

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 505.

ÅRSBOK 43 (1949) N:o 3.

DE GEOLOGISKA RESULTATEN  
FRÅN BORRNINGARNA  
VID HÖLLVIKEN

DEL II  
UNDRE KRITAN OCH TRIAS

AV

F. BROTZEN

*Med 1 plansch*

*Summary:* THE GEOLOGICAL RESULTS FROM THE  
DEEP-BORINGS AT HÖLLVIKEN  
PART 2. LOWER CRETACEOUS AND TRIAS

*Pris 2 kronor*

STOCKHOLM 1950  
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER  
492310

ÅRSBOK 43 (1949) N:o 3.

DE GEOLOGISKA RESULTATEN  
FRÅN BORRNINGARNA  
VID HÖLLVIKEN

DEL II  
UNDRE KRITAN OCH TRIAS

AV  
F. BROTZEN

*Med 1 plansch*

*Summary:* THE GEOLOGICAL RESULTS FROM THE  
DEEP-BORINGS AT HÖLLVIKEN  
PART 2. LOWER CRETACEOUS AND TRIAS

## Innehåll.

	Sid.
Förord .....	4
Geologisk översikt .....	5
Triasformationens datering .....	6
Profilbeskrivning .....	13
Trias Buntsandstein .....	13
Övergångslager .....	15
Undre keuper resp. ekvivalenta lager med Muschelkalk .....	16
Övre keuper .....	21
Rät .....	29
De tunga mineralens fördelning i de triassiska sedimenten .....	32
Undre kritan .....	33
Wealden .....	35
Aptien — barremien .....	37
Gault — cenomanien .....	39
Jämförande översikt .....	39
Buntsandstein .....	40
Muschelkalk — Lettenkohle .....	40
Övre keuper .....	41
Rät och undre kritan .....	42
Saltvatten och oljespår i borrhningen .....	42
Summary .....	45
Litteratur .....	47

---

## FÖRORD.

Efter avslutningen av redogörelsen för de geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken, del I, 1945, har borrarbetena i jämn takt fortsatt. Borrhålet Höllviken II, som 1944 hade nått ett djup av 1 191 m, fortsattes i mars 1945. Borrhningens mål var att följa saltvattnets ändringar på djupet och undersöka om fasta salter kunde väntas i djupare lager. Efter olika långa avbrott nådde borrhningen hösten 1946 ett djup av 1 885 m, där man konstaterade spår av olja. Under första halvåret 1947 borrhades ytterligare till 1 923,76 m och sedan provpumpades tillströmmande saltvatten. Borrhningen var vid denna tid skandinaviskt djuprekord, och den lämnade viktiga geologiska resultat genom stora mängder borrhkärnor. Borrarbetena utfördes av firman Svenska Diamantbergborrnings A-B. Borrmetoden var densamma som förut, d. v. s. diamantkärnborrhning, som vid de ofta lösa sedimenten visade sig ytterst besvärlig, men gav utmärkta resultat i hållfasta eller hårda bergarter.

Sveriges geologiska undersökning begagnar detta tillfälle att framföra sitt tack till Svenska Diamantbergborrnings AB och till de tjänstemän i bolaget, med vilka undersökningen haft att i första hand samarbeta, nämligen bergsingeniör Sven Petersson och verkmästare A. Olsson samt ledningen på själva borrhplatsen, verkmästare H. Hellgren, borrhmästarna R. Johansson, F. Pettersson och C. Sandberg. Trots den av kriget betingade avspärningen från kontakt med utländsk fackkunskap kunde en rad mycket besvärliga borrhproblem lösas, sådana som pläga förekomma vid andra »wild cat» borrhningar, där emellertid mycket kraftigare borrhutrustningar brukar vara tillgängliga. Högsta ledningen utövades av Sveriges Geologiska Undersöknings överdirektör P. Geijer; författaren utförde den geologiska övervakningen och organisationen. Som assistenter arbetade geologerna fil. lic. B. Wærn, fil. lic. W. Uyténbogaardt och fil. lic. B. Lundblad. För de kemiska undersökningarna svarade fil. dr G. Assarsson och en del organisatoriska uppgifter löstes av ing. W. Boltstern.

---

## Geologisk översikt.

Borrhålet Höllviken nr II:s profil är beskriven intill 1 202 m och denna del omfattar hela övre kritan från cenoman till danien. Vid borrhningens fortsättning kunde man konstatera att Höllviken II:s profil inte principiellt skiljde sig från den kända profilen i Höllviken nr I. Undre kritan borrades intill 1 415,56 m:s djup i Höllviken nr I. Man kunde skilja mellan en övre sandsten av gault-cenoman ålder, en lerskifferserie med en marin fauna av aptien- och berremien karaktär och en nedre sandstensserie med växtrester av wealdenålder. Samma följd påträffades i Höllviken II, där wealden slutade vid 1 445 m:s djup. Till detta djup låg alla sediment mer eller mindre horisontellt, men redan nästa sedimentserie, sandstenar och leror, visade en lutning av 15—20 grader. Den tillhör »rät»-formationen. Mellan rät och dess hängande måste en betydande lucka förekomma, då alla jurassiska lager saknas, vilka är kända såväl från andra delar av Skåne som från Bornholm i söder. Under rätserien uppträder en följd av starkt färgade röda och gröna sandstenar, märglar, konglomerater och breccior, och sedan en serie gråa bergarter med fossil. Borrhningens djupaste sedimentserie utgöras av röda lerskiffrar och sandstenar.

På grund av fossilfynd över och under den övre brokiga serien och de geologiska förhållandena anses denna brokiga serie såsom övre keuper, den gråa serien motsvarar lettenkohle resp. delar av muschelkalk och borrhningens djupaste lerskiffrar och sandstenar korreleras med brokig sandsten (Buntsandstein).

Höllvikens borrhål nr II visar i stora drag följande profil (se plansch 1):

0—18 m	kvartär
18—1 191 m	övre kritans täta kalkstenar och deras bottenkonglomerat, danien—cenoman.
1 191—1 445 m	undre kritans sandstenar och lerskiffrar (gault, aptien—barremien och wealden).
1 445—1 496 m	rät, sandstenar.
1 496—1 755 m	övre brokiga serien = övre keuper.
1 755—1 862 m	undre keuper eller lettenkohle resp. delar av muschelkalk.
1 862—1 886 m	övergångslager av osäker ålder mellan keuper och buntsandstein.
1 886—1 923,76 m	brokig sandsten = undre trias (Buntsandstein).

Motsvarande sedimentationens förlopp skall formationerna i de följande kapitlen behandlas från borrningens största djup och upp till övre kritans bottenkonglomerat.

## Triasformationens datering.

Borrningens understa 400 m utgöres av en serie brokiga (röda och gröna) sandstenar och lerskiffrar, mellan vilka från 1755 till 1862 m växtförande gråa sediment är inskjutna. Seriens hängande är genom växt- och fiskrester säkert bestämd såsom rät.

Liknande geologiska förhållanden är sedan länge kända från mellersta Skåne, där en fossilfri brokig bergartsserie ligger mellan växtförande rät och olika siluravlagringar. Denna formation går under namnet kågerödsformationen och G. Troedsson har 1942 och 1943 lämnat en sammanställning över formationens historia och utbredning. Samtidigt har denne författare diskuterat formationens bildningssätt och datering inom ett område norr om linjen Landskrona—Eslöv. Den stora hiatus mellan kågerödsformationens och dess liggande och formationens brist på fossil tillåter ingen säker åldersbestämning. På grund av dess hängande, rät, ansåg man dess ålder vara keuper eller övre trias. Mot denna uppfattning opponerar sig Troedsson (1942, G.F.F. Bd 64 p. 323): »att den (åldern) faller emellan äldsta perm och yngsta trias, och att den är skild från båda genom vittrings- och erosionsdiskordanser. Dock kan det tilläggas, att en sedimentering med grovt material sker geologiskt sett mycket snabbt. Därför är författaren närmast böjd att betrakta den grovklastiska delen av kågeröd — den egentliga kågerödsformationens — som permisk liksom motsvarande norska sediment».

De av Troedsson behandlade områdena ligger nära skånska sediment-sänkans rand. Profiler inom sådana randområden representera sällan samma följd av sediment, som motsvarande profiler inom sänkans centrala delar. Transgressioner och regressioner av mindre mått resultera i ofullständiga profiler inom randområdena, utan att sådana rörelser göra sig gällande inom de centrala sedimentområdena. Sålunda kan inom det skånska randområdet en stor hiatus mellan rät och rotligendes (undre perm) existera, medan i Höllvikens profil avlagrades en oavbruten sedimentföljd från nedre trias till rät. Höllvikens borrning ligger på större avstånd från skånska sänkans rand än de hittills utförda borrningarna i kågerödsformationens. Höllvikens brokiga lager kan korreleras med kågerödsformationens övre del. De korrelerbara delarna omfattar kågerödsformationens hela övre leravdelning och delvis de brokiga sandstenar och arkoser, vilka Troedsson betecknar som kågerödsarkosen. I Höllvikens profil ligger under dessa brokiga lager en grå fossilförande serie och under den gråa serien följer äldre brokiga sediment. Nu kan man jämföra hela kågerödsformationens med Höllvikens övre brokiga serie, som är ca 270 m mäktig. En annan möjlighet är att kågerödsformationens motsvarar Höllvikens

övre och undre brokiga serier, samt ännu äldre lager, medan den gråa serien icke blev sedimenterad inom randområdet. En slutgiltig korrelation mellan Höllvikens profil och den typiska kågerödsformationen i mellersta Skåne kan först bli genomförd, om nya blottningar tillåter en säker profil genom sänkan från dess centrala delar till randområdena.

Följden av de brokiga lagren i Höllvikens borrhål är: En lerig serie, jämförbar med kågerödsleran; en sandig och konglomeratisk serie, som kan motsvara hela eller delar av kågerödsarkosen, och därunder en serie av breccior, konglomerat och sandstenar, karakteriserade av en kraftig impregnering med karbonater (dels kalkspat dels dolomit). Kalk- och dolomitimpregneringar träffades redan vid 1570 meters djup, men de blir karakteristiska från 1640—1690 meter i samband med den påfallande starka breccieringen av vissa bergarter (se fig. 7). Det karbonatiska bindemedlets andel i vissa skikt stiger till över 30 %. I Sveriges geologiska undersöknings laboratorium bestämdes vid 1680 meter:  $\text{CaCO}_3 = 24,6 \%$ ;  $\text{MgCO}_3 = 4,8 \%$ . Bindemedlet kan således betecknas som dolomitiskt, och det finns knappast någon annan förklaring till dess uppkomst än att det infiltrerades efter eller under själva breccieringen.

Breccieringen inom själva sedimentserien, utan att hängandet eller ligandet är stort, kan förklaras genom vittring eller utlösning av vissa delar av själva sedimentet. Några bevis för det första antagandet finns inte, men själva strukturen talar för att det senare är ganska sannolikt. Den kantiga, osorterade karaktären och dess breda utfyllningar med bindemassa talar för en utlakning, som har skett under eller efter sedimenteringen. Det bortförda materialet måste ha varit relativt lättlösligt. Som lösliga sedimentämnen räknas salt och gips, vilka uppträda ganska ofta i samband med röda klastiska sediment. Antagandet att salt eller gips är utlakade ur den nu dolomitiska serien får stöd genom liknande opublicerade profiler i Danmark, vilka behandlas senare.

Under breccieringsserien och över de gråa sedimenten med fossil förekommer en nästan 60 meter mäktig packe av finkorniga och leriga sandstenar.

Formationens nästa led är den grå serien med leriga och kalkiga sandstenar och kalkmärgliga konkretionslager. Karbonatet är till största delen calcit och Mg-halten är ganska låg. Analys av två bergartsprov visade att kalkens andel kunde vara ganska hög. Vid 1171—74 m var halten av  $\text{CaCO}_3 = 58,8 \%$  och  $\text{MgCO}_3 = 3,6 \%$ . I ett prov från 1844,5 m var halten  $\text{CaCO}_3 = 62,6 \%$  och  $\text{MgCO}_3 = 3,0 \%$ . Den rikliga förekomsten av växt- och andra fossil är mest utmärkande för den gråa serien. Växtfossil finnes i nästan alla skikt utan hänsyn till deras petrografiska sammansättning, med undantag av de djupaste lagren. Växtresterna är mycket söndertrasade och några större fragment, som tillåter säkra bestämningar har hittills inte förekommit. Resternas mikrostruktur var ganska väl bevarad och licentiat B. Lundblad kunde i publikationen: *Microbotanical studies of cores from Höllviken, Scania*, bestämma cuticula av: prebennattalea, cycadee,

Voltzia?; Pollen (grains), och sporomorpha. Från stratigrafisk synpunkt torde en sådan flora icke vara av större värde. Å andra sidan påpekar B. Lundblad att växtresternas karaktär visar på praerätisk och mesozoisk ålder. Skulle nu växterna verkligen vara mesozoiska och praerätiska, så kommer för lagrets ålder endast trias i fråga.

B. Lundblad kommer till följande slutsats:

»The facts that the Bunter flora of Germany generally contains plant remains, and that the 'Muschelkalk' series mostly lacks plant remains altogether, favour the assumption of Lower or Middle keuper age of the Höllviken material.»

Dessutom framhåller hon att: »The Lettenkohle flora of Germany is known to contain elements comparable with the present forms, although a closer comparison is prevented by lack of modern description of this flora.»

Författaren har redan tidigare kommit till en liknande datering på grund av allmänna geologiska överväganden. Under perm och trias ändrar sig de klimatiska förhållandena på samma sätt inom hela norra Europa; d. v. s. sedimentens färger tillåter slutsatser beträffande klimatet under bildningstiden. Dessa färgvariationer i sediment kan man följa från Polen i öster till Frankrike och England i väster. Brokiga sandstenar och märglar kunde bildas under arida förhållanden. De mörka sedimenten, färgade genom växtämnen eller deras derivat, uppstod endast i humida förhållanden. Ändringen av klimatet i de ifrågakvarande områdena tillåter följande schematiska framställning:

Rät	humid
Övre keuper	extrem arid
Undre keuper	humid
Muschelkalk	humid, dels arid
Buntsandstein	extrem arid
Övre och mellersta zechstein	» »
Undre zechstein	i början humid, senare arid
Rotliegendes	extrem arid

Sediment uppkomna i humida förhållanden uppträda enligt detta schema endast i början av zechstein och i mellersta trias. Endast mellersta trias är känd för större anhopningar av växtfossil. Det ligger nära till hands att korrelera Höllviken-profilens växtförande lager med kolkeupern och muschelkalken. I kända profiler från Tyskland ligger över dessa formationer en intensiv brokig bergart, som har nästan samma mäktighet som de brokiga lagren över Höllvikens växtförande serie.

Sådana allmänna geologiska överväganden kan föra till allvarliga feldateringar, och endast goda fossilfynd kunna avgöra deras riktighet. Vid en noggrann undersökning av borrhärnan hittade man fiskrester och ostracoder. Dessa fossil är i regel mycket små och sällan över en millimeter

långa. De uppträder tillsammans med växtrester och är som sådana svartfärgade. Först i slipprov upptäckte man dessa rester, då deras mikroskopiska struktur avslöjade deras verkliga ställning. Preparering och isolering under mikroskopet tog ganska lång tid i anspråk. Den största delen av fossilerna i bergarten var redan krossad och vid isolering föll den sönder. I vissa horisonter var fiskfossil vanliga, så att bergarten påminde om bonebeds, men anhopningar var i regel glesare än i äkta bonebeds. Möjligen kan anhopningar av benrester på nära belägna platser bli tätare, men borrkärnan ger endast ett allt för litet snitt ur lagrens horisontala utbredning. Bonebeds av fiskrester är allmänna i randområden av tyska muschelkalkhavet och dess regression under kolkeuper (undre delen av keuper). Mellan horisonter med relativt riklig förekomst av fiskrester ligger skikt med några enstaka fossil, och endast mindre rester i slipprov visade att sådana icke helt saknades. Därigenom kunde konstateras att fiskrester förekom från seriens lägsta delar intill dess hängande.

Ostracoder är mycket sällsynta och genomgående dåligt bevarade. Åtminstone 3 »species» kunde urskiljas. Liknande typer är kända från Tysklands trias och är beskrivna av von Seebach 1857 såsom:

- »Bairdia» procera.
- »Bairdia» teres.
- »Bairdia» pirus.

Dessa »arter» äro funna i djupaste delen av kohlenkeuper och den sista redan i muschelkalk. Deras genusbeteckning är felaktig och en närmare undersökning av skalens struktur blir nödvändig för att korrigera deras systematiska ställning. Deras geologiska ålder visar alltså på mellersta trias eller undre delen av övre trias, med den reservationen att så enkla slätskaliga ostracoder kan uppträda i olika strata (se fig. 1).

Seriers fiskrester är utan ingående bearbetning besvärliga att bestämma. De genera, som kunde påvisas, är bundna till övre delen av buntsandstein, muschelkalk och undre keuper i Tyskland, och inga tvivel kan uppkomma i fråga om deras triassiska ålder. Likadana fiskfjäll och tänder, som vi konstaterat i vårt material, förekommer i översta muschelkalk eller djupaste keuper från Crailsheim i Württemberg (Tyskland). Hittills kunde bestämmas (se fig. 2):

Species <sup>1</sup> :	känd från:
Hybodus cf mougeoti Ag	muschelkalk
Paleobates sp	trias
Birgeria mougeoti Ag.	muschelkalk och lettenkohle
Gyrolepis albertii Ag.	undre muschelkalk till rät
» sp. sp.	trias
Colobodus sp.	muschelkalk till rät
Crenilepis sp.	muschelkalk.

<sup>1</sup> Författaren tackar prof. E. Stensiö, Riksmuseet, Stockholm, för hans hjälp vid bestämningen av fiskfossilerna.

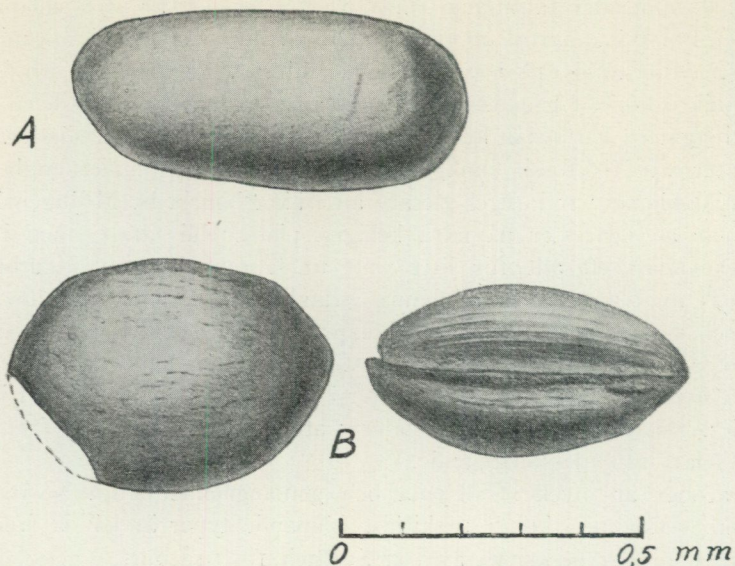


Fig. 1. Ostrakoder från kolkeuper resp. muschelkalk. A. «Bairdia» cf. *procera* v. Seebach. Höllviken II, 1762 m. B. «Bairdia» cf. *teres*, v. Seebach, Höllviken II, 1825 m.

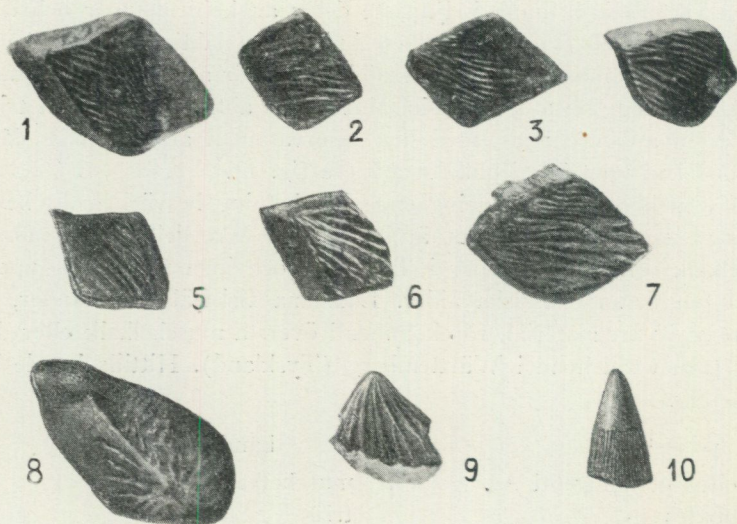


Fig. 2. Fiskrester från Höllviken II, 1805—1825 m. 1—7 fjäll av *Gyrolepis* och *Crenilepis*. 8—10 tänder, 8 *Paleobates* sp., 9 *Hybodius* cf. *mougeoti*, Ag., 10 *Birgeria* sp. 9 ×.

En närmare undersökning av dessa rester kommer säkerligen att leda till större noggrannhet i dateringen. Över hundra vackra fjäll och andra fiskrester kunde isoleras och detta rika material skall bli utförligt behandlat vid närmaste tillfälle.

Fiskrester förekommer först sparsamt i djupaste delen av den grå serien, och blir mera allmänna mellan 1 805—1 830 meters djup.

Rédan vid den gråa seriens början uppträda oogonier av characea, som hittills är mycket litet kända från triassiska lager. Sådana är nämnda från

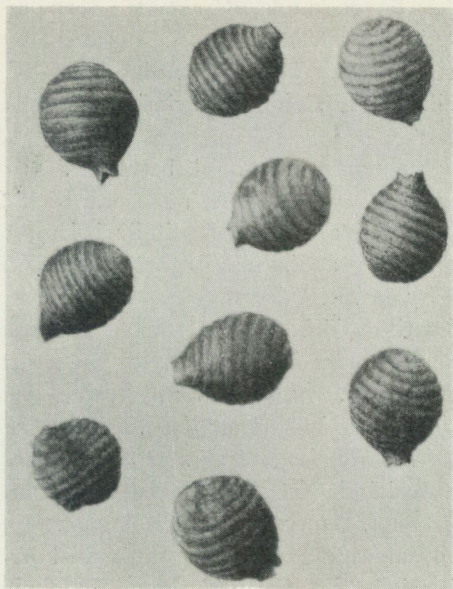


Fig. 3. Oogonier av characee, Höllviken II, 1 805 m. 25 X.

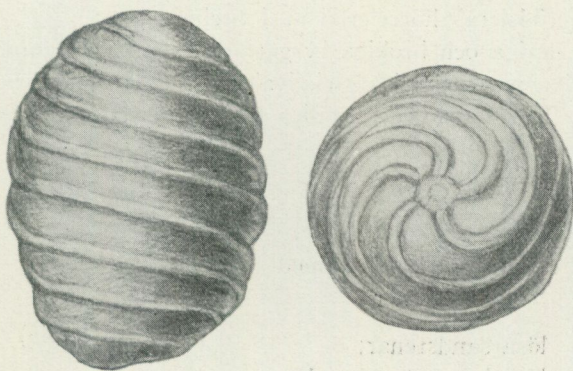


Fig. 4. Oogon av characee, Höllviken II, 1 845 m, först. 125 X.

buntsandstein i Ostpreussen (Krause 1938) men icke närmare beskrivna. Characeeoogonier börjar att förekomma i kalkmägerlstenar vid 1 845 meters djup. I skikt mellan 1 800—1 830 m blir characeeoogonier de vanligaste fossilen. Så långt som författaren vid ett provisoriskt litteraturstudium kunnat finna, ger characeeoogonier intet bidrag till seriens åldersbestämning. Materialet skall sändas till en specialist för bearbetning (se fig. 3 och 4).

Sammanfattar man resultaten, så tillåter fossilen följande datering av den gråa serien:

1) Växtrester visar mesozoisk, sannolikt prerätisk ålder. Vissa likheter finnes med växtrester från lettenkohle (undre keuper) i Tyskland.

2) Ostrakoderna är dåligt kända, deras yttre form är ganska intetsägande. Liknande former är beskrivna från tysk muschelkalk och lettenkohle.

3) Fiskarna liknar sådana från översta muschelkalk i Crailsheim, Württemberg. Deras vertikala utbredning är inskränkt från övre »Buntsandstein» till rät.

4) Characea är ännu utan stratigrafisk betydelse.

Därför måste man dra den slutsatsen att floran och faunan är triassisk, sannolikt tillhör de mellersta trias. Då rät är bekant och bestämd genom typiska ledfossil, och de gråa lagren ligger c:a 250 m under de rätiska, *måste serien vara äldre än rät*. Växtförekomsten och den grå sedimentfärgen visar på humida klimatiska förhållanden, som är kända från Tysklands trias i perioden muschelkalk—undre keuper. Därför ligger det nära till hands att den grå serien med största sannolikhet är *ekvivalent med övre muschelkalk respektive undre keuper. Faciellt liknar den mest den senare och antagligen har muschelkalk med kalkstenfacies icke nått det skånska randområdet*. Liknande förhållanden är kända från de engelska randområdena, där keuperfacies direkt ligger över »Bunter» (buntsandstein).

Med hjälp av den daterade gråa serien kan man korrelera hängandet och liggandet med kända triasprofiler från Tyskland. Utlakningsserien över undre keuper kan jämföras med övre keupers gipsserie (gipskeuper); arkos och sandstensserien med Bunte Mergel och Schilfsandstein; och slutligen blir lerserien (kågerödslera) korrelerad med Steinmergel.

De sandiga, leriga och brokiga bergarterna som ligger under undre keupern (respektive muschelkalkens ekvivalent) korreleras med övre delen av buntsandstein. Tabellariskt framställs Höllvikens trias på följande sätt:

	Höllviken	Tyskland
Rät		Räth
Övre keuper	brokig skifferserie med konkretioner	Stein-Mergel (Schilfsandstein)
	lösa sandstenar; konglomerat och arkoser	
Undre keuper (muschelkalk)	breccior; serien med dolomit	Gipskeuper (med gips, salt och dolomit)
	grå färgade serien, med sandstenar och märgel (Växt- och fiskfossil)	
Buntsand- stein	brokiga lerskiffrar och sand- stenar	Oberer Buntsandstein

Korrelationen mellan Höllvikens och Tysklands triasprofil kan bli ännu mer detaljerad i vissa partier, t. ex. i kohlenkeuper. I den tyska kohlenkeupern av normal utvecklingstyp (Stille 1908) uppträder på basen en kalkig eller dolomitisk serie, över den följer »Kohlensandstein» och sist en övre märglig avdelning. Röda och gröna »letten», sandiga lerskiffrar är observerade i vissa partier av profilen, särskilt under den högsta kalkiga dolomitiska avdelningen. Denna följd förekommer också i Höllviken, där en röd lerskifferserie ligger mellan två kalkiga avdelningar.

Mäktigheten av tyska gipskeupern och steinmergeln växlar mellan 160 och 450 meter, d. v. s. storleksordningar som väl motsvarar den skånska mäktigheten, som är c:a 250 meter (jfr Bubnoff 1935).

I djupborrningarna i Jylland (Danmark), som utfördes under de sista åren, påträffades trias. Genom vänligt tillmötesgående av direktör A. Gregersen, Danish-American-Prospecting Co., Köpenhamn, kunde jag studera deras kärnor och profiler. Utbildningen av trias i norra Jylland skiljer sig i flera detaljer från i Höllviken observerade facies, men stämmer principiellt bra överens med dessa. För att ej föregripa danskarnas rätt till publicering av sina resultat kan här bara antydast följande för oss viktiga fakta: I Jyllands triasprofil förekommer inga breccior, men inom den del av profilen, som motsvarar våra breccielager, förekommer salt- och anhydritbäddar. Detta tillåter att tyda våra breccieringar såsom utlakningar av salinära sediment.

Av tektonisk betydelse är att alla lager under rät i Höllviken stupar c:a 30°.

## Profil-beskrivning

### Trias.

#### Buntsandstein (brokig sandsten).

1 886—1 924 m.

De djupaste anträffade lagren i borrhålet är röda eller gröna sandstenar. Hårdheten är växlande, ofta är sandstenen påfallande lös och visar övergång till lös sand, däremot är hårda partier sällsynta. Endast de hårdare partierna lämnade under borrningen kärnor. Sandstenen innehåller de vanliga kvarts- och fältspatskornen, mindre konkretioner av karbonat, vilka sällan når över ärtstorlek; enstaka gånger uppträder större korndiameter, kornen är kantiga, icke rundade och sorteringen är dålig. Fältspaten är huvudsakligen mikroklin, accessoriska mineral, såsom muskovit, hornblände, apatit och zirkon kunde observeras.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Författaren har haft stor hjälp av dr W. Larsson, vilken haft vänligheten att granska vissa slipprov. O. Brotzen utförde separationen och bestämningen av tunga mineral, se redogörelsen nedan på sid. 34.

Såsom gräns mellan den lerskiffrika och den sandiga nivån betraktar författaren en ren fast sandsten vid 1886,29 m, som på djupet övergår i lös sand. Mellan 1889 och 1890 m innehöll sådan lös sand oljespår och saltvatten (se s. 42). Borr-diametern i denna del av profilen var redan så liten att en närmare undersökning av oljans uppträdande i borrhningen var ogenomförbar (diametern 46 mm). Den ringa diametern tvingade oss att avbryta borrhningen vid 1924 m. I förra kapitlet har framlagts ett försök till datering, där denna nivå korrelerades med övre delen av buntsandstein i Tyskland. Den övre delen av buntsandstein i Tyskland ändrar sig hästigt från profil till profil, därför är det inte möjligt att jämföra vår profil med någon i norra Tyskland. En bestämbar ledhorisont kunde inte påvisas då fossil saknas. Kalk- och dolomitimpregnationer förekommer ofta i övre delen av buntsandstein och i vissa trakter är dessa utvecklade till kalksten- eller dolomitbankar. Regionalt utmärker sig även övre buntsandstein i Tyskland genom salt- och gipslager. Buntsandsteinprofiler i England är mera enformigt utbildade än i Tyskland och dess sandstenar påminner starkt om de här beskrivna.

Profilen av denna avdelning har följande utbildning:

- |                |   |
|----------------|---|
| 1886—1889 m    | hårda sandstenar, växlande röda och ljusgröna med vita partier.   |
| 1889—1890 »    | en omlagringsyta, med maskspår, därunder lös, grov sandsten med oljespår och saltvatten.  |
| 1890—1894 »    | medelhårda, grovkorniga, fältspatrika och mörkröda sandstenar med dolomitkonkretioner (upp till 15 mm i diameter).  |
| 1894—1895 »    | finkorniga, röda och ljusgröna sandstenar med dolomitkonkretioner som ovan.   |
| 1895—1899 »    | lösa grovkorniga grågröna, röda eller mörkröda sandstenar med dolomitkonkretioner som ovan, men sällsynta.  |
| 1899—1903 »    | mycket lösa sandstenar eller sand (utan borrhkärna).  |
| 1903—1906 »    | röda och ljusgröna sandstenar, med snabbt växlande kornstorlek och färg. Övergående till de grovklastiska sandstenarna i liggandet.   |
| 1906—1909 »    | grova arkosliknande röda, rödaktiga och gröna sandstenar; färgen oregelbundet växlande i samma nivåer, så att bergarten ofta är storfläckig.  |
| 1909—1911 »    | mycket lösa grova sandstenar, med dolomitiska partier (upp till 4 cm, i diameter).  |
| 1911—1916 »    | grovkorniga lösa sandstenar, mest mörkröda, med leriga gröna partier.   |
| 1916—1923,76 m | mest finkorniga eller medelkorniga sandstenar, delvis flammiga, röda eller ljusgröna med enstaka större korn (kvartsbollar med diameter 13 mm). Ofta så lösa att ingen kärna kunde erhållas. Konkretioner saknas. |
| 1923,76 m      | borrningen avslutad.  |

**Övergångslager.**

1 862—1 886 m.

Serien av brokiga sandstenar och lerskiffer, mellan den egentliga buntsandstein och de gråa lagren av keuper (muschelkalk) med växtrester, betecknas här med den neutrala benämningen: Övergångslager. Gränsen mot liggandet är given genom övergången från leriga lager till sandstenar. En tydlig omlagringsyta vid 1 889 m kunde tänkas vara gränsen mellan de två formationerna, och skulle tyda på ett större avbrott i sedimentationen. Om avlagringsytan anses som gräns, så skulle det 3 m mäktiga sandlagret över omlagringsytan vara basisbildningen för den övervägande leriga serien. Men hittills är det tillgängliga materialet så litet, att författaren lägger gränsen först vid början av den leriga sedimentationen.

Hängandet till den brokiga lerserien är gråa sediment, men även vid denna gräns går lagren över i varandra och därför är gränsen icke skarp.

Petrografiskt består bergarten i hela övergångsserien av leriga skifferar eller leriga, ytterst finkorniga sandstenar. Leran sväller vid vattenupptagning, trots att bergarten verkar ganska hård i torrt tillstånd. Under mikroskop kan man konstatera en växlande halt av mycket fina kvartskorn och enstaka glimmerblad i den gröna eller röda grundmassan. Färgen av lerskifferar eller finsandiga lerskifferar (leriga sandstenar) är mörkröd, brunröd eller intensivt röd, den gröna färgskalan går från intensiva mörkgröna över till mycket ljusa nyanser. Skiktningen är på grund av växlande färger eller på grund av växlande sandhalt lätt att observera, och lutningen är c:a 30° inom hela serien.

Övergångslagrets datering är ytterst osäker. Något avbrott i sedimenteringen till hängandet kunde icke konstateras, därför kan övergångslagret tillhöra den överlagrande muschelkalken och diskordansen vid basis representera ett avbrott av sedimentationen mellan muschelkalk och buntsandstein.

En annan möjlighet skulle vara att lagret ansluter sig omedelbart till buntsandsteins sandiga facies och motsvarar dess övre del, den så kallade »röt»-formationen. I Nordtysklands sedimentationssänka är rötformationen utmärkt genom brokiga leror. Hela dateringsfrågan kan säkerställas först när flera och fullständiga profiler inom vårt område blivit kända eller om det blir möjligt att finna några fossil, som ger en hänvisning till åldern.

Profilen av övergångslagret ter sig på följande sätt:

*Hängandet ljusgrå sandig lera.*

- 1 869—1 865 leraktiga, gröna och röda sandstenslager.
- 1 865—1 872 grön och röd skifferlera med några sandlager.
- 1 872—1 882 grön och röd skifferlera.
- 1 882—1 886 lersandsten och lerig sandsten; röd och grön.

### Undre keuper, resp. ekvivalenta lager till »Muschelkalk».

(1755—1862 m.)

Gråa sandstenar, leriga sandstenar, lerskiffer och kalkiga lager, karakteriserar denna serie och skiljer den från de brokiga röda och gröna lagren i lig-gandet och hängandet. Därför drages gränsen vid första uppträddandet och vid slutgiltiga försvinnandet av de gråa sedimenten. Bredvid de övervägan-de gråa sedimenten förekommer röda, gröna och ljusgråa lager, men de upp-träda sparsamt och icke så sammanhängande i profilen som i de djupare och högre serierna. Förklarar man de röda sedimentfärgerna genom ett bildnings-sätt under arida förhållanden och de mera gråa färgtonerna betingade genom en bildning under mera humida förhållanden, så skulle föreliggande serie vara bildad under humida förhållanden, med vissa arida mellanperioder. Så-dana korta svängningar i de klimatiska förhållandena verkar ganska osan-nolika. Det ligger närmare till hands att äldre vittringszoner på nytt blivit blottade under fortskridande erosion och brokigt material transporterat till sedimentationsområdena. De ganska allmänt förekommande växtresterna i serien och deras koliga bevaringstillstånd stöder antagandet om humida kli-matförhållanden under seriens sedimentation.

Kalkens förekomst i serien är ganska jämnt fördelad. Rena kalkstenar sak-nas. Kalken ingår i leriga och sandiga bergarter som man bäst betecknar så-som kalkmärgel med en karbonathalt upp till 65 % varvid Mg-halten ständ-igt är starkt underordnad.

Serien har indelats i zoner a—g, men indelningen är helt preliminär. Den underlättar dock översikten av den mer än 100 m mäktiga serien och kom-mer kanske att få betydelse vid nya borrhningar i samma serie.

Zon »a» 1854—1862 m.

Ljusgråa och gråa finkorniga sandstenar och lerskiffrar, med den för hela serien karakteristiska färgtonen, bildar zonens bergarter och skiljer dem från djupare lager. I zonens översta del förekommer två mindre mäktiga röda lerskiffrar. Fossil kunde hittills inte konstateras i zonen. Profilen är:

- |                 |   |
|-----------------|---|
| 1854—1855,74    | finskiktade och sandiga lerskiffrar, olika hårda, med två lager av röda lerskiffrar à 30 cm.            |
| 1855,74—1857,32 | hårda och lösa gråa lerskiffrar.  |
| 1857,32—1857,65 | hård vit sandstensbank.   |
| 1857,65—1862    | olika hårda sandstenar, grå eller ljusgrå med övergång till leriga sandstenar, ingen typisk lerskiffer. |

Zon »b» (Characee-zon) 1843—1854 m.

Zon »b» bildas av märgelstenslager, som utmärker sig genom höga kalkhal-ter. Dr Assarsson konstaterade i ett prov från 1844,50 m  $\text{CaCO}_3 = 62,6$ ,  $\text{MgCO}_3 = 3,0$  %. Bergarten är medelhård eller hård, mycket finkornig, grå,

då och då litet rödflammig. Under mikroskopet observerar man den finkorniga kalkleriga grundmassan med jämnt fördelade små kantiga kvartskorn. Större växtrester kunde inte påvisas, men i slipproven förekom ringformiga kalkiga fossil, ofta försedda med taggar eller strålar. Vid preparering visade sig de ringformiga bildningarna i slipproven vara tvärsnitt av oogonier av characeer, karakteriserade av spiralåsar över själva oogoniens kropp. Oogoniens diameter är ca 0,3 mm (se fig. 4). Sådana fossil finnas i alla delar av zonen, särskilt allmänt uppträdde sådana i hårdare och kalkrikare skikt. Characee-oogonier är hittills sparsamt kända från lager äldre än jura. Wicher 1940 och Krause 1938 observerade characeer i buntsandstein. Characeer förekommer lokalt och någon ledkaraktär har dessa fossil sannolikt inte. I borrhningar på Jylland utförda av Danish-American Prospecting Comp. förekommer i mer eller mindre samma geologiska position anhopningar av characee-oogonier (muntligt meddelande av Dr. Nörvang, Viborg). I slipprov förekommer bredvid de hela även sönderfallna kapslar av dem. Icke sällsynta är ben- och fjällrester från fiskar. Sådana rester är mycket mindre än characee-oogonier och tillåter ännu ingen bestämning, trots att deras mikroskopiska struktur är utmärkt bibehållen. Kanske kunde man vid ett större antal slipprov finna några större fossilrester.

Den hårda kalkmargelns grundmassa kan vara upplöst i tätare och tunnare partier, en början till bildning av mindre konkretioner. Mera utpräglade kalkkonkretioner förekommer först i högre delar av profilen. Muskovit saknas aldrig i bergarten, men är mycket glest fördelad. Zonens profil kan framställas på följande sätt:

I 843,60—I 844,20 m	grå lerskiffer.
I 844,20—I 844,70 »	hård kalkig mägersten, grå, rödflammig.
I 844,70—I 845,60 »	grå, lös lerskiffer.
I 845,60—I 850,90 »	hård, kalkig mägersten, grå, rödflammig med enstaka sandstenslager.
I 850,90—I 853,00 »	dito med svarta lerskifferränder.
I 853,00—I 854,16 »	grå fast lerskiffer utan kalk.

Zon »c» I 827—I 843 m.

Zonens bergart var lös och smulade sönder under borrhningen eller utvidgade sig då borrhningens spolvätska kom i beröring med den. Därför kunde man endast borra utan provtagning. Nästan allt tillgängligt material var borrslammet, som härstammade från gråa lösa lerskifftrar. Endast sträckan mellan I 838 och I 839,5 m lämnade någon kärna. I denna del bestod kärnan av en skiktad rödfläckig sandsten utan fossil och från zonens översta del erhöles några kärnbitar av grå och rödaktig lera.

Zon »d» I 800—I 827 m.

Denna zon är såsom zonen »b» utmärkt genom kalkiga bergarter, men till skillnad från zon »b» förekommer koligt bevarade växtrester. Dessa lig-

ger som fragment i sandiga och kalkiga bergarter, och enstaka stamrester förekommer. Vid 1805 meters djup bildar sammandrivna växtrester ett mindre kollager. Ett stamfragment vid 1825 m är bevarat som glanskol och starkt genomträngt av pyrit. Växtresterna kunna inte bestämmas makroskopiskt, då typiska, större, sammanhängande fossil saknades. Dr B. Lundblad granskade en del av materialet och kunde på grund av deras mikroskopiska struktur urskilja:

Cuticula A = mesozoiskt pteridosperm (pre-bennettitale)	1 824,69 m
» B	dito
» C	dito 1 805 m
» D	dito 1 805 »
» E	möjligen cycadee 1 805 »
» G	1 824,69 m
» H	1 824,69 »
» I	1 824,69 »

Pollen. Sporomorpha B + C.

Beträffande deras värde för åldersbestämningen av lagerföljden har jag citerat Lundblads yttrande på sid. 8. Såsom i zon »b» förekommer ben- och fjällfragment av fiskar. Bevaringstillståndet är synnerligen gott, och i slipprov visar de en rad histologiska detaljer som är viktiga för deras systematiska ställning. Den provisoriska granskningen av faunan, som är behandlad på sidan 9, visade på en ålder av mellersta trias, d. v. s. muschelkalk eller undre keuper.

Bergarten i zonen »d» är växlande och består av sandstenar med lerskikt och kalkmargelstenar. Kalkmargelstenar bildar ofta tätt packade anhopningar av mindre konkretioner med en diameter mellan 1—50 mm. Sådana kalk-

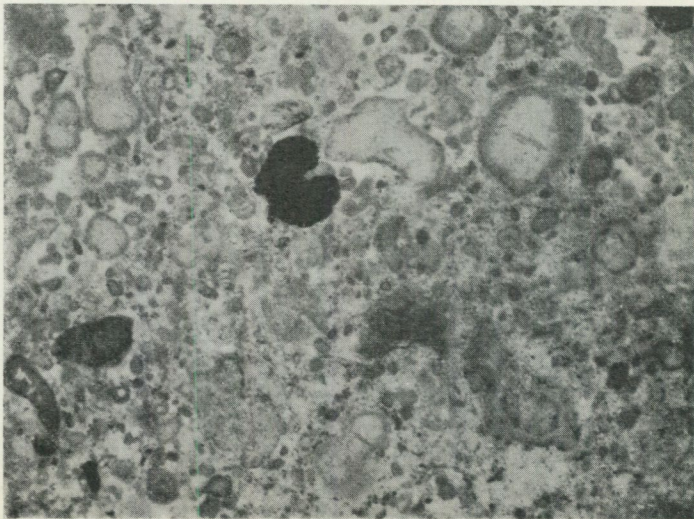


Fig. 5. Konkretionslager, Höllviken II, 1805 m, konkretioner delvis med zoneringar. De svarta fläckarna äro fisk- resp. växtrester. Först. 2 ×.

bullar visar ingen utbildad struktur. I vissa fall kan en koncentrisk zonerings uppträda, som påminner om kalkalgernas strukturer (se fig. 5). Mellanmassan utgöres av kvartskorn och lera. Leran sväller mycket starkt i vatten och vid stor halt av lera i sedimenten faller hela bergarten lätt sönder under borrningen. Fisk- och växtrester påträffades i sådana konkretionslager. Från vissa leriga eller lösa finsandiga partier av profilen saknas kärna och zonprofilen måste rekonstrueras. Rekonstruktionen är följande:

- 1 800—1 804 m    grågrön, finskiktad, lös sandsten.
- 1 804—1 807 »    anhopning av kalkmärgelkonkretioner med talrika växtfragment och ett litet kolskikt.
- 1 807—1 820 »    grå mest jämnkornig, fin sandsten, ofta finskiktad med växtrester och gråa lerskifferlager.
- 1 820—1 821 »    dito med kalkstensgeoder.
- 1 821—1 827 »    gråa finkorniga sandstenar och lerslager med växtrester. 3 mindre lager av kalkmärgelkonkretioner (ca 5 cm mäktiga) mellan 1 822—1 824, och mellan 1 824—1 826 m.
- 1 827—1 828 »    dito med ett mellanlager av ca 50 cm rödbrun sandsten.

Zon »e» (röda zonen) 1 784—1 800 m.

Zon »e» består av fina sandstenar och lerslager, i vilka det var besvärligt att borra. Lerorna svällde starkt och sprängdes sönder vid tillträde av vatten och måste därför borraras om flera gånger. Trots att omborrning utfördes 3 gånger var kärntagningen ganska ofullständig. Röda sediment förekommer i denna zon rikligare än i övriga delar av den växtförande serien. Såväl sandstenar som leror kan bli rödfärgade. Kalkkonkretioner är sällsynta, men uppträder i olika delar av zonen. Profilen är:

- 1 784—1 788,20 m    mycket finkornig sandsten övergående till lerskiffer. Sandstenen och skiffern röd, växlande i hårdhet. Muskovit i alla delar.
- 1 788,20—1 789,0 m    grå lerig sandsten med glimmer.
- 1 789—1 796 m    röd sandsten mycket lös, och röda lerskifferar med enstaka kalkmärgelgeoder.
- 1 796—1 800 »    bruna sandstenar, delvis grovkorniga, ljusa, gulbruna till vita, starkt porösa.

Zon »f» 1 755—1 784 m.

Zon »f» är i stort sett en upprepning av zon »d» och i samma mån som »d» karakteriserad av kalkkonkretionslager och växtrester. Förutom koliga växtrester kunde characee-oogonier och fiskrester påvisas. Fiskresterna är mindre vanliga och med säkerhet kunde endast en tand av *Perleididae* bestämmas. I zonen förekommer ostracoder sparsamt. Det rör sig om en enda art, vars skal är ganska glatt och odifferentierat. Sannolikt står arten nära

»Bairdia» procera v. Seebach ur den tyska lettenkohle, fastän formen är något mera långdragen. (Fig. I A.) Av växterna bestämde fil. lic. B. Lundblad:

Cuticula F, 1769,29 m conifer, cf. Voltzia

Pollengrain b, 1769,29 m

Kalkkonkretionerna varierar i denna zon från fina oolitiska bildningar till konkretioner med en diameter upp till 2 cm (se fig. 6). En del av konkretionerna liknar kalkalger, men visar i slipprov ingen tydlig struktur.

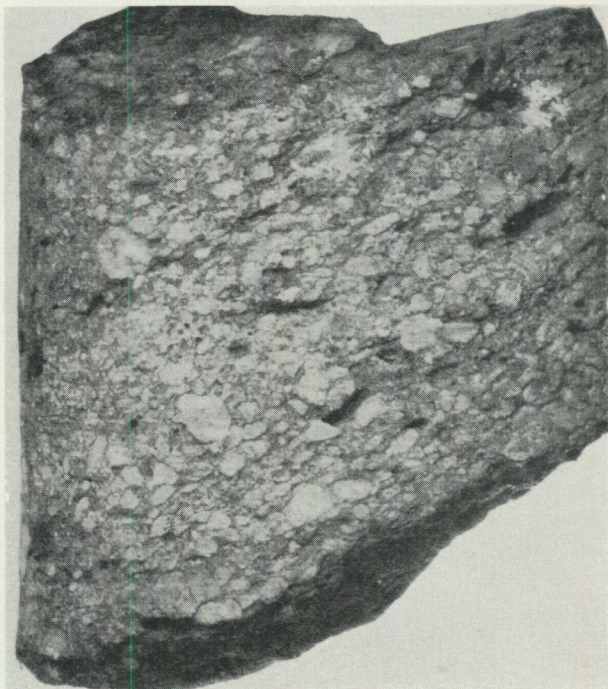


Fig. 6. Borrkärna med konkretionslager och dess stupning. Höllviken II, 1771 m.

Först. 1,5 ×.

Konkretionskaraktären, såsom koncentriska skiktningar, är i en del fall bevarad, men de flesta kornen är utan varje struktur. Mörka krustor runt enstaka bollar har observerats och sådana talar i viss mån för omlagringar. Skiktningen och stupningen är till och med i konkretionslagren mycket tydlig och stupningsvinkeln är såsom i hela serien ca 30°. I samtliga bergarter är kvartsen icke rundad, och glimmer uppträder allmänt (muskovit och biotit). Leriga sandstenar övergår i bergarter med enstaka kalkmargelgeoder och till extrem utbildning av kalkgeoder i mörk grundmassa. Växtresterna äro koliga och förekommer rikligt i alla sediment. Profilen genom högsta zonen i den grå serien är:

I 755—I 756,50 m	mörk grå lerig sandsten, med mycket glimmer.
I 756,50—I 758 »	grå kalkmärgelkonkretionslager.
I 758—I 762 »	grå finskiktad sandsten, starkt lerig.
I 762 »	40 cm kalkkonkretionslager med växtrester.
I 762—I 768 »	mestadels grå lerig sandsten, finskiktad, i början med några röda ränder.
I 768—I 769 »	kalkmärgelkonkretionslager, delvis mycket hårt; diameter av konkretioner upp till 30 mm.
I 769—I 771 »	grå finskiktad lerig sandsten, glimmerrik.
I 771—I 773,50 »	kalkmärgelkonkretionslager, delvis grå sandsten med få konkretioner; rikligt med växtrester.
I 773,50—I 784 »	grå lerig sandsten, finkornig och finskiktad, delvis med röda ränder; och grå lerskiffer.

### Övre keuper.

I 496—I 755 m.

Med övre keuper betecknas brokiga, mest röda, rödbruna och gröna bergarter som ligger över den gråa serien. Hängandet av den brokiga serien är fossilförande rät. Trots att fossil inte kunnat påvisas, ger den stratigrafiska positionen mellan kolkeuper och rät en viss rätt att anta att serien måste vara övre keuper. Formationsbeteckningen »övre keuper» har uppfattats på olika sätt. I Sverige bildar lias och rät i viss mån en enhet, som är karakteriserad av sandstenar, kollager och leror med gula, bruna, gråa och svarta färger; brokiga, intensivt röda och gröna sediment saknas, varför man kan anta att humida förhållanden rått vid bildningen av den svenska rät-lias. Denna sedimentpetrografiska enhet, (Skånes stenkolförande formation), vilken enligt svensk lärobokslitteratur (Ramsay, Geologins grunder, III upplaga) hör dels till trias- och dels till juraformationen, är tydligt skild från keupern, och anses inom vår region som en egen formationsled. Keuperns två underavdelningar, den koliga och mörka kolkeuper och den starkt färggranna, röda och gröna serien uppfattas här som övre respektive undre keuper. Bäst stämmer den svenska beteckningen »övre keuper» överens med den i England gängse nomenklaturen. I England uppfattar man rhaetic såsom en stratigrafisk enhet mellan trias och jura och de övre delarna av triasformationen under rhaetic betecknas såsom upper keuper, alltså en formation som i ålder väl stämmer överens med den i Skåne uppträdande serien »övre keuper». (Evans and Stubblefield, Handbook of the Geology of Great Britain 1929.) I Tyskland räknar man rätformationen som keuperns högsta del och faciellt skiljer sig den tyska rät mindre från de övriga keuperavlagringarna än fallet är i England och Sverige. Därför anses i Tyskland, att formationsserien mellan kolkeuper och rät är den mellersta delen av keuper eller den tyska, »Mittlerer Keuper».

Trots olika beteckningar, beroende på historiska och faciella förhållanden, motsvarar den skånska övre keupern den tyska »Mittlerer keuper» och stämmer till och med i detalj väl överens med denna.

En annan nomenklaturfråga är beteckningen kågerödsformation i stället för övre keuper. Redan på sidan 6 framhölls att Höllviksborrningens övre keuper delvis eller möjligen helt och hållet motsvarar kågerödsformationen. Kågerödsformationen såsom den hittills är känd saknar ett konkordant liggande, varför det är svårt att ange vilken del som precis motsvarar övre keupern i Höllviken. Höllvikens brokiga bergartsserie är dock så pass noga geologiskt daterad, att intet neutralt namn såsom kågerödsformationen behöver användas.

Övre keuperns uppdelning har genomförts provisoriskt med hänsyn till bergartens ändringar. Underavdelningarnas gränser är dragna mer eller mindre schematiskt; sålunda urskiljer författaren:

	c lerskifferserie
II övre delen	b sandstens- och arkosserie a sandstensserie med kalkimpregnationer
I undre delen	b dolomitisk serie a undre sandstensserie.

I stort sett bildar lösa bergarter den övre delen och hårdare kalk- och dolomit-impregnerade bergarter den nedre delen av övre keuper.

### *I. Undre delen.*

#### *a) Undre sandstensserien.*

1 691—1 755 m.

Huvuddelen av denna underavdelning utgöres av olika röda, rödbruna och gröna sandstenar, men serien är inte fri från kalkkonglomerater och lerskikt. Grundmassan är ofta karbonatisk, och själva konglomeratbollarna består mestadels av sandsten och är väl rundade. Konglomeratbankar uppträder i olika delar av profilen och visar i nedre delen vissa likheter med kalkmärgelkonkretionslager i liggandet. Ett mycket karakteristiskt konglomerat uppträder vid 1 691—1 694 m (se fig. 7). I den karbonatiska vit- till vitgrå grundmassan ligger röda, mer eller mindre välrundade konglomeratbollar. Deras diameter ligger mellan 0,5—2 cm, och är i genomsnitt ca 7 mm. Under mikroskopet ser man den karakteristiska grundmassan, mest kalkspat, med inlagrade, till största delen kantiga kvartskorn och enstaka fältspatkorn (övervägande mikroclin). Bollarna består av karbonatisk lera eller lerig sandsten, alla väl rundade, i enstaka fall visar bollarna oolitisk struktur. Detta konglomerat med kalkigt bindemedel går långsamt över i kalkiga och dolomitiska sediment i nästa serie. Seriens profil:

I 69I—I 694 m	lersandstens-konglomerat, röd.
I 694—I 707 »	röda och gröna finskiktade sandstenar ofta leriga, med enstaka mindre konglomeratlager.
I 707—I 712 »	röda och mörkt röda, sällan gröna sandstenar, leriga och finkorniga, ofta konglomeratlager eller lager med större kalkgeoder.
I 712—I 728 »	mörkröda, bruna och gröna sandstenar, mestadels leriga, fin- eller medelkorniga.
I 728—I 73I »	konglomerat med karbonatisk grundmassa.
I 73I—I 737 »	röda, (brunröda) och gröna leriga sandstenar med karbonatimpregnationer och få konglomeratlager.
I 737—I 74I »	grova konglomeratlager, (sandstensbollar, leriga bollar i sandsten eller kalkimpregnerad sandsten).
I 74I—I 755 »	röda och gröna, mestadels leriga och finskiktade sandstenar, enstaka konglomeratlager.

*b) Den dolomitiska serien.*

I 655—I 69I m.

Denna serie skiljer sig från alla hittills beskrivna genom de brecciösa, ofta mycket starkt dolomiterade bergarterna. Brecciorna visar särdrag mot de övriga vanliga sedimenten och man får den uppfattningen att borrningen råkat in i ett förkastningssystem. Men de breccierade delarna bibehåller den normala stupningen och sedimentet visar konglomeratiska strukturer och skiktväxlingar som stå i sammanhang med sedimentets bildning. Såsom redan på sidan 7 omtalades kan detta sediment ha uppkommit endast genom utlakning av salt eller gips och de bortförda ämnenas ersättning genom dolomit. Processen började under själva sedimentationen eller kort efter den, då överliggande och mellan brecciorna liggande sediment är ostörda. Seriens avgränsning mot hängandet och liggandet är icke skarp. Seriens nedre gräns lades vid det första breccielagrets uppträdande, och dess övre gräns vid breccieringens försvinnande.

Den karbonatiska grundmassan bildar i vissa skikt hela bergarten med enstaka främmande korn. I andra delar av profilen är talrika klastiska element cementerade av karbonaten. Breccielagren kan vara finkornigt leriga eller grova och karbonatiska. Kalk- respektive dolomitimpregneringar är vanliga i hela serien (se fig. 7).

Den mikroskopiska bilden är i samma mån växlande som den makroskopiska. Slipprov av en brokig sandsten med lerinlagringar visade kantiga korn, mest kvarts, fältspat (övervägande mikroklin), sällan accessoriska mineral, bollar av lera, välkristalliserade partier av kalkspat; hämatitiska krustor färgar delar av bergarten röda, och lerpartier färgar andra gröna. En mera finkornig sandsten med lerig grundmassa, innehöll kantiga kvarts- och mikroklinkorn, men motsvarande dess mindre kornstorlek innehöll den

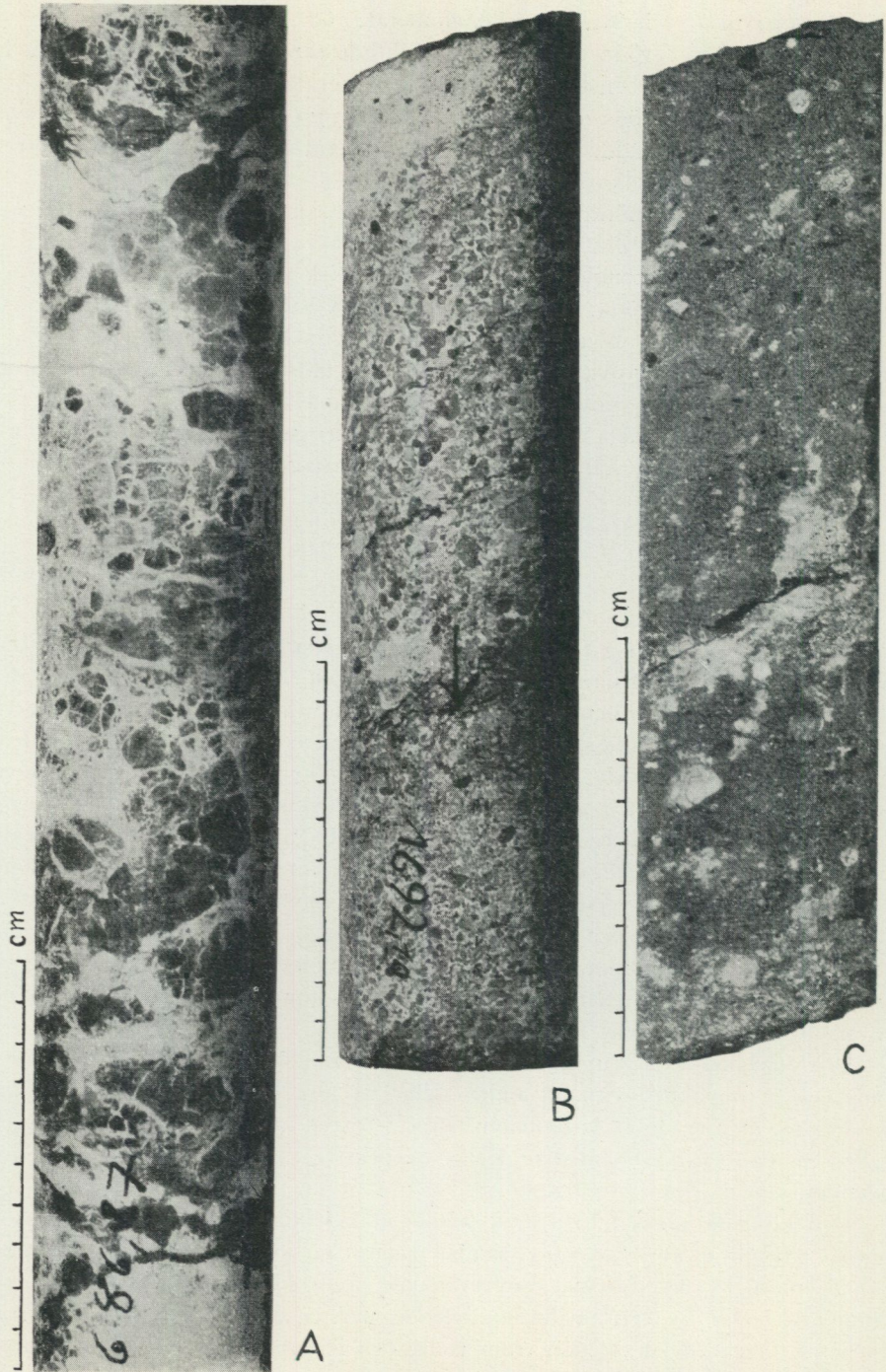


Fig. 7. Borrkärnor från övre keuper, Höllviken II. A. breccia med karbonatisk grundmassa, 1 686 m  
 B. konglomerat av lersandstensbollar, 1 692 m. C. röd grovkornig arkos med stora fältspatkorn,  
 1 603 m.

mera fina glimmerfjäll, zirkon- och apatitkorn. Karbonatiska geoder eller impregneringar bestod av en finkornig hämatitisk grundmassa som är mycket tät och homogen, i vilken enstaka kvartskorn är inströdda.

Den karbonatiska bergarten är ytterst besvärlig att definiera mikroskopiskt. Grova kristallina kalkspatpartier innesluter kvarts- och fältspatkorn, eller också är hela den karbonatiska delen ytterst finkornig, ofta lerig. Geoderna kunna bli täta och strukturlösa, ibland är de koncentriskt byggda. Mindre partier visar oolitiska strukturer. I de breccierade bergarterna förekommer sparsamt flintliknande sliror, som består av en fintrådig silikatisk grundmassa med mindre kvarts- och fältspatkorn. Den silikatiska massan har ofta geodliknande struktur, och geoder kunde ibland uppvisa ett litet centralt hålrum, helt eller delvis utfyllt med nybildningar av kvarts. I stort sett visar den makroskopiska bilden av de brecciösa partierna mera än den mikroskopiska. I vissa slipprov ligger sammanhängande eller breccierade bollar av röd, lerig eller karbonatisk grå sandsten, oregelbundet i den karbonatiska grundmassan, som utfyller alla sekundära sprickor. Bollarna är ofta starkt sönderkluvna och sprickor genomtränger dem i alla riktningar. Delar av enstaka bollar är förskjutna mot varandra. Bredvid strukturlösa bollar uppträder sådana som är koncentriskt byggda eller uppvisar mikroskopisk oolitisk struktur. Karbonatmassan är dolomitisk med ca 20 %  $MgCO_3$ .

I nästan hela den mellaneuropeiska keupersänkan följer på undre keuperns sandstenar dolomit, gips, salt och märgelavlagringar och i sänkans bevarade randområden förekommer breccior, som liknar de här beskrivna. För alla dessa regioner är alltså en växling mellan kemiska och klastiska sediment karakteristiska. Därför möter det inga hinder att korrelera den här uppträdande dolomitiska brecciösa serien med gipskeuper i Mellaneuropa. Profilen:

- |               |   |
|---------------|---|
| I 655—I 663 m | grov och finkornig sandsten, röd, brunröd och sällan grön, med kalk respektive dolomitimpregneringar. Några mindre konglomeratlager.                          |
| I 663—I 671 » | ljusa och röda kalk- respektive dolomitimpregnerade sandstenar, mycket hårda. Till största delen konglomeratiskt utbildade med talrika brecciösa mellanlager. |
| I 671—I 675 » | kalkiga respektive dolomitiska sediment med sandinblandningar eller konglomeratbollar av sand eller lera. Färgen vit, gul, röd, brun och grön.                |
| I 675—I 683 » | samma bergarter, men genomgående brecciösa eller konglomeratiska.   |
| I 683—I 691 » | gröna konglomerat och sandstenar med och utan karbonatimpregneringar.   |

## II. Övre delen.

## a) Sandstensserie med kalkimpregneringar.

I 604—I 655 m.

Med den brecciösa och konglomeratiska gips-keupern försvinner emellertid karbonatens uppträdande i bergarten. I den allmänt sandiga bergarten förekommer kalkimpregnerationer såsom förut, men spelar en mera underordnad roll. Man kan observera impregneringarnas avtagande tendens mot hängandet. Principiellt förekommer kalkig eller dolomitisk sedimentation i viss utsträckning i alla delar av keuperprofilen, åtminstone i form av geoder. Såsom i de hittills beskrivna delarna av triasprofilen är det inte möjligt att urskilja en fast gräns mellan denna underavdelning och hängandet. Gränsen drages vid ett markant lager som genom sin egenartade utbildning är lätt att igenkänna. Detta lager består av en konglomeratisk anhopning av grova fältspat-, kvarts- och gnejsbitar. De grova mikroklinkornen visa nästan inga spår av vittring.

Sandstenarna som bildar huvudmassan av profilen varierar i färg och kornstorlek, deras färger är röda eller gröna, och medel- eller finkorniga sediment dominerar genomgående. Sandkornen är mycket litet rundade, kvartsen överväger i bergarten, men mikroklinfragment är icke sällsynta. Plagioklas kunde inte med säkerhet konstateras. Accessoriska mineral, såsom glimmer, zirkon och apatit uppträder sparsamt, men saknas sällan. De karbonatiska partierna i bergarten är mer eller mindre täta eller kristallina, och enstaka koncentriskt byggda bollar och ooliter uppträder i de mera massiva kalkiga delarna. Kalken (med mindre halter av  $MgCO_3$ ) uppträder dels som bindemedel i sandstenarna, dels utbildad såsom geoder med få centimeter i diameter och upp till nävstora bollar. Konglomeraten bestod av sandstens- eller lerbollar från djupare delar av samma profil. Sådana lager kan förklaras endast genom antagandet att redan sedimenterade partier av samma serie blivit utsatta för ny erosion eller att de kort efter bildningen igen blivit förstörda och resterna på nytt sedimenterade. Detta sista verkar mera sannolikt och måste vara en vanlig företeelse under keuperens sedimentation. Lerskikten växlar med sandstenar och rena lerbollager. Avdelningens profil:

- |               |  |
|---------------|--|
| I 604—I 626 m | röda och gröna sandstenar, mestadels finkorniga med kalkimpregnerade ränder. Bergarten växlande hård och lös. Lager med geoder sällsynta.                      |
| I 626—I 642 » | röda, gröna eller fläckiga sandstenar med starkt kalkimpregnerade lager. (Karbonaten ca 50 % av lagret). Sällan lager med grova sandkorn (diameter till 3 mm). |
| I 642—I 646 » | konglomeratisk och kvartsitisk sandsten.   |
| I 646—I 655 » | sandstenar, omväxlande hårda och lösa. De hårda delarna konglomeratiska och kalkimpregnerade med starka anhopningar av fältspat.                               |

## b) Sandstens- och arkosserien.

I 528—I 604 m.

Bergarter av denna underavdelning utmärker sig genom en hög halt av fältspat. Större delen av bergarten är fin- eller grovskiktad och ofta ganska lös. Konglomeratlager är bundna till vissa horisonter som utmärker sig genom en större hårdhet. Underavdelningens övre del blir lerig och sandstenarna har genomgående en lerig grundmassa, varigenom en övergång till keuperprofilens högsta lerskifferserie markeras. Seriens färg är mestadels röd eller rödbrun, men också intensivt gröna toner tillhör seriens normala färgskala. Den mikroskopiska sammansättningen skiljer sig icke stort från de tidigare beskrivna. Påfallande är fältspatanhopningarna i seriens nedersta del (se fig. 7). De kantiga, ofta 1 cm stora mikroklin- och pertitkornen överväger i proverna, bredvid dem uppträder sönderbrutna och kantiga kvartskorn, även starkt vittrade plagioklaser förekommer. I enstaka fall är gnejs och pegmatitbitar inbäddade i sedimentet. Bindemedlet är en grovkristallin kalcit, som spelar en kvantitativt underordnad roll. Glimmerfjäll och accessoriska mineral är mycket sällsynta, men enstaka bitar av skriftgranit kunde observeras. I de finkorniga sandstenarna dominerar kvarts, även fältspat är vanlig. De enstaka mineralkornen är sällan rundade. I de kända blottningarna och borrningarna i kågerödsarkosen i nordvästra Skåne (sammanställda och beskrivna av Troedsson) förekommer som i Höllviken enstaka konglomeratlager, med mindre regional utbredning. Därför är dessa konglomeratlager inte användbara som ledhorisonter. I Höllviken börjar serien med grov, arkos, lös sandsten med mindre konglomeratbankar och kalkimpregneringar. Ett hårt konglomerat skiljer en nedre från en övre lös sandstensgrupp.

Hela denna avdelnings utbildning stämmer bra överens med de kända blottningarna av kågerödsarkosen vid Kågeröd, Ottarp, Bälteberga, Kävlinge och andra. Analysen från sådana blottningar, t. ex. vid Bälteberga, ger enligt Hadding 1927 en halt av 34,9 %  $\text{CaCO}_3$ . En väsentlig skillnad mellan den nordväst-skånska förekomsten och Höllviken är i denna avdelning konglomeratbollarnas sammansättning. I nordvästra Skåne består mer än 50 % av bollarna av gnejs, diabas, kambriska sandstenar och siluriska skiffrar (Hadding 1927, Troedsson 1942). Alla sådana block saknas här och konglomeratblocken är sandstenar ur själva kågerödsformationen, endast enstaka gnejsbitar förekommer. Detta beror därpå att denna formation i nordvästra Skåne blev avlagrad inom sedimentbäckenets randområde, medan de motsvarande konglomeraten i Höllvikens profil bildades på större avstånd från de blottade praemesozoiska bergarterna.

I 528—I 531 m      grön lerig sandsten, delvis grovkornig lös sandsten, konglomerat med bollar av kvarts och gnejs, delvis med kalkimpregneringar.

- 1 531—1 536 m    lös sandsten, och konglomerat med bollar av kvarts och gnejs, delvis med kalkimpregneringar.
- 1 536—1 543 »    röda och gröna sandiga lerskiffrar med mindre mellanlager av grova sandstenar och enstaka kalkgeoder.
- 1 543—1 555 »    växellagring mellan fina och grova sandstenar och lerskiffrar. Mindre konglomeratlager vid 1 545,80, 1 549,50 och 1 550,50 m. Färgen röd och grön, hårdheten växlande, ofta lös sand.
- 1 555—1 558 m    leriga sandstenar, lerränder, kalkkonkretioner och brecciosa lager.
- 1 558—1 568 »    lösa sandstenar med mindre mellanlager av lerskiffer.
- 1 568—1 573 »    hårda grova sandstenar, breccior och konglomerat med rundade bollar.
- 1 573—1 596 »    lösa sandstenar, delvis kalkimpregnerade, med enstaka hårda bankar och ett konglomerat vid 1 585 m.
- 1 596—1 604 »    röd grovkornig arkos med centimeterstora fältspat- och kvartskorn i kalkig grundmassa.

Seriens stupningsvinkel är liksom liggandets ca 30°.

### c) Kågerödslerskiffer.

1 496—1 528 m.

Troedsson har 1942 redogjort för en typisk avslutningsserie av kågerödsformationen, nämligen dess lerskiffriga sediment, den så kallade kågerödslerskiffern. I Höllvikens borrhål påträffades samma serie och dess mäktighet är ganska lik de beskrivna förekomsterna från nordvästra Skåne. Lerskifferns övre avdelning i Höllviken är rödfärgad och innehåller talrika kalkiga konkretioner, som kan nå upp till nävstorlek. Den undre delen är mera grönfärgad och röda lager uppträder mindre ofta än i övre delen. Alla lerlagren innehåller kvartssand, i övre delen är sandhalten ganska obetydlig.

#### Profilen:

- 1 496—1 514 m    röd lerskiffer med kalkkonkretioner.
- 1 514—1 517 »    grön lerskiffer med kalkkonkretioner.
- 1 517—1 519 »    grön mörklig sandsten eller sandig lerskiffer med kalkkonkretioner.
- 1 519—1 522 »    röd lerskiffer med kalkimpregnationer.
- 1 522—1 527 »    grön lerskiffer med kalkimpregnationer och ett lager grov sand.
- 1 527—1 528 »    sandig grön lerskiffer.

Seriens lutning är ca 30° och skiktningen är mer eller mindre tydlig.

## Rät.

I 445—I 496 m.

En helt annan typ av sediment ligger över de röda och gröna keuperlagren, vilken utmärker sig genom sina gråa och gula färgtoner. Sand, sandstenar och leror växellagrar i denna serie. Hela serien är snedställd, lutningsvinkeln 15—30°, medan alla hängande skikt ligger horisontellt. Seriens övre gräns bildas av två lerlager, ett svart och ett grått, vilka inte visar någon tydlig lutning. Kärnan var här mycket ofullständig. Båge lagren innehöll fiskrester, i det övre förekom de sparsamt, i det undre mycket allmänt och tillsammans med växtrester, foraminiferer och ostracoder. Gränsen mellan rät och dess hängande drogs mellan den svarta och gråa leran. Möjligen kunde också den gråa leran tillhöra rätformationen, men hittills saknas något slutgiltigt bevis för eller emot ett sådant antagande.

Växtresterna i rätserien är bestämda och beskrivna av fil. lic. B. Lundblad (On the presence of *Lepidopteris* in cores from Höllviken II) och följande växter konstaterades:

*Lepidopteris Ottonis* (Gepp) från I 450—I 454,00 m.

*Pterophyllum ptilum* Harris.

Cuticula från *Lepidopteris Ottonis* I 480,78—I 485,44 m.

» » *Pterophyllum aequale* (Brongn). I 480,78—I 485,44 m.

B. Lundblad sammanfattade sina resultat:

»On the basis of cuticular preparations of small leaflets or microfossils, may be stated preliminary that the strata at the a depth between I 450—I 485 m in the Höllviken profile belong to the Rhaetic.»

Leran med fiskrester är svart och rik på mikroskopiskt fördelade kolpartiklar. Föreliggande fjäll, benfragment och tänder av fisk tillhöra följande species:

	känd från:
<i>Polyacrodus</i> sp	musselkalk — rät (lias?)
fjäll av <i>selachii</i>	
tänder av <i>palaeoniscidae</i>	
<i>Gyrolepis albertii</i> Ag.	övre buntsandstein-rät
» sp	» »
tänder av andra ganoidfiskar	

Faunan är betydligt rikare och fordrar en omsorgsfull speciell bearbetning. Den har triassisk karaktär, men bortsett från *Gyrolepis* cf. *albertii* är den väsentligt annorlunda sammansatt än fiskfaunan från muschelkalkkeuper. Den är rätisk, men först en omsorgsfull undersökning kan lösa frågan om den även kan representera djupaste lias, d. v. s. en övergång mellan rät och lias. *Gyrolepis albertii* är hittills inte bekant från lias

och sådana fjäll, summariskt bestämda som *Gyrolepis*, kan representera flera arter av samma släkte. Lundgren (1878) nämnde redan *Gyrolepis albertii* från rätlagren i nordvästra Skåne, men den bestämningen är mycket osäker och avbildningarna tillåter knappast en kontroll. I samma lager med dessa fiskrester förekommer foraminiferer, dels med de ursprungliga sandskalen, dels såsom pyritkärnor. Följande former kunde urskiljas:

- Glomospira
- Ammobaculites
- Agathammina
- Cornuspira (?)

Av alla dessa släkten förekommer olika arter och flera av dem är beskrivna från engelsk rät av Chapman 1895. De engelska lagren med foraminiferer har ungefär samma petrografiska utformning som motsvarande lager i Höllviken. Själva foraminiferarterna bestämde Chapman »in sensu lato», så som det vid denna tid var allmän regel. Därför får man av Chapmans faunalista det intrycket, att de olika arterna hade en utbredning från karbon till nutid. Men på Chapmans planscher kommer den speciella karaktären av den rätiska foraminiferfaunan till uttryck, särskilt genom de Agathammina-species, som Chapman sammanställde med permiska arter. Detta visar att en modern revision av denna fauna är nödvändig. Rätiska och äldre triassiska foraminiferer är med undantag av Chapmans behandling mycket sällan beskrivna och någon modern bearbetning av en sådan fauna saknas hittills.

Megasporer förekommer mycket allmänt i alla leriga lager av denna serie och påminner om sådana som Wichert (1942) avbildat på plansch 27 från tysk rät (se fig. 8).

Författaren hade redan 1946 och 1947 i profiliritningar och rapporter till överdirektör Geijer framlagt uppfattningen om dessa lagers rätiska ålder, vilken då grundade sig på seriens faciella utbildning, och dess diskordanta läge gentemot hängandet. Överdirektör Geijer visade redan i maj 1946 på Geologiska Föreningens 75-årsmöte författarens profil från Höllviken nr II med beteckningen »rät-lias (?)» för serien mellan 1 445 och 1 498 meters djup. Först genom B. Lundblads växtbestämningar och senare företagen bestämning av fisk- och foraminiferfaunan, kan dock denna åldersställning betraktas som fullt säkerställd.

Skikten över 1 445 m är mer eller mindre horisontella, men serien under denna gräns stupar mellan 15—30°. Under 1 496 meters djup, d. v. s. inom de brokiga keuperlagren, är stupningen ca 30°, så att vid den gränsen förekommer en mindre vinkeldiskordans, vilken sannolikt beror på lerans plasticitet inom rätformationen. Den växtförande serien mellan de horisontellt liggande skikten och den brokiga keupern är blott 50 m mäktig och över denna serie saknas alla de välbekanta lagren av lias, som påvisats i hela nordvästra och sydöstra Skåne. Avsaknaden av lias och yngre jurager vid Höllviken är inte en faciell företeelse. Snedställningen gör det sannolikt att

dessa delar av profilen är borteroderade. Redan vid ett tidigt skede av undersökningen jämförde författaren de sandiga och leriga lagren över keupern med den undre delen av rät—lias. Med hänsyn till att rät—lias i Skåne bildar en enhet i förhållande till keupern, blev i alla rapporter formationsbegreppet trias förbehållen sediment inom eller under den brokiga serien. I Sveriges geologiska undersöknings underdåniga hemställan om medel till efterforskande av salt och olja i Skåne  $\frac{1}{2}$  1947 (Kgl. Majt. Prop. no:

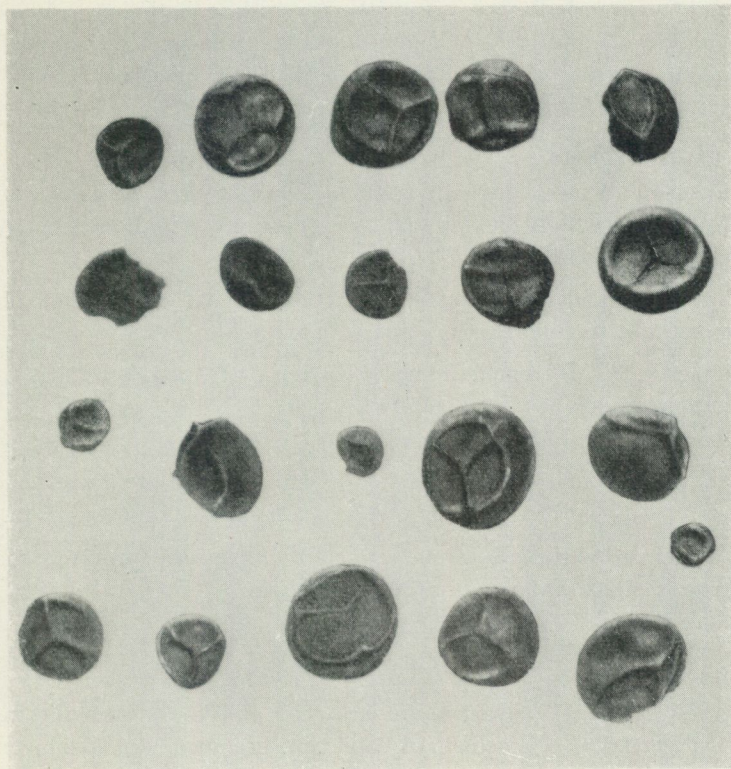


Fig. 8. Megasporer, rät, Höllviken II, 1478—80 m. Först. 23  $\times$ .

150, år 1947) lades därför övre gränsen för trias i Höllvikens profil vid 1495 meter.

Rätformationen börjar med en nästan 10 m mäktig plastisk lera. Leran är grå och var under borrningen särskilt besvärlig. Med vanlig belastning av spolvatten under borrningen (ca 16 kilo/cm<sup>2</sup>) kröp leran ca 50 m över sin övre gräns i borrhöret och först med en mycket tung spillösning, förtyngd med barytmjöl, kunde man stoppa lerans benägenhet att lyfta sig över sin ursprungliga nivå. Författaren antar att leran bildar ett slags kudde som upptog rörelsen under snedställningen av profilens äldre delar. Över leran ligger de växellagrade skikten, dels lerskifferar, dels ljusa sandstenar med mindre lermellanlager. De sistnämnda innehåller de av B. Lundblad

beskrivna växterna och dessutom uppträder enstaka kollager mellan 1 470—1 474 m. Leran med foraminiferer och fiskrester avslutar profilen.

I den form som Erdmann 1911—15 beskrev de olika rätprofilerna från nordvästra Skåne är en direkt jämförelse med Höllvikens profil omöjlig. Lagren och kolföringen växlar i utbildning och mäktighet redan på korta avstånd från varandra, och endast kolflötserna A och B användes som ledhorisonter. Genom Troedssons publikationer 1935—1940, 1943 a, b, 1947 a, b, kunde man erhålla en större stratigrafisk enhetlighet och sammanordning av de olika profilerna, men även här saknas detaljstudier för de olika rätiska profilerna. Trots detta kan man lätt igenkänna de allmänna dragen i nordvästra Skånes rätprofil så som följande schema utvisar.

Nordvästra Skåne	Höllviken II
5) Kolflötsgrupp A med hängande grå och svarta leror ofta utbildade som lerlager med kol 1—5 m.	5) Svart kollera med hängande och liggande gråa lerlager ca 5 m.
4) Sandiga lager med få lerskikt 5—30 m; mestadels 20 m.	4) Sandstenar med få lerskikt ca 20 m.
3) Kolflötsgruppen B regionalt utbildad som kollera 1—2 m.	3) Lerlager med kolränder 1—2 m.
2) Delvis svarta lerskiffrar, med få sandstenslager, ofta koliga med växtrester 10—15 m.	2) Lerskiffrar delvis svarta, få sandstenslager med växtrester och talrika megasporer ca 12 m.
1) Basala grå eller ljusgrå leror = Troedssons Vallåkraformation 10—12 m.	1) Basal lerserie (heaving shales) ca 10 m.

Denna series profil:

1 445,51—1 451,85 m	svart skifferlera med glidytor utan skiktning.
1 451,85—1 477,85 »	medelhård sandsten, grå med lermellanlager (växtrester); nedåt tilltagande lerlager mellan 1 470—1 474 m kolränder.
1 477,85—1 480,78 »	svarta och grå lerskiffrar med växtrester.
1 480,78—1 485,48 »	ljusgrå vitaktig sandsten med lerränder.
1 485,48—1 486,85 »	svart skifferlera med växtrester.
1 486,85—1 495,87 »	grå plastisk lera (heaving shales).

Alla sediment i denna serie är mycket finkorniga, kvartskornen dominerar, några fältspatkorn förekommer, men glimmerblad är mycket vanliga. Kornen är kantiga och grundmassan kalkig eller lerig.

### De tunga mineralens fördelning i de triassiska sedimenten.

I de av Danish-American Prospecting Co. företagna borrhningarna i Jylland påträffades liknande triassediment som i Skåne. Några fossilförande

lager kunde man hittills inte konstatera, och frågan om att jämföra de svenska och danska profilerna blev ganska aktuell för Sveriges geologiska undersökning. Borrningarna i Danmark är utförda med rotary borrhutrustning. Vid denna metod är kärntagningen starkt inskränkt. För att jämföra de stora dragen i profilen, försökte man med analys av tunga mineral. Sådana för praktiska ändamål företagna undersökningar inskränkte sig för vår del till enstaka prov och blott till de genomskinliga mineralkornen. Metoden var rätt enkel. Bergartsproven blev krossade och söndersmulade. Grövre korn än 0,15 mm siktades bort och återstoden separerades med bromoform (sp. vikt 2,92—2,95). Återstoden bestod av malmineral och genomskinliga mineral. De sista bestämdes och räknades av kand. O. Brotzen. För att vinna en allmän översikt räknades ca 100 korn i varje prov. Resultaten är sammanfattade i tabell fig. 9. Buntsandsteinsgruppen inklusive övergångslager visade en dominerande halt av zirkon, som kan stiga över 50 %. De koliga och kalkiga sedimenten av muschelkalk resp. kolkeuper visade en obetydlig halt av tunga mineral, och deras undersökning är planerad i samband med en mer omfattande petrografisk undersökning av hela borrhärnan. Hela brokiga serien över kolkeuper visade följande typiska fördelning: Zirkonhalten minskas till 4—10 %, däremot dominerar granat, som i de undersökta proverna gick långt över 50 %. I de högsta keuperlagren tätt under kågerödsleran steg zirkonhalten igen, och granathalten minskade starkt. Av de övriga förekommande mineralen skall särskilt diopsid nämnas. Detta mineral förekommer i alla prov och understiger inte 6 %. I ett prov ur övergångslagret till muschelkalk dominerade diopsiden och halten var nära 90 %. Mineralen härstammar säkerligen från kongadiabasen, som hittades i liggandet av kågerödsformationen i nordvästra Skåne. Apatithalten växlar starkt och de övriga mineralen såsom rutil och anatas uppträda för sporadiskt, för att man kunde draga några slutsatser om deras fördelning.

Resultaten måste anses som rent provisoriska, men ändringarna i zirkon—granathalten inom Höllvikens profil kan också konstateras i Danmarks trias (enligt muntligt meddelande av direktör A. Gregersen, Dan. Amer. Proc. Comp.).

### Undre kritan.

Såsom redan i inledningen framlagts är Höllvikens borrhåll I:s profil redan beskriven intill 1415 meters djup. Avlagringarna börjar där med sandig-leriga skikt med enstaka dåligt bevarade växtrester, som daterades såsom wealden. Däröver följer ett marint lerigt sediment tillhörande aptienbarremien, och avslutningen är gault-cenoman grönsand. Samma lagerföljd kunde påvisas i Höllviken II och endast mindre faciella ändringar observerades. Beskrivningen av undre kritans lager är här provisorisk. Den marina lagerföljden och dess fauna skall behandlas utförligare i ett annat sammanhang.

*Heavy Minerals in the Triassic Formation. Höllviken no II*

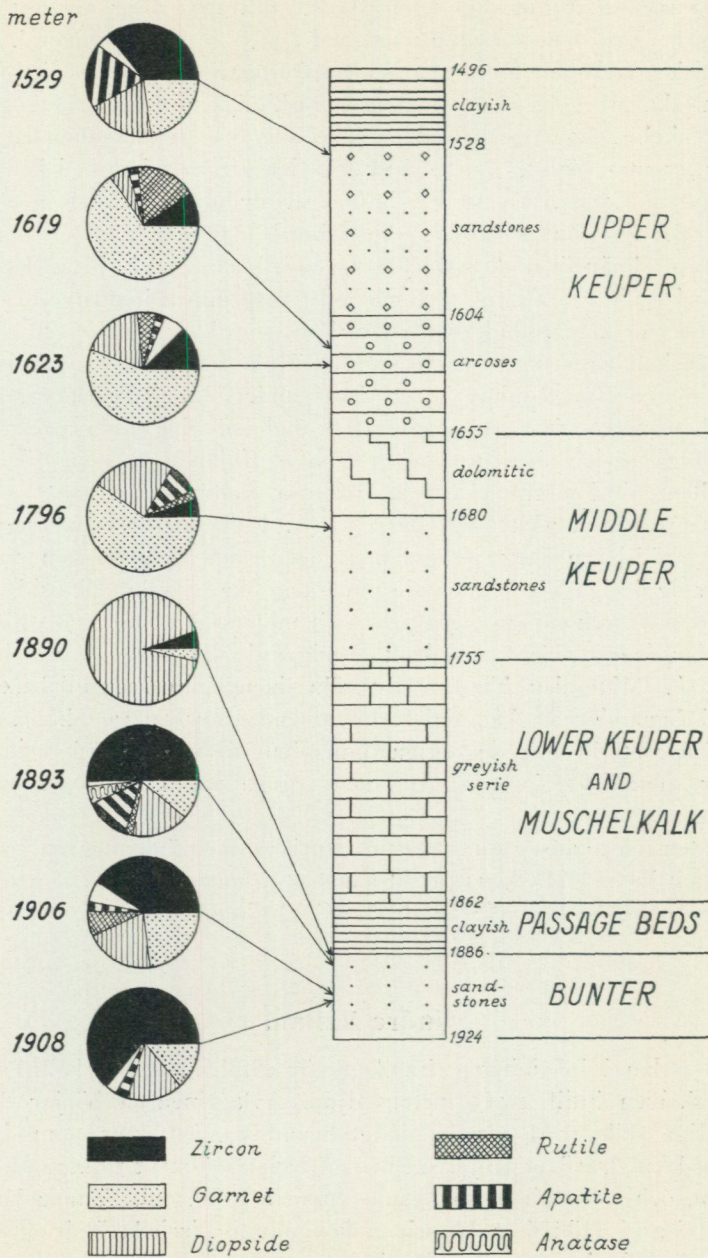


Fig. 9. Fördelningen av tunga mineral i Höllviken II:s trias.

**Wealden.**

I 274—I 445 m.

Den som wealden betecknade formationen i Höllvikens borrning nr II består av sandiga och leriga sediment. Dessa innehåller makroskopiskt mycket dåligt bevarade växtrester. I borrningen Höllviken nr I kunde bestämmas *Sphenolepidium sternbergianum*, ett fossil karakteristiskt för Europas wealden. Mikroskopiska undersökningar av cuticulæ av wealdenväxter är mycket fåtaliga, men sådana undersökningar kunde möjligtvis ge värdefulla upplysningar om wealdens flora och finstratigrafi. Lic. Lundblad hade vänligheten att provisoriskt undersöka några prov från denna serie och hittade i lager I 422,08—I 428,08 meters djup följande rester:

bladrester av ginkgofyter  
epidermis-fragment påminnande om dem hos *Sagenopteris*  
pteridofytsporer  
pollen av barrträd.

Material för mikroskopisk undersökning förekommer rikligt och bevaringstillståndet tillåter en noggrannare undersökning i framtiden.

Höllvikens borrhål nr I slutade i en ljus sandsten, som innehöll ett kraftigt konglomerat vid 1400 meters djup. I det nya borrhålet kunde samma konglomeratlager konstateras, men profilen är fullständigare och visar under den lösa sandstenen leriga bottenlager. En ca 5 meter mäktig grå lera ligger över den svarta rätiska leran med fiskrester. Dess ålder är osäker. Någon skiktning kunde inte observeras. Därför finns möjligheten att detta skikt ansluter sig till den svarta leran i rät. Däröver följer en växellagring av lerskifferar och sandstenslager. Den sista gruppen innehåller de ovannämnda växtfossilerna. Ehuru dessa växter hittills är ofullständigt kända, så talar de inte emot ett antagande att dessa lager redan tillhöra wealden. Däröver följer den lösa och ljusa sandstenen med ett typiskt konglomeratlager, som i sin position stämmer bra överens med förekomsten i Höllviken nr I. Den högsta delen av den som wealden betecknade serien bildas av växellagrande lera och sandsten. Sådan växellagring kan bli så fin att de enstaka skikten är endast millimetertjocka och motsvarar »Blättertone». Spår av gasbildning under sedimentationen i form av mer eller mindre lodräta tuber är mycket vanliga och ha redan beskrivits från Höllvikens borrning nr I. Inom den lerrandiga delen uppträder ett mindre — 5 cm tjockt — kollager och något högre upp i profilen ett mindre konglomerat. En tät lerskiffer med marina fossil bildar hängandet för denna serie.

Profilen är:

Övre delen; växellagrade ler- och sandstensskikt.  
I 274—I 283 m                      växellagrade lerskifferar och sandstenar, sandstenar  
ljusgrå och leran brunaktig.

- I 283—I 292 m mestadels lösa sandstenslager, med mindre mellanskikt av lerskiffer eller lerränder. Enstaka lerränder med växtrester.
- I 292 » en 50 cm mäktig blågrå fast sandsten, finkornig och kalkcementerad.
- I 292—I 294 » sandstenar växellagrade med lerskikt, sandstenar i enstaka fall kalkcementerade.
- I 294—I 324 » sandiga lerskiffrar, med tunna mellanskikt av sand eller sandsten, lerlagren mäktigare än sandstenslagren.
- I 324—I 328 » kalkiga och icke kalkiga sandstenar växellagrade med lerskikt. Sandsten och lerränder mer eller mindre i jämvikt.
- I 328—I 333 » sandsten och lerskiffer, med enstaka konglomeratlager. Vid I 328 m 5 cm konglomerat, bestående av bollar av siderit, sandsten, svavelkis, kolpartiklar och grundmassa av en finkornig sandsten. Därunder en ca 1 m mäktig svart kolig lera, därunder 50 cm sandsten med gastuber. Vid I 330 meters djup en 80 cm mäktig lera med enstaka konglomeratbollar.
- I 333 » 5 cm mäktigt lerigt kollager, därunder 25 cm sandstenar och lerränder med rotbotten och avgasningsrör.
- I 333—I 344 » växellagring av sandsten och lerskiffer, nedåt tilltagande mängd av sandsten.
- I 344—I 354 » sandsten, delvis mycket lös.
- I 354—I 369 » växellager av lerskiffer och sandsten.

Mellersta delen: lös sandsten.

- I 369—I 380 m sandsten, ljusgul eller grå, delvis mycket lös.
- I 380 » 40 cm kvartsitisk sandsten med konglomerat, bollar av lerjärnsten och sandsten.
- I 380—I 422 » sandsten, mest lös, vit eller ljusgrå, enstaka mindre lager av hård kvartsit. Lerränder uppträder mycket sparsamt i nedre delen av avdelningen.

Undre delen: Växellagrade lerskiffrar och sandstenar med ginkgofyter.

- I 422—I 428 m lös sandsten med mindre lerränder, nedåt lerig sandsten med växtrester.
- I 428—I 433 » lös sandsten växlande med lerskiffer och enstaka mindre kolränder.
- I 433—I 439,50 m lerig sandsten och sandstenslager växlande med lerskiffer. Riklig förekomst av växtrester.
- I 439,50—I 445,51 m mörkgrå lerskiffer utan skiktytor (kanske tillhörande rät).

**Aptien-barremien (resp. äldre marin undre krita).**

De marina lagren av undre kritan är redan beskrivna från Höllvikens borrhning nr I, men i den här behandlade profilen uppträder en något avvikande lagerföljd inom denna serie.

Höllvikens borrhning nr I visade lagerföljden:

1. 6,45 m skiktad lerskiffer.
2. 1,00 » glaukonitisk sand.
3. 3,50 » sandig lerskiffer.
4. 3,25 » svart lerskiffer med järnstenskonkretioner.
5. 0,05 » glaukonitisk lerig sandsten.
6. 0,02 » svart skiffer.
7. 0,03 » basal-konglomerat.

I skikt nr 7 fanns gott om fiskrester, i skikt 4—6 kunde några fossil konstateras, och skikten 1—3 var ganska rika på fossil: ammoniter och foraminiferer. Skikt 1 innehöll ledammoniter för aptiens två undre zoner, och därav drogs den slutsatsen att dess liggande skulle räknas såsom barremien.

Skikt 1 och 2 kunde igenkännas i profilen för Höllvikens borrhning nr II. Skikt nr 1 var mindre mäktigt, dess övre del med de mycket karakteristiska anhopningarna av globigerina saknas. Ledammoniten Parahoplites bodei förekommer mycket rikligt och foraminiferfaunan stämmer överens med den i förra borrhningen. Man måste anta att i borrhning nr II zonen med Parahoplites (Deshayesites) deshayesi är borteroderad. Skikt 2 och 3 har samma utbildning och mäktighet i båda profilerna. En belemnit förekommer i grönsanden, men tillät ingen närmare bestämning. Skikt 4 ansluter sig till skikt 3 utan någon skarp gräns. De basala lagren, vilka i Höllviken nr I är utbildade som ett mindre fosforitkonglomerat, kunde inte observeras i den andra borrhningen. I prover från 1 256—57 meters djup i Höllviken II börjar glaukonit att uppträda sparsamt och samtidigt förekommer små ooliter, som också förekommer i basallagren i Höllviken nr I. I borrhning nr II kunde de marina lagren följas ännu 17 m längre ner, utbildade som en grå lera till 1 258,63 m, därunder följer en mycket finkornig röd lera som innehåller några pyritiserade stenkärnor av gastropoder. Seriens djupaste del var en svart, sandig lerskiffer med foraminiferer.

Foraminiferfaunan är i början mycket fattig, arterna är sandskaliga och icke karakteristiska för någon bestämd formation. Mindre konkretioner av pyrit antyder att en del av foraminiferskalen blivit omvandlade till pyrit, och att faunan ursprungligen varit rikare än den nu bevarade. Att så var fallet bevisar enstaka pyritstenkärnor och sandskaliga foraminiferarter med pyritfyllda kammare. Foraminiferfaunan börjar med en enda art, en tunn, men ofta storvuxen Ammodiscus, högre upp i profilen associera sig andra sandskaliga arter till denna form. Ledfossil för hela serien uppträder först

över grönsanden i och med förekomsten av ammoniten *Parahoplites bodei*. Denna ammonit uppträder i de övre fem meterna mycket allmänt och en mindre ammonit, *Oppelia*, nära eller identisk med *O. nisoides*, är inte sällsynt. *Parahoplites bodei* visar att lagren tillhör nedre aptien. Det är sannolikt att hela den undre delen av de marina lagren tillhör barremien, men hittills kan man inte ge något slutgiltigt bevis för en sådan datering.

Enstaka tänder och benfragment från fiskar uppträdde nästan vid dessa sediments början och kan konstateras genom hela serien. 2 m under den röda leran och några m över densamma uppträder pyritiserade stenkärnor av en halv millimeter stora gastropoder. I samma lager förekommer också släta ostracoder i dåligt bevarat tillstånd. Inget av dessa fossil tillåter en närmare bestämning.

Sammanfattningen av de vunna resultaten är:

1) Den marina karaktären av lerserien mellan 1 245,60 och 1 275,21 meters djup är given genom uppträdandet av foraminiferer i hela serien.

2) Seriens övre del är kraftigare borteroderad än i borrhålet nr I. Den högsta zon, som är bevarad i borrhål nr I, saknas i borrhål nr II. Den säkert åldersbestämda delen av de marina lagren i borrhål nr II tillhör uteslutande nedre delen av aptien.

3) Lagren med basalkonglomerat i borrhål nr I motsvarar skikten vid ca 1 277 meters djup i det nya borrhålet. Lagren över denna horisont är lika i bägge borrhålen.

4) I aptien förekommer rikligt med fossil såsom:

*Parahoplites* (*Leopoldia*) *bodei*,  
*Oppelia* (*Aconeceras*) *nisoides*,  
*Ostrea*, gastropoder och foraminiferer.

5) Åldern av marina seriens nedre del är inte med säkerhet bestämbar. Några andra profiler av undre kritan i Norden är i största korthet omnämnda hos S. A. Andersen och A. Nörvang, men dessa notiser ger ingen hänvisning till våra lagrens ålder. På grund av att hängandet här är aptiens nedersta zon, finns möjligheten att denna del av profilen tillhör barremien.

Seriens hängande bildar ett kraftigt basalkonglomerat, som sannolikt tillhör gault-cenoman. Lagerföljden av den marina undre kritan är:

1 245,60—1 249,94 m	svart, lätt spaltande lerskiffer med rik fauna: <i>Parahoplites</i> ( <i>Leopoldia</i> ) <i>bodei</i> , <i>Oppelia</i> ( <i>Aconeceras</i> ) <i>nisoides</i> , <i>Ostrea</i> , foraminiferer.
1 249,94—1 251,00 »	mörkgrön, lerig glaukonit med belemnit.
1 251,00—1 252,66 »	lerig sandsten med lerjärnstenskonkretioner.
1 252,66—1 255,76 »	gulaktig sandsten med lerränder och några lerjärnstenskonkretioner.
1 255,76—1 258,63 »	grå lerskiffer med sandinlagringar och enstaka lerjärnsgeoder.
1 258,63—1 261,63 »	röd lerskiffer.
1 261,63—1 275,21 »	svart lerskiffer med enstaka sandiga partier, med få sandiga foraminiferer och fiskrester.

### Gault-cenoman.

Undre kritans högsta del utgöres av en grönsand som vilar på ett kraftigt bottenkonglomerat. Serien är fossilfattig och visar på gault-cenoman ålder. Några skikt med foraminiferer förekommer under cenomankonglomeratet. Dessutom fanns i grönsandens basalkonglomerat en pectenart, som icke var tillräckligt väl bevarad för en speciell bestämning. I analogi med liknande grönsand under cenoman och över aptien i norra Tyskland räknade författaren denna formation i profilen av borrhålet Höllviken nr I till gault och djupaste cenoman. Denna datering är också här bibehållen för samma lagerföljd.

Den enda komplettering som kan göras till formationsbeskrivningen är en redogörelse för basalkonglomeratets beskaffenhet. Denna del av profilen var i den förra borrningen nästan helt förstörd och kunde endast rekonstrueras på grund av resterna. I denna borrning är basalkonglomeratet ca 60 cm mäktigt och grundmassan består av en glaukonitisk och lerig sandsten. Bollarna är sällan över en cm i diameter, och består vanligen av väl rundade kvartsbitar, mera sällan av en sammansatt bergart av granitisk karaktär eller skiffer från de underliggande lagren. Skiffern är nästan fullständig sönderkrossad och igenkännbar endast som svarta lersliror. Enstaka konglomeratbollar förekommer även högre upp i profilen, t. ex. vid ca 1 230 m och 1 219 meters djup.

### Jämförande översikt.

År 1942 sammanfattar Troedsson sina resultat beträffande kågeröds bildningsmiljö på följande sätt. »That the Kågeröd was formed in an arid or semiarid climate as a series of fan-glomerates, deposited along a fault-line of Variscan age running NW—SE through Scania. This fault-line still forms the boundary between the Archaean and the Lower Palaeozoic (= kågeröds-formation). The rock debris was mainly derived from the Archaean and transported as mud flows into the Kågeröd basin.»

Vid denna tid var kågerödsformationen en sedimentserie, som knappast i detalj kunde jämföras med sådana i andra, mer eller mindre närbelägna områden, och dateringen stod i diskussionens brännpunkt, varför den Troedssonska bilden blott var av lokal betydelse.

Trots alla brister i varje paleogeografiskt betraktelsesätt, och de därav följande osäkerheterna vid rekonstruktionen av bildningshistorien för flera geologiskt äldre sediment, kan man dock dra vissa slutsatser när en skiktgrupp och dess regionala ändringar är kända över större områden. Den första förutsättningen för sådana slutsatser är självfallet stratigrafisk jämnåldrighet för hela den betraktade sedimentgruppen.

Den stratigrafiska bestämningen av Höllviksborrningens profil tillåter nu följande slutsatser: En del av kågerödsformationen tillhör med säkerhet

övre trias och de triassiska sedimenten från övre buntsandstein till rät bildades under mycket växlande förhållanden. Dessa förhållanden är naturligtvis inga isolerade företeelser, utan de står i sammanhang med sådana i hela nordtysk-danska regionen under samma period. Nästan alla sediment kunde jämföras med sådana i söder belägna områden och därför måste man betrakta deras bildningssätt i större sammanhang.

Från tyskt håll ha framställts utbredningskartor av vissa formationer och dess underavdelningar, som stöder sig på en mycket detaljerad kännedom av flera profiler, t. ex. i sydvästra Tyskland under trias- och juratiden (sammanställd av M. Frank 1937). Brockamp kunde på grund av nya borrhningar och allmänna geologiska och fysikaliska förhållanden rekonstruera översiktbilder av den geologiska utvecklingen i nordöstra Tyskland (Brockamp 1941), och Zwerger diskuterade Nordtysklands geologiska struktur i större djup (Zwerger 1948). Sådana geologiska sammanfattningar tillåter att jämföra Höllvikens profil med liknande lager och samtidigt kan man med viss säkerhet inordna Skånes djupare lagerföljd i en sluten bild av norra Europas mesozoiska struktur.

### Buntsandstein.

Höllvikens buntsandsteinserie motsvarar liknande sediment från Tyskland, men en säker korrelation saknas så länge man inte känner ledhorisonter. Följden av grövre sandavlagringar och lera förklarar Frank (1937) på så sätt, att de första avlagrades närmare bäckenets randområden och de senare mera i bäckenets inre delar. På liknande sätt kan man i Höllvikens djupaste del spåra randavlagringar som följes av övergångslagrets leror. Detta skulle visa på en sänkning av hela sedimentbäckenet. Antagandet av en fortskridande nedsänkning och utvidgning av sedimentbassängen under buntsandsteintiden får ett ytterligare stöd genom övergången från den neutrala sand- och lersedimentationen till utpräglade marina bildningar över den röda lerserien. Den hittills kända profilen tillåter inga slutsatser om i vilken mån sedimentationen skedde över eller under havets nivå. Den röda färgen visar på arida, resp. semi-arida förhållanden. Buntsandsteinsperiodens huvudsänkning ligger i öst-västlig riktning från västra Polen över Berlin till norra Hannover, såsom Brockamp 1941 framlade på kartan över buntsandsteins mäktigheter i nordöstra Europa. Buntsandsteins mäktighet i Danmark är inte säkert känd och hittills inte genomborrad. Antagligen finns det en möjlighet att den även där kan nå en mäktighet av 1 000 m. I sådant fall skulle det finnas en sänkningsgren från huvudsänkningsområdet i nordlig riktning. Skåne ligger under denna period närmare sedimentationsranden än Danmark och norra Tyskland, men detta hindrar inte att man kunde vänta att buntsandstein når ganska stora mäktigheter.

### Muschelkalk—Lettenkohle (Musselkalk och kolkeuper).

Fossilerna i denna serie tillåter ingen närmare korrelation med de i Tyskland kända profilerna, som är mycket detaljerat indelade och undersökta inom stora områden. I stora drag är de klimatiska förhållandena lika i Skåne och i norra Tyskland under mellersta trias. Klimatet i hela området hade blivit humit, såsom de rikligt förekommande växtresterna och den gråa sedimentfärgen inom hela området bevisar. Å andra sidan talar växtresterna i den skånska profilen för en sedimentation icke långt från kusten, som kunde ha skett antingen i sötvatten eller i havets strandområden. De redan i början av sedimentationen rikligt förekommande characee-oogonierna visar på förekomsten av grunt söt- eller saltvatten. Dessa fossil tillåter alltså ej några slutsatser om huruvida havet redan hade nått Skåne. Med en viss säkerhet kan man anta, att den gråa serien bildades under eller efter en transgression av havet. Alla oolitiska och konglomeratiska kalkmarglar kan knappast ha uppkommit i en annan miljö. Detta antagande får ett väsentligt stöd genom de talrika fiskresterna. Bland dessa fiskrester finns typiska tänder och fjäll av släkten ur ordningen Selachii, d. v. s. arter ur hajfiskgruppen. Dessa lever för det mesta i havet och de här funna arterna förekommer i den tyska muschelkalken tillsammans med marina invertebrater. De leriga röda mellanlagren i profilen tyder på ändringar i bildningsmiljön. Mindre sänkningar och upplyftningar av landet eller motsvarande framstötningar och regressioner av havet kan ha ägt rum. Sådana framstötningar och regressioner är kända från den tyska muschelkalk- och lettenkohletiden och är särskilt väl markerade inom bildningar nära stranden. Höllvikens profil räcker inte till för att rekonstruera ett detaljerat sedimentationsförlopp men sammanfattningen blir: havet nådde Skåne under muschelkalk-lettenkohletiden och bildade där en randfacies. I detta sammanhang är följande stycke av Bubnoff (Geologie von Europa, Bd. II, zweiter Teil. 1935. Physiographie des Keupers. p. 796) av intresse: »Der Boden der (unteren Keuper) Senke muss ungefähr im Meeresniveau gelegen haben, da einerseits kurzfristige aber weitverbreitete marine Ingressionen möglich waren, andererseits Senkungstendenzen durch Zufuhr von klastischem Material kompensiert wurden. So ist denn der stete Wechsel von marin, brackisch und kontinental für diesen Zeitabschnitt bezeichnend, auch faunistisch kommt er in einer Vermischung der Typen und in der Anpassung der Muschelkalkfauna an die brackischen Bedingungen zum Ausdruck. Klimatisch ist das auch deutlich, die Verhältnisse sind noch im Wesentlichen humid, doch scheint von Nordwesten die aride, bunte Facies mit Gips allmählich vorzudringen.»

Detta är alltså samma bild som kan rekonstrueras för förhållandena i våra muschelkalk- och undre keuperavdelningar.

## Övre keuper.

Vid sammanfattningen av keuperlitteraturen har Bubnoff 1935 kommit till resultatet att gips- och salthorisonterna i övre keupern knappast är av marin härkomst. Men i borrhningarna vid Kolding (S. A. Andersen) påträffades anhydritlager i en röd omgivning och samma röda miljö kunde observeras nära Rostock och Brömsenberg i Mecklenburg (Schuh 1930). Samma salinära sedimentation påvisades också i Schleswig-Holstein, och inom området vid Elbes nedre lopp genomborrades 200 m salt i keupern (Schott 1948). Gips- respektive anhydritlager och salt i keupern i Nordtyskland—Danmark—Sverige måste ha haft en så stor utbredning, att deras bildning är lättare att förklara genom regressions- och transgressionsrörelser av havet än genom uttorkning av kontinentala saltsjöar.

I Skåne måste sedimentationen och sänkningen av hela området ha hållit jämna steg. Under gipskeuperns bildning har havet sannolikt gjort mindre framstötningar, vilka sedan blivit avsnörda från öppna havet och resulterade i anhydritlager. Senare fortsatte sedimentationen i sänkingsområdet över havets nivå under arida förhållanden. Från tiden för arkoslagrens bildning över de breccierade skikten i Höllviken gäller förmodligen det Troedssonska antagandet, som citerades i början av detta kapitel s. 39.

## Rät och undre kritan.

De tektoniska rörelserna och sänkans utfyllande fortsätter i samma mån och i samma takt som förut under rät-tiden. Fortfarande ligger landytan mer eller mindre i havets nivå, vilket kan förklara havets framträngande under kortare perioder och bildningen av de växtförande bergarterna med fisk- och foraminiferfossil. Den stora skillnaden mot övre keupertiden är att förhållandena nu hade blivit humida. I sydvästra Skåne rådde under rättiden samma förhållanden som i nordvästra Skåne (jfr sammanställningen av T. Nilsson 1946 och Troedssons beskrivningar av marin fauna i Rät 1948).

Höllvikens borrhål nr II lämnade så gott som inga nya bidrag till undre kritans historia, utöver meddelandena i första rapporten. Den enda avvikelser från den hittills beskrivna profilen är den större vertikala utbredningen av marin undre krita.

## Saltvatten och oljespår i borrhningen.

Som redan nämnts i inledningen var borrhningen avsedd att undersöka salt- och saltvattensförekomster på större djup. Inga fasta saltlager kunde konstateras i den genomborrade profilen, men i flera horisonter förekom relativt stora mängder av saltvatten med stigande halt av salter mot djupet.

Oljespår påträffades vid 1890 meters djup, vilket skedde under vissa svårigheter vid borrningen. Borrningen hade nått sagda djup, då man erhöll 85 cm kärna från en borrsträcka av 1,30 m. Dess övre del bestod av en grön sandsten med röda partier, och med omlagringsytor och maskspår. Den undre delen (5 cm) bildades av lös, grovkornig sandsten. Kärnbitarna visade inga spår av olja, men spolslammet hade tjocknat och risken för att borraraggregatet skulle fastna tvingade oss att lyfta borrarverktygen. Slammets tjocknande kunde förklaras genom inströmmandet av saltvatten i borrhålet, så att lerpartiklar hastigt sedimenterades, eller genom avfiltrering av vatten från borrslammet. Under upplyftningen av borraraggregatet hade sannolikt det sega slammets förorsakat ett vakuum mellan borrhålets botten och kärnröret, så att någon olja kunde flyta ur väggen in i borrhålet och blanda sig med spolvätskan. När spolvätskan spolades ur borrhålet, hade dess ursprungliga rostbruna färg blivit mörkgrå, med talrika iriserande sliror. Spolvätskan hade typisk oljelukt, som spred sig över hela området kring borrarornet. Ca 3 m<sup>3</sup> spolvätska spolades upp, som hade denna karakteristiska färg och lukt. (Observation den <sup>28</sup>/<sub>12</sub> 1946.) Mycket små mängder av olja kunde isoleras genom destillation eller utlakning med lättbensin. De få isolerade dropparna verkade relativt tunga. Alla försök att få nya prov misslyckades, därför att en ganska koncentrerad saltlösning samtidigt med oljan hade trängt in i borrhålet. Under alla senare operationer kunde spår av olja upptäckas med hjälp av luminiscens.

Saltvatten utpträder i alla lösa sandstenar och sandlager under 1200 meters djup, men vissa täta partier skilja de olika vattenförande skikten från varandra. Dr G. Assarsson utförde de här nämnda analyserna, som visar att nästan allt vatten i borrhåll Höllviken nr II är karakteriserat av en särskilt hög halt av CaCl<sub>2</sub>. Ett enda prov från 1855 meters djup gav dock en analys med mycket ringa halt av andra salter än NaCl.

Provpumpningen från 1855 m:s djup företogs den 12—13 okt. 1946. En manometer för bestämning av avsänkningen kunde på grund av den ringa borrar diametern inte anbringas. Efter några timmars pumpning var vattnets specifika vikt konstant 1,170—1,175 vid 13—14° Celsius. Vattnet rann den <sup>12</sup>/<sub>10</sub> mycket långsamt in i röret och pumpresultatet var i början endast 300 liter i timmen, efter 38 timmars pumpning var tillströmningen något kraftigare, ca 700 liter i timmen. Den totala pumpade mängden var inte större än 15 m<sup>3</sup> på två dagar. Analysen var:

Cl .....	= 154 000 mg/l	beräkning	
SO .....	2 130		
Br <sub>4</sub> .....	40	NaCl .....	250,5 gr/l
Ca .....	900	KCl .....	1,3 »
Mg .....	650	CaSO <sub>4</sub> .....	3,0 »
Na .....	97 550	MgCl <sub>2</sub> .....	1,3 »
K .....	700		
	<hr/>		<hr/>
	255 970 mg/l		256,1 gr/l

Vid alla andra pumpresultat från skilda nivåer förekommer i vattnet en stor procent av  $\text{CaCl}_2$ .

Saltvatten uppträder mycket sparsamt på 673 m:s djup. Här tillströmmar mindre saltvattensmängder med en Cl-halt av 42 gr/liter. En analys av Ca är inte utförd. Saltvattnet strömmar till i större kvantitet först under kritans kalkserie. I denna del av profilen kunde konstateras olika saltvattensnivåer, som skiljde sig genom varierande salthalter, på så sätt att salthalten blir större med tilltagande djup, enligt följande tabell:

I 200	I 289	I 375	I 445	I 550 meters djup
124	139	149	157	174 gr/l funna värden
	(136,7)	(149)	(159)	— » beräknade värden.

Enligt dessa observationer är salthaltens ökning proportionell mot djupet. Teoretiskt skulle alltså mellan 1 200 och 1 550 m salthalten stiga med 143 mg/l per meter borrhning. Vid större djup än 1 550 m kunde ingen väsentlig ökning av salthalten konstateras. Under 1 660 m slutade all tillrinning och först vid 1 855 m:s djup uppträdde saltvatten med den förut beskrivna karaktären.

Salternas inbördes fördelning varierar obetydligt på olika borrhjup:

Cl	= 100			
	I 550 m	I 445 m	I 289 m	I 200 m
Na + K	41	40,0	40,0	40,5
Ca	20	20,5	21	18,5
Mg	0,85	0,6	1,2	1,5

Vattnets tillrinning var vid 1 289 m:s djup så stor att vid pumpning av 6 000 l/tim. ingen sänkning av vattnets normala nivå kunde konstateras. Vid 1 443 meters djup kunde avsänkningen mycket noggrant observeras. Produktionen var ca 5 000 liter/tim. Vattnets yta stannade normalt 47 m under markytan, under pumpningen sjönk vattenytan blott 4,35 m. Detta betyder en produktion av inte mindre än 1,13 m<sup>3</sup> vatten för varje meters sänkning av vattenytan. (Under pumpningen i Höllviken visade det sig att vattnet stod under artesiskt tryck och under sådana förhållanden kan man räkna med en konstant ökning av produktionen för varje meter sänkning av vattenytan.) Provpumpningen pågick 7 timmar d. v. s. hela resultatet av denna pumpning var 35 m<sup>3</sup>.

Resultaten av pumpningen vid 1 631 meters djup visade nästan lika gynnsamma siffror, endast med den skillnaden att vattenytan låg ca 60 m under markytan. Produktionen var 3 000 liter/tim. och sänkningen av vattenytan ca 5 m, så att kapaciteten var 600 liter/tim. per meter sänkning.

Senare pumpningar i större djup än 1 550 m lämnade obetydliga mängder vatten med nästan samma salthalt. Detta kan förklaras med att saltvatten strömmade från högre nivåer genom otätheter i beklädnadsrören.

Vid borrhningens avslutning perforerade man beklädnadsrören på 1 500 m:s djup. Därefter propumpades och resultaten var ganska lika de tidigare.

## Summary.

The geological results of the deep-borings at Höllviken.  
Part II Lower Cretaceous and Trias.

In 1945 the author published a first report on the geology as exposed during drilling operations at Höllviken, Scania, in the south of Sweden. The drill-hole Höllviken I was sunk to a depth of 1 415 m, Höllviken II to 1 201 m. Neither hole penetrated anything but the Cretaceous.

During the drilling period 1945—47 the drill-hole Höllviken II was deepened to 1 923,76 m. The work — diamond core drilling — was carried out by the Swedish Diamond Rock Drilling Co, Stockholm. The cores proved very suitable for studies of the Lower Cretaceous, the Rhaetic and the Trias, and end in the Bunter. The diameter of the hole is about 60 mm at a depth of 1 900 m, and the geological staff recommended that we cease boring at 1 923 m.

The geological determination of the Lower Cretaceous was facilitated by fossils of a marine character occurring in its upper part and by fossil plants in the lower. Both parts were easy to correlate with the Lower Cretaceous of Höllviken I.

Between the Lower Cretaceous and the Triassic formations there is a considerable gap at Höllviken, and all the Triassic layers dip 20—30°, while the overlying beds are more or less horizontal.

The geological ranges of the Trias were established by two series of fossils. The upper one, directly below the Cretaceous, contains plants, fish remains, and foraminifera. B. Lundblad determined the plant-fossils and found remains of *Lepidopteris Ottonis*, the index-fossil typical of the Rhaetic. The uppermost layer of the inclined group — a coal clay — contains some foraminifera and fish remains — fossils of a Triassic character, which demonstrates that no Jurassic layers are preserved in the Höllviken profile. Below the sand and clay series of the Rhaetic follow strongly coloured sandstones, clays and arkose rocks without any fossils. The range of the layers is shown by the underlying greyish series of sand, clay and calcareous concretions with ostracoda, fishes and plant fossils. The fishes are typical of the Trias and bear a general resemblance to those from the Muschelkalk and the Lowest Keuper in Germany. The plant fossils are very badly preserved but they, too, indicate middle Triassic age. The series between the Rhaetic and the Lower Keuper must consequently be correlated with the Upper Keuper. The deepest part of the profile seems to be Bunter. This part is composed of reddish and greenish clay and sandstones resembling the beds over the grey series. This series does not either contain any fossils.

A detailed stratigraphical profile is given in Pl. 1. It shows the general conformity of the Swedish and the German Trias. Our knowledge of the Lower Trias in Sweden is too incomplete to allow of detailed comparisons. The Muschelkalk and Kolkeuper series are thinner and less completely sedimented in Sweden than in Germany. The explanation may be that the marine transgressions near the old Scandinavian massif were but temporary and that the succession of sediments is less complete than in the centre of the Triassic basin. This was a region permanently covered by the sea. Above the marine series at Höllviken follows a dolomitic and brecciated stage, brought about by the leaching of primarily saline rocks,

such as salt and gypsum. This stage must be correlated with the German Gipskeuper. The next series is the Keuper clay series, which in all respects resemble, on the one hand the German Steinmergel and, on the other, the Kågeröd arkose and Kågeröd clay series, well known from the outcrops in north-western Scania.

The stratigraphic succession in the Rhaetic is the same as in the coal measures series in north-western Scania. The author has tried to divide this series into five zones.

The Cretaceous at Höllviken II is similar to the section of Höllviken I already described. The series begins with clays and sandstones characterized by plant fossils as Wealden. Conglomerate layers occur at Höllviken I and II and are quite comparable. A marine clay series over the Wealden contains arenaceous foraminifera and fish remains. Its thickness is 17 m greater than at Höllviken I; its age seems to be Barremian. Generally these clays are greyish, except 3 m in the middle, which are reddish.

The upper part of the Lower Cretaceous does not differ from the profile at Höllviken I and contains Aptian and Gault-Cenomanian.

The sedimentation of the Mesozoic in the Scanian regions is near the border of the Scandinavian massif. The sediment basin dips very steeply away from the massif and the deepening of the basin would seem to have proceeded successively as it filled with sediments. Consequently the basin may have been filled partly above the sea level, partly the basin may have been transgressed by the sea for brief periods. It is not known for certain just what were the circumstances during the sedimentation of the Lower Trias; the grey series of the Middle Trias was deposited below sea level, but near the coast line, as is demonstrated by the plant fossils.

The dolomite and saline series of the Upper Keuper may have been deposited in lakes in desert regions, but the large regional extension of these types of sediments in the same zone from Central Germany to North Germany, Denmark and Sweden makes it appear more possible that the sea transgressed and regressed during a period of extremely arid climate. The uppermost part of the Keuper was sedimented in a large syncline above sea level, characterized, as it is, by its residual conglomerates and arkoses.

The greyish and blackish clays with plant remains and coal beds in the Rhaetic seem to have been deposited above the sea level. But the foraminiferal fossils in the Höllviken profile and the occurrence of marine molluscs in the same beds in the north-west of Sweden demonstrate that this series was also deposited below sea level during a period of transgressions and regressions.

The last chapter is a description of the findings of oil and brines. Oil traces occurred in a much coagulated mud at a depth of 1 890 m. The drilling bit became stuck in the mud, and while the bit was being raised from the hole, so that the oil could run into the well. Mud pumped out from the well was very black in colour and smelled strongly of oil. The small diameter of the well did not allow more traces and samples of the oil to be obtained.

Brines flowed into the well at various depths. All water was artesian and its piezometric surface was only 25—60 m below the real surface. Cemented casings were inserted for control purposes, and it was observed that the brine came from various horizons and contained a varying content of salt. The horizons are shown in the general profile, Table 1.

From the top of the Lower Cretaceous to the uppermost Keuper the content of salt increases from 125 g/l to 180 g/l. The contents of Na and Ca are more or less constant, Na : Ca = 2 : 1. An analysis of this type of brine was given by the author in 1945, in greater detail by G. Assarsson in 1949.

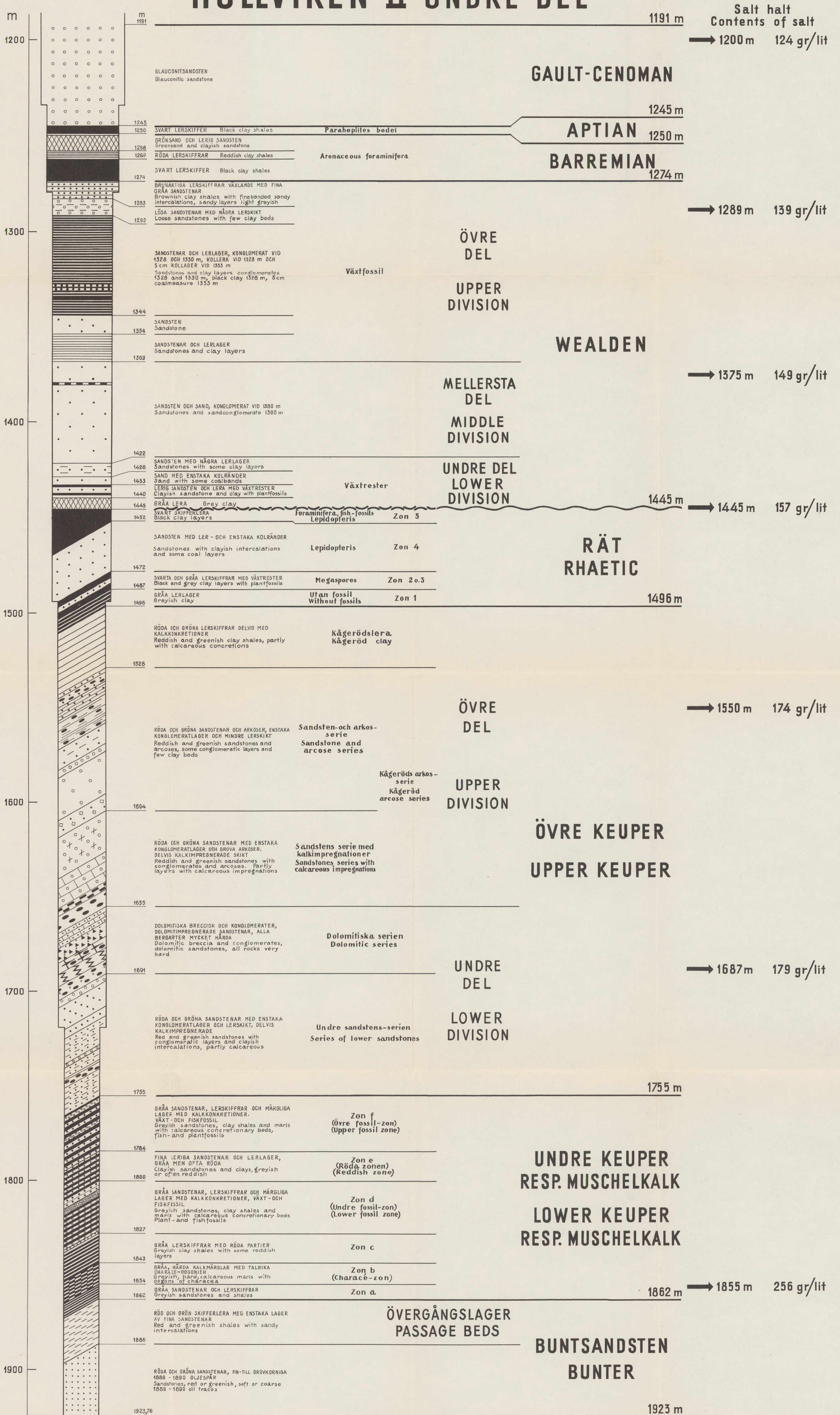
At a depth of 1 855 m there occurs another type of brine. The water was almost free from  $\text{Ca Cl}_2$ , but held some  $\text{Ca S O}_4$ . The content of salt was almost 256 g/l, most of it was Na Cl (250 g/l).

## Litteratur.

- Andersen, S. A.: Det danske Landskabs Historie. 2. Udgave, Vol. 1. København 1944.
- Assarsson, G.: On the Winning of Salt from the Brines in Southern Sweden. S. G. U. Ser. C, nr 501, 1949.
- Brockamp, B.: Zum Bau des tieferen Untergrundes in Nordost-Deutschland. Jahrb. Reichsstelle f. Bodenforschg. Bd. 61. 1940.
- Brotzen, F.: De geologiska resultatet från borrhningarna vid Höllviken. Del I. Kritan. S. G. U. Ser. C, nr 465. 1945.
- von Bubnoff, S.: Geologie von Europa. Zweiter Band. Teil I. Berlin 1935.
- Chapman, F.: On Rhaetic Foraminifera from Wedmore, in Somerset. Ann. & Mag. Nat. Hist. Vol. XVI, Serie VI 1895.
- Erdmann, E.: De skånska stenkolsfälten och deras tillgodogörande. S. G. U. Ser. Ca, No. 6. 1915.
- Frank, M.: Paläogeographischer Atlas von Südwestdeutschland. Mitt. Geol. Abt. d. Würt. Statist. Landesamtes. Nr. 17. Stuttgart 1937.
- Geijer, P.: Sökandet efter salt och olja i Sverige. Vetenskapen just nu. Stockholm 1945.
- Hadding, A.: The pre-quatertiary sedimentary rocks of Sweden. I. A survey of the pre-quatertiary rocks of Sweden. II. The paleozoic conglomerates of Sweden. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2. Bd. 23. Nr. 5. 1927. III. The paleozoic and mesozoic sandstones of Sweden. ibd. Avd. 2. Bd. 25. Nr. 3. 1929.
- Krause, P. G.: Die Tiefbohrung Tilsit-Waldhof etc. . . . Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. Bd. 59. 1938.
- Lundblad, B.: Microbotanical studies of cores from Höllviken, Scania. S. G. U. Ser. C, nr 506. 1949.
- On the presence of Lepidopteris in cores from Höllviken II. S. G. U. Ser. C, nr 507. 1949.
- Nilsson, T.: När de skånska stenkolen voro levande. Kullens hembygdsfören. Årsskr. 1946.
- Nörvang, A.: Marine Lias in Jutland. (A preliminary notice) Medd. Dansk Geol. Foren. Bd. 11. H. 1. 1946.
- Oertle, G. F.: Das Vorkommen von Fischen in der Trias Württembergs. Neues Jahrb. f. Miner. etc. . . . Beilageband LX. Abt. B. 1928.
- Schmidt, M.: Die Lebewelt unserer Trias. Oehringen 1928.
- Nachtrag 1938. Oehringen 1938.
- Schott, W.: Erdöl und Erdölhoffigkeit in Schleswig-Holstein. Erdöl und Kohle Sg. 1. 1948.
- Schuh, F.: Isonomalenkarte der magnetischen Vertikalintensität von Mecklenburg. Mecklenburg. geol. Landesanst. Rostock 1934.
- Tiefbohrung Brömsenberg. Mitt. Mecklenburg. geol. Landesanst. H. XXXIX. Neue Folge iv. Rostock 1930.
- Stille, H.: Zur Stratigraphie der deutschen Lettenkohlengruppe. Jahrb. kgl. Preuss. Landesanst. Geol. f. 1908. Bd. XXIX. T. I. Berlin 1909.

- Troedsson, G.: Några geologiska resultat från de senaste årens djupborrningar i nordvästra Skåne. G. F. F. Bd. 57. 1935.
- En borrprofil genom kågerödsformationen vid Skråmberga i Skåne. G. F. F. Bd. 50. H. 3. 1938 a.
- On the sequence of strata in the raetic-liassic beds of NW Scania. G. F. F. Bd. 60. H. 3. 1938 b.
- Om Höörs sandsten. G. F. F. Bd. 62. 1940.
- Bidrag till kännedomen om kågerödsformationen i Skåne. G. F. F. Bd. 64. H. 3. 1942.
- Om rät och lias vid Vallåkra. G. F. F. Bd. 65. H. 3. 1943 a.
- Till »keuperens» historia i Sverige. ibd. 1943 b.
- Om gränsen mellan rät och lias i Skåne. ibd. 1943 c.
- De kolförande bildningarna vid Stabbarp. G. F. F. Bd. 69. 1947 a.
- Berggrunden inom Hälsingborgs stad. ibd. 1947 b.
- Om fynd av rätiska fossil i Skåne. ibd. Vol. 70. 1948.
- Wicher, C. A.: Neues aus der angewandten Mikropaläontologie. (Buntsandstein, Senon, Tertiär.) Petroleum, Jahrg. XXXIV. Nr. 33. 1938.
- Praktikum der angewandten Mikropaläontologie. Berlin 1942.
- von Zwerger, R.: Der tiefere Untergrund des westlichen Peribaltikums. Abh. d. Geol. Landesanst. Neue Folge. H. 210. Berlin 1948.
-

# HÖLLVIKEN II UNDRE DEL



Årsbok 43 (1949)

N:o 504 BJÖRSJÖ, N., Israndstudier i södra Bohuslän. Med 2 kartplanscher. Summary: Studies of marginal deposits and of ice borders in South Bohuslän. 1949	5,00
» 505 BROTZEN, F., De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del 2: Undre kritan och trias. Med 1 plansch. Summary: The geological results from the deep-borings at Höllviken. Part. 2: Lower Cretaceous and Trias. 1950	2,00
» 506 LUNDBLAD, BRITTA, De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del 3: Microbotanical studies of cores from Höllviken, Scania. With 2 plates. 1949	1,00
» 507 LUNDBLAD, BRITTA, De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del 4: On the presence of Lepidopteris in cores from »Höllviken II». With 1 plate. 1949	1,00
» 509 KOCZY, F. F., The thorium content of the Cambrian alum shales of Sweden. 1949	1,00
» 510 THORSLUND, PER, Notes on Kootenia sp. n. and associated Paradoxides species from the lower middle cambrian of Jemtland, Sweden. With one plate. 1949	1,00
» 512 HJELMQVIST, S., The titaniferous iron-ore deposit of Taberg in the South of Sweden. With one plate. 1950	3,00
» 513 LUNDEGÅRDH, P. H., Aspects to the geochemistry of chromium, cobalt, nickel and zinc. 1949	2,00
» 514 GELJER, PER, The Rektor ore body at Kiruna. With one plate. 1950	1,00
<b>Ser. Ba.</b>	
N:o 13 Berggrundskarta över Stockholmstrakten upprättad av N. Sundius. 1:50 000. 1946	7,00
Beskrivning till berggrundskarta över Stockholmstrakten av N. Sundius. 1948	3,00
» 14 Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström 1:400 000. Mellersta bladet, tryckt 1947	10,00
Södra bladet, tryckt 1948	10,00
Norra bladet, tryckt 1949	10,00
<b>Ser. Ca.</b>	
N:o 35 GELJER, PER och MAGNUSSON, N. H., De mellansvenska järnmalmernas geologi. Med 56 tavlor. 1944	25,00
» 36 VON ECKERMANN, H., The Alkaline district of Alnö Island (Alnö alkalina område). With 60 plates. 1948	10,00
<i>Rapporter och meddelanden i stencil</i>	
1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1—2. 1931 (Kartorna utgångna)	15,00
2. Sveriges lodade sjöar. Sammanställning av K. E. Sahlström 1945	3,00
3. Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940—48 av O. H. ÖDMAN Med 4 kartor	4,00