

En A-3551

TARTU ÜLIKOOLI GEOLOGIA-INSTITUUDI TOIMETUSED
№ 61 PUBLICATIONS OF THE GEOLOGICAL INSTITUTION № 61
OF THE UNIVERSITY OF TARTU

KALTSIIDIKRISTALLE JAAGARAHU RIFFLUBJA- KIVIDEST

ZUSAMMENFASSUNG:
CALCITKRISTALLE AUS DEM RIFFKALKSTEIN
VON JAAGARAHU

KASVUNÄHTUSI EESTIST LEITUD KALTSIIDI- KRISTALLIDEL JA NENDE ARVATAVAIST PÕHJUSIST

ZUSAMMENFASSUNG:
ÜBER WACHSTUMSERSCHEINUNGEN BEI CALCITKRISTALLEN
AUS ESTLAND

E. BÖLAU

SONDERABDRUCK AUS:
„EESTI LOODUS“ 1940.

TARTU 1940

Tartu Ülikooli Geoloogia-Instituudi Toimetused.

Publications of the Geological Institution of the University of Tartu.

- № 1*. H. Bekker, Ph. D., D. I. C., Mõned uued andmed Kukruse lademe stratigraafiast ja faunast. — Stratigraphical and Paleontological Supplements on the Kukruse Stage of the Ordovician Rocks of Eesti (Estonia). With 2 plates, 1 map and 6 fig. in text. — Märts 1924.
- № 2*. — Devon Irboska ümbruses, stratigraafia, fauna ja paleogeograafia. — The Devonian Rocks of the Irboska District (S. E. Estonia) with the Description of a new Cemented Brachiopod. With 1 map, 6 plates and 15 fig. in text. — Okt. 1924.
- № 3. A. Öpik, Beitrag zur Stratigraphie und Fauna des estnischen Unter-Kambriums (Eophyton-Sandstein). Mit 10 Textfig. und 3 Taf. — Veebr. 1925.
- № 4*. A. Luha, Professor Hendrik Bekker, Ph. D. Sc. Nekroloog, pildiga. With English Summary.
A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂)-Stufe in Eesti. I. — Über die Kalksandsteinfacies des Vaginatenkalkes auf der Halbinsel Baltischport und über ein *Acidaspis*-Pygidium aus denselben Schichten. — Dets. 1925.
- № 5. K. Jaansoon-Orviku, Beiträge zur Kenntnis der Aseri- und der Tallinna-Stufe in Eesti. I. — Veebr. 1927.
- № 6*. A. Öpik, Über den estländischen Blauen Ton. — Juuli 1926.
- № 7*. K. Jaansoon-Orviku, Rändpangaseid Eestis (Über die Glazialschollen in Eesti). Mit deutschem Referat. — Juuli 1926.
- № 8. K. Orviku, Die Rautenvariationen bei *Echinospaerites aurantium* Gyl und ihre stratigraphische Verbreitung im estnischen Ordovizium. — Märts 1927.
- № 9. A. Öpik, Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland. — Sept. 1927.
- № 10. A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂)-Stufe in Eesti II. — Sept. 1927.
- № 11*. J. A. Reinvaldt, Bericht über geologische Untersuchungen am Kaalijärv (Krater von Sall) auf Ösel. Mit Beiträgen von A. Luha. — Sept. 1928.
- № 12. A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-C₃)-Stufe in Eesti. — Okt. 1928.
- № 13. A. Öpik, Über Trockenrisse und Regenspuren im Monograptus-Schiefer von Hodkovičky (Böhmen), und über die Entstehung der Graptolithenschiefer überhaupt. — Märts 1929.
- № 14. K. Orviku, Uhaku. Kirde-Eesti karstiaia stratigraafiast ja geomorfoloogias. Deutsches Referat: Uha ku. Zur Stratigraphie und Geomorphologie des NO-estnischen Karstgebietes. — Mai 1929.
- № 15. A. Öpik, Studien über das estnische Unterkambrium (Estonium). I—IV — Juuli 1929.
- № 16. A. Öpik, Über Muskelhaftstellen der Glabella von *Pseudasaphus tecticaudatus* Steinh. (*Crust., Trilobita*) und über die Funktion der Fazialsutur. — Juuli 1929.
- № 17. A. Audova, Aussterben der mesozoischen Reptilien. I. — Aug. 1929.
- № 18*. A. Öpik, Der estländische Obolenphosphorit. — Aug. 1929.
- № 19. P. W. Thomson, Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. — Detsember 1929.
- № 20. A. Öpik, Brachiopoda Protremata der estländischen Kukruse-Stufe. — Jaanuar 1930.
- № 21. K. Orviku, Keskdevoni põhikihid Eestis. Deutsches Referat: Die untersten Schichten des Mitteldevons in Eesti. — Veebr. 1930.

**KALTSIIDIKRISTALLE JAAGARAHU RIFFLUBJA-
KIVIDEST**

ZUSAMMENFASSUNG:
CALCITKRISTALLE AUS DEM RIFFKALKSTEIN
VON JAAGARAHU

**KASVUNÄHTUSI EESTIST LEITUD KALTSIIDI-
KRISTALLIDEL JA NENDE ARVATAVAIST
PÕHJUSIST**

ZUSAMMENFASSUNG:
ÜBER WACHSTUMSERSCHEINUNGEN BEI CALCITKRISTALLEN
AUS ESTLAND

E. BÖLAU

SONDERABDRUCK AUS:
„EESTI LOODUS“ 1940.

Est. A

Tartu Riikliku Ombuds

Raamatukogu

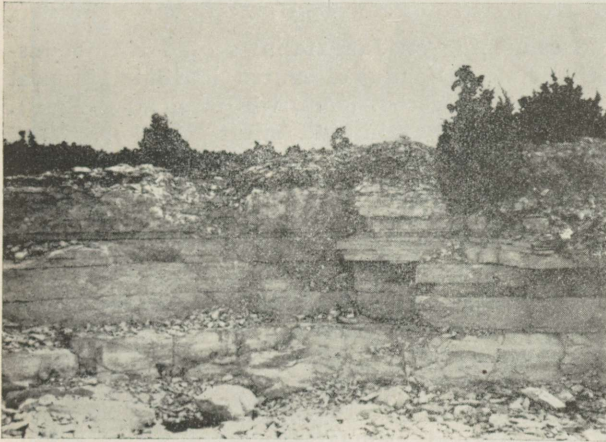
31978

KALTSIIDIKRISTALLE JAAGARAHU RIFFLUBJAKIVIDEST.

CALCITKRISTALLE AUS DEM RIFFKALKSTEIN VON JAAGARAHU.

E. Böla u.

Jaagarahu lubjakivimurdudega Saaremaal on seotud Eesti senituntuist suurim ja mitmekesiseim kaltsiidikristallide leiukoht. Siin esinevad kristallid väärivad tähelepanu nii oma suuruse, korrapärase



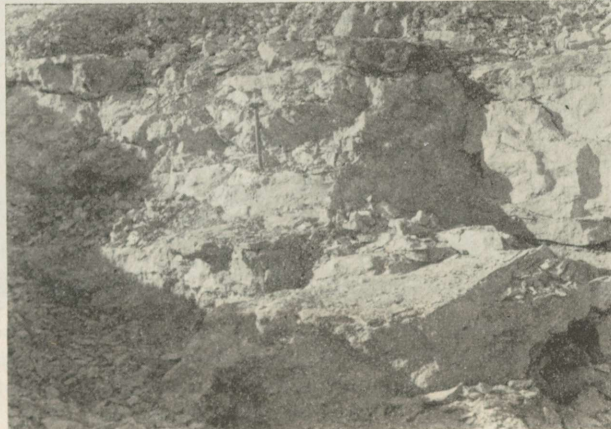
Autori foto 1939.

64. joon. Jaagarahu kihitatud ja dolomitiseerunud lubjakivid murru lõunarindel.

väljakujunemise ja haruldaste vormide, kui ka rüümuutusega seoses olevate huvitavate nähtuste poolest.

Jaagarahu lähema ümbruse aluspõhja moodustavad Pangamäe-Muhu (J_2) vöösse kuuluvad kivimid (vt. A. L u h a, 1930), milledeks

Autori foto 1939.



65. joon. Jaagarahu riff-faatsiesele tüüpilised kihitamatud lubjakivid.

on nimetatud vöö avamuse lääneosas, mis meid huvitab seoses Jaagarahu parageneesiga, enam-vähem korrapäraselt kihitatud Pangamäe lubjakivid ja Jaagarahu riffmoodustused.

Kohaliku tööstuse ca 7 ha suuruste murdude lõunarindel (68. joon.) paljandusid kaltsiidikristallide kogumise ajal 1938. ja 1939. a suvel Jaagarahu kihid hästi kihitatud ja osalt tugevasti dolomiti-seerunud lubjakividena, mis seal lasuvad tugeva lõunakallakuga Jaagarahu kihtide riffmoodustistel (64. ja 65. joon.). Ebasobivate kasvutingimuste tõttu puuduvad nendes lubjakivides kaltsiidikristallid täielikult.

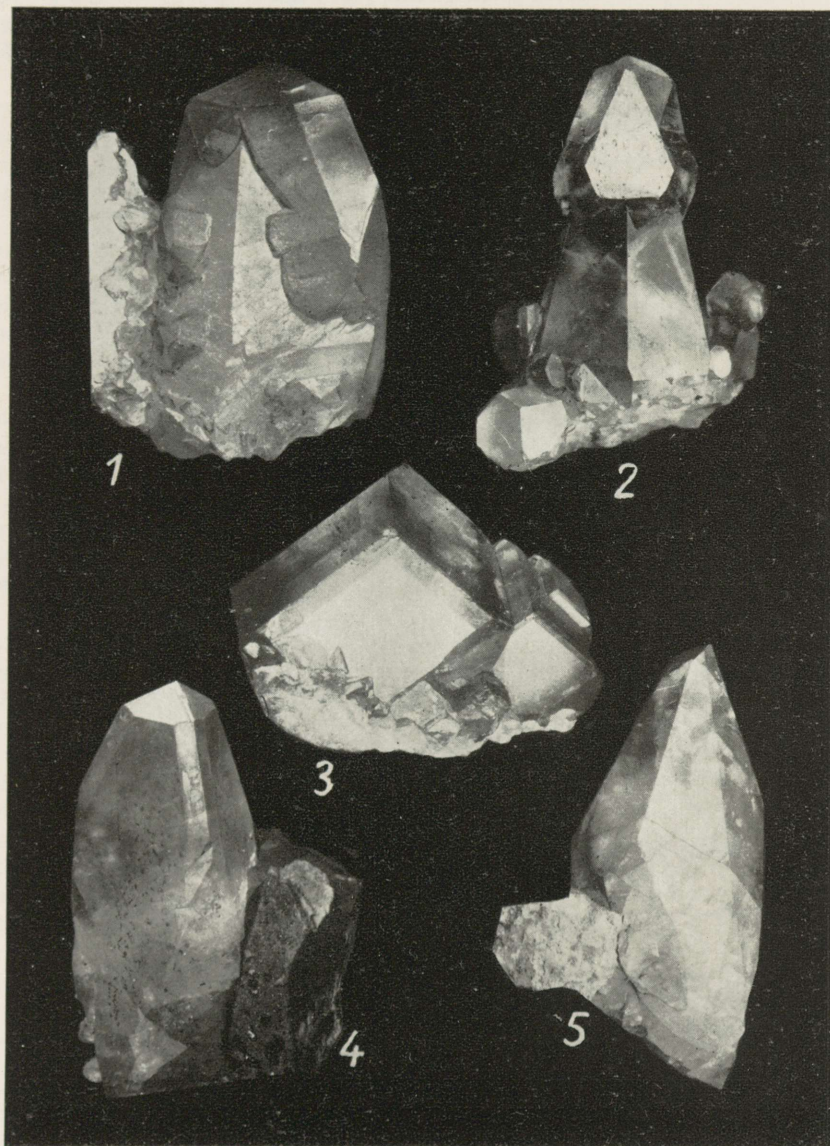
Kaltsiidikristallide esinemine on Jaagarahul seotud riffmoodustistega, mis iseloomulikumalt paljanduvad murru idarindel ja kust pärit on leidude valdav enamik (68. joon., viirutatud alad I—V). Riffmoodustistes, mis siin on üles ehitatud mitut liiki korallidest, stromatopooride kolooniatest ja sammalloomadest, leidis juba primaarselt kaltsiidi kristallisatsioonile soodsaid suuremaid ja väiksemaid õõsi. Viimaste hulk ja suurus võis suureneda ka hiljemini, kuna korallide aragoniidist koosnevate skelettide kerge lahustumine süsihapperikkas vees aset leida võis. Peale selle läbivad Jaagarahu lubjakive ka vertikaalsed, kuni paarikümne cm läbimõõduga tugeva rauaoksuüdikihiga kaetud ja tõenäoliselt karstinähtustest põhjustatud õõned. Juba olemasolevaid lõhesid ja mõrasid on nähtavasti lubjakivides ringlevad veed laiendanud, luues seega väliselt soodsa olukorra suurte kristallide takistamatuks arenemiseks.

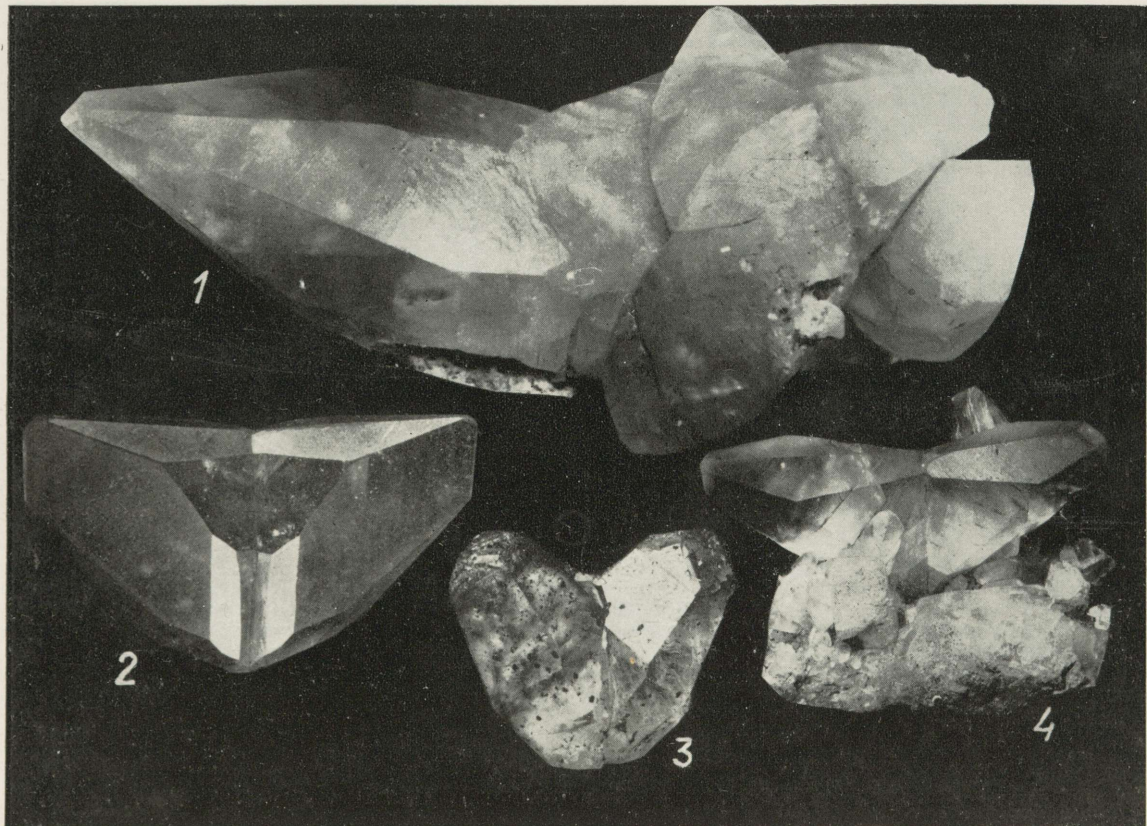
Rahutuilmelised rifl lubjakivid primaarsete ja hiljemini karstinähtuste mõjul tekkinud õõntega ongi olnud Jaagarahul üheks eelduseks kaltsiidi suurejoonelisel kristalliseerumisel, milleks ka teised kristallisatsiooni tingimused eriti soodsad pidid olema.

Sealjuures pidid kristallisatsiooniprotsessi ühe- või teisesuunase muutumise mõjustajaina esinema õige suurel määral kaaslahused, millede omaaegsele esinemisele vihjab mitmekesine ja omapäraselt väljakujunenud paragenees. Kõigi nende tegurite koosmõju tulemusena leiamegi nüüd esinevatel kristallidel suurt vormideküllust ja pindaderohkust.

Literatuuris leiame vaid üksikuid Eesti kaltsiiti puudutavaid märkusi. A. Schrenk (1854) kirjeldab lühidalt oma tähelepane-

66. joon. Jaagarahu kaltsiidil esinevaid kasvunähteid ja kristallitüüpe. 1 — Esimese kasvujärgu bipüramiidilise rüüga (8. 8. 16. 3) tuumkristallil on hilisemas kasvujärgus kristalliseerunud romboedrilise rüüga (4041) (1011) (2131) (2134) mähiskristall, mis pole veel täielikult sulgunud. 2 — Kristallrüü nagu eelmisel, kuid hilisema kasvujärgu romboeeder on kristalliseerunud bipüramiidi piiraval baasil. 3 — Vaid puhastest CaCO₃ lahustest kristalliseeruv põhiromboeeder (1011), Jaagarahu kaltsiidil kombinatsioonides sagedamini esinev vorm. 4 — Hilisemale kasvujärgule tüüpiline, valitsevalt romboeetri (4041) pindadega kristall koos sfaleriidiga. 5 — Sageli kombinatsioonides esinev skalenoeeder (2131); esineb Jaagarahul väga harva ka omaette lihtsa vormina. 2 — suurendatud ligi 3×, teised umb. loomulik suuruses. Autori fotod 1939.





kuid Mustla pangalt, Saaremaalt, leitud kristallide puhul, mis köitsid tema tähelepanu omapärase rüümuutusega. Veidi pikemalt peatub O. G a n s s (1936) Tallinnas, Lasnamäel, leitud kaltsiidikristallide juures; kuid ka tema huvi on paelunud ainult rüümuutusega seoses olevad probleemid.

Üheks Jaagarahu kaltsiidi iseloomulikuks jooneks on tema väljakujunemine mitmes kasvufaasis, kusjuures esimeses kasvuperioodis kristallisatsioon-toimus bipüramiidilises — viimases aga romboeedrilises rüüs. Vahepealseid vorme, peamiselt skalenoeedrite, prismade ja romboeedrite kombinatsioonide näol, esineb sageli.

Rüümuutusega seoses olevaid kasvunähtusi (66. joon. — 1 ja 2) on siinkohal kasutada oleva piiratud ruumi ja materjali suuruse tõttu võimatu umbkaudselki käsitleda. Samuti peaksime piirduma ainult oletustega, kui küsiksime Jaagarahu kaltsiidis esinevate kasvupeatuste põhjusi. Hoopis kindlamal pinnal liigume aga, kui käsitleme kristallide rüümuutuse põhjusi.

Siin tulevad arvesse peamiselt kaaslahuste mõjud, mis on kaltsiidi kristallrüü kujundamisel otsustava tähtsusega ja millede omaaegne toime, otsustades sulfiidide, eriti FeS_2 ja ZnS kohati rikkaliku kontsentratsiooni järgi Jaagarahul, võis olla üsna tähtis.

Kõige sagedamini esinevaiks kaasmineraalideks Jaagarahul on püriit ja markasiit. Püriidi heksaeedrid, kombinatsioonis oktaeedri ja püriitoeedriga, katavad sageli õhukese kirmena üksikute kasvufaaside kristalle, eraldades seega hästi tuumkristalli mähisest.

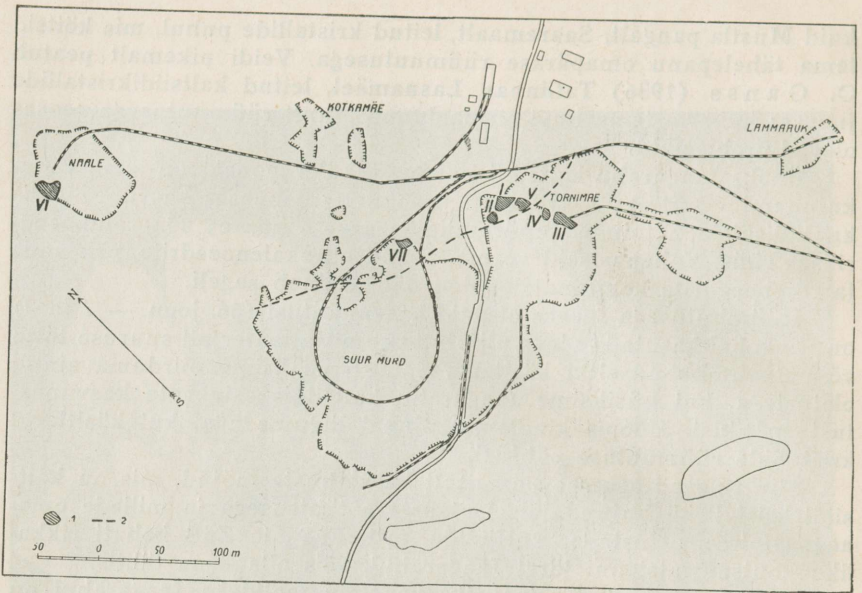
Huvitav on meil muidu harva leiduva, külmematest lahustest kristalliseeruva FeS_2 ebastabiilse modifikatsiooni, markasiidi, rikkalik esinemine. Peamiselt kaksikutena 100 järgi või 001 järgi lamendunud ning kirvekujuga omandanud kristallidena katab ta sageli püriiti, kuuludes seega ilmsesti hilisemasse kasvujärku.

Niisama tähelepanuväärne on üksikuks piiratud esinemistes, kuid siis kaunis rikkalikult esinev, isomorfselt lisandunud FeS tõttu musta värvuse omandanud sfaleriit (66. joon. — 4). Tavaliselt jämedateristes agregaatides, mis suurendusel osutuvad mõlema tetraeedri kombinatsioonist või nende kombinatsioonist koos rombdodekaeedriga piiratud kristallidest kokkukasvanuks, on ta üksikuile kaltsiidi leiukohtadele iseloomulik (68. joon., leiukoht III).

Mõnel üksikul juhtumil esineb ka barüüti hästi väljakujunenud kristallides ja ühel korral on leitud ka asfaltiiti.

Orientatsiooni Jaagarahu väga mitmekesisel kaltsiidimaterjalil soodustab suuresti tema jagunemine iseloomulikeks kristallitüüpideks, mis üksikute leiukohtadega seotud on ja milles esinevad kris-

67. joon. Kaksikkristalle Jaagarahult. Näitel 1, 2 ja 4 on kaksikpinnaks lameda negatiivse romboeedri (0112) pind, näitel 3 teravama romboeedri (0221) pind. Sama skalenoeedrilise kristallrüü juures näitab näide 2 võrreldes 1-ga tugevamat kasvumoonutust (vt. tekst). 3 — Kaksik bipüramiidilise rüüga. 4 — Valitsevate skalenoeedri pindade kõrval on juba ka põhiromboeeder (1011) hästi arenenud. 3 — suurendatud umb. 2×, teised ligik. loomulikus suurusel. Autori fotod 1939.



68. joon. Jaagarahu lubjakivimurdude kaart (kirde suunas asub Kihelkonnast Harilaiule kulgev tee, kuna Jaagarahu sadam asub lõuna suunas). 1 — viirutatud alad (I—VII) — kaltsiidikristallide leiuukohtade skeemiline asend. 2 — riff-faatsiese avamuse lõunapiir.

tallid sarnast kristallrüüd ja haabitust omavad. Neist allpool mõned iseloomukamad.

Tähelepanuväärseim kindlasti on „Suures murrus“ mitmes variandis esinev bipüramiidiline tüüp, alljärgnevalt toodud kolme kõige sagedama kombinatsiooniga:

1)	(8. 8. $\overline{16}$. 3)	2)	(8. 8. $\overline{16}$. 3)	3)	(8. 8. $\overline{16}$. 3)
	(1 0 $\overline{1}$ 1)		(0 0 0 1)		(1 0 $\overline{1}$ 1)
					(2 1 $\overline{3}$ 4)

Tavaliselt kõrvalist tähtsust omavate bipüramiidiliste pindade valitsevaiks kujunemine on üks tähelepanuväärset nähtusi Jaagarahu kaltsiidi puhul. Puht kvantitatiivselt on bipüramiidiline kristallitüüp Jaagarahul sagedaim! Hilisemas kasvujärgus katab teda aga sageli teises rüüs väljakujunenud mähis. 66. joon. — 1 kujutatud kristall näitab heksagoonilise bipüramiidi (8. 8. $\overline{16}$. 3) ja põhiromboeedri ($10\overline{11}$) kombinatsiooni. Teda ümbritsev mähis pole veel täiesti sulgunud ja näitab kahe romboeedri ($40\overline{41}$) ja ($10\overline{11}$) ning kahe skalenoeedri ($21\overline{31}$) ja ($21\overline{34}$) kombinatsiooni — Jaagarahul sagedasti esinev kristallitüüp (66. joon. — 4).

Teistest kristallitüüpidest nimetame ainult veel skalenoeedrilise rüüga kaksikuid ($01\overline{12}$) järgi (68. joon., leiukoht VI). Siia kuuluvad

suurimad ja korrapärasemalt väljakujunenud Jaagarahult leitud kristallid (67. joon. — 1 ja 2).

Jaagarahu kaltsiidikristallide süstemaatiline läbitöötamine selgitas esialgu 34 eri kombinatsiooni kuueteistkümmne neid moodustava vormiga.

Teatava vormi esinemissagedust eri kombinatsioonides on nimetatud tema „persistentsusarvuks“. Reastades Jaagarahu vorme nende esinemissageduse protsentuaalses järjekorras tabelisse, selgus ootamatu ja muidu ebatavaline järjekord. Allpool olgu toodud vaid kaheksa kõige persistentsema vormi tabel.

Pindade järjek. arv	Jaagarahul esinevad vormid	Persistent-susarv	Pindade järjek. arv	Jaagarahul esinevad vormid	Persistent-susarv
1	(10 $\bar{1}$ 1) põhiromboeeder	72,2 %	5	(10 $\bar{1}$ 0) esimese asendi prisma	30,6 %
2	(21 $\bar{3}$ 1) skalenoeeder	61,1 %	6	(0001) baasis	22,2 %
3	(01 $\bar{1}$ 2) lame neg. romboeeder	55,6 %	7	(8.8.16.3) bipüramiid	19,4 %
4	(40 $\bar{4}$ 1) teravam pos. romboeeder	44,4 %	8	(11 $\bar{2}$ 0) teise asendi prisma	19,4 %

Põhiromboeetri (10 $\bar{1}$ 1) kui kõige persistentsema vormi asetsemine tabeli eesotsas on tähelepanuväärne seetõttu, et ta teatavasti kristalliseerub vaid puhtaist Ca CO₃ lahuseist. Võttes mitte üksnes kombinatsioonide moodustamisest osa, muutub ta sageli ka valitsevaks (66. joon. — 3), mis nähtus on Jaagarahu kaltsiidi puhul omapärasemaid bipüramiidilise kristallrüü [vorm (8. 8. 16. 3) seitsmendal kohal!] sagedase esinemise kõrval.

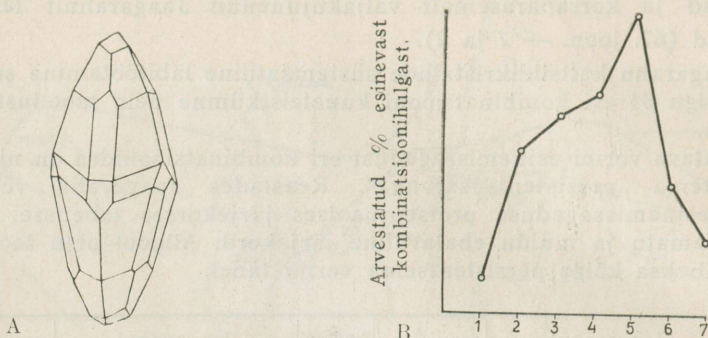
I ja II asendi prisma ning baasis, mis muidu on tavalisimad, asetsevad tabelis 5. 6. ja 8. kohal.

Materjali edaspidisel täienemisel muidugi võib Jaagarahu vormide sagedustabel teatavates piirides muutuda. Seda just vitsinaal-pindade tõttu raskesti määratavate teravate romboeedrite arvel, kuid vaevalt on arvata, et tabeli eesotsas asuvate tähtsamate vormide persistent-susarvud oluliselt muutuksid.

Tavalisema pildi Jaagarahu kaltsiidist saame, kui vaatame teda kombinatsioonide moodustamisest osavõtivate vormide arvu seisukohast, mis kõigub Jaagarahul ühe ja seitsme vahel (69. joon. — A ja 66. joon. — 5). Kõige sagedam on 26%-ga viiest vormist koosnev kombinatsioon.

Käesolev Jaagarahu kaltsiidi tähtsamate omaduste ja iseärasuste loend ei oleks täielik, kui jäetakse mainimata tema kalduvus sagedaks kaksikute moodustamiseks, kusjuures esinevad kõik neli kaltsiidil tuntud kaksikseadust.

Haruldased on kaksikud baasise ja põhiromboeetri (10 $\bar{1}$ 1) pinna järgi. Veidi sagedamini esineb kaksikuid romboeetri (0221)



69. joon. A — Kaltsiidi vormiderohke kombinatsioon Jaagarahult (21 $\bar{3}$ 1). (32 $\bar{5}$ 1) (11 $\bar{2}$ 0) (10 $\bar{1}$ 0) (40 $\bar{4}$ 1) (10 $\bar{1}$ 1) (01 $\bar{1}$ 2). B — Vormide arv kombinatsioonis.

pinna järgi (67. joon. — 3). Kaksikud lameda romboeedri (01 $\bar{1}$ 2) järgi on aga tavalised ja neid leidub nii skalenoeedrilises, romboeedrilises kui ka bipüramiidilises rüüs. Skalenoeedri ja romboeedri kombinatsioone on igas vahekorras olemas (67. joon. — 4).

Viimatinimetatud kaksikseaduse järgi kokkukasvanud kristallidel esineb iseloomulise ja seaduspärase kasvumoonutisena omapärane haabitus (67. joon. — 3), mille tekkimist põhjustas kiirendatud kasv mõlemale osakristallile ühtlase peegelpinna ning kaksikpinna läbilõikejoone järgi.

Kui mainida veel haruldaste, romboeedri (01 $\bar{1}$ 2) pinna järgi korrapäraselt väljakujunenud nelikute sagedat esinemist Jaagarahul, siis on käesolevaga kokkuvõtlikult ikkagi vaid mõningad, seda probleemiderikast parageneesi iseloomustavad näited toodud. Aastate jooksul kahjuks kaduma läinud määratud materjalist hoolimata õigustab võrdlemisi piiratud alal tehtud leidude esialgne läbitöötamine meil vaevalt korduvast esinemisest kõnelda, ning jääks soovida, et tulevikuski päevavalgusele tulev Jaagarahu kaltsiidimaterjal pidevalt tee meie ülikooli ning seega teaduslikule läbitöötamisele leiaks.

Lõpuks mainin Jaagarahu murdude tööjuhatajate hr. F i n d e r'i ja hr. K o p p'i suurt vastutulelikkust ja külalislahkust, mis minu kohapealset tööd oluliselt soodustas.

Oma parimat tänu võlgnen ka hr. prof. A. Ö p i k'ule, kes mitte üksnes mu tähelepanu käesoleva materjali teaduslikule väärtusele juhtis, vaid ka kõik võimalused tema läbitöötamiseks andis, ning hr. mag. K. O r v i k'ule käesoleva kirjutise läbivaatamise ning korduvalt antud tulusate näpunäidete eest.

Kirjandust. L u h a, A. 1930. Über Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen im Gebiete der Saaremaaschichten in Eesti. E. V. Tartu Ülik. Toimet. A 18, Tartu. S c h r e n k, A. G. 1854. Übersicht des obern Silurischen Schichtensystems Liv- u. Ehstlands. Archiv f. d. Naturk. Liv-, Ehst. u. Kurl., I. Ser. I. Dorpat. G a n s s, O. 1936. Trachtenwechsel bei einem Calcitvorkommen in Estland. Lotos 84. Prag.

Zusammenfassung.

Ein Calcitvorkommen von der Insel Saaremaa (Ösel), aus dem silurischen, der Pangamäe-Muhu Zone angehörenden und im Jaagarahu'schen Steinbruch aufgeschlossenen Kalkstein, wird beschrieben. Eine ungeschichtete und stark zerklüftete Riffazies hat die Ausbildung grosser und regelmässiger Kristalle begünstigt, während der Formenreichtum der Kristalle, ebenso der häufige Trachtenwechsel und damit verbunden die mannigfaltigsten Wachstumserscheinungen wohl durch die stark veränderliche chemische Zusammensetzung des Muttergesteins und durch die vielseitig entwickelte Paragenese bedingt sind. Am häufigsten mit Calcit vergesellschaftet kommen Zinkblende, Pyrit und Markasit vor.

Die vorläufige Bearbeitung des reichhaltigen Materials ermöglichte die Unterscheidung verschiedener Kristalltypen, von denen am bemerkenswertesten der bipyramidale Typ ist [Bipyramide (8. 8. 16. 3), meist kombiniert mit (1 0 1 1) oder (0 0 0 1)]. Es wurde festgestellt, dass die häufigste in Kombinationen auftretende Form das Grundrhomboeder (1 0 1 1) ist, das auch für sich herrschend vorkommt.

Die Zahl der an der Bildung der Kombinationen beteiligten Formen schwankt zwischen eins und sieben.

Zwillinge kommen nach allen vier am Calcit bekannten Gesetzen vor. Sehr häufig treten auch grosse und wohlausgebildete Vierlinge nach der Fläche des Rhomboeders (0 1 1 2) auf.

Abb. 64. Geschichtete und dolomitisierte Kalksteine an der Südfrent des Jaagarahu'schen Steinbruches.

Abb. 65. Typische ungeschichtete Kalksteine aus der Jaagarahu'schen Riffazies.

Abb. 66. Einige Wachstumserscheinungen und Kristalltypen.

1 — Über den herrschend als Bipyramide (8. 8. 16. 3) ausgebildeten Kernkristall kristallisierte in einer späteren Wachstumsperiode die Hülle mit der Kombination (4 0 4 1) (1 0 1 1) (2 1 3 4).

2 — Dieselben Kombinationen wie bei 1, doch kristallisierte das einer späteren Wachstumsperiode angehörende Rhomboeder auf der die Bipyramide begrenzenden Basis.

3 — Das aus reinen CaCO_3 -Lösungen kristallisierende Grundrhomboeder (1 0 1 1) ist die in Kombinationen am häufigsten vertretene Form in Jaagarahu.

4 — Der für eine spätere Wachstumsperiode typische, herrschend die Flächen des Rhomboeders (4 0 4 1) zeigende Kristalltyp.

5 — Häufig kombinationsbildend, kommt das Skalenoeder (2 1 3 1) auch selten für sich allein vor.

1, 3, 4, 5 — etwas verkleinert; 2 — 2,5 \times vergrössert.

Abb. 67. Zwillingskristalle aus Jaagarahu.

Bei 1, 2 und 4 ist Zwillingsfläche die Fläche des neg. Rhomboeders (0 1 1 2), bei 3 — Fläche des Rhomboeders (0 2 2 1). Bei einundderselben Flächenbeschaffenheit zeigt 2 eine stärkere Wachstumsverzerrung als 1.

3 — Zwilling der Bipyramide (8. 8. 16. 3).

4 — Zwilling des Skalenoeders (2 1 3 1), doch ist auch das Grundrhomboeder schon gut entwickelt.

1, 2 und 4 — etwas verkleinert; 3 — 2 \times vergrössert.

Abb. 68. Karte des Jaagarahu'schen Steinbruches. In N-O-Richtung liegt der aus Kihelkonna nach Harilaid führende Weg. Der Jaagarahu'sche Hafen liegt im Süden.

1 — Die gestrichelten Flächen I—VII markieren, schematisiert, die Fundstellen der Kalkspatkristalle.

2 — Die Südgrenze des Anstehenden der Riffazies.

Abb. 69. A — Eine formenreiche Kombination des Jaagarahu'schen Kalkspates.

B — Zahl der Formen in den Kombinationen.

KASVUNÄHTUSI EESTIST LEITUD KALTSIIDIKRISTALLIDEL JA NENDE ARVATAVAIST PÕHJUSIST.

ÜBER WACHSTUMSERSCHEINUNGEN BEI CALCITKRISTALLEN
AUS ESTLAND.

E. Böla u.

Kristallidel esinevad kasvunähtused, vihjates häiretele muidu pidevalt kulgenud kristallisatsioonikäigus, moodustavad üldise mineraloogia ühe huvitavamaid probleeme. Juba varakult ei kaheldud selles, et kristallrüüde suur mitmekesisus ja muutlikkus, nagu me seda näiteks kaltsiidil kohtame, tekivad kui kasvava kristalli reaktsioon tema teket mõjutavatele keemilistele ja füüsikalistele tingimustele, ja püüti selgusele jõuda vahekordadest, mis valitsevad geneesi, parageneesi ja kasvutingimuste vahel ühelt ja kristallrüü ja haabituse vahel teiselt poolt.

Probleem iseendast on oluliselt keerulisem, kui alul arvati, sest nagu sageli looduses, pole ka rüüprobleem ühestainsast vaatekohast lahendatav, vaid tuleb arvestada rida mõjureid, mis omavad kristallrüü kujundamisel suuremat või väiksemat tähtsust.

Viimasel ajal, kus katsuti siduda vaatluste tulemusi kristallidel struktuurteoreetiliste kaalutlustega, paisus neid küsimusi käsitlev kirjandus eriti ulatuslikuks. Ei rahulduta enam looduses leiduva materjali puhtstatistilise kirjeldusega, vaid püütakse pilku heita ka kristallrüüde ühe- või teisesuunalise arengu põhjustesse, püüdes selleks taastada kristallide kasvamisest valitsenud tingimusi ja võttes abiks ka laboratoorseid katseid.

Meil on seni vajaliku materjali puudumisel kristallrüü tekke ja muutustega seoses olevaid probleeme vähe puudutatud. Tõuke käesoleva artikli kirjutamiseks andis viimasel ajal Jaagarahul avastatud suurejooneline kaltsiidikristallide esinemine, mis paistab silma mitte üksi haruldaste vormide ja kristallide korrapärase ehituse poolest (vt. Eesti Loodus 1940, 2), vaid on ka tähelepanuväärne terve rea senitundmatute, rüümuutusega seoses olevate kasvunähtuste tõttu, millede põhjuste selgitamine üsna huvitavaid asjaolusid esile tõi.

Kaltsiidikristallide leiud iseendast ei kuulu meil haruldaste hulka. Peaaegu kõigist Eesti aluspõhja moodustavatest lubjasetetest on teada kaltsiidi esinemist, kas enam-vähem hästi väljakujunenud kristallipesades või fossiilide õõnsuste täitena. Kristallrüüna neil kohtame aga alati tavalisi ja lihtsaid pindade kombinatsioone, ja peale mõne erandi, mida kohe allpool käsitleme, ei paku nad ka kasvunähtuste alal nimetamisväärsust.

Juba möödunud sajandi keskpaiku kirjeldas A. Schrenk Saaremaalt, Mustla pangalt leitud kaltsiidikristallidel huvitavat rüümuutust: varasemal romboeedrilise rüüga tuumkristallil (0112) kristalliseerus skalenoeedrilise rüüga mähis.

Sellele lühikesele teatele lisandub uut kasvunähtuste alal alles O. Ganssi¹ tähelepanekute põhjal: Lasnamäelt ehinosferiitlubjakivist leitud kaltsiidikristallidel kirjeldab ta rüümuutust, kusjuures esimese kasvujärgu skalenoeeeder [arvatavasti (2131)] oli üle kasvanud trigoonse prismaga.

Allakirjutanule avanes võimalus Tallinnas majandusteadlase hr. V. Reimeri suure hoole ja huviga korraldatud erakogus kodu- ja välismaistest mineraalidest ka Lasnamäelt kogutud ja O. Ganssi poolt kirjeldatute sarnaseid rüümuutusi näitavaid eksemplare leida. Hr. Reimeri poolt lahkelt tutvumiseks antud materjali uurides selgus, et Lasnamäe lubjakivide diaklaasidest leitud kaltsiidikristallid on õige vormiderohked, ja et eespool-nimetatud rüümuutuse kõrval veel teisigi esineb. Igatahes vääriskid nad süstemaatilist kogumist ja kirjeldamist.

Eelpool-nimetatud leidudele on ühine, et kristallisatsioon mõlemas kasvuperioodis toimus täiesti erinevas rüüs, mida võis põhjustada vaid kristallisatsiooni tingimuste olulisem muutus.

Dr. K. Orviku poolt Väikse-Pakri saarelt B₃-kihtidest leitud kaltsiidikristalle asetseb skalenoeedrilise rüüga hästi läbipaistva mähiskristalli sisemuses rauaoksüüdikihiga kaetud tuumkristall (1. joon. —1), mis erineb mähisest vaid teda tipmiselt piirava põhiromboeedri tugevama arenguga. Seega võime oletada, et mähiskristalli

1. joon. Rüümuutusi kaltsiidikristalle; peamiselt (2—7) Jaagara hult (vt. tekst lk. 3—4). 1 — skalenoeeeder (2131) kombinatsioonimuutusega B₃ kihtidest. Loomulik suurus. 2 — tugeva markasiidikihiga kaetud tuumkristalli, skalenoeedrit (2131), katab läbipaistev mähis kombinatsiooniga (4041) (2131) (1011). 2,5 × suurendus. 3 — tuumkristalliks on bipüramiid (8. 8. 16. 3). Mähisena näeme ka 2-l esinenud kombinatsiooni, kuid paistab silma romboeedri (1011) tugevam areng ja lameda skalenoeedri (3145) esinemine. Loomulik suurus. 4 — hilisema kasvujärgu kristall asub orienteeritud asendis bipüramiidi piiraval baasil. Natuke suurendatud. 5 — tuumkristalliks on prisma (1010) (a). Teda katab esimese mähisena skalenoeeeder (2131) (b) ja teisena romboeedri (4041) ja ühe teravama skalenoeedri kombinatsioon (c). Natuke suurendatud. 6 — tuumkristalliks on (2131)-st teravam skalenoeeeder. Mähisel on tugevasti arenenud romboeedri (4041) pinnad. Natuke suurendatud. 7 — tuumkristallil esineb prisma (1010) ja romboeedri (0112) kombinatsioon. Mähiseks on prisma (1010), mida piirab tipmiselt (4041) (2131) ja teiste romboeedrite ning skalenoeedrite kombinatsioon. 2 × suurendatud.

¹ Ganss, O. 1936. Trachtenwechsel bei einem Calcitvorkommen in Estland. Lotos 84. Prag.



1



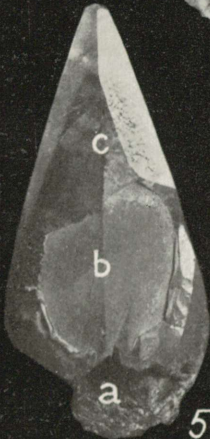
2



3



6



5



4



7



teke algas esimesel kasvuperioodil valitsenud sarnastes füüsikaliskemilistes tingimustes, ja toimus vaid väiksemaulatuslik kombinatsiooni muutus.

Jaagarahu kaltsiiti iseloomustavad rüümuutuste sagedus ja mitmekesidus seevõrra, et lihtsaid, üheainsa kasvuperioodi vältel tekkinud kristalle eranditeks võime nimetada. Jättes tähele panemata kõik need loendamatud juhud, kus kasvuseisakule järgnev mähise kristallisatsioon toimub oluliselt juba tuumal esinevas kombinatsioonis, mainime allpool ainult neid leide, millede kasvufaase iseloomustab erinevate vormide esinemine.

I

(1. joon. — 2)

Tuumkristall: skalenoeder (2131).

Mähiskristall: romboedrite (4041) ja (1011) ning skalenoedri (2131) kombinatsioon. Harva muutub neist mõni omaette valitsevaks. Võivad veel esineda negatiivsed romboedrid (0112) ja (0221) ning lamedaid skalenoedreid. Väga harva ka baasis.

Mähiskristall on enamasti hästi läbipaistev. Tuumkristalli katab tugev markasiidikiht. Püriiti esineb väga harva ning enamasti suletisena mähiskristalli välispindade lähedal.

II

(1. joon. — 3, 4.)

Tuumkristall: bipüramiid (8.8.16.3).

Mähiskristall: nagu näitel I.

a) Kui tuuma moodustavat bipüramiidi piirab tipmiselt põhiromboeder (1011), siis tekib mähiskristall sel teel, et tema mitmel pool bipüramiidil tekkinud pindade alged järk-järgulisel kasvul liituvad ja lõpuks pideva mähise moodustavad. Tuum, kui ka mähiskristall on hästi läbipaistev ja neid on mähise sulgumisel võimatu teineteisest eraldada (1. joon. — 3).

b) Bipüramiidi piirab baasis, millel toimub ka hilisema kasvujärgu romboedri kristallisatsioon orienteeritud asendis (1. joon. — 4). Bipüramiid ja romboeder asetsevad seega teineteise suhtes kaksikasendis baasise järgi, kuna a rühma tuum ja mähiskristallid paralleelseteks kokkukasvamisteks osutuvad.

Esimese kasvujärgu bipüramiidi katab peaaegu alati õhuke püriidikiirne.

III

(1. joon. — 5 ja 3. joon.)

Hästi eraldatavad on kolm kasvufaasi.

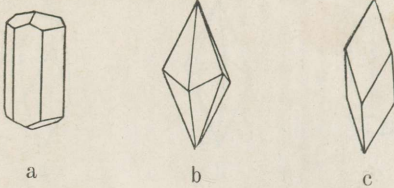
Tuumkristall: esimese asendi prisma (1010) (a).

Esimene mähiskristall: skalenoeder (2131) (b).

2. joon. Kasvunähtusi kaltsiidikristallel Jaagarahult. 1—4: mähiskristalli osaline teke põhjustab mitmesuguste kasvunähtuste esinemist; 1-sel on tuumkristalliks skalenoeder (2131), 2-sel ja 3-ndal bipüramiid (8.8.16.3), Kõik kolm natuke suurendatud, 4 — mähisena on eriti tugevasti arenenud põhiromboedri (1011) pinnad, mis osaliselt piiravad tuumana esinevat bipüramiidi. Umbes $3,5 \times$ suurendus. 5 — bipüramiid (8.8.16.3), üks esimesele kristallisatsioonijärgule iseloomulikke vorme, $2 \times$ suurendus. 6 — viimase kasvufaasi a nukese kristallvormina esinev kombinatsioon: (4041) (2131) (1011). Vrd. tema teket näitel 1—4 ja vt. 1. joon. 2—7. $1,5 \times$ suurendus.

Teine mähiskristall: sama kombinatsioon, kui näitel I ja II, kuid skalenoedri ($2\bar{1}31$) asemel esineb teravam skalenoeder (c).

Prisma ($10\bar{1}0$) tugevasti korrodeeritud ja kaetud kuni millimeetripaksuse roostekihiga. Skalenoeder ($2\bar{1}31$) tuhm ja kaetud markasiidiga.



3. joon. Kolme kristallisatsioonijärgu kestel tekkinud erisuguseid vorme näitel III (kujutatud on ainult valitsevad vormid, tähele panemata jättes esinevaid kombinatsioone. a — prisma ($10\bar{1}0$) piiratud romboedrist (0112); b — skalenoeder ($2\bar{1}31$); c — romboeder (4041); vrd. 1. joon. — 5.

IV

(1. joon. — 6)

Tuumkristall: teravam skalenoeder kui ($2\bar{1}31$).

Mähiskristall: nagu näitel I ja II.

Tuumkristall kaetud ühtlaselt jaotatud markasiidikristallidega. Mähis läbipaistev.

V

(1. joon. — 7)

Tuumkristall: esimese asendi prisma ($10\bar{1}0$) piiratud negatiivse romboedriga (0112).

Mähiskristall: prisma ($10\bar{1}0$), mis tipmiselt hulga vitsinaalpindadega läheb üle näidete I, II ja IV mähisel esinevaks kombinatsiooniks.

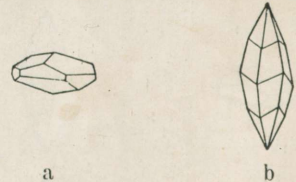
Tuumkristalli südamikus asetseb veel ühe kõige esimese kasvuperioodi bipüramiid või skalenoeder, mida aga on võimatu täpsemalt määrata.

VI

Tuumkristall: lameda negatiivse romboedri (0112) kombinatsioon prismadega ja skalenoedritega (4. joon. — a).

Mähiskristall: skalenoedrite ($2\bar{1}31$) ja ($32\bar{5}1$) kombinatsioon (4. joon. — b).

4. joon. VI näitena kirjeldatud rüümuutus Jaagarahult. Lame negatiivne romboeder (0112) kombineeritud prismaga ($10\bar{1}0$) — (a) on üle kasvanud skalenoedrite ($2\bar{1}31$) ja ($32\bar{5}1$) kombinatsiooniga (b).



VII

Tuumkristall: teravam romboeder või skalenoeder, mida pole võimalik täpsemalt määrata.

Mähiskristall: terav romboeder ($13.0.13.1$),

Tuumkristalli katavad üksikud markasiidikristallid. Mähise romboedri pinnad on ebakorrapäraselt kujunenud.

Neile seitsmele rüümuutusele lisandub Jaagarahu kaltsiidimaterjali edaspidisel täienemisel kindlasti veel uusi, sest käesolevast loendist on välja jäetud kõik need juhud, kus tuumkristall oli vaid ebamääraselt määratav. Olulisena neil mainimata jäänud rüümuutusel tuleks nimetada mähise eranditult kristalliseerumist ka eespool korduvalt esinenud kombinatsioonis: (4041) (2131) (1011).

Enne kui suure ettevaatlikkusega mõningaid oletusi eespoolkirjeldatud kasvunähtuste põhjuste kohta teeme, vaatleme lühidalt füüsikalisi ja keemilisi tingimusi, mis arvesse tulevad kristallrüü kujundamisel üldse.

Füüsikalistest tingimustest olulisemad on kristallisatsioonilahuste kontsentratsioon ja temperatuur. Kaltsiidi kristallisatsioon teatavasti toimub üleküllastatud vesilahustest. Üleküllastuse määr põhjustab aga hoopis erinevate rüüde ja haabituste tekkimist.

Mis puutub temperatuuri toimesse kristallrüü kujundamisel, siis on teda, orgaanilise seose tõttu kontsentratsiooni muutustega, raske iseseisvana käsitada. On siiski leitud, et kaltsiidil (2131) (1011)-ga vihjab keskmistele, osaliselt (1010)-ga madalatele ning (0221) üsna madalatele temperatuuridele.

Keemiliste toimete all tuleb mõista esmajoones kaaslahuste toimet. Kaaslahuste (H. V a t e r'i „Lösungsgenossen“) all mõistame kristalli väljakujunemist mõjustavaid, keemiliselt võõraid lisandeid, mis, olles kristallisatsioonilahustes adsorbeeritavad, ei tohi nende keemilist muutust esile kutsuda, mis segakristallide tekkimisele viiks. Kaltsiit kristalliseerub täitsa puhtaist CaCO_3 vesilahuseist madalates temperatuurides põhiromboeedrina (1011). Füüsikaliste tingimuste samaksjäämisel põhjustavad kõikide teiste vormide tekkimist kaaslahused. Valitseb aga veel täielik selgusetus nende üksik- kui ka koostoime tähtsuse üle ühelt ja kaltsiidi reaktsioonivormina tekkinud erisuguste rüüde mitmekesisuse üle teiselt poolt. Raskus peitub nimelt selles, et meil kaltsiidi väga aeglase kristallisatsiooni tõttu võimatu on looduses tehtud tähelepanekuid laboratoorsesse miljösse üle kanda ning neid seal kontrollida. Väheste õnnestunud katsete kõrval seisab siin esialgu veel lõpmatu rida täitsa negatiivseid tulemusi.

Looduses aga võimaldavad meile ka kõige täpsemad vaatlused ikka ainult kindlaks teha tõsiasja, et vastavas leiukohas esinev kristallrüüde erinevus peab olema põhjustatud kristallisatsioonitingimuste mitmekesisusest, ja et kristalli rüüvahetuses avalduvad muutused kristallisatsioonilahuseid mõjustavates füüsikalises-keemilistes tingimustes. Mil määral ja missuguses sihis nad toimisid, selle üle võime, arvestades parageneesi ja kristallis leiduvaid suletisi, appivõttes keemilisi analüüse ja otsides analoogiat teiste mineraalide juures tehtud tähelepanekutega, teatavaid oletusi teha, mis isegi suurt tõenäosust võivad omada; kuid ei tohi unustada, et me seejuures ka

õigel teel olles ikkagi ainult üksikuid põhjusi esile tõstame, vastandina looduses valitsenud mõjurite kompleksile.

Nii mainib O. G a n s s tema poolt Lasnamäelt leitud kaltsiid-kristallidel avastatud rüümuutuse põhjusena kaaslahuste mõjusid, millede omaaegsele toimele vihjavad püriidi ja tagasihoidlikud galeniidi leiud. Kuid selge on, et kaasmineraalide tähtsus rüümääravana võib küsimusse tulla üksnes nende samaaegse tekke korral vastava mineraaliga. Seda võib väita antud juhul ainult suletisena esineva püriidi kohta, kuna galeniidi suhtes on see väga küsitav. Lasnamäe diaklaasides leidub aga koos kaltsiidiga veel rikkalikult barüüti, mille kristallisatsioon nähtavasti varemini kui kaltsiidi oma, kuid osaliselt ka sellega koos toimus, ning hilisemas kasvujärgus kristalliseerunud sfaleriiti. Ka vihjab püriidi kõrval esineva markasiidi olemasolu temperatuurimuutustega kaasaskäinud kristallisatsiooni-lahuste külastuse muutlikkusele.

Jaagarahu kaltsiidil esinevate rüümuutuste pealiskaudselgi vaatlusel hakkab kohe silma huvitav korrapärasus viimase kasvufaasi kristallrüü väljakujunemisel. Esinev lihtne kombinatsioon koosneb peamiselt kahe romboeedri (4041) ja (1011) ning skalenoeedri (2131) pindadest, millele lisanduvad sageli veel negatiivsed romboeedrid (0112) ja (0221) (1. joon., 2—7), Esimese kolme vormi omavahelises arengus on kõik üleminekul olemas. Ka võib mähise osaline väljakujunemine omapäraste kasvunähtuste tekkimist põhjustada (2. joon., 1—4). Tema täielikul puudumisel leiame aga varasemaid kasvufaase iseloomustavaid keerulisi ja mitmekesiseid vorme, nagu bipüramiide, prismsid, skalenoeedrite kombinatsioone ja negatiivsete laminate romboeedrite kombinatsioone ning kaksikuid. Kunagi ei esine varasemas kasvujärgus romboeedri (4041) pindu valitsevatena. Nende tähelepanekute põhjal võime järeldada järgmist.

Jaagarahu kaltsiidi kristallisatsioon on toimunud vähemalt kahe suuremas ja hästieraldatavas järgus, kusjuures vastandina alguses valitsenud muutlikele kristallisatsiooni tingimustele, mis põhjustasid kõige mitmekesisemate rüüde ja haabituste tekkimist, pidid teises kasvujärgus maksvusele pääsema tingimused, mis võimaldasid vaid ühtlase ja üldise kristallrüü tekkimise. Esimese kasvujärgu kristallvormidena võiks nimetada bipüramiidi (8.8.16.3) (2. joon., — 5) ja negatiivset romboeedrit (0112) (ei esine kunagi mähisena!). Viimase kasvujärgu ainsaks kristallvormiks on romboeedrite (4041) ja (1011) ning skalenoeedri (2131) kombinatsioon (2. joon. — 6) (ei esine kunagi tuumana!).

Esimest kasvujärku iseloomustavat kristallvormide mitmekesisust on hõlpus kaaslahustest tingituna seletada, arvestades Jaagarahu lubjakivide keemilise koosseisu suurt muutlikkust ning pärageneesi.

Analüüsi №	Kivimi kirjeldus	CaO	MgO	CO ₂	Muud
1	Urbne, valkjashall lubjak.	45,94 %	3,76 %	41,48 %	8,82 %
2	Kollakas-hall lubjakivi .	47,37 %	4,70 %	43,10 %	4,83 %
3	" "	48,35 %	5,65 %	41,92 %	4,08 %
4	Hall tihe lubjakivi rohe- kate vahekihtidega . .	41,76 %	7,72 %	44,40 %	6,12 %
5	Tihe, pruunikas-hall dolo- miitjas lubjakivi . . .	33,16 %	18,40 %	44,84 %	3,60 %

Heites pilgu siinkohal esitatud tabelile, milles leiame viie keemilise analüüsi tulemusi Jaagarahu lubjakividest ainult MgO ja CaO sisaldavuse seisukohalt, selgub, kuivõrra suured erinevused valitsevad ainuüksi Jaagarahu lubjakivide dolomitisatsioonistmes. Võime järeldada nende erinevast lahustusvõimest kaltsiidi kristallisatsioonilahuste kontsentratsioonide muutlikkust, ning selle suurt mõju kristallrüüle ja haabitusele, kõrvale jättes veelgi olulisemad keemilised mõjustused.

Piirdudes selle ühe näitega, mainime veel, et kaasmineraalidest vihjavad esimeses kasvujärgus barüüdi ja püriidi olemasolu sulfaatlahuste tähtsale toimele.

Suuremate raskuste ees seisame, kui küsime viimase kasvufaasi kristallivormi tekkimise põhjusi. Silmapaistvaid asjaolusid on siin kõigepealt ainsa ja ühtlase kombinatsiooni esinemine. Kui me Jaagarahul üksteisest mitmesajameetriliste vahemaadega eraldatud leiukohtadest täiesti erinevatel tuumkristallidel ikka ühe ja sama mähise leiame, siis on meil võimatu tema tekkimist ainult keemiliste mõjustuste abil seletada. Seda rohkem, et põhiromboedri tugev areng, mida me alati kohtame, kaaslahuste mõjutustest vabadele, puhtaile CaCO₃ lahustele vihjab.

Oleks muidugi huvipakkuv nende põhjuste kohta selgusele jõuda, mis tingisid viimase kasvujärgu alguses varasemate kasvufaaside muutlikuilmeliste kristallisatsioonilahuste üldise asendamise uute ning ühtlastega, kuid siin tohime vaid suurima ettevaatusega oletusi teha. Kindel on, et viimase kasvufaasi mähiskristallile on iseloomulikud need pinnad ja kombinatsioonid, mis kristalliseeruvad üksnes külmadest lahustest (vt. ülalpool). Iseloomulik on üsna külmadest lahustest kristalliseeruva negatiivse romboedri (0221) pindade sagedane esinemine.

Teiseks on tähelepanuväärne püriidi peaaegu eranditu puudumine viimase kasvufaasi alguses ja külmematest ning vähemküllastatud lahustest kristalliseeruva markasiidi esinemine, mis nähtus, heas kooskõlas kaltsiidi kristallivormiga, üldiselt valitsenud madalamatele temperatuuridele vihjab.

Eespoolöeldut kokku võttes võiksime kujutella Jaagarahu kaltsiidi kristallisatsiooni tingimustes, kus alguses valitsenud erinevatele füüsikalise-keemilistele tingimustele järgnes üldine kristallisatsiooni-

seisak temperatuuri alanemise tõttu. Olude paranemisel, s. o. temperatuuri aeglasel tõusmisel võis alata uuesti kristallisatsioonilahuste teke, kuid vähemdolomitiseerunud lubjakivide kergema lahustuvuse tõttu süsihapperikkas vees pidid need alguses olema ainult väga puh-
 tad CaCO_3 lahused. Ühtlasi toimus markasiidi kristallisatsioon, ning kaltsiit kujunes välja rüüs, mis vihjab kaaslahuste toime olulisema puudumise kõrval ka külmadele lahustele.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Es werden Wachstumserscheinungen bei Calcitkristallen aus ordovicischen und silurischen Kalksteinen Estlands beschrieben. Hauptaufgabe des Artikels ist die Beschreibung einer Anzahl von Übrindungsstrachten aus den mittel-silurischen Kalksteinen (J_2) der Insel Saaremaa (Ösel). Gute Durchsichtigkeit der Hülle, sowie eine häufig nur teilweise erfolgte Ausbildung derselben lassen die Schichtung deutlich hervortreten und ermöglichen die zahlenmäßige Festlegung der Trachten von Kernkristall und Hülle.

Die Ausbildung der Kristalle ist in 2 bis 3 Wachstumsperioden erfolgt. Auffallend ist, dass nachdem die Kristallisation in den verschiedensten Trachten begann, die dem Kern aufsitzende Hülle fast ausnahmslos ein und dieselbe Kristallform zeigt. Formen der ersten Wachstumsperiode sind u. a. die Bipyramide (8.8.16.3), das Rhomboeder (0112), das Prisma (1010) und verschiedene Skalenoeder und Rhomboeder. Dagegen ist die Kristallform der letzten Wachstumsperiode stets eine einfache, von (4041) (1011) und (2131) gebildete Kombination. Untergeordnet treten häufig noch (0221) und (0112) auf.

Der Formenreichtum der Kristalle in der ersten Bildungsperiode ist wegen der veränderlichen chemischen Zusammensetzung des Muttergesteins und wegen der gleichzeitig verlaufenen Kristallisation von Baryt und Pyrit als von Lösungsgenossen bedingt anzusehen. Schwieriger gestaltet sich die Frage nach den Ursachen einer allgemein vorhandenen und gleichförmigen Tracht der späteren Bildungsperiode. Da die zwischen den beiden Kristallisationsperioden des Kalkspates verlaufene Markasitbildung auf das Vorhandensein von kälteren und weniger gesättigten Lösungen hinweist, die Kristallform des Kalkspates ebenfalls auf kältere doch reine CaCO_3 -Lösungen schliessen lässt, so wird angenommen, dass nach der Entstehung von formverschiedenen Kristallen in der ersten Bildungsperiode ein Wachstumsstillstand durch Abkühlung der Kristallisationslösungen einsetzte. Bei Wiederbeginn der Kristallbildung waren es zunächst die weniger dolomitisierten, reinen CaCO_3 -Gesteine, die der allgemeinen Auflösung unterlagen und das Material für die nun zur Bildung gelangende, einheitliche Kristallform lieferten.

Abb. 1. Trachtenwechsel bei Kalkspatkristallen. Hauptsächlich aus Jaagarahu (2—7).

1 — Kombinationswechsel bei einem Skalenoeder (2131) aus den B_3 -Schichten. Nat. Gr.

2 — Eine durchsichtige Hülle mit der Kombination (4041) (2131) (1011) umgibt das Skalenoeder (2131), das mit einer starken Markasitschicht bedeckt ist. $2,5\times$ vergr.

3 — Kernkristall ist die Bipyramide (8.8.16.3), Die Hülle wird von derselben Kombination gebildet wie bei 2 —, doch ist das Rhomboeder (1011) stärker entwickelt. Hinzugekommen ist ferner das Skalenoeder (3145). Nat. Gr.

4 — Die die Bipyramide begrenzende Basis diene als Ansatzstelle für den in einer späteren Wachstumsperiode gebildeten Teilkristall. Etwas vergr.

5 — Kernkristall ist das Prisma $(10\bar{1}0)$ (a). Erste Hülle ist das Skalenoeder $(2\bar{1}31)$ (b) und zweite Hülle das Rhomboeder $(40\bar{4}1)$ kombiniert mit einem Skalenoeder. Etwas vergr.

6 — Kernkristall ist ein spitzeres Skalenoeder als $(2\bar{1}\bar{3}1)$. Bei der Hülle ist $(40\bar{4}1)$ trachtbeherrschend. Etwas vergr.

7 — Den Kernkristall bildet das vom Rhomboeder $(01\bar{1}2)$ begrenzte Prisma $(10\bar{1}0)$. Hülle ist ebenfalls das Prisma erster Stellung, das aber jetzt von $(40\bar{4}1)$ $(2\bar{1}31)$ und anderen Rhomboedern und Skalenoedern begrenzt wird. $2\times$ vergr.

Abb. 2. Wachstumserscheinungen bei Kalkspatkristallen aus Jaagarahu. 1—4 Durch die nur teilweise erfolgte Ausbildung der Hülle entstehen mannigfaltige Wachstumserscheinungen. Bei 1 ist Kernkristall das Skalenoeder $(2\bar{1}\bar{3}1)$, bei 2 und 3 die Bipyramide $(8.8.16.3)$, Alle etwas vergr.

4 — Von der Hülle sind hauptsächlich die Flächen des Grundrhomboeders $(10\bar{1}1)$ entwickelt. $3,5\times$ vergr.

5 — Bipyramide $(8.8.16.3)$ — eine Kristallform der früheren Kristallisationsperiode. $2\times$ vergr.

6 — Die einzige Kristallform der letzten Kristallisationsperiode: $(40\bar{4}1)$ $(2\bar{1}31)$ $(10\bar{1}1)$. Vergl. 1—4 und Abb. 1. 2—7. $1,5\times$ vergr.

Äratrükk „Eesti Loodusest“ nr. 4, 1940.

Natsionaliseeritud K. Mattieseni trükikoda o./ü., Tartu 1940.

- № 22. A. Luha, Über Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen im Gebiete der Saaremaa-(Ösel-)Schichten in Eesti. (Unterösel und Eurypterusschichten). — Jaanuar 1930.
- № 23. A. Heintz, Eine neue Rekonstruktion von *Heterostius* Asm. — K. Orviku, Die Glazialschollen von Kunda-Lammasmägi und Narva-Kalmistu (Eesti). — K. Orviku, Der Asaphiden-Kalkstein (Ordovizium) im Bohrloch von Lagedi (Eesti). — Juuli 1930.
- № 24. A. Öpik, Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-C₃)-Stufe in Eesti IV — November 1930.
- № 25. A. Öpik, Über einige Karbonatgesteine im Glazialgeschiebe NW-Estlands — Mai 1931.
- № 26. Th. Heinrichson, Über *Porambonites wahl* n. sp., aus der ordovizischen Jõhvi-Stufe D₁ Estlands. — Sept. 1932.
- № 27. Johan Kiær t, Edited by A. Heintz. New Coelolepids from the Upper Silurian on Oesel (Esthonia). — Sept. 1932.
- № 28. A. Öpik, Über die Plectellinen. — Nov. 1932.
- № 29. A. Öpik, Über Scolithus aus Estland. — Jaan. 1933.
- № 30*. J. A. Reinvaldt, Kaali järv — the Meteorite Craters on the Island of Ösel (Estonia). — Jaan. 1933.
- № 31. A. Öpik, Über Plectamboniten. — Mai 1933.
- № 32. A. Öpik, Über einige Dalmanellacea aus Estland. — Mai 1933.
- № 33. A. Öpik und N. Thamm, Über ein anstehendes Eruptivgestein aus Estland. — Detsember 1933.
- № 34. N. Thamm, Über eine Gneisbrekzie im Glazialgeschiebe der Insel Osmusaar (Odensholm). — Detsember 1933.
- № 35. N. Thamm, Der Vorgang des muscheligen Bruchs. — Detsember 1933.
- № 36. A. Öpik und P. W. Thomson, Über Konzeptakeln von *Solenopora*. — Detsember 1933.
- № 37. L. Störmer, A New Eurypterid from the Saaremaa-(Oesel-) beds in Estonia. — Jaanuar 1934.
- № 38. A. Heintz, Revision of the Estonian Arthrodira. Part I. Family *Homostiidae* Jaekel. — Veebr. 1934.
- № 39. A. Öpik, Über Klitamboniten. — Juuni 1934.
- № 40. A. Öpik, Ristnacrinus, a New Ordovician Crinoid from Estonia. — Juuli 1934.
- № 41. A. Öpik, *Amphipora ramosa* (Phill.) in the Marine Devonian of Estonia. — Aprill 1935.
- № 42. Th. Heinrichson, Über *Endoceras glauconiticum* n. sp. aus dem Glaukonitkalk BII Estlands. — Aprill 1935.
- № 43. A. Öpik, *Hoplocrinus* — eine stiellose Seelilie aus dem Ordovizium Estlands. — Juuli 1935.
- № 44. A. Öpik, Ostracoda from the Lower Ordovician *Megalaspis*-limestone of Estonia and Russia. — Juuli 1935.
- № 45. A. Öpik, Ostracoda from the Old Red Sandstone of Tartu, Estonia. — Juuli 1935.
- № 46. K. Orviku, Quartärgeologische Karte der Halbinsel Sörve (Saaremaa, Estland). — August 1935.
- № 47. K. Orviku, Viljandimaa aluspõhi ja pinnakate. — Geologische Übersicht des Bezirks Viljandimaa. — Oktoober 1935.
- № 48. H. Barkla, The Drumlins of Türi (Estonia). — November 1935.
- № 49. P. Siegfried, Über das Pandersche Organ bei den Asaphiden des Ostbaltischen Ordoviciums. — Juuli 1936.
- № 50. A. Öpik, Ostracoda from the Ordovician Uhaku and Kukruse Formations of Estonia. — Märts 1937.

- № 51. A. Öpik ja A. Laasi, Läänemaa geoloogia — Geologie von Läänemaa — August 1938.
- № 52. A. Öpik, Trilobiten aus Estland. — Juuli 1937.
- № 53. A. Öpik, Ühest rändkivist Läänemaalt — An Erratic Block in the District of Läänemaa. — K. Orviku, Lubjanukud Raadi vanast kruusaaugust — Finds of Limedolls in the Fluvio-glacial Sands of the Raadi Gravel-Pit. — A. Öpik, Porkuni—Tamsalu ümbruse geoloogiast — The Geology of the Environment of Porkuni—Tamsalu. — A. Laasi, Põhja-Pärnumaa otsmoreenist — The Terminal Moraine of Northern Pärnumaa. — A. Öpik, Settesoontest Aluvere murrus — The Sedimentary Dykes in the Aluvere Quarry. — Ev. Mels, Esku rannamoodustused — Shore Formations at Esku. — P. W. Thomson, Narva diatomiit — The Diatomite Deposit of Narva. — B. Stein, Vohilauu geoloogiast — On the Geology of Vohilaid. — Oktoober 1938.
- № 54. P. Siegfried, Zur Kenntnis estländischer Trilobiten. Mit einem Zusatz: A. Öpik, Über Antennula-Zapfen und das Hypostom. — Dets. 1938.
- № 55. I. A. Reinvald, The Kaalijärv Meteor Craters (Estonia) Supplementary Research of 1937; Discovery of Meteoric Iron. — Aug. 1939.
- № 56. P. W. Thomson, Beitrag zur Kenntnis der fossilen Flora des Mitteldevons in Estland. — Jaanuar 1940.
- № 57. A. Öpik, Paläontologie, Arktisforschung und Kontinentalverschiebung. — Mai 1940.
- № 58. K. Orviku, Lithologie der Tallinna-Serie (Ordovizium, Estland) I. — Mai 1940.
- № 59. K. Orviku, Uhaku karstiaala looduskaitse alana — The Uhaku Subterranean River as the Area of the Nature Protection. — Juuni 1940.
- № 60. W. Gross, Acanthodier und Placodermen aus *Heterostius*-Schichten Estlands und Lettlands. — September 1940.
- № 61. E. Börlau, Kaltsiidikristalle Jaagarahu riffilubjakividest — Calcitkristalle aus dem Riffkalkstein von Jaagarahu. — E. Börlau, Kasvunähtusi Eestist leitud kaltsiidikristallidel ja nende arvatavaist põhjusist — Über Wachstumserscheinungen bei Calcitkristallen aus Estland. — Sept. 1940.

* out of print.

Est
A-3551
61
i 31978