

## NEKATERE ZNAČILNOSTI ORUDENENJA V RUDIŠČU RUTE

Danilo Jelenc

S 7 tabelami in z 10 slikami

Rudišče Rute pri Bleibergu pod Dobračem pripada mineralizirani coni wettersteinskih apnencev, ki potekajo v smeri E—W in tvorijo številne grude.

Jamo in površino so kartirali Sueß, Mojsisovics, Hupfeld, Frech, Geyer, Tornquist, Stier in Holler. Zlasti zadnja dva sta pojasnila geologijo ozemlja mineralizirane cone. Podlago triade tvorijo spodnjekarbonski peščenjaki, drobe in skrilavci. Triada se pričinja z rdečimi werfenskimi peščenjaki, katerim sledi nekaj 100 m debela serija gutensteinskih skladov, temnih laporjev, skrilavcev in temnih dolomitov. Nad temi leži 600 m debela serija svetlih, z bitumenom revnih dolomitov. Ti dolomiti prehajajo v wettersteinske apnence, ki predstavljajo ca. 500 m debelo serijo skladov. Zgornji horizont wettersteinskih apnencev je dolomitiziran. Nad njim slede rabeljski skladi. Sestavljajo jih tri po 20—25 m debele plasti karditskih skrilavcev z 0,25 m debelimi oolitnimi plastmi v talnini ter z vmesnimi polami močno bituminoznega dolomita, ki doseže debelino do 50 m. Nad karditskimi skrilavci leži močno bituminozen glavni dolomit, ki vsebuje 3—4 vložke oljnih skrilavcev.

Severno od Dobrača poteka v alpski smeri tektonski jarek, ki ga seka WNW potekajoča prelomnica Dobrača, ob kateri je zahodni del tektonskega jarka pomaknjen proti severozahodu, vzhodni pa proti jugovzhodu. Med vzhodnim koncem zahodnega dela tektonskega jarka in zahodnim koncem vzhodnega dela jarka leži na severni strani dobraške prelomnice odlomljen del vzhodnega jarka v obliki trikotne grude, katere osnovnica leži na dobraški prelomnici.

Za mineralizirano cono Pb—Zn v rudišču Rute je značilna vrsta prelomov in razpok.

Prvo vrsto prelomov sestavljajo štirje močni in več manjših vmesnih prelomov severozahodne smeri. Po Hollerju so ti prelomi nastali tako, da je odtrgana trikotna gruda glavnega dolomita pritiskala na wettersteinske apnence, ki so se zaradi tega pomikali proti severozahodu.

Poleg severozahodnih nastopajo še mlajši severovzhodni prelomi.

Mineralizacija nastopa ob križiščih severozahodnih prelomov s tako imenovanimi žlahtnimi ploskvami, ki jim prej niso posvečali mnogo

pozornosti. Podrobno petrografsko kartiranje je pokazalo, da so te ploskve razdelile wettersteinski apnenec na posamezne sklade. Paleontološko, mikrokemično in mikropetrografsko proučevanje kaže, da imajo žlahtne ploskve velik praktičen in teoretičen pomen.

Prvotno so usmerjali jamska raziskovalna dela v nižja obzorja na podlagi razdalje rudnega rokava od karditskih skrilačev na poznanem obzorju.

Odkar se pri sledenju novih rudnih rokavov niso več ravnali po bližini karditskih skrilačev, temveč po žlahtnih ploskvah, se je znatno zmanjšala skupna dolžina raziskovalnih rogov in je bilo raziskovanje bolj uspešno.

Razen tega karditskih skrilačev v normalni legi ni bilo vedno možno ločiti od karditskih skrilačev, ki so bili vtisnjeni v razpoke ob prelomih in narivih. Zato so jih pri usmerjanju sledilnih rogov med seboj zamejvali, kar je še bolj povečalo obseg raziskovalnih del.

S preusmeritvijo v načinu sledenja po žlahtnih ploskvah so do leta 1935 prihranili 30 % na sledilnih rogovih pri prehodu od petega na šesto obzorje in 37 % pri prehodu od petega na sedmo obzorje.

Žlahtne plasti so izredno važne za orudenjenje, zato navajamo njihove petrografske značilnosti, kolikor jih moremo določiti megaskopsko.

Pod karditskimi skrilačevimi imamo sledeči značilni profil:

- |    |           |                               |   |
|----|-----------|-------------------------------|---|
| 1. | 0,1—2,5 m | oolitna plast.                |   |
| 2. | 12 m      | vmesni apnenec.               |   |
| 3. | 1—1,5 m   | mlečno-brečna žlahtna ploskev | a) mlečnobela dolomitna plast,<br>b) vmesni luknjičavi svetlorjavi apnenec z belimi krpicami,<br>c) breča z zelenkastimi in črnimi glinastimi delci ter rjavim apnenim lepilom. |
| 4. | 9 m       | vmesni apnenec                | vsebuje tako imenovano raztrgano zeleno brečno plast. V zgornjih delih te plasti so sivkastozelena in bela vlakna, v spodnjem pa je vrsta vložkov nepravilne oblike.            |
| 5. | 1 m       | zeleno-brečna žlahtna ploskev | a) zelena lapornata plast, ki je često spremenjena v zeleno brno,<br>b) vmesni apnenec,<br>c) breča s sivimi in rjavimi delci.  |
| 6. | 24 m      | vmesni apnenec                | vsebuje dve mlečno-brečni ploskvi.  |

- |    |       |                                 |   |
|----|-------|---------------------------------|---|
| 7. | 7—8 m | mlečno-modra<br>žlahtna ploskev | a) mlečnobeli trdni dolomit,<br>ponekod ga v krovlini in<br>talnini spremlja črna ali<br>rjava breča,<br>b) vmesni rjavi apnenec, ki<br>vsebuje votline, izpolnjene<br>s kalcitom,<br>c) modra plast. |
| 8. | 75 m  | vmesni apnenec.                 |   |
| 9. | 1 m   | megalodontna<br>plast           |   |
- predstavlja izrazito školjkoviti  
horizont temnosivega do  
rjavkastega, nekoliko dolo-  
mitiziranega apnenca z *Mega-*  
*lodus triqueter*.

Megalodontna plast navadno zaključuje rudosnosni del wetterstein-  
skega apnenca. Pod njo se vrste debele plasti zelenega laporja s posa-  
meznimi mlečnobelimi dolomitnimi vložki. Te plasti sličejo rudosnosnim  
plastem v krovlini, toda orudenele so le izjemno v revirju »Maks«  
v skrajnem zahodnem delu rudišča Rute.

V 1. tabeli navajamo kemični sestav posameznih plasti wetterstein-  
skega apnenca:

1. tabela

**Kemični sestav žlahtnih ploskev in vmesnega apnenca**

Zlahtna ploskev	SiO <sub>2</sub>	BaSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Zn	Σ	CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub> = 100
Mlečna plast	2,18	1,34	52,61	39,83	0,80	1,64	0,32	98,72	57 43
Brečna plast	0,22	0,10	65,58	27,12	1,03	1,50	2,38	98,83	71 29
Modra plast	2,66	0,80	81,92	9,46	1,20	1,94	0,86	98,84	89,5 10,5
Zelena plast	4,06	3,04	57,12	30,59	1,20	3,50	0,22	99,73	65 35
Vzorci iz 75 m debelega vmesnega apnenca	0,15	0,10	96,96	2,42	0,16	0,04	0,15	99,98	98 2
Vzorec iz tal- nine megalod- ontne ploskve	0,86	0,62	89,70	7,34	0,56	0,25	0,54	99,87	92 8

Če primerjamo žlahtne ploskve in vmesni apnenec, opazimo, da so  
plasti žlahtnih ploskev facialno bolj pestre in heterogenega sestava,  
vmesni apnenec pa je bolj homogen. Tudi kemične analize kažejo raz-  
like, posebno glede glinice, železovega oksida in organskih snovi. Naj-  
važnejša pa je razlika v količini dolomita. Razmerje med CaCO<sub>3</sub> in  
MgCO<sub>3</sub> niha pri žlahtnih ploskvah, ki so vodilne za orudenenje, od  
29 do 43 % MgCO<sub>3</sub> in od 71 do 57 % CaCO<sub>3</sub>; pri ostalih ploskvah in vmes-  
nem apnencu pa od 2 do 8 % MgCO<sub>3</sub> in od 98 do 92 % CaCO<sub>3</sub>. Za dolomit

žlahtnih ploskev je značilna enakomerno drobnozrnata struktura in plastovita krojitev.

Slične primere, da nastopa mineralizacija v stratigrafskem horizontu le v kameninah določenega petrografskega in kemičnega sestava, najdemo tudi v drugih rudiščih. V zvezi s tem je Olaf Rove (1947) v svoji razpravi opozoril med drugim tudi na permeabilnost kamenin. Kasneje je Ernest L. Ohle (1951, 668—673) objavil razpravo, v kateri navaja eksperimentalne podatke o permeabilnosti<sup>1</sup> apnencev in dolomitov cinkovih rudišč v East Tennessee Zinc District — ZDA. Preiskal je okoli 1000 vzorcev prikamenine in prišel do zaključka, da kamenine v različni meri propuščajo rudne raztopine.

2. tabela

Razlike v permeabilnosti z naraščajočim povprečnim obsegom zrn

St. vzorca	% kalcita	% dolomita	% vsega karbonata		Netopno	Fe, Al, Mn	Permeabilnost <sup>1</sup>
			kalcit	dolom.			
13	92,14	4,11	99,0	1,0	3,2	0,4	$4 \times 10^{-6}$
43 — 2	89,30	2,74	97,0	3,0	6,4	0,5	$6,5 \times 10^{-6}$
47 — 2	92,79	3,20	96,6	3,4	1,8	0,5	$3,2 \times 10^{-6}$
90	91,49	4,57	95,2	4,8	3,3	0,3	$6 \times 10^{-7}$
34	79,71	10,97	87,6	12,4	10,7	0,9	$4,8 \times 10^{-4}$
92	84,26	12,34	87,2	12,8	3,1	0,3	$7,2 \times 10^{-5}$
15 — 1	77,26	15,08	83,6	16,4	6,7	0,7	$8,3 \times 10^{-4}$
14 — 1	63,76	26,61	70,5	29,5	8,4	0,9	$4,3 \times 10^{-5}$
44 — 1	15,25	61,24	20,0	80,0	21,3	1,6	$9 \times 10^{-5}$
45 — 1	11,48	58,04	16,5	83,5	27,4	2,7	$4 \times 10^{-4}$
12 — 2	7,85	53,93	12,7	87,3	6,4	1,2	$2 \times 10^{-2}$
93	11,21	84,08	11,8	88,2	2,7	1,2	$10 \times 10^{-4}$
48 — 2	10,5	81,8	11,3	88,7	5,0	1,6	$1,4 \times 10^{-3}$
33 — 1	6,24	79,52	7,3	92,7	11,8	1,2	$3,9 \times 10^{-2}$

Navedeni Ohlejevi podatki za permeabilnost apnencev in dolomitov v absolutnih vrednostih sicer ne ustrezajo razmeram v Rutah. Toda na podlagi različnega petrografskega in kemičnega sestava kamenin v plasteh žlahtnih ploskev in vmesnega apnenca moremo sklepati, da obstajajo razlike v permeabilnosti tudi v tem rudišču. Tudi drugi avtorji, n. pr. Blumer (1922), na splošno ugotavljajo razlike v poroznosti med apnenci in dolomiti.<sup>2</sup> Eksperimentalna določitev permeabilnosti žlahtnih

<sup>1</sup> Permeabilnost je izražena v milidarcyjih.

<sup>2</sup> Glej 3. tabelo na str. 173.

ploskev in vmesnega apnenca bi te razlike nedvomno potrdila tudi v tem rudišču.

Zaradi razlike v permeabilnosti so mineralne raztopine pronicale po poteh najmanjšega odpora, ki so jih predstavljali preseki dolomitiziranih žlahtnih ploskev in prelomov. Ti preseki imajo smer jugovzhod—severozahod in tonejo proti jugovzhodu v globino. (Smer prelomov je severozahod—jugovzhod, smer žlahtnih ploskev pa vzhod—zahod z vpadom proti jugu). Vzdolž presekov so mineralizatorji metasomatsko nadomeščali apnenec, ki je bil v kemičnem oziru najmanj odporen. Oba pogoja, prvi odvisen od fizikalnih, drugi od kemičnih lastnosti kamenin, sta ustvarila značilno obliko rudnih rokavov.

3. tabela

**Blumerjeva tabela poroznosti**

Kamenina	Srednja velikost vol. por v %
Kararski marmor	0,11 — 0,22
Apnenec	0,67 — 2,55
Dolomit	1,5 — 22,2
Dolomit Pine Creek	12,8
Oolitski apnenec	13,6 — 16,9

Rudne raztopine so prinašale tudi magnezijev karbonat, ki je povzročal vzdolž rudnih rokavov dolomitizacijo wettersteinskega apnenca. Na ta način je nastal neenakomerno zrnat, luknjičav dolomit, ki tvori gnezda in vključke ob rudnih rokavih. Ta dolomitizacija je torej gensko mlajša od dolomitizacije žlahtnih ploskev.

S svincem bogati rudni rokavi nastopajo v gornjih, s cinkom bogati pa v spodnjih žlahtnih ploskvah. Povezanost rudnih rokavov z žlahtnimi ploskvami je razvidna iz 4. tabele.

Paragenezu rudišč v Bleibergu in Rutah sta podrobno raziskovala A. Torngquist (1927) in H. Jicha (1951, 714, 716, 728).

O izvoru oksidnih svinčevih mineralov v bleiberškem revirju pravi Torngquist: »Na velikih galenitovih kristalih ponekod v Bleibergu prirasla anglezit in cerusit sta produkta preperevanja, ki nimata ničesar skupnega z orudenjenjem wettersteinskega apnenca.«

Tudi drugi avtorji so obravnavali oksidne svinčeve minerale v Bleibergu. Rudišče v Rutah pa je bilo s te strani manj preiskano. Zato bomo podrobneje podali značilnosti rudnih rokavov glede na oksidne svinčeve minerale, ki smo jih kemično in halkografsko določili v številnih vzorcih iz večine zruškov in odkopov na raznih obzorjih. Podatki kemične analize so navedeni v 6. tabeli.

Vzrok, da nastopajo v tej analizi težko topni svinčevi oksidi, mnogo bolj topni cinkovi oksidi pa ne, je v tem, da so ti zaradi mnogo večje topljivosti<sup>3</sup> preneseni mnogo dalje.

<sup>3</sup> Glej 5. tabelo na str. 175.

4. tabela

## Razdelitev rudnih rokavov glede na žlahtne ploskve v rudišču Rute

Oolitna plast	Vmesni apnenec	Mlečno brečna p.	Vmesni apnenec	Mlečno zelena p.	Vmesni apnenec	Mlečno modra p.	Megalodontna p.	Mlečno zelena	Prelomni pasovi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ZnS(36)PbS	ZnS(32)PbS ZnS(33)PbS ZnS(19)PbS	ZnS(31)PbS ZnS(35)PbS (40)PbS	ZnS(34)PbS ZnS(14)PbS ZnS(22)PbS		(8)PbS ZnS(6)PbS (43)PbS (vezani na mlečno p.) ZnS(30)PbS (vezan na modro pl.)	ZnS(13)PbS	ZnS(37)PbS ZnS(29)PbS ZnS(21)PbS	ZnS(2)PbS ZnS(12)PbS ZnS(18)PbS
	ZnS(11)PbS (4)PbS ZnS(16)PbS		Rudni rokavi 31, 35, 40 se raztezajo od mlečno brečne do mlečno zelene pl.					ZnS(39)PbS ZnS(47)PbS	ZnS(46)PbS
	ZnS(24)PbS							ZnS(48)PbS	
	ZnS(44)PbS ZnS(20)PbS ZnS(49)PbS ZnS(42)PbS							ZnS(5)PbS ZnS(51)PbS ZnS(37)PbS	

## Legenda:

ZnS PbS Z galenitom bogati rudni rokavi.  
 ZnS PbS S sfaleritom bogati rudni rokavi.  
 ZnS PbS Z galenitom in sfaleritom bogati rudni rokavi.  
 (38) Označba rudnega rokava

5. tabela  
Topljivost v gramih na liter

ZnSO <sub>4</sub> 533,2	ZnCl <sub>2</sub> 2,039	ZnCO <sub>3</sub> 0,04 ?	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1,178
PbSO <sub>4</sub> 0,041	PbCl <sub>2</sub> 14,9	PbCO <sub>3</sub> 0,001	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 516,6

6. tabela

Lokaliteta oz. rud. rokov	Hori- zont	Pb % Pb	Pb ox % ox	Zn % Zn	Zn ox % ox	od celok. Pb ox Pb
1	2	3	4	5	6	7
1.	+ 7*	4,7	0,18	2,95	—	3,82
2. odkop	2	18,3	0,08	12,5	—	0,435
2. zrušek	— 2	5,45	0,04	20,2	—	0,729
2. odkop	+ 4	43,8	0,03	7,2	—	0,068
2. W-odkop	4	0,72	0,00	5,35	sledovi	—
2. E-odkop	— 4	6,40	0,08	19,5	—	1,245
2. W-odkop	— 4	25,40	0,32	5,6	—	1,245
2. E-odkop	+ 5	38,7	0,11	9,05	—	0,283
2. odkop	+ 5	4,65	0,07	4,80	—	1,505
2. odkop	— 7	29,60	0,04	14,2	—	0,135
2. zrušek	7	9,50	0,44	6,40	—	4,390
3. zrušek	7	0,38	0,14	5,35	—	27,0
3. W-zrušek	+ 7	2,15	0,10	35,20	—	4,47
3. E-zrušek	+ 7	12,30	0,31	22,40	—	2,46
4. odkop	+ 3	7,8	0,12	5,75	—	1,515
5. zrušek	— 8	31,4	—	22,5	—	—
		0,42	—	49,8	—	—
		0,26	0,12	50,1	—	31,6
6. odkop	+ 5	57,3	0,17	7,73	0,15	0,296
6. zrušek	5	54,7	0,36	4,15	sledovi	0,654
6. zrušek	— 6	22,3	0,27	8,7	—	1,2
7. odkop	+ 12	27,1	0,03	31,5	—	0,111
7. odkop	+ 12	19,6	sledovi	7,4	—	sledovi
7. odkop	13	0,06	—	0,25	—	—
8. zrušek	+ 10	37,2	0,39	6,3	—	1,05
8. odkop	11	0,75	0,61	15,3	0,02	44,8
8. odkop	+ 12	6,65	0,03	10,4	—	0,452
9. odkop	— 5	18,7	—	6,45	—	—
10. W-zrušek	+ 7	39,4	0,24	12,5	—	0,607
10. E-zrušek	+ 7	2,95	0,06	9,20	—	0,199
11. zrušek	+ 13	24,5	0,11	10,6	—	0,447
11. odkop	+ 12	6,3	0,02	9,1	—	0,318
12. odkop	+ 10	27,4	0,04	14,6	—	0,145
13. odkop	— 11	19,2	0,00	5,25	—	—
13. odkop	+ 12	21,5	—	9,95	—	—
14. odkop	— 4	4,95	sledovi	8,9	—	sledovi
14. N-zrušek	5	48,1	0,84	6,9	—	1,715
14. S-zrušek	5	10,5	0,14	5,95	—	1,505
15. zrušek	— 4	7,1	0,02	9,15	—	0,282
16. zrušek	+ 3	12,5	0,22	6,85	0,25	1,728

\* + pomeni etažo nad, — etažo pod horizontom.

Lokaliteta oz. rud. rokav	Hori- zont	Pb %	Pb ox %	Zn %	Zn ox %	od celok. Pb ox Pb
1	2	3	4	5	6	7
17. zrušek	— 10	2,35	0,28	7,15	0,15	10,6
17. zrušek	— 10	36,5	0,07	4,7	—	0,192
18. odkop	— 3	23,6	0,05	7,6	sledovi	0,212
18. zrušek	— 3	31,4	0,07	7,75	—	0,223
18. odkop	+ 11	14,6	0,07	5,65	—	0,478
18. odkop	+ 12	19,2	—	11,5	—	—
19. odkop	+ 10	21,6	0,09	10,8	—	0,416
20. zrušek	+ 10	36,7	0,19	4,7	—	5,150
21. E-odkop	5	23,2	0,05	3,2	—	0,215
21. W-odkop	5	29,6	0,02	18,3	—	0,148
21. odkop	— 5	8,75	0,08	23,8	—	0,914
21. E-odkop	6	23,4	0,12	7,6	—	0,512
21. zrušek	— 6	4,35	0,03	5,8	—	0,689
22. zrušek	+ 5	14,7	0,03	16,5	—	0,204
23. E-odkop	12	0,64	—	36,2	—	—
24. odkop	— 7	37,4	0,03	8,8	—	0,08
25. odkop	+ 8	21,7	0,06	17,4	—	0,276
25. odkop	+ 8	1,35	0,03	5,6	—	0,222
25. odkop	+ 8	3,40	0,05	7,4	—	0,147
26. zrušek Fr. Jožef		12,3	2,55	19,61	1,75	—
27. odkop	— 8	2,85	0,06	11,8	—	1,726
28. zrušek	+ 7	24,2	0,13	22,9	—	0,535
29. zrušek	+ 6	12,8	0,12	8,25	—	0,930
29. zrušek	+ 7	5,2	0,23	3,60	—	4,420
29. zrušek	+ 8	22,5	0,04	5,85	—	0,178
29. zrušek	+ 12	62,8	0,72	3,55	sledovi	1,132

Povprečno vsebujejo zruški več oksidnih svinčevih mineralov kot odkopi, če upoštevamo, da je koncentracija svinčevega sulfida v zruških manjša kot v odkopih. To kaže na vpliv recentnih činiteljev na prepevanje rude.

Halkografska preiskava ni bila vedno uspešna, ker vsebujejo nekateri vzorci manj kot 0,3 % svinčevega oksida. Na podlagi kemične in halkografske preiskave razdelimo oksidne svinčeve minerale na tri skupine:

1. starejši oksidni svinčevi minerali,
2. sekundarne tvorbe oksidacijskega pasu,
3. recentni svinčevi oksidi.

### 1. Starejši oksidni svinčevi minerali

Fluorit, sfalerit in galenit so ascendentni minerali. Starejši galenit je nadomeščen z mlajšim sfaleritom in fluoritom. Kristalni fluorit tvori v galenitu in sfaleritu vključke najrazličnejših oblik, delno pa nastopa idiomorfno v galenitu, vendar le v njegovem obrobem delu. Našteti minerali so bili podvrženi kasnejšemu pritisku v zvezi s postgenetsko tektoniko. To dokazujejo zdrobljeni kristali galenita in sfalerita. Gale-



**Nekatere značilnosti orudnenja v rudišču Rute**  
**Some Characteristics of Mineralization in the Ore-Deposit of Rute**

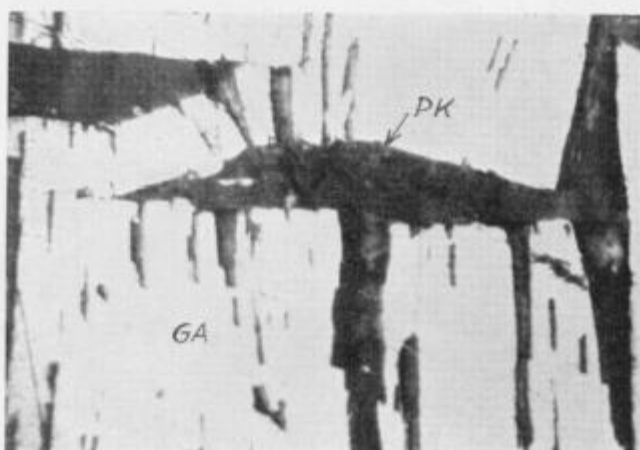
Starejši oksidni svinečevi minerali  
Older lead oxide minerals

1. slika

Nahajališče 7<sup>1</sup>, + 12<sup>2</sup>. Polar., 270 X.  
Jedkano s konc. HF. Razpoke v  
galenitu (GA) zapolnjene s plumbo-  
calcitom (PK).

Fig. 1.

Find-spot 7, + 12, Polar., 270 X.  
Etched with conc. HF. Cracks in  
galena (GA) filled with plumbo-  
calcite (PK).

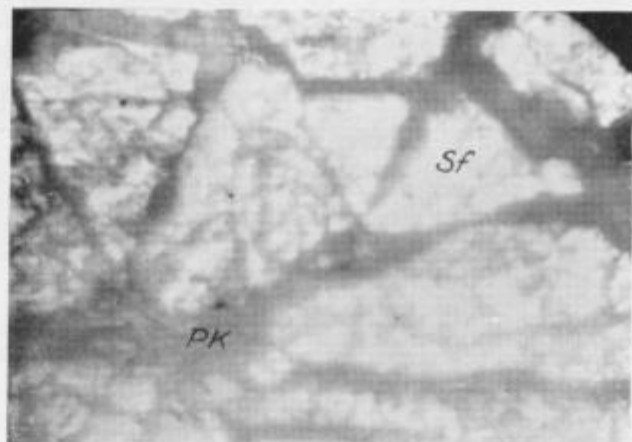


2. slika

Nahajališče 8, 11. Polar., 270 X.  
Jedkano s konc. HF. Razpoke v  
sfaleritu (Sf) zspolnjene s plumbo-  
calcitom (PK).

Fig. 2.

Find-spot 8, 11. Polar., 270 X. Et-  
ched with conc. HF. Cracks in  
sphalerite (Sf) filled with plumbo-  
calcite (PK).



<sup>1</sup> Stevilo odkopa iz 6. tabele. — Number of stope.

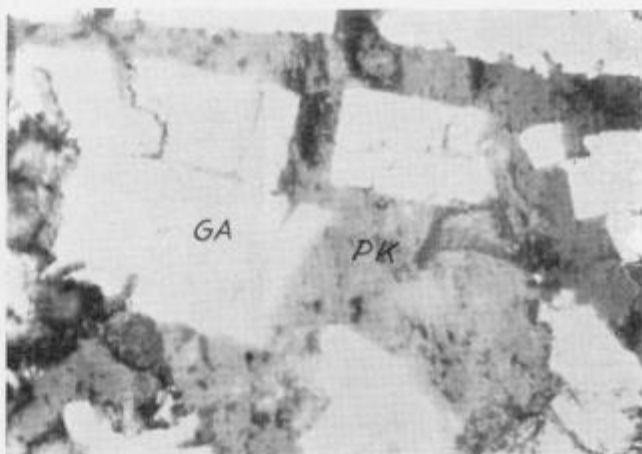
<sup>2</sup> Obzorje. — Level, + the slice above the level, — the slice below the level.

3. slika

Nahajališče 7, + 12. Polar., 270 ×.  
Jedkano s konc. HF. Galenit (GA),  
plumbokalcit (PK) in fluorit (F).

Fig. 3.

Find-spot 7, + 12. Polar., 270 ×.  
Etched with conc. HF. Galena (GA),  
plumbocalcite (PK) and  
fluorite (F).

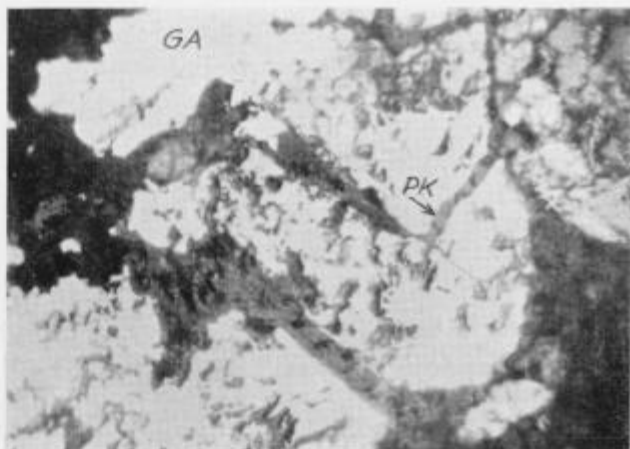


4. slika

Nahajališče 8, + 10. Polar., 270 ×.  
Galenit (GA) in plumbokalcit (PK).

Fig. 4.

Find-spot 8, + 10. Polar., 270 ×.  
Galena (GA) and plumbocalcite  
(PK).



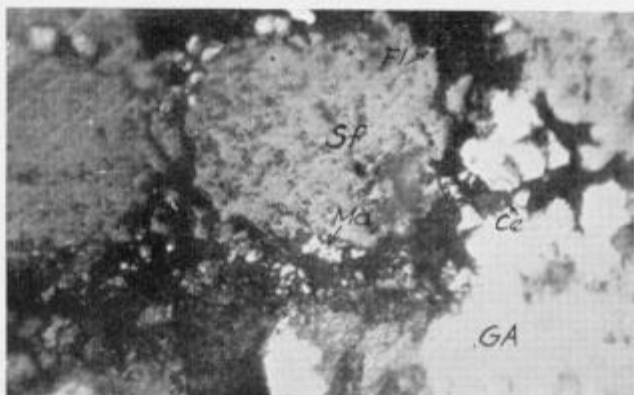
Sekundarni minerali oksidacijskega pasu  
Secondary minerals of oxidation zone

5. slika

Nahajališče 2. E, + 5. Polar., 270 X.  
Galenit (GA), sfalerit (Sf), fluorit (Fl), markazit (MA) in cerusit (Ce).

Fig. 5.

Find-spot 2. E, + 5. Polar., 270 X.  
Galena (GA), sphalerite (Sf), fluo-  
rite (Fl), marcasite (MA), and  
cerussite (Ce).

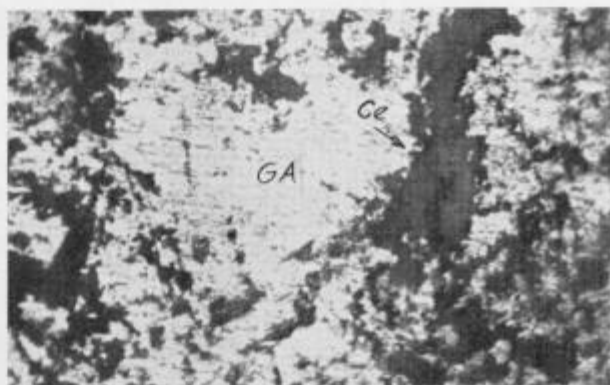


6. slika

Nahajališče 2. W, - 4. Polar., 270 X.  
Galenit (GA) in cerusit (Ce).

Fig. 6.

Find-spot 2. W, - 4. Polar., 270 X.  
Galena (GA) and cerussite (Ce).

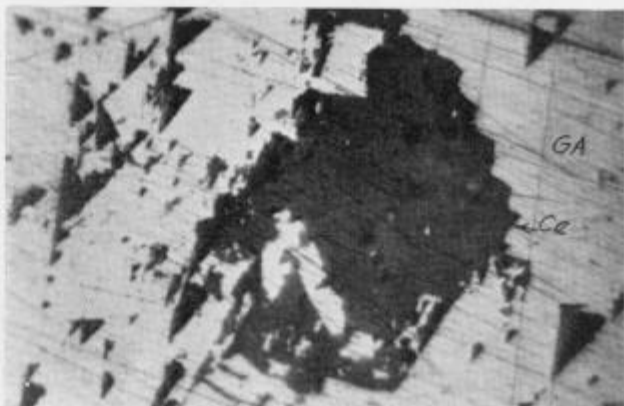


7. slika

Nahajališče 2. W, - 4. Polar., 270 X.  
Galenit (GA) in cerusit (Ce).

Fig. 7.

Find-spot 2. W, - 4. Polar., 270 X.  
Galena (GA) and cerussite (Ce).



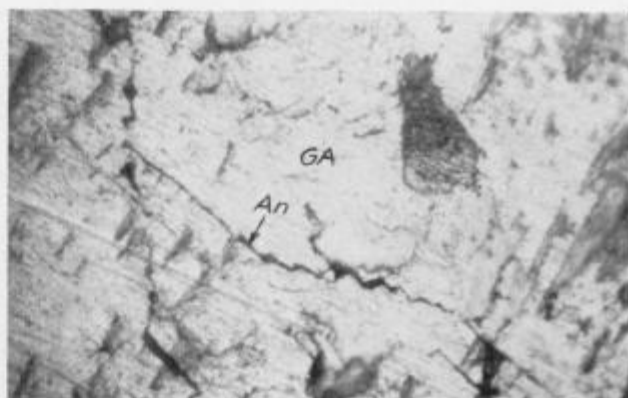
Recentni svinčevi minerali  
Recent lead oxides

8. slika

Nahajališče 14, 5. Polar., 270 ×.  
Galenit (GA) in anglesit (An).

Fig. 8.

Find-spot 14, 5. Polar., 270 ×. Ga-  
lena (GA) and anglesite (An).

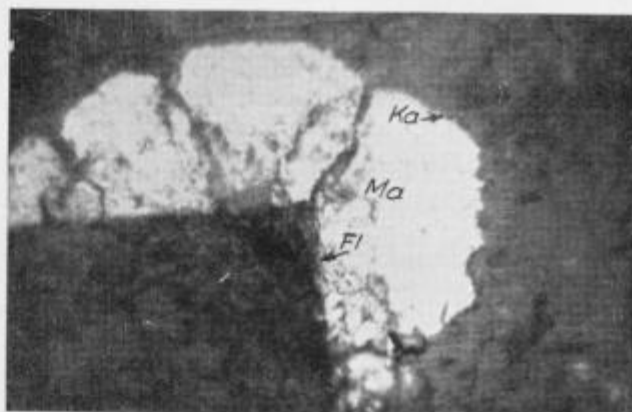


9. slika

Nahajališče 14, 5. Polar., 270 ×.  
Fluorit (Fl), markazit (Ma) in  
kalcit (Ka).

Fig. 9.

Find-spot 14, 5. Polar., 270 ×. Flu-  
orite (Fl), marcasite (Ma) and  
calcite (Ka).



10. slika

Nahajališče 6, — 6. Polar., 270 ×.  
Markazit (Ma) in fluorit (Fl).

Fig. 10.

Find-spot 6, — 6. Polar., 270 ×.  
Marcasite (Ma) and fluorite (Fl).



nit [1]\* in sfalerit [2] sta s sistemom razpok popolnoma razkosana. Pri galenitu potekajo razpoke povečini vzdolž razkolnih ploskev, le včasih v poljubni drugi smeri. Pri sfaleritu ni opaziti zveze med smerjo razpok in kristalno strukturo. Razpoke so zapolnjene s kalcitom, ki vsebuje v majhnih količinah  $PbCO_3$ .

Orudnenje galenita je starejše in je bilo podvrženo močnim tektonskim procesom [3 in 4].

V vseh teh primerih je bila izvršena kemična analiza ter ugotovljen  $PbCO_3$  v količini 1—4%. Gre za izomorfno zmes  $CaCO_3$  in  $PbCO_3$ . Kristalna oblika  $PbCO_3$  je pri cerusitu rombično-bipiramidalna, medtem ko kristalizira kalcit trigonalno-skalenoedrično. Ne bi mogli predpostaviti izomorfne zmesi, če bi  $PbCO_3$  kristaliziral rombično-bipiramidalno. Vendar je poznana trigonalno-skalenoedrična modifikacija  $PbCO_3$  — plumbokalcit, ki more nastopiti s kalcitom v izomorfni zmesi. Plumbokalcit je F. Naumann (1885, 454) takole popisal: »Plumbokalcit je svinec vsebujoči kalcit. Predstavlja izomorfno zmes, pri kateri prevladuje  $CaCO_3$  z nekaj  $PbCO_3$  —  $n CaCO_3 + PbCO_3$ . Kristalizira romboedrično ( $R = 105^\circ 7'$ ), je razkolen, bel, s sijajem biserne matice in nekoliko mehkejši, toda težji od kalcita ( $G = 2,77$ — $2,884$ ). V Bleibergu nastopajo na apnencu z 2—9%  $PbCO_3$  romboedri plumbokalcita, ki vsebujejo po Schöffelju nad 23%  $PbCO_3$ . Plumbokalcit je zanimiv mineral, ker pri njem kristalizira  $PbCO_3$  v zmesi s  $CaCO_3$  romboedrično, drugače pa v tej kristalizacijski obliki ni poznan.«

Ti minerali nastopajo v predelu, za katerega so značilna velika postgenetska premikanja v zvezi z Dobračevó prelomnico. To delovanje je tudi v mikrostrukturi dobilo izraz v neštetih razpokah in risih. Po nastanku rudišča je bilo ob dobraški prelomnici intenzivno termalno delovanje. Največji vpliv za pretvarjanje galenita v njegove oksidne produkte je pripisovati prav tem s  $CO_2$  bogatim termam. Termalna delovanja potrjuje bleiberška terma, ki še danes izvira v jami; H. Holler (1935).

Ti starejši oksidni svinčevi minerali se nahajajo v relativno veliki globini do najnižjega horizonta. Zato jih ne moremo prištevati k oksidacijskemu pasu, temveč k mineralom, ki so nastali pod vplivom postgenetske terciarne delavnosti.

## 2. Sekundarne tvorbe oksidacijskega pasu

V to skupino spada večina rudnih rokavov revirja »Maks«, kjer nastopa cerusit kot mineral prave oksidacijske cone. Opazujemo ga že megaskopsko. V tem revirju pa nastopa v enem izmed rudnih rokavov (Lichtmessverhau) v družbi s hidrocinkitom **vulfenit**, kar kaže na descendentni nastanek tega minerala.

V revirju Antoni rudišča Rute nastopa v najvišjih horizontih cerusit kot mineral pravega oksidacijskega pasu [5,6 in 7]. Mikroposnetki so bili vzeti iz rudnega rokava št. 2. K istemu tipu pripadajo še cerusiti rudnega rudnega rokava 16, 6, 4 in 2 na 5., 3. in 2. obzorju.

\* S številkami v oglatih oklepajih so označeni mikroskopski posnetki.

### 3. Recentni svinčevi oksidi

Povprečne vrednosti za svinčeve okside iz 6. tabele v odkopih in zruških dobimo, če izračunamo aritmetično sredino iz podatkov kemične analize.

$$\text{za odkop } \frac{2,46}{35} = 0,070 \% \text{ Pb ox,}$$

$$\text{za zruške } \frac{8,36}{29} = 0,288 \% \text{ Pb ox.}$$

Pb ox v odkopih: Pb ox v zruških = 1 : 4.

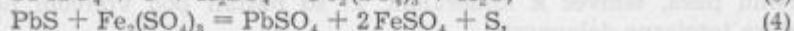
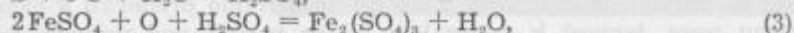
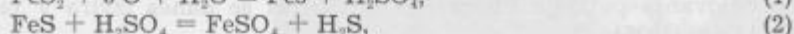
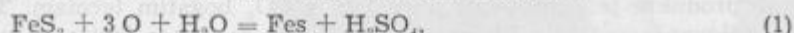
S tem je podana osnova za predpostavko, da so svinčevi oksidi delno produkt recentnih jamskih vod, ker je množina svinčevega oksida premo sorazmerna času učinkovanja teh vod, kajti pri zrušku je ta čas nekolikokrat večji.

Povprečni rezultati kemičnih analiz rude iz separacije so sledeči:

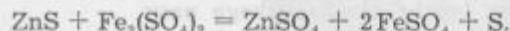
marec	april	maj	junij	julij	avgust
0,42	0,36	0,39	0,18	0,09	0,12 Pb ox

Ta analiza kaže, da vsebujejo vzorci, ki so bili vzeti tik pred separacijskim procesom, povprečno večji odstotek oksidov kakor vzorci iz odkopa ali zruška. Koncentracija torej narašča med potovanjem izkopanine od odkopov in zruškov do predelave. To opazujemo zlasti takrat, če se ruda kopiči v jamskih bunkerjih v času, ko separacija stoji. Povečanje koncentracije niha med letom; maksimum doseže v prvih mesecih, najmanjša pa je, ko pride ruda z odkopov neposredno v separacijo.

Proces oksidacije poteka po sledečih enačbah:



in za ZnS analogno:



Reakcije  $\text{PbSO}_4$  (anglezit) oz.  $\text{ZnSO}_4$  (cinkozit) s prihrbino, v našem primeru z apnencem, tvorijo  $\text{PbCO}_3$  (cerusit) oz. cinkov karbonat (smitsonit). Cinkov karbonat pa tvori dalje  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{ZnCO}_3$  (hidrocinkit). Reakcije v smeri (1) do (4) so možne le, če se  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ki nastaja pri reakcijah (1) in (3), ne nevtralizira zaradi prisotnosti  $\text{CaCO}_3$  (s tvorbo  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CO}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$ ). To pomeni, da so reakcije možne le tam, kjer obstajajo za reakcijo potrebne snovi, t. j. v rudnih rokavih, ki so bogati s  $\text{FeS}_2$ . Tvorba  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  v enačbi (3) je možna le pri prisotnosti proste kisline  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , kajti



Navedene reakcije v jami dejansko nastopajo. Ponovno so naleteli na smrdljive vode  $H_2S$  (glej reakcijo 2), mnogokrat pa poteka reakcija v obratnem smislu. Tako nastopajo recentne tvorbe  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  v kristalih v bližini s  $FeS_2$  bogate oolitne plasti, kjer včasih nastopajo velike količine  $Fe(OH)_3 \cdot Fe(OH)_2$ , je sicer bela oborina, ki pa je po oksidaciji kmalu umazano zelena, kasneje črna in končno rjava. Te rjave tvorbe v jami često nastopajo.

Obstoj  $Fe_2(SO_4)_3$ , ki ima važno vlogo pri oksidnih Pb mineralih, je možen v globokih ali pa odprtih prelomih s stoječo vodo, kjer se  $H_2SO_4$  vedno znova tvori, ker je  $Fe_2(SO_4)_3$  amfoterna sol, obstojna le v prisotnosti prostih kislin.

V skupino recentnih tvorb spadajo svinčevi oksidni minerali iz zruškov in deloma odkopov, kjer je galenit zaradi učinkovanja jamskih vod pretvorjen delno v  $PbSO_4$  [8 in 9]. V rezultatih kemičnih analiz se sicer  $PbSO_4$  posebej ne omenja, ker se skupno s  $PbCO_3$  raztopi v očetni kislini, ki je bila uporabljena za razklop oksidnih mineralov svinca. Obstoj  $PbSO_4$  moremo dokazati na drug način.

Če primerjamo Pb ox, ki je v flotacijski jalovini s količino Pb ox v rudi, po posameznih mesecih, dobimo sledeče stanje:

7. tabela

Mesec	Pb ox v rudi	Pb ox v jalovini	Obogatitev $= \frac{c}{a}$
Februar	—	0,16	—
Marec	0,27	0,22	0,19
April	0,32	0,15	0,21
Maj	0,28	0,17	0,39
Junij	0,15	0,09	0,40
Julij	0,13	0,08	0,39

V prvih mesecih leta je bilo razmerje obogatitve slabo, polagoma pa se je izboljšalo do meseca junija. Slabe obogatitve prve polovice leta moremo pojasniti s tem, da je v rudi neka svinčeva oksidna ruda, ki se težko flotira, ker se ne sulfidira z dodatkom  $Na_2S$ . Relativno dobre obogatitve v sredi leta pa je pripisovati zajemanju rude neposredno iz odkopov, zaradi česar ruda ni bila izpostavljena v toliki meri preperevanju. Svinčev oksidni mineral, ki je vzrok razlikam v flotiranju, je anglezit, kar je ugotovljeno z opazovanjem pod mikroskopom [8].

Za tvorbo anglezita je odločilna prisotnost markazita [10], ki omo- goča reakcijo 1—4. Razpad markazita v  $FeS$  je v tem posnetku opaziti.

## SOME CHARACTERISTICS OF MINERALIZATION IN THE ORE-DEPOSIT OF RUTE

At Rute near Bleiberg mineralization has been effected along the intersection of northwestern faults and the so called precious sheets. The chemical and other examinations have revealed a rather heterogeneous composition of the facies of these sheets, whereas that of the interstitial limestone has been found to be fairly homogeneous. Furthermore chemical analyses have shown other differences especially as to the content of alumina, iron oxide, and organic substances. The most striking difference, however, is in the dolomite content. In the precious sheets which are leading in mineralization, the ratio between  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{MgCO}_3$  varies from 29 % to 43 % of  $\text{MgCO}_3$  and 71 % to 57 % of  $\text{CaCO}_3$ , whereas in the other sheets as well as in the interstitial limestone the ratio varies from 2 % to 8 % of  $\text{MgCO}_3$  and 87 % to 92 % of  $\text{CaCO}_3$ . In the precious sheets the characteristic features of dolomite are a regular fine grained texture and a laminated jointing.

The sole application of Ohle's data on the permeability of limestones and dolomites, to the conditions prevailing in the ore deposit of Rute, will show, without any concurrent empirical data, that the permeability of dolomites is greater than that of limestones.

Owing to the difference in permeability, the mineral solutions have been working their way along the lines of least resistance represented by the intersections of the precious sheets and faults. These intersections show a SE-NW trend and a SE dip. The direction of faults is NW-SE, that of the precious sheets E-W with a dip southwards. Limestone being the least resistant mineral was metasomatically replaced along these intersections by mineral solutions. Both conditions, the first depending on physical, the other on chemical properties, of the rock, have given rise to the characteristic form of ore-lodes.

Magnesium carbonate contained in the mineral solutions effected the dolomitization of the Wetterstein Limestone along the ore-lodes. Thus the irregularly-grained, porous dolomite forming nests and inclusions along the ore lodes, had been crystalized. Consequently dolomitization has been here effected later than in the precious sheets.

The second part of the paper contains data on the occurrence of lead oxide-minerals in the ore-deposit of Rute.

Chalcographic and chemical examinations of specimens taken from most stopes and cavings located on different horizons, have revealed that, on an average, cavings, although poor in lead sulphides are rich in lead oxide minerals. This would indicate that recent factors must have effected the weathering of the ore.

On the basis of chalcographic and chemical examinations lead oxide minerals can be divided in the following three groups:

1. older lead oxide minerals,
2. secondary minerals of oxidation zones,
3. recent lead oxides.



To the first group belong specimens representing galena, sphalerite and fluorite. These minerals have later been subjected to post-genetic tectonic pressures, an evidence of which are the crushed crystals of galena with cracks following cleavage-planes, and crystals of sphalerite in which no correspondence is found between cracks and crystal structure. Cracks are filled with calcite containing small quantities of the trigonal-scalenohedric modification of  $PbCO_3$ . This group of lead oxide-minerals occurs in an area characterized by extensive post-genetic movements which had given rise to the Dobrač-fault. After the formation of the ore-deposit an intensive thermal activity set in along the fault of Dobrač, which effected the transition of galena into its oxidation products.

To the second group belong most ore lodes of the Max-field (with cerusite as a mineral of the true oxidation zone) and some of the ore-lodes of the Antony-field.

To the third group belong recent lead oxides which are partly products of the underground-water action upon sulphides, an evidence of which is the percentage of lead oxide in stopes (0,07%) and in cavings (0,228%), for, the amount of lead oxide depends on the duration of underground water action. In addition to this it has been found that the specimens taken for analysis shortly before the separation treatment, contain on an average, a greater percentage of oxide than those taken directly from stopes or cavings. Thus the concentration of oxides increases on the way from stopes and cavings to the chutes and bunkers.

#### LITERATURA

- Alcock, F. J., Zinc and Lead Deposits of Canada.
- Barth—Correns—Eskola, 1939, Die Entstehung der Gesteine, Springer, Berlin.
- Blumer, E., 1922, Die Erdöllagerstätten. Grundlagen der Petroleumgeologie. Stuttgart.
- Holler, H., 1935, Die Bleiberger Therme. Canaval Festschrift (Carinthia II).
- Holler, H., 1936, Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. VII. Sonderheft der Carinthia II.
- Jicha, H., 1951, Alpine Lead-Zinc Ores of Europe, Economic Geology. 46.
- Naumann, C. F., 1885, Elemente der Mineralogie. Leipzig.
- Newhouse, W. H., 1928, The time sequence of hypogene ore minerals deposition. Economic Geology.
- Ohle, Ernest L., 1951, The influence of permeability on ore distribution in limestone and dolomite, Economic Geology. 46.
- Rove, Olaf., 1947, Some physical characteristics of certain favourable and unfavourable ore horizons, Economic Geology. 42.
- Schroll, E., 1949, Über die Anreicherungen von Mo und V in der Hutzone der Pb-Zn-Lagerstätten Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Verh. der geol. Bundesanstalt, Bd 4—6, Wien.
- Tornquist, A., 1927, Die Blei-Zinkerzlagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten, Springer, Wien.