

ADATOK A MAGYAR CHALKOPYRITEK KRISTÁLYTANI ISMERETÉHEZ.

MAURITZ BÉLÁ-tól.

(Tab. XIX.)

BEITRÄGE ZUR KRYSTALLOGRAPHISCHEN KENNTNIS DER UNGARISCHEN KUPFERKIESE.

Von B. MAURITZ.

(Tab. XIX.)

A chalkopyrit kristályai, miként ismeretes, a tetragonalis rendszer sphenoëderes hemiödriájának symmetriáját követik. Morphologiai viszonyait aránylag kevesen tanulmányozták. Kristályai ritkán találhatók sima lapokkal, minthogy felületük többnyire erősen rostozott, gyakran több irányban is; hozzájárul még ehhez az is, hogy az egyedek különféle módon ikrekké nőttek össze és ha azok nem egyenlő mértékben vannak kifejlődve, torzalakok jönnek létre. Gyakran a kristálylapok görbék és felületesen szép sárga színük helyett szürke vagy fekete színnel vannak bevonva. Ez esetben többnyire fényük is eltűnt.

ROMÉ de l'ISLE és HAUY a chalkopyritet a szabályos rendszerbe sorolják; 1822-ben HAIDINGER¹ pontos vizsgálat alapján kimutatta, hogy tetragonalis és hogy szögértékei s így tengelyaránya is igen közel állanak a szabályos rendszeréhez:

$$a : c = 1 : 0.98525 \text{ HAIDINGER.}$$

Ezt a tengelyarányt többen megerősítették és ma ez az általánosan elfogadott. HAIDINGER után különösen PHILLIPS² és SADEBECK³ foglalkoztak ez ásvány kristályainak morphológiájával; utóbbi igen röviden említést tesz a kapnik- és selmeczbányai kristályokról.

¹ HAIDINGER: Memoirs of the Wernerian natural history Society 1822. 4. 1. (Edinburgh Journal of Science 1825. III. 68.)

² PHILLIPS: An Elementary Introduction to Mineralogie. 1823. 303.

³ SADEBECK: Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. 1868. XX. 596. 1869. XXI. 642. 1872. XXIV. 185. és 438. 1878. XXX. 578.

A hemiöderes kifejlődést szintén SADEBECK tanulmányozta legbehatóbban és megadta a pontos ismertető jegyeket a pozitív és negatív elsőrendű sphenoidok megkülönböztetésére. Szerinte a $p = z(111)$ felülete homályos és rostozott, az $r = z(1\bar{1}1)$ sima és fénylő, egymagában vagy uralkodólag csak az első lép fel.

Habitus tekintetében vannak sphenoidos termetűek, uralkodó formájuk $z(111)$; pyramisos termetűek, uralkodó formák $z(111)$ és $z(1\bar{1}1)$ vagy pedig (201) és skalenoöderes termetűek.

Egyszerű kristályok ritkák, közönségesek az ikrek. HAIDINGER háromféle ikerösszenövést említ: 1. ikerlap egy alapsphenoidlap, 2. ikerlap az (110) egy lapja, átnövési ikrek, 3. ikerlap az (101) egy lapja; az utolsó törvényt FLETCHER¹ vizsgálta meg pontosan. SADEBECK² és MILLER³ említenek egy negyedik törvényt is: 4. ikerlap (100) egy lapja; MOHS,⁴ ZIPPE,⁵ HARTMANN⁶ és HAUSMANN⁷ egy ötödik ikerösszenövés is fel van sorolva 5. ikertengely a $2P\infty = (201)$ egy sarkéle, az ikersík merőleges erre. A 2 és 4 szám alatt jelzett ikreket kristályaim között nem találtam.

Vizsgálataim tárgyát három magyarországi lelőhely, Kapnik-, Selmecz- és Botesbánya kristályai képezték.

A botesi chalkopyrit kristálytani viszonyai.

A botesi kristályok átmérője 3—8 mm. Rendetlenül, torzultan fejlődtek ki. A nagyobb kristályok felülete fénytelen, fekete kéreggel van bevonva; a kisebbek vagy szürkés-sárga színűek, vagy (valószínűleg oxydatió folytán) kékes-ibolyára vannak futtatva, előbbieik homályosak, utóbbiak igen fényesek és kitűnő reflexeket szolgáltatnak. A vizsgálat elé nagyobb akadályt gördít a csaknem mindig jelen lévő erős rostozás, mely a másodrendű pyramisokon vízszintes, a pozitív sphenoidlapokon párhuzamos (101) és (201) lapjaival. Gyakran a negatív sphenoidlapok is rostozottak.

Az összes megfigyelt formák a következők:

$$\begin{array}{ll} p = z(111) & e = (101) \\ r = z(1\bar{1}1) & z = (201) \\ d = (110) & (605) \end{array}$$

¹ FLETCHER: Zeitschrift für Krystallographie und Min. VII. 321.

² SADEBECK: Zeitschrift der d. geolog. Gesellschaft 1869. XXI. 642.

³ MILLER: Mineralogie 1852. 182.

⁴ MOHS: Grundriss der Mineralogie 1824. II. 551.

⁵ MOHS-ZIPPE: Naturgeschichte des Mineralreiches 1839. II. 521.

⁶ HARTMANN: Handwörterbuch der Min. und Geog. 1828. 333.

⁷ HAUSMANN: Handbuch der Mineralogie II. Theil. I. Band. 139. lap. 1847.

Formákban tehát csekély változatosságot tüntetnek fel; a kristályok rendetlen, torzult kifejlődése miatt úgyszólván minden egyénen más-más lapokhoz mérve kellett megállapítani a formákat. A mérési adatok a következők:

	calc.	obs.	$\pm d$
110. 201 =	50° 54 $\frac{1}{2}$ '	50° 55'	+ $\frac{1}{2}$
110. 111 =	35 40	35 40	—
110. 1 $\bar{1}$ 1 =	90 —	90 2	+ 2
111. 11 $\bar{1}$ =	71 20	71 20	—
201. 20 $\bar{1}$ =	53 49	53 49	—
201. 021 =	78 11	78 12	+ 1
201. 605 =	13 18 $\frac{1}{2}$	13 25	+ 6 $\frac{1}{2}$
111. 201 =	39 5 $\frac{1}{2}$	39 7	+ 1 $\frac{1}{2}$
605. 111 =	35 24	35 20	— 4
605. 110 =	57 19	57 25	+ 6
201. 11 $\bar{1}$ =	75 37	75 42	+ 5
110. 1 $\bar{1}$ 0 =	90 —	90 2	+ 2
1 $\bar{1}$ 0. 111 =	90 —	90 1	+ 1
605. 021 =	73 $\frac{1}{2}$	72 55	— 5 $\frac{1}{2}$
20 $\bar{1}$. 065 =	106 59 $\frac{1}{2}$	107 —	+ $\frac{1}{2}$
065. 605 =	114 38	114 46	+ 8
605. 065 =	65 21 $\frac{1}{2}$	65 19	— 2 $\frac{1}{2}$
605. 101 =	5 12 $\frac{1}{2}$	5 10	— 2 $\frac{1}{2}$
605. 605 =	99 34	99 30	— 4
605. 605 =	80 26	80 32	+ 6
101. 065 =	62 37	62 42	+ 5
201. 605 =	13 18 $\frac{1}{2}$	13 18	— $\frac{1}{2}$
201. 1 $\bar{1}$ 1 =	104 23	104 15	— 8
605. 1 $\bar{1}$ 1 =	93 34	93 28	— 6
111. 1 $\bar{1}$ 1 =	70 7 $\frac{1}{2}$	70 7	— $\frac{1}{2}$
605. 11 $\bar{1}$ =	82 11	82 8	— 3

Az egyszerű kristályok (melyek a ritkábbak) habitus tekintetében mindig pyramisosak. Uralkodó formájuk a (201) vagy a (605). Utóbbi forma egy kristályon egymagában lép fel; eddig még csak két lelőhelyről ismertették, FRANZENAU¹ a kis-almási, SOUHEUR² a burgholdinghauseni kristályokról; itten pedig a legközönségesebb forma.

Sphenoidos termetű kristályok elő nem fordulnak.

¹ FRANZENAU: Inaug. Diss. 1894.

² SOUHEUR: Zeitschr. f. Kryst. und Min. XXXIII. 546.

A kristályoknak több mint fele iker. Mind a legáltalánosabban előforduló ikertörvény szerint alkotvák: ikerlap az alapsphenoid egy lapja, az ikertengely merőleges ezen sphenoidlapra. E törvényt már HAIDINGER ismerte, tőle átvette NAUMANN,¹ de az összenövést pontosan csak SADEBECK írta le, miután már megadta a pozitív és negatív sphenoid ismertető jegyeit; korábban a törvényt nem is lehetett szigorúan definiálni.

SADEBECK szerint az ikerlap a két ikerállásban elhelyezkedő egyénnek nem egyenértékű lapja; egyikén a $x(111)$, másikon a $x(\bar{1}\bar{1}1)$ formához tartozik; ennek folytán a két egyén az ikerlap szerint nem symmetricus, hanem pozitív formáknak mindig negatív forma felel meg. Tükröztetés szerint egyenértékű formák felelnének meg egymásnak.

E törvényszerűséget a botesi chalkopyrit-ikreken nem mindig lehet látni, mivel a pozitív és negatív formák megkülönböztetési jegyei nem állanak mindig rendelkezésünkre. Az ikerállásban elhelyezkedő egyének egyikén a pozitív sphenoid biztosan megállapítható, mert rostrozása is elárulja és rendesen csak egymagában van kifejlődve, a $x(1\bar{1}1)$ hiányzik. Ezen az egyénen csaknem mindig csupán a $x(\bar{1}\bar{1}1)$ -nek egy nagyra termett lapja van jelen, mely (201) és (101)-gyel parallel eléggé szabályosan rostrozott, mellette még a (201) és (605)-nek 2—2 nagy lapja van jelen; az egész egyénen csak 5 kivehető lap van jelen, ú. m. $\bar{1}\bar{1}1$, 201, 605, 021, 065, ha a kristályt úgy állítjuk fel, hogy $11\bar{1}$ lapja legyen az ikerlap.

A másik egyén többnyire csak a (605) formát tünteti fel, pyramisos termetű. Sphenoidlapok ritkán lépnek fel, akkor is többnyire csak kis ismétlődő rovatkák alakjában. Megjelenési módjukból pozitív vagy negatív voltakra következtetni nem lehet; de minthogy mind ugyanegy formához tartoznak és az ellenforma lapjai hiányzanak, SADEBECK szerint a pozitív forma lapjainak kell őket tekinteni. Ezen felfogás értelmében az ikrek hódolnak a SADEBECK által pontosabban leírt törvénynek. Egyetlen kristályon a negatív sphenoid $x(1\bar{1}1)$ is jelen van.

Az ikerhelyzet megállapítására a következő adatok szolgáltak. Feltevé, hogy pl. $\bar{1}\bar{1}1$ az ikerlap, akkor

$$605, \bar{1}\bar{1}1 = 93^\circ 35' \text{ calc.}$$

$$605, 605 = 180^\circ - 2 \cdot 93^\circ 35' = - 7^\circ 80'$$

$$201, \bar{1}\bar{1}1 = 104^\circ 23' \text{ calc.}$$

$$201, 201 = 180^\circ - 2 \cdot 104^\circ 23' = - 28^\circ 46'$$

$$111, \bar{1}\bar{1}1 = 108^\circ 40' \text{ calc.}$$

$$111, 111 = 180^\circ - 2 \cdot 108^\circ 40' = - 37^\circ 20'$$

¹ NAUMANN: Lehrbuch der Krystallographie 1830. II, 281—286.

	calc.	obs.	$\pm d$
$605 . \underline{605} =$	$7^{\circ} 10'$	$7^{\circ} 8'$	$— 2'$
$201 . \underline{201} =$	$28 \quad 46$	$28 \quad 44$	$— 2$
$111 . \underline{111} =$	$37 \quad 20$	$37 \quad 20$	$—$

Az első ikerhajlás minden kristályon észlelhető volt, a második és harmadik csak egy-egy esetben volt feltalálható, mert az ikreken is a (605) forma az általánosan elterjedt. Az egyik iker mindkét egyéne csupán csak a (605) formából állott.

A kapnikbányai chalkopyrit kristálytani viszonyai.

A kapniki chalkopyrit kristályalakjaira rövid hivatkozást találunk SADEBECKNÉL,¹ midőn a kapniki chalkopyrit és fakóércz szabályos összenövését tanulmányozta; részletesebben senki még eddig nem tárgyalta.

Vizsgálataimra e kristályok nyújtották a legjobb anyagot. Dimenziójuk igen csekély; alig 2—3 mm. átmérőjűek. Parányiségük daczára igen lapdúsak. Felületük szép sárga színű vagy legfeljebb kékes-ibolyára futtatott; szürke vagy fekete színű kristályok elő nem fordulnak. Lapjaik mindig igen fényesek; a kékes-ibolya szín daczára is, fényük el nem tűnik. A reflexek mindig igen tiszták, élesek. Rostozat rendszeren csak az első rendű positiv sphenoidon szokott fellépni és párhuzamosan halad a (201) és (101) formákkal. E rostozat is olyan kitejlődésű, hogy a reflexeket mit sem zavarja; sőt a vizsgálatnak csak előnyére válik, mert igen szabályos kialakulása folytán a kristályon való orientálást nagyon megkönnyíti (pl. ha a kristály egy lap szerint elterült).

Az összes megállapított formák a következők:

$c =$	(001)	$g =$	(203)	(704)
$d =$	(110)	$e =$	(101)	(23 . 0 . 12)*
$a =$	(100)		(605)	$z =$ (201)
$p = z$	(111)		(11 . 0 . 9)*	(703)*
$p_1 = z$	(111)		(504)	$h =$ (302)
$r = z$	(332)		(14 . 0 . 11)*	(502)*
$t = z$	(221)		(907)	(503)
$y = z$	(313)		(403)	(601)*
$s = z$	(511)		(705)*	(701)*

¹ SADEBECK: Wiedemann, Annalen der Physik und Chemie, 1878, V. 578. Zwei neue regelmässige Verwachsungen verschiedener Mineralien. Kupferkies und Fahlerz.

$$\begin{array}{ll} x(10.1.13)^* & (10.0.7)^* \\ x(11.1.13)^* & \end{array}$$

A biztosan megállapított, felsorolt formákon kívül van még néhány kétesnek mondható; ezeket itten mellőzve, az alábbiakban fogom felemlíteni.

A habitus rendkívül változatos; mint főtypusokat, melyek között számos átmenet van, a következőket állítatjuk fel: legelterjedtebb a sphenoidos termet; ritkább az olyan pyramisos, melyen a $x(111)$ és $x(1\bar{1}1)$ egyensúlyban vannak kifejlődve, ha a két ellensphenoid együtt is van jelen, rendesen a positiv, mely (201) és $(20\bar{1})$ -gyel parallel rostozott, nagyobbra termett lapok által van képviselve, mint a negativ, melynek lapjai mindig teljesen simák. Gyakoriak az olyan pyramisos termetű kristályok, melyeken másodrendű pyramisok viszik az uralkodó szerepet, különösen (201) és ritkábban (601) . Jellemző, hogy míg az alapsphenoidokon kívül még csak 2 sphenoid fordult elő és azok is csak elvétve és alárendelve, addig a másodrendű pyramisok tömegesen és uralkodólag is lépnek fel; e formák nagy számukkal a $x(111)$ -nek csúcsait valósággal legömbölyítik, különösen, ha kis lapok által képviselve $x(1\bar{1}1)$ és (110) is jelen vannak.

Egyszerű kristályok ritkák; gyakoriak az ikrek, melyek többféle törvény szerint képződtek.

A combinatiókat alkotó formák fellépését a következőkben jellemezhetem.

A véglap, mely a többi lelőhelyeken nem közönséges, itt eléggé gyakran lép fel, de mindig csak kicsiny, igen fényes lap alakjában, a sphenoidos termetű kristályokon hiányzik, majdnem mindig jelen van azon pyramisos termetű egyéneken, melyeken $x(111)$ és $x(1\bar{1}1)$ vagy (101) körülbelül egyenlő mértékben vannak kifejlődve.

A sphenoidok közül leggyakoribb az első rendű positiv sphenoid $p = x(111)$; lapjai (201) és (101) -gyel parallel rostozottak. A negativ ellensphenoid $p_1 = x(1\bar{1}1)$ forma lapjai mindig igen fényesek és teljesen simák.

Az $r = x(332)$ és $t = x(221)$ sphenoidokat még Haidinger vezette be az irodalomba, azóta több lelőhelyről ismeretes; mindegyiket csak két esetben találtam az (110) és $x(111)$ lapjai között vékony csik alakjában.

A $d = (110)$ prismát kevés esetben találtam meg, mindig csak alárendelve fejlődött ki; vékonyabb-vastagabb csik gyanánt jelent meg a $x(111)$ [vagy $x(221)$ illetőleg $x(332)$] és $x(1\bar{1}1)$ lapjai között; lapjai sohasem erősen fénylők; simák vagy vízszintesen gyengén rostozottak.

Ditetragonalis prismák elő nem fordulnak.

A másodrendű prisma $a = (100)$ a gyakoribb formák közé tartozik;

legelőször PHILLIPS észlelte; SADEBECK mint ritkábban előforduló alakot említi. Főkép a sphenoidos termetű kristályokon jelenik meg, párhuzamosan tompítva a sphenoid középeleit és mivel a másodrendű pyramisok zonájába van beékelve, kis rhomboid lapjai azonnal felismerhetők. E lapok rendszeren teljesen simák, néha vízszintesen gyengén rostozottak.

A másodrendű pyramisok közül uralkodólag három szokott fellépni: (201), (601) és néha (101); a többiek mind mint vastagabb-vékonyabb sávok jelennek meg.

A $z = (201)$ formát már HAIDINGER ismertette, azóta csaknem minden lelőhelyről ismeretes, mint a chalkopyriten legközönségesebben előforduló másodrendű pyramis. Azokon a kristályokon, melyek $x(111)$ és $x(1\bar{1}1)$ egyenlő mértékben való kifejlődése folytán pyramisos termetűek, egészen hiányzik vagy alárendelt; a sphenoidos termetű kristályokon tetemes nagy lapokkal szokott képviselve lenni, végre vannak hegyes pyramisos termetű kristályok, melyek épen a (201) uralkodása folytán pyramisos habitusúak.

Az $e = (101)$ másodrendű alappyramis szintén gyakori alak, de uralkodólag csak 2—3 kristályon találtam kifejlődve, midőn a positiv sphenoiddal körülbelül egyensúlyban volt képviselve; máskülönben a $x(111)$ és $x(1\bar{1}1)$ lapjai között jelenik meg, parallel tompítva azok combinatio élet; ez éllel párhuzamosan lapjai rostozottak is lehetnek.

A $x(111)$, $x(1\bar{1}1)$, (110), (100), (201) és (101) lapok hajlásainak pontos megállapítása azért igen fontos, mert a többi összes formák meghatározása ezekhez (mint alapformákhoz) illetőleg legközönségesebben előforduló formákhoz) mérve történik; e hajlások a következők:

	calc.	obs.	$\pm d$
001 . 101 =	44° 34 $\frac{1}{2}$ '	44° 34 $\frac{1}{2}$ '	—
001 . 201 =	63 5 $\frac{1}{2}$	63 5 $\frac{1}{2}$	—
101 . 201 =	18 31	18 31	—
201 . 20 $\bar{1}$ =	53 49	53 49	—
101 . 10 $\bar{1}$ =	90 51	90 51	—
201 . 201 =	126 11	126 11	—
201 . 021 =	78 11	78 12	+ 1'
101 . 101 =	89 9	89 9	—
101 . 011 =	59 30 $\frac{1}{2}$	59 30 $\frac{1}{2}$	—
101 . 111 =	35 3 $\frac{3}{4}$	35 3 $\frac{3}{4}$	—
201 . 111 =	39 5 $\frac{1}{2}$	39 5 $\frac{1}{2}$	—
201 . 02 $\bar{1}$ =	101 49	101 47	+ 2
101 . 01 $\bar{1}$ =	120 30 $\frac{1}{2}$	120 33	+ 2 $\frac{1}{2}$
001 . 111 =	54 20	54 20	—

	calc.	obs.	$\pm d$
110. 111 =	35 40	35 40	—
111. 111 =	70 7 $\frac{1}{2}$	70 7 $\frac{1}{2}$	—
111. 111 =	71 20	71 20	—
111. 100 =	54 56 $\frac{1}{4}$	54 56	— $\frac{1}{4}$
111. 111 =	109 52 $\frac{1}{2}$	109 54	+ 1 $\frac{1}{2}$
101. 110 =	60 15 $\frac{1}{4}$	60 15	— $\frac{1}{4}$
201. 110 =	50 54 $\frac{1}{2}$	50 54	— $\frac{1}{2}$
101. 111 =	89 18 $\frac{1}{4}$	89 18	— $\frac{1}{4}$
101. 111 =	90 42	90 40	— 2
201. 111 =	75 37	75 40	+ 3
201. 111 =	104 23	104 18	— 5
110. 110 =	90 —	90 2	+ 2
332. 001 =	64 26 $\frac{1}{4}$	64 25	— 1 $\frac{1}{4}$
221. 001 =	70 16	70 15	— 1

A $g = (203)$ másodrendű pyramist is már Haidinger ismertette; egyetlen kristályon három lapját találtam kis trapezek alakjában kifejlődve. Hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
001. 203 =	33° 18 $\frac{1}{2}'$	33° 19 $\frac{1}{2}'$	+ 1'
101. 023 =	53 28	53 31	+ 3
023. 111 =	36 26 $\frac{1}{2}$	36 27	+ $\frac{1}{2}$

A (907) formát Franzénau¹ említi először a kis-almási chalkopyrit-ről; a kapnikbányai kristályokon a közönségesebb formák közé tartozik; mindig csak mint vékonyabb-vastagabb sáv vagy trapéz jelenik meg a másodrendű pyramisok zonájában.

Az (504) formát Luedecke² észlelte Clausthalról származó kristályokon; szintén a gyakoribb formák közé tartozik, megjelenése hasonló az előbbiéhez; ugyanegy kristályon egymás mellett is előfordulnak jól kivethető és meghatározható lapokkal. Hajlásaik:

	calc.	obs.	$\pm d$
001. 907 =	51° 43	51° 43	—
001. 504 =	50 56	50 59	+ 3
504. 907 =	— 47	— 50	+ 3
101. 097 =	64 $\frac{1}{2}$	64 —	— $\frac{1}{2}$

¹ FRANZENAU: Inaug. Diss. 1894.

² LUEDECKE: Min. Harz. 108.

	calc.	obs.	$\pm d$
907.097 =	67 26	67 24	— 2
504.054 =	66 36	66 34	2
907.907 =	76 34	76 32	— 2
504.504 =	78 8	78 9	+ 1
907.111 =	35 41 $\frac{1}{2}$	35 41	— $\frac{1}{2}$
504.111 =	35 34	35 34	—

Az említett két pyramis mellett eléggé gyakran fellépnek még a (11.0.9), és igen gyakran a (14.0.11) másodrendű pyramisok, melyeket eddig a chalkopyriten még senki nem figyelt meg. Mindkettő fényes, szép nagy lapokkal képviselve jelenik meg; egy kristálytöredéken a α (111), α (1 $\bar{1}$ 1) és (101) formák mellett a (14.0.11) úgyszólván uralkodólag lépett fel. A (14.0.11) a (907) és (504) formák között foglal helyet, a hajlásbeli eltérés igen csekély; mivel azonban ugyanegy kristályon egymás mellett is megjelentek és egymáshoz való hajlásuk pontosan meg volt határozható, de meg mindhárman külön-külön is mindig igen jó reflexeket szolgáltató lapok által voltak képviselve, mindhárom formát biztosan megállapítottunk kell tekintenünk. Ugyanezt mondhatjuk a (11.0.9) formáról, mely hajásaiban az (504)-hez áll közel, de vele együtt fordulván elő, hozzá való hajlását meg lehetett határozni. Ez adatok a következők:

	calc.	obs.	$\pm d$
101.14.0.11 =	6 51 $\frac{3}{4}$	6 50	— 1 $\frac{3}{4}$
111.14.0.11 =	35 38	35 38	—
14.0.11.0.14.11 =	67 11 $\frac{1}{4}$	67 13	+ 1 $\frac{3}{4}$
14.0.11.011 =	63 38	63 38	—
14.0.11.001 =	51 26	51 26	—
14.0.11.111 =	94 55	95 55	—
14.0.11.907 =	— 17	— 18	+ 1
14.0.11.504 =	— 30	— 32	+ 2
14.0.11.403 =	1 18	1 18	—
11.0.9.001 =	50 18	50 19	+ 1
11.0.9.101 =	5 43 $\frac{1}{2}$	5 43	— $\frac{1}{2}$
11.0.9.0.11.9 =	65 55	65 56	+ 1
11.0.9.111 =	35 28	35 30	+ 2
11.0.9.111 =	93 59 $\frac{1}{4}$	94 4	+ 4 $\frac{3}{4}$
11.0.9.504 =	— 38	— 39	+ 1

Három esetben egy-egy vékony sáv alakú lapra olyan reflexeket kaptam, melyek szerint hajlásuk (a másodrendű pyramisok zonájában) a

véglyphoz $51^{\circ}59' - 52^{\circ}2'$ között ingadozik. Ezen hajlásnak a (13.0.10) forma felel meg $52^{\circ}13\frac{1}{4}'$ -nyi számított értékkel. A (907) forma hajlásától ($51^{\circ}43'$) való eltérés csak $16 - 19'$ és mivel a (907) forma egyik esetben sem volt jelen, a lapokat a (907) forma lapjainak vagyok hajlandó tekinteni.

A (10.0.7) forma a leggyakoribbak közé tartozik; több esetben igen tetemes nagy lapokkal volt kifejlődve; a sphenoidos termetű kristályoknak csaknem állandó alakja. Hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
10.0.7. $\bar{1}$ 001	= $54^{\circ} 37'$	$54^{\circ} 37'$	—
10.0.7.302	= $1 18\frac{1}{2}$	$1 18$	— $\frac{1}{2}$
10.0.7. $\bar{1}$ 0.0.7	= 109 14	109 12	— 2
10.0.7.0.10.7	= 70 $24\frac{1}{2}$	70 22	— $2\frac{1}{2}$
10.0.7.011	= 65 $18\frac{1}{2}$	65 $17\frac{1}{2}$	— 1
10.0.7.021	= 74 $48\frac{1}{2}$	75 $47\frac{1}{2}$	— 1
10.0.7.111	= 36 $17\frac{3}{4}$	36 18	— $\frac{1}{4}$
10.0.7. $\bar{1}$ 11	= 97 31	97 31	—

A (705) formát két esetben észleltem; egyszer a (11.0.9) és (10.0.7), másszor a (403) és (302) forma lapjai közé ékelve; bár a 10.0.7-hez való hajlása csak $33'$ érte, az első előfordulási körülmény miatt azzal nem azonosítható és biztosan megállapított formának tekintendő. Hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
001.705	= $54^{\circ} 4'$	$54^{\circ} 5'$	+ $1'$
101.705	= $9 29\frac{1}{2}$	$9 28$	— $1\frac{1}{2}$
111.705	= 36 $9\frac{1}{2}$	36 $9\frac{1}{2}$	—
705.011	= 65 $17\frac{1}{2}$	65 18	+ $\frac{1}{2}$
705.10.0.7	= — 33	— 35	+ 2
705.403	= $1 20$	$1 19$	— 1
705.302	= $1 51$	$1 48$	— 3

Három esetben a másodrendű pyramisok zonájában olyan vékony sáv alakú lapot találtam, melynek hajlása a véglyphoz $54^{\circ}57' - 54^{\circ}59'$, tehát igen közel áll a (10.0.7) hajlásához; e hajlásnak megfelelő forma (13.0.9) lenne ($54^{\circ}55'$ -nyi számított értékkel. A (10.0.7) hajlásától való eltérés $18'$. Mivel a lapok igen kicsinyek és a (10.0.7) sohasem volt közvetlen mellettük jelen (bár a kristály más octansáiban képviselve volt), hajlandó vagyok a lapokat a (10.0.7) formához tartozóknak tekinteni.

Egészen hasonló körülmények között, további két lapra $54^{\circ}24\frac{1}{2}'$ -nyi hajlást kaptam, melynek (17.0.12) forma felel meg $54^{\circ}23\frac{1}{2}'$ -nyi számított

értékkel; a (10.0.7) hajlásától való eltérés csak $13\frac{1}{2}'$ calc.; e lapokat hajlandó vagyok szintén a (10.0.7)-hez tartozóknak tekinteni.

A $h = (302)$ igen gyakori forma, de uralkodólag sohasem lép fel; e formát már HAIDINGER említi s azóta igen sok lelőhelyen észlelték. Hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
302.001 =	$55^{\circ} 55'$	$55^{\circ} 55'$	—
302.302 =	68 30	68 31	+ 1
302. $\bar{3}02$ =	111 50	111 52	+ 2
302.032 =	71 42	71 42	—
302.111 =	36 $37\frac{1}{2}$	36 37	— $\frac{1}{2}$
302. $\bar{1}11$ =	98 $34\frac{3}{4}$	98 36	+ $1\frac{1}{4}$
302.110 =	54 9	54 7	— 2
302.032 =	108 18	108 17	— 1

A (403) szintén régóta ismert gyakori forma, hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
403.001 =	$52^{\circ} 44'$	$52^{\circ} 44'$	—
403.403 =	74 32	74 36	+ 2
403. $\bar{4}03$ =	105 28	105 27	— 1
403.043 =	68 $29\frac{1}{2}$	68 27	— $2\frac{1}{2}$
403.110 =	55 45	55 46	+ 1
403.043 =	111 30	111 32	+ 2
403.111 =	35 53	35 55	+ 2
403. $\bar{1}11$ =	95 $58\frac{1}{2}$	95 57	— $1\frac{1}{2}$
403.111 =	84 3	84 5	+ 2

A (601) új forma a leggyakoribbak közé tartozik; egyik egyéne a (601) és (201) vitték az uralkodó szerepet; a habitus ennek folytán hegyes pyramisos. A sphenoidos termetű kristályokon igen jellemzően lép fel, mert a sphenoid középeleit csaknem párhuzamosan tompítja. Hajlásai a következők:

	calc.	obs.	$\pm d$
601.111 =	$48^{\circ} 25'$	$48^{\circ} 24'$	— 1'
601.101 =	35 $49\frac{1}{2}$	35 50	+ $\frac{1}{2}$
601.601 =	19 12	19 14	+ 2
601.011 =	83 $10\frac{1}{2}$	83 11	+ $\frac{1}{2}$
601. $\bar{6}01$ =	160 48	160 50	+ 2
601.110 =	45 48	45 47	— 1
601. $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ =	62 1	62 —	— 1

	calc.	obs.	$\pm d$
601 . 111 =	117 59	117 57	2
601 . 061 =	88 24	88 26	+ 2
601 . 021 =	85 40	85 42	+ 2
601 . 061 =	91 36	91 36	—

A további másodrendű pyramisok ritkábban fordulnak elő úgymint (502), (703), (701), (605), (503), (704) és (23.0.12), ezeknek mindegyikét mégis sikerült biztosan megállapítani.

Az (502) és (703) formák ugyanazon kristályon jelennek meg a (601) és (201) formák lapjai közé ékelve. Az elsőt csak egyetlen lapja képviselte, a másodikat két nagyobbra fejlett lap jelezte. Az (502) reflexe kissé homályosabb, a (703) egyik lapjának reflexe igen éles volt; de mindkét esetben a reflexek eléggé pontosak voltak a formák biztos megállapítására; a mért hajlások:

	calc.	obs.	$\pm d$
201 . 703 =	3° 24 $\frac{1}{2}$ '	3° 27 $\frac{1}{2}$ '	+ 3 $\frac{1}{2}$ '
601 . 703 =	13 54	13 51	— 3
502 . 201 =	4 49	4 54	+ 5
502 . 302 =	11 59	11 59	—
502 . 703 =	1 24 $\frac{1}{2}$	1 26	+ 1 $\frac{1}{2}$

Ugyanazon kristályon egy olyan vékony sáv alakú lapot találtam ugyancsak (201) és (605) között, melynek hajlásai a (12.0.5) formára utalunk; mért hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
201 . 12.0.5 =	3° 59 $\frac{1}{2}$ '	4° 5'	+ 5 $\frac{1}{2}$ '
601 . 12.0.5 =	13 19	13 15	— 4

reflexe ugyan kielégítő éles volt, de a (703)-hoz való hajlás 35' calc.; az (502)-höz való hajlás 49 $\frac{1}{2}$ ' lévén, e forma épen a (703) és (502) között jelenne meg. Azonban utóbbi formák egyike sem volt jelen az illető octansban; más octansokban viszont a (12.0.5) lapjai hiányoztak, ezért e formát nem tartom kétségen kívül állónak.

A (605) formát, mely a botesi kristályokon oly közönséges volt, itten négy esetben találtam, de mindig alárendelt lapokkal. Hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
605 . 101 =	5° 12 $\frac{1}{2}$ '	5° 13'	+ 1 $\frac{1}{2}$ '
605 . 201 =	13 17 $\frac{1}{2}$	13 19	+ 1 $\frac{1}{2}$
605 . 111 =	35 24	35 26	+ 2

	calc.	obs.	$\pm d$
605. 111 =	93 35	93 34	— 1
605. 021 =	73 $\frac{1}{2}$	73 —	— $\frac{1}{3}$

A (701) formának két kis ragyogó lapját észleltem; egyik esetben a (601) forma szomszédságában jelent meg; hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
701. 100 =	8° 15'	8° 13'	— 2'
701. 201 =	18 39 $\frac{1}{2}$	18 41	+ 1 $\frac{1}{2}$
701. 111 =	49 17 $\frac{1}{2}$	49 15	— 2 $\frac{1}{2}$
701. 021 =	86 16 $\frac{1}{2}$	86 14	— 2 $\frac{1}{2}$
701. 011 =	84 8	84 10	+ 2
701. 601 =	1 21	1 20	— 1

A (23.0.12) másodrendű pyramist egyetlen esetben találtam igen nagy fényes lap alakjában a (201) és (302) lapjai között; mért hajlásai:

	calc.	obs.	$\pm d$
201. 302 =	7° 10'	7° 10'	—
302. 23. 0. 12 =	6 10 $\frac{3}{4}$	6 12	+ 1 $\frac{1}{4}$
201. 23. 0. 12 =	— 59 $\frac{1}{4}$	— 58	— 1 $\frac{1}{4}$
111. 23. 0. 12 =	38 41 $\frac{1}{2}$	38 41	— $\frac{1}{2}$

A harmadik adat különösen fontos, mert (201) és (23.0.12) lapjai együtt fordulnak elő, utóbbi formáé sokkal jobban és nagyobbra fejlett lap által van képviselve. Ennek folytán kizártnak tekintendő az eshetőség, hogy a két szóban forgó forma azonos lenne.

Meg kell említenem, hogy három olyan másodrendű pyramis lapot észleltem még, melyek (302) és (201) formák között többé-kevésbé jól kifejlődve, hajlásuk szerint (17.0.9) forma lapjai lennének, ugyanis:

	calc.	obs.	$\pm d$
17. 0. 9. 201 =	1° 19 $\frac{1}{2}$ '	1° 19'	— $\frac{1}{2}$
17. 0. 9. 302 =	5 50 $\frac{1}{2}$	5 53	+ 2 $\frac{1}{2}$

Azonban tekintetbe véve azon körülményt, hogy a reflexek nem voltak teljesen megbízhatók s a (23.0.12) forma hajlásaitól való eltérés csak 20 $\frac{1}{4}$ ' calc. hajlandó vagyok e három lapot a (23.0.12) formához tartozóknak tekinteni.

Az (503) forma lapjai csak egy kristályon lépnek fel kis trapézok

alakjában. E forma már ismeretes a Clausthalról ¹ származó kristályokról. Hajlásai :

	calc.	obs.	$\pm d$
001 . 503 =	58° 40'	58° 41'	+ 1'
302 . 503 =	2 44½'	2 43	— 1½'

A (704) másodrendű pyramisnak három kicsiny fényes lapját találtam egyetlen kristályon. E forma már ismeretes a kis-almási ² chalkopyritről; hajlásai :

	calc.	obs.	$\pm d$
001 . 704 =	59° 54'	59° 52'	— 2'
704 . 101 =	15 19½'	15 22	+ 2½'

Találtam még két másodrendű pyramis lapot, melyek csak vékony sáv alakjában jelentek meg, bár reflexeik eléggé élesek voltak, a formák még sem tekinthetők biztosan megállapítottaknak. Egyik lap a 201 és 201 lapok között jelent meg; hajlása :

	calc.	obs.	$\pm d$
301 201 =	8° 14½'	8° 17'	+ 2½'
301 111 =	43 2	43 7	+ 5
301 101 =	26 45½'	26 41	— 4½'

E lapnak tehát (301) forma felelne meg.

A másik lap a (805) forma egy lapja lenne, a (302) és (201) között igen vékony csíkot képezve lép fel; hajlásai :

	calc.	obs.	$\pm d$
805 . 302 =	1° 41½'	1° 45½'	+ 4'
805 . 201 =	5 28½'	5 24	— 4½'

A skalenoéderek közül biztosan megállapítani csak négyet sikerült :

$$\begin{array}{ll} y = z(313) & z(10. \bar{1}. 13) \\ k = z(511) & z(11. 1. 13) \end{array}$$

Leggyakrabban a $z(313)$ lép fel, különösen a sphenoidos termetű kristályokon; mivel az első rendű positiv alapsphenoiddal közös oktans-

¹ LUEDECKE: Min. Harz. 108.

² FRANZENAU: Inaug. Diss. 1894.

ban jelennek meg lapjai, azért a pozitív skalenoéderek sorába tartozik. Uralkodó forma gyanánt sohasem szerepel: lapjai a $x(111)$ és (101) combinatio élet párhuzamosan tompítva vékonyabb-vastagabb sáv alakjában lépnek fel. Néha ez éllel párhuzamosan rostozottak is, többnyire azonban teljesen simák és fényesek. E forma a chalkopyrit legközségesebb skalenoéderei közé tartozik, már SADEBECK¹ említi a Rambergen (Daaden mellett) előjövő kristályokról; azóta több lelőhelyről észlelték.

Egy másik a chalkopyriten eléggé közönséges skalenoöder a $k=x(511)$, melyet már elsőnek PHILLIPS² megfigyelt volt. Egyetlen kristályon két kis lapját találtam, melyek közös oktansban feküdtek, parallel tompítva a $x(111)$ és (101) combinatio élet. A lapok tehát pozitív skalenoöder-lapok. E két skalenoöder hajlásai a következők:

	calc.	obs.	$\pm d$
$313.111 =$	$21^{\circ} 54'$	$21^{\circ} 55'$	$+1'$
$313.101 =$	$13 \quad 10$	$13 \quad 10$	—
$313.001 =$	$46 \quad 6$	$46 \quad 8$	$+2$
$313.100 =$	$46 \quad 53\frac{1}{2}$	$46 \quad 52\frac{1}{2}$	-1
$313.133 =$	$37 \quad 35$	$37 \quad 32$	-3
$313.3\bar{1}\bar{3} =$	$93 \quad 47$	$93 \quad 49$	$+2$
$313.\bar{3}13 =$	$92 \quad 12$	$92 \quad 11$	-1
$511.001 =$	$78 \quad 44\frac{1}{2}$	$78 \quad 41$	$-3\frac{1}{2}$
$511.100 =$	$15 \quad 54$	$15 \quad 52$	-2
$511.151 =$	$65 \quad 55$	$65 \quad 51$	-4
$511.101 =$	$33 \quad 31$	$35 \quad 28$	-3
$511.111 =$	$15 \quad 54$	$15 \quad 57$	$+3$

A $x(10.\bar{1}.13)$ skalenoöder csak egy lap által van jelezve, mely a 001 , 101 , $0\bar{1}1$ és $1\bar{1}1$ lapok között eléggé fényes szabálytalan ötszöges alakot mutat; a fényes $x(1\bar{1}1)$ lappal közös oktansba esik, tehát negatív skalenoöder.

A $x(11.1.13)$ skalenoöder szintén csak egyetlen kis négyszögletű lap alakjában van jelen, megfejtése nehézséggel nem járt, mert a lap beesik $[101.\bar{1}11]$ zónába. A pozitív alapsphenoid egy lapjával közös oktansba esik, reflexe tiszta és eléggé éles; e két skalenoöder hajlásai a következők:

¹ SADEBECK: Zeitschrift d. d. geolog. Gesell. XX. 598—614.

KAYSER: Beschreibung der Bergemann'schen Mineralien-Sammlung.

² PHILLIPS: An Elementary Introduction to Mineralogie, 1823. 303.

	calc.	obs.	$\pm d$
$10. \bar{1}. 13. 001 =$	$37^{\circ} 18'$	$37^{\circ} 13'$	$-5'$
$10. \bar{1}. 13. 101 =$	$32 \quad 21$	$32 \quad 25$	$+4$
$10. \bar{1}. 13. 111 =$	$8 \quad 10$	$8 \quad 15$	$+5$
$001. 11. 1. 13 =$	$39 \quad 57$	$39 \quad 59$	$+2$
$101. 11. 1. 13 =$	$5 \quad 50$	$5 \quad 47$	-3
$\bar{1}11. 11. 1. 13 =$	$83 \quad 26$	$83 \quad 31$	$+5$

Több skalenoöder a kapnikbányai kristályokon ki nem mutatható; valószínű még a $z(434)$ forma, de lapjai csak mint igen keskeny sávok jelennek meg a $z(313)$ és $z(111)$ között. Hajlásai a számított értékkel eléggé jól egyeznek.

	calc.	obs.	$\pm d$
$434. 101 =$	$7^{\circ} 17\frac{1}{2}'$	$7^{\circ} 23\frac{1}{2}'$	$+6'$
$434. 111 =$	$27 \quad 46$	$28 \quad 40$	-6

Miként ezekből láthatjuk, a kapnikbányai kristályok igen lapdúsak; az egyik kristályon 12 forma lép fel, úgymint $z(111)$, $z(1\bar{1}1)$, (201) , $(10.0.7)$, (101) , (302) , (503) , (504) , (907) , (001) , $z(11.1.13)$, $z(221)$.

Ikerkristályok.

A kapnikbányai chalkopyrit három törvény szerint képez ikreket.

Az egyik ikertörvényt már a botesi kristályokról ismerjük; ez úgy hangzik, hogy ikerlap az elsőrendű alapsphenoid egy lapja, de mindig különböző értékű (positív és negatív) sphenoid-lapok nőnek össze, illetőleg felelnek meg egymásnak. A két ikerállásban levő egyén az ikersík szerint nem symmetrikus. E szabályszerűséget a kapnikbányai ikreken igen jól láthatjuk, mert a pozitív és negatív sphenoidok közötti ellentét igen éles. A pozitív sphenoid, mely az ikreken úgyszólván mindig uralkodó, kitünően mutatja (201) és (101) -gyel párhuzamosan haladó sorozatot. Különösen az ikerlappal parallel sphenoid-lapon lehet ezt jól látni, mert e lap többnyire igen nagyra termett. A negatív sphenoid rostozattól teljesen mentes.

Az az egyén, mely a sphenoid lap szerint elterült, rendszerint igen lapdús; az ikerállásban lévő egyén rendesen igen egyszerű, csak az uralkodó $z(111)$ és az alárendelt $z(1\bar{1}1)$ formákból áll. Gyakran az utóbbi egyén az ikerállásban elhelyezkedő előbbibe mintegy bele van ékelve. Hasonló ikrek ezek a Ramberg-ről (bei Daaden) származókhoz, melyeket SADEBECK írt le, csak lapdúsabbak. Egy ilyen ikernél a pozitív sphenoid-lap szerint elterült egyén a következő formákból állott: $z(111)$, (101) , (302) , (201) , (100) , $(10.0.7)$, (907) , (503) , (403) , $z(1\bar{1}1)$ és (110) ; míg a be-

ékelt ikerállásban elhelyezkedő kristály csak a $\alpha(111)$ és $\alpha\bar{1}\bar{1}1$ formákat mutatta.

Az ikerállást azonnal elárulja a jellemző ikerszög:

$$\begin{array}{ccc} & \text{calc.} & \text{obs.} & \pm d \\ 111. \underline{111} = & 37^\circ 20' & 37^\circ 20' & — \end{array}$$

ugyanis feltéve, hogy az ikerlap $11\bar{1}$ sphenoidlap

$$\begin{array}{l} \alpha 111. \underline{11\bar{1}} = 71^\circ 20' \text{ calc.} \\ 111. \underline{111} = 180^\circ - 2. \quad 71^\circ 20' = 37^\circ 20' \end{array}$$

az ikerszög $37^\circ 20'$ -nyi beugró szög.

Az ezen ikertörvény szerint képződött ikrek igen gyakoriak; közönségesebbek az egyszerű kristályoknál.

Ugyanezen ikertörvény szerint áthatási ikrek is képződnek. A kapnikbányai kristályok között egyetlen ilyen ikert találtam. E penetratiós iker a következő formákból állott: $\alpha(111)$, (201) , (601) , (701) , (100) , (110) . A másodrendű pyramisok zónája vízszintesen, az uralkodó sphenoid-lapok két irányban, (201) és (101) -gyel párhuzamosan igen erősen rostozottak.

Az ikerállást a következő adatok bizonyítják:

1. zóna.

	calc.			obs.		d
111	0° —	<u>111</u>	111	0° —	<u>111</u>	—
100	$54^\circ 56\frac{1}{4}$		100	$54^\circ 56'$		$-1/4$
	$70 \quad 7\frac{1}{2}$	<u>$\bar{1}11$</u>		$70 \quad 7\frac{1}{2}$	<u>$\bar{1}11$</u>	—
$1\bar{1}\bar{1}$	$109 \quad 52\frac{1}{2}$		$1\bar{1}\bar{1}$	$109 \quad 52\frac{1}{2}$		—
	$125 \quad 3\frac{3}{4}$	<u>$\bar{1}00$</u>		$125 \quad 4$	<u>$\bar{1}00$</u>	$+1/4$
$0\bar{1}\bar{1}$	$144 \quad 56\frac{1}{4}$					
$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	180	<u>$\bar{1}11$</u>				

2. zóna.

111	0°	<u>111</u>	111	0°	<u>111</u>	—
010	$54 \quad 56\frac{1}{4}$		010	$54^\circ 56$		$-1/4$
	$70 \quad 7\frac{1}{2}$	<u>$1\bar{1}1$</u>		$70 \quad 7\frac{1}{2}$	<u>$1\bar{1}1$</u>	—
$\bar{1}1\bar{1}$	$109 \quad 52\frac{1}{2}$		$\bar{1}1\bar{1}$	$109 \quad 52\frac{1}{2}$		—
	$125 \quad 3\frac{3}{4}$	<u>$0\bar{1}0$</u>				
$\bar{1}0\bar{1}$	$144 \quad 56\frac{1}{4}$					
$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$	180	<u>$\bar{1}11$</u>				

Egy másik ikertörvény szerint ikerlap a másodrendű alappiramis $c = (101)$ egy lapja; a két ikerállásban elhelyezkedő egyén e laphoz képest symmetriás.

Ez ikertörvény igen sok vitára adott alkalmat. Legelőször említi Haidinger¹ 1822-ben; de a törvényt úgy fejezi ki, hogy az összenövési vagyis összetételi sík merőleges az ikersíkra, a mely az (101) -nek egy lapja. 1825-ben a törvényt kétértelműen fejezi ki² s ezzel félreértést idéz elő. Ugyanis azt mondja, hogy a szabályos összenövés párhuzamos (101) forma egy lapjával vagyis merőleges az első rendű alappiramis $[=x(111)$ és $x(1\bar{1}1)$ combinatioja] egy sarkélére. Ha az összenövést az ikersíkra értjük, akkor e kijelentésben nincs kétértelműség, de ha összenövés alatt az összenövési síkot értjük, a fentebbi törvény két különböző esetet foglal magában. (Haidinger szerint az ikersík megadja a correspondáló lapok relativ irányát, az összenövési lap megadja a kölcsönös helyzetet). Haidinger pedig csak egy esetet említ. 1822-ben közzé tett rajzán az összenövési sík merőleges az ikersíkra. Naumann³ a törvényt úgy fejezi ki, hogy az összenövés síkja párhuzamos azon síkkal, melyben az egyik kristálynak a másikhoz mérten 180° -al való elforgatása történik. Ez a törvény vált általánosan elterjedté; a Haidinger által vizsgált kristályokkal Sadebeck⁴ több ízben foglalkozott, de még 1878-ban sem tekinti a kérdést véglegesen eldöntöttnek. Schimper⁵ Naumann mellett foglal álláspontot: az ügyet teljesen Fletcher⁶ tisztázta.

Haidinger kijelentésében a kétértelműség onnan ered, hogy azt mondja: az összenövés párhuzamos (101) egy lapjával, vagyis merőleges (111) valamely sarkélére. Szerinte tehát, ha e két eset azonos, akkor az (111) -nek minden sarkéle merőleges lenne az (101) valamely lapjára. Pl. $[111.1\bar{1}1]$ lapok éle a $\bar{1}01$ -re. Ez igaz a szabályos rendszerben, mert $[111.1\bar{1}1]$ lapok élét 101 parallel tompítja és 101 merőleges $\bar{1}01$ lapra, de a tetragonalis chalkopyritnál

$$101.\bar{1}01 = 89^\circ 9' \text{ calc.}$$

tehát a merőlegestől $51'$ -nyi eltérés van.

Az (111) sarkélére merőleges lapok a $(100.0.99)$ forma lapjai lennének; Haidinger szerint ezen formának egy lapja volna ikerlap. Naumann

¹ Haidinger: Memoirs of the Wernerian Society IV. 1. 1822.

² Haidinger: Edinburgh Journal of Science III. 68.

³ Naumann: Lehrbuch der Krystallographie. II. 1830. 281.

⁴ Sadebeck: Zeitschr. d. d. geol. Gesell. XX. 265. XXI. 642. XXX. 601.

⁵ Schimper: Groth, Mineraliensammlung. 1878. 53.

⁶ Fletcher: Phil. Mag. 1882. (5) 14. 266. — Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1882.

szerint az (101) formának egy lapja. Haidinger szerint tehát az ikertengely (111) valamely sark-éle, az ikerlap merőleges erre; mindazon lapok, melyek az ikertengellyel párhuzamosak, tehát az ikersíkra merőlegesek, ugyanazon zónába esnek. E lapok megfelelő ikerlapjukkal 0° -nyi ikerszöget zárnak be, mert hajlásuk az ikersíkhöz 90° , az ikerszög $= 180^\circ - 2 \cdot 90^\circ = 0^\circ$.

A közönségesebben előforduló formák közül ebbe a zónába esnek: 010, 111, 101, $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ és $0\bar{1}0$ és parallel párjaik. Ezen ikertörvény szerint

$$111 \cdot \underline{111} = 0^\circ \text{ calc.}$$

$$\bar{1}\bar{1}\bar{1} \cdot \underline{\bar{1}\bar{1}\bar{1}} = 0^\circ \text{ „}$$

$$101 \cdot \underline{101} = 0^\circ \text{ „}$$

Nézzük most, milyen eredményekre vezet a Naumann által jelzett ikertörvény. Ikerlap az (101) forma valamely lapja, pl. $\bar{1}01$. Láttuk, hogy

$$101 \cdot \bar{1}01 = 89^\circ 9' \text{ calc.}$$

$$101 \cdot \underline{101} = 180^\circ - 2 \cdot 89^\circ 9' = 1^\circ 42'$$

a correspondeáló a másodrendű alappiramis-lapok $1^\circ 42'$ -nyi be-, illetőleg kiugró szöget zárnak be. Másrészt

$$111 \cdot \bar{1}01 = 89^\circ 18\frac{1}{4}' \text{ calc.}$$

$$111 \cdot \underline{111} = 180^\circ - 2 \cdot 89^\circ 18\frac{1}{4}' = 1^\circ 23\frac{1}{2}'$$

a correspondeáló sphenoid-lapok egymással $1^\circ 23\frac{1}{2}'$ -nyi be-, illetőleg kiugró szöget zárnak be. Számítsuk ki mindkét törvény esetében az ikerhajlásokat, a közönségesen előforduló (201) és (302) formák lapjaira is; az összehasonlításból kiderül a két törvény közötti különbség.

NAUMANN szerint:
ikerlap (101) valamely lapja pl.
az ($\bar{1}01$)

$$111 \cdot \underline{111} = 1^\circ 23\frac{1}{2}' \text{ calc.}$$

$$101 \cdot \underline{101} = 1^\circ 42' \text{ „}$$

$$201 \cdot \underline{201} = 35^\circ 20' \text{ „}$$

$$302 \cdot \underline{302} = 20^\circ 59' \text{ „}$$

Haidinger szerint:
ikertengely az (111) valamely sark-
éle pl. az [$111 \cdot \bar{1}\bar{1}\bar{1}$] lapok éle

$$0^\circ \text{ — calc.}$$

$$0^\circ \text{ — „}$$

$$37^\circ 2' \text{ „}$$

$$22^\circ 41' \text{ „}$$

Fletcher a Haidinger által vizsgált és más kristályokon (melyek Pool Mines, Redruth mellett és Trevannence Mine, St. Agnes lelőhelyekről származtak) azt találta, hogy azok a Naumann által leírt ikertörvénynek hódolnak. Azóta ezt a törvényt tartják a helyesnek.

BAUMHAUER¹ a Burgholdinghausen lelőhelyről származó ilyen fajta ikeren azt észlelte, hogy az iker-állásban lévő egyének elhelyezésükre nézve sohasem hódolnak pontosan a leírt törvénynek, hanem hajlandók átmenni azon ikerelhelyezkedésbe, hogy a két correspondáló véglap merőleges legyen egymásra, vagyis (100) megfelelő lappárja parallel legyen (001)-gyel. Ezen második ikerelhelyezkedés igen közel áll az előbbihez; ugyanis az előbbi ikertörvény szerint, ha (101) valamely lapja ikerlap, például $\bar{1}01$ lap, akkor

$$001 . \bar{1}01 = 44^\circ 34\frac{1}{2}' \text{ calc.}$$

$$001 . 001 = 180^\circ - 2 \cdot 44^\circ 34\frac{1}{2}' = 90^\circ 51'$$

a két ikerállásban elhelyezkedő véglap $90^\circ 51'$ -nyi ikerszöget zár be egymással. A második ikerelhelyezés szerint a két véglap merőleges egymásra, az eltérés $51'$. Ez az $51'$ szabja meg azon határokat, melyeken belül a két ikerállásban elhelyezkedő egyén egymáshoz képest helyzetét változtatja.

A kapnikbányai kristályok között egyetlen iker képződött ezen törvény szerint, legnagyobb dimenziója 3 mm., lapjai kissé krkes-ibolyára futtattak, de igen fényesek és kitűnő reflexeket szolgáltattak. Habitus a sphenoidos; uralkodó forma $x(111)$, mely (101)- és (201)-el párhuzamosan igen finoman rostozott. Szabad szemmel megtekintve a kristály egyszerűnek látszik, de kissé gondosabb megfigyelésnél azonnal észrevesszük, hogy az uralkodó, látszólag egyszerű sphenoid két lapja kissé meg van töve; e megtörést feltűnőbbé teszi a rostozat, mert ép a törés helyén ütközik össze két különböző irányú rostozás. Az ikerkristály a következő formákból áll:

egyik egyéne		másik egyéne
$p = x(111) + \frac{P}{2}$		$p = x(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$
$e = (101) \quad P_\infty$		$e = (\bar{1}01)$
$(10, 0, 7)$		$(10, 0, 7)$
		$h = (\bar{3}02)$
		$z = (\bar{2}01)$

Az ikerállás a következő adatokból tűnik ki.

	calc.	obs.	$\pm d$
$101 . \bar{1}01$	$= 1^\circ 42'$	$1^\circ 40'$	$- 2'$
$(10, 0, 7) . \bar{1}0, 0, 7$	$= 18^\circ 23'$	$18^\circ 20'$	$- 3'$
$111 . \bar{1}\bar{1}\bar{1}$	$= 1^\circ 23\frac{1}{2}'$	$1^\circ 24'$	$+ 1\frac{1}{2}'$

¹ BAUMHAUER: Zeitschr. für Krystallographie und Mineralogie XXX. 274.

Ez adatokból látjuk, hogy az ikerösszenövés pontosan megfelel azon törvénynek, hogy az ikerlap (101) valamely lapja. A kristály kifejlődése, különösen pedig a rostoknak a positiv sphenoid lapokon való elhelyezése azt bizonyítja, hogy a két egyén az ikerlap szerint symmetrikus, mivel mindig egyenértékű formák felelnek meg egymásnak.

A harmadik fajta ikerösszenövés, melyet a kapnikbányai chalkopyriten észleltem, azon törvény szerint történik, hogy az ikertengely a (201) másodrendű pyramisnak egy sarkéle. Az ikerlap merőleges erre.

Ezt az ikertörvényt az irodalomban legelőször MOHS¹ említi: 1824-ben a következő szavakkal fejezi ki a törvényt: «Zusammensetzungsfläche senkrecht auf einer Achsenkante von $P+1$; Umdrehungsachse dieser Kante parallel. Diese zweite Art der Zusammensetzung ist das Komplement des ersten [ikerlap (111)]». Ugyanezen szavakkal idézi a törvényt 1839-ben ZIPPE.² Említi a törvényt HARTMANN³ is: «Zusammensetzungsfläche senkrecht, Umdrehungsachse parallel einer Achsenkante der Pyramide c. Diese zweite Art der Zusammensetzung ist das Komplement des ersten.» Utoljára említi a törvényt HAUSMANN⁴ 1847-ben. «Zusammensetzungsebene senkrecht auf einer Seitenkante von P.» Az egyes auctorok jelzései a következőképen felelnek meg egymásnak⁵:

MOHS és ZIPPE	HAUSMANN	HARTMANN	MILLER
P	D	P	(111)
$P+1$	P	c	(201)

Később az irodalom ezen ikertörvényt nem említi, felfedezője valószínűleg MOHS volt; ő említi legelőször 1824-ben, korábban aligha ismerhette valaki, mert csak 1822-ben mutatta ki HÄNDIGER, hogy a chalkopyrit tetragonális. HARTMANN és HAUSMANN minden valószínűség szerint MOHS-tól vették át; legalább arra mutat munkáikban a chalkopyrit összes ikertörvényeinek szövegezése.

A kapniki kristályok között kettő volt, mely ezen törvény szerint képződött. Az egyik rendetlenül rovátkos lapokkal fejlődött ki; megfejtése csak akkor sikerült, miután a másik nagyra termett, szabályosan kialakult kristályt már megoldottam volt. Utóbbinak átmérője 5 mm., lapjai simák, igen fényesek, csak az elsőrendű alapsphenoid és prisma lapjai rovátkoltak.

¹ MOHS: Grundriss der Mineralogie 1824. II. 551.

² MOHS-ZIPPE: Naturgeschichte des Mineralreiches 1839. II. 522.

³ HARTMANN: Handwörterbuch der Mineralogie und Geognosie 1828. 331

⁴ HAUSMANN: Handbuch der Mineralogie. II. Theil. I. Bd. 139. 1847.

⁵ GOLDSCHMIDT: Index der Krystallformen der Mineralien II. 265.

A kristálynak csupán csak egyik fele képződött ki. Uralkodó formái (201) (601), habitusa hegyes pyramisos. Jelenlévő formák következők:

$$\begin{array}{ll} z = (201) & (703) \\ (601) & p = z (111) \\ h = (302) & d = (110) \end{array}$$

Az ikerállás meghatározására következő adatok szolgáltak.

$$\begin{array}{ll} 201 \cdot \underline{201} = 0^\circ & \text{--- obs.} \\ 110 \cdot \underline{110} = 0^\circ & \text{--- " } \\ 20\bar{1} \cdot \underline{20\bar{1}} = 94^\circ 45' & \text{" } \end{array}$$

Már a két első adat elégséges az ikerhelyzet felismerésére. 201 és az ikerhelyzetben álló correspondáló $\underline{201}$ lap egymással nem zárnak be iker-szöget, hanem egy síkba esnek, másképp ez nem lehetséges, mint úgy, hogy az ikerlap merőleges 201-re. Ugyanez áll a 110 lapra is, de ha az ikerlap merőleges e két lapra, akkor merőleges a két lap képezte élre is, t. i. a $[201 \cdot 110]$ élre is. Ez az él párhuzamos a (201) forma egyik sarkélével, $[201 \cdot 0\bar{2}1]$ éllel. Mindazon lapok, melyek ez éllel párhuzamosak, az ikerállásban elhelyezkedő megfelelő lapjukkal egy síkba esnek. A közönségebben előforduló lapok közül ilyenek: 110, 201, $\bar{1}\bar{1}1$, $0\bar{2}1$, $\bar{1}\bar{1}1$ és parallel párjaik. Ezen a kristályon e lapok közül csak az első kettő van kifejlődve.

A harmadik adat számított értéke $94^\circ 40'$, mert a $20\bar{1}$ hajlású az ikerlaphoz $137^\circ 20'$, az ikerszög

$$20\bar{1} \cdot \underline{20\bar{1}} = 180^\circ - 2 \cdot 137^\circ 20' = -94^\circ 40'.$$

Tehát a számított és mért értékek következők:

	calc.	obs.	$\pm d$
$201 \cdot \underline{201} =$	0° ---	0° ---	—
$110 \cdot \underline{110} =$	0 ---	0 ---	—
$20\bar{1} \cdot \underline{20\bar{1}} =$	$94 \quad 40$	$94 \quad 45$	$+ 5'$

A (201) forma sarkélére merőleges lap helyzetére nézve igen kevésbé tér el az (112) forma egy megfelelő lapjától. A szabályos rendszerben a két lap egybeesik. Ezek szerint ez ikertörvény igen közel áll azon másik ikertörvényhez, melynek értelmében ikerlap az (112) forma valamely lapja lenne. A két törvény közel rokonságának oka (épen úgy, miként a második ikertörvénynél láttuk volt) abban rejlik, hogy a chalkopyrit tengelyaránya

majdnem egyező a szabályos rendszerével. Azonban a két törvény közti különbség elég tetemes arra, hogy a tévedést kizárjuk. Hasonlítsuk össze a kettőt:

Az ikersík merőleges a (201) valamely sark élére pl. a $[201.0\bar{2}1]$ élre, mint ikertengelyre, ekkor, miként már fent láttuk:

$$110. \underline{110} = 0^\circ \text{ —}$$

továbbá

$$201. \underline{20\bar{1}} = 0^\circ \text{ —}$$

végre

$$201. \underline{20\bar{1}} = 94^\circ 40'$$

Az ikersík (112) valamely lapja (az elsővel per analogiam) a $\bar{1}12$ lap akkor:

$$110. \bar{1}12 = 90^\circ$$

$$110. \underline{110} = 180^\circ \text{ — } 2. 90^\circ$$

$$110. \underline{110} = 0^\circ \text{ —}$$

$$201. \bar{1}12 = 89^\circ 23'$$

$$201. \underline{201} = 180^\circ \text{ — } 2. 89^\circ 23'$$

$$201. \underline{201} = 1^\circ 14'$$

$$20\bar{1}. \bar{1}12 = 137^\circ 2'$$

$$20\bar{1}. \underline{20\bar{1}} = 180^\circ \text{ — } 2. 137^\circ 2'$$

$$201. \underline{20\bar{1}} = 94^\circ 4'$$

Miként látható, mindhárom adat világosan az első ikertörvény mellett szól.

A selmeczbányai chalkopyrit kristálytani viszonyai.

A selmeczbányai chalkopyrit morfológiájáról röviden megemlékezik egyik értekezésében SADEBECK.¹

Az általa vizsgált kristály iker volt a p lap szerint. Az egyének teljesen átnőttek egymáson, a mi szerinte ritkaság.

A kristályok nagysága változó, túlnyomó részök 5—10 mm. átmérőjű: rendetlenül eltorzulva fejlődtek ki, lapjaik rendesen homályosak, alig fénylők; csak az egész apró kristályokon lehet néha látni a fémes fényt. Felületesen szép sárga színük helyett barna vagy fekete színnel vannak bevonva. A rostozás többnyire igen erős, több irányban halad. A sphenoid s néha a másodrendű alappiramis lapok is az (101) és (111) éleivel párhuzamosan rostozottak, ritkább a vízszintes rostozás.

Az összes észlelt formák a következők:

¹ SADEBECK: Zeitschr. der d. geol. Gesell. 1869. XXI. 632. 642.

$c = (001)$	$c = (101)$	$s = x(513)$
$p = x(111)$	$v = (201)$	$y = x(313)$
$p_1 = x(1\bar{1}1)$	(601)	$x(525)^*$
$d_1 = x(1\bar{1}4)$	(403)	$x(4\bar{1}1)^*$
$d = (110)$	(706)	$x(10.4.7)^*$
$a = (100)$	(102)	

Habitus tekintetében vannak sphenoidos termetűek $x(111)$ uralkodó formával, melynek lapjai nagy háromszögek alakjában jelennek meg; a rostozat vízszintes és párhuzamos az (101) -el, tehát háromféle irányban halad. Rendesen fellépnek a $x(313)$, ritkábban a $x(525)$ skalenoéderek. Ezek a rostozattal párhuzamos szélesebb-szűkebb sávok alakjában jelennek meg. Lapjaik gyakran annyira rostozottak, hogy biztos megállapítások lehetetlen. Ezen sphenoidos termetű kristályok a leggyakoribbak. Közülök egyik külső megtekintésre igen hasonlított egy deltoiddodekaederhez, lapjai rostozottak a deltoid lap azon átlója szerint, mely az egyenértékű csúcsokat köti össze. A pontos mérést a rostozaton kívül megakadályozta a lapok legömbölyített volta is. A kristály valószínűleg egy hegyesebb sphenoid és egy skalenoéder combinatiója; hajlásai $x(221)$ és $x(212)$ formákra utalnak.

	calc.	obs.
$212.122 = 27^\circ 5'$		$25-29$
$221.212 = 27^\circ 21\frac{1}{2}'$		$24-29^\circ$

Egy másik sphenoidos termetű combináció igen lapdús volt, de a kristály kifejlődése igen szabálytalan, rendetlen; felülete barna színű, a rovátkozás igen gyenge. A lapok eltolódása miatt a combinatio megfejtése nehézségekkel járt. Formái: $x(111)$, (101) , (403) , $x(525)$, $x(10.4.7)$, $x(1\bar{1}4)$, $x(4\bar{1}1)$. Hajlásai

	calc.	obs.	$\pm d$
$111.1\bar{1}\bar{1} = 109^\circ 52\frac{1}{2}'$		$109^\circ 53'$	$+ \frac{1}{2}$
$111.\bar{1}\bar{1}1 = 108^\circ 40'$		$108^\circ 42'$	$+ 2$
$111.101 = 35^\circ 3\frac{3}{4}'$		$35^\circ 2\frac{1}{4}'$	$- 1\frac{1}{2}$
$111.403 = 35^\circ 53'$		$35^\circ 55'$	$+ 2$
$1\bar{1}\bar{1}.101 = 90^\circ 42'$		$90^\circ 40'$	$- 2$
$1\bar{1}\bar{1}.403 = 84^\circ 3'$		$84^\circ 2'$	$- 1$
$111.313 = 21^\circ 54'$		$21^\circ 57'$	$+ 3$
$111.525 = 19^\circ 22'$		$19^\circ 26'$	$+ 4$
$101.313 = 13^\circ 10'$		$13^\circ 12'$	$+ 2$
$101.525 = 15^\circ 42'$		$15^\circ 41'$	$- 1$
$111.10.4.7 = 19^\circ 12'$		$19^\circ 7'$	$- 5$

	calc.	obs.	$\pm d$
403. 10. 4. 7 =	18 $9\frac{1}{2}$	18 14	+ $4\frac{1}{2}$
101. 10. 4. 7 =	20 35	20 38	+ 3
111. $\bar{1}\bar{1}4$ =	59 23	59 $21\frac{1}{2}$	- $1\frac{1}{2}$
101. $\bar{1}\bar{1}4$ =	56 $35\frac{1}{2}$	56 35	- $\frac{1}{2}$
110. $\bar{1}41$ =	60 $1\frac{1}{2}$	60 5	+ $3\frac{1}{2}$
101. $\bar{1}41$ =	89 43	89 45	+ 2
$\bar{1}14$. $\bar{1}41$ =	60 1	60 5	+ 4
110. $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ =	90 -	90 -	-

Az (101) és (403) nagy lapok által vannak képviselve. A $\alpha(313)$ lapjai csak vékony sávok alakjában jelennek meg, míg a K (525) skalenoëder nagy lapokkal lép fel [111. 101] zónában. A $\alpha(\bar{1}\bar{1}4)$ sphenoid nagy lapjai a negatív oktansokban jelennek meg. Közelükben találhatók a $\alpha(4\bar{1}1)$ skalenoëder eléggé nagy lapjai, míg a $\alpha(10. 4. 7)$ forma kis lapjai a $\alpha(111)$ szomszédságában lépnek fel. A $\alpha(525)$, $\alpha(4\bar{1}1)$ és $\alpha(10. 4. 7)$ új formák, a $\alpha(\bar{1}\bar{1}4)$ sphenoid több lelőhelyről ismeretes.¹

A többi kristályok ikrek. Csak olyanok fordulnak elő, melyeknél ikerlap az alapsphenoid egy lapja; néha több kristály is nő össze e törvény szerint. A pozitív sphenoid lapok nem mindig ismerhetők fel a rovátkolásról, mert többnyire a negatív sphenoid lapok is rovátkoltak. Ekkor az uralkodó sphenoidot pozitívnak tekintjük. Ha azonban a két ellensphenoid egyenlőképen van kifejlődve s mindkettő rostozott, akkor nem áll módunkban a kettőt egymástól megkülönböztetni. Épen azért alig lehetett a selmeczbányai ikreken azt a törvényszerűséget tapasztalni, hogy mindig egy pozitív és negatív sphenoid lap nőnek össze.

Az ikrek mind ugyanazon típust mutatják. Az az egyén, melynek pozitív sphenoid-lapja ikerlap [(101)- és (201)-gyel parallel rostozott] el van terülve párhuzamosan az ikerlappal $\bar{1}11$ lap szerint. E nagyra termett lapon kívül az egyénen a (201) formának két lapja a 201 és 021 szokott nagyobb terjedelemben fellépni. Egyetlen kristályon az (101) uralkodott. Az ikerállásban elhelyezkedő másik egyén mindig pyramisos termetű. Uralkodó formája (101) vagy pedig (101) és $\alpha(111)$.

Az egyének formák tekintetében csekély változatosságot mutatnak; közönségesek az (101), (201), $\alpha(111)$, és $\alpha(313)$ formák; egyetlen kristályon megtaláltam a (601) formát, a másikon az (102) és (706) pyramist. Utóbbi már ismeretes Clausthal² és Burgholdighausen³ lelőhelyeiről. $\alpha(513)$

¹ HAIDINGER: Allan-féle gyűjtemény; GREG és LETTSTOM Min. 1858. 338; PHILLIPS: Min. 1823. 303; SADEBECK: Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 1868. XX. 14.

² LUEDECKE: Min. Harz. 108.

³ SOUHEUR: Zeitschr. für Kryst. und Min. XXIII. 546.

skalenoödernek egyetlen lapját sikerült megfigyelnem, ezt a formát SADEBECK vezette be az irodalomba. Ez utóbbi, ritkábban előforduló formák a következő hajlásokat mutatják:

	calc.	obs.	$\pm d$
513.111 =	28° 26 $\frac{1}{2}$ '	28° 28'	+ $\frac{1}{2}$
513.201 =	10 39	10 40	+ 1
513.001 =	59 9	59 6	— 3
513.101 =	17 3	17 5	— 1 $\frac{1}{2}$
706.001 =	48 59	49 —	+ 2
706.101 =	5 25 $\frac{1}{2}$	5 24	+ 1
706.111 =	35 18	35 19	+ 1 $\frac{1}{2}$
706.011 =	62 8	62 6	+ 1
706.021 =	72 43	72 45	+ 2
601.001 =	80 24	80 24	—
601.111 =	48 25	48 26	+ 1
601.11 $\bar{1}$ =	62 1	62 4	+ 3
601. $\bar{1}$ 11 =	117 59	117 55	— 4
601.011 =	83 10 $\frac{1}{2}$	83 10	— $\frac{1}{2}$
601.101 =	35 49 $\frac{1}{2}$	35 47	— 2 $\frac{1}{2}$
102.001 =	26 13 $\frac{1}{2}$	26 17	+ 3 $\frac{1}{2}$
102.111 =	39 11 $\frac{1}{4}$	38 56	— 5 $\frac{1}{4}$

Valószínűek, de biztosan meg nem állapíthatók a következő formák: (11.0.7), (13.0.5), α (737), α (11.3.11), α (515), α (12.1.12). Az első kettőnek biztos meghatározását lehetetlenné tette a másodrendű pyramis lapok erős vízszintes rostozása, a többieknél a rostozás párhuzamos az [111.101] éllel. Reflexeik kielégítő jók, de maguk a lapok a rostozás miatt jól ki nem vehetők. Hajlásaik:

	calc.	obs.	$\pm d$
11.0.7.001 =	57° 9'	57° 16'	+ 7'
13.0.5.001 =	68 41	68 34 körül	— 7 körül
737.111 =	18 19	18 15 „	— 4 „
515.111 =	27 4 $\frac{1}{2}$	27 17	+ 12 $\frac{1}{2}$
11.3.11.111 =	24 14	24 26	+ 12
12.1.12.111 =	31 42 $\frac{3}{4}$	31 48	+ 5 $\frac{1}{4}$

Az ikerhelyzet megállapítása többnyire igen könnyen sikerült, mert rendszeren jelen voltak az alap-sphenoid lapok. Ezeknek jellemző beugró ikerszöge mindjárt elárulta az ikertörvényt.

	calc.	obs.	$\pm d$
$111 \cdot 111 =$	$37^{\circ} 20'$	$37^{\circ} 20'$	—
$101 \cdot 101 =$	1 24	1 22	— 2
$201 \cdot 201 =$	28 46	28 47	+ 1

★

E vizsgálatok kivitelével dr. KRENNER JÓZSEF egyet. tanár úr bizott meg, ki is a szükséges — a Múzeum tulajdonát képező — anyagot rendelkezésemre bocsátotta. A vizsgálatokat a tud. egyetem ásványtani-intézetben végezhettem. Legyen szabad nevezett tanárom szivességeért, nemkülönben becses tanácsaiért hálás köszönetemet kifejezni.

★

Kupferkies von Botes.

Bei Botes in Siebenbürgen kommt Kupferkies krystallisiert vor. Durchmesser der Krystalle 3—8 mm. ; ihre Flächsen meistens bläulich-violett oder schwarz angelaufen und nach verschiedenen Richtungen gerieft. Die Krystalle sind durch Combination folgender Formen gebildet

$$\begin{array}{ll}
 p = z (111) & z = (201) \\
 p = z (1\bar{1}1) & e = (101) \\
 d = (110) & (605)
 \end{array}$$

Habitus der Krystalle ist pyramidal nach (605) seltener nach einer Fläche des positiven Sphenoid $z(111)$ tafelförmig. Charakteristisch ist das häufige Auftreten und die vorherrschende Ausbildung der Pyramide zweiter Ordnung (605). Einer der Krystalle ist blos in dieser Form ausgebildet. Die Unterscheidung des positiven und negativen Sphenoid ist nicht immer möglich. Ersteres kommt jedoch häufiger und vorherrschender vor. Die Riefung dieser Flächen ist parallel (201) und (101); an den Flächen der Pyramide zweiter Ordnung horizontal.

Einfache Krystalle sind selten, Zwillinge sehr häufig nach dem Gesetze: Zwillingsebene eine Fläche des Grundsphenoid, wobei verschiedenwertige Sphenoidflächen zusammenwachsen. Diese Regelmässigkeit ist aber wegen der unvollkommenen Ausbildung der Krystalle nicht immer sichtbar.

Chalkopyrit von Kapnikbánya.

Die Krystalle sind sehr klein, aber sehr flächenreich (an der Bildung eines Krystalles nehmen auch zwölf Formen theil). Die Flächen sind regelmässig und glatt ausgebildet; nie schwarz gefärbt, sondern entweder schön gelb oder höchstens bläulich angelaufen, wobei sie aber von ihrem Glanze gar nichts verlieren. Die Unterscheidung des positiven und negativen Sphenoid ist auf Grund der Riefung sehr leicht möglich. Ersteres ist parallel (201) und (101) regelmässig gerieft, letzteres immer glatt und glänzend.

Vorkommende Formen: (001), (100), (110), α (111), α ($\bar{1}\bar{1}$ 1), α (332), α (221), (101), (11.0.9)*, (14.0.11)*, (504), (403), (9.0.7), (10.0.7)*, (302), (601)*, (201), (203), (605), (704), (703)*, (705)*, (503), (23.0.12)*, (502)*, (701)*, α (313), α (511), α (10. $\bar{1}$.13)*, α (11.1.13)*.

Die Formen (001), (100), (110) sind ziemlich häufig; α (111) ist immer vorhanden, α ($\bar{1}\bar{1}$ 1) häufig. Die zehn ersten Pyramiden zweiter Ordnung sind sehr gewöhnlich; die übrigen sind seltener.

Von den Skalenoëdern ist nur α (313) häufig. Habitus der Krystalle sphenoidisch nach α (111) oder pyramidal zufolge der gleichen Ausbildung der zwei Gegensphenoide, oder endlich ist (201) [oder auch (601)] die vorherrschende Form.

Zwillingsbildungen nach verschiedenen Gesetzen.

1. Zwillingssebene eine Fläche des Grundsphenoid, wobei verschiedenwertige Sphenoidflächen zusammenwachsen, welche Regelmässigkeit hier zufolge der ungleichen Ausbildung der Gegensphenoide sehr leicht wahrnehmbar ist.

2. Zwillingssebene eine Fläche der Grundpyramide zweiter Ordnung (101). Die Zwillingsstellung der zwei Individuen entsprach dem erwähnten Zwillingsgesetze in vollkommenstem Maasse.

3. Zwillingsachse parallel einer Polkante der Pyramide zweiter Ordnung (201); Zwillingssebene dazu senkrecht.

Von diesem Zwillingsgesetze macht zuerst Mohs¹ im Jahre 1824 eine Erwähnung: «Zusammensetzungsfäche senkrecht auf eine Achsenkante von P+1(c); Umdrehungsachse dieser Kante parallel. Diese zweite Art der Zusammensetzung ist das Complement der ersten.» Ausserdem erwähnen dasselbe Zippe,² Hartmann³ und zuletzt im Jahre 1847 Hausmann;⁴ später wird es nicht mehr erwähnt.

¹ Mohs: Grundriss der Mineralogie. 1824. II. 551.

² Zippe: Naturgeschichte des Mineralreiches 1839. II. 522.

³ Hartmann: Handwörterbuch der Min. und Geog. 1828. 333.

⁴ Hausmann: Handbuch der Min. II. Th. 1. Bd. 139. 1847.

Die Zwillingsstellung wird schon durch folgende zwei Werte charakterisiert:

$$201 . \underline{201} = 0^\circ \text{ calc. } 0^\circ \text{ obs.}$$

$$110 . \underline{110} = 0^\circ \text{ — } 0^\circ \text{ —}$$

Zwillingsachse daher parallel der Kante $[201 . 110]$ oder $[201 . 0\bar{2}1]$; das heisst parallel der einen Polkante (201).

Kupferkies von Selmeczbánya.

Krystalle gewöhnlich gross, Durchmesser 5—10 mm. Die Flächen sehr selten gelb, gewöhnlich braun oder schwarz; nur an den kleinen Krystallen glänzend, sonst gewöhnlich matt und sehr stark gerieft. An den Sphenoidflächen kommen zweierlei Riefungen vor: nämlich eine parallel mit (101) und eine horizontal. Die Unterscheidung des positiven und negativen Sphenoid ist nicht immer möglich. Habitus der Krystalle entweder sphenoidisch nach $\alpha(111)$ oder pyramidal nach (101). Vorkommende Formen sind folgende: (001), $\alpha(111)$, $\alpha(1\bar{1}1)$, $\alpha(1\bar{1}4)$, (110), (100), (101), (201), (601), (403), (706), (102), $\alpha(513)$, $\alpha(313)$, $\alpha(525)$,* $\alpha(4\bar{1}1)$ * $\alpha(10 . 4 . 7)$.*

Zwillinge nur nach dem Gesetze: Zwillingssebene eine Fläche des Grundsphenoid.

Mit der Ausführung der Untersuchung betraute mich Herr Prof. Jos. KRENNER. Das Material stammt aus dem National-Museum; die Untersuchungen wurden am hiesigen Mineralogischen-Institut durchgeführt.

Táblamagyarázat. — Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Combinatio: $\alpha(111)$, (601) és (201). Kapnikbánya.

„ 2. Combinatio: $\alpha(111)$, $\alpha(1\bar{1}1)$, (203), (403), (302), (101), (201). Kapnikbánya.

„ 3. Iker: ikertengely (201) egy sarkéle. Formái: (110), (601), (201).

Zwilling: Zwillingsachse parallel einer Polkante (201).

Formen: (110), (601), (201). Kapnikbánya.

„ 4. Iker: ikersík (101) egy lapja. Formái $\alpha(111)$, (201), (302) és (101).

Zwilling: Zwillingssebene eine Fläche (101). Formen: $\alpha(111)$, (201), (302), (101). Kapnikbánya.

„ 5. és fig. 7. Iker: ikersík az alapsphenoid egy lapja. Formák: (101), (605), (201), $\alpha(111)$, $\alpha(1\bar{1}1)$ illetve (605).

Zwilling: Zwillingssebene eine Fläche des Grundsphenoid. Formen (101), (605), $\alpha(111)$, $\alpha(1\bar{1}1)$ und (605). Botes.

„ 6. Combinatio: $\alpha(111)$, $\alpha(1\bar{1}1)$, (101), (14 . 0 . 11). Kapnikbánya.