

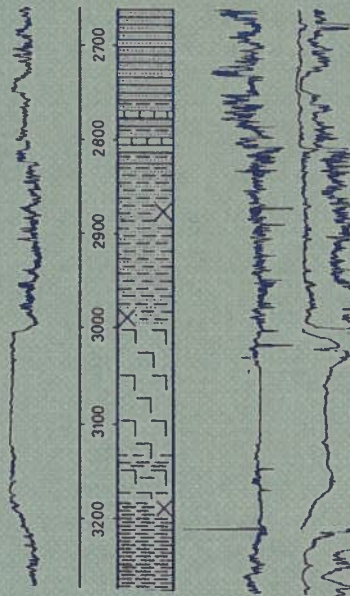
DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

III. Række. Nr. 39

Geological Survey of Denmark . III. Series . No. 39

Dybdeboringen Rønde nr. 1 på Djursland

The deep test well Rønde No. 1 in Djursland, Denmark



I kommission hos C. A. Reitzels Forlag . København 1971

DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

III. RÆKKE. NR. 39

Geological Survey of Denmark. III. Series. No. 39

Dybdeboringen Rønde nr. 1 på Djursland

Resultaterne af de geologiske undersøgelser

Af

Leif Banke Rasmussen, Arne Dinesen, Svend E. Henriksen,
Inger Bang, Erik Stenestad, Arne Buch, Ole Bruun Christensen,
Olaf Michelsen og Fritz Lyngsie Jacobsen

Red. af Leif Banke Rasmussen

English summaries

The deep test well Rønde No. 1 in Djursland, Denmark

The results of the geological investigations

I kommission hos

C. A. REITZELS FORLAG

KØBENHAVN 1971

D. G. U. III. rk. nr. 39
»Dybdeboringen Rønde nr. 1 på Djursland«
er sat med Monotype Times
og trykt i 2000 eksemplarer hos
Andelsbogtrykkeriet i Odense.
Klicheerne er udført af Tutein og Koch.
Papir: Ekstraglittet 605, 125 g fra
a/s De forenede Papirfabrikker.
ISBN 87 421 0619 2

Med 1 tavle
i lomme bag i bogen
With 1 plate

INDHOLD

CONTENTS

	Side
Abstract.....	4
Forord.....	5
Boretekniske udtryk anvendt i teksten.....	7
<i>Leif Banke Rasmussen</i> : Rønde nr. 1. Oversigt over boringens historie og geologiske resultater.....	9
<i>Rønde No. 1. Summary of the history of the boring and the geological results.....</i>	22
<i>Arne Dinesen</i> : Skylleprøvernes dybdeangivelse i Rønde nr. 1.....	33
<i>Depth figures of the ditch samples in Rønde No. 1.....</i>	34
<i>Svend E. Henriksen</i> : Bestemmelse af borehulsafvigelse, laghældninger og temperaturgradient i Rønde nr. 1.....	35
<i>Determination of deviations, dips, and temperature gradient of Rønde No. 1.....</i>	45
<i>Arne Dinesen</i> : Kvartær og eocæn i Rønde nr. 1 (7–ca. 60 m).....	47
<i>Pleistocene and Eocene in Rønde No. 1.....</i>	49
<i>Inger Bang</i> : Palæocæn i Rønde nr. 1 (ca. 60–307 m).....	50
<i>Paleocene in Rønde No. 1.....</i>	51
<i>Erik Stenestad</i> : Øvre kridt i Rønde nr. 1 (307–1985 m).....	53
<i>Upper Cretaceous in Rønde No. 1.....</i>	59
<i>Arne Buch</i> : Marint nedre kridt i Rønde nr. 1 (1985–2103 m).....	61
<i>Lower Cretaceous in Rønde No. 1.....</i>	65
<i>Ole Bruun Christensen</i> : De yngre jurassiske aflejringer og grænsen jura–kridt i Rønde nr. 1.....	68
<i>The Upper Jurassic deposits and the boundary Jurassic–Cretaceous in Rønde No. 1.....</i>	72
<i>Inger Bang</i> : Jura aflejringerne i Rønde nr. 1 (2103–2614 m). Biostratigrafi på grundlag af foraminiferer.....	74
<i>The Jurassic deposits in Rønde No. 1. Biostratigraphy based on foraminifera.....</i>	75
<i>Olaf Michelsen</i> : Nedre jura og nederste mellem jura i Rønde nr. 1. Biostratigrafisk undersøgelse på grundlag af ostracoder.....	81
<i>Lower Jurassic and lowermost Middle Jurassic in the boring Rønde No. 1. A biostratigraphic study on the basis of ostracods.....</i>	87
<i>Ole Bruun Christensen</i> : Biostratigrafisk undersøgelse af trias i Rønde nr. 1 og trias–jura grænseområdet.....	89
<i>Biostratigraphical investigation of the Triassic in Rønde No. 1 and the Triassic–Jurassic boundary.....</i>	92
<i>Arne Dinesen</i> : Trias i Rønde nr. 1 (2614–4643 m). Lithologisk beskrivelse og inddeling.....	94
<i>The lithology of the Triassic section in Rønde No. 1.....</i>	106
<i>F. L. Jacobsen</i> : Zechstein i Rønde nr. 1 (4643–4873 m). Lithologisk beskrivelse og inddeling.....	108
<i>Zechstein in Rønde No. 1.....</i>	112
<i>F. L. Jacobsen</i> : De dybeste lag i Rønde nr. 1 (4873–5300 m). Lithologisk beskrivelse og inddeling.....	114
<i>The deepest beds in Rønde No. 1.....</i>	117
<i>Ole Bruun Christensen</i> : Den stratigrafiske inddeling af præ-zechstein aflejringerne i Rønde nr. 1.....	119
<i>The stratigraphy of the pre-Zechstein deposits in Rønde No. 1.....</i>	122

ABSTRACT

A report is given on the geological investigations carried out by geologists from the Pre-Quaternary Department (= Dep. for Subsurface Geology) of the Geological Survey of Denmark on occasion of the oil test well "Rønde No. 1". This boring was made by "Dansk Undergrunds Consortium" in the peninsula of Djursland, Denmark, during the period from Oct. 1965 to July 1966.

Beds of Pleistocene, Tertiary, Upper Cretaceous, Lower Cretaceous, Jurassic, Triassic, and Upper Silurian age were penetrated, when the operations stopped at a depth of 17389' or 5300 m. below Kelly Bushing.

Nine authors describe in a total of 15 articles the lithology and biostratigraphy of the drilled section. An introductory article presents an outline of the complete geological profile and summarizes the technical and administrative data of the well.

FORORD

Den hermed foreliggende bog om Dansk Undergrunds Consortiums dybdeboring Rønde nr. 1 på Djursland er resultatet af et samarbejde mellem geologerne i DGU's prækvartærafdeling. Den må betragtes som en forelæggelse af de foreløbige resultater af de enkelte geologers undersøgelser af boreprøverne fra boringen. Mere indgående undersøgelser af de enkelte tidsafsnits aflejringer foregår i forbindelse med undersøgelser af andre dybdeboringer, og disse resultater vil komme til at foreligge i form af specialafhandlinger. Hver ny dybdeboring giver ofte værdifuld ny viden om Danmarks undergrund, og det gælder også Rønde nr. 1. Vi har derfor anset det for nyttigt at forelægge de foreløbige undersøgelsesresultater for offentligheden allerede nu da den fem års fortrolighedsperiode, som staten har forpligtet sig til over for bevillingshaveren, er udløbet for denne borings vedkommende.

Det hører til vore ambitioner at kunne levere lignende bøger om de øvrige dybdeboringer, som er udført for Dansk Undergrunds Consortium. Forsigtigvis må der imidlertid peges på forskellige forhold. For det første tager en så stor opgave, som der her er tale om, noget længere tid end man er tilbøjelig til at forestille sig. For det andet er de enkelte geologer dybt engageret i hvert sit forskningsfelt i forbindelse med både ældre og nyere boringer. For det tredje stiger antallet af boringer og dermed boreprøver stærkt, og vi føler os forpligtet til at være nogenlunde à jour med dateringen af de lag, man gennemborer i de nyeste boringer. Endelig er prækvartærafdelingen tillige engageret i andet geologisk pligtarbejde, og det skal altsammen udføres af den samme geologstab. Med det forbehold at kræfterne muligvis kan vise sig ikke at slå til, er vi dog indstillet på at forsøge at fortsætte med lignende fyldige beretninger om undersøgelserne af de senere dybdeboringer.

Bogen om Rønde nr. 1 er bygget op på den måde, at hver enkelt geolog har skrevet sit selvstændige afsnit. Dette kan muligvis give bogen et heterogent præg og vanskeliggøre overblikket. Imidlertid har vi anset det for hæderligst at den enkelte fremlagde sine egne resultater. En samlet oversigt over boringens historie og de geologiske resultater indleder bogen og er tænkt som en introduktion, der muligvis kan tilfredsstille den læser, som blot ønsker et overblik. Først og sidst er bogen et forsøg på at løse en opgave i fællesskab med en stærk accentuering af den enkelte bidragydets egen indsats og egenart.

Ved arbejdets afslutning vil jeg benytte lejligheden til at takke ikke alene de 8 medforfattere, men også den lange række øvrige medarbejdere i prækvartær-

afdelingen, som gennem dagligt slid har bidraget meget til opgavens løsning. Hertil skal føjes en tak for lejlighedsvis hjælp fra andre af instituttets afdelinger, ikke mindst tegnestuen, der har udført det store tegnearbejde, som ligger bag bogens illustrationer. Af enkeltpersoner, som i særlig grad har været engageret i bogens udarbejdelse udover forfattervirksomheden, skal nævnes fru KIRSTEN SPERLING, der har maskinskrevet teksterne, fru HELLE CHRISTENSEN, der har tegnet de fleste illustrationer og hr. SVEND E. HENRIKSEN, der har oversat resuméerne til engelsk.

København, d. 27. juli 1971.

Leif Banke Rasmussen

BORETEKNISKE UDTRYK ANVENDT I TEKSTEN

<i>boremudder</i>	– en opslæmning, der gør det muligt at bore uden fore-rør og at bringe det løsborede materiale op til jord-overfladen.
<i>caving</i>	– nedfald af materiale fra borehullets væg.
<i>circulation</i>	– opretholdelse af mudderstrømmen under midlertidig afbrydelse af rotationen for at opretholde viskositeten af boremudderet, så borehullet ikke skrider sammen.
<i>continuous dipmeter</i>	– hældningsindikator.
<i>core</i>	– borekærne.
<i>cuttings</i>	– friborede spåner eller partikler af bjergarten.
<i>drift indicator</i>	– instrument til måling af afvigelser i borehullets retning.
<i>gamma ray log</i> (= gammastråle log)	– registrering af bjergartens naturlige radioaktivitet (gammastråling).
<i>junk basket</i>	– redskab til opsamling af tabt materiale fra borehullets bund.
<i>kelly</i>	– øverste del af borestammen, der forbinder mudder-slangen med borerørene
<i>kelly bushing</i> (fork. KB)	– bøsning omkring kelly'en. Overfører drivkraften fra drejeskiven til borestammen.
<i>lag distance</i>	– afstanden mellem sand dybde og tilsyneladende dybde (se A. Dinesens artikel p. 33).
<i>lag time</i>	– den tidsfaktor, som indgår i beregning af prøvedybden, dvs. tiden fra borets nedbrydning af bjergarten til materialets tilsynekomst ved jordoverfladen.
<i>laterolog</i>	– registrering af den sande modstand i bjergarten, særligt i tynde lag og med samtidig anvendelse af boremudder med stor ledningsevne.
<i>log</i>	– registrering af måleresultater.
<i>microlaterolog</i>	– registrering af den effektive porøsitet i bjergarten.
<i>mudderkage</i>	– koaguleret boremudder på borehullets væg.
<i>neutron log</i>	– registrering af bjergartens totale porøsitet.

- rotary table* – drejeskive (i plan med boreplatformen).
sonic log
(= lyd hastigheds log) – registrering til bestemmelse af porøsitet i reservoir-
bjergarter.
whipstock – afbøjningsredskab.

For en almindelig orientering om teknikken ved olieboring henvises til de relevante lære-
eller håndbøger i oliegeologi og olieeftersøgningsmetodik, bl.a. kan anbefales
SYLVAIN J. PIRSON: Handbook of well log analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs,
N.-J. 1963.

LEROY: Subsurface Geologic Methods. Colorado School of Mines. Sidste udgave.

RØNDE NR. 1
OVERSIGT OVER BORINGENS HISTORIE
OG GEOLOGISKE RESULTATER

af

Leif Banke Rasmussen

Boringens udførelsestid

Dybdeboringen »Rønede nr. 1« udførtes i tidsrummet 23. oktober 1965 til 18. juli 1966. På denne dato nåede man boringens slutdybde, hvorefter der blev udført forskellige undersøgelser i borehullet, som først blev lukket endeligt d. 25. august 1966. Boreudstyret blev derefter demonteret og transporteret til et nyt borested ved Nøvling, NV for Herning.

Boringens DGU arkiv nr. er 80.164.

Boringens beliggenhed

Boringen var placeret på en mark, tilhørende gården »Bruusminde«, beliggende i Følle, Bregnet sogn, Randers amt. Stedet ligger på Djursland ca. 500 m V for Rønede gård og godt 800 m N for Kalø Vig – på Geodætisk Instituts målebordsblad M 2216 (Kalø) (se kortudsnittet fig. 1, side 10). De geografiske koordinater er 10°26,097'Ø og 56°18,193'N, målt i forhold til Greenwich.

Navnet på boringen hentyder til den bymæssige bebyggelse Rønede, der ligger godt 2 km Ø for borestedet.

Boringens administration

For udførelsen af boringen stod DANSK UNDERGRUNDS CONSORTIUM (forkortet: DUC), som bl. a. omfattes af indehaverne af eneretsbevillingen til efterforskning og indvinding af kulbrinter m.v. i Danmarks undergrund siden 8. juli 1962: firmaet A. P. MØLLER, A/S DAMPSKIBSSELSKABET SVENDBORG og DAMPSKIBSSELSKABET AF 1912 A/S i forening. Al tilsendelse af det afleveringspligtige materiale til staten skete gennem firmaet A. P. MØLLER.

Selve det daglige arbejde med eksploreringsvirksomheden udførtes af GULF OIL COMPANY OF DENMARK, som også udførte det forudgående seismiske undersøgelsesprogram. Af de geofysikere og geologer, som beskæftigede sig med området ved Rønede skal her nævnes Mr. ROBERT K. KIRKBRIDE, der opholdt sig ved boringen under dens udførelse som repræsentant for Gulf Oil, og som også var til stor hjælp for DGU's udstationerede geologer.

Udtagningen af boreprøver og indsamlingen af de for de geologiske undersøgelser vigtige tekniske data påhvilede firmaet FORMATION LOGGING SERVICE Co. (PETERS LOGGING S. A.), som havde stationeret personale på borestedet.

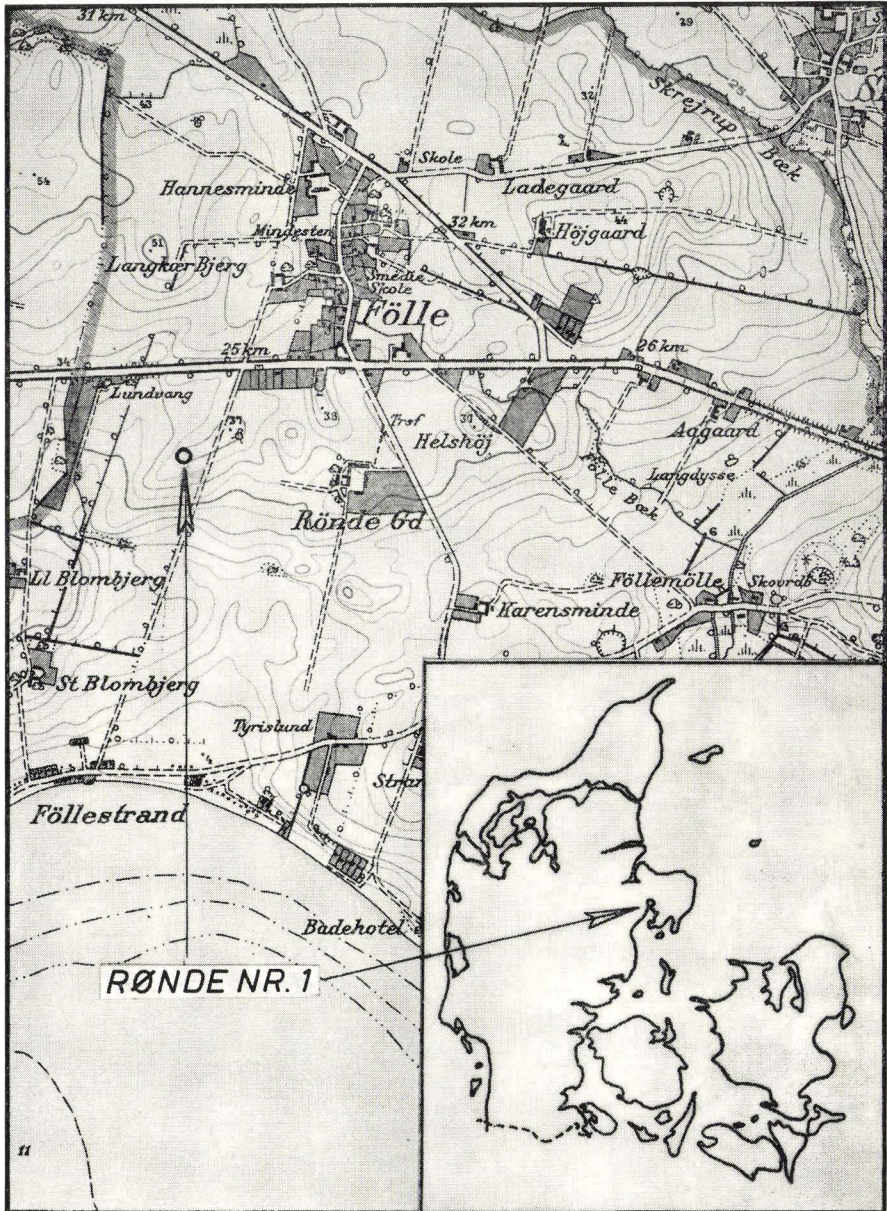


Fig. 1

Beliggenhed af boringen Rønde nr. 1, vist på udsnit af Geodætisk Instituts målebordsblad (1:20000) M 2216 (Kalø) og på miniaturkort over Danmark.

(Autoriseret reproduktion)

Situation of the boring Rønde No. 1.

Resultaterne indførtes på stedet på diagrammer, af hvilke DGU også modtog kopier.

Med visse mellemrum, især forud for anbringelsen af et nyt sæt forerør, samt ved afslutningen af boringen, udførtes en række fysiske målinger i borehullet af firmaet SCHLUMBERGER. Kopier af de diagrammer (»logs«) som blev resultatet af målingerne, blev ligeledes tilstillet DGU og udgør et vigtigt supplerende materiale til bedømmelsen af de lithologiske forhold og de enkelte lags nøjagtige beliggenhed i boreprofilen. Endvidere omfattede målingerne fremskaffelse af materiale til bedømmelse af borehullets diameter, hældninger etc. Nærmere oplysninger om disse målinger fås af ARNE DINESENS diagram, fig. 2, side 12, og SVEND E. HENRIKSENS afsnit side 35.

Endelig skal det nævnes, at selve borearbejdet udførtes af firmaet READING & BATES OFFSHORE DRILLING CO., der til boringen anvendte et tårn af typen »Oilwell 940E«.

Boremetode

Boringen udførtes som rotationsboring. Det opborede materiale forelå derfor i form af skylleprøver med mere eller mindre sammenblandet materiale fra flere overliggende lag. Som følge af dette forhold kompliceredes både de lithologiske og biostratigrafiske undersøgelser. Man måtte til enhver tid have kendskab til hele den forud gennemborede lagserie for at kunne bedømme den virkelige beskaffenhed af de lag, som boreprøven ifølge sin dybdeangivelse stammede fra. En hjælp til korrektion af bedømmelsen udgjorde resultatet af Schlumberger målingerne.

Der blev i boringen kun kærneboret en enkelt gang, nemlig fra 17154'–17209' dybde.

Rørdiameter

Vedrørende selve det tekniske forløb af boringen henvises til ARNE DINESENS tekniske oversigtsdiagram fig. 2, side 12 og S. E. HENRIKSENS artikel side 35. Her skal blot fremhæves, at man begyndte at bore med en rørdiameter på 26" og gik gradvist ned til 5" nederst i borehullet, idet det var nødvendigt at anbringe forerør 7 gange under boringen. Hver gang måtte der naturligvis blive tale om en mindre rørdiameter ved den fortsatte boring.

Prøveudtagning

Under borearbejdet udtoges skylleprøver. I begyndelsen, da borehastigheden var stor, udtoges prøver for hver 30' og senere for hver 5'. Ved boringens afslutning forelå der ialt 1391 skylleprøver.

RØNDE no. 1
TEKNISK OVERSIGTSDIAGRAM
(TECHNICAL DATA)

D.G.U. ark. no. 80164
DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE
April 1971
A. Dinesen

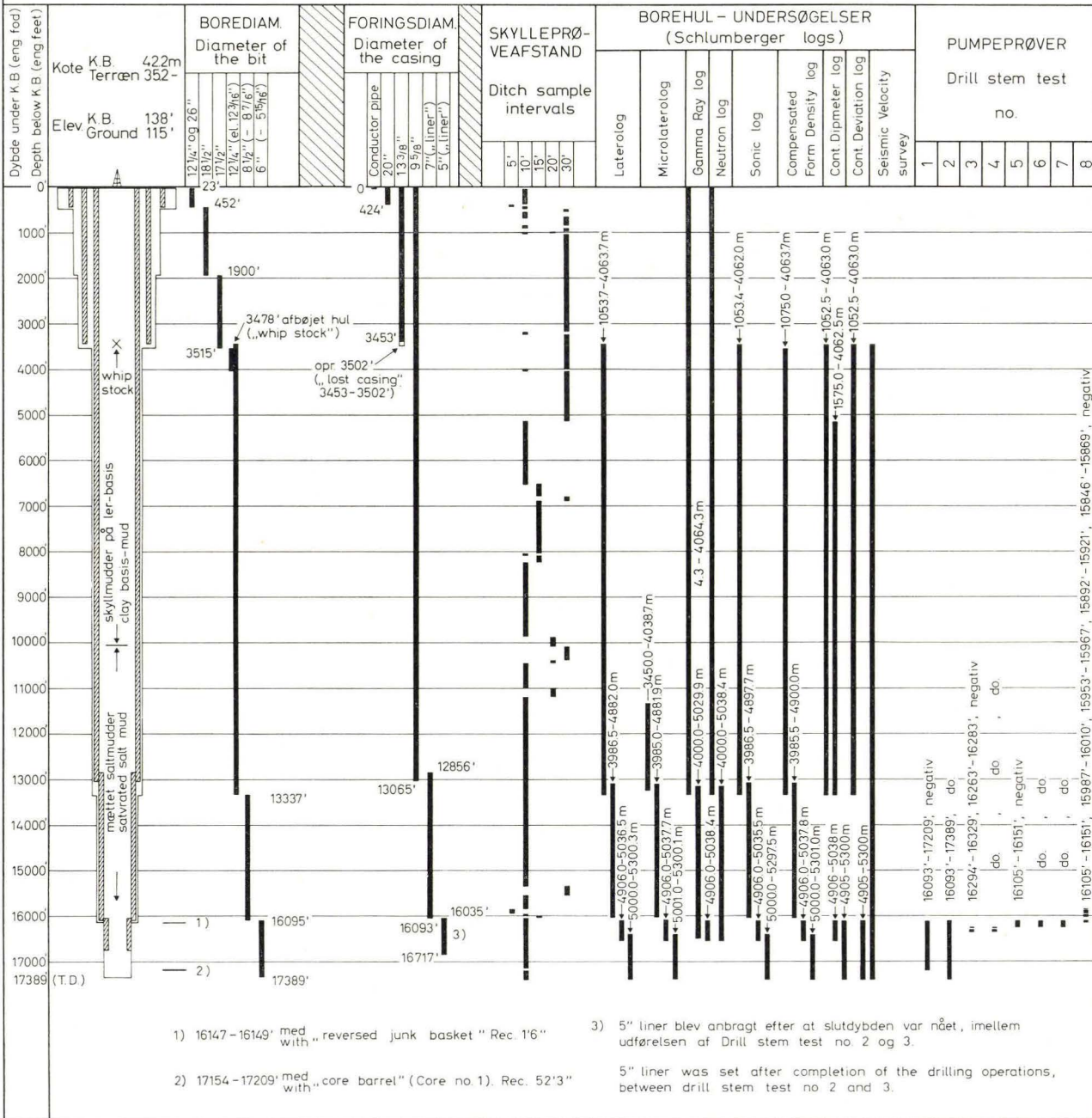


Fig. 2

Dybdeangivelser

Dybdetallene er et vanskeligt kapitel. Alle dybder, målt af boreentreprenøren, blev på prøveposer og i rapporter angivet i *engelske fod under »Kelly Bushing«* (sidstnævnte er i det følgende forkortet KB). Derimod var dybdetallene på de diagrammer, som var resultatet af Schlumberger firmaets elektriske og andre fysiske målinger i borehullet, anført i *meter under KB*.

I de forskellige biostratigrafiske og lithologiske afsnit i nærværende bog, er alle dybdeangivelser i engelske fod i overensstemmelse med boreentreprenørens angivelser, men i visse tilfælde, hvor det har været nødvendigt at støtte den lithologiske beskrivelse af lagene væsentligst på grundlag af Schlumberger målingerne (således i ARNE DINESENS afsnit om trias-profilen side 94) er der primært regnet med dybder i meter under KB. Det har i denne forbindelse været hensigtsmæssigt at omregne disse dybdeangivelser til engelske fod. Sådanne omregnede dybdeangivelser er anført i teksten med kursiv.

De oprindelige angivelser i engelske fod under KB udgør altså det originale sæt dybdeangivelser, som alle prøverne er forsynet med. Skal man tilbage i DGU's prøvemagasiner eller i samlingerne af mikrofossil-slides finder man således den ønskede prøve eller slide under sin oprindelige dybdeangivelse i engelske fod under KB.

Denne dybde er imidlertid ikke nøjagtig, da der er to forhold, som prøveudtageren og etiketteskriveren ikke har kunnet tage hensyn til, og som kort skal omtales her, nemlig skylleprøvernes forsinkelse og borehullets afbøjning:

1) *Forsinkelse af skylleprøverne*. Inden de løsborede jordlag når op til jordoverfladen har de måttet tilbagelægge en lang strækning, jo længere, jo dybere boringen er. Derved forsinkes materialet i færre eller flere minutter, således at den dybde, hvor prøvematerialet er boret løs, forlængst er passeret, når det når op til jordoverfladen. Prøvetageren har imidlertid kun den mulighed på prøveposen at notere den dybde, som den nederste ende af borestammen med skærehovedet befinder sig i. Denne forsinkelse i tid (den såkaldte »lag time«) bliver dog målt med visse mellemrum, således at det er muligt at beregne en *mere* rigtig dybde i forhold til KB. Det er dog ikke muligt at angive eksakte dybder (jvfr. ARNE DINESENS artikel side 33).

2) *Afbøjningen af borehullet*. Retningen af borehullet i en dyb boring er næsten aldrig helt lodret. Der kan være endog ganske betragtelige afvigelser, hvilket selvfølgelig influerer på målingerne af lagenes nøjagtige placering i rummet og i forhold til havoverfladen. De metoder, som kan anvendes, for at mindske fejlen på dybdemålingerne som følge af borehullets afbøjning er skildret i S. E. HENRIKSENS artikel side 35.

DGU's geologer på borestedet og deres arbejdsopgaver

I hele boreperioden var der udstationeret en geolog fra DGU på selve bore-

stedet, hvor der af instituttet var etableret et feltlaboratorium. Koordinator for dette feltarbejde var ARNE DINESEN.

Ved Rønde nr. 1 har følgende af DGU's geologer været udstationeret. I listen er tillige angivet i hvilket tidsinterval, og for hvilket dybdeinterval den pågældende har beskrevet lithologien.

Udstationeringsinterval	Geologernes navne	Beskrevet lithologien i dybdeinterval
22. okt. –11. nov. 1965	Villy Krogh	0'– 3515'
7. nov.–24. dec. –	Ole Bruun Christensen	3515'– 6520'
29. dec.–31. dec. –	Arne Dinesen	6520'– 8365'
1. jan. – 4. jan. 1966	Villy Krogh	8365'– 8720'
1. jan. –19. jan. –	Knud Højgaard	8070'– 9800'
19. jan. –29. jan. –	Erik Stenestad	9800'–10938'
29. jan. – 5. febr. –	Villy Krogh	10938'–11380'
5. febr.–15. mar. –	Knud Højgaard	11380'–12640'
6. febr.–18. mar. –	Finn Nyhuus Kristoffersen	12640'–13320'
22. mar.–25. mar. –	Fritz Lyngsie Jacobsen	13331'–13424'
22. mar.–31. mar. –	Knud Højgaard	13300'–13645'
29. mar.–12. apr. –	Olaf Michelsen	13645'–14710'
12. apr.–22. maj –	Fritz Lyngsie Jacobsen	14710'–16090'
6. juni – 9. juni –	Finn Nyhuus Kristoffersen	
13. juni –25. juni –	Olaf Michelsen	16090'–16284'
20. juni – 1. juli –	Torben Juul Hansen	16284'–16520'
25. juni –18. juli –	Finn Nyhuus Kristoffersen	16520'–17360'
18. juli –24. juli –	Olaf Michelsen	17360'–17389'
28. juli – 1. aug. –	Olaf Michelsen	
1. aug.–20. aug. –	Torben Juul Hansen	

VILLY KROGH og KNUD HØJGAARD var udlånt fra hydrogeologisk afdeling, medens alle øvrige geologer er eller var ansat i prækvartærafdelingen. I flere tilfælde var der i kortere perioder to geologer udstationerede. Dette skete især, når en ny skulle sættes ind i arbejdet.

De udstationerede geologers arbejde omfattede to hovedopgaver: 1) Man skulle nøje følge den tekniske del af borearbejdet, især med hensyn til det, der foregik i og med borehullet og 2) der skulle foretages en omhyggelig undersøgelse af boreprøverne, ligesom disse skulle nedpakkes og indsendes til DGU. Derudover var det geologernes opgave at holde sig i stadig kontakt med Undergrundskonsortiets geologer og entreprenører på borestedet og søge oplysninger om de nærmest forestående operationer samt indhente forklaringer på de tekniske spørgsmål, der ofte dukkede op under borearbejdets fremadskriden.

Det påhvilede de udstationerede geologer at indsende følgende materiale til DGU:

1) Beskrivelse af alle optagne prøver: skylle- og mejselprøver, samt kerneprøver.

2) En geologisk vurdering af den gennemborede lagserie, således som den tog sig ud på borestedet i den aktuelle situation (en såkaldt geologjournal).

3) Alle tekniske data, herunder boretidsmålinger, dybde for udskiftning af borekærner, disses type, målinger af borehullets hældning i forhold til lodlinien, anbringelse af forerør, rørdiameter etc.

4) Alle modtagne boreprøver og andet materiale vedr. boringen.

Derudover var der meget ofte telefonisk kontakt med prækvartærafdelingen for at man på DGU daglig kunne være nogenlunde à jour med boringen.

Arbejdet i DGU's laboratorier

Sideløbende med de udstationerede geologers undersøgelser på borestedet foretoges på DGU's mikropalæontologiske laboratorium i prækvartær-afdelingen en foreløbig undersøgelse af mikrofaunaen i de udtagne prøver som grundlag for en bedømmelse af de gennemborede lags alder. Koordinator for dette mikropalæontologiske arbejde var ARNE BUCH.

Arbejdet har været fordelt således, at hver jordperiode eller anden geologisk tidsenhed har været behandlet af en geolog, der er særlig kyndig på dette felt.

For Rønde nr. 1's vedkommende har fordelingen været således:

Trias (især keuper og rhæt):	Ole Bruun Christensen	(ostracoder)
Jura	: Olaf Michelsen	(ostracoder)
Jura	: Inger Bang	(foraminiferer)
Nedre kridt	: Arne Buch	(-)
Øvre kridt	: Erik Stenestad	(-)
Tertiær (danien)	: Inger Bang	(-)
Tertiær og kvartær	: Arne Buch og Arne Dinesen	(-)

De første og meget foreløbige mikropalæontologiske undersøgelser straks efter prøvernes modtagelse på laboratoriet udførtes i de fleste tilfælde af ARNE BUCH.

Makrofossiler undersøgtes stedvis, især i prøverne fra boringens dybeste lag, af OLE BRUUN CHRISTENSEN.

Enkelte petrografiske undersøgelser, hovedsagelig af de permiske bjergarter, foretoges af FRITZ LYNGSIE JACOBSEN, som i det hele taget har udført beskrivelsen og inddelingen af perm-lagene.

ARNE DINESEN har yderligere udført en større foreløbig bearbejdelse af trias-afsnittet.

Geologiske hovedtræk i Rønde profilet

De dybestliggende lag i boringen består overvejende af rødbrune lersten vekslende med lag af basalt. På grundlag af enkelte fossilfund henfører O. BRUUN CHRISTENSEN (se side 119) denne lagserie til øvre silur. I forbindelse med

Øversigt over det gennemboede geologiske profil

Kote (korrigeret)	Dybde i m under KB	Lithologi	Chronostratigrafi		Henvisning til speciel omtale (forfatter, sidetal)
			Etage	System	
+42	0	(Kelly Bushing (forkortet KB))			
+35	7	Sand (smeltevandsaflejringer)		Kvartær	
+18	24	Moræneler			
+8	34	Ler, fedt, øverst lyst, nederst grønligt (Lillebælt ler), muligvis lokalmoræne	? Eocæn	? Tertiær	A. Dinesen, s. 47
-1	43	Ler, fedt, rødligbrunt (Røsnæs ler)	Nedre eocæn	Tertiær	I. Bang, s. 50
-7	49	Ler, fedt, mørkegråt, m. lag af vulkansk aske	Nedre eocæn		
-83	125	Ler, fedt, mørkegråt, kalkholdigt (Kertemindeler)	Selandien		
-87	129	Kalk, hvid, ret hård, m. flint	Danien		
-209	251	Bryozokalk, hvid, m. flint	Danien		
-265	307	Kridt, hvidt (skrivekridt) m. flint og underordnede lag af grå mergel	Maastrichtien	Øvre kridt	E. Stenestad, s. 53
-412	454	Kalksten, hvidgrå, m. lerede partier			
-946	988	do.	Campanien		
-1468	1512	Mergelsten, ret finsandet, grå-grønliggrå og lag af lys grå kalksten	Santonien		
-1711	1755	do.			
-1748	1792	Kalksten, hvid, meget hård			
-1767	1811	Kalksten, lys grå, meget hård, m. glau- konit og flint samt lag af grønliggrå mergelsten	Coniacien		
-1852	1896	Kalksten, grønliggrå, hård, finsandet, glaukonitisk, svagt glimmerholdig	Turonien		
-1875	1919	Lerskifer, sortgrå			
-1878	1922	Kalksten, hvidgrå, hård, finsandet, glau- konitisk og lag af grå-grønliggrå glau- konitisk mergelsten	Cenomanien		

Kote (korrigeret)	Dybde i m under KB	Lithologi	Chronostratigrafi		Henvisning til speciel omtale (forfatter, sidetal)
			Etage	System	
–1941	1985	Mergelsten, rødbrun, finsandet, glaukonitisk	Albien – ? Aptien	Nedre kridt	A. Buch, s. 61 og O. Bruun Christensen, s. 68
–1952	1996	Lerskifer, mørkegrå-brunliggrå, glimmerholdig	Barrémien		
–1975	2019	Lerskifer, grå, kalkholdig	Hauterivien		
–1989	2033	Lerskifer, mørkegrå-mørk brunliggrå, stedvis finsandet	Øvre valanginien		
–2010	2054	Finsandsten og sandsten, lysegrå	Mellem valanginien	Jura	I. Bang, s. 74 O. Bruun Christensen, s. 68 og 89 og O. Michelsen, s. 81
–2058	2103	Lerskifer, mørk, grå-brunliggrå, m. finsandsten (? Børglum formation)	Øvre eller mellem jura		
–2095	2140	Lerskifer, mørk, grå-brunliggrå, m. lameller af finsandsten og kul-stumper (? Haldager formation)	Øvre aalenien (Mellem jura)		
–2150	2195	Lerskifer, mørk, grå-brunliggrå, glimmerholdig, m. lerjernsten (Fjerritslev formation)	Mellem/Nedre jura		
–2200	2245	do., i den nedre del m. lag af finsandsten (Fjerritslev formation)	Nedre jura		
–2569	2614	Lerskifer, mørkegrå og lysegrå finsandsten, m. lidt lignit, nedefter m. rødbrun lersten (Gassum formation)	Rhæt (Øvre keuper)	Trias	O. Bruun Christensen, s. 89 og Arne Dinesen, s. 94
–2705	2750	Lerskifer, mørkegrå og lysegrå finsandsten, m. stærkere indslag af lersten, oftest mørkegrå til grågrøn og af oolitisk kalksten (Vinding formation)			
–2782	2827	Lersten og finsandsten, overvejende rødbrun, stedvis grålig til grønlig. Spor af anhydrit			

Kote (korrig.)	Dybde i m under KB	Lithologi	Chronostratigrafi		Henvisning til speciel omtale (forfatter, sidetal)
			Etage	System	
–2952	2997	Stensalt, stedvis m. partier af brunlig finsandsten eller lersten	Mellem ? Keuper (? »Rote Wand«)	Trias	O. Bruun Christensen, s. 89 og Arne Dinesen, s. 94
–3132	3178	Lersten, rødbrun, stedvis grålig til grønlig. Spør af anhydrit	Nedre ? Keuper		
–3302	3348	Stensalt, gulbrun-orangebrun			
–3363	3409	Lersten og finsandsten, overvejende rødbrun, stedvis m. lysegrå til rødliggrå sandsten	+		
–3600	3646	Lersten og finsandsten, rødlig til brunlig, stedvis violettertonet. Små forekomster af anhydrit	? Muschelkalk		
–3624	3670	Finsandsten og sandsten, ofte grønlig, vekslende m. violetterbrun, grålig eller grønlig lersten. Anhydritforekomster.	+		
–3669	3715	Lersten, finsandsten og sandsten, overvejende rødlig til brunlig, ofte violettertonet, m. forekomster af anhydrit og dolomitisk kalksten. Nederst – muligvis dog også højere i afsnittet – tynde lag af stensalt	Buntsandstein		

Kote (korrig.)	Dybde i m under KB	Lithologi	Chronostratigrafi		Henvisning til speciel omtale (forfatter, sidetal)
			Etage	System	
–4592	4643	Stensalt, klart, m. anhydrit og spor af rød lersten	Zechstein	Perm	F. Lyngsie Jacobsen, s. 108
–4603	4654	Lersten og sandsten, rødbrune			
–4620	4671	Stensalt, øverst rødbrunt, nederst klart			
–4681	4732	Anhydrit, gråsort til grå			
–4682	4733	Sandsten, siltsten og lersten, røde og brune			
–4706	4757	Stensalt, rødbrunt, m. ler og anhydrit			
–4711	4762	Kali-zone, bl. a. m. sylvin, carnallit, kieserit og polyhalit (Veggerby zonen)			
–4718	4769	Stensalt, øverst rødbrunt, nederst klart, m. anhydrit			
–4776	4827	Anhydrit, grå til hvidlig, m. slirer af dolomit-ler-bjerg-arter (»Flaseranhydrit«)			
–4780	4831	Kalksten, dolomitisk, grå			
–4821	4872	Skifer, bituminøs, sort			
–4822	4873	Sandsten, siltholdig, rødbrun, m. lersten	Rotliegendes ?	Perm	F. Lyngsie Jacobsen, s. 114 O. Bruun Christensen, s. 119
–4919	4970	Lersten, mørk rødbrun, m. lag af rødbrun mergelsten, fossilførende	Øvre silur	Silur	F. Lyngsie Jacobsen, s. 114 og O. Bruun Christensen, s. 119
–5034	5087	Basalt, finkornet, brun til rødbrun			
–5136	5190	Lersten, mørkebrun, m. kalkspatudfyldte sprækker og grønne partier			
–5208	5263	Basalt, finkornet, brun til rødbrun			
–5244	5300	Slutdybde			

aldersproblemet er det væsentligt, at en næsten tilsvarende lagserie med et større fossilindhold, der er af sikker øvre silurisk alder, er gennemboret ved Nøvling, efter at Rønde-boringen var afsluttet. En korrelation mellem de to boringer understøtter aldersbestemmelsen for Røndes vedkommende og åbner samtidig vigtige palæogeografiske perspektiver.

Rødlige ler- og sandsten i Skånes, Syd-Norges og nu Nord-Danmarks øvre silur er vidnesbyrd om den begyndende nedbrydning af kaledoniderne, som senere manifesterede sig så kraftigt i aflejringen af den mægtige devone Old Red Sandstone serie i Nordvest-Europa. Tilstedeværelsen af vulkanitter ved Rønde og Nøvling, som påvist af LYNGSIE JACOBSEN (se side 115) tyder endvidere på en vedvarende ustabilitet i jordskorpen i Nordvest-Europa indtil slutningen af silurperioden.

Mellem den silure lagserie og den øvre permiske evaporitserie finder man ved Rønde rødbrun finkornet sandsten og lersten, hvis aldersforhold er dubiøs, men som muligvis som antaget af BRUUN CHRISTENSEN (se side 121) kan være af nedre permisk alder. Andre muligheder er, at den er af devonisk eller karbonisk alder. I alle tilfælde tyder tilstedeværelsen af en vinkeldiskordans ved 4970 m's dybde på en betydelig aldersforskel på lagene under og over denne diskordans.

Derimod er der en mindre udpræget vinkeldiskordans mellem disse rødbrune lag og den overliggende evaporitserie, der utvivlsomt er af øvre permisk alder. Evaporitserien har lithologisk set så stor lighed med alle øvrige kendte danske zechstein-lagserier, at ingen anden geologisk tid med rimelighed kan komme på tale som aflejringstidsrum. Ydermere har LYNGSIE JACOBSEN (se side 111) kunnet påvise to inddampningscykler ved Rønde, og det er lykkedes ham at korrelere dem med den fra Suldrup saltdømen i Himmerland kendte lagserie, takket være en karakteristisk kali-zone, som forekommer begge steder. Der er ikke noget overraskende i tilstedeværelsen af zechstein ved Rønde, hvis geografiske beliggenhed i den regionale strukturenhed, vi kalder Det Danske Sænkingsområde på forhånd sandsynliggør en ret tyk øvre permisk evaporitseries tilstedeværelse i boringen.

Over de permiske lag ligger en 2 km mægtig serie trias-aflejringer af sedimentter med overvejende aridt eller semiaridt præg, ganske i lighed med hvad man finder i andre dybdeboringsprofiler i det nordvestlige Danmark (Vinding, Gassum etc.). Det er lykkedes ARNE DINESEN at korrelere visse afsnit i Rønde boringen med dele af trias profilet i Gassum boringen, der ligger kun 40 km NV for Rønde. Fælles for de to trias-profiler er den manglende Muschelkalk facies og aflejringernes ret ensformige karakter og manglende fossiler, der vanskeliggør en yderligere stratigrafisk opdeling. Der er tydeligt tale om ændringer af sedimenternes karakter i flere niveauer, selv på den relativt korte afstand fra Rønde til Gassum. Der er således påvist flere lag triassisk stensalt ved Rønde end ved Gassum. Man må dog nok i denne forbindelse tage boreprøvernes kvalitet og de forskelligartede Schlumbergerundersøgelser i de to borehuller med i betømmelsen, før videregående palæogeografiske slutninger drages.

Gennem sin placering i Det Danske Sænkingsområde var det på forhånd ventet, at også de øvrige tidsrum af mesozoikum ville være repræsenteret ved tykke lagserier ved Rønde. En marin transgression fulgte i begyndelsen af rhæt og samtidig indtrådte mere humide klimaforhold. Lagene indeholder fra nu af ofte mikrofossiler, hvorfor det i de fleste tilfælde har været muligt at datere dem med større eller mindre sikkerhed. Resultaterne af zoneinddelinger og øvrige biostratigrafiske studier fremgår af de enkelte artikler senere i bogen. Næsten hver dybdeboring i Det Danske Sænkingsområde har bragt en række nye detaljer frem om de enkelte lagfølger i de mesozoiske tidsafsnit, og det gælder også for Rønde boringen.

Ved Rønde aflejredes i rhætisk tid først marine lag af oolitisk kalksten med lersten og derefter limnisk deltaaflejringer af lerskifer og finsandsten med forkullede planterester, vidnende om vekslende dominans af havets og floders sedimenter – en vekslen som begynder i rhæt, fortsætter gennem juraperioden og først afsluttes med marine sedimenters enerådighed i løbet af kridtperioden.

I nedre jura dominerer marine lerskifer ved Rønde, men ved slutningen af dette tidsrum indtræder der i området en regression, som atter afløses af en kortvarig transgression, der formodentlig falder i begyndelsen af mellem jura. De yngre jurassiske lag i boringen er først og fremmest præget af sandaflejringer og afspejler kystnære aflejringsforhold. De kan være marine, lagunære eller æstuarine, muligvis delvis limnisk, men på grund af manglen på ostracoder og foraminiferer har det ikke været muligt at aldersbestemme dem nøjere.

Fra begyndelsen af nedre kridt overvejer atter marine forhold i Det Danske Sænkingsområde. Skønt Rønde ligger mindre centralt i dette område, er der dog ved boringen truffet en ret stor lagserie, omfattende dele af hver af de større tidsafsnit, hvori man opdeler det nordvesteuropæiske nedre kridt.

I den yngste del af nedre kridt aflejredes også ved Rønde marin rødbrun mergelsten, som indleder den transgression, der senere medførte sedimentationen af de karakteristiske lyse kalklag, som præger øvre kridts tykke lagserie over praktisk taget hele Danmark. Der synes at forekomme en ret fuldstændig serie marint øvre kridt ved Rønde.

De overliggende lag fra danien og selandien i boringen supplerer vor viden om disse aflejringer på Djursland, hvilket også gælder boringens øverste lag fra eocæn og kvartær. Tilsvarende lag fra disse tidsafsnit går i dagen forskellige steder på halvøen i relativ kort afstand fra Rønde.

Boringens strukturelle beliggenhed

I det danske regionale strukturmønster er Rønde-boringen placeret i Det Danske Sænkingsområde.

De mere lokale strukturelle forhold i egnen ved Rønde er endnu ikke klarlagt på DGU, idet der kun er foretaget et foreløbigt studium af det seismiske materiale fra Djursland (ved S. E. HENRIKSEN).

Der synes at foreligge en antiklinalagtig struktur N for Kalø Vig, som gør sig gældende også i de præpermiske lag (siluret), ligesom denne struktur synes gennemskåret af en NNV-SSØ gående forkastning, tæt V for hvilken boringen var anbragt.

Gas- og olieforekomster i boringen

Efter at boringens slutdybde var nået, blev der udført en række formation tests (drill stem tests, ialt 8, se diagrammet fig. 2, side 12) for at konstatere, om der fandtes spor af gas eller olie. Alle disse prøver var negative, og det måtte således fastslås, at boringen m. h. t. olie- eller gasforekomster var resultatløs. Til gengæld gav den os værdifulde oplysninger om de geologiske forhold.

ENGLISH SUMMARY

RØNDE NO. 1. SUMMARY OF THE HISTORY OF THE BORING AND THE GEOLOGICAL RESULTS

The time of drilling

The deep test Rønde No. 1 was made during the period from the 23. of October 1965 to the 18. of July 1966. On that date the final depth of the boring was reached, after which various tests were made in the hole. The borehole was finally closed on the 25. of August 1966, after which date the equipment was dismantled and taken to the next drilling site at Nøvling, NW of Herning.

The boring has file number 80.164 in the Well Record Department of the Geological Survey of Denmark.

The location of the boring

The boring was located in a field belonging to the farm "Bruusminde" in the village of Følle, parish of Bregnet, county of Randers. This is located in Djursland, about 500 m W of Rønde farm and a little more than 800 m N of Kalø Vig; it falls within the Geodetic Institute plane table sheet M 2216 (Kalø) (see the map section shown in fig. 1, p. 10). The geographic coordinates are 10°26.097'E and 56°18.197'N in the Greenwich system.

The name of the boring refers to the built-up area Rønde, which, however, is located a little over 2 km E of the drilling site.

The administration of the boring

The company responsible for the conduction of the drilling operations is DANSK UNDERGRUNDS CONSORTIUM (abbreviated DUC), which comprises among others the holder of the monopoly of prospecting and production of hydrocarbons etc. in the Danish sub-surface since the 8. of July 1962, namely A. P. MØLLER Ltd., DAMPSKIBSSELSKABET SVENDBORG, Ltd. and DAMPSKIBSSELSKABET AF 1912, Ltd., jointly. All transfer of material under obligation to be delivered to the State was made through the company of A. P. MØLLER.

The daily work of the exploration activity was made by the GULF OIL COMPANY OF DENMARK, which also performed the preceding seismic exploration. Among the geophysicists and the geologists who worked in the area of Rønde may be mentioned Mr. ROBERT K. KIRKBRIDE, who was stationed at the boring during the drilling operations as a

representative of Gulf Oil, and who was also of great help for the geologists stationed at the boring by the D.G.U.

The taking of the drilling samples and the collecting of the technical data of importance for the geological studies were performed by the FORMATION LOGGING SERVICE CO. (PETERS LOGGING S.A.), which had personnel stationed at the drilling site. The results were drawn on diagrams on the spot, and a copy of each was given to D.G.U.

At certain intervals, particularly just before the setting of a new casing and after reaching the final depth, a number of measurements were made in the borehole by the SCHLUMBERGER company. Copies of the measured profiles (logs) which resulted from these measurements were sent to D.G.U., and they make up an important supplementary material for the evaluation of the lithology and for the determination of the exact location of the individual samples and other observations in the profile of the boring. Furthermore, the measurements made by Schlumberger included logs and other material for the determination of the diameter of the borehole, its direction, the dip of the beds passed, etc. Further details concerning these measurements are given in the diagram by ARNE DINESEN (fig 2, p. 12) and the article by SVEND E. HENRIKSEN (p. 35).

Finally it should be mentioned that the actual drilling work was made by the READING & BATES OFFSHORE DRILLING CO., which used a rig of the type "Oilwell 940E".

Drilling method

The boring was made by rotary drilling. The material drilled thus came up in the form of ditch samples containing more or less material mixed in from several of the overlying formations. This made the lithologic and biostratigraphic studies more complicated, as it was necessary at every point to know the entire penetrated series of beds (below the last casing shoe) in order to be able to determine the true characteristics of the beds being bored at the moment. Here the Schlumberger logs yielded a valuable help.

Only once during the drilling a core was taken, namely from the depth of 17154' to 17209'.

Boring and casing diameters

The technical details of the boring are described in the diagram by ARNE DINESEN (fig. 2, p. 12) and in the article by SVEND E. HENRIKSEN (p. 35). Here shall only be mentioned that the boring started with a casing diameter of 26'' and decreased in size to a bit diameter of 5'' in the deepest part of the borehole, since it was necessary to set casing seven times during the boring operation. Each time it was of course necessary to continue the boring with a smaller bit.

The taking of the samples

Ditch samples were taken during the drilling. At first, when the drilling velocity was large, samples were taken for every 30'; later they were taken at intervals decreasing to 5'. At the end of the drilling a total of 1391 ditch samples were at disposal.

Depth figures

The designation of the depth is a difficult matter. Every depth measured by the drilling contractor was on the sample bags and in the reports given in terms of *English feet below the Kelly Bushing* (in the following abbreviated KB). On the other hand, the depths given in the Schlumberger logs (of electric and other physical properties) were given in terms of *meters below KB*.

In the biostratigraphic and lithologic intervals described in this work, the depths are all given in English feet and correspond to the values given by the drilling contractor, but in certain cases in which it has been necessary to support the lithologic description of the beds by the indications of the Schlumberger logs (as e.g. in the article by ARNE DINESEN on the Triassic profile, p. 106) the determinations of depth are given primarily in terms of meters below KB. It has then been most expedient to convert the depth designations to English feet. Such converted depths are in the text given in italics.

The original designations of depth, given in English feet below KB, thus make up the fundamental set of depth indications, given to all samples. Thus, if one wants to refer back to samples in the storage rooms of the DGU or to the collections of microfossil slides, one will find the desired sample or slide under its original depth indication in terms of English feet below KB.

This depth is, however, not exact, as there exist two circumstances which the sampler and the label writer have not been able to take in consideration, and which will be briefly described here. They are: 1) the delay of the ditch samples and 2) the deviation of the borehole.

1. *The delay (lag) of the ditch samples.* Before the cuttings reach the surface they have had to travel a long distance, the longer the deeper the boring is. By this travel the cuttings are delayed some minutes, so that the depth at which they were drilled is passed and is no longer the actual depth of drilling at the moment when they reach the surface. The sampler, however, can only write on the sample bag the depth at which the drill crown is then drilling. This delay in time (the so-called lag time) is, however, measured at certain intervals, so that it is possible to calculate a more correct depth (relative to the KB). These corrected depths are, however, not yet the exact depths (see the article by ARNE DINESEN, p. 34).

2. *The deviation of the borehole.* The direction of the borehole in a deep boring is hardly ever exactly vertical. It may in some cases show quite large deviations, which of course affect the determination of the exact position of the beds in the three dimensions and relative to the sea level. The methods with which these errors of position are corrected are described in the article by SVEND E. HENRIKSEN, p. 45.

The well site geologist from the D.G.U. and his duties

During the entire period of drilling, a geologist from the D.G.U. was stationed at the well site, where a field laboratory was established by the D.G.U. The co-ordinator of this field work was ARNE DINESEN.

The following list includes the names of the D.G.U. geologists stationed at Rønde No. 1 and their period of duty and the depth intervals in which they have described the lithology.

VILLY KROGH and KNUD HØJGAARD were at the disposal by the courtesy of the Hydrogeologic Department, while all the other geologists named are or were employed in the Pre-Quaternary Department.

In mostly shorter periods of duty two geologists were on duty simultaneously for a short duration; this was especially the case when a new geologist was introduced to the well-site duties.

The work of the well-site geologist comprised two main tasks, namely 1) closely to follow the technical part of the drilling activities, especially those having to do with the borehole itself, and 2) to make a careful study of the drilling samples and to pack and forward them to the D.G.U. Besides these two tasks, the geologists were required to keep constantly in touch with the DUC's geologists and contractors at the well site and seek information

Period of duty	Name	Interval lithologically described
22. Oct. –11. Nov. 1965	Villy Krogh	0'– 3515'
7. Nov.–24. Dec. –	Ole Bruun Christensen	3515'– 6520'
29. Dec.–31. Dec. –	Arne Dinesen	6520'– 8365'
1. Jan. – 4. Jan. 1966	Villy Krogh	8365'– 8720'
1. Jan. –19. Jan. –	Knud Højgaard	8070'– 9800'
19. Jan. –29. Jan. –	Erik Stenestad	9800'–10938'
29. Jan. – 5. Feb. –	Villy Krogh	10938'–11380'
5. Feb.–15. Mar. –	Knud Højgaard	11380'–12640'
6. Feb.–18. Mar. –	Finn Nyhuus Kristoffersen	12640'–13320'
22. Mar.–25. Mar. –	Fritz Lyngsie Jacobsen	13331'–13424'
22. Mar.–31. Mar. –	Knud Højgaard	13300'–13645'
29. Mar.–12. Apr. –	Olaf Michelsen	13645'–14710'
12. Apr.–22. May –	Fritz Lyngsie Jacobsen	14710'–16090'
6. June – 9. June –	Finn Nyhuus Kristoffersen	
13. June–25. June –	Olaf Michelsen	16090'–16284'
20. June – 1. July –	Torben Juul Hansen	16284'–16520'
25. June–18. July –	Finn Nyhuus Kristoffersen	16520'–17360'
18. July –24. July –	Olaf Michelsen	17360'–17389'
28. July – 1. Aug. –	Olaf Michelsen	
1. Aug.–20. Aug. –	Torben Juul Hansen	

about the forthcoming operations and obtain explanations of the technical questions which often came up during the progress of the drilling operations.

The D.G.U. well-site geologist was to send in the following material to the D.G.U.:

1. Description of all samples taken, namely ditch and bit samples, and core samples.
2. A geologic evaluation of the series penetrated as it appeared at the well site at the time of sampling (the so-called geologist's log).
3. All technical data, including measurements of the drilling rate, depth of change of drill crown, type of bit used, measurements of the deviation of the borehole relative to the vertical, setting of casing, diameter of casing and borehole, etc.
4. All drilling samples and other material concerning the boring received.

In addition, frequent telephone contacts were made with the Pre-Quaternary Department in order to keep the D.G.U. in daily contact with events and progress of the boring.

The work done in the laboratories of the D.G.U.

Concurrently with the work of the well-site geologist, a preliminary study of the micro-fauna of the samples taken was made in the micropaleontologic laboratory in the Pre-Quaternary Department of the D.G.U. for the purpose of determining the age of the beds penetrated. The co-ordinator of this micropaleontologic work was ARNE BUCH.

The work was distributed in such a way that each geologic period or other unit of time was treated by the geologist especially experienced in it.

Concerning Rønde No. 1 the distribution of this work was as follows:

Triassic (especially Keuper and Rhaetic)	Ole Bruun Christensen	Ostracods
Jurassic	Olaf Michelsen	—
Jurassic	Inger Bang	Foraminifera
Lower Cretaceous	Arne Buch	—
Upper Cretaceous	Erik Stenestad	—
Tertiary (and Danian)	Inger Bang	—
Tertiary and Quaternary	Arne Buch and Arne Dinesen	—

The first and very preliminary micropaleontological examination immediately upon the arrival of the samples at the laboratory was in most cases made by ARNE BUCH.

In certain of the samples the macrofossils were studied (this was the case especially in the samples from the deepest parts of the boring) by OLE BRUUN CHRISTENSEN.

A few petrographical studies, especially of the Permian rocks, were made by FRITZ LYNGSIE JACOBSEN, who also made the description and subdivision of the Permian section.

Furthermore, ARNE DINESEN made a larger preliminary study of the Triassic section.

Outline of the geology of the Rønne profile

The deepest beds in the boring consist mainly of reddish brown claystones alternating with beds of basalt. On the basis of a few fossil findings O. BRUUN CHRISTENSEN has referred (see p. 122) this series to the Upper Silurian. Concerning the question of age it is significant that a nearly similar series with a larger content of fossils of certain Upper Silurian age has been penetrated at Nøvling after the completion of the Rønne boring. A correlation between the two borings supports the age determination in the case of Rønne and at the same time discloses some important palaeogeographic perspectives.

The reddish claystones and sandstones of the Upper Silurian of Scania, southern Norway and now also northern Denmark witness the beginning erosion of the Caledonides, which later expressed itself so clearly in the deposition of the thick Devonian Old Red Sandstone series in Northwest Europe. The presence of volcanic rocks at Rønne and Nøvling, as determined by F. LYNGSIE JACOBSEN (see p. 117), indicates also a condition of instability in the earth's crust in Northwest Europe which continued until the end of the Silurian.

At Rønne is found between the Silurian series and the Upper Permian evaporite series a series of reddish brown fine-grained sandstone and claystone of doubtful age; this series may possibly, as supposed by O. BRUUN CHRISTENSEN (see p. 122), be of Lower Permian age. Other possibilities are that it is Devonian or Carboniferous. In any case the presence of an angular unconformity at a depth of 4970 m suggests a considerable difference in age of the beds below and above this unconformity.

This series of reddish brown beds is separated from the overlying evaporite series of undoubtedly Upper Permian age by a less marked angular unconformity. The evaporite series shows so close a lithologic similarity to all the other known Danish Zechstein series that no other geologic age may reasonably be supposed to be its age of deposition. Furthermore, F. LYNGSIE JACOBSEN (see p. 112) has been able to demonstrate two cycles of evaporation at Rønne, and he has succeeded in correlating these with the series known from the Suldrup salt dome in Himmerland by means of a characteristic potash zone which occurs in both places. The presence of Zechstein at Rønne is in no way surprising, since its geographical location within the regional unit of structure called the Danish Embayment would have made it reasonable to have anticipated the presence of a fairly thick Upper Permian evaporite series in the boring.

Above the Permian series follows a 2 km thick series of Triassic deposits of sediments of mainly arid or semi-arid type, entirely corresponding to the sediments found in the profiles of the other deep borings in the northwestern part of Denmark (Vinding, Gassum etc.). ARNE DINESEN has succeeded in correlating certain sections of the Rønne boring with parts

Summary of the drilled geological section

Level (corrected)	Depth (m below KB)	Lithology	Chronostratigraphy		Reference to detailed description (author, page)
			Stage	System	
+42	0	Kelly Bushing (abbreviated KB)			
+35	7	Sand (diluvial)		Quaternary	A. Dinesen, p. 49
+18	24	Moraine clay			
+8	34	Clay, sticky, uppermost light, lowermost greenish (Lillebælt Clay), perhaps glacially transported	? Eocene	? Tertiary	
-1	43	Clay, sticky, reddish brown (Røsnæs Clay)			
-7	49	Clay, sticky, dark grey, w. beds of volcanic ash	Lower Eocene	Tertiary	I. Bang, p. 51
-83	125	Clay, sticky, dark grey, calcareous (Kerteminde Clay)	Selandian		
-87	129	Limestone, white, fairly consolidated, w. chert	Danian		
-209	251	Bryozoan limestone, white, w. chert		Upper Cretaceous	E. Stenestad, p. 59
-265	307	Chalk, white, w. chert and thin beds of grey marl	Maastrichtian		
-412	454	Limestone, light grey, w. argillaceous sections			
-946	988	same as above	Campanian		
-1468	1512	Marlstone, somewhat silty, grey to greenish grey, and beds of light grey limestone	Santonian		
-1711	1755	same as above			
-1748	1792	Limestone, white, very hard			
-1767	1811	Limestone, light grey, very hard, w. glauconite and chert, and beds of greenish grey to grey marlstone	Coniacian		

Level (corrected)	Depth (m below KB)	Lithology	Chronostratigraphy		Reference to detailed description (author, page)
			Stage	System	
-1852	1896	Limestone, greenish grey, hard, silty, glauconitic, slightly micaceous	Turonian	Upper Cretaceous	E. Stenestad, p. 59
-1875	1919	Shale, dark grey			
-1878	1922	Limestone, light grey, hard, silty, glauconitic, and beds of grey to greenish grey glauconitic marlstone	Cenomanian		
-1941	1985	Marlstone, reddish brown, silty, glauconitic	Albian - ? Aptian	Lower Cretaceous	A. Buch, p. 65 and O. B. Christensen, p. 72
-1952	1996	Shale, dark grey to brownish grey, micaceous	Barrêmian		
-1975	2019	Shale, grey, calcareous	Hauterivian		
-1989	2033	Shale, dark grey to dark brownish grey, in places silty	Upper Valanginian		
-2010	2054	Siltstone and sandstone, light grey	Middle Valanginian		
-2058	2103	Shale, dark, grey to brownish grey, w. siltstone (? Børglum Formation)	Upper or Middle Jurassic		
-2095	2140	Shale, dark, grey to brownish grey, w. laminae of siltstone and fragments of coal (? Haldager Formation)	Upper Aalenian (Middle Jurassic)		
-2150	2195	Shale, dark, grey to brownish grey micaceous, w. clay ironstone (Fjerritslev Formation)	Middle/Lower Jurassic		
-2200	2245	same as above, in the lower part w. beds of siltstone (Fjerritslev Formation)	Lower Jurassic		

Level (corrected)	Depth (m below KB)	Lithology	Chronostratigraphy		Reference to detailed description (author, page)
			Stage	System	
-2569	2614	Shale, dark grey, and light grey siltstone, w. a little lignite, downward w. reddish brown claystone (Gassum Formation)	Rhaetic (Upper Keuper)	Triassic	O. Bruun Christensen, p. 92 and A. Dinesen, p. 106
-2705	2750	Shale, dark grey, and light grey siltstone, w. more claystone, mostly dark grey to greyish green, and w. oolitic limestone (Vinding Formation)			
-2782	2827	Claystone and siltstone, mostly reddish brown, in places greyish to greenish; traces of anhydrite	Middle Keuper		
-2952	2997	Rock salt, in places w. inclusions of brownish siltstone or claystone	Middle ? Keuper (?"Rote Wand")		
-3132	3178	Claystone, reddish brown, in places greyish to greenish; traces of anhydrite	Lower ? Keuper		
-3302	3348	Rock salt, yellowish brown to orange brown			
-3363	3409	Claystone and siltstone, mostly reddish brown, in places w. light grey to reddish grey sandstone			
-3600	3646	Claystone and siltstone, reddish to brownish, in places violet; a little anhydrite			
-3624	3670	Siltstone and sandstone, often greenish, alternating w. violet brown, greyish or greenish claystone; some anhydrite			
-3669	3715	Claystone, siltstone and sandstone, mostly reddish to brownish, often violet, w. some anhydrite and dolomitic limestone; lowermost, possibly also higher in this section, thin beds of rock-salt			

Level (corrected)	Depth (m below K B)	Lithology	Chronostratigraphy		Reference to detailed description (author, page)			
			Stage	System				
–4592	4643	Rock salt, clear, w. anhydrite and laminae of red claystone	Zechstein	Permian	F. L. Jacobsen, p. 112			
–4603	4654	Claystone and sandstone, reddish brown						
–4620	4671	Rock salt, uppermost reddish brown, lowermost clear						
–4681	4732	Anhydrite, greyish black to grey						
–4682	4733	Sandstone, siltstone and claystone, red and brown						
–4706	4757	Rock salt, reddish brown, w. clay and anhydrite						
–4711	4762	Potash zone, w. among other things sylvite, carnallite, kieserite and polyhalite (Veggerby Zone)						
–4718	4769	Rock salt, uppermost reddish brown, lowermost clear, w. anhydrite						
–4776	4827	Anhydrite, grey to whitish, w. laminae of dolomite-clay-rocks ("Flaseranhydrite")						
–4780	4831	Limestone, dolomitic, grey						
–4821	4872	Shale, bituminous, black						
–4822	4873	Sandstone, silty, reddish brown, w. claystone				Rotliegendes?	Permian?	F. L. Jacobsen, p. 118 and O. B. Christensen, p. 122
–4919	4970	Claystone, dark reddish brown, w. beds of reddish brown marlstone, fossiliferous				Upper Silurian	Silurian	F. L. Jacobsen, p. 118 and O. B. Christensen, p. 122
–5034	5087	Basalt, fine-grained, brown to reddish brown						
–5136	5190	Claystone, dark brown, in places dark greenish; w. calcite-filled fissures						
–5208	5263	Basalt, fine-grained, brown to reddish brown						
–5244	5300	Final depth						

of the Triassic profile of the Gassum boring, situated only 40 km NW of Rønø. Common to the two Triassic profiles is the missing Muschelkalk facies and the fairly uniform character of the deposits and the lack of fossils, which makes a detailed stratigraphic subdivision rather difficult.

There are clear indications of a change of the character of the sediments at several horizons even within the relatively short distance from Rønø to Gassum. Thus the number of Triassic rock salt beds demonstrated at Rønø is larger than the number at Gassum. However, in this connection it is also necessary to take into account the question of the quality of the drill samples and the differences in type of Schlumberger logs in the two borings before more detailed palaeogeographic conclusions may be drawn.

By reason of the location of Rønø within the Danish Embayment it was anticipated that also the other intervals of time within the Mesozoic would be represented by thick series at this place. A marine transgression took place in the beginning of the Rhaetic, and simultaneously the climate became more humid. From this time on, the beds often contain microfossils, and thereby it has been possible in most cases to date them with more or less certainty. The resulting divisions into zones and other biostratigraphical studies are detailed in the respective articles in the following parts of this book. Almost every deep boring in the Danish Embayment has brought out a number of new details about the stratigraphic sequences in the Mesozoic, and this is also the case for the Rønø boring.

At Rønø there was during the Rhaetic deposited first marine beds of oolitic limestone with claystone and then limnic deltaic deposits of shale and siltstone with carbonized plant remains, indicating an alternating domination of sediments from the sea and from rivers. This alternation began in the Rhaetic, continued through the Jurassic and ended with the exclusive deposition of marine sediments during the Cretaceous.

In the Lower Jurassic marine shales dominate at Rønø, but at the end of this period a regression took place in the region, followed by a transgression of short duration, which came probably in the beginning of Middle Jurassic. The younger Jurassic beds in the boring are characterized mainly by sand deposition and indicate coastal conditions of deposition. They may be marine, lagoonal or estuarine, possibly also in part limnic, but because of the absence of ostracods and foraminifera it has not been possible to determine their age more exactly.

From the beginning of Lower Cretaceous marine conditions again predominated in the Danish Embayment. Although Rønø is not centrally located in this area, the boring has, nevertheless, shown a fairly thick series which includes some parts of each of the larger subdivisions into which the Northwest-European Lower Cretaceous is divided.

During the youngest part of the Lower Cretaceous there was deposited at Rønø, as well as elsewhere, a reddish brown marine marlstone, which introduces the transgression which later caused the sedimentation of the characteristic light limestones which dominate the thick section of the Upper Cretaceous throughout practically all of Denmark. At Rønø there seems to exist a fairly complete series of marine Upper Cretaceous.

The overlying beds of Danian and Selandian in the boring supplement our knowledge of these deposits in Djursland; this is also the case for the uppermost beds of the boring, namely those from the Eocene and Quaternary. Corresponding beds from these intervals outcrop in several places in the peninsula of Djursland near Rønø.

The structural placement of the boring

In the Danish regional pattern of structures the Rønø boring is placed in the Danish Embayment.

The more local structural conditions in the area about Rønø are still not determined at the D.G.U., as only a preliminary study of the seismic material from Djursland has been made (by S. E. HENRIKSEN).

There seems to exist an anticlinal structure N of Kalø Vig, which is expressed also in the pre-Permian beds (the Silurian), and this structure appears to be cut by a NNW-SSE-striking fault. The boring was placed closely to the W of this fault.

Gas and oil occurrences in the boring

After the final depth of the drilling was reached, a number of formation tests (eight drill stem tests, see the diagram fig. 2, p. 12) were made to test for indications of gas and oil. These tests were all negative, and it must thus be concluded that the boring gave no result as far as gas and oil occurrences are concerned. However, it gave valuable geological informations.

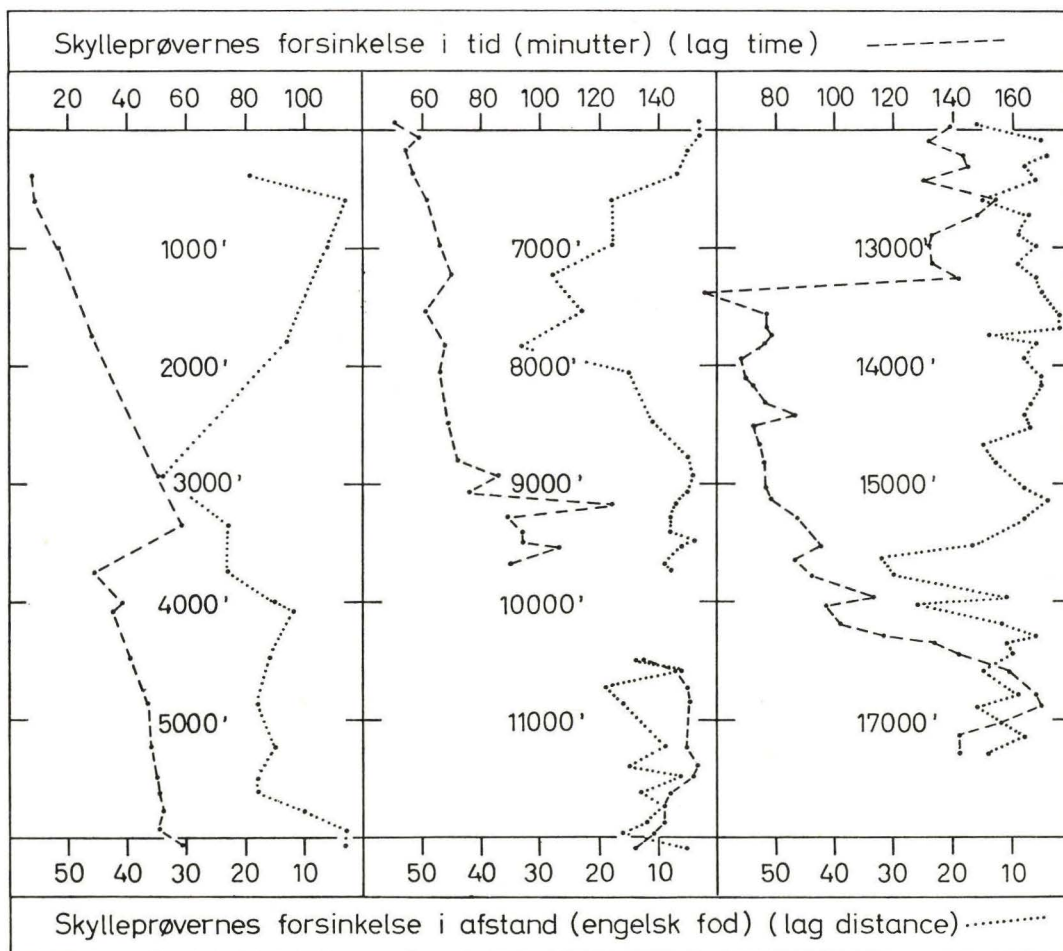
SKYLLEPRØVERNES DYBDEANGIVELSE

I RØNDE NR. 1

af

Arne Dinesen

Skylleprøverne er mærket med boringens dybde på tidspunktet for prøvetagningen. På grund af forsinkelsen, der opstår ved transport fra boringens bund til overfladen, vil den maksimale dybde for materiale i en given prøve være mindre end den dybde, hvormed prøven er mærket. Ved at sammenholde forsinkelsen i tid med boretiderne (målt i 5' intervaller) fås et skøn over afvigelsen mellem den angivne og den faktiske prøvedybde.



Forsinkelsen i *tid* («Lag time») bestemtes gentagne gange under borearbejdet af »Logging«-firmaet. Bestemmelsen blev foretaget ved at den målte omløbstid for boremudderet reduceredes med en beregnet tid for transport fra overflade til bund af borehullet. Forsinkelsestiderne er angivet på fig. 3.

Forsinkelsen i *afstand* («Lag distance») angiver den strækning, der gennembores fra en bestemt dybde, indtil materiale fra den pågældende dybde kan forventes at nå op til overfladen. På fig. 3 er vist de strækninger, som på basis af de opgivne boretider for hver 5' må antages at være gennemboret i løbet af »Lag time« under dybden for »Lag time«-bestemmelsen.

ENGLISH SUMMARY

DEPTH FIGURES OF THE DITCH SAMPLES IN RØNDE NO. 1

Fig. 3 shows corresponding values of Lag time and Lag distance. The Lag distances are calculated on the basis of Lag times and Drilling times (per 5'). The distances are equal to the stretches drilled during the Lag time just below the depth for the determination of the Lag time.

BESTEMMELSE AF
BOREHULSAFVIGELSER, LAGHÆLDNINGER OG
TEMPERATURGRADIENT

I RØNDE NR. 1

af

Svend E. Henriksen

RØNDE BORINGENS AFVIGELSE FRA LODLINIEN

Schlumberger Prospekteringselskabet har i afsnittene 1050–4063 m og 4901–5300 m (under KB) udført kontinuerlige målinger af boringens retning ved hjælp af instrumentet »continuous dipmeter«. Disse målinger omfatter såvel retningens deviation som azimuth. Foruden disse kontinuerte målinger er der ned til 4640 m under KB af boremesteren udført 40 enkeltmålinger af retningen ved hjælp af en »drift indicator«. Disse målinger giver retningens deviation, men ikke dens azimuth.

Af de 40 enkeltmålinger falder 25 indenfor de to med »continuous dipmeter« målte afsnit. En sammenligning af disse 25 enkeltmålinger med de tilsvarende værdier af deviationen fra »continuous dipmeter« profilet viser, at enkeltmålingerne som regel er noget mindre. Den således fundne uoverensstemmelse antages at skyldes målefejl i enkeltmålingerne, formodentlig hovedsagelig forårsaget af at instrumentet ikke har indtaget en stilling fuldt parallel med borehullets vægge. En korrektionskurve er blevet konstrueret for de 25 enkeltmålinger, og ved hjælp af denne er de øvrige 15 enkeltmålinger (som falder i de to afsnit i hvilke »continuous dipmeter« målinger mangler) blevet korrigeret til de sandsynlige værdier af deviationen.

Ud fra de således fundne sandsynlige værdier af deviationen samt de kendte værdier af deviation og azimuth i de tilstødende med »continuous dipmeter« målte afsnit er beregnet den formodede deviation og azimuth ved en matematisk interpolationsproces. Denne beregning er foretaget for hver 50 m i de to afsnit af boringen for hvilke »continuous dipmeter« målinger ikke foreligger. For de øvrige afsnit er deviation og azimuth aflæst fra »continuous dipmeter« profilerne for hver 20 m, visse steder dog for hver 10 m eller endnu tættere. Fig. 4, 5 og 6 viser en grafisk fremstilling af boringens retning (d.v.s. retningen af tangenten til den kurve, som boringen danner, i et givet punkt) indtegnet på polærpapir for de tre afsnit 1340–2100 m, 2100–4060 m og 4901–5300 m (under KB).

De ovenfor nævnte punkter med 50 m, 20 m eller 10 m (eller mindre) indbyrdes afstand inddeler boringen i et antal intervaller. For hvert af disse er dets lodrette afkortelse og dets vandrette komponent beregnet ved hjælp af henholdsvis sinus versus og sinus funktionen (\sin versus α er defineret som $1 - \cos \alpha$).

Dybdekorrektionen, som bruges ved omregning fra boreddybde (under KB)

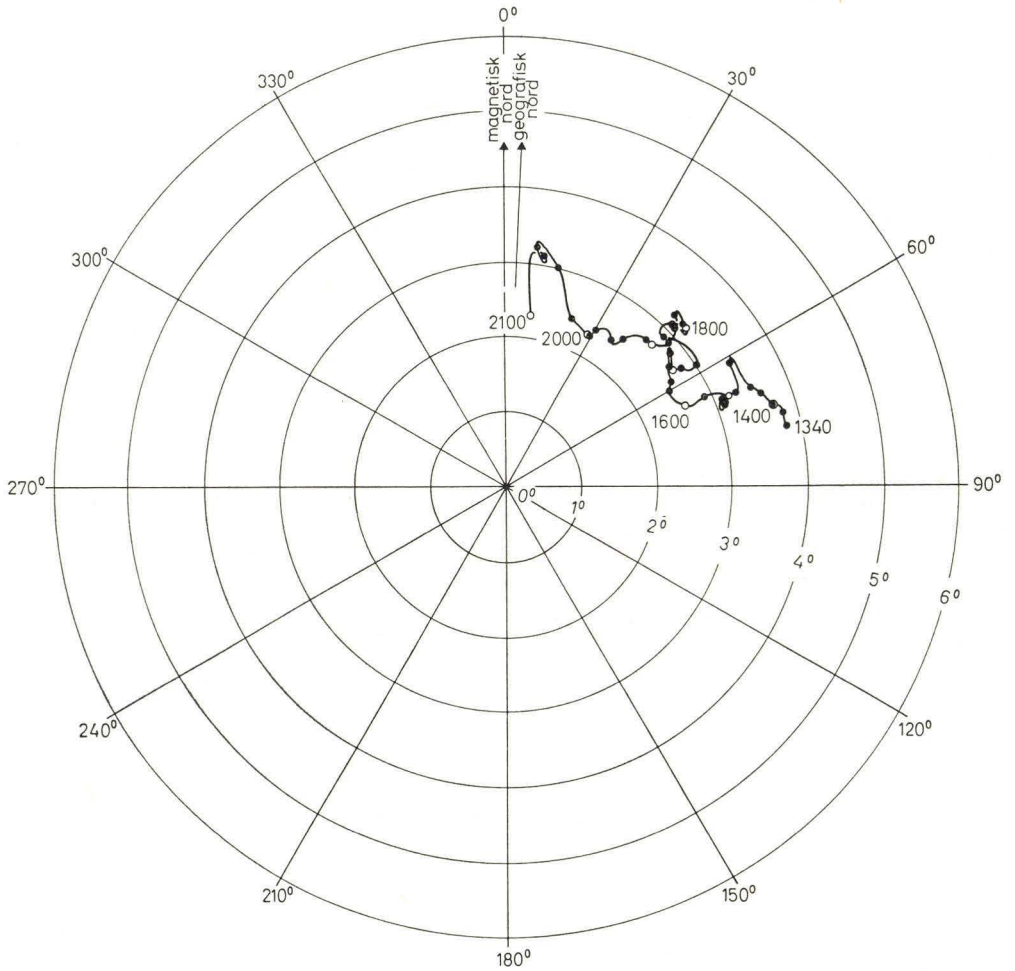


Fig. 4

til kote (se fig. 7), blev fundet ved at de lodrette afkortelser blev summeret op kumulativt og subtraheret grafisk fra $-42,2$ m (koten for KB med modsat fortegn).

Fig. 8 viser boringens horisontalprojektion i skalaen 1:2000, konstrueret grafisk ved hjælp af de for hvert interval beregnede værdier af den vandrette komponent og azimuth. Den magnetiske deklination er 3° W.

Med stiplet linie er angivet de afsnit, for hvilke »continuous dipmeter« målinger ikke foreligger; disse er noget usikre, da de kun er baseret på »drift indicator« målinger.

Fig. 9 viser en vertikalprojektion på et plan i retningen $N30^{\circ}\text{Ø}-S30^{\circ}\text{W}$ i skalaen 1:30000, konstrueret grafisk ved hjælp af fig. 7 og 8. På de to projektioner er vist beliggenheden af whipstock'en og af visse stratigrafiske horisonter.

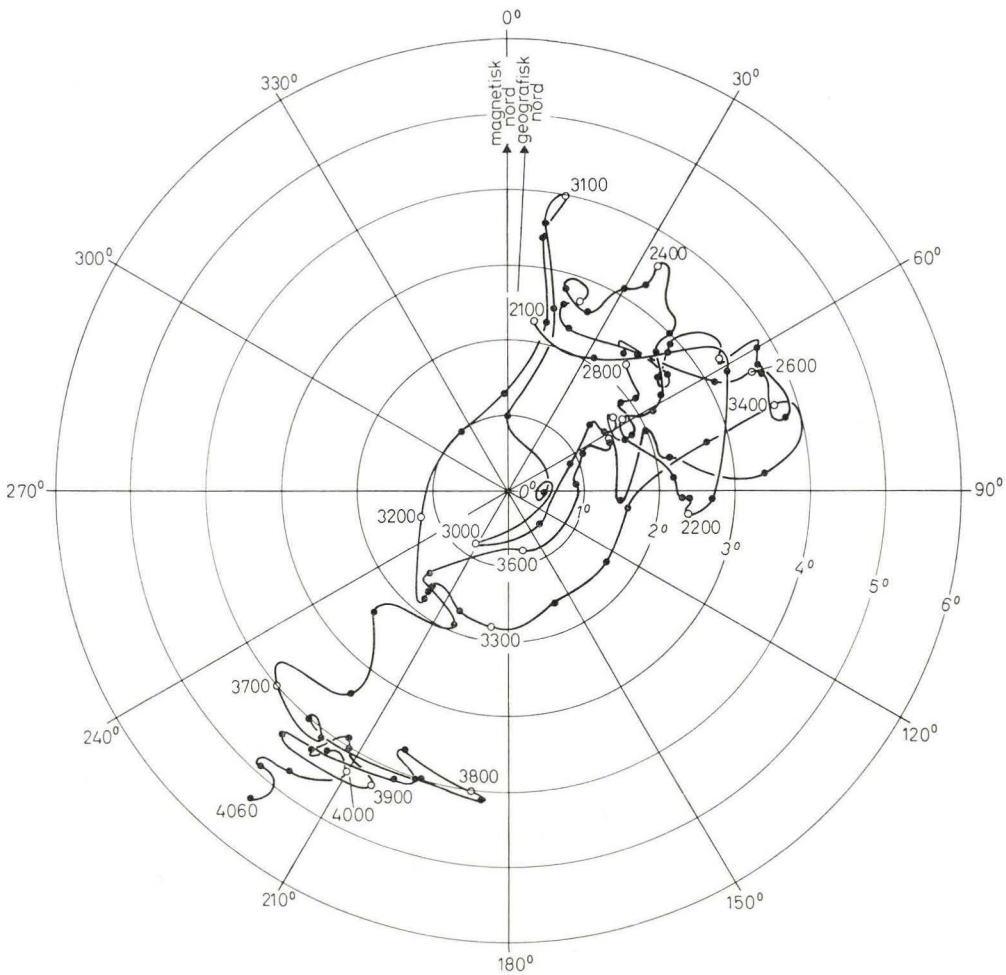


Fig. 5

BESTEMMELSE AF LAGHÆLDNINGER

Et »continuous dipmeter« viser ikke blot borehullets retning, men kan også indstilles til at måle hældningerne af de gennemborede lag. Instrumentet har tre elektroder anbragt med 120° indbyrdes afstand; disse måler hver sit »microlaterolog« profil, og desuden angives borehullets diameter. Når instrumentet passerer et lag, der giver et genkendeligt udslag på de tre »microlaterolog« profiler, vil lagets hældning i forhold til borehullet kunne beregnes af de små højdeforskelle af udslagene på de tre profiler samt borehullets diameter, og da borehullets retning samme sted også måles, kan lagets sande hældning beregnes. Disse beregninger udføres elektronisk af Schlumberger Prospekteringselskabet, men kan også gøres manuelt. I Rønde nr. 1 er disse beregninger udført for ialt 310 punkter (lag) i afsnittene 1548–1710 m, 1998–2114 m, 2746–2900 m,

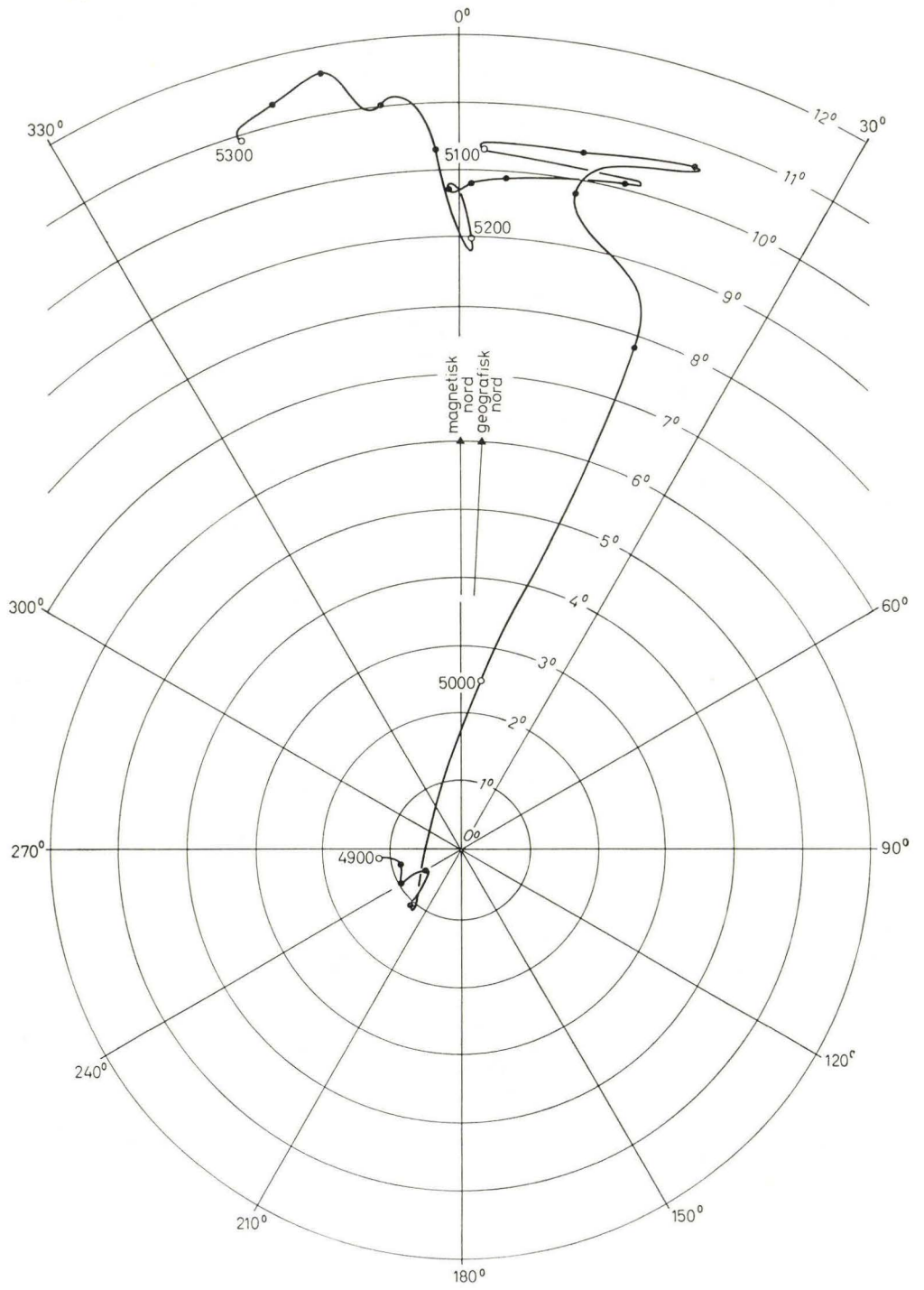


Fig. 6

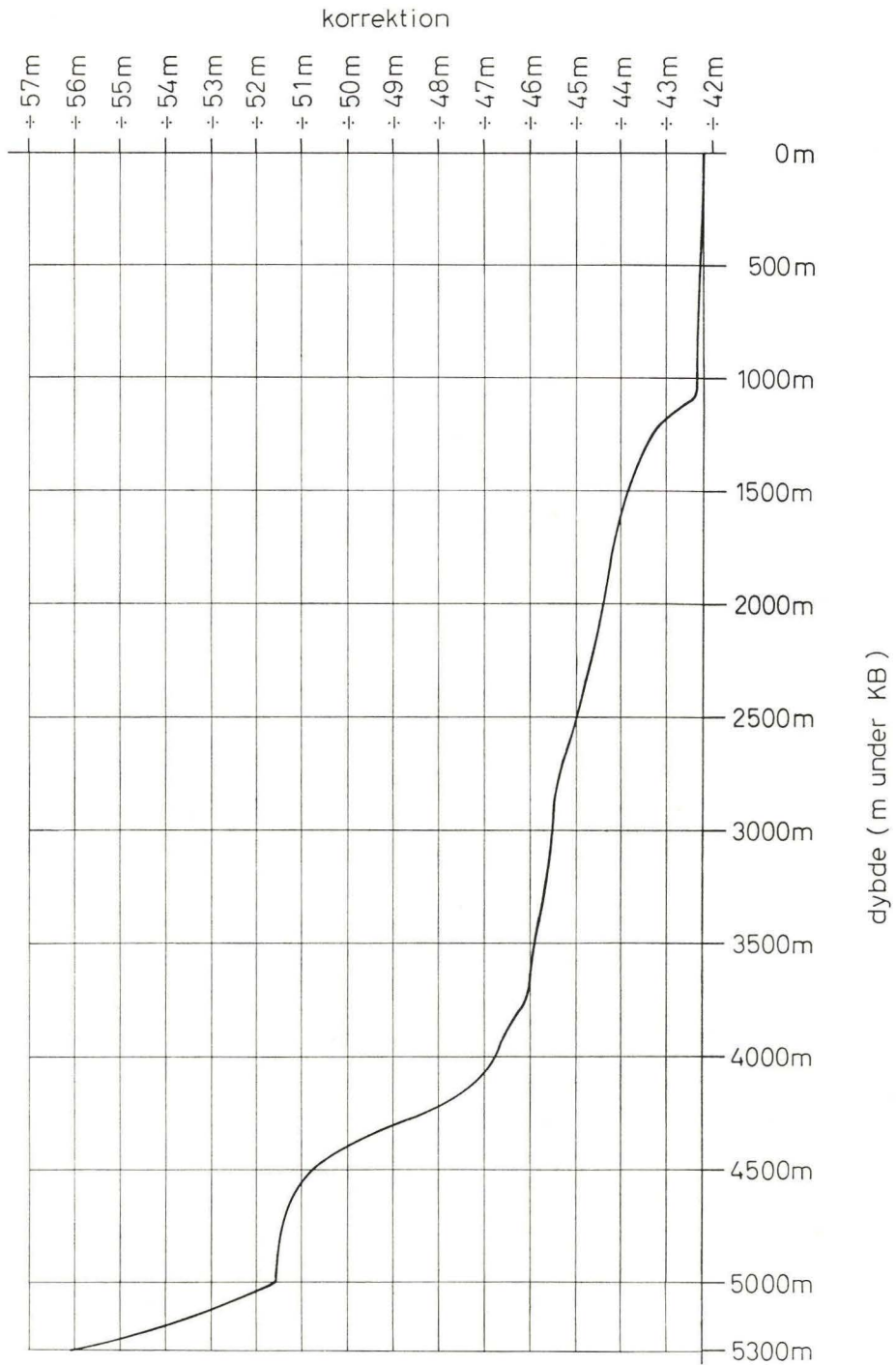


Fig. 7.

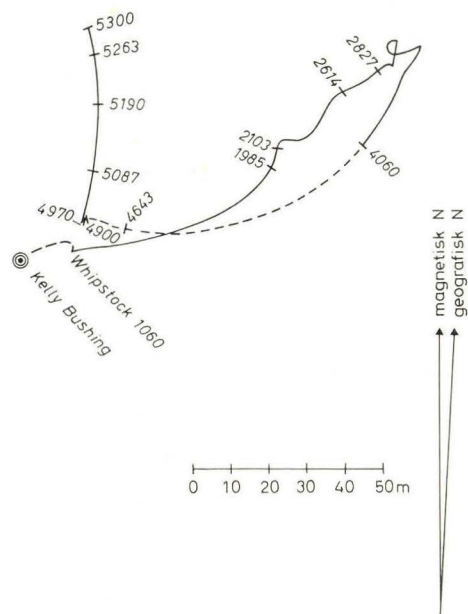


Fig. 8

3844–4063 m og 4901–5300 m. Indenfor disse afsnit er der for udvalgte intervaller med ensartet lithologi foretaget en beregning af laghældningernes modale gennemsnitsværdier og deres standardafvigelse (se tabel 1). I denne tabel er laghældningerne angivet dels ved den maximale laghældning og dennes retning (azimuth fra magnetisk nord) og dels ved strygning (i forhold til geografisk nord) og hældning. Azimuth og strygning er efter beregningen hver for sig afrundet til nærmeste 10° , medens hældningen er angivet til nærmeste hele grad.

En sammenligning af boringens retninger med laghældningerne viser det velkendte fænomen, at boringen har en tendens til at ville indtage en retning vinkelret på lagdelingen, men at denne retning som regel ikke opnås, eller kun tilnærmelsesvis opnås, hovedsagelig grundet på, at laghældningerne skifter, inden boringen har nået at justere sig til den nye retning.

På fig. 4, 5 og 6 angiver den lineære afstand mellem to på hinanden følgende 20 meters punkter hastigheden af boringens retningsændring i grader per 20 m. Denne er på visse steder særlig stor. Den dybde, ved hvilken en sådan hurtigere retningsændring af boringen begynder, antages i de fleste tilfælde at svare til en mere betydelig ændring i formationernes laghældning. Tabel 2a giver en oversigt over sådanne punkter og de formodentlig dertil svarende, ud fra lithologien og Schlumbergerprofilerne bestemte, større ændringer i formationernes beskaffenhed.

S 30° W

41
N 30° Ø

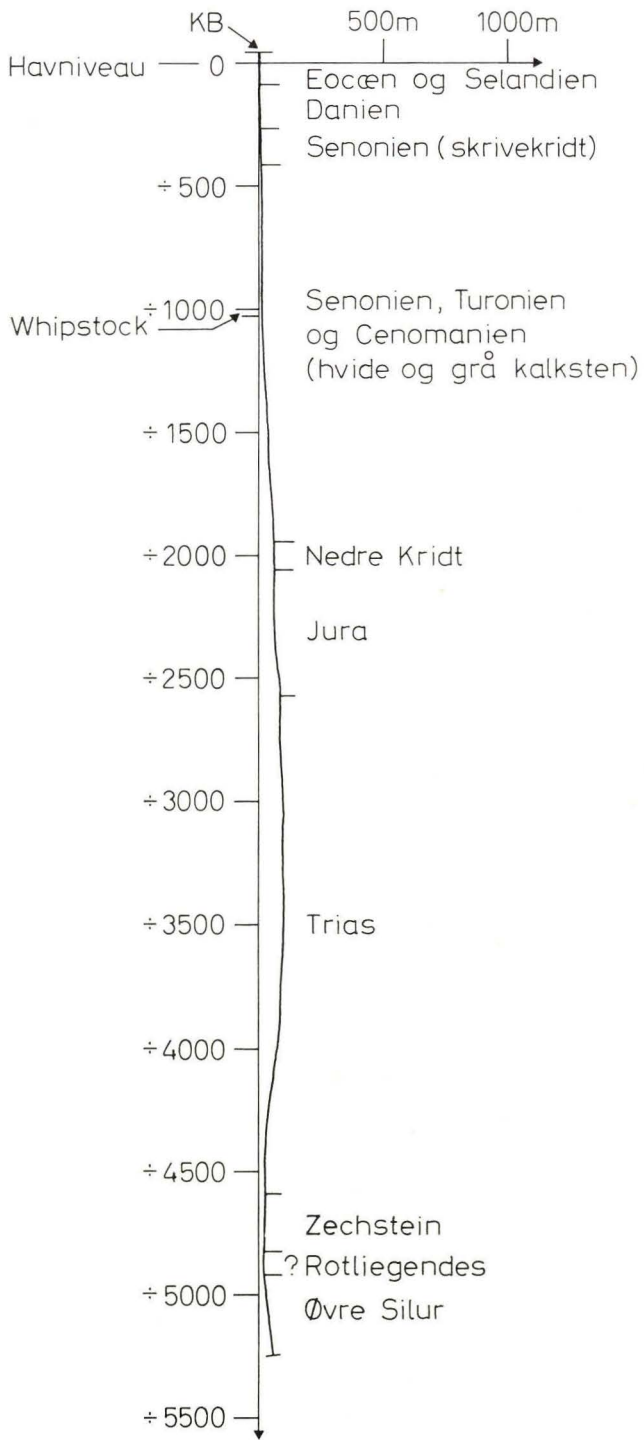


Fig. 9

Tabel 1. Rønde nr. 1. Tabel over laghældninger.

Dybde (Depth) (m u. KB)	Antal (No.)	Hældning (Deviation)	Retning (Direction)	Standard afvigelse (Standard deviation)	Vurdering af resultaterne (Quality of results)	Bemærkninger (Remarks)	Strygning (Strike)	Hældning (Dip)
1581-1609	17	3°	250°	ca. 3.6°	god (good)		N30°W-S30°Ø	3°WSW
1627-1641	13	3°	240°	1.6°	-		N40°W-S40°Ø	3°SW
1654-1675	21	3°	220°	3.3°	-		N50°W-S50°Ø	3°SW
2007-2013	7	4°	190°	4.3°	-		N80°W-S80°Ø	4°S
2064-2081	16	5°	190°	6.0°	-		N80°W-S80°Ø	5°S
2081-2087	9	10°	270°	4.2°	-	skrålejret lagserie (crossbedded unit)	ret N-ret S	10°W
2091-2092	2	ca. 21°	ca. 350°	ca. 2.1°	dårlig (poor)	- -	ca. N80°Ø-S80°W	ca. 21°N
2092-2093	4	ca. 21°	ca. 310°	ca. 4.6°	dårlig? (poor?)	- -	ca. N40°Ø-S40°W	ca. 21°NW
gennemsnit af 2081-2093		ca. 15°	ca. 320°		god (good)	skrålejring (cross-bedding)	ca. N50°Ø-S50°W	ca. 15°NW
2096-2098	4	ca. 5°	ca. 350°	ca. 5.6°	dårlig (poor)		ca. N70°Ø-S70°W	ca. 5°NNW
2750-2760	7	0°		4.1°	god (good)			0°
2761-2766	11	0°		2.8°	-			0°
2777-2784	8	0°		3.7°	-			0°
2796-2805	10	4°	60°	5.2°	-		N30°W-S30°Ø	4°ØNØ
2807-2812	5	2°	320°	3.4°	-		N40°Ø-S40°W	2°NW
2813-2815	9	1°	340°	5.8°	-		N70°Ø-S70°W	1°NNW
2816-2820	8	2°	250°	2.8°	-		N20°W-S20°Ø	2°WSW
2822-2832	14	3°	340°	5.2°	-		N70°Ø-S70°W	3°NNW
2850-2857	4	ca. 8°	ca. 60°	ca. 5.8°	dårlig (poor)		ca. N30°W-S30°Ø	ca. 8°ØNØ
2863-2881	19	1°	250°	5.0°	god (good)		N30°W-S30°Ø	1°WSW
2889-2898	5	2°	20°	4.5°	dårlig (poor)		N70°W-S70°Ø	2°NNØ
gennemsnit af 2750-2898		1°	20°		god (good)		N70°W-S70°Ø	1°NNØ
3874-3886	5	ca. 7°	ca. 0°	ca. 14.5°	dårlig (poor)	skrålejring? (cross-bedding?)	ca. ret Ø-retW	ca. 7°N
3982-4006	5	ca. 18°	ca. 50°	ca. 12.2°	-	-	ca. N40°W-S40°Ø	ca. 18°NØ
4013-4029	4	ca. 17°	ca. 60°	ca. 6.2°	-		ca. N40°W-S40°Ø	ca. 17°NØ
4906-4956	24	2°	80°	19.5°	god (good)	skrålejring (cross-bedding)	N10°W-S10°Ø	2°Ø

Tabel 2a. Bestemmelse af dybder for laghædningsændringer.

Dybde af laghædningsændring (m under KB)		Formodet ændringsårsag
Aflæst fra fig. 4, 5 og 6	Ændring iflg. Schlumberger målinger eller lithologi	
2020	2019	Top af hauterivien
2090	2094	Lithologisk ændring
2100	2103	Top af jura (lias)
2150	2140	Top af øvre aalenien
2530	2531	Lithologisk ændring
2940	2948	— —
3000	2997	Top af ? »Rote Wand«
3100	3120 ?	Lithologisk ændring
3300	3290 ?	— —
3360	3348	Lersten over stensalt
3400	3409	Stensalt over lersten og finsandsten
3460	3458	Lithologisk ændring
3580	3576	— —
3740	3733	— —
3850	3857	— —
4000	3982	— —
4980	4970	Diskordans mellem øvre silur og rotliegendes
5060	5050	Lithologisk ændring
5100	5101	— —
5180	5190	Basalt over lersten
5200	5205	Lithologisk ændring
5250	5263	Lersten over basalt
5290	5288	Lithologisk ændring

BESTEMMELSE AF TEMPERATURGRADIENTEN

I boringen er der i tilknytning til Schlumbergermålingerne foretaget temperaturmålinger, som fremgår af hosstående tabel 3.

Disse temperaturmålinger stemmer indbyrdes godt overens. Idet årets middeltemperatur ved Rønede nr. 1 er $+8^{\circ}\text{C}$, fås temperaturgradienten at være $40\text{ m }^{\circ}\text{C}$ mellem jordoverfladen og 5300 m's dybde.

ENGLISH SUMMARY

DETERMINATION OF DEVIATIONS, DIPS AND
TEMPERATURE GRADIENT OF RØNDE NO. 1*Deviation of the boring*

Continuous dipmeter logs are available for the intervals 1050–4063 m and 4901–5300 m (below KB); outside of these two intervals only drift indicator measurements have been made.

Tabel 3. Rønde nr. 1. Temperaturmålinger.

Dato (1966)	Timer efter sidste circulation	Type af Schlumbergermåling	Dybde (m u. KB)	Tempe- ratur	Dia- meter **	Bjergart
15. marts	5½	laterolog	4064	96°C	12"	sandsten
16. marts	11	sonic	4062	97°C	12"	—
16. marts	16	comp.form.density	4064	100°C	12"	—
17. marts	5½	gammaray-neutron	4064	96°C	12"	—
17. marts	16½	microlaterolog	4039	98°C	12"	lersten
8. juni		laterolog	4882	112°C	6"	sandsten
8. juni		sonic	4898	112°C	6"	—
8. juni		comp.form.density	4900	112°C*	6"	—
8. juni		microlaterolog	4882	112°C	6"	—
28. juni		laterolog	5037	124°C	6"	lersten
28. juni		sonic-gammaray	5036	124°C	6"	—
29. juni		comp.form.density	5038	124°C	6"	—
29. juni		gammaray-neutron	5038	124°C	6"	—
29. juni		microlaterolog	5038	124°C	5"	—
30. juni		contin. dipmeter	5038	124°C	6"	—
18. juli		laterolog	5300	135°C	6"	basalt
18. juli		sonic	5298	137°C	6"	—
18. juli		microlaterolog	5301	137°C	6"	—
19. juli		comp.form.density	5301	138°C	6"	—
19. juli		gammaray-neutron	5301	138°C	6"	—
19. juli		contin. dipmeter	5300	138°C	5"	—

* maximum temperatur 120°C ifølge Schlumberger.

** borehullets diameter med mudderkage.

Figs. 4, 5, and 6 show graphically the direction of the drilling at any point in the intervals 1340–2100 m, 2100–4060 m and 4901–5300 m (below KB).

For the two intervals not measured with the continuous dipmeter, the deviation and azimuth have been estimated for points at 50 m intervals by interpolation and comparison with the drift indicator results.

The boring has been subdivided into a number of short (50 m, 20 m, 10 m or less) intervals, for each of which the vertical correction and the horizontal component have been computed (by means of the sinus versus and the sinus functions, respectively). The cumulative vertical correction, combined with the elevation of the KB above sea level, is shown graphically in fig. 7. Fig. 8 shows the horizontal projection of the boring, and fig. 9 shows a vertical projection on a plane running N30°E–S30°W.

Calculation of dips

In Rønde No. 1, dips have been determined by the continuous dipmeter for 310 points distributed in the intervals 1548–1710 m, 1998–2114 m, 2746–2900 m, 3844–4063 m, and 4901–5300 m.

Table 2b. Determination of depths of change in dip.

Depth of change in dip (m below KB)		Supposed cause of change
Read from figs. 4, 5, and 6	Change accord. to Schlumberger measurements or lithology	
2020	2019	Top of Hauterivian
2090	2094	Lithologic change
2100	2103	Top of Jurassic (Lias)
2150	2140	Top of Upper Aalenian
2530	2531	Lithologic change
2940	2948	- -
3000	2997	Top of ? "Rote Wand"
3100	3120?	Lithologic change
3300	3290?	- -
3360	3348	Claystone over rock salt
3400	3409	Rock salt over claystone and siltstone
3460	3458	Lithologic change
3580	3576	- -
3740	3733	- -
3850	3857	- -
4000	3982	- -
4980	4970	Unconformity between Upper Silurian and Rotliegendes
5060	5050	Lithologic change
5100	5101	- -
5180	5190	Basalt over claystone
5200	5205	Lithologic change
5250	5263	Claystone over basalt
5290	5288	Lithologic change

Table 1 shows the results of calculations of average values of the dip for a number of sections with uniform lithology. The modal average and its standard deviation are given for each section, rounded off to the nearest 10° and 1°, respectively.

A comparison of the direction of the boring at a chosen point with the dip of the bedding at that point shows the well-known tendency of the boring to take a direction perpendicular to the bedding; this direction usually is only somewhat approximated, since the direction of the bedding changes before the adjustment has become complete.

In figs. 4, 5, and 6 the linear distance scaled graphically between two consecutive 20 m marks shows the rate of change of direction of the boring in units of degrees per 20 m. This rate of change is in certain places particularly large. The depth at which such an increase in the rate of change of direction begins may in most cases be supposed to correspond to a major or at least more significant change in the direction of dip. Table 2b lists these depths and their probable or possible interpretation on the basis of lithology and Schlumberger logs.

Determination of the temperature gradient

In connection with the Schlumberger measurements the following temperature measurements have been made (see table 3 p. 44).

These measurements fit well together, and taking the yearly mean temperature at Rønde No. 1 to be $+8^{\circ}\text{C}$, the average temperature gradient is found to be $40\text{ m}/^{\circ}\text{C}$ between the Earth's surface and 5300 m depth.

KVARTÆR OG EOCÆN I BORINGEN RØNDE NR. 1
(7 - CA. 60 M)

af

Arne Dinesen

De øverste lag i boringen Rønde nr. 1 består af istidsaflejringer hvilende på eocænt plastisk ler. Istidslagene (fra terræn i kote +35.2 m, d.v.s. 7 m under Kelly Bushing) er antagelig gennemboret på 34 m (under KB), men de kan dog strække sig yderligere 9 m dybere. Fra 43 m (under KB) er der med sikkerhed boret i lag, der kan henføres til nedre eocæn. Grænsen eocæn/paleocæn kan ikke fastlægges nøjagtig. Den må formodes at ligge på ca. 60 m (under KB).

På grundlag af de foreliggende skylleprøver, der blev beskrevet ved bore-tårnet af V. KROGH, samt udfra mikropalæontologiske iagttagelser må lag-følgen antages at være således:

7-24 m under KB:

Sand, overvejende groft, nedefter lerblandet.

Bemærkninger. Skylleprøverne (ialt 4, hvoraf de 3 er taget mellem 55' og 80') tillader ikke at foretage en nøjere vurdering af istidslagenes sammensætning. Boremuddet har muligvis optaget ler fra formationen. Moræneaflejringeres eventuelle tilstedeværelse er mere direkte antydnet gennem sand- og gruskornenes skarpkantede form, idet der dog ikke kan ses bort fra, at en nedknusning kan være sket under borets vægt.

Alder: Pleistocæn.

24-34 m under KB:

Moræneler, fedt, grønligt gråt.

Bemærkninger. Skylleprøver 80'-110' repræsenterer dette afsnit.

Alder: Pleistocæn.

34-43 m under KB:

Ler, fedt, gråt, øverst lysere og stedvis let skifret, nedefter grønligt eller mørkegråt, kalkholdigt.

Bemærkninger. Prøverne 110'-140' indeholder en del usortet sand, der må betragtes som »nedfald« fra istidslagene. Det samme gælder de fundne foraminiferer, hvoraf nogle er omljrede former fra Røsnæs ler og ældre lag. Der er ikke fundet tegn på, at de foraminiferige zoner i de yngre dele af det plastiske ler er repræsenteret, selv om de øverste lag er ret lyse, og kalkholdighed er påvist. Det er værd at bemærke, at slæmmeresterne indeholder dinoflagellater (det. A. BUCH) og fiskerester, som sammen med en sparsom foraminiferfauna

er velkendte fra andre lokaliteter, fra lag på overgangen mellem Røsnæs ler og Lillebælt ler.

Alder. ? Eocæn. (Evt. pleistocæn lokalmoræne).

43–49 m under KB:

Ler, fedt, rødligt brunt, nedefter brungråt til mørkegråt, kalkholdigt.

Bemærkninger. Der kan ikke herske tvivl om, at Røsnæs ler er indeholdt i dette interval. Af foraminiferer, der kendes fra Røsnæs ler på andre lokaliteter, kan nævnes:

Pseudoclavulina sp. (AD-B159)
Turrilina brevispira TEN DAM
Bulimina alsatica CUSHMAN & PARKER
Angulogerina abbreviata (TERQUEM)
Asterigerina (?) sp. (AD-B35)
Cancris auriculus var. *primitivus* CUSHMAN & TODD
Anomalina ex gr. *acuta* PLUMMER
Anomalina cf. *grosserugosa* (GÜMBEL)
Cibicides sulzensis (HERRMANN)
Cibicides ungerianus (D'ORBIGNY)
Siphonina lamarckana CUSHMAN
Globigerina patagonica TODD & KNIKER
Acarinina ex gr. *pentacamerata* (SUBBOTINA)
Globorotalia convexa SUBBOTINA
Globorotalia sp. (AD-P7)
Pseudohastigerina wilcoxensis (CUSHMAN & PONTON)

Da mørkegråt ler spores i den nederste prøve fra intervallet, kan det betyde, at den askeførende lerserie er nået lidt over dybden 160'.

Alder. Nedre eocæn.

49–ca. 60 m (?) under KB:

Ler, fedt, mørkegråt, med lag af vulkansk aske, grå til gråsort.

Bemærkninger. I alle prøverne fra 160' og helt ned til 410' (d.v.s. til 10' over top af danien-kalkstenen) findes stumper af askelag. Det er uvist fra og med hvilken dybde den vulkanske aske kun er til stede i form af »nedfald«, men det er næppe sandsynligt, at den askeførende serie er mere end 10–15 m mægtig. Foraminiferer, der må betragtes som »nedfald« fra Røsnæsleret, er ret almindelige. Diatomaceer (Coscinodiscus-former, både i kiselskallet og pyritiseret tilstand), som ikke er ualmindelige, må antagelig stamme fra den askeførende serie.

Alder. Nederste eocæn.

ENGLISH SUMMARY

PLEISTOCENE AND EOCENE IN RØNDE NO. 1

The starting point of the depth measurements (Kelly Bushing) is situated 7 m. above the ground level. The samples from 7 m. to 24 m. consist of coarse sand mixed with clay. They may represent "washed" boulder clay or glaciofluvial deposits. A more sticky boulder clay occurs from 24 m. to 34 m.

Below the Pleistocene – or possibly included as a floe in the lower part of it – a grey, sticky clay is found from 34 m. to 43 m. The washed residues of this clay contain dinoflagellates, fish remains, and a few foraminifera, and the microfaunistic composition resembles the one normally found in the beds transitional from the Røsnæs Clay (Lower Eocene) to the Lillebælt Clay (Middle(?) Eocene). No foraminiferal evidence for the presence of Upper Eocene and younger Tertiary is found.

From 43 m. to 49 m. a reddish brown, sticky clay was drilled. Both the lithology and the foraminiferal fauna (see the list p. 48) are characteristic of the Lower Eocene Røsnæs Clay.

The Røsnæs Clay is underlain by a grey clay with beds of volcanic ash. The thickness of the ash-bearing formation cannot be determined, because the samples are contaminated by the ash almost to the top of the Danian Limestone at 128 m. Nevertheless it is unlikely that the thickness of the clay with volcanic ash exceeds 10–15 m., and it may even be less. As the base of the Eocene is normally placed at the base of the ash-bearing formation it is assumed that the top of the Paleocene is reached at about 60 m. below KB.

PALÆOCÆN I RØNDE NR. 1

(CA. 60–307 M)

af

Inger Bang

Undersøgelsen omfatter intervallet 200'–1040' (61–307 m), hvor 40 skylleprøver er undersøgt. Den lithologiske beskrivelse af det pågældende afsnit er foretaget af VILLY KROGH på borestedet.

LITHOLOGI

Selandien. En afgrænsning af palæocæn-formationerne opadtil har ikke været mulig, idet samtlige prøver indtil 410' er mere eller mindre domineret af vulkansk aske, der begynder ved 160'–170' (49–52 m). De består derudover af ler, mørkegråt, kalkfrit til svagt kalkholdigt, stedvis hærnet. I prøven 410'–420' (125–129 m) findes ler, fedt, mørkegråt, kalkholdigt (Kertemindeler).

Danien. Kalken begynder i prøven 420'–425' (129–130 m) og en lithologisk afgrænsning er således mulig, hvorimod grænsen til senonien er lagt på biostratigrafisk grundlag, idet prøven 1040'–1070' (307–326 m) indeholder de første senone foraminiferer. Kalken beskrives som tæt, som regel ret hård, men vekslende fra hård til ret blød, med tæt, mørkegråbrun flint; fra omkring 600' (180 m) mere sandet, stedvis silicificeret. Fra 960' (251 m) findes bryozokalk, tæt, ret hård, gullighvid med mørk, brungrå flint.

BIOSTRATIGRAFI

Selandien. Fra intervallet 200'–410' (61–125 m) er af mikrofossiler kun fundet enkelte radiolarer og diatomeer. Først i prøven 410'–420' (125–129 m) forekommer foraminiferer, til gengæld i en meget rig fauna, karakteristisk for Kertemindeleret i Jylland.

De vigtigste arter er: *Bulimina midwayensis* CUSHMAN & PARKER, *Bulimina trigonalis* TEN DAM, *Lenticulina* sp. sp., *Citharina plummoides* (PLUMMER), *Lagena* sp. sp., »*Pseudovalvulinaria*« *parvula* (TEN DAM), *Melonis nobilis* (BROTZEN), *Nonionella ovata* BROTZEN, *Ceratolamarckina tuberculata* BROTZEN, *Ceratolamarckina* sp., *Epistominoides danica* TROELSEN, *Hoeglundina scalaris* (FRANKE), *Osangularia lens* (BROTZEN), *Cibicides* sp. sp., *Gavelinella lellingensis* BROTZEN, *Anomalinoidea danica* (BROTZEN).

Danien. Mikrofossiler er sparsomt repræsenteret og i en dårlig bevarings-tilstand, hvilket dels må tilskrives hærkning af kalken, dels måske også en primær sparsom fauna. En biostratigrafisk inddeling er derfor ikke foretaget. Planktoniske foraminiferer findes først u. 560' (170 m) bortset fra enkelte spredte forekomster. De udgøres næsten udelukkende af *Globoconusa daubjergensis* (BRÖNNIMAN), der dominerer i lag, der groft sagt kan henføres til mellemste danien. I prøven 580'–590' findes enkelte *Globoconusa daubjergensis gigantea* som viser, at den pågældende zonule er repræsenteret (BANG, 1969).

Af benthoniske former kan nævnes *Pyramidina curvisuturata* (BROTZEN) som findes i de øverste prøver af formationen og som er karakteristisk for den øvre del af kalksandskalken i Københavnsområdet. Desuden forekommer vigtige for Danskekalken *Tappanina selmensis* (CUSHMAN), *Bulimina sp. sp.*, *Pulsiphonina eklundi* (BROTZEN), *Osangularia lens* BROTZEN, *Nuttallides lunata* (BROTZEN), *Cibicides sp. sp.* I bryozokalken synes faunaen at blive lidt rigere, bl. a. optræder former fra nedre del af Danskekalken, deriblandt »*Pseudovalvulinaria*« *sp.* Et enkelt eksemplar af denne art optræder dog allerede i prøven 730'–760' (223–232 m).

ENGLISH SUMMARY

PALEOCENE IN RØNDE NO. 1

The investigation covers the interval 200'–1040' (61–307 m.) from which 40 ditch samples have been examined. The lithologic description of this interval was made by VILLY KROGH at the drill site.

Lithology

Selandian

It has not been possible to place the upper boundary of the paleocene formations, since all the samples till the depth of 410' are contaminated by volcanic ash, which appears for the first time in the sample 160'–170' (49–52 m.). Besides, the tuff consists of clay, dark grey non calcareous to slightly calcareous, in places indurated. The sample 410'–420' (125–129 m.) contains dark grey, sticky calcareous clay (Kerteminde Clay).

Danian

The top of the Danian limestone is indicated by a lithologic change while the boundary to the Senonian has been founded on biostratigraphical considerations. The sample 1040'–1070' (307 m.) contains the first Senonian foraminifera. The limestone is described as compact, mostly hard, with dark greyish brown chert, from about 600' (180 m.) more sandy, in places silicified. The lowermost part, from 960' (251 m.), consists of bryozoan limestone, relatively indurated, yellowish white, with dark brownish grey chert.

Biostratigraphy

Selandian

The microfossils from the interval 290'–410' (88–125 m.) consist exclusively of single specimens of radiolaria and diatoms. Foraminifera do not appear until the sample 410'–420'

(125–129 m.). The fauna is characteristic for the Kerteminde Clay in Jutland. The most important species are: *Bulimina midwayensis* CUSHMAN & PARKER, *Bulimina trigonalis* TEN DAM, *Lenticulina sp. sp.*, *Citharina plummoides* (PLUMMER), *Lagena sp. sp.*, “*Pseudovalvulineria*” *parvula* (TEN DAM), *Melonis nobilis* (BROTZEN), *Nonionella ovata* BROTZEN, *Ceratolamarckina tuberculata* (BROTZEN), *Ceratolamarckina sp.*, *Epistominoides danica* TROESEN, *Hoeglundina scalaris* (FRANKE), *Osangularia lens* (BROTZEN), *Cibicides sp. sp.*, *Gavelinella lellingensis* BROTZEN, *Anomalinoidea danica* (BROTZEN).

Danian

Microfossils are scarce and found in a poor state of preservation partly due to the induration of the limestone. A biostratigraphical subdivision has not been made. Apart from a few scattered occurrences, planktonic foraminifera do not appear until below 560' (170 m). They are mostly represented by *Globoconusa daubjergensis* (BRONNIMAN), a species which normally dominates in beds from middle Danian. The sample 580'–590' contains a few *Globoconusa daubjergensis gigantea* which show that the corresponding zonule is represented (BANG 1969).

Among benthonic forms may be mentioned *Pyramidina curvisuturata* (BROTZEN), which is found in the uppermost samples of the formation and which characterizes the sandy limestone in the Copenhagen area. In addition, the following forms important of the Danian limestone occur: *Tappanina selmensis* (CUSHMAN), *Bulimina sp. sp.*, *Pulsiphonina eklundi* (BROTZEN), *Osangularia lens* BROTZEN, *Nuttallides lunata* (BROTZEN), *Cibicides sp. sp.*

LITTERATUR

- BANG, INGER, 1969: Planktonic Foraminifera and Biostratigraphy of the Type Danian. - Proc. 1. intern. Conf. Plankt. Microfos. Geneva. Vol. 1, pp. 58–65, pl. I–IV. Leiden.

ØVRE KRIDT I RØNDE NR. 1

(307–1985 M)

af

Erik Stenestad

Til rådighed for undersøgelsen har der været ca. 290 skylleprøver udtaget i intervallet 1040'–6510' under Kelly Bushing (KB).

Foraminiferundersøgelsen har omfattet 112 af disse prøver fordelt over hele profilet, men koncentreret omkring faunazonernes grænser.

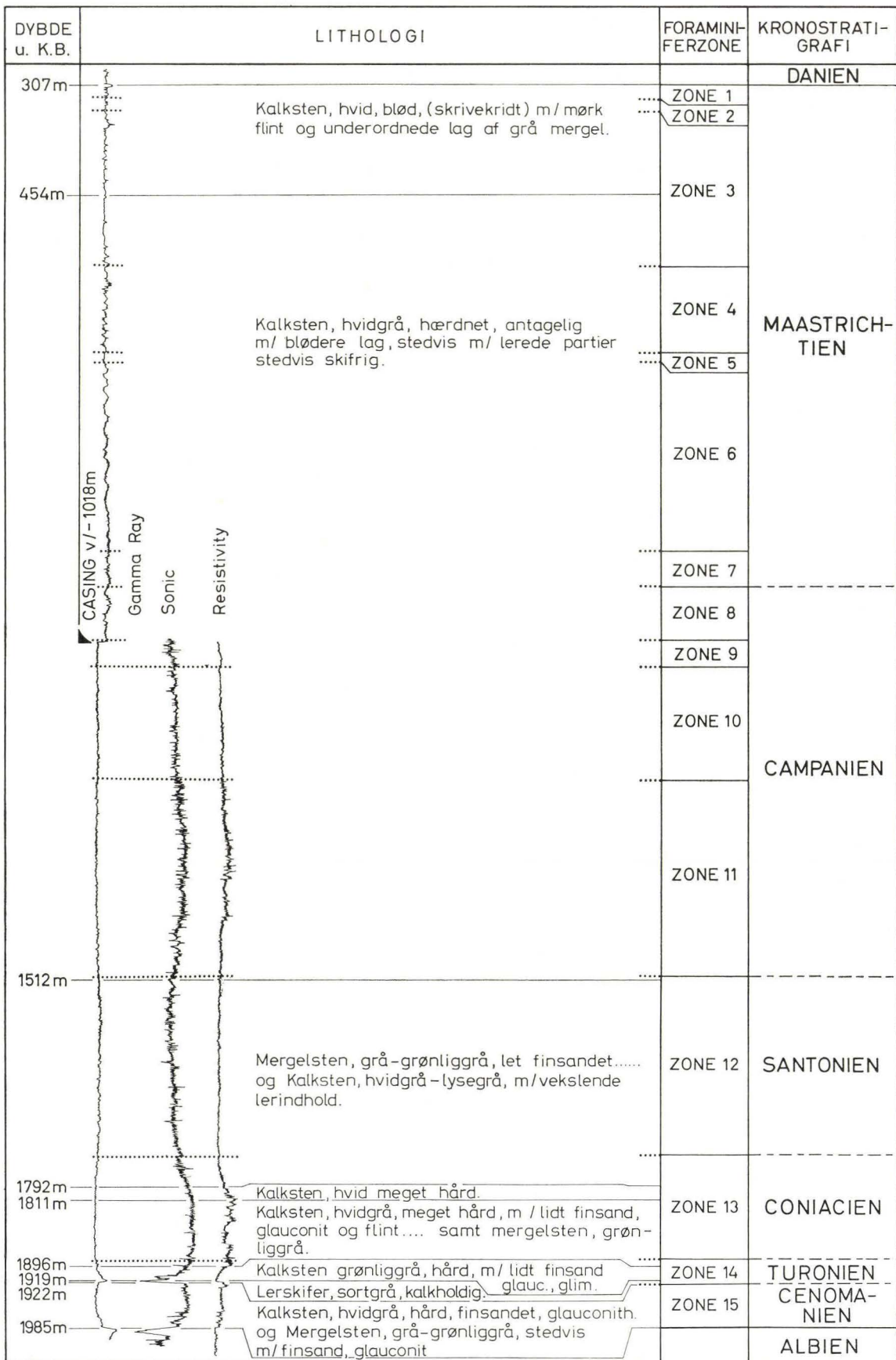
LITHOLOGI

DGU's geologer har på borestedet foretaget en første beskrivelse af den gennem-borede lagserie. Afsnittet 1040'–3515' er beskrevet af VILLY KROGH, afsnittet 3515'–6510' af OLE BRUUN CHRISTENSEN.

Nedenstående lithologiske oversigt er baseret på disse beskrivelser samt på iagttagelser, gjort på slæmmeresterne.

Alle dybdeangivelser, såvel i engelske fod som i meter er korrigeret i henhold til lagtime kurven og i muligt omfang tillige ved hjælp af Schlumberger diagrammerne.

- 1040'–1490' (307–454 m) Kalksten, hvid, blød (skrivekridt), med mørk flint og underordnede lag af grå mergel.
- 1490'–4960' (454–1512 m) Kalksten, hvidgrå, hærdenet, antagelig med blødere lag, stedvis med lerede partier, stedvis skifret.
- 4960'–5880' (1512–1792 m) Mergelsten, let finsandet til finsandet, grå til grønliggrå, stedvis skifret og
Kalksten, hvidgrå til lysegrå, med vekslende lerindhold.
- 5880'–5940' (1792–1811 m) Kalksten, hvid, meget hård.
- 5940'–6220' (1811–1896 m) Kalksten, hvidgrå til lysegrå, meget hård, med lidt finsand, glauconit og flint. Mergelsten, grønliggrå, let finsandet, skifret.
- 6220'–6310' (1896–1919 m) Kalksten, grønliggrå, hård, finsandet, glauconitisk, svagt glimmerholdig.
- 6310'–6320' (1919–1922 m) Lerskifer, sortgrå, kalkholdig, med calcitfyldte sprækker.
- 6320'–6510' (1922–1985 m) Kalksten, hård, hvidgrå, finsandet til stærkt finsandet, let glauconitisk og
Mergelsten, grå til grønliggrå, skifret, stedvis finsandet, glauconitisk. Øverst er lagene noget hærdenet.



Det lithologiske profil fra øvre kridt i Rønde boringen er sammenlignet med de tilsvarende afsnit fra borerne Gassum nr. 1 og Horsens nr. 1, de nærmest liggende af de tidligere udførte borer.

Det lithologiske profil og gammastrålingskurven fra Gassum nr. 1 har ikke kunnet korreleres med Rønde nr. 1. Derimod er der god overensstemmelse mellem den lithologiske udvikling i Horsens nr. 1 og Rønde nr. 1.

En sammenligning mellem Rønde nr. 1 og de nyere, endnu ikke publicerede dybdeboringer i den nordjyske del af det danske sænkingsområde lader formode, at det vil være muligt at gennemføre en korrelation af dele af øvre kridt serien ved hjælp af Schlumberger diagrammer. Det kan tilføjes, at den lithologiske udvikling af øvre kridt serien i Nordjylland – så vidt det kan skønnes på grundlag af Schlumberger diagrammerne – afviger noget fra udviklingen i det sydjysk-nordtyske delbassin.

BIOSTRATIGRAFI

Øvre kridt serien i Rønde nr. 1 er udelukkende boret ved skylleboring. Dette betyder, at prøvernes indhold af mikrofossiler ikke uden videre kan tages som udtryk for faunasammensætningen i det pågældende prøveniveau. Det er i virkeligheden kun den øverste del af arternes vertikale udbredelse på den pågældende lokalitet, der kan fastlægges med nogenlunde sikkerhed.

Fra daglokaliteter og enkelte kerneboringer i det nordjyske område samt fra borer og dagprofiler i tilgrænsende områder (Sydjylland og øerne, Skåne, Polen, Nordtyskland, Holland, Belgien og England) har man et vist kendskab til foraminiferfaunaens generelle udvikling igennem øvre kridt i det nordvest-europæiske sænkingsområde. På grundlag af disse erfaringer opdeles Rønde-boringens øvre kridt i et antal foraminiferzoner, en inddeling, der nødvendigvis må blive af foreløbig karakter og bør betragtes som en arbejdsmodel. Nedenfor omtales zonerne i den rækkefølge hvori de træffes under borearbejdet, d.v.s. fra top til bund af profilet. *Dybdetallene i meter er korrigerede.*

(1) *Stensioeina esnehensis* zonen 1040'–1070' (307–326 m)

Prøven 1040'–1070' indeholder *S. esnehensis* NAKADY 1950, »*Bolivina*« *incrasata* REUSS 1851 og *Heterohelix striata* (EHRENBERG 1840).

Den lithologiske øvre grænse fandtes ved 1020' (311 m) ifølge prøverne, ved 307 m (kote –265 m) ifølge Schlumberger diagrammerne.

S. esnehensis zonen efterfølger *Pseudotextularia elegans* zonen (se nedenfor) i profiler fra Bjerre (Vigsø-Bjerre), Eerslev og i borer ved Stigsnæs.

(2) *Pseudotextularia elegans* zonen 1070 –ca. 1130' (326–344 m)

Zonebetegnelsen bør måske ændres, og i hvert fald næppe benyttes som formelt zonenavn, da der er mulighed for forveksling med en anden zone af samme

navn (se PESSAGNO 1967 tekst fig. 2). Da zonebetegnelsen imidlertid finder udbredt anvendelse, bevares den foreløbigt.

Prøverne under 1070' henføres til denne zone. Øvre grænse lægges ved højeste forekomst af *Pseudotextularia elegans* (RZEHAČ 1891) og *Racemiguembelina fructifera* (EGGER 1899). Nedre grænse formodes at ligge i prøveintervallet 1100'–1130', hvor *Pseudouvierina rugosa* BROTZEN 1945 bliver almindelig. I den underliggende prøve (1190'–1220') er der sket et tydeligt faunaskifte.

Pseudotextularia elegans zonen er karakteriseret ved en artsrig fauna, hvoriblandt *Stensioeina esnehensis* NAKADY 1950, »*Bolivina*« cf. *incrassata* REUSS 1851, *Tappanina selmensis* (CUSHMAN, emend. BROTZEN 1948), *Bolivinoidea peterssoni* BROTZEN 1945, *Pseudouvierina cristata* (MARSSON 1878) og *Bolivinoidea decoratus* (JONES) ssp. *giganteus* HILTERMANN & KOCH 1950.

(3) *Pseudouvierina rugosa* zonen 1190'–ca. 1810' (363–ca. 552 m)

Prøverne under 1190' henføres til denne zone, der foruden *P. rugosa* BROTZEN 1945 indeholder karakteristiske arter som *Osangularia »lens«* HOFKER 1957, non BROTZEN, *Bolivinoidea peterssoni* BROTZEN 1945, *B. decoratus* (JONES) ssp. *giganteus* HILT. & KOCH 1950, *Cibicides constricta* VON HAGENOW 1842, *Gavelinella pertusa* (MARSSON 1878), *G. costata* BROTZEN 1942, *Neoflabellina postreticulata* HOFKER 1956, *Spirillina subornata* BROTZEN 1940 og »*Bolivina*« *incrassata* REUSS ssp. *gigantea* WICHER 1949.

(4) *Pseudouvierina cimbrica* zonen 1810'–? 2200' (552–? 671 m)

Prøverne under 1810' henføres til denne zone, der er karakteriseret ved tilstedeværelsen af *P. cimbrica* TROELSEN MS. 1945 i sammenhæng med en del af de arter, som kendes fra den underliggende zone, bl.a. *Bolivinoidea peterssoni* BROTZEN 1945 og *Pseudouvierina cristata* (MARSSON 1878). Det er muligt, at denne underliggende zone, »*Bolivina*« *incrassata gigantea* zonen, der er velkendt fra Aalborgområdet, ville kunne påvises ved en nærmere undersøgelse af afsnittet 1900'–2200'.

(5) *Heterohelix dentata* zonen 2210'–2240' (671–683 m)

Prøven 2210'–2240' indeholder *H. dentata* STENESTAD 1968, der kendes fra den øverste del af nedre maastrichtien og fra øvre maastrichtien i Danmark, samt *Bolivinoidea decorata* (JONES) ssp. *laevigata* MARIE 1941, der ifølge HOFKER (1957 p. 252) optræder sporadisk i den øvre del af nedre maastrichtien.

(6) *Bolivinoidea decorata laevigata* zonen 2240'–3080' (683–939 m)

Prøverne i dette afsnit er fattige på foraminiferer; måske spiller lagenes stærke hærkning ind. Tilstedeværelsen af *Stensioeina pommerana* BROTZEN 1936,

»*Bolivina*« *incrassata* REUSS 1851, *Bolivinoidea decorata* (JONES) *ssp. decorata* HILT. & KOCH 1950 og *B. d. ssp. laevigata* MARIE 1941 indicerer en kronostratigrafisk placering i den nedre del af nedre maastrichtien.

(7) *Bolivinoidea draco miliaris* zonen 3080'–3240' (939–988 m)

Prøverne under 3080' henføres til denne zone, der hører til i vort ældste maastrichtien, idet *B. draco* (MARSSON 1878) *ssp. miliaris* HILT. & KOCH 1950 i det nederste maastrichtien afløses af *B. d. ssp. draco* HILT. & KOCH 1950, som optræder i resten af maastrichtien. Nævnes må også *Neoflabellina reticulata* (REUSS 1851), der overalt i det nordvesteuropæiske sænkingsområde synes at være begrænset til lag af maastrichtien alder.

Lige som i de øvrige zoner optræder der en del ledsagende foraminiferarter med stor vertikal udbredelse, som fuldstændiggør billedet af faunaen, men som for overskuelighedens skyld udelades i denne oversigt.

(8) *Pyramidina pseudospinulosa* zonen 3240'–3480' (988–1061 m)

Pyramidina pseudospinulosa (TROELSEN MS. 1945) kendes fra santonien til nedre maastrichtien. I det nordjyske område ser det dog ud til at være et generelt træk, at arten kun gør sig gældende to steder i lagserien, nemlig i nedre maastrichtien (sporadisk) og i øvre campanien, hvor den almindeligvis er talstærkt repræsenteret. Denne fordeling er i god overensstemmelse med fordelingen i Höllviken borerne (BROTZEN 1945).

Ved *P. pseudospinulosa* zonen forstår jeg her lag med god repræsentation af denne art i forbindelse med *Bolivinoidea draco miliaris*, »*Bolivina*« *incrassata* m.fl. Zonen markerer i Nordjylland ofte toppen af lag af campanien alder.

(9) *Globorotalites multiseptus* zonen 3480'–3600' (1061–1097 m)

Prøverne under 3480' indeholder den karakteristiske art *Globorotalites multiseptus* (BROTZEN 1936), der ikke kendes fra lag yngre end campanien. Desuden optræder en række arter, der kendes fra såvel øvre campanien som fra maastrichtien. Dette kunne skyldes forurening fra de overliggende lag, men da der netop er sat forerør ned til toppen af den her omtalte zone, må man anse arterne for repræsentative for niveauet. Afsnittet kan således med betydelig sikkerhed henføres til øvre campanien.

(10) *Stensioeina pommerana* zonen 3600'–4090' (1097–1247 m)

Prøverne under 3600' indeholder *S. pommerana* BROTZEN 1936 i ret stort antal, bl.a. i en »sidetrack« prøve fra 4060'–4090'. Under denne dybde er arten ikke repræsenteret, end ikke som nedfald. Denne fordeling peger på en øvre cam-

panien alder. I den nedre halvdel af intervallet optræder desuden *S. exsculpta* (REUSS 1860) sporadisk, hvad der tyder på, at zonen repræsenterer den nederste del af øvre campanien.

(11) *Stensioeina labyrinthica* zonen 4240'–4960' (1247–1512 m)

Prøverne under 4240' indeholder *S. labyrinthica* CUSHMAN & DORSEY 1940, *S. exsculpta* (REUSS 1860) og *Globotruncana cf. paraventricosa* (HOFKER 1956). Disse arter præger hele afsnittet. I den nederste del optræder tillige *Gavelinella clementiana* (ORBIGNY 1840) og *Bolivinooides strigillatus* (CHAPMAN 1892).

Foraminifererne er i dette afsnit mindre karakteristisk udviklede (antagelig på grund af lokalitetens kystfjernere beliggenhed end typelokaliteterne) og de er desuden ret dårligt bevarede på grund af diagenesen. Jeg vil derfor nøjes med at angive zonen alder som nedre campanien.

(12) *Stensioeina exsculpta* zonen 4960'–5750' (1512–1753 m)

Prøverne under 4960' indeholder lige som de overliggende prøver en ret dårligt bevaret foraminiferfauna, som ydermere er præget af mindre karakteristisk udviklede arter. Delvis rekrystalliserede eksemplarer af *S. exsculpta* (REUSS) ? *granulata* (OLBERTS 1942), *S. e. gracilis* BROTZEN 1945, *Cibicides cf. eriksdalensis* BROTZEN 1936, *Gavelinella ? pseudoexolata* (KALININ 1937), *Globotruncana cf. paraventricosa* (HOFKER 1956) og *G. linneiana* (ORBIGNY 1839) *ssp. coronata* BOLLI 1945 (sporadisk) antyder santonien alder.

(13) *Stensioeina praeexsculpta* zonen 5760'–6220' (1753–1896 m)

Prøverne i dette interval er karakteriseret ved god repræsentation af *S. praeexsculpta* (KELLER 1935) og *Globotruncana linneiana* (ORBIGNY 1839) *ssp. linneiana* BARR 1962. Desuden optræder *G. cf. paraventricosa* (HOFKER 1956), *G. linneiana* (ORBIGNY 1839) *ssp. coronata* BOLLI 1945 og *Cibicides eriksdalensis* BROTZEN 1936 i stort tal. Jeg henfører denne zone til coniacien.

(14) *Globotruncana marginata* zonen 6230'–6320' (1896–1926 m)

Prøverne indeholder *G. marginata* (REUSS 1845), der er en typisk turon art samt *Marssonella trochus* (ORBIGNY 1840), der ligeledes er typisk for turone lag. Desuden optræder *Anomalinooides globosa* BROTZEN 1945, der er beskrevet fra cenomanien, men som tillige er rapporteret fra Polens nedre turonien. Nederst i intervallet, fra 6280'–6320' optræder *Gavelinella cenomanica* (BROTZEN 1945) og *Praeglobotruncana stefani* (GANDOLFI 1942), der begge viser hen mod nedre turonien.

(15) *Gavelinella cenomanica* zonen 6320'–6510' (1926–1985 m)

Den glauconitiske kalk- og mergelstens serie under den nedre turone, sortgrå lerskifer er karakteriseret ved *G. cenomanica* (BROTZEN 1945) og nogle tvivlsomme eksemplarer af *Cibicides formosus* BROTZEN 1945. Desuden forekommer *Gavelinella cf. baltica* BROTZEN 1942 samt *Anomalinoidea globosa* BROTZEN 1945. Grundig og omfattende gennemsøgning af samtlige prøver fra dette interval har ikke ført til påvisning af sikre turonien fossiler. Jeg henfører derfor foreløbig prøverne til den nævnte zone, som jeg anser for at være af mellem cenomanien alder.

KONKLUSION

Gennemgangen af de foreliggende foraminiferfaunaer lader formode, at samtlige seks øvre kridt etager er repræsenteret i Rønde profilet. Den betydelige øvre kridt mægtighed peger på en central placering i det dansk-polske sænkingsområdes dybeste strøg, Mors – Rønne – Lavø – Höllviken.

De lithologiske og biostratigrafiske resultater giver anledning til følgende chronostratigrafiske vurdering:

Dybde i m under KB	Etage
307– 988	maastrichtien
988–1512	campanien
1512–1755	santonien
1755–1896	coniacien
1896–1922	turonien
1922–1985	cenomanien

ENGLISH SUMMARY

UPPER CRETACEOUS IN RØNDE NO. 1

Based on a. 290 ditch samples from the interval 1040'–6510' the Upper Cretaceous sequence has been described as follows:

1040'–1490' (307–454 m.)	} <i>Chalk</i> , white, soft, w/ dark grey flint and rare marl seams.
1490'–4960' (454–1512 m.)	
4960'–5880' (1512–1792 m.)	} <i>Limestone</i> , whitish grey, partly hardened, w/ marly intercalations.
5880'–5940' (1792–1811 m.)	
5940'–6220' (1811–1896 m.)	} <i>Marlstone</i> , grey to greenish grey, finesandy and <i>Limestone</i> , whitish grey to light grey, varying claycontent.
6220'–6310' (1896–1919 m.)	
6310'–6320' (1919–1922 m.)	} <i>Limestone</i> , white, very hard.
	} <i>Limestone</i> , whitish grey to light grey, very hard, w/ small amounts of fine-sand, glauconite and flint, and <i>marlstone</i> , greenish grey, finesandy.
	} <i>Limestone</i> , greenish grey, hard, finesandy, glauconitic, micaceous.
	} <i>Shale</i> , black grey, calcareous, w/ calcite filled fissure veins.

6320'–6510' } Limestone, whitish grey, finesandy, glauconitic, hard and marlstone,
(1922–1985 m.) } grey to greenish grey, finesandy, glauconitic. Upper part somewhat hard-
ened.

The following provisional zones have been established: (1) *Stensioeina esnehensis* z., (2) *Pseudotextularia elegans* z., (3) *Pseudouigerina rugosa* z., (4) *Pseudouigerina cimbrica* z., (5) *Heterohelix dentata* z., (6) *Bolivinooides decorata laevigata* z., (7) *Bolivinooides draco miliaris* z., (8) *Pyramidina pseudospinulosa* z., (9) *Globorotalites multiseptus* z., (10) *Stensioeina pommerana* z., (11) *Stensioeina labyrinthica* z., (12) *Stensioeina exsculpta* z., (13) *Stensioeina praeexsculpta* z., (14) *Globotruncana marginata* z., (15) *Gavelinella cenomanica* z. It is stressed, that these zones are provisional and informal, local zones.

Chronostratigraphic evaluation:

Depth below Kelly Bushing (m.):	Stage:
307– 988	maastrichtian
988–1512	campanian
1512–1755	santonian
1755–1896	coniacian
1896–1922	turonian
1922–1985	cenomanian

LITTERATUR

- BARR, F. T., 1962. Upper cretaceous planktonic foraminifera from the Isle of Wight, England. – *Palaeontology*, Vol. 4, Pt. 4, 1962. London.
- BROTZEN, F., 1936. Foraminiferen aus dem schwedischen, untersten Senon von Eriksdal in Schonen. – *Sveriges Geol. Undersökning*, ser. C no. 396. – Stockholm.
- 1945. De geologiska resultaten från borrhningarna vid Höllviken. Del I: Kritan. – *Sveriges Geol. Undersökning*, ser. C no. 465. – Stockholm.
- BUTT, A. A., 1966. Foraminifera of the type turonian. – *Micropalaeontology*, Vol. 12, no. 2. – New York.
- HILTERMANN, H. & W. KOCH, 1950. Taxonomie und Vertikalverbreitung von *Bolivinooides*-Arten im Senon Nordwestdeutschlands. – *Geol. Jb. Bd. 64*. – Hannover/Celle.
- 1962. Oberkreide des nördlichen Mitteleuropa. – IN: SIMON, W.: *Leitfossilien der Mikropaläontologie*, pp. 299–338. – Berlin.
- HOFKER, J., 1957. Foraminiferen der Oberkreide von Nordwestdeutschland und Holland. – *Beihefte z. Geol. Jb. Heft 27*. – Hannover.
- LOEBLICH, A. R., jr. & TAPPAN, H., 1964. Foraminiferida. – IN: *Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. C, Protista 2*. – The Geological Society of America/The University of Kansas Press.
- PESSAGNO, E. A., jr. 1967. Upper Cretaceous Planktonic Foraminifera from the Western Gulf Coastal Plain. – *Palaeontographica Americana*, Vol. V no. 37. – Ithaca, New York.
- STENESTAD, E. 1968. Nogle kridtlignende kvartæraflejringer i Nordjylland. – *Medd. Dansk Geol. Foren. Bd. 18, hæfte 3–4*. København.
- 1969. The Genus *Heterohelix* EHRENBERG 1843 (Foraminifera) from the Senonian of Denmark. – *Proceedings of the first International Conference on Planktonic Microfossils*, Vol. 2. Leiden.

MARINT NEDRE KRIDT I RØNDE NR. 1

(1985–2103 M)

af

Arne Buch

Materialet til denne undersøgelse omfatter samtlige indsendte 26 prøver fra ovenstående interval. De udsorterede foraminiferer er fordelt på omkring 140 arter, der er grupperet inden for hver prøve. I denne rapport er dog kun medtaget fuldt bestemte arter, der imidlertid talmæssigt udgør over 90% af samtlige udsorterede foraminiferer.

Inddelingen af profilsøjlen ved hjælp af foraminiferer viser sig stort set at stemme overens med de lithologiske enheder. Hvor en sådan overensstemmelse i enkelte tilfælde ikke er fundet, er spørgsmålet belyst i omtalen af pågældende afsnit.

En stratigrafisk vurdering er foretaget ved hjælp af tysk og engelsk litteratur, hvis enkeltheder fremgår af litteraturlisten.

Dybderne ved de enkelte afsnit er opgivet i engelske fod og i meter under Kelly Bushing (KB). Dybdetallene ved afsnittenes grænser er korrigerede efter Laterolog og Soniclog (se diagram, fig. 11).

Albien – ? *aptien* 6512'–6550' (1985 m–1996 m)

Lithologi: Mergelsten, rødbrun, finsandet, glaukonitisk.

Foraminiferer:

<i>Hyperammia gaultina</i> TEN DAM, 1950	øvre aptien–mellem albien
<i>Glomospira gordialis</i> (JONES & PARKER, 1860)	øvre aptien–nedre albien
<i>Haplophragmoides nonioninoides</i> (REUSS, 1863)	øvre aptien–mellem albien
<i>Gaudryina dividens</i> GRABERT, 1959	øvre aptien–nedre albien
<i>Spiroplectinata annectens</i> (PARKER & JONES, 1863)	mellem albien–cenomanien
<i>Spiroplectinata bettenstaedti</i> GRABERT, 1959	mellem albien–cenomanien
<i>Spiroplectinata complanata</i> (REUSS, 1860)	mellem albien–nederste cenomanien
<i>Arenobulimina preslii</i> (REUSS, 1846)	nedre albien–cenomanien
<i>Marssonella subtrochus</i> BARTENSTEIN, 1962	nedre aptien–turonien
<i>Gavelinopsis berthelini</i> (KELLER, 1935)	øvre aptien–nedre cenomanien
<i>Hedbergella planispira</i> (TAPPAN, 1940)	nedre albien–mellem albien
<i>Gyroïdina gracillima</i> (TEN DAM, 1947)	nedre albien–cenomanien
<i>Gavelinella cf. ammonoides</i> (REUSS, 1845)	mellem albien–cenomanien
<i>Gavelinella intermedia</i> (BERTHELIN, 1880)	nedre albien–nedre cenomanien
<i>Lamarckina lamplughi</i> (SHERLOCK, 1914)	øvre hauterivien–nedre albien

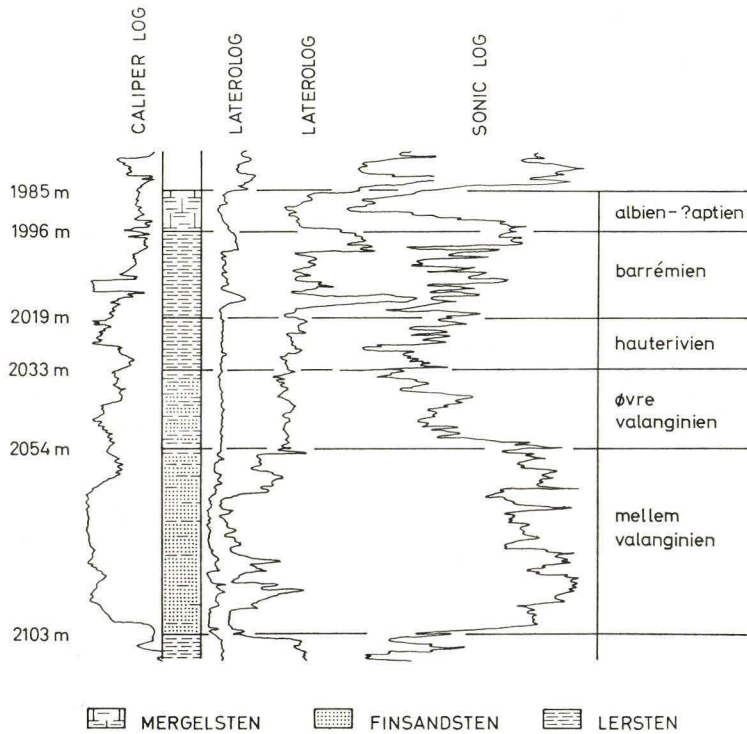


Fig. 11

Desuden fandtes: *Textularia foeda*, der tillige forekommer i 6550'–6670' *Glomospirella gaultina* og *Epistomina spinulifera*, der begge er fundet også i 6550'–6610'.

Kommentarer: Den kortfattede, lithologiske beskrivelse for dette afsnit (6512'–6550') kan suppleres med følgende iagttagelser. Betragter man de foraminiferer, hvis vertikale udbredelse ligger inden for grænserne aptien–albien, viser det sig i Rønde-boringen, at foruden det langt overvejende antal former, der er rødfarvede af den mergel, de har været indlejret i, findes både albien-former og aptien–albien-former indlejrede i bjergarter af andre farver. Der er fundet eksemplarer af *Hyperammia gaultina* (øvre aptien–mellem albien), i hvis indre er bevaret rester af gullig mergelsten og andre eksemplarer af samme art med indhold af lyst gråligt til gråhvidt sediment. Tilsvarende er enkelte eksemplarer af *Gaudryina dividens* (øvre aptien–nedre albien) fundet med rester af sortfarvede til gråsorte lerbjergarter.

Det kan ikke afgøres med sikkerhed, om der er truffet aptien-aflejringer i Rønde 1. Det er derimod sandsynligt, at lag fra nedre albien er til stede. Mellem albien er repræsenteret i den rødbrune mergelsten og øvre albien ser ud til at mangle.

Barrémien 6550'–6625' (1996 m–2019 m)

Lithologi: Lerskifer, mørkegrå-brunliggrå, glimmerholdig.

Foraminiferer:

<i>Glomospirella gaultina</i> (BERTHELIN, 1880)	mellem barrémien–øvre kridt
<i>Haplophragmoides latidorsatus</i> (BORNEMANN, 1855)	mellem barrémien–nederste aptien
<i>Ammobaculites reophacoides</i> BARTENSTEIN, 1952	nedre barrémien–mellem albien
<i>Trochammina cf. limbata</i> (CHAPMAN)	øvre barrémien
<i>Gaudryinella sherlocki</i> BETTENSTAEDT, 1952	øvre hauterivien–nederste aptien
<i>Verneuulinoides subfiliformis</i> BARTENSTEIN, 1952	øvre hauterivien–mellem albien
<i>Saracenaria spinosa</i> (EICHENBERG, 1935)	nedre aptien–nederste albien
<i>Pyrulina infracretacea</i> BARTENSTEIN, 1952	nedre til øvre barrémien
<i>Hedbergella cf. delrioensis</i> (CARSEY, 1926)	øvre hauterivien–øvre barrémien
<i>Gavelinella barremiana</i> BETTENSTAEDT, 1952	mellem barrémien–nedre aptien
<i>Epistomina spinulifera</i> (REUSS)	mellem barrémien–øvre barrémien

Herudover fandtes følgende foraminiferer, der er til stede i 6625'–6900' :

Lagena hauteriviana, *Epistomina cf. caracolla*, *Epistomina ornata*.

Endvidere: *Marginulinopsis robusta*, der iøvrigt findes i 6670'–6900'

og: *Textularia foeda*, der også findes i 6625'–6670'.

Kommentarer: Grænsen imellem barrémien og hauterivien er ret markant. Lithologisk sker en ændring, dels ved en øget kalkholdighed, dels ved at forholdet mellem agglutinerende og kalkskallede foraminiferarter forskydes, således at de agglutinerendes antal aftager i forhold til antallet af de kalkskallede former. I den nederste prøve (6610'–6625') i barrémien-afsnittet er antallet af foraminiferer betydeligt mindre end i de overlejrende og i de underliggende afsnit. Desuden findes i samme prøve enkelte kul-brudstykker og cuticulafragmenter af planter i nogle bjergartsbrudstykker, hvilket må antages at indicere mindre lag af non-marin oprindelse.

I modsætning til det følgende afsnit ser det ud til, at barrémien-afsnittet i Rønde er nogenlunde fuldstændigt udviklet.

Hauterivien 6625'–6670' (2019 m–2033 m)

Lithologi: Lerskifer, grå, kalkholdig.

Foraminiferer:

<i>Haplophragmium aequale</i> (ROEMER, 1841)	nedre hauterivien–øvre hauterivien
<i>Textularia foeda</i> REUSS, 1846	øvre hauterivien–mellem albien
<i>Wellmanella antiqua</i> (REUSS, 1863)	øvre hauterivien–mellem barrémien
<i>Lenticulina cf. heiermanni</i> BETTENSTAEDT, 1952	øvre hauterivien–nedre aptien
<i>Lenticulina guttata</i> (TEN DAM, 1946)	øvre valanginien–mellem barrémien
<i>Lenticulina schreiteri</i> (EICHENBERG, 1935)	mellem valanginien–mellem barrémien
<i>Pseudonodosaria humilis</i> (ROEMER, 1841)	øvre hauterivien
<i>Epistomina cf. hechti</i> BARTENSTEIN, BETTENSTAEDT & BOLLI, 1957	nedre og mellem barrémien

Desuden fandtes *Ammovertella cellensis*, der også findes i 6670'–6740'.

Følgende arter er også fundet i 6670'–6900' :

Verneuilinoides neocomiensis, *Lagena hauteriviana*, *Epistomina caracolla caracolla*, *Epistomina ornata*.

Kommentarer: Den øgede kalkholdighed i dette afsnits sedimenter i forhold til de overlejrende lag ledsages af en forskydning af forholdet mellem agglutinerende og kalkskallede foraminiferer, således at de kalkskallede former bliver mere dominerende. Det er ikke muligt inden for det kun 18 m mægtige afsnit med den anvendte prøveafstand på ca. 6 m at gennemføre en inddeling af hauterivienet, men den ret ringe mægtighed gør det rimeligt i forbindelse med artsfordelingen at antage, at en eventuel reduktion især omfatter nedre hauterivien.

Valanginien 6670'–6900' (2033 m–2104 m)

Øvre *valanginien* 6670'–6740'

Lithologi: Lerskifer, mørkegrå til mørk brunliggrå, med indslag af tynde finsandede partier.

Foraminiferer:

Ammovertella cellensis

BARTENSTEIN & BRAND, 1951

mellem *valanginien*–nedre *barrémien*

Ammobaculites agglutinans (D'ORBIGNY, 1846)

hele nedre kridt

Haplophragmium inconstans inconstans

BARTENSTEIN & BRAND, 1951

øvre *valanginien*

Haplophragmium cf. subaequale MJATLIUK, 1939

mellem *dogger*–nedre *hauterivien*

Nodobacularia nodulosa (CHAPMAN, 1891)

hele nedre kridt

Citharina harpa (ROEMER, 1841)

øvre *valanginien*–*hauterivien*

Frondicularia cf. hastata ROEMER, 1842

mellem *valanginien*–nedre *hauterivien*

Lenticulina crepidularis (ROEMER, 1842)

øvre *valanginien*–mellem *barrémien*

Lenticulina eichenbergi

BARTENSTEIN & BRAND, 1951

øvre *valanginien*–mellem *barrémien*

Saracenaria bronnii (ROEMER, 1841)

øvre *valanginien*–nedre *albien*

Vaginulina kochii ROEMER, 1841

øvre *valanginien*–*barrémien*

Falsoguttulina wolburgi

BARTENSTEIN & BRAND, 1949

øvre *valanginien*, nederst

Desuden fandtes følgende arter, der tillige er til stede i 6740'–6900':

Verneuilinoides neocomiensis, *Wellmanella praeantiqua*, *Nodosaria obscura*, *Frondicularia concinna*, *Lagena cf. hauteriviana*, *Lenticulina muensteri*, *Marginulinopsis gracilissima*, *Marginulinopsis oldenburgensis*, *Marginulinopsis robusta*, *Conorboides hofkeri*, *Epistomina caracolla cf. anterior*, *Epistomina caracolla caracolla*, *Epistomina ornata*.

Mellem valanginien 6740'–6900'

Lithologi: Finsandsten, stedvis sandsten, lysegrå.

Foraminiferer:

Ammobaculites cf. subcretaceus CUSHMAN &

ALEXANDER, 1930

øvre *wealden*–*valanginien*

<i>Ammobaculites</i> sp. 1	
BARTENSTEIN & BRAND, 1951	mellem valanginien
<i>Triplasia emslandensis</i>	
BARTENSTEIN & BRAND, 1951	øvre valanginien–hauterivien
<i>Verneuilinoides neocomiensis</i> (MJATLIUK, 1939)	mellem valanginien–hauterivien
<i>Wellmanella praeantiqua</i> (BARTENSTEIN & BRAND, 1949)	øverste wealden–nedre hauterivien
<i>Nodosaria obscura</i> REUSS, 1846	mellem valanginien–nedre del af øvre valanginien
<i>Citharina pseudostriatula</i>	
BARTENSTEIN & BRAND, 1951	øvre dogger–øvre valanginien
<i>Fronicularia</i> cf. <i>concinna</i> KOCH, 1851	øvre valanginien–nedre barrémien
<i>Lagena hauteriviana hauteriviana</i> BARTENSTEIN & BRAND, 1951	hauterivien–mellem barrémien
<i>Lenticulina muensteri</i> (ROEMER, 1839)	mellem valanginien–hauterivien
<i>Lenticulina subangulata</i> (REUSS, 1863)	mellem valanginien–hauterivien
<i>Marginulinopsis gracilissima</i> (REUSS, 1863)	mellem valanginien–nedre albien
<i>Marginulinopsis oldenburgensis</i> BARTENSTEIN & BRAND, 1951	mellem til øvre valanginien
<i>Marginulinopsis robusta</i> (REUSS, 1863)	øvre valanginien–albien
<i>Vagulinopsis reticulosa</i> TEN DAM, 1946	mellem valanginien–hauterivien
<i>Tristix insignis</i> (REUSS, 1863)	hele nedre kridt
<i>Conorboides hofkeri</i>	
(BARTENSTEIN & BRAND, 1951)	øvre valanginien
<i>Conorboides valendisensis</i> (BARTENSTEIN & BRAND, 1951)	mellem valanginien
<i>Epistomina caracolla anterior</i> BARTENSTEIN & BRAND, 1951	mellem til øvre valanginien
<i>Epistomina caracolla caracolla</i> (ROEMER, 1841)	øvre valanginien–nedre barrémien
<i>Epistomina ornata</i> (ROEMER, 1841)	øvre valanginien–nedre barrémien

Kommentarer: Sammenlignes oplysningerne om foraminiferernes vertikale fordeling i de to afsnit af valanginienet: den lysegrå finsandsten i 6740'–6900' og lerskiferen med tynde finsandspartier i 6670'–6740', forekommer det sandsynligt, at den lithologiske forskel afspejler forskel i alder, således at den sandede nedre del: 6740'–6900' hører til mellem valanginien, og den lerskiferdominerede øvre del: 6670'–6740' til øvre valanginien.

ENGLISH SUMMARY

LOWER CRETACEOUS IN RØNDE NO. 1 BIOSTRATIGRAPHY BASED UPON FORAMINIFERA

In 26 ditch samples from the interval 1985 m.–2103 m. (6512'–6900') 140 species of foraminifera were found. In this report only recognizable species are considered, as they represent more than 90 per cent of the total number of picked foraminifera.

Age: *Albian*–?*Aptian*. Interval 6512'–6550'.

Lithology: Marlstone, reddish brown, silty, glauconitic.

A supplement to the lithology is presented by the following observations. The dominating part of the foraminifera within this interval is red-stained by the sediment, but furthermore

both species of an Albian age and species with an Aptian–Albian range are found incorporated in sediments of various colours:

Hyperammia gaultina, specimens containing yellow marl together with specimens containing light grey to greyish white sediments.

Gaudryina dividens with black and blackish grey clays.

No representation of the Upper Albian is found.

Age: Barremian. Interval 6550'–6625'.

Lithology: Shale, dark grey, brownish grey, micaceous.

The Hauterivian–Barremian boundary is distinct not only in the changes in lithology but especially in the differences in the combinations of species of foraminifera. The relationship agglutinating/calcareous species increases above this boundary. A full representation of the Barremian is indicated. The base of the Barremian has a non-marine development indicated by fragments of coal and cuticulae of plants in the lowermost sample (6610'–6625').

Age: Hauterivian. Interval 6625'–6670'.

Lithology: Shale, grey, calcareous.

The thickness of this interval, 45', represented by three samples of 15' each, prevents further subdivision.

Supposed reduction of Lower Hauterivian based upon the representation of foraminifera-

Age: Valanginian. Interval 6670'–6900'.

Subinterval 6670'–6740': Shale, dark grey to dark brownish grey, with thin beds of silty shale.

Foraminifera indicating an *Upper Valanginian* age.

Subinterval 6740'–6900': Siltstone, in intervals sandstone, light grey.

Foraminifera indicating a *Middle Valanginian* age.

LITTERATUR

- BARTENSTEIN, H.: Taxionomische Revision und Nomenklator zu: FRANZ E. HECHT, 1938: »Standard-Gliederung der Nordwest-deutschen Unterkreide nach Foraminiferen«. 1952: Teil 1, Hauterive – Senckenbergiana, vol. 33, Frankfurt a. M. p. 173–183. Teil 2, Barrême – ibd. p. 297–312. 1962: Teil 3, Apt – Senckenb. leth. vol. 43, Frankfurt a. M. p. 125–134. 1965: Teil 4, Alb – Senckenb. leth. vol. 46, Frankfurt a. M. p. 327–366.
- BARTENSTEIN, H. 1954: Revision von BERTHELIN's Mémoire 1880 über Alb-Foraminiferen von Montcley – Senckenb. leth. vol. 35, Frankfurt a. M. p. 37–50.
- BARTENSTEIN, H. & F. BETTENSTAEDT, 1962: Marine Unterkreide (Boreal und Tethys) – I: Leitfossilien der Mikropaläontologie, Berlin, p. 225–297.
- BARTENSTEIN, H., F. BETTENSTAEDT & H. M. BOLLI, 1957: Die Foraminiferen der Unterkreide von Trinidad, B.W.I. – Eclogae Geol. Helvetiae, vol. 50, Basel, p. 5–68.
- BARTENSTEIN, H. & E. BRAND, 1949: New Genera of Foraminifera from the Lower Cretaceous of Germany and England. – Journ. Paleont. vol. 23, Menasha, p. 669–672.
- BARTENSTEIN, H. & E. BRAND, 1951: Mikropaläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwestdeutschen Valendis. – Abh. senckenb. naturf. Ges. vol. 485, Frankfurt a. M. p. 239–336.
- BARTENSTEIN, H. & E. BRAND, 1952: Nomina nova für Foraminiferen-Homonyme zu BARTENSTEIN & BRAND, 1951. – Senckenbergiana, vol. 33, Frankfurt a. M. p. 342–343.
- EICHENBERG, W. 1935: Mikrofaunen-Tafeln zur Bestimmung von Unterkreide-Horizonten in Bohrkernen norddeutscher Oelfelder. – Oel u. Kohle, vol. 11, Berlin, p. 388–412.

- GEROCH, S. 1966: Lower Cretaceous Small Foraminifera of the Silesian Series, Polish Carpathians. – Rocznik Polsk. Towar. Geol. vol. 36, Krakow, p. 457–480.
- GRABERT, B. 1959: Phylogenetische Untersuchungen an *Gaudryina* und *Spiroplectinata* (Foram.) besonders aus dem nordwestdeutschen Apt und Alb. – Abh. senckenb. naturf. Ges. vol. 498, Frankfurt a. M. p. 5–71.
- HECHT, F. E. 1938: Standard-Gliederung der Nordwest-deutschen Unterkreide nach Foraminiferen. – Abh. senckenb. naturf. Ges. vol. 443, Frankfurt a. M. p. 1–42.
- KHAN, M. H. 1962: Lower Cretaceous index foraminifera from north-western Germany and England. – Micropaleontology, vol. 8, New York, p. 385–390.
- MICHAEL, E. 1966: Die phylogenetische Entwicklung der Gavelinelliden (Foram.) in der N.W.-deutschen Unterkreide. – Senckenb. leth. vol. 47, Frankfurt a. M. p. 411–459.
- REUSS, A. E. 1863: Die Foraminiferen des norddeutschen Hils und Gault. – Sitzungsber. Wiener Akad. Wiss. math.-naturwiss. Classe, vol. 46, Wien, p. 5–100.
- SZTEJN, J. 1960: Micropaleontological stratigraphy of the Lower Cretaceous in Poland excluding the Carpathians. – Kwart. Geol. vol. 4, Warszawa, p. 972–973.

DE YNGRE JURASSISKE AFLEJRINGER OG GRÆNSEN JURA-KRIDT I RØNDE NR. 1

af

Ole Bruun Christensen

INDLEDNING

Aflejringerne fra nedre kridt, jura og øvre trias i det Danske Sænkingsområde er blevet studeret petrografisk og klassificeret i formationer af GUNNAR LARSEN (1966). Denne inddeling kan ved studiet af Rønde nr. 1 give yderligere oplysninger om de enkelte formationers regionale udbredelse.

Boringen Rønde nr. 1 er beliggende i den nordvestlige del af det Danske Sænkingsområde nær den sydøstlige begrænsning af Nordsø Bassinet (BRUUN CHRISTENSEN 1971, MS). I fig. 12, side 69 er boringens øvre trias-nedre kridt afsnit sammenstillet med tilsvarende afsnit fra borerne Gassum nr. 1 og Horsens nr. 1. Den af LARSEN foretagne inddeling af disse borer kan bibeholdes med en undtagelse. Undersøgelserne af ostracodfaunaerne i Horsens nr. 1 (BRUUN CHRISTENSEN 1971, MS) viser, at Børglum formationen næppe er til stede i denne boring, men at ?Haldager? formationen i stedet overlejres af Vedsted formationen.

BASSINUDVIKLING

Tilstedeværelsen af marint mellem jura i det Danske Sænkingsområde blev først med sikkerhed påvist i Øresundsområdet (BRUUN CHRISTENSEN 1968, MS). Dette endda kun under den forudsætning, at etagen aalenien betragtes som den nederste del af mellem jura. En marin regression i den øvre del af nedre jura blev i området efterfulgt af en relativ kortvarig marin transgressiv tid i aalenien, hvorunder lerede aflejringer med ammonitter og ostracoder overlejredes af kontinentale aflejringer med plantefossiler og kullag. I Skåne er sådanne aflejringer kendt som Eriksdal aflejringer, Vilhelmsfält formation, Glass sand etc. (cf. LARSEN et al. 1968, NORLING 1970).

I Nørrejylland er disse limniske, mellemjurassiske aflejringer fundet i Haldager formationen eller i aflejringer betegnet ? Haldager ? formationen (cf. LARSEN 1966).

Denne nordvestlige del af det Danske Sænkingsområde blev først sent i øvre jura transgrederet af havet (BRUUN CHRISTENSEN 1970, MS) med marine fossilindslag i den øvre del af Haldager formationen og i den overliggende Børglum formation. Dette øvre jurassiske hav var del af et Nordsø Bassin (BRUUN CHRISTENSEN & KILENYI 1970), der fra øvre kimmeridgien i øvre jura til hauterivien i nedre kridt synes at være uden tydelige forbindelser med marine

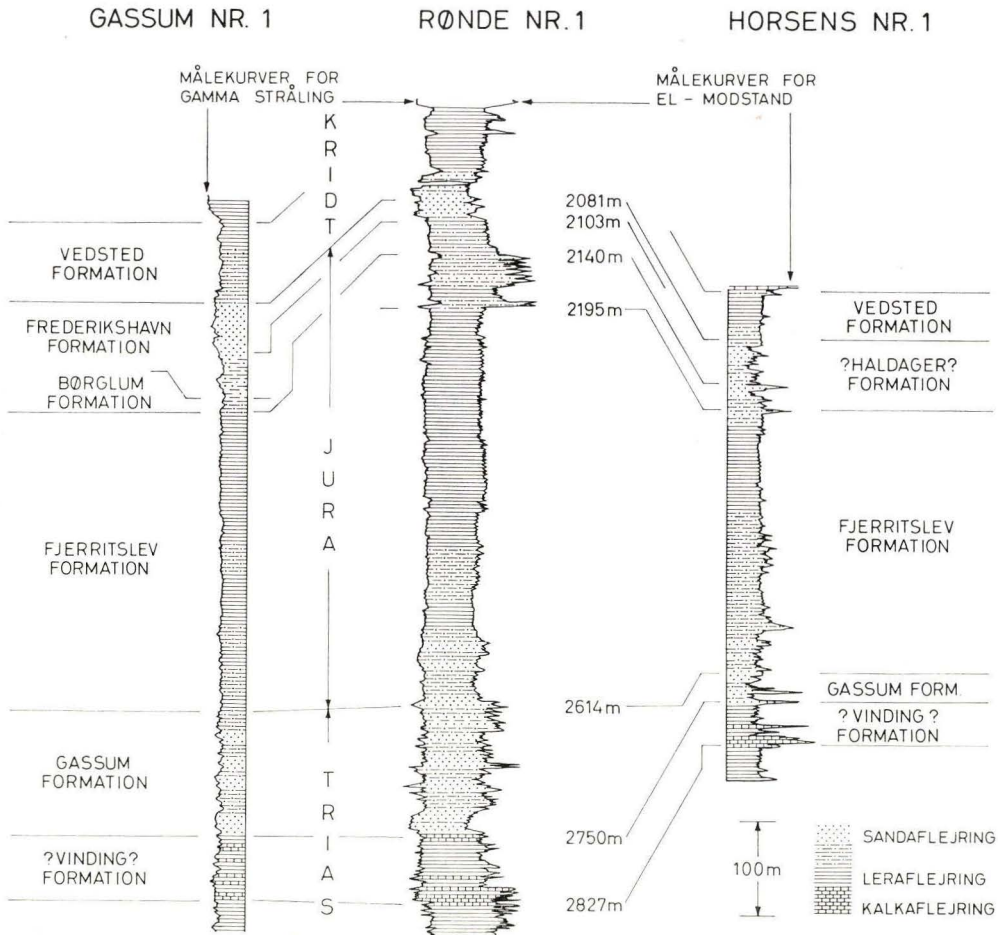


Fig. 12

bassiner mod øst og sydøst. I denne formodede havbugt over Nordjylland blev overvejende lerede aflejringer som Børglum formationen og Vedsted formationen aflejret i de centrale dele, mens sandede aflejringer fra Nordsø Bassinets rand kiler sig ind mellem formationerne i bassinets mere centrale dele. Til sådanne sandede aflejringer hører den overvejende marine Frederikshavn formation fra øvre jura og den overvejende limnisk Skagen formation fra nedre kridt.

STRATIGRAFISK INDDDELING

Beskrivelse af boreafsnittet i Rønne nr. 1 fra jura og nedre kridt er foretaget på borestedet af ARNE DINESEN på basis af skylleprøvematerialet:

6715'–6905' Lerskifer, mørk grå-mørk brunlig grå, stedvis finsandet, finsandsten, lys grå, stedvis sandsten.

6905'–7180' Lerskifer, mørk grå-mørk brunlig grå, stedvis udpræget fed, svag kalkholdig. (Finsandsten i prøver ned til 6985').

7180'–7315' Lerskifer, som ovenfor, og lerskifer, brun-brunlig grå, ofte finsandet, stedvis med lameller af finsandsten, hist og her med kulstumper og sporer. Finsands-indholdet synes noget aftagende nedefter (limnisk?).

Ved hjælp af Schlumberger undersøgelserne og korrelationerne til de tidligere beskrevne borerings Horsens nr. 1 og Gassum nr. 1 kan aflejringerne inddeles i formationer (cf. LARSEN 1966):

Fjerritslev formationen: 7315'–8590' (2195–2614 m) under KB

Prøver fra den øverste del af formationen viser, at aflejringerne i dette boreafsnit udgøres af mørkere og lysere lersten med ostracoder og sporer fra øvre del af nedre jura (cf. MICHELSEN side 81).

? *Haldager ? formationen*: 7180'–7315' (2140–2195 m) under KB

Til denne formation kan hele boreafsnittet mellem Fjerritslev formationen og Vedsted formationen henføres i Rønde nr. 1 gennem sammenligninger med boringen Horsens nr. 1 mod syd. Ved sammenligninger med Gassum nr. 1 mod nord, hvor Haldager formationen mangler, synes Børglum og Frederikshavn formationerne at kunne indpasses i boreafsnittet umiddelbart under Vedsted formationen i Rønde nr. 1.

Disse korrelationsuoverensstemmelser er imidlertid kun tilsyneladende, idet et meget stort undersøgt borekærnemateriale i Gassum nr. 1 (LARSEN 1966) berettiger en korrelation mellem borerne af Frederikshavn og Børglum formationerne i den øverste del af det omtalte boreafsnit i Rønde nr. 1. I ? Haldager ? formationen og i Vedsted formationen i Horsens nr. 1 har der kun været en borekerne til undersøgelse, og den findes i den nedre del af afsnittet (cf. LARSEN 1966).

Overvejende på basis af Schlumbergermålingerne synes ? Haldager ? formationen i Rønde nr. 1 at kunne deles i tre led:

1) Øverst finsandsten med lag af kul og muligvis lerskiferlag. Udgør tre fjerdedel af formationens mægtighed.

2) Lerskifer, finsandet, brun-brunliggrå, og af relativ lille mægtighed. Et usikkert fund af en marin ostracod (cf. MICHELSEN side 86) synes at angive et marint indslag i nedre mellem jurassisk tid i dette led.

3) Nederst et mindre led af sandsten eventuelt med kul.

Øverste led synes at være non-marin. De to nederste led synes at udgøre en intercalering mellem ? Haldager ? formationen og Fjerritslev formationen.

Børglum ? formationen: 6905'–7180' (2103–2140 m) under KB

Denne aflejring synes overvejende at bestå af relativt fede, brunlige leraflejringer, tydeligt adskilt fra den overliggende mere sandede formation. I Børglum ? for-

mationens øverste, tilsyneladende sandede del er der fundet sporelignende plantefossiler, som (iflg. FINN BERTELSEN) må klassificeres som alger, og som er almindelige i Haldager formationen. Aflejringen synes imidlertid ligesåvel at kunne korreleres med den nederste del af Frederikshavn formationen og Børglum formationen i Gassum nr. 1 som med brunlige leraflejringer i den midterste del af ? Haldager ? formationen i Horsens nr. 1. Prøver i den nedre del af Børglum ? formationen i Rønde nr. 1 synes at være uden nævneværdige sandmaterialer. I dette afsnit er der fundet gastropoder og enkelte muslinger overvejende som stenkærner.

Frederikshavn formationens øvre del: 6830'–6905' (2081–2103 m) under KB
 Dette led udgøres af formodede non-marine sandsten i lighed med aflejringerne i den øvre del af Frederikshavn formationen i Gassum nr. 1. Idet der henvises til det tekniske afsnit af HENRIKSEN side 35 skal her nævnes, at laghældningerne over og under aflejringerne i Rønde nr. 1 synes at have en svag hældning mod syd-sydvest, mens de 15 eller 19 laghældningsmålinger i aflejringen kan tyde på tilstedeværelse af krydslejring med en gennemsnitlig hældning mod nordvest. I prøverne over aflejringen er der fundet foraminiferer af valanginien alder. Aflejringen er såvel stratigrafisk som facielt nært beslægtet med Skagen formationen.

Vedsted formationen: Basis ved 6830' (2081 m) under KB

Denne formation kan underdeles biostratigrafisk ved sit store indhold af mikro-fossiler. ARNE BUCH (side 61–67) har foretaget en inddeling i Rønde nr. 1 på basis af foraminifererne. De ældste ostracoder er af hauterivian alder, mens foraminiferindholdet viser, at de nedre afsnit i formationen er af valanginien alder. De nederste prøver indeholder en finsandsten med foraminiferer af mellem valanginien alder (iflg. ARNE BUCH). Sådanne aflejringer forekommer også i borer i den nordlige del af bassinet som marine dele af Skagen formationen, der ved bassinets midte findes på overgangen mellem reightonien og valanginien (BRUUN CHRISTENSEN 1970).

STRATIGRAFISK KONKLUSION

Over de nedre jurassiske lerede aflejringer antyder et relativt tyndt, sandet aflejningsafsnit en kortvarig marin regression. Denne blev efterfulgt af et relativt kortvarigt marint tidsrum i den yngste del af mellem jura som beskrevet i Øresundsområdet. Den øvre del af mellem jura er udviklet som limniske sandede aflejringer i hele den nordvestlige del af det Danske Sænkingsområde og udgør de mellemste afsnit i Haldager formationen og ? Haldager ? formationen. Relativt fede, mørke lerskifre over ? Haldager ? formationen i Rønde nr. 1 kan hverken bio- eller kronostratigrafisk klassificeres nøjere. Biostratigrafisk ligger disse aflejringer i en zone tom for ostracoder og foraminiferer. Krono-

stratigrafisk er aflejringerne yngre end nedre del af mellem jura og ældre end valanginien. Sandsynligvis er det en marin eller lagunær aflejring beslægtet med Børglum formationen og derfor sandsynligvis af øvre jurassisk alder, men kan også være ældre og skyldes marine indslag fra syd og sydøst, f.eks. fra Øresundsområdet, hvor marine aflejringer fra øvre del af mellem jura eller nedre del af øvre jura nyligt er påvist (cf. NORLING 1970).

Finsandede aflejringer af valanginien alder findes nederst i Vedsted formationen. Muligt krydslejlrede sandsten mellem denne formation og Børglum ? formationen er korreleret med Frederikshavn formationens øvre afsnit i Gassum nr. 1. Dette afsnit har nogen lighed med Skagen formationen, som især i bassinets dybere dele er af reightonien eller nedre valanginien alder (BRUUN CHRISTENSEN 1970).

ENGLISH SUMMARY

THE UPPER JURASSIC DEPOSITS AND THE BOUNDARY JURASSIC-CRETACEOUS IN RØNDE NO. 1

Several Mesozoic formations in the Danish Embayment have been established by GUNNAR LARSEN (1966). Fig. 12 shows an outline of the formations found in the boreholes Gassum No. 1 and Horsens No. 1, respectively, north and south of the borehole Rønde No. 1. The author has used these borings for comparison with some mostly barren deposits from the latter borehole.

Above the marine Lower Jurassic claystones (Fjerritslev Formation) are resting more arenaceous sediments with beds of coal (?Haldager ? Formation). These sediments mostly represent the Middle and the Upper Jurassic Epochs. As in other places in the northern part of the Danish Embayment sure marine Middle Jurassic has not been demonstrated (BRUUN CHRISTENSEN MS), but the brief marine ingression of Aalenian Age demonstrated in the Øresund area (BRUUN CHRISTENSEN 1968) perhaps also occurs in the lower part of ?Haldager? Formation in Rønde No. 1.

The relatively sticky, dark shale (Børglum ? Formation) above the ?Haldager ? Formation is difficult to correlate with other deposits in the area. Above this formation a sandstone, which is probably non-marine and cross-bedded, is correlated by the author, with the upper part of the Frederikshavn Formation in Gassum No. 1. Sandstone is common, too, in the lower part of the marine Vedsted Formation in Rønde No. 1. Here microfossils demonstrate the presence of faunas from Lower Valanginian. Between these deposits and the beds with a single fossil of Aalenian Age no stratigraphically determinable fossils have been found, although the author has searched for such fossils, carefully.

LITTERATUR

- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1968 (1965). Biostratigrafiske undersøgelser af Øresundsboringerne overvejende på grundlag af ostracoderne (English Summary) – I LARSEN, G. et al. 1968, pp. 53–62 (pp. 81–85), diverse tavler.
- 1971. Marine Communications through the Danish Embayment during Uppermost Jurassic and Lowermost Cretaceous – *Geoscience and Man*.
 - (MS). Biostratigraphical and Paleontological Studies of Ostracod Faunas from the Upper Jurassic and the Lower Cretaceous in the Danish Embayment – *Danmarks Geologiske Undersøgelse* (under bearbejdelse).

- & KILENYI, THOMAS, I., 1970. Ostracod Biostratigraphy of the Kimmeridgian in Northern and Western Europe. – Danmarks Geol. Undersøgelse, II. Rk. nr. 95, pp. 65, 11 tekstfig., 4 tavler.
- LARSEN, G. 1966. Rhaetic-Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment – Danmarks Geol. Undersøgelse II. Rk. nr. 91, pp. 127, 17 tavler.
- & CHRISTENSEN, O. BRUUN & BANG, I. & BUCH, A. 1968. Øresund-Hälsingborg Linien – Danmarks Geol. Undersøgelse, Rapport nr. 1, pp. 90, 24 tavler.
- NORLING, E. 1970. Jurassic and Lower Cretaceous Stratigraphy of the Rydebäck-Fortuna Borings in Southern Sweden. – Geologiska Föreningen i Stockholm. Förhandlingar, Vol. 92, pp. 261–287.

JURA AFLEJRINGERNE I RØNDE NR. 1

(2103-2614 M)

BIOSTRATIGRAFI PÅ GRUNDLAG AF FORAMINIFERER

af

Inger Bang

I dybdeboringen Rønde nr. 1 er undersøgt skylleprøver fra intervallet 7030'–8700'. I de øverste prøver er af organisk materiale kun fundet plantedele, og aflejringen må formodentlig betragtes som limnisk. Herunder følger en serie af marine sedimenter, som indeholder foraminiferer, der tydeligt viser, at aflejringerne kan henføres til nedre del af jura (lias): *Dentalina matutina* D'ORB., *Marginulina prima* D'ORB., *Nodosaria sp. sp.*, *Frondicularia sp. sp.*, *Lenticulina sp. sp.*, *Lingulina sp. sp.* Ud over disse arter, som forekommer i hele lias, findes der andre, som kun optræder i en begrænset del af serien, og på grundlag af hvilke man kan foretage en biostratigrafisk opdeling, som det fremgår af skemaet p. 77 og tabellen p. 78–80. Desuden er disse arters stratigrafiske optræden i andre dybdeboringer samt i Øresundsboringerne (BANG 1968) angivet i skemaet, og foraminiferzonerne er derefter sammenstillet med ammonitzonerne. Denne sammenstilling er især foretaget på materiale fra dybdeboringen Gassum nr. 1, hvor liasaflejringerne er dateret på grundlag af macrofossiler (NØRVANG 1957, p. 313).

Foraminiferer – og fossiler i det hele taget – optræder overordentlig sparsomt i Rønde nr. 1 og i en meget dårlig bevaringstilstand, ofte rekrystalliserede og fragmentariske, hvorfor kun arter, som er velkendte fra andre boringer, har kunnet identificeres.

Det fremgår af tabellen hvilke prøver (ialt 118), der er bearbejdet, samt hvor de vigtigste foraminiferarter optræder. Der er ikke givet udtryk for mængdeforholdene, idet der er undersøgt meget varierende mængder materiale fra de forskellige prøver, til dels afhængig af i hvor høj grad den pågældende prøve er domineret af nedfald.

Fra 7120' begynder den marine serie med forekomsten af en enkelt foraminifer (*Bolivina liasica* (TERQUEM), som det fremgår af tabellen).

Først fra prøven 7405'–7420' optræder en fauna, som man kan henføre til lias øvre delta. Den består af *Bolivina liasica* (TERQUEM), *Lingulina sp.*, *Frondicularia sp.*, *Saracenaria sublaevis* (FRANKE), *Marginulina prima prima* D'ORB., *Lenticulina sp.*, *Darbyella turbiformis* (TERQUEM). En formodet subspecies af *Bolivina liasica*, *form E*, som i dybdeboringen Gassum nr. 1 forekommer i lag, der kan henføres til nedre del af delta, er i Rønde nr. 1 først fundet længere nede i pro-

filet. Forekomsten kan tages som udtryk for, at også dette afsnit er repræsenteret, men blot ikke konstateret på det oprindelige niveau.

Ved 7690' er truffet den første *Marginulina spinata* TERQUEM, men allerede højere oppe forekommer enkelte repræsentanter for *Marginulina spinata*-zonens fauna. Denne domineres af *Bolivina liasica* og indeholder, foruden *Marginulina spinata*, *Lingulina sp.*, *Berthelinella paradoxa* (BERTHELIN), »*Lagena*« *sp.*, *Rectoglandulina vulgata* (BORNEMANN), *Nodosaria sp.*, *Astacolus speciosa* (TERQUEM), *Dentalina tenuistriata* (TERQUEM), *Planularia ornata* (TERQUEM), *Lenticulina sp.* Det er den individrigeste zone i liasserien i Rønde nr. 1, og foraminiferer herfra findes som nedfald i en stor del af prøverne fra resten af boringen. Dette sammenholdt med at både *Vaginulina listi* (BORNEMANN) og *Lingulina prismatica* (BRAND), som er karakteristiske for den næste zone, optræder relativt sparsomt i danske borer, kan betyde, at grænsen som fremstillet på skemaet måske er forskudt nedefter. Zonen er forøvrigt karakteriseret ved forekomsten af *Nodosaria sp. sp.*, relativt få *Lingulina sp.*, *Astacolus quadricostata* (TERQUEM), *Astacolus radiata* (TERQUEM), *Lenticulina sp.*, *Dentalina matutina* D'ORB. samt af *Dentalina sp. 4* og *Lenticulina sp. 26*, hvis forekomst er begrænset til nederste del af denne samt den underliggende zone (Øresundsrapport 1965, p. 66).

»*Neobulimina*« *sp. 2*-zonen begynder i dybden 8290' (2527 m). Den udgøres af »*Neobulimina*« *sp. 2*, *Lenticulina sp. 26*, *Vaginulina listi* (BORNEMANN), *Astacolus radiata* (TERQUEM), *Lenticulina sp.* I prøverne forekommer meget få foraminiferer.

Nedre lias alfa er ikke konstateret i Rønde nr. 1, men det behøver ikke at betyde, at den pågældende zone ikke er repræsenteret. Liasseriens fauna er i langt højere grad karakteriseret ved nye arter, der opstår, end ved kendte, der uddør. Hvor man derfor som i denne boring skal bygge sin biostratigrafiske vurdering på skylleprøver alene, kan der være en risiko for, at alle zoner ikke bliver erkendt, specielt hvis det pågældende afsnit indeholder en relativ fattig fauna.

ENGLISH SUMMARY

THE JURASSIC DEPOSITS IN RØNDE NO. 1 BIOSTRATIGRAPHY BASED ON FORAMINIFERA

In the deep test Rønde No. 1 ditch-samples from the interval 7030'–8700' have been investigated. Below assumed fresh-water deposits with plant-remains follows at 7120' a series of marine sediments with foraminifera which can be referred to Lias: *Dentalina matutina* (D'ORB.), *Marginulina prima* D'ORB., *Nodosaria sp. sp.*, *Fronicularia sp. sp.*, *Lenticulina sp. sp.*, *Lingulina sp. sp.* On the foraminifera with a more restricted appearance a biostratigraphical zonation is established, which can be seen on the fig. p. 77. In schematic form is shown the stratigraphical occurrence in other deep tests and in borings in Øresund (BANG in LARSEN et al. 1968, pp. 86–88) and finally on the table, the foraminifera zones are grouped together with the accepted biostratigraphical zones of the Lias which is based on ammonites.

The table, p. 78–80, shows which of the samples have been studied and where the most important species occur.

The fauna of the *Bolivina liasica*-*Darbyella turbiformis* zone consists of *Bolivina liasica* (TERQUEM), *Lingulina* sp., *Fronicularia* sp., *Saracenaria sublaevis* (FRANKE), *Marginulina prima prima* D'ORB., *Lenticulina* sp., *Darbyella turbiformis* (TERQUEM).

The first *Marginulina spinata* TERQUEM is found at 7690' but the fauna of the *Marginulina spinata* zone begins higher up in the boring (p. 79). It is dominated by *Bolivina liasica* and besides *Marginulina spinata* contains: *Lingulina* sp., *Berthelinella paradoxa* (BERTHELIN), *Lagena* sp., *Rectoglandulina vulgata* (BORNEMANN), *Nodosaria* sp., *Astacolus speciosa* (TERQUEM), *Dentalina tenuistriata* TERQUEM, *Planularia ornata* (TERQUEM), *Lenticulina* sp. It is the fauna richest in specimens, and foraminifera from this zone contaminate the samples in the rest of the boring.

This compared to the fact that the foraminifera characteristic of the next zone are relatively scarce indicates that the boundary to the next zone may be placed too low. The *Nodosaria columnaris* - *Vaginulina listi* zone is besides the two mentioned forms characterized by *Nodosaria* sp. sp., *Lingulina prismatica* (BRAND), *Lingulina* sp., *Dentalina matutina* D'ORB. *Dentalina* sp. 4 and *Lenticulina* 26 occur only in the lower part and in the zone superjacent.

The "*Neobulimina*" sp. 2-zone begins at the depth of 8290' (2527 m.). It consists of a few specimens of "*Neobulimina*" sp. 2, *Lenticulina* sp. 26, *Vaginulina listi* (BORNEMANN), *Astacolus radiata* (TERQUEM), *Lenticulina* sp.

The presence of lowermost Lias has not been noted in Rønde No. 1. As the foraminifera fauna of the Lias is characterized by emerging new forms and the biostratigraphical valuation must be founded on ditch samples, some zones with a poor fauna might not be observed.

LITTERATUR

- BANG, INGER, 1968: Biostratigrafisk analyse af kærneprøver fra Øresundsboringerne sommeren 1964 på grundlag af foraminiferer, pp. 63-73 (English Summary: Biostratigraphical investigation of the pre-Quaternary in the Øresund boreholes mainly on the basis of foraminifera, pp. 86-88), pl. 2-20, and 24, in: G. LARSEN, O. BRUUN CHRISTENSEN, INGER BANG & ARNE BUCH: Øresund, Helsingør-Hälsingborg Linien - D.G.U. rapport nr. 1. København.
- NØRVANG, A., 1957: The Foraminifera of the Lias Series in Jutland, Denmark. - Medd. Dansk Geol. Foren., Vol. 13 pp. 279-414.
- PIETRZENUK, ERIKA, 1961: Zur Mikrofauna einiger Liasvorkommen in der Deutschen Demokratischen Republik. Freiburger Forschungshefte C 113, Akad. Verlag, Berlin.
- SIMON, W. (edit.) 1962: Leitfossilien der Mikropaläontologie. - Borntraeger, Berlin.

Foraminiferzoner kendt i det danske Lias	Lingulina striata zone	"Neobulimina" sp.2 zone	Nodosaria columnaris— Vaginulina listi zone	Bolivina liasica— Marginulina spinata zone	Bolivina liasica— Darbyella turbiformis zone	Vigtigste Foraminiferarter i Lias-afsnittet i Rønde nr.1
						Saracenaria sublaevis
						Darbyella turbiformis
						Bolivina liasica
						Bolivina liasica form E
						Marginulina prima prima
						Astacolus speciosa
						Dentalina tenuistriata
						Marginulina spinata
						Berthelinella paradoxa
						Planularia ornata
						Nodosaria columnaris
						Vaginulina listi
						Lingulina prismatica
						Astacolus radiata
						Astacolus quadricostata
						Lenticulina sp. 26
						Dentalina sp. 4
						"Neobulimina" sp.2
						Lingulina tenuistriata
						Lingulina sp. sp.
						Dentalina matutina
Tilsvarende international zoneinddeling på grundlag af Ammonitter	α^{1-2}	$\alpha^3-\beta^1$	β	γ	δ	

	Vigtige Foraminiferarter (Important species of foraminifera)		× = forekomst (Occurrence)		□ = øverste optræden (Uppermost appearance)	
Undersøgte prøver (Dybder i engelske fod under KB) Investigated samples						
	<i>Saracenaria sublaevis</i>					
	<i>Darbyella turbiformis</i>					
	<i>Bolivina liasica</i>					
	<i>Bolivina liasica form E</i>					
	<i>Marginulina prima prima</i>					
	<i>Astacolus speciosa</i>					
	<i>Dentalina tenuistriata</i>					
	<i>Marginulina spinata</i>					
	<i>Berthelinella paradoxa</i>					
	<i>Planularia ornata</i>					
	<i>Nodosaria columnaris</i>					
	<i>Vaginulina listi</i>					
	<i>Lingulina prismatica</i>					
	<i>Astacolus radiata</i>					
	<i>Astacolus quadricostata</i>					
	<i>Lenticulina sp. 26</i>					
	<i>Dentalina sp. 4</i>					
	» <i>Neobulimina</i> « sp. 2					
	<i>Lingulina tenuistriata</i>					
	<i>Lingulina sp. sp.</i>					
	<i>Dentalina matutina</i>					
7660'-7675'						
7675'-7690'						
7690'-7705'						
7705'-7720'						
7720'-7735'						
7735'-7750'						
7750'-7765'						
7765'-7771'						
7771'-7780'						
7780'-7795'						
7795'-7810'						
7810'-7825'						
7825'-7840'						
7840'-7855'						
7855'-7870'						
7870'-7885'						
7885'-7900'						
7900'-7915'						
7915'-7930'						
7930'-7945'						
7945'-7960'						
7960'-7975'						
7975'-7990'						
7990'-8020'						
8020'-8035'						
8035'-8050'						
8050'-8070'						
8070'-8080'						
8080'-8090'						
8090'-8110'						
8110'-8125'						
8125'-8140'						
8140'-8155'						
8170'-8185'						
8185'-8200'						
8200'-8215'						
8230'-8245'						

Vigtige foraminiferarter (Important species of foraminifera)	× = forekomst (Occurrence)		□ = øverste optræden (Uppermost appearance)
	Undersøgte prøver (Dybder i engelske fod under KB) Investigated samples		
<i>Saracenaria sublaevis</i>			
<i>Darbyella turbiformis</i>			
<i>Bolivina liasica</i>	×	×	×
<i>Bolivina liasica form E</i>			
<i>Marginulina prima prima</i>			
<i>Astacolus speciosa</i>			
<i>Dentalina tenuistriata</i>			
<i>Marginulina spinata</i>		×	
<i>Berthelinella paradoxa</i>			
<i>Planularia ornata</i>		×	×
<i>Nodosaria columnaris</i>		×	×
<i>Vaginulina listi</i>		×	×
<i>Lingulina prismatica</i>			
<i>Astacolus radiata</i>		×	×
<i>Astacolus quadricostata</i>			×
<i>Lenticulina sp. 26</i>		×	×
<i>Dentalina sp. 4</i>			
» <i>Neobulimina</i> « <i>sp. 2</i>			□
<i>Lingulina tenuistriata</i>			
<i>Lingulina sp. sp.</i>	×	×	×
<i>Dentalina matutina</i>		×	×

NEDRE JURA OG NEDERSTE MELLEML JURA I BORINGEN RØNDE NR. 1

BIOSTRATIGRAFISK UNDERSØGELSE PÅ GRUNDLAG AF OSTRACODER

af

Olaf Michelsen

Den foreliggende undersøgelse, der er baseret på ostracoder, er foretaget på 121 skylleprøver fra afsnittet 7030'–8900'. Disse prøver er udtaget med ti til femten fods intervaller.

LITHOLOGI

Nedenstående oversigt over den gennemborede lagserie er baseret på ARNE DINESEN's beskrivelse af afsnittet 7180'–8365' og KNUD HØJGAARD's beskrivelse af intervallet 8365'–8690'. De lithologiske enheder er korrigeret i forhold til Schlumbergermålinger. De deraf følgende dybder er angivet i meter under Kelly Bushing, medens dybder for udtagne prøver er angivet i fod under samme niveau.

Ved sammenstilling af sedimentbeskrivelsen og Schlumbergermålinger af den pågældende lagserie kan det godtgøres, at følgende formationer er til stede: ? Haldager formationen, Fjerritslev formationen og Gassum formationen (se fig. 13, side 82):

? Haldager formationen:

2140–2195 m (7180'–7315'). Lerskifer, brun til brunliggrå, ofte finsandet, stedvis med lameller af finsandsten. Enkelte planterester og kulstykker.

Fjerritslev formationen:

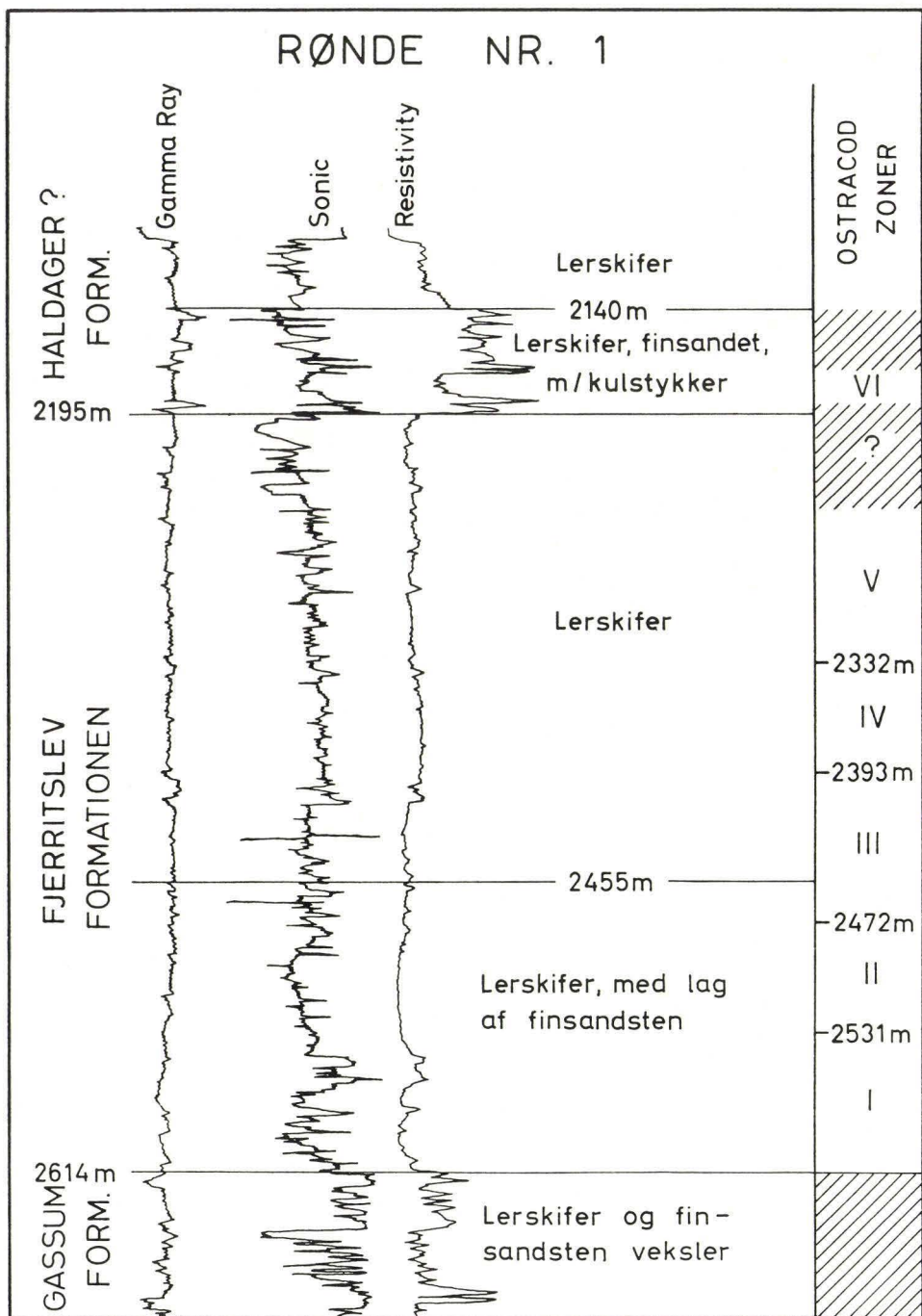
2195–2455 m (7315'–8070'). Lerskifer, mørkegrå til mørk brunliggrå, svagt kalkholdig, glimmerholdig. Lidt lerjernsten. I den øvre del af afsnittet forekommer en grønliggrå lerskifer.

2455–2614 m (8070'–8590'). Lerskifer, mørkegrå til mørk brunliggrå, svagt kalkholdig, glimmerholdig, stedvis finsandet og med underordnede lag af lysegrå finsandsten.

Gassum formationen:

Under 2614 m (8590'). Lerskifer veksler med finsandsten. Omkring 2652 m findes spor af en rødbrun lersten. (En mere detaljeret beskrivelse findes hos O. BRUUN CHRISTENSEN, side 90).

Bjergarterne fra ? Haldager formationen, sensu LARSEN 1966, er fundet i prøverne 7180'–7315', der efter korrektion ved hjælp af lagtime må svare til



D.G.U.

Olaf Michelsen

Fig. 13

afsnittet 2178–2224 m. Sammenligning med Schlumberger's målinger (fig. 13) viser, at den finsandsprægede lagserie må høre hjemme i intervallet 2140–2195 m. Denne forsinkelse i skylleprøverne kan skyldes den overliggende lerstens evne til dannelse af unormalt store mængder cavings (»nedfald«) og den deraf følgende forøgelse af lagtime-værdierne. Målinger viser, at borehullets rumfang umiddelbart over 2140 m er to-tre gange større end under denne dybde. Dette betyder, at der under borearbejdet i den øvre del af afsnittet 2140–2195 m er blevet dannet store mængder cavings fra lerstenen over 2140 m, og at mudderstrømmens hastighed momentant er blevet sænket (forhøjet lagtime) grundet det stærkt forøgede rumfang.

I ? Haldager formationens nedre del findes ifølge Schlumberger's målinger en tynd zone med lersten (2175–2185 m), hvori den nedennævnte ostracodzone VI antages at høre hjemme. Dette lag af marine lersten må antagelig regnes for et led af Fjerritslev formationen, således at der på denne lokalitet findes interkalationer mellem de to formationer. ? Haldager formationen, der kendes fra boringen Horsens nr. 1 (men ikke fra Gassum nr. 1), antages for en randfacies i lighed med Haldager formationen, som denne kendes fra de nordjyske boringer (jf. LARSEN 1966).

Fjerritslev formationen, som den er beskrevet ovenfor, kan korreleres med Horsens nr. 1 og Gassum nr. 1. Den er typisk udviklet som lerskifer med interkalationer af finsandsten i den nedre del.

Vedrørende Gassum formationen skal der henvises til beskrivelsen hos O. BRUUN CHRISTENSEN, side 90.

BIOSTRATIGRAFI

Den biostratigrafiske inddeling af lagserien er baseret på foreløbige ostracodzoner, idet der på nuværende tidspunkt ikke er udarbejdet nogen endelig zonerings af de nedre jurassiske aflejringer i det danske sænkingsområde.

Materialet fra boringen Rødby nr. 1 (BERTELSEN & MICHELSEN 1970) og Øresundsboringerne (CHRISTENSEN 1968) er dog bearbejdet og danner grundlaget for nærværende undersøgelse. Forfatterens kendskab til de jyske boringer, bl.a. Gassum nr. 1, er ligeledes udnyttet ved den biostratigrafiske inddeling og ved korrelation til de nordtyske aflejringer.

Ostracodfaunaerne er fattige på individer, men ikke på arter, hvorfor det er vanskeligt at vurdere mængden af nedfald. Grundet den anvendte boremetode er det nødvendigt at arbejde med zonernes øvre grænse, hvorved zonerings til en vis grad sløres. Det kan ikke af det foreliggende materiale erkendes i hvilket niveau en art introduceres, men derimod fremtræder dens sidste forekomst i lagserien tydeligt. Dette bevirker, at de nedenstående ostracodzoner oftest må korreleres med dele af en stratigrafisk enhed, samt grænseområdet til den over- eller underliggende enhed.

Ostracodzone I

Denne zone omfatter prøverne 8400'–8590', der svarer til den nederste del af Fjerritslev formationen, 2531–2614 m. Følgende ostracoder er karakteristiske:

Ogmoconchella aspinata (DREXLER 1958)

Procytheridea medioreticulata MICHELSEN 1970

Macrocypris nr. 4023 MICHELSEN 1970

Førstnævnte art er meget talrig i hele zonens udstrækning, medens *P. medioreticulata* er hyppig i zonens øvre del og sjælden i dens nedre del. Begge arter er dominerende i lias alpha 2 i Nordtyskland, og kendt fra lias alpha 3. *O. aspinata* kendes desuden fra lias alpha 1. Sammen med ovennævnte tre arter forekommer *Paradoxostoma ? cf. fusiformis* DREXLER 1958, *Ogmoconcha hagenowi* DREXLER 1958 og *Polycope* nr. 4065 MICHELSEN 1970 spredt i zone I. Denne ostracodzone er identisk med *O. aspinata* zonen (MICHELSEN 1970), der i det danske sænkingsområde antages at omfatte hettangien og måske dele af nedre sinemurien.

Den nedre grænse for zone I er fastlagt på grundlag af lithostratigrafiske data, idet der ikke findes biostratigrafiske indicier, der kan begrunde en nøjagtig grænsedragning. Mængden af ostracoder aftager meget tydeligt i prøverne under zone I, og deres forekomst dér skyldes formodentlig nedfald fra lagene i zone I. I de nærliggende boreriger Horsens nr. 1 og Gassum nr. 1 er grænsen mellem rhæt og nedre jura lagt ved overgangen fra de sandprægede sedimenter til de lerede. Ved korrelationen på grundlag af Schlumberger diagrammerne kan grænsen mellem rhæt og nedre jura naturligt lægges ved 2614 m i Rønde nr. 1.

Ostracodzone II

Denne zone omfatter prøverne 8125'–8400', der svarer til den øvre del af de ofte finsandede lerskifre, 2472–2531 m. Ostracoderne forekommer kun i få eksemplarer og spredt. *Ogmoconchella aspinata* er kun fundet i et par eksemplarer, og zone II's øvre grænse er det højeste niveau for denne arts forekomst i lagserien. Desuden forekommer følgende arter spredt: *Macrocypris* nr. 4023, *Procytheridea triebeli* KLINGLER & NEUWEILER 1959, *P. betzi* (?) KL. & NEUW. 1959, *P. cf. multiforata* KL. & NEUW. 1959 og *P. reticulata* KL. & NEUW. 1959.

Macrocypris nr. 4023 er, ligesom *O. aspinata*, kun kendt fra den del af lagserien i Gassum nr. 1, der er henført til lias alpha (SORGENFREI & BUCH 1964). *Procytheridea betzi* kendes i Nordtyskland fra en ret snæver zone omkring lias alpha-beta grænsen, medens de øvrige arter forekommer i nederste lias beta. Zone II's øvre grænse er baseret på et enkelt, noget slidt eksemplar af *Ogmoconchella aspinata*, medens de øvrige arter forekommer i zonens mellemste og nederste del, og ikke er fundet højere oppe i lagserien. Denne sparsomme forekomst af *O. aspinata* bør måske sammenlignes med det nordtyske lias alpha 3.

De tre beta-former, *P. triebeli*, *P. cf. multiformata* og *P. reticulata*, optræder imidlertid i en sådan rækkefølge i prøverne, at denne del af lagserien umiddelbart kan sammenlignes med nederste lias beta i Nordtyskland. En zone af denne karakter kendes ikke fra andre danske dybdeboringer, hvorfor der ikke kan gives nogen sikker bedømmelse. Zone II kan dog naturligt korreleres indirekte til sinemurien.

Ostracodzone III

Ostracodfaunaen i denne zone er fundet i prøverne 7885'–8125', der svare til intervallet 2393–2472 m. Følgende ostracoder er karakteristiske:

Procytheridea cf. sulcata KLINGLER & NEUWEILER 1959

Procytheridea harpa KLINGLER & NEUWEILER 1959

Procytheridea cf. variabilis KLINGLER & NEUWEILER 1959

Procytheridea laqueata KLINGLER & NEUWEILER 1959

P. harpa er i Nordtyskland karakteristisk for en zone omkring lias beta-gamma grænsen, medens de tre andre arter kendes fra dele af lias beta. I zone III forekommer desuden *Ogmoconcha hagenowi*, der kendes fra både lias alpha og beta. Øverst i zonen er der fundet et enkelt eksemplar af *Ostracod nr. 103* KLINGLER 1962, der forekommer i hele lias gamma og nederste lias delta.

Procytheridea cf. sulcata, *P. harpa* og *Ostracod nr. 103* KL. er kun fundet i de tre øverste prøver i zone III, medens de øvrige arter findes under dette niveau. Det er derfor muligt, at zone III's øvre grænse ved korrelation til de tyske ammonitsoner skal placeres i nederste lias gamma. Til sammenligning hermed bør det nævnes, at *P. harpa* i Øresundsboringerne forekommer sammen med *P. aff. sulcata* i den del af Kattlösa-lagene, der er henført til nederste lias gamma. Zone II kan hermed ved indirekte korrelation henføres til øvre sinemurien og nederste pliënsbachien.

Ostracodzone IV

Zone IV omfatter prøverne 7675'–7885', der svarer til intervallet 2332–2393 m. Følgende ostracoder er karakteristiske for zonen og danner ved deres forekomst grundlaget for placeringen af zonens øvre grænse:

Ogmoconcha sp. 4039

Nanacythere sp. 4007

Begge arter kendes fra andre danske dybdeboringer. I Gassum nr. 1 er de karakteristiske for den nedre del af den lagserie, der er henført til lias delta (jf. SORGENFREI & BUCH 1964). I zone IV er der fundet enkelte eksemplarer af *Ostracod nr. 15* KLINGLER 1962, der kendes fra nederste del af lias delta i Nordtyskland. Det må antages, at en del af de arter, der er fundet i prøverne

fra både zone IV og V, også hører hjemme i førstnævnte zone. Således udgør *Ogmoconcha contractula*, *Ogmoconcha bispinosa* og *Ostracod nr. 4* KLINGLER antagelig et naturligt led af faunaen i zone IV.

Faunaen i zone IV kan ikke danne et sikkert grundlag for en biostratigrafisk korrelation. De sparsomme, biostratigrafiske indicier antyder dog, at en sammenligning med nedre lias delta i Nordtyskland må være rimelig.

Ostracodzone V

Denne zones fauna findes i prøverne 7390'–7675', der stammer fra intervallet 2245–2332 m. Ostracodfaunaen karakteriseres af følgende arter:

- Ostracod nr. 4* KLINGLER 1962
- Ogmoconcha pseudospina* (?) (GRÜNDEL 1964)
- Ogmoconcha adenticulata* (PIETRZNEUK 1961)
- Ogmoconcha amalthei* (QUENSTEDT 1858)
- Ogmoconcha aequalis* HERRIG 1969
- Ogmoconcha contractula* TRIEBEL 1941
- Nanacythere simplex* HERRIG 1969
- Nanacythere firma* HERRIG 1969

Disse arter kendes fra lias delta i Nordtyskland, og enkelte som *N. simplex* og *N. firma* antages at være karakteristiske for øvre lias delta. Indenfor det danske sænkingsområde kendes den samme fauna fra den øverste del af nedre jura afsnittet. Med få ændringer forekommer denne fauna således i den øvre del af den lagserie, der i Gassum nr. 1 er henført til lias delta.

Zone V's øvre grænse er markeret ved forekomst af få fragmenter af *Ogmoconcha*-arter i de øverste prøver; i afsnittet 7435'–7555' er der fundet enkelte af de ovennævnte arter, medens hele faunaen er repræsenteret i 7555'–7675'. Der er således en jævn overgang mellem nedre del af zone V, der er rig på ostracoder, til intervallet mellem zone V og VI, hvor der ikke er fundet ostracoder. Zone V kan på grundlag af ostracodfaunaen indirekte korreleres til øvre domerien, idet den øverste del af zonen med den meget sparsomme fauna ikke kan henføres til en yngre stratigrafisk enhed.

Ostracodzone VI

I prøven 7195'–7210' er der fundet en enkelt larveskal af *Procytheridea oblonga* PLUMHOFF 1963, der i Nordtyskland kun kendes fra nedre dogger beta. Denne art er i Øresundsboringerne fundet i den nedre del af Vilhelmsfält-lagene.

Ostracodzone VI, der ved korrektion må henføres til det lerprægede interval 2175–2185 m nederst i ? Haldager formationen, synes således at kunne sammenlignes med dele af øvre aalenien.

I prøverne 7330'–7345' og 8140'–8165' har FINN BERTELSEN fundet enkelte

eksemplarer af en megaspore, *Erlansonisporites excavatus* MARCINKIEWICZ 1962, der i Polen er kendt fra lias epsilon-zeta. I det danske sænkingsområde er den fundet i den øverste del af Fjerritslev formationen i boringen Frederikshavn City nr. 1 og i den nederste del af Haldager formationen i Børghlum nr. 1. Fundet af denne megaspore i prøven 7330'–7345' kan tyde på, at lagserien mellem ostracodzone V og VI må paralleliseres med øverste lias eller nederste dogger.

KONKLUSION

Boringen Rønde nr. 1 er beliggende i den centrale del af det danske sænkingsområde og har i den gennemborede lagserie en veludviklet Fjerritslev formation, der lithostratigrafisk og biostratigrafisk kan korreleres med lagserien i Gassum nr. 1. Ved transgressionen nederst i nedre jura aflejredes vekslende lag af finsandsten og lerskifer, der opefter afløstes af ret ensartede lerskifre. Øverst i Fjerritslev formationen, i den formodede non-marine serie, erstattedes de ret hårde og mørkegrå lerskifre helt eller delvis af blødere og grønliggrå lerskifre. Efter regressionen indtræffer der en kortvarig transgression nederst i ? Haldager formationen (dogger beta?). Dette forløb er i overensstemmelse med udviklingen i Øresundsområdet (LARSEN m. fl. 1968).

Den ovenfor analyserede lagserie kan med forbehold for de enkelte afsnits nøjagtige mægtighed inddeles kronostratigrafisk på følgende måde (dybdeangivelserne er i meter under Kelly Bushing):

2175–2185 m (ostracodzone VI): Mellem jura, ø. aalenien.

2185–2245 m: Mellem jura/nedre jura.

2245–2614 m: Nedre jura.

2245–2332 m (ostracodzone V): Øvre domerien.

2332–2393 m (ostracodzone IV): Nedre domerien og pliensbachien (?).

2393–2472 m (ostracodzone III): Nederste pliensbachien og øvre sinemurien.

2472–2531 m (ostracodzone II): Øvre/nedre sinemurien.

2531–2614 m (ostracodzone I): Hettangien.

ENGLISH SUMMARY

LOWER JURASSIC AND LOWERMOST MIDDLE JURASSIC IN THE BORING RØNDE NO. 1

A Biostratigraphic Study on the Basis of Ostracods

LITHOLOGY

The section here described is on the basis of the ditch samples and Schlumberger logs divided as follows:

2140–2195 m.: ? *Haldager Formation*. Shale, brown to brownish-grey, often silty, in places with laminae of siltstone. Plant fossils and fragments of coal.

2195–2614 m.: *Fjerritslev Formation*. Shale, dark grey to dark brownish-grey, slightly calcareous, micaceous. 2195–2455 m: With clay ironstone. Uppermost greenish-grey shale. 2455–2614 m: In places silty and with minor layers of light-grey siltstone.

Below 2614 m.: *Gassum Formation*. Shale alternating with siltstone.

STRATIGRAPHY

The biostratigraphic division is based on preliminary ostracod zones (see fig. 13, p.82), as there has not yet been established a definitive zonation in the Lower Jurassic deposits in the Danish Embayment. For the depths and the characteristic ostracod species of the individual zones, the reader is referred to the Danish text.

The analysis are made upon ditch samples and therefore presumably do not give a precise picture of the composition of the faunas in the individual zones. The ostracod zones I and III–V, however, contain so rich faunas that they form a solid basis for the biostratigraphic evaluation. The ostracod zones II and VI are, on the contrary, poor in individuals as well as in species.

With some reservations on account of the character of the material, the section is divided chronostratigraphically in the following way:

- 2175–2185 m: Middle Jurassic, ? Upper Aalenian
- 2185–2245 m: Middle Jurassic/Lower Jurassic
- 2245–2332 m: Lower Jurassic, Upper Domerian
- 2332–2393 m: Lower Jurassic, Lower Domerian and Pliensbachian (?)
- 2393–2472 m: Lower Jurassic, Lowermost Pliensbachian and Upper Sinemurian
- 2472–2531 m: Lower Jurassic, Upper/Lower Sinemurian
- 2531–2614 m: Lower Jurassic, Hettangian.

LITTERATUR

- BERTELSEN, F. & MICHELSEN, O., 1970. Megaspores and Ostracods from the Rhaetoliasic Section in the Boring Rødby No. 1, Southern Denmark. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, II. række, nr. 94. – København.
- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1968. I LARSEN m.fl., 1968 (se denne).
- DREXLER, E., 1958. Foraminiferen und Ostracoden aus dem Lias alpha von Siebeldingen/Pfalz. – Geol. Jb., Bd. 75, pp. 475–554. – Hannover.
- HERRIG, E., 1969. Ostracoden aus dem Ober-Domerien von Grimmen westlich Greifswald. I & II. – Geologie, h. 4, pp. 446–471 & 1072–1101. – Berlin.
- KLINGLER, W. & NEUWEILER, F., 1959. Leitende Ostracoden aus dem deutschen Lias beta. – Geol. Jb., Bd. 76, pp. 373–410. – Hannover.
- KLINGLER, W., 1962. Lias Deutschlands. I SIMON & BARTENSTEIN, 1962. Leitfossilien der Mikropaläontologie, pp. 73–122. – Berlin.
- LARSEN, G., 1966. Rhaetic-Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment. (A Heavy-Mineral Study). – Danmarks Geologiske Undersøgelse, II. række, nr. 91. – København.
- LARSEN, G., CHRISTENSEN, O. BRUUN, BANG, I. & BUCH, A., 1968. Øresund. Helsingør-Hälsingborg Linien. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, rapp. nr. 1. – København.
- MICHELSEN, O., 1970. – I BERTELSEN & MICHELSEN, 1970 (se denne).

BIOSTRATIGRAFISK UNDERSØGELSE AF TRIAS
I RØNDE NR. 1
OG TRIAS-JURA GRÆNSEOMRÅDET

af

Ole Bruun Christensen

INDLEDNING

Da boringen Rønde nr. 1 er beliggende midt i Det Danske Sænkingsområde, er de triassiske og jurassiske aflejringer relativt veludviklede. Imellem aflejnings-afsnit, der med sikkerhed kan henføres til enten trias eller jura perioderne, og som er typiske for området, findes aflejringer af overvejende rhaet alder.

Disse overgangsaflejringer præges lithologisk af fire formationer (fig. 12 side 69) defineret i boringer i området (LARSEN 1966):

1) Fjerritslev formationen med ensartede marine lerbjergarter af nedre jurassisk alder.

2) Gassum formationen, der fra bassinets nord- og nordøstkant som en linseformet sandet deltadannelse når langt mod syd mellem den yngre Fjerritslev formation og den ældre Vinding formation.

3) Ullerslev formationen er en lokal deltaaflejring langs Ringkøbing-Fyn Højderyggen i bassinets sydlige del.

4) Vinding formationen, der som marine leraflejringer med kalksten især er udbredt i den dybeste del af bassinet mod vest og nordvest.

I det Nordtyske Bassin syd for Ringkøbing-Fyn Højderyggen er der udarbejdet standardprofiler. Herigennem kan de overvejende sandede aflejringer i bassinets sydøstlige del stratigrafisk sammenlignes med de overvejende lerede og kalkrige aflejringer i bassinets nordvestlige del (f.eks. af WILL 1969, WICHER 1951, 1957, WOLBURG 1969).

Tidligere undersøgelser i det Danske Sænkingsområde (BRUUN CHRISTENSEN 1962, 1963) har overvejende benyttet det af WICHER udarbejdede stratigrafiske inddelingsgrundlag.

Under overvejende sandede aflejringer med agglutinerende foraminiferer, kan der på basis af rige ostracodfaunaer opstilles en zoneinddeling, der kan følges over det meste af Nordvesteuropa. De sandede aflejringer med fund også i Danmark af *Rhaetavicula contorta* er blevet benævnt »mellem rhaet« i relation til aflejringer i NW. Tyskland.

1) »Mellem rhaet« (rhaetkeuper, øvre keuper)

Zone med *Emphasia (Rhombocythere) penarthensis* ANDERSON 1964

2) »Nedre rhaet« (Steinmergelkeuper, øvre keuper)

Zone med *Emphasia (Gemmanella?) prima* (WILL 1969)

- I. Subzone med *E. (Notocythere) ruegeri* (ANDERSON 1964)
- II. Subzone med *E. (Gemmanella?) prima* (WILL 1969)
- 3) »Keuper« (steinmergelkeuper, mellem keuper)
Zone med *Emphasia (Gemmanella?) nov. sp. 106* (BRUUN CHRISTENSEN 1962).

STRATIGRAFISK INDELING

Forfatteren har sorteret og undersøgt 130 slæmmede prøver jævnt fordelt gennem trias fra basis af Vinding formationen til dybden 13790' uden at have fundet fossiler, der med sikkerhed kan henføres til trias ældre end øvre og mellem keuper. Således er der ikke fundet horisonter med chara-oogoniter og ostracoder (*Darwinula*), som kendes fra dele af det Danske Sænkingsområde (cf. BRUUN CHRISTENSEN 1963) og fra det Nordtyske Bassin f.eks. i borerne Vinding nr. 1, Rødby nr. 1 og Hønning nr. 1.

I trias-jura grænseafsnittet i Rønde nr. 1 skal to formationer nøjere beskrives. Afsnittet er lithostratigrafisk sammenstillet med lignende afsnit i boringen Gassum nr. 1 (40 km mod NV) og boringen Horsens nr. 1 (50 km SSV) på side 69. I begge disse borer er Gassum formationen og muligvis også Vinding formationen til stede.

De lithologiske beskrivelser er baseret på skylleprøver, der på borestedet blev beskrevet af VILLY KROGH, KNUD HØJGAARD og ERIK STENESTAD.

Gassum formation: 8590'–9130' (2614–2750 m) under KB

Fra den overliggende Fjerritslev formation af lerskifer, hvis nederste del stedvis er ret finsandet, bliver indholdet i prøverne under 2614 m forøget med fragmenter af en finsandsten. I samme dybde findes en markant stigning i modstandskurven (resistivity log) og i den akustiske kurve (sonic log), samt et mindre fald i kurven for gammastrålinger (gamma ray log). Den underliggende Vinding ? formation viser sig ved tilstedeværelsen af kalksten i prøverne og ligeledes ved markante udslag i målekurverne.

Formationen synes at kunne inddeles i tre led:

- 1) 8590'–8700': Finsandsten, lysegrå, glimmerholdig, mørkegrå og lerskifer, let finsandet og med finsandstriber. Heri er der fundet en chara-oogonit.
- 2) 8700'–8760': Lersten, rødbrun, finsandet, glimmerholdig og lerskifer, mørkegrå, glimmerholdig, stedvis finsandet.
- 3) 8760'–9130': Finsandsten, grå til lysegrå, finkornet i den øvre del, grovere og kvartsitisk i den nederste del, oftest glimmerholdig, lerskifer, grå til mørkegrå vekslede med finsandstenen.

Prøverne fra den øverste del af det sidste led indeholder relativt mange vanskeligt bestemmelige agglutinerende foraminiferer.

- a) Zonen med *E. penarthensis* (9020'–9070')

- E. (Rhombocythere) penarthensis* ANDERSON 1964
 ? *E. (Rhombocythere) schotti* ANDERSON 1964
E. (Rhombocythere) wicheri ANDERSON 1964

- b) Zonen med *E. ruegeri* ANDERSON 1964
 (9070'–9300' ved basis af Vinding ? formationen)

I denne del af leddet (øverste del af zonen) forekommer:

- E. (Notocythere) ruegeri* (ANDERSON 1964)
E. (Gemmanella ?) media n. sp. (WILL 1969)
Darwinula major JONES 1894
 Former nært beslægtet med *Ostracod (845)* WICHER 1957 og arten
Limnocythere keuperea WILL 1969 synes at dominere i visse
 horisonter (f. eks. ved 9090'–9100').

Vinding ? formationen: 9130'–9300' (2750–2827 m) under KB

Formationen adskilles fra den overliggende Gassum formation ved at indeholde kalksten. Umiddelbart under formationen begynder optræden af rødbrune ler- og finsandsten mellem oolitiske kalksten.

Formationen indeholder kalksten, oolitiske, hårde, gulbrune og pyritholdige og lidt lersten, overvejende blege rødgrå, grøngrå, okkergule med spor efter gips. Midt i formationen indslag af grågrønne kalkfrie lerskifre og enkelte røde finsandsten.

Formationen synes helt at udgøre den nederste del af

- b) Zonen med *E. ruegeri* ANDERSON 1964, hvis øverste grænse findes i Gassum formationen. Foruden de ovenfor nævnte arter er følgende arter fundet i Vinding ? formationen i den øvre del:

- Limnocythere sp. 117* BRUUN CHRISTENSEN 1962 og fra 9190':
 Nov. gen. *hoffmanni* (WILL 1969)
E. (Gemmanella ?) prima (WILL 1969)
Darwinula liassica JONES 1894

I visse zoner optræder arter af *Limnocythere* og *Darwinula* meget talrigt, ligesom der findes prøver rige på stærkt oolitiske kalksten.

- c) Zonen med *E. nov. sp. 106* (BRUUN CHRISTENSEN 1962).

Denne zone findes sandsynligvis under basis af Vinding ? formationen. Vanskeligt bestemmelige eksemplarer af indexfossiliet findes dog i enkelte prøver umiddelbart over basis.

STRATIGRAFISK KONKLUSION

De triassiske sedimenter, som de fremtræder i de undersøgte prøver, synes at have været aflejret under aride forhold i overvejende flade ørkenområder i den nordvestlige del af det Danske Sænkingsområde indtil øvre trias, hvor havet relativt pludseligt har bredt sig i hele bassinet. Sammen med tilstedeværelsen

af de marine fossiler og specielle aflejningsforhold omkring Ringkøbing-Fyn Højderyggen ledsages den marine transgression næsten overalt i aflejningsområdet af oolitiske kalksten i lyse og grå farver. Disse er også fundet i Rønde nr. 1. Mørkere grå og brune farver samt sandede aflejringer i Gassum og Ullerlev formationerne højere i lagserierne synes primært at skyldes klimaforandringer snarere end tektoniske aktiviteter i rhaet. Den marine transgression og den deraf følgende tilstedeværelse af havet synes på basis af rækkefølgen i fauna- og sedimentudviklingen at kunne være årsag til et sådant klimaskifte fra aride til mere humide forhold i området.

ENGLISH SUMMARY

BIOSTRATIGRAPHICAL INVESTIGATION OF THE TRIASSIC IN
RØNDE NO. 1 AND THE TRIASSIC-JURASSIC BOUNDARY

From the uppermost part of the Triassic section in Rønde No. 1 relatively rich microfossil faunas have been separated. The boundary to the Lower Jurassic is determined by an increase in the amount of arenaceous material in the samples and changes in the graphic logs from the Jurassic Fjerritslev Formation to the Rhaetic Gassum Formation (fig. 12 p. 69). The underlying Vinding ? Formation is separated from the Gassum Formation by the presence of limestone in the samples from the former and by indications in the graphic logs. Below the Vinding ? Formation redbrown claystones and siltstones begin to occur together with oolitic limestones.

Biostratigraphically these deposits are subdivided into the following zones:

- 1) Zone of *Emphasisia (Rhombocythere) penarthensis* ANDERSON 1964.
(Below or in the lower part of a zone of many arenaceous foraminifera). "Middle Rhaetic" or Upper Keuper.
- 2) Zone of *E. (Gemmanella ?) prima* (WILL 1969).
"Lower Rhaetic" or Upper Keuper.
- 2a) Subzone of *E. (Notocythere) ruegeri* (ANDERSON 1964).
Above basis of Gassum Formation.
- 2b) Subzone of *E. (Gemmanella ?) prima* (WILL 1969).
- 3) Zone of *E. (Gemmanella ?) nov. sp. 106* (BRUUN CHRISTENSEN 1962).
Above and ? below the basis of the Vinding ? Formation.

The author has picked out microfossils from 130 washed samples in the deeper Triassic deposits but has not found any fossiliferous horizons with for instance chara-oogonites or ostracods as known from other deep borings in the Danish Embayment.

The Triassic deposits and faunas in Rønde No. 1 are very characteristic for the basin. Most of the deposits, especially the oldest of them, have been deposited under arid conditions mostly on desert plains in the northwestern part of the Danish Embayment until Upper Triassic, when the sea relative suddenly transgressed into the basin. Together with the presence of marine fossils and special conditions of depositions around the Ringkøbing-Fyn High, the marine transgression is in nearly all parts of the area attended by oolitic limestones of light and grey colours. The darker grey and brown colours in the arenaceous deposits in for instance the Gassum Formation higher in the section seem primarily to be due to climatic changes rather than tectonic activities in the Rhaetic Age. The marine transgression and the presence of the sea seem, as indicated by the sequence of the faunas and sediments, possibly to be a cause of such a change from an arid to a more humid climate in the area.

LITTERATUR

- ANDERSON, F. W., 1964. Rhaetic Ostracoda – Bull. Geol. Surv. Great Britain No. 21, pp. 133–174, tavle 8–15.
- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1962. Ostracodtyper fra Keuper-Rhaet i lagserien i dybdeboringerne ved Harte og Ullerslev. – Medd. Geol. For., bd. 15, pp. 90–98, 3 fig., 3 tavler.
- 1963. Ostracoder fra Keuper-Rhaet i nogle danske dybdeboringer. – Medd. Geol. For., bd. 15, p. 240.
- LARSEN, G., 1966. Rhaetic-Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment. – Danmarks Geol. Unders., II rk. nr. 91, 128 pp. 17 tavler.
- WICHER, C. A., 1951. Zur mikropaläontologischen Gliederung des nichtmarinen Rät – Erdöl und Kohle, 4 Jahrg., 12, pp. 755–760.
- 1957. Die mikropaläontologische Gliederung des nichtmarinen Keuper. – Erdöl und Kohle, 10 Jahrg., pp. 3–7.
- WILL, H. J., 1969. Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese des Oberkeupers in Nordwestdeutschland. – Beih. Geol. Jahrb., Heft 54, 240 pp. 50 fig., 4 tavler.
- WOLBURG, J., 1969. Zum Wesen der altkimmerischen Hebrung mit einem Überblick über die Muschelkalk- und Keuper-Entwicklung in NW-Deutschland. – Z. deutsch. geol. Ges., Band 119, pp. 516–523. 2 fig.

TRIAS I RØNDE NR. 1

(2614-4643 M)

LITHOLOGISK BESKRIVELSE OG INDELING

af

Arne Dinesen

INDLEDNING

Lagserien mellem 2614 m (8576') og 4643 m (15233') under Kelly Bushing henføres til trias. Kotemæssigt drejer det sig om lagene mellem -2572 m og -4601 m.

De øverste 213 m består af grå lersten og finsandsten med enkelte indslag af rød til brun lersten og finsandsten og af oolithisk kalksten. Disse lag, der i modsætning til det dybere liggende trias er fossilførende, anses for at høre til rhaet etagen og er nærmere omtalt i kapitlet om trias/jura-grænsen (p. 89).

Fra 2827 m (kote -2785 m) ned til bund af trias ved 4643 m findes brogede lersten (lerskifre), finsandsten og sandsten med indslag af evaporit-bjergarter. Da der ikke er fundet fossiler, må en inddeling baseres på de lithologiske egenskaber alene. Det er her valgt at sammenstille de foreliggende oplysninger af boreteknisk art med skylleprøvebeskrivelser og radioaktivitetsmålinger til et billede af trias profilet, der iøvrigt må afvente en grundigere behandling.

Skylleprøver er normalt udtaget med intervaller på 10' mellem 8576' og 9880', med 20' intervaller mellem 9880' og 10100', med 30' intervaller mellem 10100' og 10400', med 20' intervaller mellem 10400' og 10480', med 10' intervaller mellem 10480' og 11000', med 20' intervaller mellem 11000' og 11180', og med 10' intervaller mellem 11180' og 15233'.

Skylleprøverne blev undersøgt ved boretårnet af DGU's geologer. Beskrivelserne, der danner grundlag for den efterfølgende sammenfatning, er udført af følgende: V. KROGH, K. HØJGAARD, E. STENESTAD, F. NYHUUS KRISTOFFERSEN, O. MICHELSEN og F. LYNGSIE JACOBSEN.

Under borearbejdet til 13320' var hullet udført ned til ca. 3450', medens det videre borearbejde foregik med en foring ført ned til 13065'. Heraf fremgår, at muligheden for »nedfald« (caving) fra højereliggende lag overalt er til stede. Især prøver taget umiddelbart efter udskiftning af boremejslen vil være udsat for forurening.

Ved visse mejselskift er hullet oprenset med en såkaldt »junk basket«. De optagne bjergartstykker, der for nogles vedkommende utvivlsomt er hjemmehørende i trias, tjener som et supplement til de meget små »skærespåner« (cuttings), som kan udvaskes af skylleprøverne. De større stykker viser jævnligt en kompliceret opbygning på grund af hurtigt skiftende lejringsforhold. Sammenholdt med det ofte meget store antal af mere eller mindre veladskilte

cuttings-typer, der optræder i de enkelte skylleprøver og med »nedfalds-problemet«, vil det være på sin plads at understrege det fortolkende og forenkende element, der indgår i nærværende fremstilling.

Radioaktivitetsmålinger, der er udført som led i Schlumberger programmet, er velegnede til at afspejle forskydninger i ler/sand-forholdet. Ved placering af laggrænserne er der derfor i vid udstrækning taget hensyn til forløbet af Gamma Ray (forkortet GR) og Neutron (forkortet N) logs. I den følgende beskrivelse af kurveforløbet har aflæsning fundet sted ovenfra og nedefter, således at »stigning« eller »fald« refererer til de underliggende lags værdier i forhold til de overliggende lags værdier.

Med hensyn til dybdeangivelserne gøres opmærksom på at engelske fod og meter refererer henholdsvis til boreddybde (herunder prøveudtagningsdybde) og Schlumbergermålinger. For at kunne sammenholde observationerne fra de to målesystemer er der dog – bl.a. ved intervalangivelserne – foretaget en omregning fra meter til fod eller fod til meter. *Dybdetal, der er fremkommet ved en simpel omregning fra metersystem til fodsystem (eller omvendt) er sat med kursiverede typer.*

Vedrørende begrebet »Lag distance«, der jævnlig omtales i det følgende, henvises til p. 34 og fig. 3.

LITHOLOGISK BESKRIVELSE OG INDELING

(2606–2614 m (8560'–8576') under KB:

Lerskifer, fed til let finsandet, mørkegrå til mørk brunlig grå, glimmerholdig, svag kalkholdig, med lignit-partikler og lidt pyrit, vekslende med finsandsten, fin, leret, grå til mørkegrå, stedvis grønlig, brunlig eller violet tonet, glimmerholdig, svag kalkholdig, ligeledes let lignitisk og pyritisk).

2614–2704 m (8576'–8870') under KB:

Lerskifer som ovenfor, *øverst* i veksling med finsandsten, fin, leret som ovenfor, og desuden med finsandsten, mellemkornet, hvid til lysegrå, sjældnere grønlig, stedvis glimmerholdig, svag kalkholdig til kalkfri, med enkelte tynde lag af lignit og lidt pyrit, *nedefter* (fra 8690') yderligere med svage indslag af lersten, finsandsten, rødbrun, glimmerholdig, kalkfri, og (fra 8700'–8760') af finsandsten, fin, hvidlig, og *nederst* (fra 8760') i veksling med finsandsten, fin til grov, stedvis let leret, lysegrå til grå, ofte grønlig, glimmerholdig, kalkfri, jævnlig lignitisk og pyritisk.

Bemærkninger. Top af trias (= top af rhaet) er placeret ved GR fald og N stigning på 2614 m. Radioaktivitetsændringen hænger antagelig sammen med den mellemkornede finsandsten, som findes i prøverne fra 8590' (2618 m). »Lag distance« er beregnet til ca. 10'.

2704–2750 m (8870'–9022') under KB:

Finsandsten, fin til grov (som fra 8760'), vekslende med lerskifer, dels som ovenfor, dels (nedefter) mere brunlig og stærkere glimmerholdig.

Underordnet findes: (8910'–8926') finsandsten, hvidlig, og lersten, grågrøn; (8940'–8980') finsandsten, rødbrun; (8950'–9030') lersten, mørkegrå, kalkfri.

Bemærkninger. GR fald og N stigning på 2733 m (8967') kan muligvis skyldes øget (eller grovere) finsandsindhold nederst i intervallet.

2750–2827 m (9022'–9275') under KB:

Finsandsten og lerskifer som ovenfor, i den øvre del (ned til ca. 9070') muligvis med stærkere indslag af lersten, mørkegrå, og dybere (fra 9180'–9220') af lersten, grågrøn, kalkfri. Oolithisk kalksten, hvid til gulbrun, optræder stedvis (top ved 9070', hyppigst 9130'–9180' og 9210'–9260').

Underordnet findes: (9070'–9080', 9230'–9240') finsandsten, rød; (spredt 9110'–9240') lersten, rødlig, grønlig eller gullig; (top ved 9170') gips eller anhydrit.

Bemærkninger. GR stigning og N fald på 2750 m indicerer, at lagene under denne dybde er stærkere leret end de overliggende lag, selv om det ikke kommer klart til udtryk i skylleprøvernes sammensætning. På 2801 m ses yderligere en svag GR stigning og et N fald, der måske har forbindelse med den grågrønne lersten fra 9180' (2798 m). Svagt GR fald og N stigning på 2809 m svarer muligvis til top for en zone med oolithisk kalksten (jvf. hyppigere optræden fra 9210' (2807 m)). Når en beregnet »Lag distance« på ca. 7' tages i betragtning, gælder det dog i begge de to sidstnævnte tilfælde, at bjergarten sætter ind i prøverne lidt højere end det kunne ventes, hvis radioaktivitetsændringerne har de omtalte årsager.

2827–2893 m (9275'–9490') under KB:

Lersten til lerskifer og finsandsten, dels i grå til grågrønne farver som ovenfor, dels (nedefter i stigende grad) i mere brogede farver (stedvis gulgrøn, gulbrun eller rødlig).

Underordnet findes: (9310'–9329', 9410'–9420', 9440'–9490') lersten og finsandsten, rødbrun, glimmerholdig, kalkfri; (spredt) finsandsten, mellemkornet, hvidlig, kalkfri; (spredt) gips eller anhydrit. Øverst (9300'–9340') registreres desuden stadig oolithisk kalksten, som muligvis kan være »nedfald«.

Bemærkninger. Fra 9300' er det noteret, at skyllemudderet antog en mere rødlig farve. GR fald og N stigning på 2827 m (9275') antages imidlertid at markere top for en mere broget farvet lagserie (sandsynligvis top af mellem keuper). Det bemærkes dog, at »Lag distance« kun skulle være ca. 8'.

2893–2997 m (9490'–9833') under KB:

Lersten, fed til finsandet, rødbrun, glimmerholdig, kalkfattig, vekslende med lersten (til finsandsten), grå, grågrøn eller grønbroget, kalkfattig.

Underordnet findes: (9510'–9530') finsandsten, fin, hvidlig til lys brunlig, muligvis let glaukonitholdig, kalkholdig; (spredt) gips eller anhydrit.

Bemærkninger. GR udviser stigende og N faldende tendens fra 2985 m (9793'). Det svarer til iagttagelser i skylleprøverne (9790'–9830'), hvorefter intervallets basale del er stærkere leret end ovenfor.

2997–3178 m (9833'–10426') under KB:

Stensalt, *øverst* (9833'–10049') i veksling med finsandsten (til lersten), grålig brun, stedvis rødlig eller grønlig tonet, glimmerholdig, kalkfri til kalkholdig, *derunder* (10049'–10243') sandsynligvis i renere tilstand, og *nederst* (10243'–10426') igen i veksling med finsandsten (til lersten).

Underordnet findes: (9970'–9980', 10000'–10020') kvartskorn i grovere finsandsstørrelse; (spredt) gips eller anhydrit.

Bemærkninger. Stensaltkrystaller er ikke fundet i skylleprøverne på trods af, at overgang til saltmudder fandt sted ved dybden 10025' (3056 m). Den lithologiske fortolkning støtter sig på følgende forhold:

- fra 9833' (2997 m) boretiden falder brat
- 9852' (3003 –) markant fald på GR og stigning på N
- 9915' (3022 –) GR fortsat lav, markant fald på N
- 9980' (3042 –) muddrets kloridindhold øges (fra formationen)
- 10049' (3063 –) GR tenderer mod yderligere fald, N stiger markant
- 10243' (3122 –) svag stigning på GR, fald på N
- 10400' (3170 –) boretiden øges stedvis
- 10426' (3178 –) stigning på GR, markant fald på N
- 10435' (3181 –) boretiden øges noget
- 10455' (3187 –) boretiden yderligere øget

Der ses at være en afvigelse på 6 m mellem boretidsændringen på 2997 m og den radioaktivitet-indicerede top for stensalt på 3003 m. Det kan ikke udelukkes, at afvigelsen beror på måleusikkerhed, idet boretidsændringen er lokaliseret ved hjælp af rørlængder (og målt i engelske fod), medens radioaktivitetsændringen er dybdeangivet af Schlumberger (i meter). Ved 13320' konstateredes således en Schlumberger dybde på 13337', men det vides ikke om den måletekniske afvigelse gør sig gældende allerede i det her behandlede interval. Hvis afvigelsen på de 6 m derimod har en geologisk årsag, kan forklaringen være at der måske optræder en blødere finsandsten lige over saltet. Den grålig brune finsandsten sætter først ind fra 9860'. »Lag time« er ikke målt mellem 9688' og 10500', men på grund af lav boretid er det ikke usandsynligt, at »Lag distance« er af størrelsesordenen 30'.

Finsandstenen er især hyppig i prøverne 10160'–10340' og synes derunder at vige til fordel for lersten. Skylleprøverne må imidlertid være stærkt præget af »nedfald«, eftersom afsnittet 10049'–10243' ifølge radioaktivitetskurverne må formodes at bestå af »rent« stensalt. En tydelig reduktion af »cuttings«-

mængden bemærkedes først fra 10390' og ned til 10510', d.v.s. efter at den renere saltserie skulle være passeret.

Grænsen til det underliggende interval er placeret på grundlag af radioaktivitetsændringen ved 3178 m, hvor saltet synes at være gennemboret. Boretiderne svinger stærkt på strækningen 10400'–10455' og kan ikke bidrage til afgrænsningen.

3178–3319 m (10426'–10890') under KB:

Lersten, fed til finsandet, overvejende rødlig brun, stedvis grå, grønlig eller broget, glimmerholdig, kalkholdig, øverst antagelig i veksling med finsandsten.

Underordnet findes: (spredt) gips eller anhydrit; (10650'–10810') dolomit.

Bemærkninger. Intervallets top er placeret ved GR stigning og N fald på 3178 m. Som nævnt ovenfor er »cuttings«-mængden ringe ned til 10510' (3203 m), og den federe, rødbrune lersten sætter først ind fra denne dybde, skønt »Lag distance« er beregnet til kun ca. 14' (ved 10500'). De ret lave, men svingende boretider mellem intervallets top og ned til 10455' (3187 m) tyder på, at der her indgår lag af finsandsten.

3319–3348 m (10890'–10984') under KB:

Lersten, fed til finsandet, grå, rødgrå og mørk rødbrun, glimmerholdig, kalkholdig, især nederst (fra 10980') med lag af finsandsten, leret, hård, mørk rødbrun, svag glimmerholdig, svag kalkholdig. Underordnet findes: (spredt) gips eller anhydrit; (10938'–10986') enkelte stensaltkrystaller.

Bemærkninger. Allerede ved ca. 10850' boredes i vekslende hårdere og blødere lag. Det er muligt, at den hårde finsandsten, der først slår kraftigt igennem nederst i intervallet, optræder så højt som 40' over det niveau, som her er angivet for intervallets overgrænse. Den beregnede »Lag distance« er dog kun ca. 16' (ved 10861').

3348–3409 m (10984'–11184') under KB:

Stensalt, lys gulbrun til orangebrun, halvklar. Lersten og finsandsten som ovenfor optræder i prøverne, men det kan dreje sig om »nedfald«. Underordnet findes: (spredt) gips eller anhydrit.

Bemærkninger. Top af saltserien er placeret ved 3348 m på grund af GR fald og N stigning. Fald i boretiden indtrådte lidt over 10970' (3344 m). Ligesom ved top af saltserien 2997–3178 m kan differencen både skyldes måleusikkerhed og lag af blødere finsandsten. Stensaltet er først konstateret i prøverne fra 11040' (3365 m), hvorefter det er tilstede i betydelige mængder (anslået til 40–85%). »Lag distance« er beregnet til ca. 14' og kan således ikke være årsag til hele forsinkelsen.

Ved basis af saltserien, der ifølge en markant stigning på GR og et markant fald på N må placeres ved 3409 m, øges boretiden brat lidt over 11175' (3406 m). Den underliggende lersten og finsandsten slår igennem i en prøve taget på

11185' (3409 m), selv om disse bjergarter, når en beregnet »Lag distance« på ca. 10' tages i betragtning, først skulle optræde lidt dybere. Afvigelsen på ca. 3 m synes her klart at være fiktiv og alene beroende på en lille fejl i »borerørsdybden«.

Det er iøvrigt værd at bemærke, at radioaktivitetskurvernes forløb gennem denne saltserie påfaldende minder om forløbet i den nedre afdeling (10243'–10426') af den højreliggende saltserie.

3409–3548 m (11184'–11345') under KB:

Lersten, fed til finsandet, hård, overvejende rødbrun, svag glimmerholdig, svag kalkholdig, vekslende med finsandsten, fin, leret, hård, rødbrun til mørk rødbrun, svag kalkholdig, *nedefter* (fra 11240') med indslag af sandsten, fin, finsandet, lysegrå til rødlig grå, kalkfri.

Underordnet findes: (spredt) gips eller anhydrit.

Bemærkninger. Under GR stigning og N fald ved 3409 m er radioaktivitetskurverne stærkt svingende, hvilket kan hænge sammen med indslag af sandsten, der dog først synes at optræde lidt dybere i intervallet.

3548–3546 m (11345'–11634') under KB:

Lersten, fed til finsandet, hård, overvejende rødbrun, stedvis grågrøn, svag glimmerholdig, kalkfri til svag kalkholdig, vekslende med finsandsten, fin, leret, hård, rødbrun, svag glimmerholdig, kalkfri til svag kalkholdig, og med sandsten, overvejende fin, lysegrå til rødlig grå, stedvis grønlig og meget hård, stedvis glimmerholdig, kalkfri. Gips eller anhydrit, oftest hvid, sjældnere grågrøn eller rødlig, optræder i betydelig mængde i tilknytning til sandstenen. Endvidere findes en del lag (højest ca. 5' tykke) af stensalt, farveløs til lys gulbrun eller orange.

Underordnet findes: (spredt) dolomit (eller dolomitisk lersten), grå, grønlig grå eller rødlig.

Bemærkninger. Intervallet er adskilt fra det overliggende, fordi der sker en svag GR stigning og et N fald ved 3548 m. Forløbet af radioaktivitetskurverne er som helhed noget roligere under 3548 m end ovenfor. Stensaltlagene giver sig udslag i bratte, kortvarige fald i boretiden.

3546–3670 m (11634'–12041') under KB:

Lersten, dels hårdere, der øverst overvejende er rødbrun og nedefter (fra ca. 11775') ofte er mørkebrun til violetbrun og fint grønspættet, dels blødere, rødbrun, nedefter (fra ca. 11720') nærmest teglrød, vekslende med finsandsten, der øverst er rødbrun og nedefter (fra ca. 11775') renere brun eller rødgrå, svagt violettonet. Både lersten og finsandsten er stærkt varierende med hensyn til indholdet af glimmer, gips eller anhydrit, dolomit og kalk.

Underordnet findes: (især 11680'–11685' og 11730'–11740') lersten, grågrøn, kalkfri, hvortil synes knyttet sandsten, gips eller anhydrit og dolomit; enkelte

tynde lag af stensalt; (spredt) finsandsten, leret, lys grågrøn, anhydritisk og i overgang til anhydrit eller gips.

Bemærkninger. Intervallet er adskilt fra det overliggende interval på grund af en svag stigning på GR og et svagt fald på N ved 3546 m. Indenfor intervallet findes yderligere en svag GR stigning og N fald ved 3577 m (11736'). Ved begge radioaktivitetsændringer må det formodes, at årsagen er overgang fra »mindre leret« over ændringerne til »mere leret« under samme. Under 3577 m indicerer radioaktivitetskurverne en forholdsvis ren lerserie, idet udsvingene er svagere end over denne dybde.

3670–3715 m (12041'–12188') under KB:

Finsandsten, mellemkornet til grov, og sandsten, fin, stærkt vekslende i farve (hyppigst lysegrøn, noget sjældnere hvid, lys rødlig eller rødbrun, af og til med grålige toner), vekslende med lersten, dels fed til finsandet, hård, overvejende violetbrun (som ovenfor), dels blødere, grå til grøn. Bjergarterne indeholder sulfater og karbonater i varierende mængde som bindemiddel, ligesom gips eller anhydrit og dolomit eller dolomitisk kalksten tilsyneladende også optræder i renere indeslutninger eller lag.

Underordnet findes: lersten, mørkegrå til gråsort, stærkt pyritholdig.

Bemærkninger. Finsandsten og sandsten bliver først mere fremtrædende i prøverne under 12070', og »Lag distance« må anslås til mindre end 10'. Alligevel må intervallets top formodes at ligge så højt som ved 12041', idet der her (ved 3670 m) sker en ændring i kurverne for GR og N. Begge kurver svinger mere under end over 3670 m, og på N kurven ses tillige en stigning, der antagelig hænger sammen med et øget sandindhold.

3715–3747 m (12188'–12293') under KB:

Lersten, hård, overvejende violetbrun (som ovenfor), gående over i lersten til finsandsten, brun til rød, og vekslende med blødere lersten, dels grå til grøn, dels teglrød.

Underordnet findes: finsandsten til sandsten som ovenfor; lersten, mørkegrå, pyritholdig; gips eller anhydrit.

Bemærkninger. Top af intervallet er placeret ved 3715 m, hvorfra GR udviser en stigende og N en faldende tendens, ligesom N kurvens udsving er svagere end ovenfor. Allerede fra 3724 m (12218') er N dog igen stigende og med større udsving. Den ovenstående beskrivelse gælder først for prøverne fra 12240'. »Lag distance« skulle efter beregningerne være mindre end 5' og kan ikke forklare forskydningen i forhold til radioaktivitetskurvernes forløb, der tyder på at finsandsten til sandsten er vigende under 3715 m.

3747–3785 m (12293'–12418') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor, i vekslende mængdeforhold ned igennem intervallet. Fra 12310' øges andelen af teglrød lersten på bekostning af den grå til grønne lersten, som imidlertid atter vinder frem fra ca. 12380'.

Bemærkninger. Der findes et markant fald (og derunder fortsat faldende tendens) på GR, samt et svagt fald (og derunder stigende tendens) på N ved 3747 m. Da »Lag distance« næppe overstiger 10', burde radioaktivitetsændringen kunne spores i form af en lithologisk ændring nær denne dybde, hvilket ikke synes at være tilfældet. Boretiden er ganske høj både over og under 3747 m, og der er derfor intet tegn på indslag af stensalt. Årsagen til den manglende korrelation mellem radioaktivitetskurver og lithologiske observationer må for dette og de underliggende intervallers vedkommende tilskrives den hyppige udskiftning af boremejsel, som ikke kan undgå at bringe betydelige mængder af »nedfald« ind i billedet.

3785–3820 m (12418'–12533') under KB:

Fortsat samme bjergarter som ovenfor, idet lersten, grå til grøn, samt lidt dybere (fra ca. 12470') lersten, sortgrå, pyritisk, synes at være fremherskende. Enkelte tynde stensaltlag optræder muligvis indenfor intervallet.

Bemærkninger. Fra 3785 m udviser GR en stigende tendens, og udsvingene på N kurven bliver større end ovenfor. Formodningen om tilstedeværelse af stensalt bygger dels på kortvarige fald i boretiden, dels på observation i prøverne, men det kan ikke udelukkes, at saltet er udkrystalliseret i borerørene, og at boretidsfaldene skyldes blødere sandstenslag.

3820–3840 m (12533'–12598') under KB:

Lersten, teglrød, og lersten til finsandsten, violetbrun og brun til rød, tiltager stærkt på bekostning af lersten, grå til grøn, og lersten, sortgrå. Indslag af finsandsten til sandsten, overvejende rødlig, af gips eller anhydrit, og muligvis af stensalt forekommer stadigvæk.

Bemærkninger. Et fald på N ved 3820 m og svagere udsving på både GR og N under denne dybde end ovenfor adskiller intervallet fra det overliggende.

En »Lag distance« på ca. 13' taget i betragtning stemmer radioaktivitetsændringen tilsyneladende overens med en lithologisk ændring til overvejende røde til brune lersten i skylleprøverne under 12540'. At den lithologiske ændring er fiktiv og skyldes et mejselskift ved 12526' tør dog ikke udelukkes.

3840–3901 m (12598'–12799') under KB:

Finsandsten og sandsten, rødlig til brun, sulfat- og karbonatholdig, med indslutninger af lersten, brun og grønlig grå, vekslende med lersten, blød, teglrød, og med lersten, hård, violetbrun, der går over i lersten til finsandsten, blødere, rødbrun, med grå til grønne pletter. Muligvis enkelte lag af stensalt.

Underordnet findes: lersten og finsandsten, grønlig; gips eller anhydrit.

Bemærkninger. GR viser en let stigende tendens og kraftigere udsving nedefter fra 3840 m. På N kurven ses ligeledes en stigning og kraftigere udsving nedefter fra 3840 m. På grund af de større udsving kan det formodes, at stærkere indslag af finsandsten til sandsten optræder nedefter fra 3840 m. Herimod taler, at

finsandsten til sandsten først tiltager i prøverne fra 12640' (3853 m), skønt »Lag distance« kun er beregnet til ca. 15' (ved 12959'). Fortolkningen kompli- ceres yderligere af, at det øgede sandindhold fra 12640' kan være fiktivt, idet boremejslen er udskiftet ved denne dybde.

3901–3982 m (12799'–13064') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor. Lersten, violetbrun, vekslede med finsandsten til sandsten, rødlig til brun, synes at dominere intervallet.

Bemærkninger. GR fald på 3901 m, samt svagere udsving på N kurven under denne dybde end ovenfor tyder på en lithologisk ændring, som imidlertid ikke slår igennem i prøverne.

3982–4053 m (13064'–13297') under KB:

Fortsat samme bjergarter som ovenfor. Andelen af finsandsten til sandsten øges muligvis nedefter.

Bemærkninger. GR har tendens til større udsving nedefter fra 3982 m. Det samme gælder N, der er let stigende, med kraftigere maximum 4032–4036 m (13228'–13241'), og derunder igen faldende.

4053–4185 m (13297'–13730') under KB:

Finsandsten og sandsten, fin, lys til mørk rødbrun, overvejende med karbonat (dolomitisk kalkspat) som bindemiddel, *øverst* (ned til ca. 13535') især i veksling med dolomitisk kalksten, blød, hvid, mørk rødbrun, stedvis grønpletet, kalkfri, og *nederst* (fra ca. 13645') med indslag af finsandsten til sandsten, hvid-grå, grønprykket, stedvis kvartsitisk (glasagtig).

Bemærkninger. Da boringen havde nået dybden 13320', nedsattes foringsrør til 13065'. I forbindelse med Schlumberger's målinger konstateredes, at hullet var ca. 17' dybere end angivet. En opmåling af borerørerne ved 13430' gav til resultat, at boringen efter udforingen måtte anses for genoptaget ved 13331', d.v.s. 6' højere end Schlumberger's dybdebestemmelse. Forklaringen må antagelig være den, at der har befundet sig 6' nedfaldent materiale i bunden af hullet. For vurderingen af skylleprøverne fra 13331' og nedefter er det iøvrigt vigtigt at bemærke, at »nedfald« fra lag over 13065' ikke længere har kunnet tilføres, men at strækningen 13065'–13331' må regnes med som mulig »forureningskilde«, ligesom der her kan have været ophobet materiale fra de lag, der er afspærret ved foringsrør (jvf. de ovennævnte 6').

Placeringen af intervallets top støttes af et fald både på GR og i boretid ved 4053 m. GR kurvens forløb er derunder ret ensartet helt ned til 4518 m, men N kurven ændres undervejs og giver grundlag for en opdeling. Endnu indenfor det foreliggende interval bemærkes en stigning på N ved 4064 m (13333') og derunder ret store udsving ned til et fald ved 4082 m (13392'). Herfra viser N igen stigende tendens til et nyt fald ved 4097 m (13442') og en stærkere stigning ved 4118 m (13510'), efterfulgt af en strækning præget af kraftige udsving ned til

intervallets basis. At dømme efter radioaktivitetskurvernes forløb er den nederste strækning fra 4118 m til basis rigere på finsand eller sand end den øvre del af intervallet.

4185–4195 m (13730'–13763') under KB:

Lersten, fed til let finsandet, rødbrun, kalkfri til svag kalkholdig, vekslende med finsandsten til sandsten, overvejende rødbrun.

Underordnet findes: dolomitisk kalksten.

Bemærkninger. At dette afsnit overvejende består af lersten indiceres ikke blot af skylleprøverne mellem 13730' og 13756', men også af et fald på N ved 4185 m (13730') og en stigning på N ved 4195 m (13763'). Endvidere kan anes en svag forøgelse af GR mellem 4185 m og 4192 m. »Lag distance« synes lokalt (ved 13744') at vokse til ca. 14', hvorfor lerstenen teoretisk først skulle slå kraftigere igennem ved ca. 13744'. Til gengæld aftager lerstenen allerede ved 13756', hvilket antagelig skyldes et mejselskift, der har bragt »nedfald« ind i de efterfølgende prøver.

4195–4231 m (13763'–13881') under KB:

Finsandsten til sandsten, overvejende rødbrun, sjældnere hvidlig, grønprykket, vekslende med lersten, rødbrun, og med dolomitisk kalksten, oftest hvid med rødlig tone.

Bemærkninger. Top og basis af intervallet markeres af henholdsvis N stigning ved 4195 m og N fald ved 4231 m.

4231–4265 m (13881'–13993') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor. Lerstenen er muligvis rigeligst repræsenteret nær toppen.

Bemærkninger. Intervallets top er markeret af ovennævnte fald på N ved 4231, m, og basis er markeret af et nyt fald på N ved 4265 m. Den mellemliggende strækning har stærkt svingende N værdier.

4265–4303 m (13993'–14117') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor. Lerindholdet er muligvis størst ved toppen ligesom i det overliggende interval.

Bemærkninger. Efter fald på N kurven ved 4265 m ses stigende tendens ned til 4303 m.

4303–4406 m (14117'–14455') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor.

Bemærkninger. De øverste 5 m af intervallet består muligvis af lersten, idet der her findes et tydeligt minimum på N kurven. Derunder viser N en stigende tendens ned til et markant maximum (? grovere sandstenslag) ved 4349 m (14268'). Videre ned mod basis er N kurvens udsving ret ensartede og moderate.

4406–4460 m (14455'–14633') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor.

Bemærkninger. Top af intervallet er placeret ved et markant fald på N ved 4406 m, hvorfra der ses faldende tendens ned til et nyt markant fald ved 4432 m (14541'). Derunder er N kurvens tendens stigende ned til 4444 m (14580'). Umiddelbart efter følger et minimum ved 4446 m og dybere tre maxima på vej ned mod intervallets basis ved 4460 m. N kurven synes således at tyde på, at lerindholdet er størst i den øvre del af intervallet, og at der optræder veladskilte ler- og sandzoner i den nedre del.

4460–4553 m (14633'–14938') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor. Intervallet rummer desuden svage indslag af finsandsten, lysegrå, stærk kalkholdig, og muligvis enkelte tynde stensaltlag.

Bemærkninger. N fald ved 4460 m markerer intervallets top. GR, der har holdt ret konstante udsving helt oppe fra 4053 m, ligger noget lavere på strækningen 4518–4553 m (14823'–14938') end ovenfor, hvilket tyder på, at den nedre del af intervallet er sandpræget. I prøverne er fundet enkelte stensaltkrystaller, som formodes at stamme fra formationen i modsætning til andet salt i prøverne, der må anses for at være udskilt i borerørene.

4553–4585 m (14938'–15043') under KB:

Fortsat lersten, rødbrun, i veksling med finsandsten til sandsten, overvejende rødbrun, sjældnere hvidlig og tildels kvartsitisk. Tydelige indslag af stensalt optræder.

Bemærkninger. GR stiger brat ved 4553 m og markerer antagelig top af en lersten-domineret zone. Pludselige boretidfald ved 14973' (4564 m) og 14999' (4572 m) sammen med relativt mange stensaltkrystaller i prøven, der repræsenterer 14990'–15000', tyder afgjort på tilstedeværelsen af saltlag.

4585–4643 m (15043'–15233') under KB:

Samme bjergarter som ovenfor, idet dog den rødbrune lersten nedefter (fra ca. 15140') bliver mere finsandsholdig og tiltager i mængde. Tydeligt stensaltlag optræder ved 15207'.

Underordnet findes: (især 15220'–15230') gips eller anhydrit, hvid til let rødlig.

Bemærkninger. N viser stærk stigning ved 4585 m, hvilket tyder på, at boringen er nået ned i mere sandede lag. Derunder er N kurvens tendens aftagende til en stærkere stigning igen indtræffer ved 4605 m (15108'), hvorfra et maximum (? sandstenszone) strækker sig ned til 4613 m (15134'). På GR ses markante maxima ved 4616 m (15144') og ved 4634 m (15203'), modsvaret af lave værdier på N. Den stærkt finsandede udgave af lerstenen slår som nævnt ovenfor kraftigere igennem fra ca. 15140', hvor »Lag distance« er beregnet til ca. 4'. Det er muligt, at de lave værdier på N hænger sammen med denne bjergarts

tilstedeværelse, idet både grovere finsandsten til sandsten og renere lersten træder stærkt tilbage i skylleprøverne. Allerede ved 4635 m (15207') stiger N til et markant maximum, der ledsages af et tydeligt minimum på GR og som markerer et stensaltlag. Efter en kort strækning derunder med lidt lavere N værdier og lidt større GR værdier sker der en voldsom stigning på N og et fald på GR ved intervallets basis, svarende til top af zechstein salt.

KORRELATIONSMULIGHEDER

I sammenligning med de nordtyske trias-aflejringer, der i ret vid udstrækning lader sig indpasse i et kronostratigrafisk mønster (se f.eks. GRIPP 1964, pp. 39–46), må det danske trias i almindelighed siges at være mangelfuldt kendt. En hovedopdeling har kunnet foretages i de sydlige borer, hvor marine muschelkalk-lag optræder. Som nævnt af SORGENFREI & BUCH (1964, p. 20) savnes på dansk område dels stringente lithologiske data i form af borekærner dels biostratigrafiske oplysninger. Rønde nr. 1, hvor den største trias-mægtighed (2029 m), der hidtil er konstateret i Danmark, er gennemboret, danner ingen undtagelse herfra.

Det er forsøgt at sammenligne Rønde-boringen med Gassum nr. 1, der ligger ca. 40 km mod nordvest, og hvis trias-afsnit omtrent når samme mægtighed (mindst 1945 m) (se SORGENFREI & BUCH, 1964, pp. 45–47). Der er i denne forbindelse gjort brug af journaler og logs vedrørende Gassum nr. 1, som DGU har overtaget fra Danish American Prospecting Co. (DAPCO). Resultaterne af denne sammenligning er sparsomme, men et enkelt træk fortjener at fremhæves, idet der herigennem åbnes visse muligheder for en delvis korrelation mellem de to borer, udover rhaet-afsnittene, der er behandlet andetsteds (p. 89). Det nævnte holdepunkt for en korrelation består i, at de elektriske modstandsmålinger (i Gassum nr. 1 »Long Normal Log« og i Rønde nr. 1 »Laterolog«) over en længere strækning af trias svarer bemærkelsesværdig godt til hinanden. De ad denne vej korrelerbare strækninger er:

<i>Gassum nr. 1</i>	<i>Rønde nr. 1</i>
ca. 2100–2525 m (ialt 425 m)	ca. 3475–3920 m (ialt 445 m)
(kote —2042—2467 m)	(kote —3433—3878 m)

Et korrelationsforsøg på basis af Gamma Ray kurverne over de samme strækninger virker derimod mindre overbevisende, idet det kun kan anes, at tendensen på GR stemmer overens. Det mindre klare billede kan skyldes, at følsomheden på det udstyr, der anvendtes i Gassum-boringen, har været ringere end det moderne udstyrs følsomhed.

Hvis sidestillingen mellem de to nævnte strækninger i Rønde nr. 1 og Gassum nr. 1 er korrekt, vil der være grund til at antage, at det eneste stensaltlag af betydelig mægtighed, der synes at være til stede i Gassum nr. 1, fra 2002–2031 m

(ialt 29 m), svarer til det nedre af de to mægtigere saltlag i Rønde nr. 1, nemlig saltlaget fra 3348–3409 m (ialt 61 m). I begge boreriger er der knapt 70 m fra top af de strækninger, der må sidestilles udfra modstandskurverne, til basis af saltlagene.

Den øvre saltzone i Rønde nr. 1 fra 2997–3178 m (ialt 181 m) vil – stadig under forudsætning af korrelationens rigtighed – ifølge DAPCO-geologernes prøvebeskrivelse kun være modsvaret af tynde saltlag i Gassum nr. 1. Det tyder på, at selv mægtige saltudfældninger kan have en ganske lokal udbredelse. Medmindre væsentlige saltmængder er opløst og fjernet fra serien i Gassum nr. 1, er det ikke meget sandsynligt, at saltlagene i Rønde-boringen f.eks. står i geografisk sammenhæng med de slesvig-holstenske saltudfældninger, som GRIPP (1964) omtaler fra röt, mellemste muschelkalk og gipskeuper.

For Gassum-boringens vedkommende er det antaget, at grænsen bunter/keuper ligger i en dybde af 2170 m (under KB, i kote –2112 m) (SORGENFREI & BUCH, 1964, p. 47). Schlumberger-korrelationen med Rønde nr. 1 fører til, at den tilsvarende grænse her må antages at findes i nærheden af dybden 3545 m (kote –3503 m), eventuelt ved top af intervallet 3546–3670 m under KB (se p. 99). Da der iflg. DAPCO's beskrivelse af Gassum nr. 1 optræder et konglomerat lige over 2170 m synes antagelsen af en stratigrafisk grænse velbegrundet. Det er derimod uafklaret om lagene over grænsen repræsenterer keuper eller evt. muschelkalk i terrestrisk facies, som antydtes af SORGENFREI & BUCH (1964, p. 90) i tilfældet Vinding nr. 1. Det kan endvidere nævnes, at SORGENFREI (1963, p. 519, og 1969, p. 179) har været inde på den tankegang, at dele af den saltførende serie på lidt højere niveau i Gassum-boringen muligvis kan høre til muschelkalk.

ENGLISH SUMMARY

THE LITHOLOGY OF THE TRIASSIC SECTION IN RØNDE NO. 1

The beds between 2614 m. and 4643 m. below the Kelly Bushing are referred to the Triassic system.

The ditch samples do not allow a presentation of a definite lithologic profile. A preliminary interpretation has been put forward on pp. 95–105. This subdivision is based mainly on a comparison of the radioactivity logs and the sample descriptions. An abbreviated profile is given in the article by BANKE RASMUSSEN on p. 29.

The uppermost beds (2614–2827 m.) are made up of interbedded, grey-coloured shale, siltstone and sandstone, in the lower part with some intercalations of reddish brown claystone, siltstone and sandstone, and oolitic limestone. This sequence belongs to the Rhaetic and is dealt with biostratigraphically by O. BRUUN CHRISTENSEN (p. 92).

From 2827 m. to the bottom of the Triassic at 4643 m. the sequence is strongly dominated by varicoloured claystone, siltstone and sandstone. During the sedimentation under arid conditions also carbonates, sulphates and rock salt were precipitated. Two intervals (2997–3178 m. and 3348–3409 m.) contain abundant rock salt according to the radioactivity logs.

A comparison of the electric logs from Rønde No. 1 and Gassum No. 1 (located 40 kilometres northwest of Rønde No. 1; see SORGENFREI & BUCH, 1964, p. 45) indicates a pos-

sibility of correlation of the sections Rønde No. 1, 3475–3920 m. (445 m.) and Gassum No. 1, 2100–2525 m. (425 m.). Provided that this parallelism has a real base it will be natural to suppose a correspondance between the rock salt 3348–3409 m. in Rønde No. 1 and a bed of rock salt registered from 2002–2031 m. in Gassum No. 1. It is remarkable that only small amounts of salt were recorded in Gassum No. 1 corresponding to the much thicker salt from 2997–3178 m. in Rønde No. 1. This difference in the two neighbouring wells makes any attempt to correlate with the Triassic salt beds south of the Ringkøbing-Fyn High, as for instance the salt sequences in Schleswig-Holstein mentioned by GRIPP (1964, pp. 39–46), prospectless for the present time.

In Gassum No. 1 it was suggested by SORGENFREI & BUCH (1964, p. 47) to place the base Keuper/top Bunter at 2166 m. The Schlumberger correlation mentioned above would place the same boundary close to 3545 m. in Rønde No. 1, possibly at the top of the interval 3546–3570 m. No sharp boundary has been recorded in the lithologic column at this point. While a marine Muschelkalk transgression is recorded from wells in southern Denmark there is no exact information on the character – or maybe non existence – of the Muschelkalk north of the Ringkøbing-Fyn High. Suggestions on a continental or saline lagoonal environment for the Muschelkalk north of the High are given by SORGENFREI (1963, p. 519; 1969, p. 179) and by SORGENFREI & BUCH (1964, p. 90).

LITTERATUR

- GRIPP, K., 1964: Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. – Karl Wachholtz Verlag, Neumünster.
- SORGENFREI, TH., 1963: Dybgrundens geologi. Randers amt. – Trap: Danmark, Bd. VII,2. København.
- SORGENFREI, TH., 1969: Geological Perspectives in the North Sea Area. – Medd. Dansk Geol. Foren., Bd. 19, p. 160. København.
- SORGENFREI, TH. & BUCH, A., 1964: Deep Tests in Denmark 1935–1959. – Danm. Geol. Unders., III Rk., Nr. 36. København.

ZECHSTEIN I RØNDE NR. 1
(4643-4873 M)
LITHOLOGISK BESKRIVELSE OG INDELING
af
Fritz Lyngsie Jacobsen

INDLEDNING

Dette afsnit af boringen kan underafdeles sikkert, takket være de store lithologiske forskelle, der gør det muligt at tolke de målte logs præcist og få en god korrelation med de opborede cuttings. Dette giver igen mulighed for at få en sikker lithostratigrafisk inddeling.

De opborede cuttings er i almindelighed 2–5 mm store, enkelte dog ca. 1 cm store. Ved cuttingsbeskrivelsen er der foretaget en halvkvantitativ cuttingsanalyse for bedre at kunne vurdere de enkelte typer og deres variationer og som en sikkerhed for, at ingen bjergarter vil blive overset. Denne arbejdsform gør det ligeledes mere sikkert at få fastlagt første optræden af en ny cuttingstype ligesom det giver en vis kontrol med den caving fra borehullets sider, der finder sted under borearbejdet. Alle cuttingstyper er mikroskopert og hvor det skønnedes nødvendigt er der foretaget lysbrydningsbestemmelser af mineralerne for at få en sikker identifikation.

På fig. 14, side 110 er de anvendte logs indtegnet. Det fremgår klart af de store intensitetsforskelle der er i de modtagne signaler, at inddelingen er en relativ simpel proces så snart bjergartstypen for de pågældende afsnit er fastlagt. Det eneste markante træk i kurveforløbet i dette afsnit, som man kan nævne særskilt, er den retliniethed som lyd hastighedsmålingen giver for stensalt; nemlig på denne dybde 68 mikrosek/fod svarende til 4,5 km/sek.

LITHOLOGISK BESKRIVELSE

(Alle dybder er angivet i m under Kelly Bushing)

4643–4654 m: Stensalt, klart gennemskinneligt med anhydrit indesluttet dels som $\frac{1}{2}$ –1 mm store krystaller og dels som finkornede aggregater. Desuden findes uregelmæssige slirer af teglrødt ler.

4654–4671 m: Der findes i dette afsnit to bjergartstyper, som ikke med sikkerhed kan skelnes på loggene.

Den øvre del udgøres af en ler-silt-sandsten, mørk rødbrun og dårligt sorteret. De største sandskorn er ca. 0.5 mm, kantede til svagt afrundede. Denne ler-silt-sandsten ligner i udpræget grad bjergarten i det nederste afsnit af trias.

De nederste ca. 5 m udgøres af en lersten, rødbrun med violet skær og silkeglans på brudfladerne. I lerstenen findes 5–25% spredte ca. 0.2–0.4 mm store, butkantede til afrundede kvartskorn. Desuden findes uregelmæssige finkornede anhydritaggregater. Størst sete aggregat er ca. 1 cm i diameter.

4671–4700 m: Stensalt, rødbrunt med uregelmæssige slirer af ler, rødbrunt. Leret findes desuden indesluttet i stensaltet. Anhydrit, rødlig hvid, findes ofte som aggregater af finkornet anhydrit indesluttet både i ler og stensalt.

4700–4732 m: Stensalt, klart gennemskinneligt med indesluttet anhydrit, dels som sub-euhedrale $\frac{1}{2}$ –1 mm store krystaller og dels som uregelmæssige aggregater. Ved 4703 m findes et $\frac{1}{2}$ m mægtigt anhydrit-lag, som efter gammastråleloggen at dømme muligvis er kaliførende. Det skal dog bemærkes, at udslaget kan skyldes en lerhorisont, fra hvilken der ikke er fundet cuttings.

4732–4733 m: Anhydrit, gråsort til grå, finkornet med sub-euhedrale krystaller. I enkelte cuttings er set ca. 0.1 mm tynde, brune, uregelmæssige dolomit-slirer indlejret i anhydritbjergarten.

4733–4757 m: Sandsten, finkornet; siltsten og lersten findes vilkårligt vekslende. Farverne viser stor variation og med gradvise overgange og uden at vise nogen kornstørrelseafhængighed. Følgende hovedfarver kan nævnes: teglrødt, grå med rødviolet skær, grårøde, brune og lyse grønne.

4757–4762 m: Stensalt, rødbrunt med uregelmæssige slirer af grågrønt ler, siltholdigt.

4762–4769 m: K–Mg-zone. På grund af boremetoden med boremudder, der kun er mættet med hensyn til NaCl, har det ikke været muligt at få cuttings fra den egentlige K–Mg-zone, men kun fra zoner, hvor dennes mineraler fandtes indlejret i stensalt. Følgende mineraler er fundet ved mikroskopering: Sylvit og carnallit i anhedrale nærmest amøboide former, kieserit i afrundede ca. $\frac{1}{2}$ –1 mm store krystaller og polyhalit i uregelmæssige ca. $\frac{1}{2}$ –1 mm store krystaller, ofte sammen med anhydrit, som replaceres af polyhaliten. Afgrænsningen af zonen er foretaget ved hjælp af gammastråle-, neutron- og lydastighedsloggene. Sidstnævnte log har registreret det opløste hulrum.

4769–4772 m: Stensalt, rødbrunt med spredte små mængder anhydrit.

4772–4827 m: Stensalt, vekslende mellem klart og delvis gennemskinneligt salt (førstnævnte udgør hovedparten). 0–15% anhydrit findes indesluttet i stensaltet, dels som $\frac{1}{2}$ –1 mm sub-euhedrale krystaller og dels som grålighvide aggregater af varierende form og størrelse af 0.1–1 mm store krystaller. Sammen

med sidstnævnte ses små spredte dolomitkorn. Det er ikke muligt at angive kornstørrelsen for stensaltet, da det er mere grovkornet end cuttingsstørrelsen på ca. 5–10 mm.

4827–4831 m: Anhydrit, grå til gråligvid, finkornet og med $\frac{1}{2}$ –1 mm mægtige uregelmæssige grå- til sortbrune slirer af dolomit-ler-bjergart. Enkelte kvartskorn af siltstørrelse findes spredt i disse slirer. Anhydritbjergarten består af sub-euhedrale, max. $\frac{1}{2}$ mm store krystaller med spredte afrundede ca. 50 μ store dolomitkorn. Bjergarten svarer til den tyske »Flaseranhydrit«.

4831–4834 m: Dolomit, lys brun til gråbrun, tæt og med et mindre lerindhold. I bjergarten findes enkelte spredte kvartskorn af siltstørrelsen.

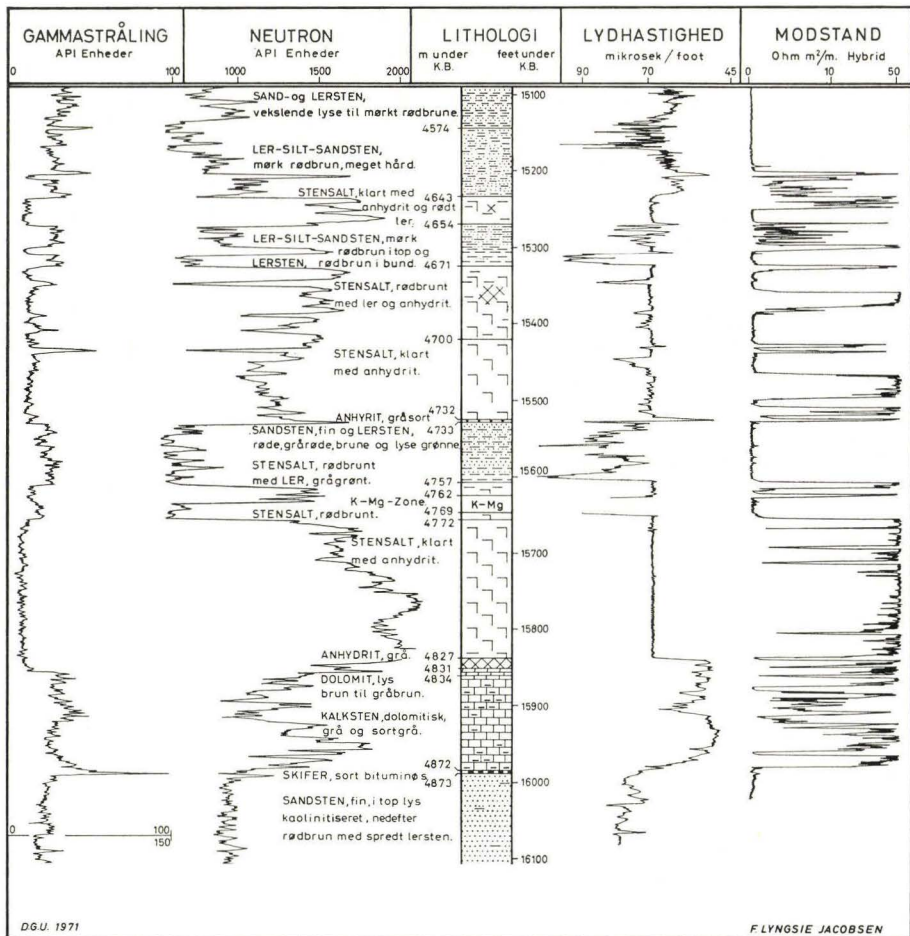


Fig. 14. Profil af zechstein-afsnittet med gammastråling-, neutron-, lydastigheds- og modstands-log indtegnet. På venstre side af profilsøjlen er dybden angivet i m under Kelly Bushing og på højre side i fod. I profilet er desuden vist de overliggende triasiske og de underliggende præ-zechstein aflejringer.

4834–4872 m: Kalksten, dolomitisk til svag dolomitisk, tæt og med et varierende lerindhold (5–10%) og spredte kvartskorn hyppigst af siltstørrelse. Farven synes at veksle på følgende måde: 4834–4852 m, overvejende grå, 4852–4858 m, sortgrå og 4858–4872 m, grå.

Inddelingen af dette underafsnit er ikke helt så sikker som for resten af zechstein-afsnittet. Dette skyldes den kraftige opblanding af cuttings, som gør det vanskeligt at sikre sig, at det er de rette typer som udtages ved de angivne dybder. Der synes dog at være en vis samstemmighed mellem forekomsten af den sortgrå dolomitiske kalkstenstype og af et større indhold af ler i dette afsnit, som det indiceres af gammastråle- og lyd hastigheds-loggen.

4872–4873 m: Skifer, tæt, sort, bituminøs og svovlbrinteholdig. Skiferen giver et kraftigt radioaktivt udslag ved gammastrålemålingen.

	<i>Suldrup-profilet</i>	<i>Rønde-profilet</i>
yngre	? Stensalte, røde, rødbrune og grålige m. 2 kalizoner: Højris og Suldrup.	Stensalt, klart m. spredt anhydrit. 17 m ler-silt-sandsten, mørk rødbrun. 17 m lersten, rødbrun m. violet skær Stensalt, rødbrunt med ler og anhydrit. Muligvis med en kalizone.
	$\frac{1}{2}$ m anhydrit, gråsort.	1 m anhydrit, gråsort.
	60 m sandsten, fin; siltsten og lersten, røde, grårøde, grågrønne og grønne.	24 m sandsten, fin; siltsten og lersten vekslende røde til grønne farver.
ældre	Dækstensalt, brunt til rødbrunt m. ler og anhydrit.	Stensalt, rødbrunt m. ler og anhydrit.
	Hårdtsalt, Veggerby zonen.	K-Mg-zone.
	Stensalt, rødt, rødbrunt.	Stensalt, rødbrunt.
	Stensalt, gråligt til klart med spredt anhydrit.	Stensalt, klart til delvis gennemskinneligt med spredt anhydrit.
	4 m anhydrit som »Flaseranhydrit« 5 m dolomit med et vekslende indhold af anhydrit.	4 m anhydrit som »Flaseranhydrit« 3 m dolomit, gråbrun.
ældst	Stensalt, gråligt til klart med spredt anhydrit. ?	38 m kalksten, dolomitisk. 1 m skifer, sort, bituminøs.

Skema: Sammenstilling af det opstillede profil fra Suldrup salthorst (Boreudvalget 1961) og Rønde nr. 1-profil. Der er kun angivet mægtigheder af de kompetente lag.

LITHOSTRATIGRAFISK INDELING

Det er muligt at foretage opstilling af 2 inddampningscykler af hvilke den ældre kan korreleres sikkert med det øvrige salt i det nordjyske bassin. Som ledehorisont ved sammenstillingen vil det være naturligt at anvende en K-Mg-

zone, da denne repræsenterer afslutningsfasen af en inddampningscyklus. I det nordjyske område er Veggerby-zonen netop en sådan zone, som man på grund af dennes karakter, må forvente har en vis regional udstrækning.

I det medfølgende skema er der foretaget en sammenstilling af Suldrup-profilet, som repræsenterer det nordjyske bassin og Rønde-profilet. Den samlede mægtighed af Suldrup-profilet skønnes at være ca. 1 km hvoraf de grå og grålige stensalte i den ældste og ældre cyklus udgør ca. $\frac{4}{5}$ af profilet. Rønde-profilet er med sine 230 m et noget reduceret profil i hvilket man må forvente at finde randfacies-karakterer på grund af boringens relative nærhed ved Ringkøbing-Fyn-området.

Det ældste led i Rønde-profilet er den sorte bituminøse skifer, som anses for at være ækvivalent med den vidt udstrakte »Kupferschiefer« som kendes i Nordtyskland og England, her under navnet »Marl Slate« (HIRST, D. M. and DUNHAM, K. C., 1963). Der er dog ikke på nuværende tidspunkt foretaget detaljerede analyser af denne bjergart, da det vil være mere hensigtsmæssigt at foretage en samlet undersøgelse på et senere tidspunkt.

Den efterfølgende dolomitiske kalksten må kronostratigrafisk ækvivalere enten med den ældste cyklus eller med det ældste led af den ældre cyklus eller eventuelt begge. Dette kan ikke afgøres på det foreliggende materiale, da der ikke er fundet sikre tegn på en opdeling, med mindre man skal anse den lerrigere sortgrå dolomitiske kalksten for at være det ældste led til den ældre cyklus. I så fald vil bjergarten repræsentere begge cyklers afsnit.

De efterfølgende afsnit lader sig umiddelbart korrelere. Den ældre cyklus er af RICHTER-BERNBURG (*Boreudvalget*, 1961) anset for at svare til cyklus Z. 2 »Stassfurt-cyklus« i Nordtyskland, for en stor del på grund af den store lighed der er i lithologien og specielt i kalizonens udseende. Den yngre cyklus lader sig også relativt let korrelere, selv om der kun er tegn på, at der findes en kalizone i Rønde-profilet.

De yngste bjergarter kendes ikke fra Suldrup-området, hvor disse antagelig vil findes yderligt i horsten og kun blive fundet ved et specielt boreprogram. I Rønde er der derimod indiceret yderligere en cyklus men uden de normale anhydriter og dolomiter. Af denne grund vil det være usikkert at opstille den som en selvstændig cyklus og indtil videre blot betragte den som en særudvikling af den yngre cyklus.

ENGLISH SUMMARY

ZECHSTEIN IN RØNDE NO. 1

The description is based on a semi-quantitative cutting analysis which has been compared with the Schlumberger logs (fig. 14, p. 110).

Lithologic profile of the evaporites in the Zechstein:

4643–4654 m.: Rock salt, clear with anhydrite and thin beds of brick-red clay.

4654–4671 m.: Claystone, siltstone, sandstone, dark reddish brown. The rock is nearly the same as the basal part of the Triassic. The lowermost 5 m is a claystone, reddish brown

with silky luster and with aggregates of anhydrite.

4671–4700 m.: Rock salt, reddish brown with irregular thin beds of clay, reddish brown and aggregates of anhydrite.

4700–4732 m.: Rock salt, clear with anhydrite. At 4703 m a $\frac{1}{2}$ m thin bed of anhydrite with potassium-mineralization or clay (as shown by the gamma-ray log).

4732–4733 m.: Anhydrite, greyish black to grey, fine-grained.

4733–4757 m.: Sandstone, fine-grained; siltstone and claystone, varicoloured (brick-red, grey, brown, and light green).

4757–4762 m.: Rock salt, reddish brown with irregular thin beds of clay, silty, greyish green.

4762–4769 m.: K-Mg-zone. Minerals: halite, kieserite, sylvine, carnallite, polyhalite and anhydrite.

4769–4772 m.: Rock salt, reddish brown with disseminated anhydrite.

4772–4827 m.: Rock salt, clear with anhydrite, disseminated and as aggregates.

4827–4831 m.: Anhydrite, grey to greyish white with irregular thin beds of dolomite, greyish to blackish brown. (German "Flaseranhydrit").

4831–4834 m.: Dolomite, dense, light brown to greyish brown.

4834–4872 m.: Limestone, dense, dolomitic, grey and at 4852–4858 m greyish black.

4872–4873 m.: Shale, dense, black, bituminous, with H₂S-smell and high gamma-ray reading.

It is found possible to correlate the Rønne profile with the Suldrup profile by comparing the K-Mg-zones found with the Veggerby Zone in the Suldrup profile (schematic drawing 111). The most significant differences are found in the lowermost part of the Rønne profile, when the oldest cycle of rock salt is missing. The limestone here found may possibly be correlated with this rock salt and is in that case a border facies. The oldest member, the black, bituminous shale, may be directly correlated with the Kupferschiefer in NW-Germany and with Marl slate in England.

LITTERATUR

BOREUDVALGET, 1962: Kaliboringerne ved Suldrup. 1959–1961.

HIRST, D. M. and DUNHAM, K. C., 1963: Chemistry and Petrography of the Marl Slate of S. E. Durham, England. *Econ. Geol.* Vol. 58.

SORGENFREI, TH. and BUCH, A., 1964: Deep Tests in Denmark 1935–1959. D.G.U. III. Rk. Nr. 36.

TRÖGER, W. E., 1956: Optische Bestimmung der gesteinsbildende Minerale. Teil I. Stuttgart.

DE DYBESTE LAG I RØNDE NR. 1
(4873–5300 M)
LITHOLOGISK BESKRIVELSE OG INDELING
af
Fritz Lyngsø Jacobsen

INDLEDNING

I denne del af boringen har det været nødvendigt, i større udstrækning end normalt i denne boring, at anvende de målte Schlumbergerlogs og til en vis grad basere den lithologiske beskrivelse på disse. Årsagen til dette er, at man under borearbejdet måtte tilsætte store mængder knuste valnøddeskaller og glimmer for at tilstoppe lækager i borehullet, samt tungspatpulver for at gøre boremudderen vægtfyldigt nok til at hindre indskridning af de gennemborede bjergarter. Dette tilsatte materiale prægede ofte prøverne i en sådan grad, at kun 1–5% af de vaskede prøver var cuttings.

De ved beskrivelsen anvendte logs vil for at lette vurderingen af materialet kort blive gennemgået nedenfor.

Gammastråle-målingen angiver bjergarternes naturlige radioaktivitet. Ler, skifre, kali og til en vis grad siltsten vil i almindelighed vise relativt høj radioaktivitet, medens denne for sandsten og kalksten vil være relativt lav.

Neutron-målingen foretages ved, at man under målingen lader en neutronkilde passere de enkelte bjergarter og derefter måler gamma- eller neutronintensiteten. Ved denne måling fås direkte et mål for brintindholdet, hvilket i almindelighed vil sige vandindholdet, i de gennemborede lag.

Denne kurve er følgelig stærkt afhængig af borehullets diameter, når der anvendes vandholdigt boremudder. Ved målingen får man høje værdier for tætte bjergarter, f. eks. kalksten, salt, basalt m.v., medens man får lave værdier for ler, skifre, porøse og opsprækkede bjergarter. Værdierne for sandsten og siltsten vil afhænge af konsolideringsgraden.

Lydhastighedsmålingen er en mikroseismisk måling, hvor lydhastigheden i ca. 2 m bjergart måles. Dette giver høje løbetider for tætte og velkonsoliderede bjergarter, som basalt, anhydrit, salt, kalksten, siltsten og sandsten, medens ler, sand, skifre og porøse bjergarter giver lave løbetidsværdier.

Modstandsmålinger kan foretages på flere forskellige måder, men er i alle tilfælde baseret på målingen af modstanden i den pågældende bjergart. Det vil som regel være et udtryk for elektrolytindholdet. I dette afsnit af boringen er der valgt at anvende en hybrid kurve, d.v.s. der er foretaget en vis udjævning af den målte kurves forløb. Generelt kan siges at svagt konsoliderede bjergarter som ler, sand og porøs kalksten giver lave værdier, medens velkonsoliderede,

tætte bjergarter som lersten, sandsten, kalksten og kulbrinteholdige bjergarter giver høje modstandsværdier.

Ved at kombinere oplysningerne fra de målte logs med det ret sparsomme cuttingsmateriale er det dog muligt at få en næsten sikker lithologisk tolkning af det gennemborede interval.

Cuttingsbeskrivelsen er foretaget som halvkvantitativ analyse, hvilket giver en relativ god sikkerhed ved vurderingen af materialet. Denne cuttingsbeskrivelse er suppleret med en kerne fra dybden 5228–5245 m og med en såkaldt »junkcore« fra dybden 4921 m.

LITHOLOGISK BESKRIVELSE

(Alle dybdeangivelser er i m under Kelly Bushing)

4873–ca. 4970 m: Sandsten, finkornet i top af afsnittet, lys, rødbrun med kaolinlignende kitmasse, nedefter mere mørk rødbrun, siltholdig og med spredte lersten. Ler- og silt-indholdet af bjergarten er stigende nedefter, som det fremgår af de målte logs (fig. 15, p. 118). Ved dybden 4921 m er der optaget en såkaldt »junkcore« på 39,5 cm's længde. De øverste 2 cm af kærnen består af tungspatsand, der var sedimenteret i borehullet. Afsnittet 2–38 cm består af sandsten uden synlig lagdeling, mørk rødbrun. Hovedbestanddelen af sandstenen er butkantede ca. 0.1–0.2 mm store kvartskorn ofte med Fe-oxidbelægninger. Forvitrede feldspatkorn findes spredt. Sandstenen er løst sammenkittet af kaolinlignende materiale. De nederste 1½ cm af junkcore'n er en sortgrå hornfelseslignende ler-siltsten med enkelte, spredte, butkantede kvartskorn og med uregelmæssige slirer af grå til lysegrå silt-sandsten.

Ca. 4970–5087 m: Lersten, overvejende mørk rødbrun med et varierende mindre kalkindhold. I de fossilførende partier er bjergarten en mergelsten, der er rødbrun til lys rødbrun farvet. Men disse partier udgør dog kun en ringe %-del af bjergarten i de pågældende afsnit. Siltindholdet er ligeledes varierende, men gennemsnitligt faldende ned igennem afsnittet, som det fremgår af de målte logs (fig. nr. 15, p. 118).

Dette afsnit vil i en senere beskrevet boring (Nøvling nr. 1), hvor det er kærneboret, blive nøjere beskrevet og opstillet som en formation.

5087–5190 m: Basalt, finkornet, brun til rødbrun farvet af en kraftig forvitring. En nøjere beskrivelse er givet nedenfor.

5190–5263 m: Lersten, overvejende mørk rødbrun med et lille indhold af silt i form af kvarts. Disse korn er butkantede til afrundede. Da afsnittet 5228–5245 m er kærneboret, er det muligt at foretage en sikrere beskrivelse end af basalterne. Kærnen er 55' (16.8 m) lang og består af lersten, overvejende mørk rødbrun, men med spredte partier af varierende mægtighed med mørkere rødbrun

farvning eller med mørkegrå til grønne farver. Disse mørkere lag hælder 10–30°. Der er desuden observeret en svag skifrihed ligeledes hældende 10–30°, ofte dannende en vinkel på ca. 3–4° med den ovenfor nævnte farvelagdeling. Hele kærnen er gennemsat af røde kalkspatudfyldte sprækker i varierende retninger og med uregelmæssigt forløb. Disse er max. 3–4 mm mægtige. Desuden ses enkelte yngre farveløse kalkspatsprækker, max. 1 mm mægtige, skærende de nævnte røde. Ved en mikroskopering af kærnen synes de grønne partier at være mere siltrige (10–20%) end de rødbrune, hvor indholdet af silt er ca. 5%. Hovedbestanddelen af begge typer er en jernrig ler, som ikke er nøjere bestemt.

5263–5300 m: Basalt, finkornet, brun til rødbrun farvet af en kraftig forvitring.

Den efterfølgende beskrivelse, der omfatter begge basalt-afsnit, er baseret på tyndsnit, der er fremstillet af cuttings, hvoraf de største er 5 mm i diameter, og en junkbasketprøve fra 5300 m's dybde, hvor man fik lidt større brudstykker op (største stykke 4 × 3,5 × 1 cm).

Basalten er stedvis mikroporfyritisk med plagioklasen dannende porfyroblaster op til 3 mm lange og med en ofitisk grundmasse. Plagioklasporfyroblasterne har en kerne med et anorthitindhold på ca. 65% og en ca. 0,05 mm mægtig randzone med en gradvis aftagen af anorthitindholdet til ca. 50%. De almindeligst forekommende plagioklaslister er ca. 0,4 × 0,2 × 0,1 mm og med et anorthitindhold på ca. 65% i den centrale del og aftagende gradvis til ca. 50% i den yderste del af krystallen.

Der er kun set få pyroxenkorn, som alle er små og kraftigt omdannet til klorit, således at en nøjere bestemmelse er næsten umulig at foretage. Klorit findes i tætte aggregater ofte sammen med rustminerale og antages at være omdannelsesprodukter af pyroxen. Rustminerale danner desuden tætte masser som ikke kan bestemmes nøjere, men undertiden med strukturer der indicerer, at det oprindeligt har været en glas. En del lyse glimmerminerale findes som omdannelsesprodukter efter plagioklas. Som accessoriske minerale er set enkelte euhedrale apatitkrystaller og enkelte uregelmæssige kvartskorn. Der er ikke set olivin eller pseudomorfoser efter dette mineral.

De målte logs for de to ovennævnte afsnit giver følgende oplysninger: Gammastrålelog'en viser en moderat radioaktivitet, men med spredte zoner med en noget kraftigere aktivitet. Neutronlog'en har et uregelmæssigt forløb, men viser dog et mindre hydrogenindhold end i de mellem- og overliggende lersten. Lydhastighedsmålingen viser en relativ høj hastighed, men med to zoner med en udpræget lavere hastighed ved ca. 5100 m og ved 5290 m. Modstandsmålingen giver stærkt varierende værdier.

Konklusionen af undersøgelserne af disse afsnit af boringen må være: Basalten er extrusiv og stammer fra et magmareservoir med en begyndende krystallisation af plagioklasen. Den er opdelt i flere bænke, uden at det er muligt at sige hvor mange, og noget opsprækket. Ved ca. 5100 m og ca. 5288 m findes kraftigere udviklede lerlag.

Rønde-formationen

Afsnittet 5087–5300 m opstilles som en selvstændig formation, der defineres på følgende måde:

Rønde-formationen er opbygget af en serie led af extrusive basalter med mellemliggende lersten af varierende mægtighed. Lerstenen er antagelig dannet ved lokal forvitring af basalterne. Den samlede mægtighed af formationen kan ikke opgives, da den ikke er gennemboret. Afgrænsningen til den overliggende formation vil være toppen af den yngste basalt. Denne formation, der senere vil blive defineret i boringen Nøvling nr. 1, hvor den er kærnet, består i de nedre lag af bjergarter, der stort set svarer til de i Rønde-formationen mellemliggende lersten og er af OLE BRUUN CHRISTENSEN (se s. 119 ff) fastslået at være af øvre silurisk alder.

ENGLISH SUMMARY

THE DEEPEST BEDS IN RØNDE NO. 1

The description of the deepest beds of the boring is to a large extent based upon an interpretation of the Schlumberger logs (fig. 15, p. 118), which has been compared with a semiquantitative cuttings analysis of the fairly scanty cuttings material.

LITHOLOGIC PROFILE

4873–abt. 4970 m.: Sandstone, fine-grained, light reddish brown at top, gradually changing downward into darker reddish brown, silty with disseminated claystone.

Abt. 4970–5087 m.: Claystone, dark reddish brown with a downward decreasing content of silt. Beds of marlstone, reddish brown to light reddish brown, fossils are disseminated throughout the formation. This formation will later be defined as the Nøvling formation.

5087–5190 m.: Basalt (see 5263–5300 m).

5190–5263 m.: Claystone, dark reddish brown with bands of darker reddish brown and greenish claystone dipping 10–30°.

5263–5300 m.: Basalt, extrusive, fine-grained, microporphyritic, coloured reddish brown by weathering with an An-content of 65% in the cores and 50% in the rims of the feldspar grains. Some structures indicate that the basalt originally was glassy.

The Rønde Formation

The section 5087–5300 m. is established as a formation with the following definition:

The Rønde Formation is made up of a series of units of extrusive basalts alternating with Fe-rich claystones of varying thickness. The top of the formation is placed at the top of the youngest basalt. The bottom is not known.

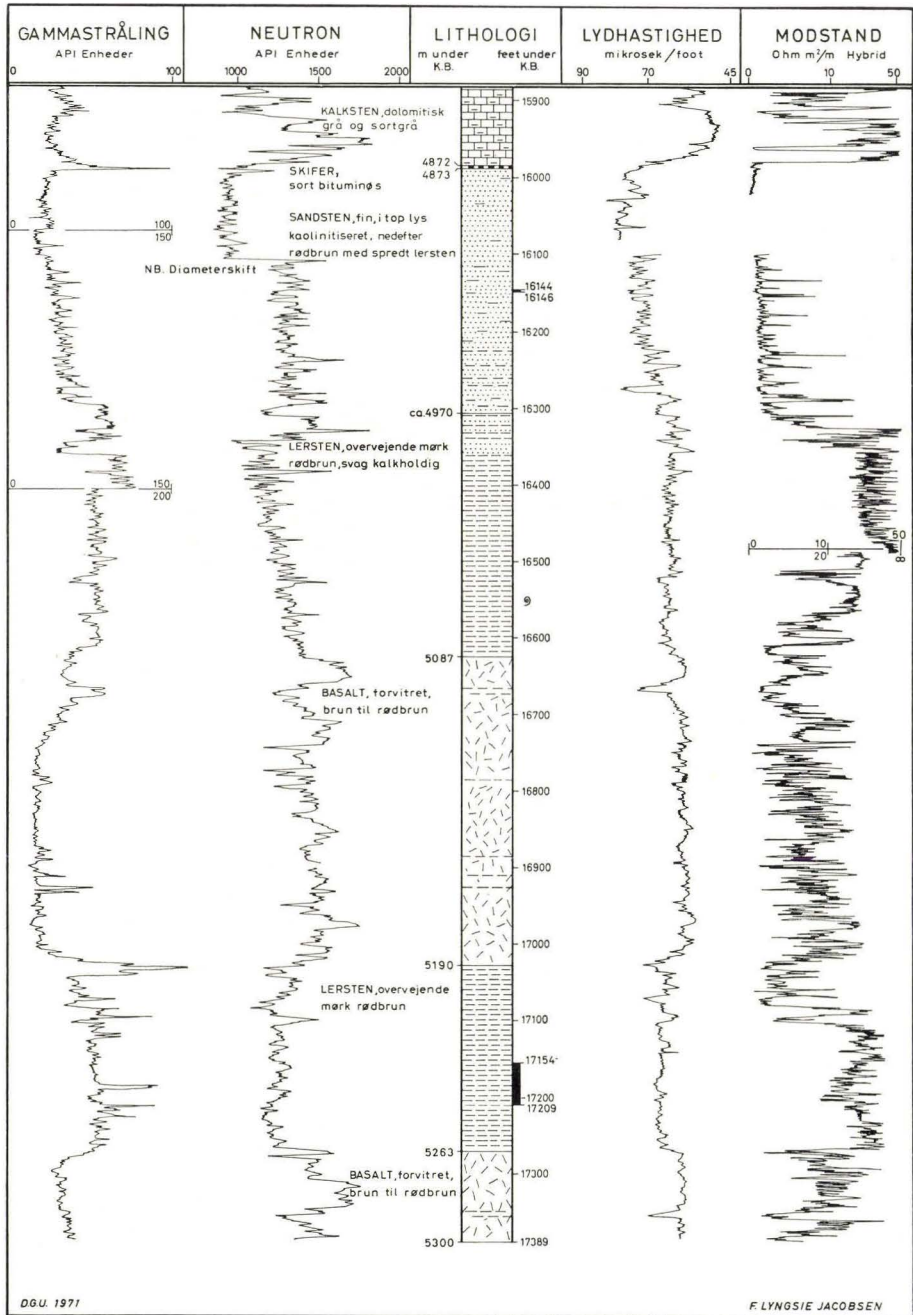


Fig. 15. Profil af boringens dybeste lag med gammastråle-, neutron-, lyd hastigheds- og modstandslog indtegnet. De nederste dele af zechsteinprofilen er medtaget. På venstre side af profilsøjlen er dybden angivet i m under Kelly Bushing og højre side i fod, hvor kærernes dybde desuden er vist.

DEN STRATIGRAFISKE INDDDELING AF PRÆ-ZECHSTEIN AFLEJRINGERNE I RØNDE NR. 1

af

Ole Bruun Christensen

INDLEDNING

De nederste aflejringer i boringen Rønede nr. 1 kunne ved boringens afslutning kun klassificeres stratigrafisk i gruppen »præ-zechstein aflejringer« i lighed med aflejringer fra andre dybere boringer i landet. DGU's udstationerede geolog (NYHUUS KRISTOFFERSEN) havde på borestedet bemærket tilstedeværelsen af relativ flere skalfragmenter i skylleprøver fra dette afsnit, men disse var alle ubestemmelige og uegnede til stratigrafiske interpretationer. Først ved afslutningen af den efterfølgende boring, som ligger ca. 100 kilometer længere mod vest (Nøvling nr. 1), hvor lignende aflejringer blev kærneboret, og hvor der i kærnerne fandtes øvre siluriske aflejringer, kunne aflejringerne i Rønede nr. 1 på basis af de lithologiske forhold (cf. BRUUN CHRISTENSEN 1971) indpasses i et stratigrafisk-regionalt mønster.

Enkelte fossilfund ved en senere omfattende sortering i prøverne fra Rønede nr. 1 bekræftede fuldt ud, at de øvre siluriske sedimenter og vulkanitter er til stede i boringen.

INDDDELING AF AFLEJRINGERNE

Disse præ-zechstein aflejringer i Rønede nr. 1 kan inddeles naturligt i tre afsnit. De to nederste afsnit er ca. 300 meter mægtige, fossilførende og af øvre silurisk alder. De er af forfatteren foreslået benævnt henholdsvis Rønede formationen og Nøvling formationen. Lagene mellem disse formationer og de højere liggende zechstein evaporitter er næsten 100 meter mægtige og tilsyneladende fossilfrie. Overvejende på basis af lejringsforholdene antager forfatteren, at disse aflejringeres alder snarere må være rotligendes end øvre silurisk.

Nedenfor defineres inddelingsgrundlaget med angivelser af de tilsyneladende (maksimale) mægtigheder af aflejringerne. Bortset fra iagttagelser, som er foretaget af de ved boringen udstationerede geologer, er detaljerede studier af bjergartstyperne og disses placering i boreprofilen udført af LYNGSIE JACOBSEN (p. 115 ff. og fig. 15). Målinger af laghældninger i borehullet og andre tekniske oplysninger findes i afsnit af ARNE DINESEN (p. 33) og SVEND HENRIKSEN (p. 35).

- Øverst ANHYDRIT, grå. Aflejringsbasis ved 15984'
(4872 m) under KB. Alder: *zechstein*.
- 1 meter SKIFER, sort, bituminøs. Alder: *zechstein*.

97 meter	FINSAND og SKIFER, rødbrun. Middelværdi af målte hældninger ca. 2° i østlige retninger. Alder: sandsynligvis <i>rotliegendes</i> .	
Vinkeldiskordans på 15–20° ved 16306' (4970 m) under KB.		
97 meter	LERSTEN, rødbrun og MERGELSTEN. Alder: øvre silur (<i>øvre ? ludlowien</i>).	} NØVLING FORMATION
123 meter	BASALT, forvitret.	
? Diskordans ved 17028' (5190 m) under KB.		
73 meter	LERSTEN, overvejende fed, mørk rødbrun. Alder: øvre silur (<i>nedre ludlowien</i>).	} RØNDE FORMATION
37 meter	BASALT, forvitret, ikke gennemboret.	
Bunden af borehullet i dybden 17389' (5300 m) under KB.		

Rønde formationen

Denne formation udgør de nederste aflejringer i Rønde nr. 1 og består af overvejende rødbrune lersten med en tilsyneladende mægtighed på 73 m og omfatter sandsynligvis tillige de underliggende basaltaflejringer, hvori boringen er standset. Formationens nedre grænse er dog ikke mulig at fastlægge. Såfremt basalt og lersten fortsætter veksellejrende, må formationens nedre grænse søges under boringens slutdybde. Formationens øvre grænse findes ved basis af de overliggende basaltaflejringer, hvor der i Rønde nr. 1 muligvis findes en vinkeldiskordans (cf. HENRIKSEN p. 43).

En borekærne fra det rødbrune lerstensled er blevet grundigt gennem søgt for fossiler. Forfatteren har kun iagttaget svage fossilspor, som ikke har kunnet klassificeres. Materialer fra skylleprøverne er ligeledes gennemgået uden palæontologiske fund.

Borekærnen kan ikke umiddelbart skelnes lithologisk fra den dybeste borekærne i boringen Nøvling nr. 1, der også må tilhøre Rønde formationen. Denne borekærnes øverste del indeholder blandt andet *Monograptus colonus*, som henfører formationen til nedre ludlowien. Den modsvarer således den såkaldte *Colonus* skifer i Skåne. Tilsvarende aflejringer er muligvis også til stede i boringen Slagelse nr. 1 (cf. SORGENFREI & BUCH 1964).

Nøvling formationen

Som type for denne formation vælges boreintervallet 11599'–12200' i boringen Nøvling nr. 1 (cf. BRUUN CHRISTENSEN 1971). Fra dette boreinterval er der foruden skylleprøver frembragt tre borekærner og femten intakte prøver fra borehullets sider.

Formationen består af vekslende lag af basalter og grå til rødbrune lersten og finsandsten med indslag af kalksten. Formationen findes umiddelbart over Rønde formationen og hviler på denne med et basaltlag. Formationens øvre grænse kan iagttages i den øverste borekærne i Nøvling nr. 1, hvor formationen

grænser op til dolomit og anhydrit af zechstein alder, adskilt derfra med et mere eller mindre veludviklet konglomerat og en vinkeldiskordans på omkring 90°.

De mange intakte prøver fra formationen i Nøvling nr. 1 giver ikke alene mulighed for en relativt detaljeret lithologisk inddeling af formationen, men har også tilvejebragt et fossilmateriale, der har tilladt en korrelation med øvre ludlowien (BRUUN CHRISTENSEN 1971).

Disse intakte prøver viser, at der må være mindst tre led med basalter i formationen. I Rønde nr. 1 tillader prøvematerialet ikke en sådan opdeling i led. Basaltaflejringerne i Rønde nr. 1 findes i de nederste to trediedele af formationen, mens fossilresterne blev fundet i skylleprøver fra den øverste del af formationen. Fossilfund vanskeliggøres iøvrigt ved, at hårde bjergarter sønderbrydes meget kraftigt i borehullet. Imidlertid viser de mange skalfragmenter i hele det 97 m mægtige boreafsniit med lersten under vinkeldiskordansen ved 16306', dels at dette aflejringsled er relativt fossilrigtigt, dels at fossilerne overvejende findes i en krystallinsk kalkbjergart, der synes identisk med de fossilførende kalksten i borekærnerne fra de tilsvarende afsniit i Nøvling nr. 1.

Fossilfragmenterne er overvejende ubestemmelige. Mange synes at være dele af store, glatte og tykskallede ostracoder (Leperditicopider?). Blandt fragmenterne forekommer desuden Beyrichiider. Således er der fundet et større skalstykke af *Neobeyrichia* sp. En stenkærne kan desuden klassificeres som *Tricornia* ? sp. Blandt andre fossilgrupper er der fundet aftryk og skalfragmenter af Tentaculitider og Cornulitider.

De ovennævnte fossiler begrænser aflejringsstidsrummet for lagene mellem vinkeldiskordansen ved 16306' og den dybere liggende Rønde formation til at være af øvre silurisk eller nedre devonisk alder. Den store lighed med Nøvling formationen konfirmerer således det tidligere fremsatte synspunkt, at de nederste aflejringer i Rønde nr. 1 er af øvre silurisk alder.

Aflejringer af rotliegendes? alder

I aflejringerne mellem Nøvling formationen i Rønde nr. 1 og anhydrit aflejringerne af zechstein alder er der ikke fundet fossiler, ud over fossiler opslæmmet i boremudderet fra yngre boreafsniit (såkaldt nedfald). Forgæves har forfatteren søgt efter spor af fossile fisk i prøverne fra den bituminøse skifer ved basis af anhydrit aflejringerne. Laget synes lithologisk og stratigrafisk at kunne sammenlignes med det fra Tyskland, Holland, via Nordsø området til England vidt udstrakte lag af såkaldt Kupferschiefer eller Marl Slate på overgangen rotliegendes-zechstein (BRUNSTROM & WALMSLEY 1969). Disse aflejringer er dannet i et eustenisk miljø og kan være beriget med tunge metaller. En foreløbig kemisk analyse af enkelte stærk karbonatholdige og kulstofholdige cuttings fra Rønde nr. 1 viser dog kun et metalindhold på 0.04% Zn og under 0.01% Cu.

Den underliggende formation er lithologisk nært beslægtet med rotligendes i Tyskland. Dette fremgår især af materialet fra en intakt prøve (cf. LYNDSIE JACOBSEN side 115), hvor en lerhorisont antyder en relativ vandret lejring. Vekslede hældninger (cf. HENRIKSEN side 43) i boreafsnittet kan eventuelt være tegn på krydslejring eller sprækkedannelser. Den stratigrafiske placering af det bituminøse skiferlag og tilstedeværelsen af en tydelig vinkeldiskordans ved 16306' sandsynliggør, at de øverste præ-zechstein aflejringer i Rønde nr. 1 er væsentlig yngre end de øvre siluriske. Forfatteren har derfor anset dem for at være af mulig rotligendes alder.

STRATIGRAFISK KONKLUSION

Ovenpå vulkanske aflejringer i bunden af boringen Rønde nr. 1 blev der aflejret relativt fede, rødbrune lersten af øvre silurisk alder tilhørende den i Det Danske Sænkingsområde udbredte Rønde formation. En mulig vinkeldiskordans, der afgrænser formationen opad, antyder kaledoniske forstyrrelser i ringe grad. Rønde formationen overlejres af Nøvling formationen med indhold af skaldyr fauna og vulkanske indslag. En markant vinkeldiskordans mellem Nøvling formationen og klastiske aflejringer af rotligendes ? alder er snarere af variskisk end kaledonisk oprindelse. »Marl Slate«-lignende aflejringer synes at være til stede ved basis af zechstein evaporitterne i Rønde nr. 1.

ENGLISH SUMMARY

THE STRATIGRAPHY OF THE PRE-ZECHSTEIN DEPOSITS IN RØNDE NO. 1

Some of the problems on the so-called pre-Zechstein deposits in Denmark have been solved by studies of core material (BRUUN CHRISTENSEN 1971) from the borehole Nøvling No. 1 drilled after the borehole Rønde No. 1 was made, and situated about 100 kilometres west of this. The pre-Zechstein deposits in Nøvling No. 1 are classified as Upper Silurian sediments and basalts by their content of fossil remains, and are arranged in a stratigraphical-regional pattern into which Rønde No. 1 fits.

The pre-Zechstein deposits of Rønde No. 1 may be subdivided into three formations. The two lowermost formations are nearly 300 metres thick and are by the author named "Rønde Formation" and "Nøvling Formation" respectively, with reference to the corresponding deposits in the two boreholes Rønde No. 1 (from 17028 ft to the bottom of the borehole), and in Nøvling No. 1 (from 11599 ft to 12200 ft - cf. BRUUN CHRISTENSEN 1971). Here follows an outline of the deposits with their drilled (apparent) thickness indicated:

Topmost	ANHYDRITE, grey. Basis at 15984 ft (4872 m.) below KB. <i>Zechstein.</i>
1 metre	SHALE, black, bituminous. <i>Zechstein.</i>
97 metres	SILT and SHALE, reddish-brown with an average dip of about 2° in an easterly direction. <i>Probably Rotligendes.</i>

Angular unconformity of 15–20° at 16306 ft (4970 m.) below KB.		
97 metres	CLAYSTONE, reddish-brown and MARLSTONE. Upper Silurian (<i>Upper ? Ludlowian</i>).	} NØVLING FORMATION
123 metres	BASALT, weathered.	
? Unconformity by 17028 ft (5190 m.) below KB.		
73 metres	CLAYSTONE, mainly sticky, dark, reddish-brown. Upper Silurian (<i>Lower Ludlowian</i>).	} RØNDE FORMATION
37 metres	BASALT, weathered. Not pierced.	
The bottom of the borehole at 17389 ft (5300 m.) below KB.		

The Rønne Formation in Nøvling No. 1 contains *Monograptus colonus* and ostracodes, but fossils have not been recognized in the material of the formation in Rønne No. 1. In "ditch" samples of the Nøvling Formation from the latter borehole fragments of fossils have been found. Among these fragments of *Neobeyrichia sp.*, *Triconia ? sp.*, Tentaculites, and Conulites have been recognized. These fauna elements and the cuttings material are very similar to those of uppermost Upper Silurian deposits in Nøvling No. 1. In the uppermost nearly 100 metres thick section below the Zechstein anhydrite the author could not find any fossils. The stratigraphical relationship of an angular unconformity below, and "Marl Slate" above the formation makes the author suspect it to be of Rotliegendes? Age. The angular unconformity above the weathered deposits from Upper Silurian, and – at least in Nøvling No. 1 – the fact that the fossils are unaffected by tectonic disturbance lead the author to consider the angular unconformity to be rather of Variscan than of Caledonian origin.

LITTERATUR

- BRUNSTROM, R. G. W. & WALMSLEY, P. J., 1969. Permian Evaporites in North Sea Basin. -The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol. 53, No. 4, pp. 870–883, 11 fig.
- CHRISTENSEN, O. BRUUN, 1971. Øvre silur i dybdeboringen Nøvling nr. 1 i Midtjylland (English Summary: Upper Silurian in the Deepboring Nøvling No. 1 in Central Jylland). -Danmarks Geologiske Undersøgelse, Rapport nr. 7.
- SORGENFREI, TH. & BUCH, A., 1964. Deep Tests in Denmark 1935–1959. -Danmarks Geologiske Undersøgelser Skrifter, III. række nr. 36.

