

NORSKE MINERALER AV BEIDELLIT-GRUPPEN

AV

TOM. F. W. BARTH

5 tekstfigurer.

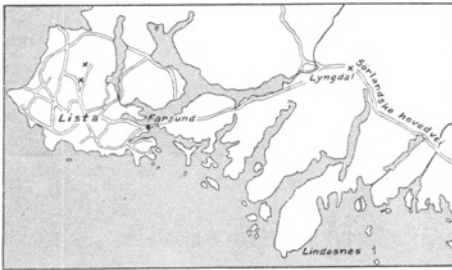


Fig. 1. Finnsteder for forvittringsleir. (×)

Beidellit er et av de mange leir-mineraler som dannes ved kjemisk forvitring av ymse bergarter. Den almindelige norske leir er som kjent av glacial oprinnelse og inneholder neppe noen nydannete leirmineraler, men består i alt vesentlig av finknust bergart (kvarts, feltsat, glimmer, etc.).¹ Som først påvist av Reusch² har det imidlertid dannet seg en del kaolin på sprekker i anorthosit på Sørlandet, men kaolin (senere også iaktatt på Vestlandet) har stått som det eneste ekte silikatiske leirmineral kjent fra norsk forekomst. Det tør derfor være av interesse at også beidellit nå er funnet i Norge.

1. Forekomst.

De to best undersøkte forekomster er dannet ved forvitring av kvarts-monzonitiske bergarter på Sørlandet (se fig. 1): (1) I Oftedalsbakken på den Sørlandske hovedvei 2 km E for Lyngdal kirke. (2) Ved Egelandsbrokka på bygdeveien 1 km S for Ullgjellvatn på Lista. Forekomstmåten er ganske karakteristisk: Den faste bergart

¹ O. N. Rove: Norske lerer, IV, Statens råstoffkomité, publ. nr. 23.

² H. Reusch: En forekomst av kaolin og ildfast ler ved Dyldland nær Flekkefjord. Norges geol. unders. årb. 1900, s. 99—103.



Fig. 2. Forvitret bergart ved Ullgjell. På dette sted har den vært tatt ut med hakke og spade og brukt som veigrus. På toppen ligger almindelig morene.

er „råtnet“ \circ : den er lokalt blitt løs og leiraktig slik at den kan tas ut med spade. Utseendet er ganske eiendommelig, idet produktet ved første blick synes å bestå av fast fjell. Det har fjellets farge og struktur; årer og lag optrer akkurat som en ser dem i en fast fjellvegg, og når en kommer nærmere, kan sogar de enkelte mineral-korn, som bygger op fjellet, skjelnes. Men går en helt hen, viser det seg at en med spade kan skave skiver ut av „fjellet“.

Jeg har sett liknende leirforekomster i de østlige atlantehavsstater, Virginia og North Carolina i U. S. A. De opfattes av alle amerikanske geologer som interglacialt forvittringsleir. Jeg har også hatt høve til å vise fram forekomsten i Lyngdal til professor Waters fra Stanford University, California. Uten betenkning betegnet han den som et uttransportert forvittringsprodukt og tilføyet at helt analoge leirer finnes i veststatene i U. S. A.

Nå er imidlertid langt fra hele bergarten i Lyngdal gått over til leir. Det aller meste er ennå uforandret, derfor ser det også på avstand ut som fast fjell. Men hele fjellet er gjennomvevet av utallige, mikroskopisk fine sprekker som er fyllt med den leiraktige substansen (se fig. 3). Denne substansen består vesentlig av et beidellit-liknende mineral.

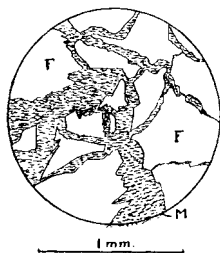


Fig. 3. Mikrobilde av forvitret bergart fra Lyngdal.

F = uforandret feltspat,
M = zoner av beidellit.

2. Kjemiske undersøkelser.

Tabell 1 inneholder analyser av helt frisk bergart og av den forvitrete bergart. Den friske bergart er typisk for dette område: Helt upresset, temmelig grovkornet kvarts-monzonit bestående av kvarts, mikroklinperthit, oligoklas (23 An), pyroxen, magnetit.

Analysene viser at forvittringsprosessen har forårsaket utluting av jern og kalk,¹ anriking av aluminium. Ellers er de andre konstituentene temmelig uforandret. Dette tyder på at kvarts og mikroperthit var stabile, mens oligoklasens anorthitkomponent var ustabil under forvittringsprosessen. Samtidig har beidellit utkrystallisert på sprekke.

For å undersøke leirs substansen nøyere ble den forvitrete bergart slemmet på almindelig måte i en Atterbergs slemmecylinder. Fraksjonen mellom 0,002 og 0,001 viste seg under mikroskopet å bestå av litt kvarts, mikroklin, plagioklas og jernoxyder, men mest av tynne

Tabell 1.

(1) Frisk og (2) forvitret bergart fra Ullgjell, Lista.
(Analytiker: (1) Barth, (2) Bruun.)

	1	2
SiO ₂	66,03	66,16
TiO ₂	1,15	0,23
Al ₂ O ₃	13,90	17,28
Fe ₂ O ₃	2,19	1,18
FeO	4,51	1,38
MgO	0,76	0,87
CaO	3,06	0,41
Na ₂ O	3,70	3,13
K ₂ O	4,49	5,00
H ₂ O	0,24	4,56
P ₂ O ₅	0,25	-
Sum...	100,28	100,20

¹ Liknende resultat fås ved kunstig utluting av granitt med destillert vatn, se E. H. Davison: The Leaching of Granite and some other Rocks. Min. Mag. 1938.

glimmerliknende, fargløse flak av et leirmineral med lysbrytnings-index omkring 1.54. Tabell 2 viser analyser fra denne fraksjon samt de beregnete mineral-sammensetninger.

Tabell 2.

Analyser av kornstørrelses-fraksjonen 0,002—0,001 mm
utslemmet fra forvitret bergart fra (1) Lyngdal og (2) Lista.
(Analytiker: Bruun.)

	1	2
SiO ₂	43,56	42,33
TiO ₂	0,17	0,88
Al ₂ O ₃	24,04	21,68
Fe ₂ O ₃	12,27	15,69
FeO	1,20	0,44
MgO	1,60	0,82
CaO	spor	spor
Na ₂ O	0,68	0,58
K ₂ O	1,51	1,31
H ₂ O	15,07	16,27 ¹
Sum...	100,10	100,00
Kvarts	9,0	11,0
Orthoklas	8,9	7,8
Albit	5,8	4,3
2 Fe ₂ O ₃ · 3 H ₂ O	14,1	18,3
Al ₂ O ₃ · 2 SiO ₂ · nH ₂ O	59,5 ²	55,6 ³
FeO, MgO etc.	3,0	2,1
Sum...	100,3	99,1

¹ Differens. — ² Nøyagtig formel: Al₂O₃ · 2 SiO₂ · 3,5 H₂O —

³ Nøyagtig formel: Al₂O₃ · 2 SiO₂ · 4 H₂O.

3. Fysiske egenskaper.

De kjemiske undersøkelser er ikke tilstrekkelige til å identifisere mineralet, for ikke mindre enn fire forskjellige leirmineraler synes å ha formelen: Al₂O₃ · 2 SiO₂ · 4 H₂O, nemlig: kaolinit, dickit, nakrit og metahalloysit.

Leirmineralet fra Sørlandet viser imidlertid en eiendommelig svelling i forbindelse med sorpsjon av vann. Denne egenskap er ikke karakteristisk for noen av de fire nevnte mineraler, men synes utelukkende å være bundet til mineraler av montmorillonit-gruppen.

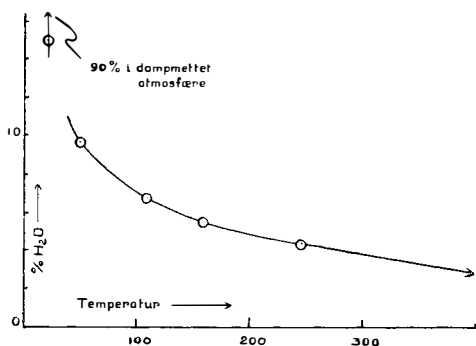


Fig. 4. Hydreringskurve for beidellit-holdig leir fra Lyngdal.

kurve (fig. 4) er reversibel: ved avkjøling optar prøven nemlig atter vann fra luften og kommer nøyaktig tilbake til de gamle verdier. Denne egenskap har bare vært påvist hos mineraler av montmorillonit-gruppen hvortil hører montmorillonit, beidellit og nontronit.

Lysbrytningen hos disse leir-mineraler er meget vanskelig å bestemme, både fordi mineralene er så små og fordi mineralene sorptivt kan opta immersjonsveskens molekyler, hvorved lysbrytningen endres. De beste verdier gjengis:

	α	β, γ	2 V
Lyngdal:	—	1,54	liten, negativ.
Lista:	1,51	1,535	ca. 0°, negativ.

Tabell 3.

Hydreringskurve for leirstoffet fra Lyngdal
(kornstørrelsesfraksjon 0,002—0,001 mm).

Tilstand	Inneholder % H ₂ O
I dampmettet atmosfære, 20°	90,5
Lufttørret i lab. 20°	15,07
50° C	9,72
110° C	6,82
175° C	5,56
245° C	4,60
Glødet	0,0

¹ Prøven blev satt i en excicator med vann.

4. Diskusjon.

Etter Nagelschmidt kan det kjemiske innhold av montmorillonit-gruppens mineraler fremstilles ved følgende trekantdiagram (fig. 5). De der benyttede formler skulde gjelde for vannfri substans. Men i virkeligheten har det ikke vært mulig å angi en sikker kjemisk formel for alle disse mineraler. For monmorillonit angis av flere franske og amerikanske forfattere forholdet $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 5 : 1$, mens tyske og engelske forfattere som regel setter $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4 : 1$. For beidellit angir de fleste forfattere $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 3 : 1$. Nagelschmidts¹ formel er da også bare å betrakte som en „ideal“-formel, idet han uttrykkelig gjør oppmerksom på at Si i 4-koordinasjon delvis erstattes av Al. Derfor vil $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 < 4 : 1$ (dessuten er endel Al her erstattet med Fe). For nontronit hersker ennu større usikkerhet idet etter de foreliggende analyser forholdet $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ varierer fra 4,72 til 1,64.

I et sammenfattende arbeid har v. Engelhardt² bl. a. opført en hel del analyser av forskjellige leir-mineraler og etter hans tabeller er det utvilsomt at forholdet $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ avtar fra montmorillonit (med maximum ca. 7 : 1) gjennom beidellit til nontronit (med minimum ca. 1,6 : 1). Lysbrytningsindices er for montmorillonit og beidellit: $\beta \sim \gamma = \text{ca. } 1,53$, for nontronit: $\beta \sim \gamma \text{ ca. } 1,60$.

Betraktes nå analysen i tabell 2, synes det som om leir-mineralene både fra Lyngdal og Lista må ha et forhold $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = \text{ca. } 2 : 1$.

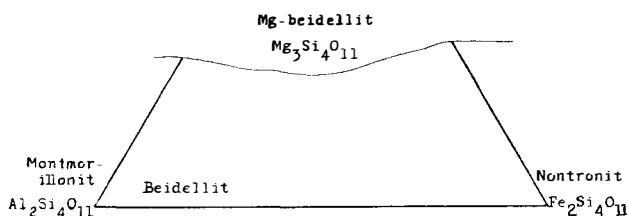


Fig. 5 Montmorillonit-gruppens mineraler (etter Nagelschmidt).

- ¹ G. Nagelschmidt: Atom Arrangement and Variability of Members of the Montmorillonite Group. *Min. Mag.* 25, 1938, s. 140.
- ² W. v. Engelhardt: Über silikatische Tonminerale, *Fortschr. d. Min. etc.* 21, 1937. Se også: A. F. Hagner: Adsorptive Clays of the Texas Gulf Coast. *Amer. Min.* 24, 1939. s. 67—109.

Analysene kan sogar godt beregnes slik at forholdet blir ennå mindre, nemlig ved å la noe av det tre-verdige jern gå inn som konstituent i leir-mineralet. Men for å få forholdet større, måtte en enten tenke seg endel alkali adsorptivt bundet til beidellit, hvorved feltspatinnholdet ville gå ned, eller at leira inneholdt endel beauxit eller liknende aluminiumshydroksyder. Under ingen omstendigheter kan en dog få $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 > 3 : 1$.

Ingen analyse av ekte montmorillonit viser $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 < 4 : 1$; men hos beidellit er forholdet $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 \geq 3 : 1$.

Nærværende undersøkelse har altså vist:

I de typiske leir-mineraler fra Lyngdal og Lista er vanninnholdet ikke konstant men varierer med luftens temperatur og fuktighet. Mineralene må derfor tilhøre montmorillonit-beidellit-nontronit-gruppen. Lysbrytningen stemmer ikke med nontronit, og den kjemiske sammensetning stemmer dårlig med montmorillonit, mens både kjemisk sammensetning og fysiske egenskaper stemmer noenlunde bra med beidellit.

Beidellit ble først beskrevet fra Amerika.¹ Data fra originalforekomsten gjengis i tabell 4.

Tabell 4.

*Analysen av beidellit fra (1) Beidell, Colorado²
og (2) Lista, Norge.³*

	1	2
SiO_2	47,28	42,33
TiO_2	—	0,88
Al_2O_3	20,27	21,68
Fe_2O_3	8,68	15,69
FeO	—	0,44
MgO	0,70	0,82
CaO	2,75	spor
Na_2O	0,97	0,58
K_2O	spor	1,31
H_2O	19,72	16,27
α	1,494	1,51
β og γ	1,536	1,535
(—). 2 V	“small”	ca. 0 ²

¹ E. S. Larsen and E. T. Wherry: Journ. Washington Acad. Sci. 15, 1925, s. 465

² Etter Ross and Shannon: Journ. Washington Acad. Sci. 15, 1925, s. 467.

³ Forurenset med feltspat, jernoksydet etc., se tekst og tabell 2.

5. Oprinnelse.

Nærmest skulde jeg tenke meg disse leir-mineraler framkommet ved preglacial (tertiær) forvitring. Det kreves ikke noe spesielt varmt klima for at slike mineraler skal dannes. I Amerika optrer de som nutidsdannelser helt nord til den sydlige del av staten Oregon. Men i vårt nåværende klima kan de neppe dannes. Det synes derfor rimeligst at de må være rester fra en preglacial tid. En skulle da ha chance til å finne dem som rester i kløfter eller sprekker som lå beskyttet mot breene fra den siste istid. Men forekomstene ved Lyngdal og på Lista ligger slik til, geografisk sett, at de på ingen måte kan sees å ha vært beskyttet mot breene. Særlig gjelder dette forekomstene på Lista. De ligger her på et framspringende sted litt oppe i vestre side av en N—S gående flat dal. Under en nedisning synes det sikkert at dette stedet måtte ha vært særlig utsatt for is-erosjonen. Det er derfor vanskelig å forklare denne forekomst på en plausibel måte.

Efter iakttagelser av lektor Wettergreen Jensen fins det ingen is-skurte fjell-nabber på Lista eller i skjærgården ved Farsund. Dessuten er de lave fjellene takkete og spisse og har i det hele tatt en form som tyder på at de ikke har vært dekket av innlandsisen. Dette står i motsetning til fjellene like nord for Lista. Disse rent glacial-geologiske problemer skal imidlertid ikke diskuteres videre her.

6. Andre forekomster av leir-mineraler i Norge.

Som nevnt i innledningen finnes kaolin-mineraler på sprekker i anorthosit på Sørlandet (også på Vestlandet). En analyse av leirstoffet fra en forekomst ved Dydland (offentliggjort av Reusch) sammen med optiske bestemmelser som jeg siden har foretatt er i tabell 5 sammenstillet med tilsvarende data fra en amerikansk forekomst.

Et ikke-silikatisk leirprodukt, nemlig laterit, kan, som Goldschmidt¹ har påvist, dannes ved forvitring av basisk plagioklas.

Andre nøyere undersøkte forekomster i Norge kjenner jeg ikke, men jeg tror likevel at videre feltundersøkelser vil vise at

¹ V. M. Goldschmidt: Om dannelse av laterit som forvitningsprodukt av norsk labradorsten. Festskrift til Sørliø, A. W. Brøgers boktr., 1928, s. 20.

Tabell 5.

Analyser av (1) kaolin fra Dydland
(etter Reusch, l. c.) og (2) kaolinit fra Pontiac, S. C.
(etter referat av v. Engelhardt, l. c.)

	1	2
SiO ₂	47,83	45,56
Al ₂ O ₃	34,53	37,65
Fe ₂ O ₃	1,7	1,35
MgO	0,59	0,07
CaO	0,48	0,10
Na ₂ O	ik. best.	1,16
K ₂ O	ik. best.	0,11
H ₂ O	13,76	14,42
Sum ...	98,89	100,61
α	1,52	1,553
β	1,557	1,559
γ	1,557	1,560
(-) 2 V	liten	42°

vi mange steder her i landet har spredte forekomster av ekte leirmineraler.

Fra Skogset i Hurdal ble det innsendt til Mineralogisk Institutt et leiraktig stoff som skulde finnes i „store mengder“. Under mikroskopet viste det sig å være meget rent og likne på kaolinen fra Dydland:

$$\alpha = 1,54; \beta \sim \gamma = 1,56, 2V \text{ er liten, negativ.}$$

Et liknende leirstoff, men meget mere urent ble funnet av professor Holtedahl på Land. I denne prøve er det en hel del muskovit, men dessuten et kaolin-liknende mineral med $\beta \sim \gamma = 1,55$.

Ved Nøklevatn i Østmarka ved Oslo finnes „råttent fjell“ som tildels minner sterkt om det ved Lyngdal, men selve leir-mineralene minner under mikroskopet mere om kaolin enn beidellit: Sammen med bruddstykker av mikroklin og muskovit ser en små skjell av et leir-mineral med lysbrytningsindex omkring 1,54 til 1,55.

Ved Flatevarp (nær Porsgrunn) er det noen store sprekker i fjellet hvori lektor Wettergreen Jensen har funnet en forvittringsleir som minner om beidellit.

Det kan i denne forbindelse også nevnes at to meget finkornete finnlandske leirer — dannet på samme måten som våre norske leirer — synes å holde temmelig meget av et ekte leir-mineral.¹ Og i et feltspat-brudd i Finland mener Lokka² å ha funnet beidellit som omvandlingsprodukt etter glimmer. Men fysikalsk-optiske bestemmelser mangler.

Følgende uttalelse av Sederholm³ er overordentlig interessant: "Verwitterungsschutt liegt allerdings noch an gewissen Stellen innerhalb Fennoskandias bewahrt. So ist der Felsengrund im südlichen Enare im Finnisch-Lappland bis zu einer Tiefe von 10—30 m verwittert, zuoberst in dem Masse, daß das Gestein mittels Schaufel ausgegraben werden kann, obgleich in demselben alle Einzelheiten der Struktur, wie Faltung, Adern u. dgl. noch gut beobachtet werden können". — Her gjengir Sederholm et fotografi som er forbausende likt fig. 1 i denne avhandling. Han fortsetter så: „Dieses Gebiet liegt allerdings am früheren Eisteiler, und die „Exaration“ war hier aus leicht erklärlichen Gründen wenig oder garnicht wirksam. . . . Dagegen ist der Mangel an präglacialen Verwitterungsprodukten ein auffallender Zug in den meisten anderen Teilen Fennoskandias“.

Kaolin har også vært funnet i Finland,⁴

Tilslutt skal nevnes at det beidellit-holdige forvittringsmaterial ved Lyngdal og på Lista med fordel er blitt anvendt som veigrus. Utlagt på veibanen skaper det nemlig en hard og jevn overflate som ikke støver i godvær og ikke søler i regnvær.⁵ I Vest-Agder har dette stoff vist seg all annen naturlig veigrus overlegen.

De ovenfor gjengitte undersøkelser har gjennom Handelsdepartementet vært bekostet av midler som Rådet for Teknisk-industriell Forskning har stillet til min rådighet.

¹ B. Aarnio: Über die Tone Finlands und ihre Eigenschaften, *Agrogeologia Julkaisuja*, No. 46, 1938.

² L. Lokka: Über den Chemismus der Minerale eines Feldspatbruches in Kangu-sala, *Bull. Comm. Geol. Finlande*, No. 111, 1935.

³ J. J. Sederholm: Bruchspalten und Geomorphologie von Fennoskandia. *Bull. Com. Geol. Finland*, No. 37, 1913, p. 33—35.

⁴ B. Frosterus: Über Kaolin im kristallinen Felsgrunde Finnlands. *Fennia* 50 Nr. 39, 1928. Idem: Anmerkung zu einem Vortrage und einem Aufsatz von Dr. H. Väyrynen: Über den Chemismus der finnischen Kaolinvorkommen. *Compt. rend. Soc. Géol. Finlande* 1929, Nr. 2. H. Väyrynen: Geologische und petrographische Untersuchungen im Kainungebiete. *Bull. Comm. Géol. Finlande* 1928, Nr. 78.

⁵ En utførligere beskrivelse har jeg gitt i „Meddelelser fra Veidirektøren“ Nr. 8, 1938.

Etter at foranstående var skrevet ble i løpet av våren 1939 ytterligere funnet følgende forekomster av beidellit-holdig forvittringsleir; alle i Vest-Agder: 1) En ca. 1.5 km lang zone ved Skarstad på heia mellom Mandalen og Audnedal. 2) Ved Skogsfjord bru 5 km W for Mandal. 3) En zone mellom Spetland og Haddeland samt en forekomst ved Urdal i Mandalen (ca. 6 km N for Mandal). 4) Ved Berge Sag ved hovedveien 3 km E for Mandal. 5) Ved Systad på Røyslandsveien ca. 5 km E for Møll bru. 6) Ved vestre ende av Groheia-tunellen (ved Farvatnet) på Sørlandsbanen ca. 9 km W for Kristiansand.

Summary in English:

Beidellite Minerals from Southern Norway.

The common Norwegian clays are glacial in origin and contain essentially fine-ground rock powder (quartz, feldspar, mica, chlorite, etc.) without any new-formed crystals of clay minerals. Beidellite is thus a new mineral for Norway. The occurrences here described (see Fig. 1) are supposed to have formed through rock weathering in pre-Glacial time.

Table 1 contains: (1) an analysis of fresh rock, and (2) an analysis of the weathered rock. The weathered rock is dissected by innumerable fine cracks filled with a clayey substance containing beidellite. Analyses of the clayey substance are entered in Table 2. The calculated formula for this beidellite is approximately: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. The mineral possesses characteristic water sorptive properties (see Tab. 3 and Fig. 4). Optical data:

$$\alpha = 1,51, \beta \sim \gamma = 1,535, (-) 2V = \text{ca. } 0^\circ.$$

In spite of the low silica content ($\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2 : 1$ instead of $3 : 1$) the physical properties of this mineral places it with the beidellite family.

Mineralogisk Institutt.

25. Januar 1939.