

GEO

ENERGI & RESSURSER

PRIS KR 59
23. ÅRGANG NR 5 - 2020



geoforskning.no

**NYTT TOKT
I POLHAVET**

**Olaf Holtedahl:
PRISBELØNNET
forsker og formidler**

**Gåtefull
DINOSAUR
med ryggseil**



GEOPUBLISHING

Vitenskapsmann, formidler og vår første paleogeograf

Gjennom 57 år dekket Olaf Holtedahl geologifaget usedvanlig bredt og ga betydelige bidrag til geologien i Fastlands-Norge så vel som i Arktis og Antarktis, og gjennom interessen for paleogeografi ble han den første norske geologen som aksepterte teorien om kontinentaldrift.



Olaf Holtedahl var svært interessert i både kartlegging og forskning, men hadde også et hjerte for å popularisere Norges geologi. Hans første bok om temaet kom allerede i 1936.

Norske geologer – et tilbakeblikk

I denne serien om norske geologer trekker jeg fram noen som har satt markante spor etter seg. De har ikke som formål å være faglig-historiske bidrag. I stedet er de ment som et forsøk på å se på de gamle geologene med geologiske øyne. Jeg har prøvd å lage en enkel fremstilling uten referanser til underliggende kildemateriale.

Arne Bjørlykke

■ Tekst: ARNE BJØRLYKKE

Det er ingen som har samlet mer kunnskap om Norges geologi enn Olaf Holtedahl (1885-1975).

Han skrev ca. 250 publikasjoner, inkludert populærvitenskapelige bidrag, og i 1953 ga han ut *Norges geologi* på 1128 sider i to bind, inkludert et geologisk kart over Norge i målestokk 1:1 million. Hans egne, viktigste bidrag var innen stratigrafi, paleontologi og kvartærgeologi. Interessen for polare områder, kombinert med stor beundring for **Fridtjof Nansen** (1861-1930), førte ham til både Arktis og Antarktis.

I tillegg til å være en respektert vitenskapsmann, var han veldig interessert i formidling, og hans bok *Hvordan landet ble til – En oversikt over Norges geologi*, illustrert med både bilder og kart, kom i tre utgaver (1936, 1951, 1953).

Det var under arbeidet med denne boka at Holtedahl fikk ideen om å lage et samleverk om Norges geologi, et prosjekt som ligner Baltazar M. Keilhaus *Gaea Norvegica* (1838, 1844 og 1850). Han begynte arbeidet under krigen, og i 1953 – 68 år gammel – var livsverket ferdig.

Ungdom og studier

Olaf Holtedahl ble født den 24. juni i 1885 og døde den 26. august 1975. Han vokste opp på Nordstrand i Oslo (Kristiania), var sønn av forstander Arne Holtedahl og Mathilde Madsen og tok studenteksamen ved Otto Andersens skole i Kristiania i 1903.

Han studerte realfag, fikk **Waldemar Chr. Brøgger** (1851-1940) som veileder og ble den aller første til å ta hovedfag i geologi, innen studieretningen stratigrafi og paleontologi.

Holtedahls første vitenskapelige arbeid er fra 1907. Som student – 18 år gammel – beskrev han et område med kambro-silurbergarter som er nedforkastet i grunnfjellet vest for Øyeren.

Hovedoppgaven fra 1909 var en detaljert undersøkelse med hovedvekt på paleontologi av den øvre del av den ordoviciske lagrekken ved Mjøsa (*Studien über die Etage 4 des norwegischen Silursystems beim Mjøsen*, 1909). Etter å ha vært universitetsstipendiat, dosent og statsgeolog, ble han i 1920 professor i historisk geologi ved universitetet i Kristiania, senere professor i geologi, en stilling han beholdt til han gikk av med pensjon i 1956.

Han var en ivrig idrettsmann, ble tildelt Norske Studenters Idrettsforbunds hederstegn i gull for sitt arbeid for studentidretten, og var i god form selv på sine gamle dager.

I 1912 giftet Holtedahl seg med Tora Gurstad (1889-1980), og som nygifte dro de til Yale University i USA. Her samarbeidet han med **Charles Schuchert** (1858-1942) som var kjent for sine arbeider innen paleontologi og var med på utviklingen av paleogeografi som fag. Følgelig studerte nordmannen paleogeografi og arbeidet samtidig videre med devonsandsteinene på Svalbard.

Holtedahl vokste opp med de store polarheltene, og han var elleve år da Nansen kom hjem fra sin første Fram-ferd (1893-1896), og Nansen, med interesse for både utforskning og forskning, ble den store helten. Trangen til å delta på polare ekspedisjoner vokste seg stor, og den nyutdannede geologen fikk være med som geolog på de norske Spitsbergen-ekspedisjonene i 1909, 1910 og 1911 i regi av Adolf Hoel (Norsk Polarinstitut). Resultatene kom i doktorgradsarbeidet fra 1913 (*Zur Kenntniss der Karbonablagerungen des westlichen Spitzbergen*).

Støttespiller for kontinentaldrift

Oppholdet i USA benyttet han til å delta på den 12. Internasjonale Geologiske Kongress (IGC) i Toronto (1913) hvor han holdt foredrag om devonavsetningene på Spitsbergen (*On the Old Red Sandstone series of Northwestern Spitzbergen*). Her konkluderte han med at sedimentene var transportert fra vest mot øst, og at det derfor måtte ha vært en fjellkjede vest for Svalbard i devon tid. Dette var to år før Wegeners kontinentaldrift-teori (geo365.no: «Et paradigmeskifte som forandret geovitenskapene»)¹, og Holtedahl konkluderte med at Grønland og Svalbard hang sammen geologisk, men at forbindelsen nå var nedfor-kastet i Norskehavet.

Publikasjonen var starten på en rekke paleogeografiske publikasjoner fra paleozoikum i atlantehavsområdet. På møtet i Toronto traff han den engelske geologen **E. B. Bailey** (1881-1965), og de ble venner og samarbeidspartnere livet ut.

Alfred Wegener (1880-1930) sin bok *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* kom i 1915, og Holtedahl videreførte disse banebrytende tankene i en artikkel i *American Journal of Science* i 1920 (*Paleogeography and diastrophism in the Atlantic-Arctic region during Paleozoic time*).

Holtedahl var altså klar over Wegeners teori og kaller den *daring*. De sammenhengene han hadde funnet på hver side av dyphavet mellom Svalbard og Grønland kunne lett forklares med kontinentaldrift. Holtedahls, og mange andres tvil, var nok knyttet til hvilken krefter det var som fikk kontinentene til å bevege seg.

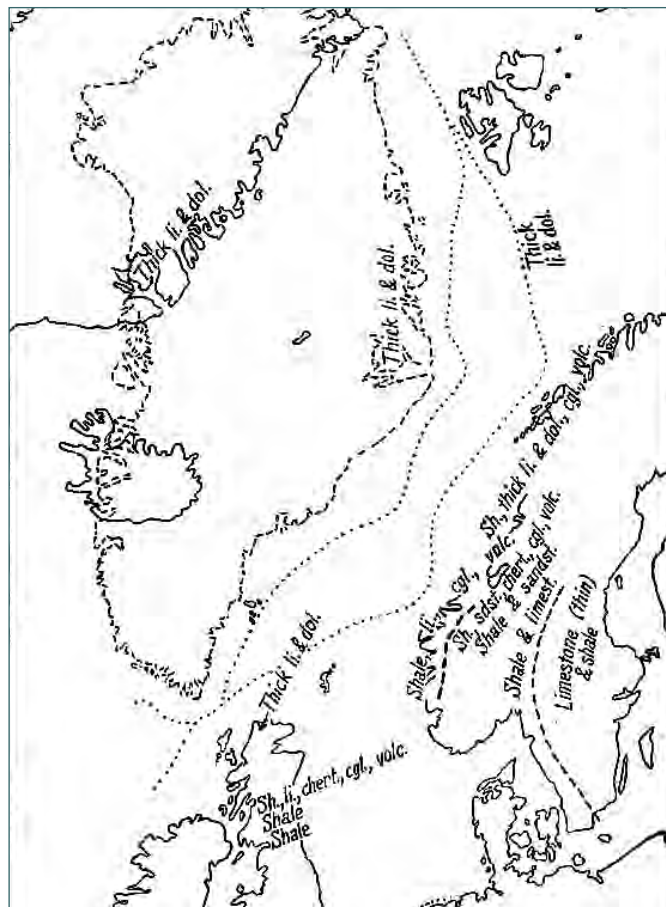
I stedet valgte Holtedahl en modell hvor forbindelsene mellom kontinentene var sunket ned ved vertikale forkastninger på bunnen av dyphavene. Dermed kom han i konflikt med den rådende oppfatningen blant amerikanske geologer som tilsa at dyphavene alltid hadde vært dyphav gjennom Jordas historie.

Senere i karrieren ble Holtedahl modigere, og i *Norges geologi* fra 1953 finnes et paleogeografisk kart basert på Wegeners rekonstruksjoner som viser sammenhengen mellom Kaledonidene (Den kaledonske fjellkjeden) og Apalakkene (geo365.no: «Den moderne fjellkjedens dype røtter»). Dokumentasjon på kontinentaldrift var derved formidlet.

Arktis og Antarktis

I 1921 ledet Holtedahl en ekspedisjon til Novaja Zemlja som den gang var fullstendig ukjent. Hans prøveinnsamling og observasjoner har senere vært av stor betydning fordi det i moderne tid ikke har vært mulig å besøke området. Årsaken er militære restriksjoner og strålefare etter atombombesprengningene i sovjettiden (1955-1990). Resultatene ble publisert i tre bind av Vitenskapsakademiet i Oslo. Prøvematerialet, som ble lagret på Geologisk Museum på Tøyen, ble viktig i sammenstillingen av geologien i Barentshavet.

Holtedahl var også på Bjørnøya. Dragningen mot det polare var sterk, og han var med på å planlegge **Lars Christensens** (1884-1965) ekspedisjoner til Antarktis fra 1927-1931. Med fartøyet *Norvegia* ble han selv med på én av ekspedisjonene til Sør-Georgia, Sør-Shetland og Graham Land. Han overtok og beskrev også materiale som ble samlet inn i det



Olaf Holtedahls kart over bergartene på begge sider av Nord-Atlanteren der han aksepterer Alfred Wegeners kontinentaldrifhypotese fra 1915. Figuren er publisert i boka *Norges geologi* (1953), men stammer opprinnelig fra publikasjonen med Edward Bailey om Kaledonidene fra 1938 (*Die Regionale Geologie der Erde*).

nordlige Canada på **Otto Sverdrups** (1854-1930) annen Fram-ekspedisjon (1898-1902).

I perioden fra 1915 til 1920 skrev han en rekke artikler om geologien i Finnmark. Det var de senproterozoiske (eokambriske) sedimentene med tillittene og stromatolittene sammen med dannelsen av det subkambriske peneplanet med Dividalsgruppen som tiltrakk oppmerksomheten.

Bigganjargatillitten var en opplagt lokalitet. Den ble først funnet av **Baltazar Mathias Keilhau** (1797-1858). Keilhau trodde det var snakk om et devonsk konglomerat, men **Hans Henrik Reusch** (1852-1922) fant ut at avsetningen var en tillitt (forsteinet morene). Så kom Holtedahl og bestemte alderen til senproterozoiske tid (sen urtid).

Det påbegynte arbeidet med det subkambriske peneplanet i Finnmark ble videreført av studenten **Sven Føyn** (1908-1987, direktør ved NGU fra 1951 til 1957), og i 1967 publiserte han karter for peneplanet og en rekke detaljerte profiler gjennom Dividalsgruppen.

Statsgeolog

I 1916 begynte Holtedahl som statsgeolog ved Norges geologiske undersøkelse (NGU) ved siden av stillingen som dosent ved Universitetet i Oslo (UiO). Ekstrajobben resulterte i omfattende kartlegging, der de første større arbeidene kom i 1921 fra områdene rundt Femunden og i Trysil med bl.a. rektangelkartbladet Engerdal i målestokk 1:100 000.

¹ Wegener publiserte teorien om kontinentaldrift første gang i et foredrag i Frankfurt i 1912.



Fra en ekskursjon i 1934. Kontrastens til dagens feltantrekk er påfallende.

Arbeidene i polare områder hadde skaffet han stor kunnskap om isbreer og issmelting. Dette førte til økt interesse for kvartærgeologi og isens tilbaketrekning med påfølgende landhevning, og spesielt var han interessert i morenetrinn og glasiale avsetninger på Romerike. Dette var også temaet for hans siste publikasjon i 1974.

Overskyvninger og platetektonikk

Før teorien om platetektonikk ble allment akseptert sent på 1960-tallet, ble fjellkjededannelsen forklart ved innsynkning/synklinaler og domer/antiklinaler. Dette førte i hovedsak til vertikale bevegelser. Det var derfor vanskelig å forklare de store horisontale overskyvningene.

De fleste geologene trodde at vulkanske bergarter var dannet i eugeosynklinaler ved oppsmelting, og at metamorfose av sedimenter fant sted i miogeosynklinaler. Synklinalene var foldningsgrøfter hvor bergartene først sank ned og senere ble presset opp. Det var vanskelig å

Løste gammel strid

Det var lenge stor usikkerhet om alderen på intrusivene og vulkanittene i Oslofeltet, det hadde vært en åpen konflikt mellom Brøgger og **Theodor Kjerulf** (1825–1888). Kjerulf mente det var et klart brudd mellom de siluriske og devonske sedimentære lagene og de vulkanske, mens Brøgger mente at vulkanittene var devonske. På en ekskursjon med studenter til Semvik i Asker i 1931 fant Holtedahl permiske fossiler under vulkanittene, og han kunne derfor gi Kjerulf rett.

forklare lange, horisontale skyvelengder med denne modellen for fjellkjeder.

Det vakte derfor oppsikt når Holtedahl på Naturforskermøtet i Helsinki i 1936 hevdet at foldningsgrøften ikke var årsaken til vulkanismen, men at vulkanittene var skjøvet fram fra et område vest for den foldningsgrøften, og at dekkene med vulkanittene senere var foldet i en stor synform som ble kalt foldningsgrøften.

Allerede på 1890-tallet beskrev **Alfred Elis Törnebohm** (1838–1911) at Kvitvoladekket var langtransportert, og Holtedahl hadde både i Finnmark og i Østerdalen–Femundenområdene sett lange, nesten horisontale overskyvninger i størrelsesorden 100 km.

De lange skyvelengdene og overskyvninger av høymetamorfe bergarter over lavmetamorfe sedimentære bergarter, kan best forklares ved en kollisjon mellom to kontinentplater. Indikasjonene på kontinentaldrift var åpenbare, men hvilke krefter var det som fikk platene på jordens overflate til å bevege seg uavhengig av hverandre? Den manglende forklaring på prosessene var en viktig årsak til at mange så med skepsis på kontinentaldriftteorien.

Før de magnetiske kartene av havbunnen kom på midten av sekstallet, var paleogeografi et nødvendig hjelpemiddel til å binde kontinentene sammen og derved forstå kontinentaldrift. Samarbeidet med Edward Bailey om paleogeografi var svært givende for begge parter. De skrev om Kaledonidene i boka: *Die Regionale Geologie der Erde* (1938), og året etter utga de *Correlation Notes on Scottish-Norwegian Caledonian Geology* (1939).

Da de tegnet det paleogeografiske kartet brukte Holtedahl og Bailey Wegeners rekonstruksjon av kontinentene. Skottland, Grønland, Norge og Svalbard var del av den samme fjellkjeden, mens Grønland og Norge måtte ha drevet fra hverandre etter at den kaledonske fjellkjeden ble dannet. Når vi leser det Holtedahl skriver, så skinner det igjennom at han er tilhenger av Wegeners kontinentaldriftsteori, men i Norge hadde han liten støtte i det geologiske miljøet.

For Norgeskartet i målestokk 1:1 000 000 var nok det tette samarbeidet med **Johannes Dons** (1920–2010) viktig. Det var en fantastisk prestasjon. De to lagde også geologiske guider for Oslofeltet, og de samarbeidet tett om International Geological Congress (IGC) i København i 1960, der Norden var vertskap. Holtedahl redigerte i den forbindelse en engelsk utgave av Norges Geologi, *Geology of Norway*, og han var for øvrig en hyppig deltaker på IGC-kongressene som fortsatt blir arrangert hvert 4. år.

Tiltrakk seg studenter

Det var ikke den store tilstrømningen til geologistudiet på Blindern før Holtedahl gikk av i 1956, og det var ikke uvanlig at bare to til tre studenter fulgte forelesningene hans.

Holtedahls betydning som geolog må likevel sees i lys av hans arbeid som lærer. En rekke kjente geologer har hatt Holtedahl som veileder, for eksempel **Leif Størmer**, **Trygve Strand**, **Steinar Skjeseth**, **Christoffer (Toffen) Oftedal**, **Per Holmsen**, **Harald Carstens**, **Nils Spjeldnæs** og **Johannes Dons**. Det er bare Kjerulf (med Brøgger, Reusch, **Johan H. L. Vogt** (1858–1932), **Amund Helland** (1846–1918) med flere) som hadde en tilsvarende rekke med studenter som skulle prege norsk geologi.

I 1921 sluttet Reusch som direktør på NGU. Det er ikke sikkert at Holtedahl selv ville bli direktør for NGU, men det ble sagt at departementet helst ville ha en føyeelig direktør, og føyeelig var ikke Holtedahl. Departementet valgte i stedet **Carl Bugge** (1881–1968), som satt i direktørstolen i 30 år til 1951.

For NGU var det derimot synd at institusjonen ikke fikk den drivende kraften som den trengte på 1920- og 30-tallet, og i ettertid er det lett å se at Holtedahl burde vært direktør ved NGU. NGU var den eneste muligheten for studenter og universitetsansatte til å finansiere feltar-

beid, og et svekket NGU ble også et problem for universitetene. Dette kan også være en grunn til at geokjemi og mineralogi på den tiden fikk høyere status ved universitetet.

Fremragende formidler

Sammen med **Hans Glømme** (1894–1943) på Landbrukshøgskolen utga Holtedahl i 1937 boka: *Geologi og jordbunnsleære*, som ble benyttet på mange landbruksskoler. Også denne kom i flere utgaver. En annen viktig bok var: *En geologisk fører for Oslo-trakten* som utkom i 1955.

Han laget også en serie på seks fortellinger for barn: *Billeder fra de svundne tiders dyreliv* på Barnesiden i lørdagsnummeret av Tidens Tegn i 1922. Han skrev flere dikt, blant annet *Til Maud* i Tidens Tegn i 1926 og *Fram* i Tidens Tegn i 1933.

Flere av studentens hans, som **Steinar Skjeseth**, **Johannes Dons**, **Leif Størmer** og **Christoffer Oftedahl** fulgte opp interessen med formidling. Spesielt var Steinar Skjeseth engasjert, og hans hefte i samarbeid med Aftenposten, *Norge blir til*, var en bestselger som kom ut i 200 000 eksemplarer.

Det er visse likheter mellom Holtedahls *Norges Geologi* og Keilhaus *Gæa Norvegica*, og når Holtedahl i 1935 var med på å stifte den geologiske studentforeningen på Blindern, så ble navnet *Gæa Norvegica*. Han ble også foreningens første formann og av studentene kreert til Storhøvding. Et fåtall studenter gjorde at de ble godt kjent med både hverandre og med foreleserne. Han inviterte studenter og ansatte hjem etter *Gæa*-møter, og var et sosialt og faglig lim.

Holtedahdahl var aktiv i motstandsarbeidet under krigen i likhet med mange geologer, som **Tore Gjelsvik** (1916–2016) og **Ivan Rosenqvist** (1916–1994). Geologene i motstandsbevegelsen hadde en stor fordel ved at de lettere fikk pass som ga dem lov til å reise rundt og gjøre geologisk kartlegging i håp om at de skulle finne malm som det var stor mangel på i tyskernes krigsindustri.

Preget norsk geologi

Det er nå imponerende å se på resultatene av Holtedahls faglige innsats gjennom så mange år og på så mange fagområder. Hans satsing på undervisning, ikke minst feltundervisning, har preget norsk geologi, og det gjelder også hans popularisering av Norges geologi.

Fagkolleger æret ham blant annet med **Andréemedaljen**, **Wollastonmedaljen**, **Leopold von Buchmedaljen** og **Gunnerusmedaljen**. Holtedahl var også **Fellow of the Royal Society** og medlem i over 20 andre utenlandske vitenskapelige selskaper. Han ble også utnevnt til **Kommandør av St. Olavs Orden**, og han var ridder av den svenske **Nordstjärneorden** og innehaver av **Kongens fortjenstmedalje i gull**.

Holtedahdahl var en geolog med interesser fra paleontologi til magmatisk petrografi, og hans arbeider bygger for en stor del på observasjoner i naturen. Evnen til å se relasjoner var godt utviklet, og jeg tror han så på enhver ny blotning som en spennende utfordring. Jeg husker han fra ekskursjoner i regnvær da han var over 80 år, og var den første ut av bussen ved ekskursjonslokalitetene.

Olaf Holtedahl bidro først og fremst til en betydelig bedre forståelse av norsk geologi. Men i tillegg var han en foregangsmann i en periode som totalt forandret hvordan vi forstår fundamentale geologiske prosesser. I ettertid er det derfor interessant å observere at hans bidrag til paleogeografi gjorde at han svært tidlig og langt på vei aksepterte teorien om kontinentaldrift.

Johannes Dons sluttet sin minnetale over Olaf Holtedahl med Holtedahls egne ord i forordet til *Norges geologi*: «Jeg slutter med å uttale håpet om at fremtiden vil gi norsk geologi muligheter for raskere enn før å kunne fylle sin del av den oppgave som både kulturelt og næringsmessig sett må stå som et selvsagt mål for enhver nasjon – å kjenne sitt land».

Olje på kontinentalsokkelen?

NGU har fått mye kritikk for brevet institusjonen skrev til Utenriksdepartementet i 1958 der det hevdes at «man kan se bort fra muligheten for at det skulle finnes kull, olje eller svovel på kontinentalsokkelen langs den norske kyst» (geo365.no: «Et mye omtalt brev»).

Med sin brede kunnskap om geologien på Svalbard, Bjørnøya og Novaja Zemlja, samt at han også var godt orientert med geologien i England, på Shetland, Færøyene og Grønland, var det på mange vis Olaf Holtedahl som la grunnlaget for det faglige innholdet i brevet.

Allerede i 1920 skrev han i *Bergverksnytt om Jordoljens dannelse og forekomstmåte*. Her referer han til oljeforekomster i USA som er dannet i kambro-siluriske bergarter, men han sier ikke noe om mulighetene for olje på kontinentalsokkelen.

Fem år før det berømte møtet i Genève i februar 1958 om kontinentalsokkelovgivningen kom boka *Norges geologi*. Boka var vår fremste kunnskapsbase før møtet.

Holtedahdahl gir her en detaljert beskrivelse av jurabergartene på Andøya og sammenligner de blant annet med Øst-Grønland. I profiler fra norsk sokkel gir han imidlertid ingen indikasjoner på dype sedimentære bassenger som kunne produsere olje. Han tolker det som om at geologien på sokkelen tilsvarer geologien på land, og at vertikale forkastninger begrenset sokkelen mot dyphavet og mot land. Det vil si at han mente vi hadde en sokkel med prekambriske og kaledonske bergarter og med enkelte mesozoiske bassenger som avgrensede erosjonsrester slik vi har det langs norskekysten.

Heller ingen hadde per februar 1958 dokumentert at store sedimentære avsetninger var til stede på norsk sokkel.

Det må presiseres at Holtedahls framstilling var basert på den tids kunnskap, før de magnetiske målingene på sokkelen, som ble publisert på slutten av 1950-tallet, som viste tykke sedimentmektheter, og også før funnene av hydrokarboner i Groningen i Nederland i august 1958.

Det var Holtedahls tidligere student **Christoffer Oftedal** (1917–1982) som skrev det berømte brevet NGU sendte til Utenriksdepartementet om mulighetene for å finne olje på den norske kontinentalsokkelen. Brevet var nok basert på Holtedahls kart og profiler. Heller ikke Olafs sønn, **Hans Holtedahl** (1917–2001), nevner ellers mulighetene for dype sedimentære avsetninger på sokkelen i sin doktoravhandling fra 1957.

Det vi kan fastslå er at det norske, geologiske miljøet var helt uforberedt på det som skjedde i Genève, og at NGU plutselig skulle uttale seg om mulighetene for olje og gass på norsk sokkel. Det ville jo vært naturlig at NGU og Holtedahl hadde deltatt på forberedelsene til møtene, og kanskje de hadde foreslått noen magnetiske profiler for å se på tykkelse av sedimentene i Nordsjøen. Heller ikke i Storbritannia var det stor tro på olje i Nordsjøen. I en beskrivelse av den tidlige oljehistorien uttalte sjefsgeologen i BP at han hadde liten tro på olje i Nordsjøen før funnene i Groningen, Nederland i august 1958.

Tidligere artikler i denne serien: Norske geologer – et bilbakeblikk-
finnes her: <https://geo365.no/geoprofilen/norskegeologer/>