

Om Nexøsanden og »Aaker- formationen«.

En Tungmineral-Korrelation.

Af

Helge Gry.

Mit einer Zusammenfassung.

Vort hidtidige Kendskab til Nexøsanden skylder vi væsentlig GRÖNWALL, der i Kortbladbeskrivelsen til Bornholm (1916) giver talrige Oplysninger baade om Nexøsandenens petrografiske Beskaffenhed og om dens Lagfølge og Lejringsforhold. GRÖNWALLS Inddeling i tre Afdelinger, hvoraf den nederste er karakteriseret ved at indeholde et mørkt, leret Bindemiddel, den mellemste ved sit Indhold af Kaolin og Kiselsyre imellem Sandskornene og den øverste ved sin kvartsitiske Beskaffenhed, er uforandret gengivet i de forskellige Haand- og Lærebøger angaaende Danmarks Geologi. Ifølge GRÖNWALL er alle tre Afdelinger litorale og GRÖNWALLS Opfattelse af de Naturforhold, hvorunder Sandstensserien er aflejret, fremgaar af følgende Beskrivelse: »Den Forskel, som man kan iagttage mellem de nederste Lag og de øvre, har næppe saa meget sin Grund i, at Havet er bleven dybere, altsaa at en Sænkning af Landoverfladen har fundet Sted, som i, at de øvre Lag er aflejrede paa større Afstand fra Land, da man endog i de øvre Dele af Sandstenen finder tydelige Bølgeslagsmærker, der viser, at selv denne Bjærgart er aflejret i den Del af Litoralzonen, hvor Indvirkningen af Tidevandet tydelig kan ses.« (Citeret fra Kortbladbeskrivelsen Side 49).

Først nye Undersøgelser af STEHMANN (1934) og KAJ HANSEN (1936) giver en helt ny Tydning af Forholdene, idet disse to Forfattere mener, at de nederste Partier af Nexøsanden er terrestriske. Medens STEHMANNS Arbejde kun lige berører Spørgsmaalet, er KAJ HANSENS Opfattelse funderet paa en meget omfattende Undersøgelse af Lokaliteterne og en indgaaende Behandling af Undersøgelsesmateriale. KAJ HANSEN har opdelt Nexøsanden i 7 petrografiske Typer, undersøgt deres Udbredelse og Lejringsforhold

og er derved ogsaa paa andre Punkter naaet til Anskuelse, der i høj Grad afviger fra de gængse.

Ifølge KAJ HANSEN er de mørkerøde Arkoser (Type I) og de lysegraa, svagt rødlige Arkoser (Type II) Landdannelser, der er dannet i et varmt og muligvis semiaridt Klima. Disse Typer danner en rød Serie, der hviler direkte paa rødforvitret Granit, og de er væsentlig knyttede til fire nordlige tektoniske Blokelementer, idet de findes 1) i Egnen omkring Blemmelyng, 2) i Egnen omkring Aakirkeby, 3) ved Slamrebjerg og Øleaas øvre Løb og 4) i en Blok, der bl. a. indeholder Frederiks Stenbrud. (Se Kortet Side 142).

I Egnen S og V for Nexø finder KAJ HANSEN Lagseriens Fortsættelse opad. En Del Lokalteter langs Stranden mellem Nexø og Balka viser tydelig Tilknytning til Forholdene ved Frederiks Stenbrud, men Lagserien fortsættes her med den hvid- og rødsribede Ginghamsten (Type V), der atter overlejres af skiftende Lag af hvide og sorte Kvartsiter (hhv. Type VI og VII). Havets Transgression giver sig til Kende i Bjergartskarakteren, idet visse Lag i den lyserøde Type II samt den sribede Ginghamsten danner litorale Overgangslag, medens de overliggende hvide og sorte Kvartsiter er sikre marine Dannelser. Den her beskrevne Lagserie danner den fuldstændige og typiske Serie af nedrekambriske Sandsten.

I Egnen omkring Aakirkeby finder man ifølge KAJ HANSEN en anden og yngre Serie, idet vi her paa Nexøsandenens nederste Lag (Type I) finder en hvidlig, delvis konglomeratisk Arkose (Type III), som gaar jævnt over i en hvid Kvartsit (Type VI), men saaledes, at man kan finde Veksellejring imellem disse to Typer. Den nederste Del af denne hvide Serie skal være terrestrisk og Serien skal være yngre end Silur, hvilket begrundes, dels i en Række Overvejelser angaaende Forvittringsforhold og Blegningsfænomener, som maa skyldes et fugtigt Klima og plantedækket Jordbund, og dels i Lejringsforholdene, idet den hvidlige Arkose er fundet hvilende paa forskellige Dele af Nexøsandenens Serie. Medens den Egn omkring Aakirkeby hviler paa Type I, ligger den i den vestlige Del af Nexøsandenens Omraade paa Type II (Lok. 12) eller paa en Arkose, der har Tilknytning til Type II og Type V (Lok. 13).

Til den yngre Sandstensserie hører ogsaa en blaagraa, grovkornet Arkose (Type IV) som navnlig findes i Aaker Smaalng og som hviler paa den kambriske sorte Kvartsit og overlejres af den hvide Arkose. Typerne III og IV er iøvrigt meget nær beslægtede med hinanden og der findes jævn Overgang mellem dem. Type IV er

ogsaa fundet i den østlige Del af Sandstensomraadet paa Lok. 9 og 14.

Ifølge KAJ HANSEN har vi saaledes følgende Udvikling:

Paa Graniten hviler en rød terrestrisk sandet Serie, bestaaende af Arkoserne Type I og Type II. Denne terrestriske Afdeling gaar gennem den rødtribede Type V over i en marin kvartsitisk Serie, af vekslende hvide og sorte Kvartsiter (Typerne VI og VII). Diskordant paa den kambriske Nexøsandsten findes en postsilurisk sandet Serie, »Aakerformationen«, hvis nedre Del bestaar af den blaagraa Arkose, Type IV, (som kun er fundet hvilende paa den sorte Kvartsit) og hvis øvre Del bestaar af Type III og VI, som dels hviler paa den blaagraa Arkose og dels paa forskellige Dele af den terrestriske Nexøsandsten. Aakerformationen menes at omfatte de hvide og blaagraa Arkoser samt Vellengsbysandstenen, Kao-linsandstenen ved Grødbyaas og Læsaas nedre Løb og Sandstenen ved Bobbeaa.

Medens KAJ HANSENS Overvejelser og Bevisførelser angaaende den »egentlige« Nexøsandsten, dens Opstaaen og Lejringsforhold, er godt begrundede og absolut sandsynlige, synes hans Argumenter for, at de hvide og blaagraa Arkoser er yngre, knapt at være saa stærke.

Da jeg for Tiden er i Gang med nogle Undersøgelser over de bornholmske Sedimenters Indhold af tunge Mineraler og nogle af mine Resultater ikke synes at kunne stemme overens med den Del af KAJ HANSENS Resultater, som vedrører Typerne III og IV's Plads i Lagrækken, vil jeg i det følgende forelægge de Analyser, som har Tilknytning til det foreliggende Spørgsmaal om Alderen af disse Arkoser. For at kunne belyse Emnet mere indgaaende har jeg i Sommeren 1936 foretaget supplerende Indsamlinger af Materiale og samtidig besøgt en Del af de Lokalteter, som danner Basis for KAJ HANSENS Slutninger angaaende Lejringsforholdene.

Fremgangsmaaden ved Undersøgelsen af de tunge Mineraler har været følgende: De Prøver, som skal undersøges, er underkastet en Fraktionering ved Slømning, hvorefter de tunge Mineraler i Fraktionen 0,1—0,2 mm er fraskilt i en Skilletragt ved Hjælp af Bromoform. De fleste af Prøverne har været sammenhængende og haarde og er derfor blevet knust i en Staalmorter før Slømningen. De tunge Mineraler er blevet monteret i Kanadabalsam, hvorefter der er foretaget en Optælling af de forskellige Mineraler under Mikroskopet. Det har vist sig, at Mængden af Ertskorn og andre

opake Korn samt Mængden af Glimmer i meget høj Grad varierer fra Lag til Lag i samme Bjergart. Mængden af disse Bestanddele synes i høj Grad at være afhængig af Sedimentets Kornstørrelses- og Sorteringsforhold, og derfor er de udeladte i Procentberegningen. De herved fremkomne kvantitative Data skal ikke give det ud for at være en fuldstændig Tungmineralanalyse af Bjergarterne, men skal kun vise, at det er muligt at foretage en Korrelation af Aflejringerne ved Hjælp af deres Indhold af tunge Mineraler.

De undersøgte Prøver er dels Typerne III og IV og Vellengsby-sandstenen, hvis Samhørighed eller Ikke-Samhørighed med de øvrige Bjergarter skulde bestemmes, dels til Sammenligning sikker Nexøsandsten og sikkert yngre kaolinrige Bjergarter. I følgende Liste meddeles de særlige Forhold, som de tunge Mineraler viser. Typebetegnelser og Lokalitetsnumre henviser til KAJ HANSENS Arbejde.

1. Lys rødlig Nexøsandsten (Type II) fra Frederiks Stenbrud. De opake Korn bestaar af tilfældigt formede, uregelmæssige Korn af Leukoxen, hvidlige eller gullige, men ogsaa ofte med en rødligbrun Farve. I enkelte Korn ses endnu Rester af et sort Mineral, som maa være Titanjern. Zirkonen optræder med god Krystalform og har ofte bevaret de skarpe Kanter, men en Del er lidt kantslidte. Derimod forekommer der saa godt som ingen stærkere afrundede Korn. De fleste er klare, sjældnere finder man uklare graalige Former eller Former med en Mængde Tilvækststriber, som giver Krystallen et grumset Udseende. Blærer og naaleformede Indeslutninger er meget hyppigt til Stede. De fleste Zirkoner er farveløse, men der findes dog ogsaa lyst rødlige Krystaller. Rutil forekommer mest i veludviklede prismatiske Former, mest af rødbrun til gulbrun Farve, undertiden som knæbøjede Tvillinger. Man finder ogsaa isodiametriske Brudstykker, undertiden lidt afrundede. De faa iagttagne Turmalinkorn har en ret god Krystalform omend lidt afrundede eller bestaar af tilfældigt formede Brudstykker; Pleokroisme mest brun til grøn, en enkelt hvidgul til brun.

2 Hvid kvartsitisk Nexøsandsten (Type VI) fra Aaker Fattingaards Stenbrud (Lok. 93). Opake Korn udelukkende Leukoxen, uregelmæssigt formede. Zirkon omtrent som i Prøve 1, men oftest lidt mere afrundede. Rutilen som i forrige Prøve. Turmalin findes som meget stærkt afrundede Korn, Pleokroisme grøn til brun, lysegrøn til lyserød, grøn til sort.

3. Hvid Arkose, konglomeratisk (Type III) fra den trekantede Flade ved Klinten S for Aakirkeby (Lok. 92). Bjergarten er af GRÖNWALL regnet til Nexøsanden, af KAJ HANSEN til Aakerformationen. De opake Korn er uregelmæssige, leukoxenitiske, men delvis med brunlig Farve. Zirkon og Rutil som i Prøve 1. Turmalin som Brudstykker eller afrundede Korn, Pleokroisme grøn til brun.

4. Grøn, sandet Skifer fra et ca. $\frac{1}{2}$ m mægtigt Lag i konglomeratisk Arkose af Type IV, Aaker Smaalyng (Lok. 113). Efter den gængse Opfattelse Nexøsanden, ifølge KAJ HANSEN Aakerformation. De opake Korn er hvidliggul Leukoxen af uregelmæssig Form, delvis med lidt uomdannet Titanjern. Zirkon som i Prøve 2 og Rutil som i Prøve 1, Turmalin som Brudstykker eller afrundede Korn.

5. Vellengsbysanden. Temmelig løs, hvid Sandsten, Vellengsaa (Lok. 19). Denne Sandsten regnedes af FORCHHAMMER til Bornholms kulførende Dannelser, men henførtes af GRÖNWALL til Nexøsanden. KAJ HANSEN synes nærmest at regne med, at den maa høre til Aakerformationen (Side 130) men lader den dog paa Kortet staa som Nexøsanden. De opake Korn er rent hvide, leukoxenitiske, af uregelmæssig eller afrundet Form. Zirkon oftest noget kantslidt, men mere afrundede Korn er sjældne, Farven som i de tidligere omtalte Prøver. Rutil som i de øvrige Prøver. Turmalin som Brudstykker og stærkt afrundede Korn, Pleokroisme mest grøn til brun.

6. Grødbyaasanden. Af den sikkert yngre Sandsten, som findes ved Grødbyaas og Læsaas nedre Løb har jeg en Prøve af en løs, hvid Sandsten, taget mellem haardere kvartsitiske Sandstensbænke ved Læsaas, midt imellem Ste. Munkegaard og Aagaard. Sandstenen regnes af GRÖNWALL til Rhät-Lias baade af petrografiske Grunde og paa Grund af Lejringsforholdene. Mellem Sandstensbænkene er fundet Lag af kaolinrigt, hvidligt Ler. Saadanne Lerlag er tidligere gravet til Porcelænsfremstilling ved Ste. Munkegaard og ved Aagaard. Ifølge KAJ HANSEN hører Sandstenen til Aakerformationen. De opake Korn er rent hvide, og bestaar af Leukoxen. De har bevaret en ydre Begrænsning svarende til de Krystaller, hvorefter de er opstaaede, men som det næppe er muligt at tyde. Nogle er svagt gennemskinnelige og i Besiddelse af nogen Dobbeltbrydning. Zirkonen har ofte afslidte Konturer og mange er meget stærkt afrundede, saaledes at det kun er muligt at afgøre, at man har med Zirkon at gøre ved Hjælp af Lysbrydning, Dobbeltbrydning og Aksebilleder. Rutil som i de øvrige Prøver. Turmalin dels som

uregelmæssige Brudstykker af et glimmerlignende Udseende, dels som meget stærkt afrundede Korn, Pleokroisme væsentlig grøn til brun eller grøn til violet, sjældnere blaa til næsten hvid.

7. Sandet Grus med et stort Indhold af rent hvid Kaolin. Prøven stammer fra en sandet, kaolinrig Serie ved Sydkysten SV for Julegaard. Denne sandede Serie gaar opad over i gult og rødt Ler og udgør en Del af det Kompleks, som regnes til Keuper. De opake Korn er langt overvejende uømdannede sorte Malmkorn, som formodentlig overvejende er Titanjern, da de fleste ikke tiltrækkes af Magneten. Enkelte Leukoxenkorn findes. Zirkonkornene er som i forrige Prøve gennemgaaende stærkt slidte til helt afrundede. Rutil som i de øvrige Prøver. Turmalin mest som stærkt afrundede Korn, Pleokroisme grøn til brun. Cyanit forekommer som Spaltestykker, og et enkelt uregelmæssigt formet Staurolitbrudstykke er iagttaget.

Den kvantitative Optælling af de gennemsigtige Mineraler (med Undtagelse af Glimmer (Muskovit) som forekommer i alle Prøver i ringe Mængde) gav følgende Procentforhold:

Prøve	Zirkon	Rutil	Turmalin	Cyanit	Staurolit
1. Nexøsandsten Type II.....	97	2	1		
2. Kvartsit Type VI.....	93	5	2		
3. Hvid Arkose Type III.....	99	1	+		
4. Skifer i Type IV.....	97	2	1		
5. Vellengsbysandsten.....	96	4	+		
6. Grødbyaasandsten.....	66	4	30		
7. Grus med Kaolin, Julegaard..	84	4	2	10	+

Det fremgaar tydeligt af Tallene, at der blandt de undersøgte Prøver findes tre Typer af Mineralselskaber.

Nexøsandstenens Indhold af tunge Mineraler har et meget ensidigt Præg, idet der næsten udelukkende findes Mineraler, som kan stamme fra Bornholms Grundfjeld. Dette gælder baade de leukoxenitiske Korn, der oprindelig overvejende har været Titanjern, og den store Mængde Zirkon, der tilsyneladende ikke i nævneværdig Grad har været udsat for Slid, navnlig ikke i Prøven fra Frederiks Stenbrud. Rutilens og Turmalinens Herkomst er mere usikker. Rutil er hidtil ikke fundet i de bornholmske Graniter, men findes i smaa Mængder i Kaolinen ved Rønne (KAREN CALLISEN 1934, Side 223). KAREN CALLISEN opfører Rutil som fremmed for Graniten, men har venligst mundtligt meddelt mig, at dermed menes, at Rutil hidtil

ikke er paavist i Graniten. Dr. CALLISEN er af den Mening, at Rutilen i Kaolinen alligevel maa opfattes som et Reliktmineral fra Graniten. Derimod er Turmalin aldrig paavist i Bornholms Grundfjeld. Dette Mineral kunde maaske tænkes at findes i Pegmatit eller Aplit, og saalænge der ikke er foretaget Detailundersøgelser af Bornholmerpegmatiternes Accessorier, vil man næppe med Sikkerhed kunne afgøre, om Nexøsanden indeholder fjerntransporteret Materiale.

Typerne III og IV samt Vellengsbysanden har et Tungmineralselskab, der fuldstændig svarer til Nexøsandenens, og Mineralernes Natur (Farve, Afrundingsgrad) er ogsaa som i Nexøsanden. Ligheden i Mineralselskabet er et meget vigtigt Indicium paa, at disse Bjergarter hører til Nexøsanden, og som det skal vises i det følgende, bestyrker deres øvrige petrografiske Karakterer og deres Lejringsforhold denne Anskuelse.

Naturligvis siger det lokalprægede Mineralselskab i Typerne III og IV og i Vellengsbysanden intet, hvis det kunde paavises, at de øvrige Dele af »Aakerformationen« havde samme Mineralselskab. Det vilde da kun betyde, at saavel Nexøsanden som Aakerkomplekset væsentlig har hentet deres Materiale fra Bornholms Grundfjeld. Men Analyserne viser, at de sikkert yngre, kaolinrige Sedimenter er i Besiddelse af Tungmineralselskaber, der er tydelig forskellige fra Nexøsandenens. Baade Grødbyaasanden og Bjergarten fra Julegaard indeholder større Mængder af Mineraler, der maa stamme fra Egne udenfor Bornholm. Den store Mængde Turmalin i Grødbyaasanden maa absolut være fjerntransporteret, og Julegaardsbjergartens Indhold af Cyanit og Staurolit kan kun stamme fra et udenfor Bornholm liggende metamorft Komplex. Ogsaa Zirkonen i disse to yngre Bjergarter er lidt forskellig fra Nexøsandenens Zirkon, idet der findes meget stærkt rullede Korn, hvilket tyder paa længere Transport, eller paa, at Kornene stammer fra ældre Sedimenter.

Af det foregaaende fremgaar, at alle de Bjergarter, der hidtil (navnlig paa Grundlag af GRÖNWALLS Undersøgelser) er regnede til Nexøsanden, har samme Indhold af tunge Mineraler, medens de sikkert yngre, kaolinrige Sedimenter har ganske afvigende Tungmineralselskaber. Det vil altsaa sige, at der ikke kan eksistere en Aakerformation i det Omfang KAJ HANSEN tænker sig. Udelukkede fra Aakerformationen er paa Grund af Tungmineralindholdet de kaolinrige Bjergarter, som sikkert er yngre end Nexøsanden,

og som geografisk ikke er knyttede til Nexøsandenens Omraade, og tilbage til en eventuel Aakerformation bliver kun Bjergarter, som findes i nær Tilknytning til Nexøsandenens Bjergarter og som gaar jævnt over i disse.

Naar man tager i Betragtning, 1) at Type III og IV kun er fundet sammen med Nexøsanden, 2) at en Paalejring af yngre Lag over »Aakerformationen« Bjergarter intetsteds er paavist og 3) at der er jævn Overgang mellem Nexøsanden og Type III, mener jeg, at Tungmineralindholdet virkelig er et Tegn paa, at Typerne III og IV samt Vellengsbysanden hører til Nexøsanden. Det er da nødvendigt at undersøge, om det kan afgøres hvor i Nexøsandenens Lagserie Typerne III og IV hører hjemme.

Angaaende Type III og IV's Plads i Lagserien har der været meget forskellige Anskuelser. GRÖNWALL regner de herhen hørende Bjergarter til de mellemste Dele af Nexøsanden (Kortbladbeskrivelsen S. 45) og regner til denne Afdeling ogsaa KAJ HANSENS Type II. STEHMANN sammenfatter Bjergarterne til en Serie, som kaldes Aakirkebykonglomeratet, og regner denne Serie til den nederste Del af Nexøsanden som en særlig Facies, som staar i Modsætning til den normale nederste, terrestriske, røde Nexøsanden. KAJ HANSEN mener, at de hvide og blaagraa Arkoser er postsiluriske, saaledes som jeg har refereret det S. 28—29.

KAJ HANSENS Opfattelse grundes paa Lejringsforholdene og paa Forskelle i Bjergartskarakteren mellem Type I og II paa den ene Side og Type III paa den anden. Medens den terrestriske Nexøsanden er opstaaet ved en Rødforvittringsproces er Type III dannet under Indflydelse af en Blegningsforvitring, som desuden har strakt sig ned i den kambriske Sandsten og stedvis helt ned i den underliggende Granit. Denne Afblegning, som fra Type III kan gaa ned i Nexøsanden benytter KAJ HANSEN til Forklaring paa det Fænomen, at man finder jævn Overgang mellem Nexøsandenens terrestriske Serie og Type III.

KAJ HANSENS Bevisførelse for at Typerne III og IV er yngre falder i tre Dele: 1) Typerne III og IV's petrografiske Karakterer er saa forskellige fra den terrestriske Nexøsanden, at disse Typer ikke kan høre til Kambriet, 2) Blegningsforvitringen viser, at Type III er aflejret betydelig senere end Nexøsanden og 3) Lejringsforholdene viser, at Typerne III og IV ikke kan høre til Nexøsanden. Disse Beviser er imidlertid ikke særlig stærke, thi 1) der findes blandt de Bjergarter, som sikkert hører til Nexøsanden, Typer,

der i alle væsentlige petrografiske Karakterer stemmer overens med Typerne III og IV (se nedenfor S. 38), idet kun Bjergarternes Farve er forskellig; 2) Blegningen kan ikke benyttes til Aldersbestemmelse, da der ikke foreligger nogle Oplysninger om Blegningens Alder; 3) KAJ HANSENS Paavisning af, at den blaagraa Arkose hører til en ung Serie, som hviler paa den sorte, kambriske Kvartsit er — som det vil fremgaa af det følgende — ikke rigtig. Derimod hviler Type III, som KAJ HANSEN har paavist, paa forskellige Dele af den terrestriske Nexøsandsten.

For at klarlægge den Opfattelse, jeg har dannet mig af Lagfølgen, skal jeg i det følgende forelægge de Iagttagelser, jeg har gjort paa nogle af de vigtigste Lokalteter.

Sydvest for Graniten ved Bauneklint (Lok. 13) findes et Profil bestaaende af ca. 3 m Sandsten med to tynde Lag af grøn, sandet Skifer. Nederst findes her en rødlig, ret grov Arkose med violette Striber. Derover findes en finkornet, fint violet- og hvidstribet typisk Ginghamsten (Type 5), hvis nederste Dele er mørkest. Denne Bjergart bliver opad grovere og grovere, og samtidig aftager Indholdet af violet Materiale jævnt, saaledes at Bjergarten øverst er udviklet som en grov, hvidlig til graalig Arkose med talrige Feldspatkorn, baade forvitrede og friske.

Paa Lok. 12, ca. 800 m N for foregaaende Lokaltet, er Udviklingen ganske lignende. Lagenes Mægtighed kan her anslaaes til ca. 2 m. Allernederst findes her en faa cm tyk Bænk af en gullig til hvidlig finkornet Sandsten. Derover findes et tyndt grønt Skiferlag, som overlejres af en mørkviolet, finstribet Sandsten, der hurtigt gaar over i typisk Ginghamsten. Denne bliver opad noget grovere, og over et grønt Skiferlag faar man et Konglomerat, som endnu indeholder violet Materiale, men iøvrigt har samme petrografiske Karakter som Type III. Øverst forsvinder den violette Farve ganske og Bjergarten bliver til en hvid, konglomeratisk, arkoseagtig Sandsten (Type III) som baade indeholder frisk og forvitret Feldspat.

Disse to Lokalteter giver et godt Billede af, hvorledes Type III kan være lejret i Forhold til den terrestriske, røde Serie. Efter Bjergarternes Karakter at dømme har vi her Lag, som staar paa Overgangen mellem den terrestriske røde Serie og den litorale eller marine Sandsten. Overgangen viser sig begge Steder ved, at det violette Materiale efterhaanden forsvinder og ved at Bjergarten bliver grov eller konglomeratisk med store Kvarts-korn og et ret stort Indhold af store Feldspatkorn, baade friske og forvitrede.

I Lavningerne omkring Aakirkebybakken hviler Type III paa den røde terrestriske Nexøsanden, saaledes som det klart fremgaar af KAJ HANSENS indgaaende Udredninger af Forholdene i disse Egne, og af Lejringsforholdene ved Bauneklint fremgaar, at Type III hører til Nexøsanden som et Overgangsled mellem de terrestriske Lag og de marine Kvartsiter. Da nu Typerne III og IV petrografisk staar hinanden meget nær og gaar jævnt over i hinanden, mener jeg, at ogsaa Type IV maa regnes til denne Overgangsserie og altsaa ligge mellem den terrestriske Nexøsanden og de marine Kvartsiter; men dette passer ikke med KAJ HANSENS Angivelser. KAJ HANSEN mener nemlig, at den blaagraa Arkose, Type IV, hviler paa den sorte, kambriske Kvartsit og angiver, at Overlejringen direkte er iagttaget, paa Lok. 116 i Aaker Smaalng. Det viser sig imidlertid, at dette ikke er helt korrekt. Ved et Besøg paa Lok. 116 fandt jeg, at der nederst fandtes en overvejende finkornet, temmelig stærkt forkislet Sandsten (Type VII) og øverst en grovkornet, lidt løsere, feldspatrig Bjergart (Type IV). En nøjere Undersøgelse viste imidlertid, at det var umuligt at sætte en Grænse mellem de to Bjergarter og at der findes finkornede, stærkere forkislede Lag af samme Beskaffenhed som den nederste Bjergart i den grove blaagraa Arkose. Her findes saaledes ikke en Overlejring af en ung Arkose paa en gammel Kvartsit, men Veksellejring mellem de to Bjergartstyper.

Ved den nærliggende Lok. 115 formoder KAJ HANSEN ligeledes en Paalejring af Type IV paa Type VII, der skulde findes i en Grøft lidt N for Lok. 115. Imidlertid har man ogsaa her overvejende grovkornede, feldspatrige, mørke Bjergarter, men de er i meget forskellig Grad forkislede og varierer ligeledes i Farve. Alle tilhører øjensynlig samme Serie.

Der foreligger saaledes ingen Beviser for den paastaaede Paalejring af en ung Arkose (Type IV) paa en nedrekambrisk Kvartsit (Type VII). Lejringsforholdene viser tværtimod, at de to Bjergartstyper er nøje forbundne med hinanden. Det maa dog bemærkes, at den sorte Kvartsit er rigere paa Feldspat end det almindeligvis er Tilfældet i den nedrekambriske Kvartsit. De Forskelle, der er i Bjergartskarakteren paa disse Lokalteter, skyldes væsentlig forskellige Kornstørrelsesforhold og forskellig Grad af Forkisling. Lokalteterne her viser i Virkeligheden Forhold, der er ganske analoge med Forholdene ved Myremølle (Lok. 111). Paa dette Sted findes Skifte mellem den hvide grovkornede Arkose Type III og den

hvide finkornede og mere forkislede Type VI. Paa Lok. 116 findes tilsvarende Skifte mellem de mørke grovkornede Type IV og den mørke finkornede og mere forkislede Type VII. Begge Steder er de finkornede Bjergarter mere feldspathoidige end normalt for Kvartsiterne.

De petrografiske Karakterer (Lighed mellem Type III og Type IV) og Lejringsforholdene (Skifte mellem Type III og VI og mellem Type IV og VII) viser saaledes, at vi i Egnen omkring Aakirkeby har et samlet Komplex bestaaende af lyse og mørke feldspatrige Bjergarter, hvis Stilling i Nexøsandstens Lagrække er afgjort ved, at de ligger over den røde Serie og de maa — ligesom ved Bauneklint — udgøre en Overgangsserie mellem den terrestriske og den marine Serie. Terrestrisk Tilknytning har man N for Lok. 110 (KAJ HANSEN Side 66), hvor der findes tynde violette Lag i den hvidlige Arkose, og marin Tilknytning viser sig f. Eks. paa de omtalte Lokalteter 116 og 111, hvor de finere Mellemlag minder om de typiske marine Kvartsiter.

Af alle de fremdragne Fakta angaaende Lejringsforholdene og Bjergartstypernes petrografiske Slægtskabsforhold fremgaar da, at de hvide og blaagraa Arkoser i Lavningen Ø for Aakirkebybakken danner en delvis konglomeratisk, feldspatrig Serie, som hviler paa den terrestriske røde Nexøsandsten og maa ligge under de hvide og sorte marine Kvartsiter. Arkoserne findes her i et geografisk velbegrænset Omraade, og det er rimeligt, enten som STEHMANN (Side 26) at forlænge Brudlinjen ved Klinten S for Aakirkeby mod ØSØ til Grødbyaa og trække en anden Brudlinje langs Grødbyaas øvre Løb, saaledes at alle Lokalteter med Typerne III og IV kommer N for disse Linjer, eller som GRÖNWALL at regne med en naturlig Overlejring af de i S forekommende Kvartsiter over de hvide og blaagraa Arkoser.

En Overgangsserie, som er analog med den i Aakirkebyegnen, finder man langs Stranden mellem Nexø og Balka. Forholdene er her ret vanskelige at udrede i Detailler, da der øjensynlig findes talrige smaa Forkastninger og Spring, men da det er samme Bjergarts-typer, der stadig veksler, kan man dog danne sig et Indtryk af Hovedtrækkene i Lagseriens Udvikling. Ved Lok. 220—222 begynder Serien med en Bjergart, der har nær Tilknytning til Type II og endnu tilhører den terrestriske Serie. Den gaar i Syd jævnt over i en rød, konglomeratisk Bjergart med talrige Kvartsitfragmenter og et stort Indhold af store Feldspatkorn, af hvilke nogle er friske

men en meget stor Del forvitrede. Denne Bjergart, som kan følges over en Strækning paa ca. 40 m og efter Lagenes Hældning at dømme maa være nogle Meter mægtig, er — trods den røde Farve — petrografisk identisk med Bjergarterne af Type IV¹⁾. Den gaar jævnt over i en lysere, mere finkornet og stærkt forkislet grov Sandsten. Sydligere langs Stranden, mellem Lok. 222 og Lok. 223 finder man et stadigt Skifte mellem forskellige røde, lyserøde eller graa Sandsten, der delvis er rige paa Feldspat, gennemgaaende er ret grove og ofte konglomeratiske. Ginghamsten spiller ogsaa en ret stor Rolle, men er ligeledes ofte grov og med virkelige Konglomeratlag. Det er saaledes tydeligt, at man her har Bjergarter, hvori snart de terrestriske Karakterer og snart de marine Karakterer er i Overvægt. Saadanne Bjergarter findes helt ned til Balka, hvor man ved Lok. 225 finder stærkt forkislede, delvis udpræget konglomeratiske, hvidlige Sandsten, som sydligere (Lok. 226) gaar over i hvid Kvartsit med lidt Glaukonit.

Der er ingen Tvivl om, at KAJ HANSEN har Ret i, at Lagene langs Østkysten mellem Nexø og Balka tilhører en Serie af litorale Lag, der danner Overgangen mellem den terrestriske røde Nexøsanden og den marine kvartsitiske Serie, men baade Lejringsforhold og de petrografiske Karakterer viser, at disse Lag maa paralleliseres med de østligere Forekomster med Typerne V, III og IV.

De konglomeratiske røde Bjergarter fra Østkysten staar som nævnt de konglomeratiske Typer III og IV overmaade nær, idet de udmærker sig ved en ret daarlig Sortering, et stort Indhold af kantet-afrundede Kvartsitkorn og ved deres store Indhold af forvitret Feldspat. De konglomeratiske lysere Bjergarter fra Østkysten har noget større Tilknytning til Kvartsiterne, idet de indeholder mere afrundede Kvartsitrullesten og en mindre Mængde Feldspat og desuden er stærkt forkislede.

Hvis vi sammenfatter alt det, der her er fremført om de forskellige Bjergarters Tungmineralindhold, deres petrografiske Karakterer og deres Lejringsforhold, kommer vi til det Resultat, at Typerne III og IV maa høre til Nexøsanden, og at det er mu-

¹⁾ Jeg har dog ikke i Bjergarterne fra Østkysten iagttaget den Type af Kvartsitkorn, som KAJ HANSEN afbilder i Tavle III, Fig. 5 og 6, men jeg har fundet, at denne Kvartsittype fuldstændigt stemmer overens med Kvartsit, som jeg har taget i en Kvartspegmatitgang i Paradisbakkerne. Denne Type kan altsaa stamme fra Bornholms Grundfjæld og kan følgelig ikke anvendes som Skælnemiddel mellem de forskellige Bjergartstyper og kan ikke anvendes til Aldersbestemmelse.

ligt at bestemme disse Arkosers Plads i Lagserien i de forskellige Dele af Bornholm; og det viser sig, at vi over forskellige Dele af den terrestriske Nexøsandsten og under de typiske Kvartsiter har en overvejende konglomeratisk Serie, bestaaende af Typerne III, IV og V og Bjergarterne N for Balka. Petrografisk karakteriseres denne Serie ved, at den forener terrestriske og marine Karakterer. Store blaalige Kvartskorn (hyppige baade i Type III og IV og i Bjergarterne ved Østkysten) og mere eller mindre afrundede Kvartsitkorn, som ofte har en rødlig Farve, spiller en stor Rolle og bevirker, at Bjergarten ofte bliver grovkornet eller konglomeratisk. De mindre Korn er oftest kun i ringe Grad afrundede og Sorteringen er i Reglen ret ringe. Bjergarterne er i Reglen rige paa Feldspat, der baade forekommer som smaa og store Korn, oftest er forvitret, men dog ogsaa kan være frisk. Farven varierer fra mørkerød til blaagraa og gullighvid eller rent hvid. Snart dominerer de terrestriske Karakterer (rød Farve, kantede Korn, stort Feldspatindhold) og snart de marine Karakterer (graa til hvidlige Farver, mere afrundede Korn, mindre Feldspatindhold). Forkislingsgraden er ret forskellig, men gennemgaaende er Bjergarterne ikke saa stærkt forkislede som i den overliggende finkornede Kvartsitserie.

Paa Grundlag af tidligere Forfatteres Undersøgelser og Beskrivelser og de her meddelte nye Iagttagelser, vil jeg beskrive Udviklingen af Nexøsandstens Lagserie paa følgende Maade:

Paa den lateritiserede Granit hviler en rød, overvejende finkornet, sandet, terrestrisk Serie (Nedre Nexøsandsten), hvori er fundet Erosionsrender (KAJ HANSEN Side 114) og Tørsprækker¹⁾. Bjergarterne er karakteriseret ved deres kantede Korn, store Indhold af Feldspat og ved deres røde Farve. Denne terrestriske Serie gaar jævnt over i en litoral, overvejende grovkornet eller konglomeratisk Serie (Mellemste Nexøsandsten), hvis Bjergarter er af graa, hvid eller underordnet rød Farve (eventuelt er rødtribede) og indeholder talrige Kvartsitkorn, en ret stor Mængde Feldspat og kantede til rullede Sandkorn. Snart dominerer de terrestriske, snart de marine Karakterer. Denne Serie gaar jævnt over i en marin, rent kvartsitisk, mere finkornet, velsorteret Aflejring af hvide og sorte Kvartsiter (Øvre Nexøsandsten), med afrundede Kvartskorn og et kun ubetydeligt

¹⁾ Dr. WALTER KÜHNE, Berlin, har i 1936 i Frederiks Stenbrud fundet nogle Lagflader med typiske Tørsprækker, hvilket bekræfter KAJ HANSENS paa petrografiske Karakterer grundede Paavisning af, at Lagene her er terrestriske.

Feldspatindhold. Heri er fundet Ormerør (KAJ HANSEN Side 103) og kegleformede Dannelser.

I alle Dele af Lagserien, baade terrestriske og marine findes Bølgeslagsmærker (GRÖNWALL Side 49) og udkilende tynde Lag af grøn, sandet Skifer, hvis Mægtighed kan naa op til $\frac{1}{2}$ Meter¹⁾.

Skematisk bliver Forholdene følgende:

Øvre	marin	Finkornede, hvide og sorte Kvartsiter
Mellemste	litoral	Grovkornede og konglomeratiske, graa til hvide, sjældnere røde Arkoser og Sandsten Ginghamsten
Nedre	terrestrisk	Røde, overvejende finkornede Arkoser.

¹⁾ I Almindelighed angives, at Skiferlagene kun kan blive faa cm mægtige. Jeg har i Aaker Fattiggaards Brud i hvid Kvartsit iagttaget et Skiferlag, der paa en Strækning af en halv Snes Meter var $\frac{1}{2}$ m mægtigt, og i Aaker Smaalyng paa Lok. 113 findes i blaagraa Arkose over den største Del af Graven et ligesaa tykt Lag.

Zusammenfassung.

Die schweren Mineralien des Nexösandsteins und der »Aakerformation«.

Nach den eingehenden Untersuchungen KAJ HANSENS sollen die roten Typen des Nexösandsteins in ihrer Gesamtheit terrestrisch sein. Die weißen und blaugrauen Arkosen (Typen 3 und 4) der Gegend von Aakirkeby (STEHMANN'S »Konglomerat von Aakirkeby«) sind angeblich post-silurisch und werden von HANSEN zu einem Komplex, der »Aakerformation« zusammengefaßt, zu dem außer diesen Gesteinen noch der Kaolinsandstein der Grødbyaa und möglicherweise auch der Vellengsby-Sandstein gehören sollen. In der vorliegenden Arbeit werden nun einige Schwermineralanalysen behandelt, welche an der schweren Fraktion (spez. Gew. größer als Bromoform) der Schlammfraktion 0,1—0,2 mm einiger typischer Gesteinsproben vorgenommen wurden. Die opaken Bestandteile (wesentlich Leukoxen, seltener nicht umgewandeltes Erz) bilden einen beträchtlichen, aber im übrigen regellos schwankenden Teil der schweren Mineralien. Auch der Glimmergehalt unterliegt bedeutenden Schwankungen, je nach der Korngröße der Gesteine. Opake Körner und Glimmer sind deshalb nicht in die Prozentberechnungen auf der Tabelle S. 32 einbezogen worden.

Folgende Proben wurden untersucht:

1. Heller, rötlicher Nexösandstein, Frederiks-Steinbruch.
2. Weißer Quarzit, Steinbruch von Aaker Fattiggaard.
3. Weiße Arkose, Steilhang südlich von Aakirkeby (Type 3, »Aakerformation«).
4. Grüner, sandiger Schiefer der blaugrauen Arkose (Type 4, »Aakerformation«).
5. Lockerer, weißer Sandstein, Vellengsaa. (Aakerformation?)
6. Grødbyaa-Sandstein von der Læsaa zwischen St. Munkegaard und Aagaard.
7. Kaolinreicher, sandiger Grus, Küste bei Julegaard.

Bei den Proben 1 und 2 handelt es sich sicher um Nexösandstein, die Proben 6 und 7 sind sicher jünger.

Der Gehalt des Nexösandsteins an schweren Mineralien ist lokal bedingt, da jedenfalls Leukoxen, Zirkon und Rutil dem Grundgebirge Bornholms entstammen können. Denselben Mineralbestand finden wir in den Gesteinen der weißen und der graublauen Arkose sowie des Vellengsby-

Sandsteins, während die beiden sicherlich jüngeren Gesteine (Grødbyaa-Sandstein und das Gestein von Julegaard) einen abweichenden Mineralbestand mit ferntransportiertem Material aufweisen.

Nach dem Mineralbestand zu urteilen sollten also die weiße und die blaugraue Arkose sowie der Vellengsby-Sandstein dem Nexösandstein angehören, und dieses Ergebnis wird durch Untersuchungen über die Sedimentationsbedingungen im Gelände bestätigt.

Es zeigt sich nämlich,

1) daß es im Aaker Smaalyng keine Überlagerung eines älteren Quarzits (Type 7) durch eine junge Arkose (Type 4) gibt, sondern daß Arkose und Quarzit wechsellagern, wenn auch alle diejenigen Gesteine, welche etwa der Type 7 entsprechen, mehr Feldspat enthalten, als es für diese Type gewöhnlich ist.

2) daß die Lagerungsverhältnisse nicht dagegen, die petrographischen Eigenschaften jedoch dafür sprechen, daß die Typen 3 und 4 in der Gegend von Aakirkeby zu einem Komplex gerechnet werden müssen, welcher dem terrestrischen Nexösandstein auflagert, und

3) daß die z. T. konglomeratischen Gesteine an der Ostküste zwischen Nexö und Balka ebenfalls in diesen Komplex einbezogen werden müssen.

Die Schichtenfolge des Nexösandsteins kann demnach folgendermaßen beschrieben werden:

Auf dem lateritisierten Granit lagert eine rote, meist recht feinkörnige, terrestrische, sandige Serie mit kantigen Sandkörnern und bedeutendem Feldspatgehalt. Diese terrestrische Serie (Unterer Nexösandstein) geht allmählich in eine littorale, vorwiegend grobkörnige bis konglomeratische Serie über, die aus Gesteinen von grauer bis weißer, bisweilen von roter Farbe besteht (Mittlerer Nexösandstein). Diese enthalten zahlreiche Quarzitkörner, eine recht bedeutende Feldspatmenge und kantige bis abgerollte Sandkörner. Stellenweise dominiert der terrestrische Charakter, stellenweise der marine. Diese Serie wiederum geht allmählich in ein marines, rein quarzitisches, feinkörnigeres Sediment über, welches aus weißen und schwarzen Quarziten mit abgerundeten Quarzkörnern und einem nur unbeträchtlichen Feldspatgehalt besteht (Oberer Nexösandstein).

LITERATUR

- CALLISEN, KAREN: Das Grundgebirge von Bornholm. — Danm. Geol. Unders. II. Række. Nr. 50. 1934.
- GRÖNWALL, K. A. og MILTHERS, V.: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Bornholm. — Danm. Geol. Unders. I. Række. Nr. 13. 1916.
- HANSEN, KAJ: Die Gesteine des Unterkambriums von Bornholm. — Danm. Geol. Unders. II. Række. Nr. 62. 1936.
- STEHMANN, ERICH: Das Unterkambrium und die Tektonik des Paläozoikums auf Bornholm. Abh. geol.-palaeont. Inst. der Ernst-Moritz-Arndt-Univ. Greifswald. XIV. 1934.

Færdig fra Trykkeriet 22. December 1936.