten (Ladin); 7 Wettersteindolomit und W-Kalk (Ladin); 8 Raibler Schichten (Karn); 9 Dolomit (Nor); 10 Alluviale Ablagerung; 11 Bituminöser Dolomit (Alter unbekannt, wahrscheinlich Nor); 12 Ausbisse von Pb-Zn Vererzungen; 13 Verwerfungen; 14 Schichtung; 15 Schieferung; 16 Untertage Pb-Zn Vererzungen

se končuje ob dislokaciji, ki grabensko rudišče omejuje proti jugu. To dislokacijo karakterizira nekaj deset metrov širok pas z močno zmečkanim skrilavcem. Dislokacija ima smer vzhod—zahod in vpada proti jugu pod kotom 50° do 70°. Presekana je z mlajšimi prečnimi prelomi. Rabeljski apnec in noriški dolomit severnega krila sinklinale vpadata tudi proti jugu, toda pod precej manjšim kotom (5° do 30°).

Severno od opisane tektonske enote se razteza 80 do 200 m široka cona grebenskega apnenca, ki je s severne in vzhodne strani obdana z brečo, glinastim skrilavcem in dolomitom s sadro in anhidritom. Ker so kontakti med grebenskimi kameninami in brečo navadno tektonski, smo to cono razlagali kot tektonsko cono in brečo kot tektonsko brečo. Vendar je le del breče tektonski, povečini je pa nastala v morju.

S preučevanjem rudnih in nerudnih sedimentov v kontaktni coni med grebenskim apnecem in brečo smo ugotovili reverzno lego teh sedimentov (tab. II, sl. 1). Breča in drugi sedimenti opisane cone so potemtakem mlajši od grebenskega apnenca. Teže je ugotoviti starost bituminoznega dolomita na območju severno in severovzhodno od rudišča. Lahko je starejši ali pa mlajši od grebenskih in lagunskih kamenin. Če je mlajši, je verjetno noriške starosti. Prav tako ni jasno, ali je tudi bituminozni dolomit prevrnjen, kar pa je seveda važno za določitev velikosti preloma, ki loči grebenske in lagunske kamenine od bituminoznega dolomita. Če leži normalno, pripada drugi tektonski grudi, če ne, je del skladovnice, kamor spadajo tudi lagunski sedimenti.

Najbolj verjetna se mi zdi razlaga, da so bile grebenske in lagunske kamenine vzdolž reverznega preloma narinjene na bituminozni dolomit (sl. 3).

V spodnjih obzorjih (do 8. obzorja) spremlja prelom 1 m do 3 m široka brečasta cona z glinastim materialom, ki se više vedno bolj zožuje; na 7., 6. in 5. obzorju se pokaže samo še kot strma gladka drsna ploskev brez večjih porušitev. Na teh obzorjih se bituminozni dolomit neposredno stika z grebenskim apnecem.

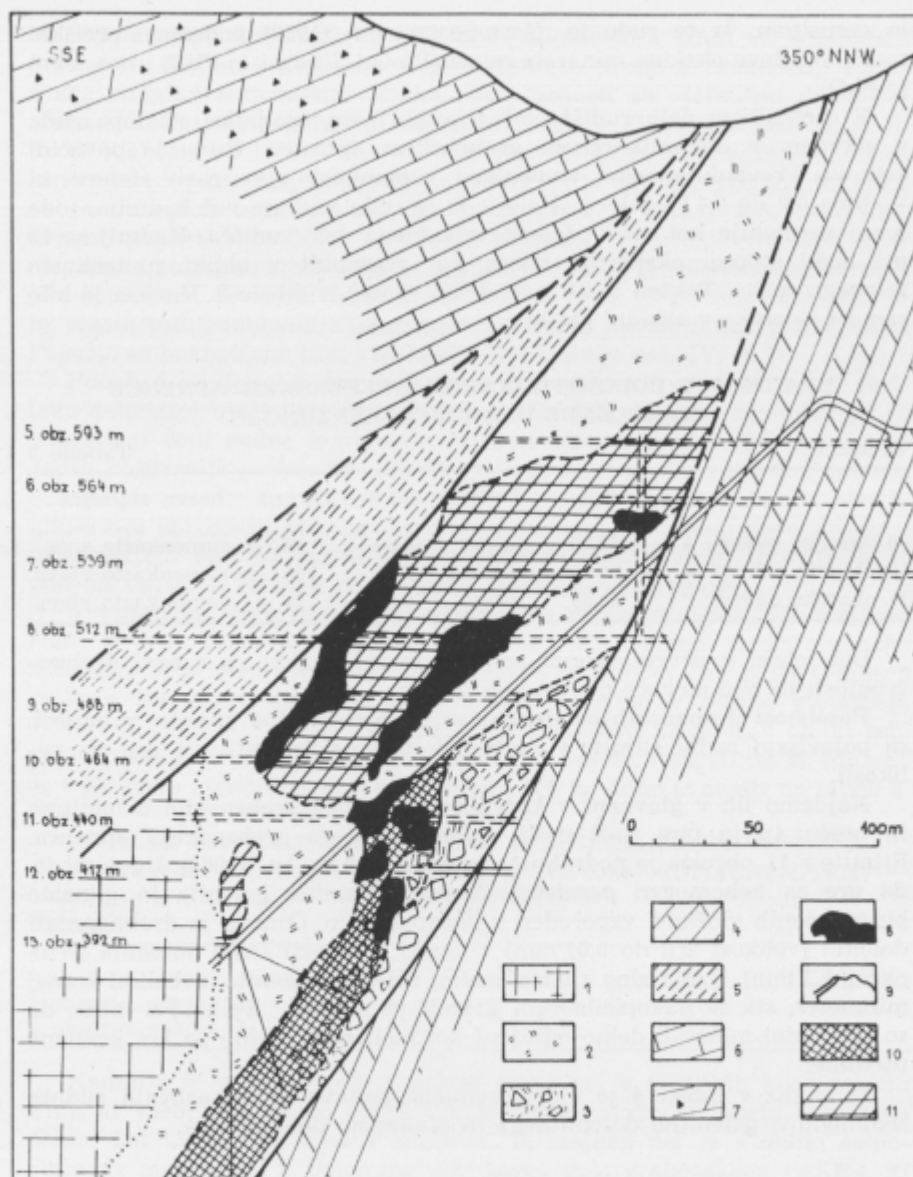
Tektonika je v glavnem porudna. To nam dokazujejo številne drsne ploskve z izglajenimi rudnimi površinami, najbolj pa govore za porudno tektoniko rudni sedimenti, ki leže navadno zelo strmo ali celo prevrnjeno. Del orudenenj pa je nedvomno epigenetski ali potektonski.

Grabenska ruda

V grabenskem rudišču ločimo tri vrste rude. Med seboj se razlikujejo po prikamenini, mineralni in kemični sestavi ter po količinskem razmerju med svincom in cinkom.

Mineralna sestava je enostavna. Primarni minerali so: galenit, sfalerit, pirit, markazit, dolomit, kremen in kalcit; minerali oksidacijske cone pa se cerusit, anglezit, minij, litargit, masikot, wulfenit, hidrocinkit, smitsonit, greenokit in limonit.

Cinka je povprečno 7% v oksidni obliki, svinca pa 5%. V zahodnem delu je stopnja oksidacije večja, predvsem v višjih obzorjih. Tu nastopa cink večidel v oksidni obliki, medtem ko je galenit prepojen z anglezitom



Sl. 3. Profil SSE-NNW (350°) skozi grabensko rudišče

Abb. 3. Profil SSE-NNW (350°) durch das Grabenrevier

1 Grebenski apnec (ladinska stopnja); 2 Dolomitizirani grebenski apnec; 3 Brečasto evaporitska cona; 4 Dolomit nedoločene starosti (ladinski ali noriški); 5 Rabeljski skrila-vec (karnijski); 6 Rabeljski apnec; 7 Noriški dolomit; 8 Rudno telo v presečni ravni; 9 Svinčevo cinkovo orudenjenje s sedimentno rudo v talni; 10 Orudenjenje s Pb-Zn (projekcija na presečno ravnino); 11 Orudenjenje s Zn (projekcija na presečno ravnino)

1 Riffkalk (Ladin); 2 Dolomitierter Riffkalk; 3 Breccien und Evaporitzzone; 4 Dolomit (Alter unbekannt — Ladin oder Nor); 5 Raiblerschiefer (Karn); 6 Raiblerkalk; 7 Hauptdolomit (Nor); 8 Erzkörper in der Profilinie; 9 Pb-Zn Vererzung mit Sedimentarz im Liegenden; 10 Pb-Zn Vererzung (außerhalb der Profilinie); 11 Zn Vererzung (außerhalb der Profilinie)

in cerusitom. Iz te rude je Grafenauer (1959) podrobno preiskal redke svinčeve oksidne minerale minij (Pb_3O_4), litargit (αPbO) in masikot (βPbO).

V centralnem delu rudišča, ob transportnem vpadniku, nastopa ruda v glavnem v dolomitiziranem grebenskem apnencu. Ruda je povečini cinkova. Prevladuje svetel, rumenkast, rumenkasto rjav in siv sfalerit, ki vsebuje 0,2 do 0,4 % železa. Sfalerit iz te rude vsebuje več kadmija, toda manj germanija kot rjavi sfalerit vzhodnega dela rudišča. Kadmij se že pri nizki stopnji oksidacije izloča kot greenokit v obliki rumenkasto zelenega oprha. Takšen je bil tudi drugi vzorec iz tabele 3. V njem je bilo samo 4 % cinka v oksidni obliki.

SFALERIT V DOLOMITIZIRANEM GREBENSKEM APNENCU
ZINKBLENDE DER RIFFVERERZUNGEN

Tabela 3

Tabelle 3

	Zn %	Fe %	Cd %	Ge gr/t	barva sfalerita
8. obzorje, odkop 4	65,89	1,58	0,36	49	rumenkasto siva
10. obzorje, odkop 26	66,89	0,23	0,43	105	rumenkasto rjava
11. obzorje, odkop 2	66,89	0,30	0,51	69	rumenkasto rjava

Del železa v prvem vzorcu pripada markazitu, ki ga zaradi drobnostnosti ni bilo mogoče popolnoma izločiti.

Posebnost grabenskih orudenenj so lijakasta rudna gnezda, v katerih se pojavljajo rudni ritmiti s tipično vertikalno razvrstitvijo zrn po velikosti.

Najdemo jih v glavnem v kontaktni coni med grebenskim dolomitom in brečo, tu in tam tudi sredi dolomitiziranega grebenskega apnenca. Ritmite z 11. obzorja je podrobneje preiskal Schulz (1964). Ugotovil je, da gre za nehomogen paralelni skupek dolomita, galenita in glinasto bituminoznih vložkov, vzporeden s plastovitostjo. Osnova je drobnostni dolomit (velikost zrn do 0,01 mm) z vložki debelozrnatega dolomita (zrna okrog 0,1 mm). Vzporedno z lamelnimi plastmi dolomita, debelimi komaj milimeter, sta se nakopičila tudi galenit in sfalerit. Schulz meni, da so bili rudni minerali delno odloženi kot mehanske, delno pa kot kemične usedline.

Iz analiz v tabeli 4 je vidna kemična sestava dveh različnih rudnih sedimentov, galenitno dolomitnega in sfaleritno dolomitnega.

KEMIČNA SESTAVA RUDNIH SEDIMENTOV
CHEMISCHE ANALYSEN VON ZWEI ERZSEDIMENTEN

Tabela 4

Tabelle 4

	Pb %	Zn %	MgCa(CO ₃) ₂ %	CaCO ₃ %	SiO ₂ %	F %	Fe %	Cd %	Ge %
PbS sediment	34,69	2,02	39,12	11,49	5,35	0,09	0,22	—	—
ZnS sediment	0,18	7,60	31,14	21,39	33,30	0,02	0,68	0,06	sled

SiO₂ nastopa kot kremen, v drobnih idiomorfih zrnih ali v glinenih primeseh. Vsebnost fluora je v primerjavi z drugimi orudnenji mežiškega rudnika sorazmerno visoka. Bolj pogosti so sfaleritno dolomitni sedimenti. Najbolj zanimiv je sfaleritni ritmit z 12. obzorja (tab. II, sl. 1). Tu je lijakasta vdolbina v krovni dolomitiziranega grebenskega apnenca zapolnjena s pasovitim dolomitom. Vzporedno s tankimi plastmi dolomita se je nakopičil tudi sfalerit. Ta se pojavlja v komaj kak milimeter debelih plasteh z značilno vertikalno razvrstitvijo zrn po velikosti (plastovitost s postopno zrnovostjo — graded bedding). Z orientiranimi zbruski je ugotovljena reverzna lega plasti. Rudna zrna so povečini idiomorfna in včasih tudi zaobljena. Galenitna zrna imajo navadno dolomitno jedro. Pogosto so nakopičena tudi vzdolž stilolitnih šivov (tab. IV, sl. 2).

Ponekod najdemo rudne sedimente kot odlomke v dolomitni in skrilavo dolomitni breči (tab. II, sl. 2 in tab. III, sl. 3). Najbolj zanimive pa so v brečasti coni rudne konkrecije oziroma gomolji (tab. VIII, sl. 1 in 2). Jedro konkrecije je dolomit, okrog njega je koncentrično odložen galenit, včasih pa galenit in sfalerit. Galenit je vedno obdan s tanko plastjo glinastega skrilavca. Medtem ko v grebenskem dolomitiziranem apnencu prevladujejo cinkova orudnenja z izredno malo svinca (povprečje je pod 0,5 ‰), so v brečasti coni bogata svinčeva orudnenja.

V vzhodnem delu rudišča so orudnenja precej drugačna. Tu nastopa ruda v primarnem apnenčastem dolomitu, ki vsebuje razen organske substance še primesi glinastega materiala in markazita. Bogatejše svinčevo cinkove koncentracije se pojavljajo skoraj vedno v bližini glinastega skrilavca. Rudna telesa so zelo nepravilna. Galenit prepleta v obliki zelo nepravilnih žilic prekristalizirano dolomitno osnovo (tab. III, sl. 2). Sfalerit je v glavnem rjav in bogat z germanijem. To je vidno iz analiz na tabeli 5.

ANALIZI RJAVEGA SFALERITA IZ VZHODNEGA DELA RUDIŠČA
ANALYSEN BRAUNER ZINKBLENDE AUS DEM ÖSTLICHEN TEIL
DER LAGERSTÄTTE

Tabela 5

	Zn %	Fe %	Cd %	Ge gr/t
9. obzorje, odkop 53	65,71	2,28	0,13	252
9. obzorje, odkop 17	65,50	2,31	0,21	306

Kadmija je v teh sfaleritih precej manj kot v mežiških koncentratih ZnS, ki vsebujejo 0,3 do 0,5 ‰ Cd. V obeh vzorcih iz tabele 3 nastopa železo kot izomorfna zmes v sfaleritu, le majhen del je v obliki samostojnega markazita. V dolomitu vzhodnega dela grabenskega rudišča, ki je nedvomno nastal v evksinskem okolju, je mogoče več markazita in pirita, kot ga vsebuje dolomit, nastal z dolomitizacijo koralnega apnenca.

Nastanek rudišča

Večina grabenskih orudnenj nastopa v grebenskih kameninah, kjer najdemo tu in tam tudi orudene korale (tab. I, sl. 2). Rudna mineralizacija je bila tesno povezana z dolomitizacijo apnenca. Oblike rudnih teles,

teksture in strukture mineralnih agregatov večine teh orudenenj govorijo v prid epigenezi rudišča. Epigenetska so tudi orudenenja vzhodnega dela grabenskega rudišča. Tu nastopajo najbogatejše rudne koncentracije v bližini tektonskih kontaktov rudonosnega dolomita in glinastega skrilavca. Toda v grabenskem rudišču najdemo pogosto tudi dokaze, da je rudišče glede na prikamenino singenetsko. To so dobro ohranjene strukture sedimentnih rud (tab. II, sl. 1 in 3, tab. III, sl. 3, tab. IV, sl. 1—3, tab. V, sl. 1 in tab. VI, sl. 1), ki jih najdemo v krovlini dolomitiziranega koralnega apnenca.

Tudi rudne, v glavnem galenitne, konkrecije v glinastem skrilavcu ali dolomitu govorijo v prid singenetskemu nastanku rudišča. Po značilnem kontaktu med rudonosnim grabenskim dolomitom in brečo na 12. obzorju ter podobnih kontaktih na 11. in 10. obzorju si lahko razlagamo nastanek rudišča takole:

Na koralni apnenec se je odlagal rudni sediment. Ta je nastal v evksinskem okolju ob morebitnem hidrotermalnem dovajanju rudnih snovi. Zapolnil je tudi kotanje in vdolbine v koralnem apnencu. Na rudni sediment so se izmenoma odlagali glinasti in karbonatni sedimenti. Iz njih je zaradi drsenja po morskem dnu nastala breča. Drsenje je zajelo tudi nekonsolidirane rudne sedimente, ki so ostajali nedotaknjeni samo v kotanjah, kjer so do danes obdržali prvotno strukturo.

Na močno deformirane heterogene plasti in brečo se je sedimentiral dolomit z organsko substanco, piritom in glinastim materialom, verjetno pa tudi z galenitom in sfaleritom. V bližini glinastih vložkov so bile morda koncentracije obeh kovin večje, a so se potem med diagenezo kamenin in s kasnejšimi hidatogenimi procesi še bolj obogatile.

Cinkovo svinčeva orudenenja v koralnem apnencu so lahko nastala samo na dva načina: hidrotermalno metasomatsko ali s premeščanjem rudnih snovi iz krovinskih sedimentov. Bolj verjetna je druga možnost, ker lahko z njo razlagamo nastanek rudišča v daljšem obdobju, tj. od diageneze kamenin do danes. Tako laže razlagamo različne faze mineralizacije, ki jih ugotavljamo z mikroskopskim ali makroskopskim opazovanjem orudenenj, in anomalije v kemični sestavi. Železa in germanija je v sfaleritu teh orudenenj precej manj kot v sfaleritu iz dolomita, ki je nastal v evksinskem okolju. To govori bolj za hidatogeni prenos snovi kot za hidrotermalno dovajanje raztopin. Iz hidrotermalnih raztopin nastanejo v splošnem sfaleriti, v katerih je več železa. Tudi potektonska orudenenja in globinsko razporeditev cinka in svinca v rudišču laže razlagamo na ta način kot s potriadno hidrotermalno fazo, kakor sem mislil pred leti (Štručl, 1965).

Menim, da je grabensko rudišče kljub epigenetskemu karakterju večine cinkovo svinčevih orudenenj primarno singenetsko-sedimentno. Svojo prvotno obliko je spremenilo zaradi procesov v fazi diageneze in po njej.

DIE Zn-Pb VERERZUNGEN DES GRABENREVIERS — EIN BESONDERER TYP DER LAGERSTÄTTE VON MEŽICA

Ivo Štruel

Mit 3 Textabbildungen und 9 Tafeln

Vortrag gehalten am 18. Mai 1967 beim I. Symposium über die Geologie der Karawanken in Črna na Koroškem

Die Zn-Pb Vererzungen des Grabenreviers erstrecken sich in Richtung Ost—West zwischen Ovčji vrh (955 m) und Ostrčnjak (812 m), 500 m südlich der Aufbereitung des Bergwerks Mežica in Žerjav. Die bisher bekannten Vererzungen zeigen eine Teufenerstreckung von 620 m. Das niedrigste Erz wurde mit Tiefbohrungen unterhalb des 13. Horizontes festgestellt.

Die Vererzungen treten vorwiegend in Riffgesteinen auf in denen besonders die Korale *Thecosmilia badiotica* Volz (bestimmt von G. K o l o s v a r y) sehr häufig vorkommt. Außerdem wurde ein reiches Vorkommen von Gastropodenschalenresten der Gattung *Chemnitzia rosthorni* gefunden.

Die Riffgesteine erstrecken sich auf eine Länge von 1,5 km und einer Breite von cca. 200 m, zwischen Mošenik bei Črna und dem Kavšak Graben in Jazbina. Im westlichen Teile ist diese Zone vorwiegend kalkig im östlichen dagegen sehr stark dolomitisiert. Gegen Norden und Osten hin grenzt die Riffzone an Breccien, oder an stark gestörte und zerquetschte schiefrige Tone (bzw. Tonschiefer) mit Dolomitlagen, die oft Anreicherungen von Gips und Anhydrit enthalten. Nördlich dieser Zone tritt vorwiegend bituminöser Dolomit auf, im Osten dagegen Dolomit der stellenweise einen höheren Gehalt an Markasit und Pyrit aufweist. Den Südrand des Grabenreviers bilden Raibler Tonschiefer die in einer tektonischen Zone zwischen Riffgesteinen ladinischen Alters und Hauptdolomit eingengt sind.

Die Hauptvererzungen treten in Riffgesteinen auf. Einige, besonders reich an Blei, findet man in den submarinen Breccien, den Rest in Dolomiten die in einem euxinischem Milieu entstanden sind. Die Vererzungen unterscheiden sich nicht nur in Bezug auf das Nebengestein, sondern auch in ihrer mineralogischen und chemischen Zusammensetzung. In den Riffgesteinen die im allgemeinen, wo Vererzungen auftreten, dolomitisiert sind ($\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$ 85,06 %, CaCO_3 14,14 %, SiO_2 0,25 %), treten hauptsächlich Zinkvererzungen auf, die stellenweise etwas mehr Blei liefern. Die Zinkblende dieser Vererzungen ist gegenüber der Blende in den Gesteinen außerhalb des Riffes eisenarm (0,3 % gegenüber 2 bis 3 %). Gering ist auch der Germaniumgehalt im Vergleich zu der eisenreicheren Blende (50 bis 100 Gramm/Tonne gegenüber 250 bis 300 Gramm/Tonne ZnS Konzentrat mit 65 % Zn). Höher ist dagegen der Cadmiumgehalt (0,4 bis 0,5 % gegenüber 0,1 bis 0,2 %). Die Vererzungen in den Riffgesteinen zeigen in Beziehung zum Gehalt an Blei und Zink ein Ver-

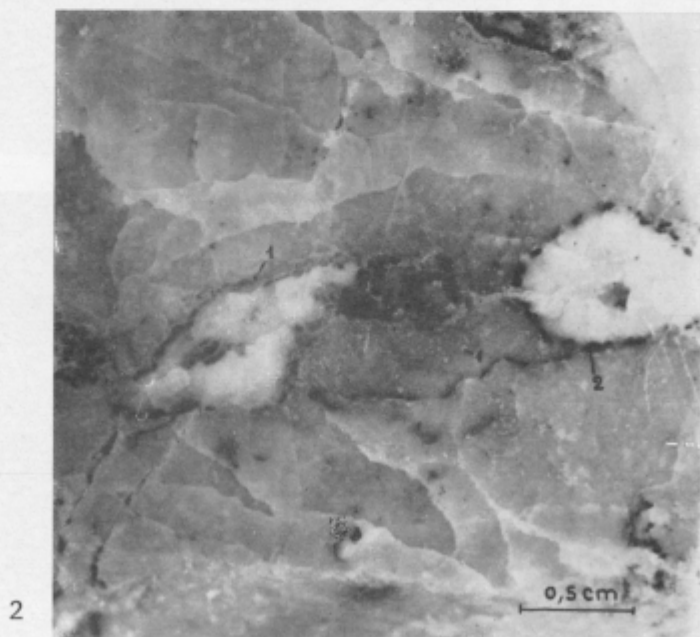
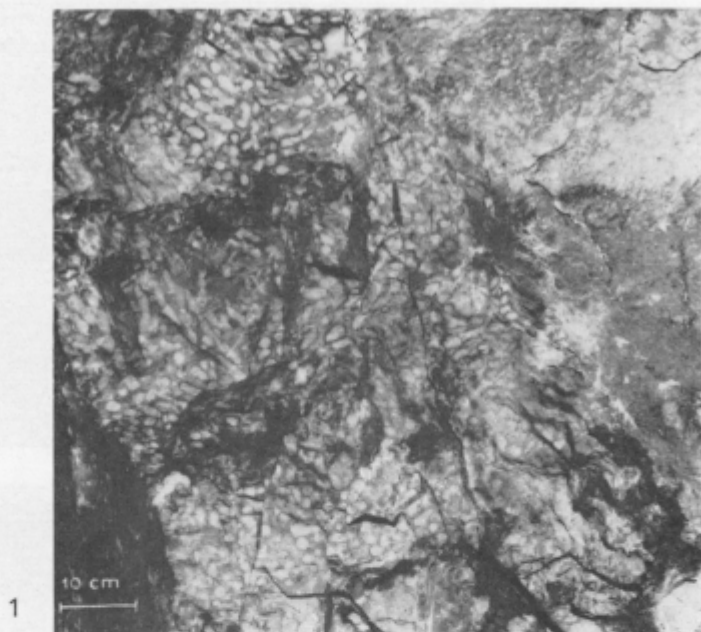
hältnis 1:8 bis 1:12 zugunsten des Zinks, dagegen sind die Vererzungen außerhalb dieser Gesteine meist reicher an Blei. Den letzteren sind oft auch größere Mengen von Markasit und Pyrit beigemischt.

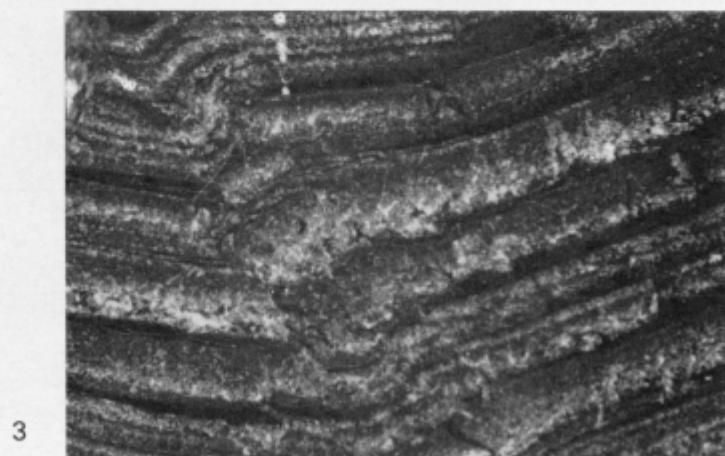
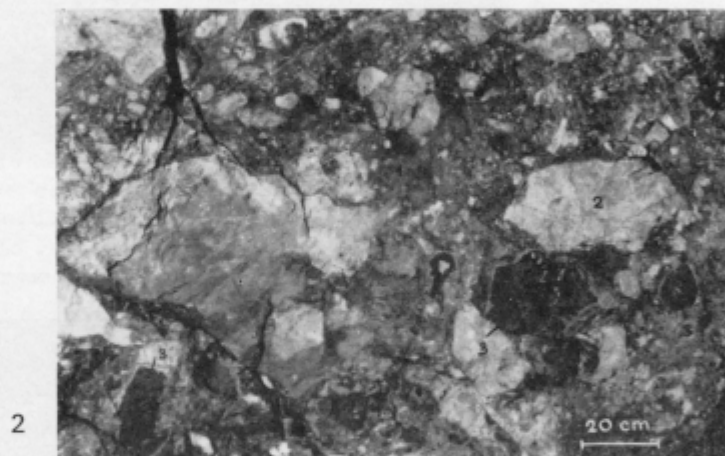
Fast alle Erzanreicherungen des Grabenreviers zeigen eindeutig, daß es sich um epigenetische Bildungen handelt. Die Riffvererzungen stehen im engen Zusammenhang mit sekundären Dolomitisationsprozessen. Sie zeigen in Beziehung auf die Verbreitungen von Blei gewisse Teufenunterschiede. Die Form der Erzkörper, das Gefüge der Erzaggregate fast aller Erzanreicherungen und die vererzten Korallen sprechen eindeutig für Verdrängungsvorgänge die aber entweder durch hydrothermale Prozesse oder durch Umlagerungen erklärt werden können. Die Vererzungen außerhalb der Riffgesteine sind meist an tektonische Schieferkontakte gebunden. Jedoch findet man außer den genannten Bildungen auch sehr schöne Beispiele sedimentärer Erze (Tafel II, Abb. 1, 3, Tafel III, Abb. 3, Tafel IV, Abb. 1—3, Tafel V, Abb. 1 und Tafel VI, Abb. 1), die schon von O. Schulz beschrieben worden sind. Diese Erze mit typischen Geopetalgefüge (graded bedding) treten im Hangenden der Riffgesteine unmittelbar unter den Breccien auf, die wahrscheinlich durch submarine Rutschungen entstanden sind. Innerhalb dieser Breccien, im Tonschiefer, wurden an mehreren Stellen Bleikonkretionen (Tafel VIII, Abb. 1 und 2) gefunden.

Es scheint, daß die Entstehung der primären Vererzungen zeitgemäß mit dem Absterben des Riffes und dem darauffolgenden Sedimentationszyklus übereinstimmt. Auf Grund charakteristischer Kontakte zwischen Erzdolomit und Breccie wie z. B. das Bild 1 (Tafel II) vom 12. Lauf zeigt (ähnliche wurden auch auf dem 11. Lauf gefunden), könnte man die Entstehung der Lagerstätte auf folgende Weise erklären.

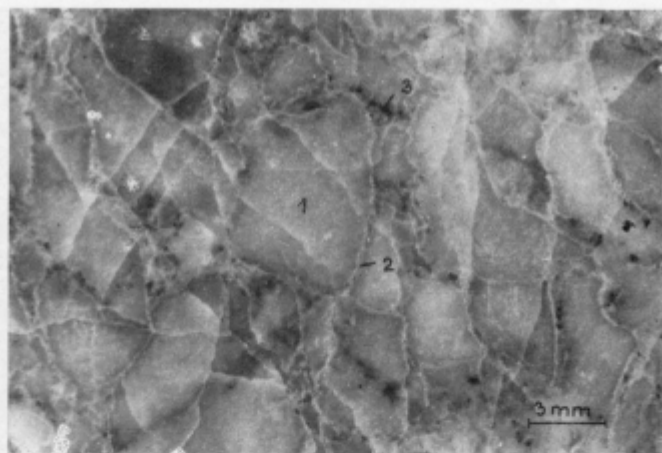
Auf Riffkalke wurde ein Erzsediment abgelagert, hierauf eine heterogene Abfolge von Ton, Kalkstein und Dolomit mit Gips und Anhydrit. In dieser Sedimentserie mußte es zu submarinen Rutschungen gekommen sein, wodurch stellenweise mächtige Breccienbildungen entstanden sind. Hierauf wurden Dolomite mit verschiedenen mächtigen und sehr unregelmäßig auftretenden Tonlagen abgelagert. Das Erz war in diesen Gesteinen wahrscheinlich weitgehend verteilt. Ein höherer Metallgehalt kann in der Nähe der genannten Tonlagen anwesend gewesen sein, der dann während der Diagenese durch Sammelkristallisation und durch spätere hidatogene Umlagerungen immer mehr angereichert wurde. Die Riffvererzungen können auf zweierlei Arten entstanden sein entweder durch hydrothermale metasomatische Vorgänge, oder durch Umlagerungen bei welchen der Blei-Zink- und Magnesiumgehalt von überlagernden Sedimenten her stammt. Da die Zinkblende sehr eisenarm ist, ist es wahrscheinlicher, daß es sich bei den Riffvererzungen um umgelagerte Vererzungen handelt, da die hydrothermale Blende ja meistens einen höheren Eisengehalt aufweist und nicht nur 0,3 % wie die Blende der Riffvererzungen.

Die Zn-Pb Lagerstätte Graben wird vom Autor trotz des epigenetischen Charakters der meisten Vererzungen als syngenetisch-sedimentär

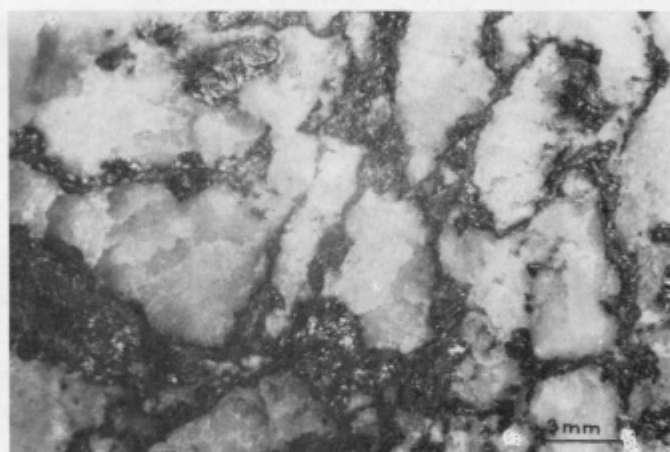




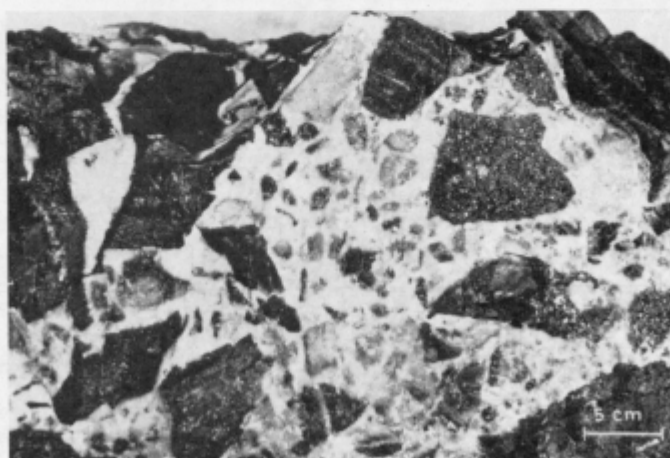
1

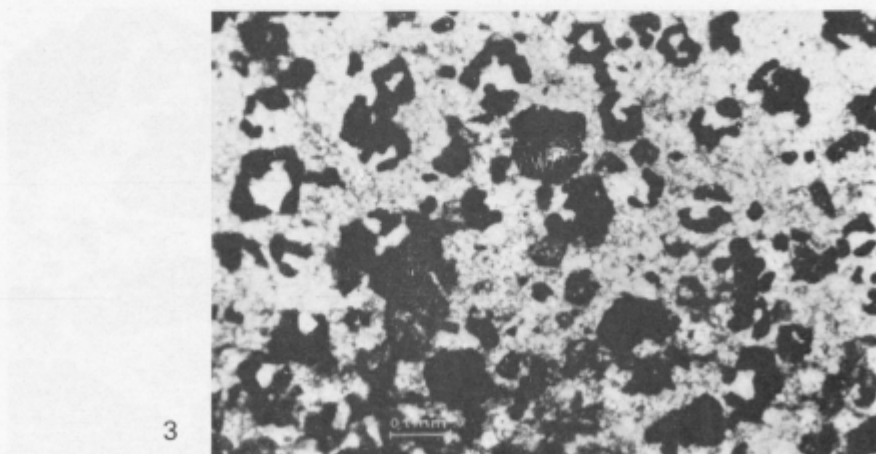
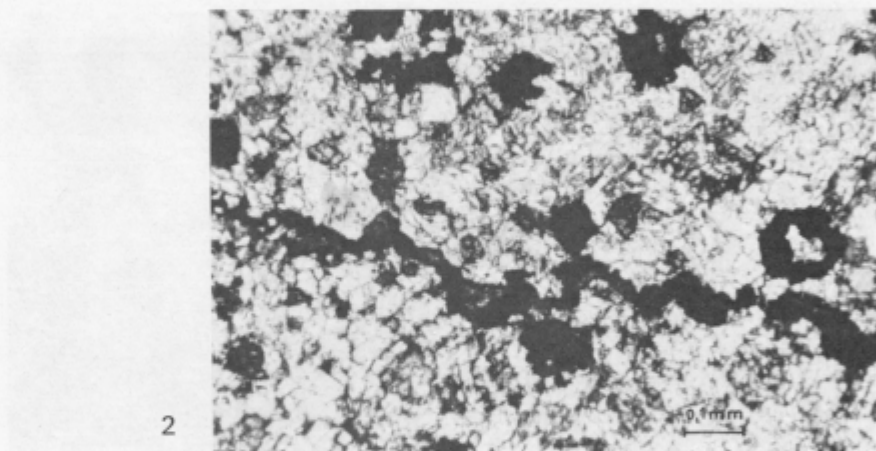
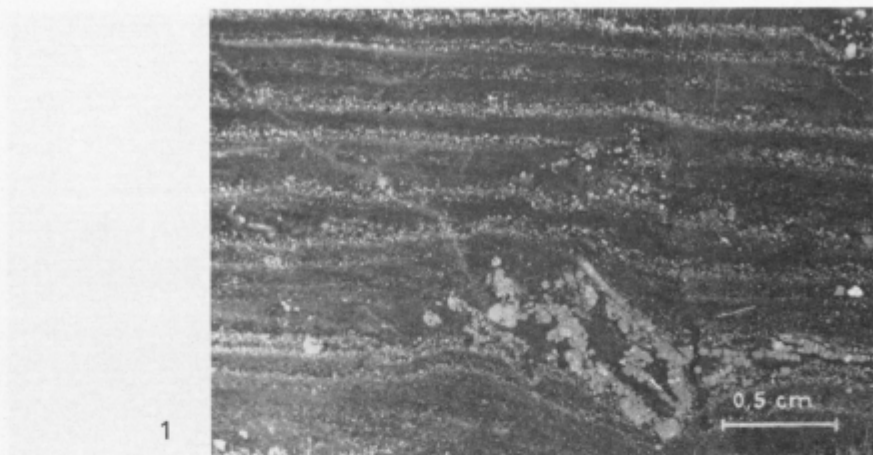


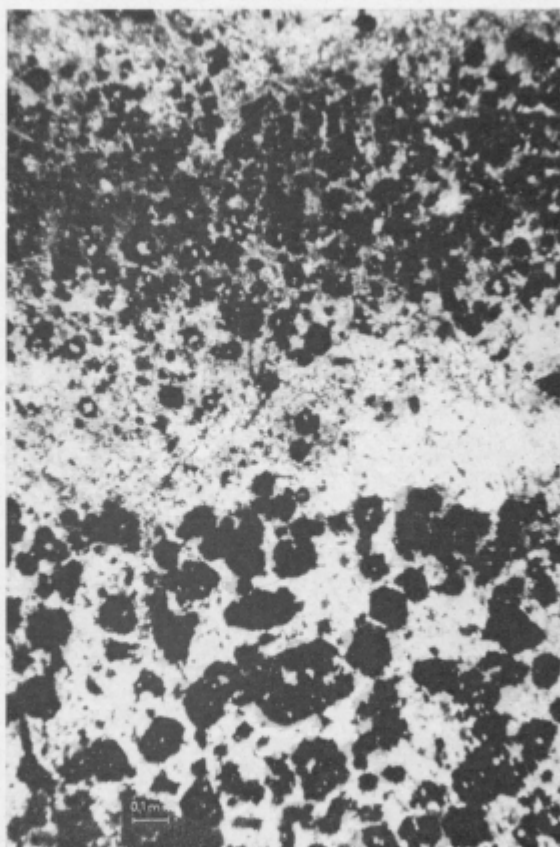
2



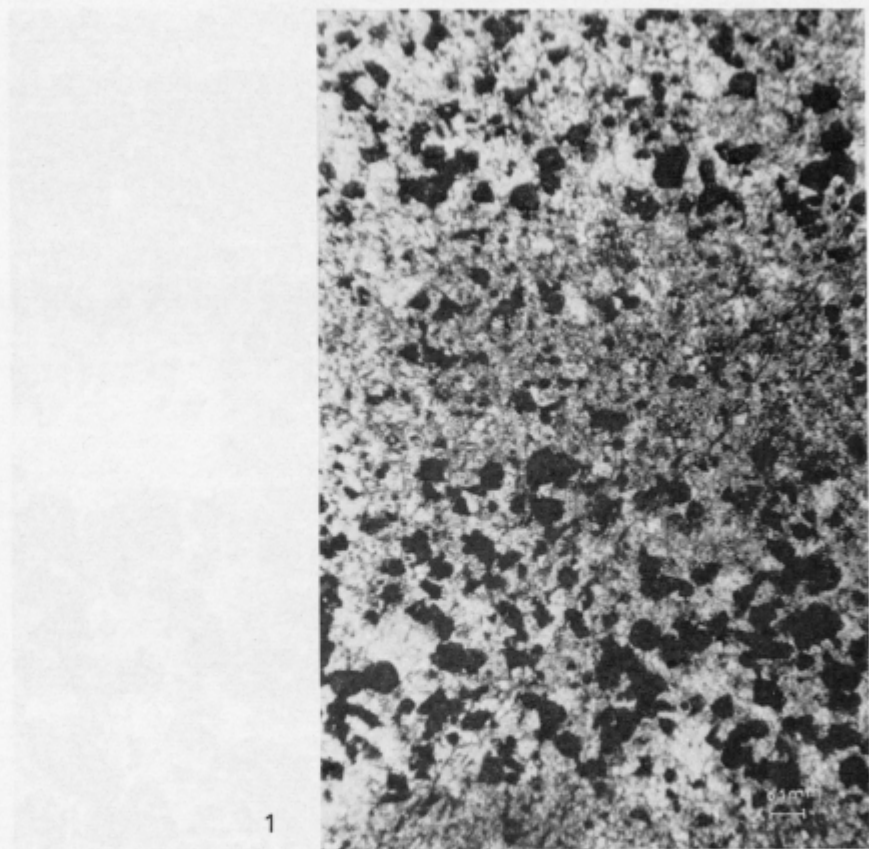
3



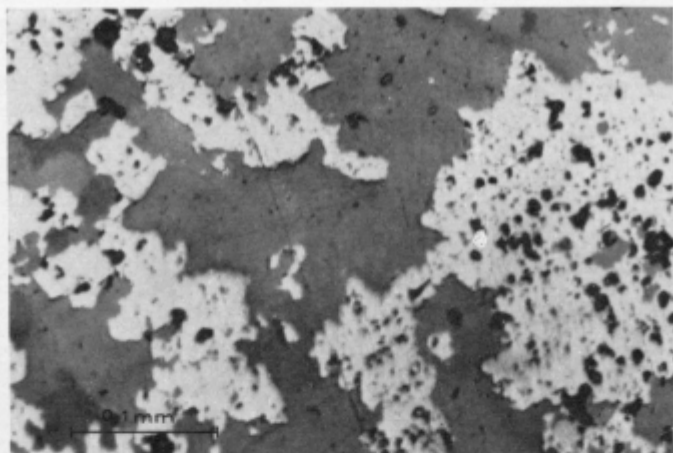




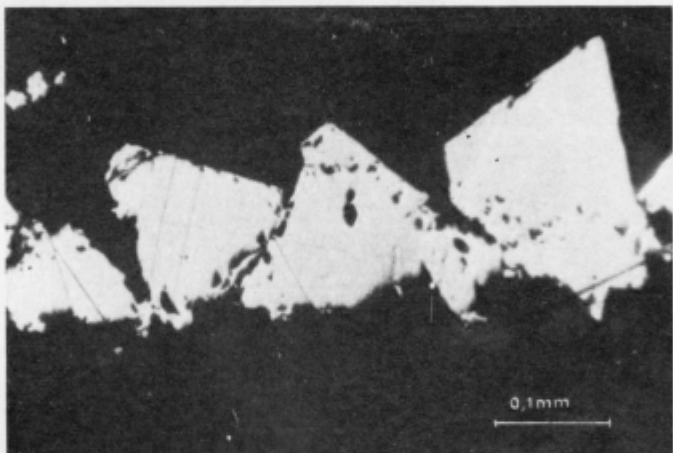
1



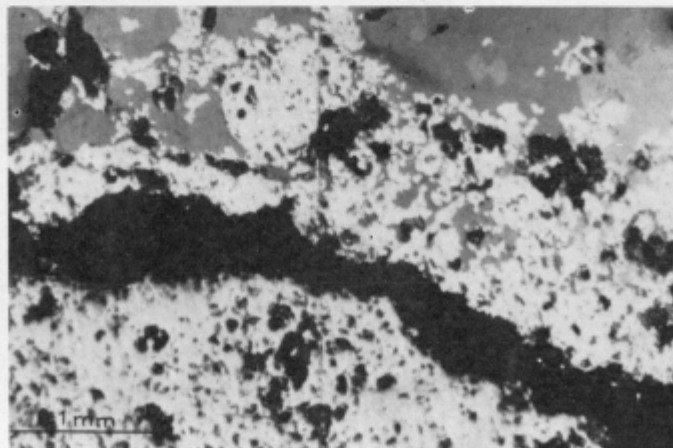
1



2



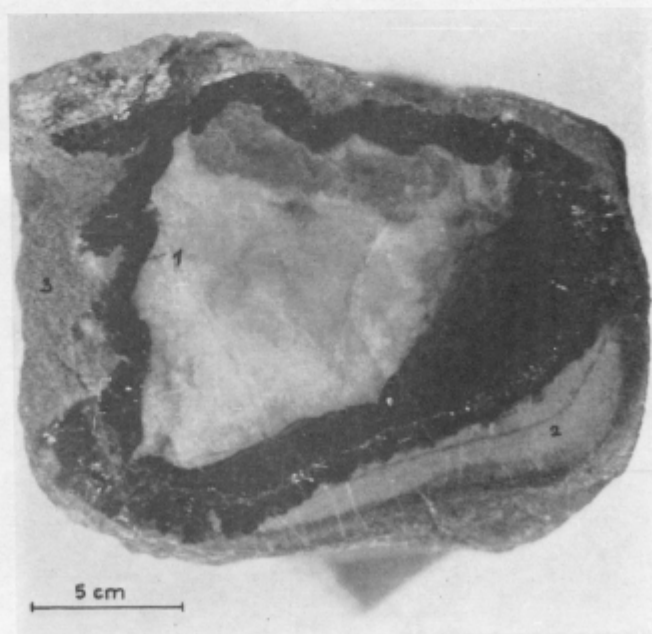
3



1



2



Ladinski grebenski apnec
Ladinischer Riffkalk

Dolomitizirani grebenski apnec
Dolomitizierter Riffkalk

Breča, glinasti skrilavec, dolomit, evaporiti
Breccie, Tonschiefer, Dolomit, Evaporite

Sivi in sivo rjavi dolomit
Grauer und graubrauner Dolomit

Bituminozni dolomit (starost neznana)
Bituminöser Dolomit (Alter unbekannt)

Skrilavci, apnenci in dolomiti karnijske in noriške stopnje
Tonschiefer, Kalke und Dolomite der karnischen und norischen Stufe

Nahajališča dobro ohranjenih koral
Fundorte gut erhaltener Korallen

Orudnenje
Vererzung

Prelom z milonitom
Verwerfung mit Milonit

Dolomit s sadro in anhidritom
Dolomit mit Gips und Anhydrit

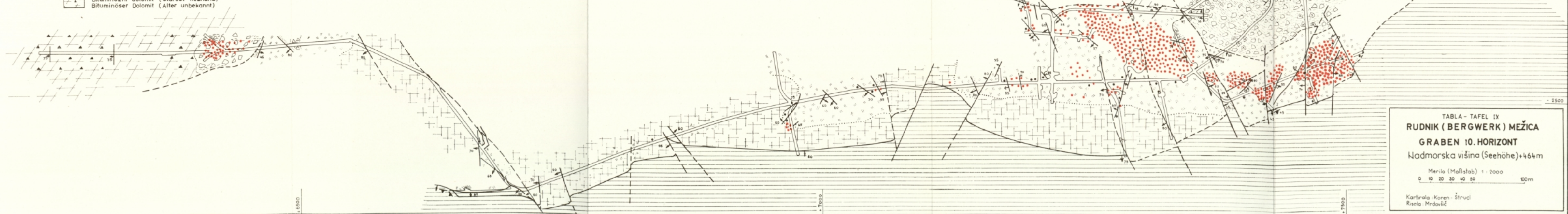


TABLA - TAFEL IX
RUDNIK (BERGWERK) MEŽICA
GRABEN 10. HORIZONT
Nadmorska višina (Seehöhe) +464m

Merilo (Maßstab) 1 : 2000
0 10 20 30 40 50 100m

Kartirala: Koren - Štruel
Risala: Mrdavič

mit eventueller hydrothermaler Stoffzufuhr (Zufuhrkanäle noch unbekannt) erklärt, wobei es den epigenetischen Charakter während der Diagenese und durch spätere hydatogene Umlagerungen bekommen hat.

LITERATURA

Grafenauer, S. 1959, Redki svinčevi oksidi v Mežici. Geologija 5, 56—62, Ljubljana.

Grobelšek, E. 1967, Poročilo o mikroskopskih preiskavah kamenin v revirju Graben Mežica.

Schulz, O. Mechanische Erzanlagerungsgefüge in den Pb-Zn-Lagerstätten Mežica und Cave del Predil, Berg und Hüttenmännische Monatshefte, 109 Heft 2, 385—389.

Strucl, I. 1965, Geološke značilnosti mežiških rudišč in njih okolice. 300 let mežiških rudnikov, 115—139, Mežica.

Strucl, I. 1965, Nekaj misli o nastanku karavanskih svinčevo-cinkovih rudišč s posebnim ozirom na rudišče Mežica. Rudarsko-metalurški zbornik 2, 155—163, Ljubljana.

Zorc, A. 1955, Rudarsko geološka karakteristika rudnika Mežica. Geologija 3, 24—80, Ljubljana.

Besedilo k slikam

Tafelerklärung

TABLA I — TAFEL I

Sl. 1. Grebenski apnenec s koralo *Thecosmilia badiotica* Volz. Graben (Balos) 8. obzorje.

Abb. 1. Riffkalk mit der Koralle *Thecosmilia badiotica* Volz. Graben (Balos) 8. Horizont.

Sl. 2. Korala orudena s sfaleritom 1 in markazitom 2. Graben, 9. obzorje.

Abb. 2. Mit Zinkblende 1 und Markasit 2 vererzte Koralle. Graben, 9. Horizont.

TABLA II — TAFEL II

Sl. 1. Ritmit sfalerita in dolomita na kontaktu med grebenskim dolomitiziranim apnenecem (desno) in brečasto cono (levo). Graben, 12. obzorje.

Abb. 1. Erzrhytmit mit Zinkblende und Dolomit im Hangenden des Riffkalkes (rechts) die mit einer Breccien-Zone (links) begrenzt wird. Graben, 12. Horizont.

Sl. 2. Rudni odlomki (v glavnem z galenitom) v breči slike 1. Graben, 12. obzorje.

Abb. 2. Dieselbe Breccie wie auf dem Bild 1 mit Erzbruchstücken und Knollen die vorwiegend aus Bleiglanz bestehen. Graben, 12. Horizont.

Sl. 3. Detajl rudnega ritmita slike 1. Graben, 12. obzorje.

Abb. 3 Erzrhytmit von Abb. 1.

TABLA III — TAFEL III

Sl. 1. Značilno orudenenje s sfaleritom v dolomitiziranem grebenskem apnenecu. 1 dolomitizirani apnenec, 2 žilica s sfaleritom, 3 markazit. Graben, 8. obzorje.

Abb. 1. Typische Zinkvererzung im dolomitisierten Riffgestein. 1 Dolomit, 2 Zinkblende, 3 Markasit. Graben, 8. Horizont.

Sl. 2. Orudenenje z galenitom, kakršno nastopa običajno v prekristaliziranem dolomitu vzhodnega dela rudišča. Graben, 9. obzorje, odkop 37.

Abb. 2. Charakteristische Bleiglanzvererzung typisch für den östlichen Teil des Graben-Reviers, 9. Horizont, Abbau 37.

Sl. 3. Rudna breča z odlomki rudnih ritmitov dolomita in galenita. Graben, 11. obzorje pri vpadniku.

Abb. 3. Erzbreccie mit Bruchstücken von Erzrhythmiten (Dolomit und Bleiglanz). Graben, 11. Horizont.

TABLA IV — TAFEL IV

- Sl. 1. Rudni ritmit z galenitom in dolomitom, Graben, 11. obzorje.
Abb. 1. Erzrhythmit mit Bleiglanz und Dolomit, Graben, 11. Horizont.

Sl. 2. Stilolitni šiv oruden z galenitom; detajl slike 1.

Abb. 2. Mit Bleiglanz vererztes Stylolith; Detail von Abb. 1.

- Sl. 3. Galenitna zrna s karbonatnim jedrom zelo značilna za grabensko sedimentno svinčevo rudo. Detajl slike 1.

Abb. 3. Für das sedimentäre Bleierz des Grabenreviers sehr charakteristische Bleiglanzkristalle mit einem Karbonatkern. Detail von Abb. 1.

TABLA V — TAFEL V

- Sl. 1. Svinčeva sedimentna ruda, Graben, 11. obzorje.

Abb. 1. Sedimentäres Bleierz, Graben, 11. Horizont.

TABLA VI — TAFEL VI

- Sl. 1. Cinkova sedimentna ruda, Graben, 12. obzorje.

Abb. 1. Sedimentäres Zinkerz, Graben, 12. Horizont.

TABLA VII — TAFEL VII

- Sl. 1. Sfalerit v dolomitiziranem grabenskem apnencu. Globoka zraščenost z ja-lovino povzroča flotaciji precejšnje težave. Graben, 8. obzorje.

Abb. 1. Zinkblende im dolomitisierten Riffkalk. Starke Verwachsungen mit dem Nebengestein verursachen in der Flotation Schwierigkeiten.

- Sl. 2. Idiomorfna zrna sfalerita, razvrščena v obliki tankih rudnih žilic v dolo-mitiziranem grabenskem apnencu, ki ga kaže sl. 1 na tabli III. Graben, 8. obzorje.

Abb. 2. Idiomorphe Kristalle der Zinkblende bilden sehr häufig ein unregel-mässiges Netz von dünnen Erzadern wie es die Tafel III, Abb. 1 zeigt. Graben, 8. Horizont.

- Sl. 3. Globoko zraščen sfalerit v dolomitiziranem grabenskem apnencu. Graben, 9. obzorje.

Abb. 3. Stark verwachsene Zinkblende im dolomitisierten Riffkalk. Graben, 9. Horizont.

TABLA VIII — TAFEL VIII

- Sl. 1. Gomoljasta svinčeva ruda v skrilavo dolomitni kamenini. Graben, 11. obzorje.

Abb. 1. Knollenerz im schiefrigen dolomitischen Gestein. Graben, 11. Horizont.

- Sl. 2. Gomolj z galenitom 1 in sfaleritom 2 okrog karbonatnega jedra. Zunanji ovoj je iz glinastega skrilavca 3. Graben, 11. obzorje.

Abb. 2. Erzknohle mit Bleiglanz 1 und Zinkblende 2 um einen Karbonatkern. Die äussere Hülle besteht aus Tonschiefer 3. Graben, 11. Horizont.