



Figur 1. Geologisk kort over Bornholm fra 1819 udarbejdet af H.C. Ørsted på foranledning af Frederik VI. Kortet er det første geologiske kort over en egn af Danmark og afspejler samfundets stigende behov for råstoffer og energi. Formålet med Ørsteds rejse til Bornholm var at kortlægge kulforekomster. Planche i Ørsted & Esmarch 1819.

Geovidenskaberne

AF LARS STEMMERIK OG HENRIK BREUNING-MADSEN¹

Geologi

Den historiske baggrund

1. Lars Stemmerik har skrevet afsnittet om geologi og Henrik Breuning-Madsen om geografi, idet dog Bo Elberling har skrevet afsnittet om Henrik Breuning-Madsens forskning, s. 196f.

Geologisk forskning er i udgangspunktet stedbundet og afspejler forholdene i et bestemt område eller en bestemt periode af jordens historie. Observationer fra en egn af verden er derfor ikke nødvendigvis af bred videnskabelig interesse, og internationaliseringen af faget foregik følgelig relativt langsomt. Geologiske undersøgelser og forskning har altid været tæt knyttet til samfundets behov for råstoffer og viden om undergrunden. Således blev den første egentlige kortlægning af geologien i Danmark foretaget af H. C. Ørsted, der af Frederik VI blev sendt til Bornholm for at kortlægge kulforekomster og udarbejdede på den baggrund det første geologiske kort over Bornholm (udgivet af Videnskabernes Selskab i 1819).

Med sig til Bornholm havde Ørsted Johan Georg Forchhammer. De to stod senere bag Selskabets involvering i et omfattende projekt, der søgte efter vandførende lag i undergrunden. Denne artesiske brøndboring, som fandt sted på Holmen i København 1831-1845, havde tidstypisk både et praktisk og et grundvidenskabeligt sigte. Hovedstadens drikkevand var uhyre ringe, og man håbede at kunne udnytte grundvandet. Samtidig ønskede man at udforske områdets geologiske opbygning.

Forchhammer blev senere den første professor med geologi som hovedfelt ved Københavns Universitet (1831-1865) og betragtes således som grundlæggeren af den moderne geologi her i landet. Forchhammer og hans umiddelbare efterfølgere som professorer på Københavns Universitets Mineralogiske-Geologiske Museum, Johannes Frederik Johnstrup (professor 1866-1894) og Niels Viggo Ussing (professor 1895-1911), var alle uddannede mineraloger, og deres bredere viden om geologi blev grundlagt ved rejser til udlandet. Forchhammer udgav i 1835 den første samlede beskrivelse af Danmarks geognostiske forhold, men da han var modstander af »istidshypotesen«, mangler denne første, mere udførlige beskrivelse af Danmarks geologi en væsentlig komponent. Det blev Johnstrup, der introducerede istidsteorien til danske forhold, bl.a.

i et foredrag i Selskabet, men først efter Forchhammers død.

Johnstrup var initiativtager til etableringen af et nyt Mineralogisk Museum på Øster Voldgade, og han stod bag oprettelsen af såvel Kommissionen for Geologiske og Geografiske Undersøgelser i Grønland i 1876 som Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) i 1888. Dermed lagde han grunden for 1900-tallets organisering af geologisk forskning i Danmark. Efterfølgeren, Niels Viggo Ussing, fik bemandet det nybyggede museum, bl.a. med Jesper Peter Johansen Ravn, den første palæontolog, der var ansat på Københavns Universitet, og mineralogen Ove Balthasar Bøggild (professor 1912-1942), ligesom han var aktiv i etableringen af Dansk Geologisk Forening i 1893. Han fik foranlediget, at DGU blev udskilt fra universitetet som en selvstændig institution. I 1899 udarbejdede hans den første almenfættelige fremstilling af Danmarks geologi, og i begyndelsen af 1900-tallet udgav han i Selskabets Forhandlinger »Om jyllands Hedesletter og Teorierne for deres dannelse« (1903) og »Om floddale og randmoræner i Jylland« (1907), to hovedværker til forståelsen af det jyske landskabs dannelse. Her kortlagde han blandt andet forløbet af den seneste iskappes hovedstilstandslinje.

Med en stab på 7-8 geologer foretog DGU fra etableringen i 1888 og frem til begyndelsen af 1950'erne en systematisk kortlægning af overfladelagene med brug af håndbor. Institutionen hjalp landbruget med undersøgelser af jordbundens kalkindhold, kortlagde forekomsterne af brunkul i Jylland, arkiverede grundvandsdata, og var fra midt i 1930'erne involveret i de første dybe borer i Danmark. Det var imidlertid inden for den vegetationshistoriske forskning, at DGU markerede sig internationalt. Pollenanalyser fra moser og senere på materiale fra borer i søaflejringer åbnede for forståelsen af vegetations- og klimahistorien efter den sidste istid og gjorde i en periode København til centrum for disse studier. Feltet blev grundlagt af Knud Jessen, men det var specielt hans efterfølger Johannes Iversen, der forfinede metoden. Forsk-

ningstraditionen er fastholdt frem til nu af bl.a. Svend Thorkild Andersen, Nanna Noe-Nygaard, Bent Odgaard (Aarhus Universitet) og Peter Rasmussen (Nationalmuseet).

Nyeste tid

Efter krigen forandredes det danske geologiske forskningslandskab ganske hurtigt – i det mindste efter geologisk målestok. I 1946 blev Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) oprettet, bl.a. på initiativ af Arne Noe-Nygaard, der havde afløst Bøggild som professor i 1942. Antallet af professorer blev øget for at dække den øgede specialisering af fagområderne, og i 1961 blev Geologisk Institut på Aarhus Universitet oprettet med Asger Berthelsen som den første professor. Som konsekvens af den øgede studentertilgang og undervisningsbyrde blev det geologiske fagmiljø i København i 1967 opdelt i fire institutter med ansvar for undervisning, samt Geologisk Museum, alle samlet i et Geologisk Centralinstitut – en struktur, der overlevede frem til begyndelsen af 2000-årene. Samfundets behov for geologisk viden steg betydeligt efter 2. verdenskrig og medførte en kraftig ekspansion af personalet på både universiteterne og de to geologiske undersøgelser. Specielt på GGU blev det nødvendigt at ansætte en lang række udenlandske geologer. Dermed blev fagmiljøet internationaliseret, specielt inden for grundfjeldsgeologi.

I de sidste 25 år har den geovidenskabelige forskning undergået store forandringer. I Danmark er der sket en gennemgribende omstrukturering af forskningslandskabet igangsat med sammenlægningen af GGU og Danmarks Geologiske Undersøgelse i 1995. Fusionen af de to geologiske undersøgelser til, hvad der i dag kendes som GEUS, blev startskuddet til et større udredningsarbejde, hvor Selskabet var repræsenteret af Henning Sørensen. Resultatet blev etableringen af Geocenter København og samlingen af den københavnske geoforskning på to adresser på Øster Voldgade. I forbindelse med universitetsreformen i 2007 og indlemmelsen af sektorforskningsinstitutionerne i universiteterne forblev GEUS en selvstændig institution, men geocentret blev udvidet til også at omfatte Geologi på Aarhus Universitet, og Geocenter Danmark er nu ramme om et formaliseret samarbejde på tværs af geologimiljøerne i Danmark.

I lighed med andre naturvidenskabelige discipliner har der de senere år været en bevægelse hen imod arbejde i grupper, hvor videnskaben tidligere var do-

mineret af enkeltmandsforskning. Og der er – stadig – i udpræget grad tale om mænd! Geologigruppen i Selskabet omfatter to kvindelige medlemmer (indenlandske). En optælling af fagets professorer og lektorer på Københavns Universitet og Aarhus Universitet viser at < 10% er kvinder.

Udviklingen er ofte drevet af forskningsprojekternes behov for at integrere vidt forskellige specialområder til et samlet hele, tilgang til større og mere avancerede instrumenter, øget regnekraft, deltagelse i internationale konsortier samt den generelle omlægning af universitetsforskningen med færre fastansatte og flere ph.d.-studerende og postdocs. I lighed med fysikkens og astronomiens behov for store eksperimentelle faciliteter som CERN og ESO (se nærmere s. 204) er der etableret en række internationale geologiske projekter, hvoraf flere har dansk deltagelse. Ocean Drilling Programme (ODP) og efterfølgeren International Ocean Discovery Program (IODP) har bidraget til vores grundlæggende forståelse af oceanernes geologi. Etableringen i 1994 af grundforskningscentret Dansk Lithosfærecenter (DLC) under ledelse af Hans Christian Larsen har haft betydning for det danske engagement i disse boreprogrammer, og en række borer ud for den grønlandske østkyst midt i 1990'erne har bidraget til forståelsen af de tidlige faser af oceanbundsdannelsen i det nordlige Atlanterhav. Et andet større program med betydelig dansk deltagelse er European Plate Observatory System (EPOS), hvor Hans Thybo har spillet en aktiv rolle. Ligeledes har GEUS' mangeårige kortlægnings ekspeditioner haft internationalt islæt og bl.a. dannet grundlag for Finn Surlyks og Lars Stemmeriks studier af sedimentbassinene i Nord- og Østgrønland.

Inden for en lang række geologiske forskningsområder har udviklingen de seneste årtier været drevet af instrumentudvikling og tilgang til øget regnekraft. Udviklingen af metoder til analyse af fossilt DNA har givet os ny indsigt i dyre- og plantelivet i den seneste del af jordens historie. Inden for geofysik er analoge data blevet afløst af digitale, todimensionelle seismiske data af tredimensionelle data, og satellitdata er nu en integreret del af regionale geologiske og geofysiske undersøgelser. Det er muligt at studere bjergarter i større og større detalje, antallet af stabile isotoper, der kan analyseres rutinemæssigt er mangedoblet og de nødvendige prøvemængder tilsvarende formindsket. Inden for geokemi har instrumentudviklingen været helt essentiel for bestræbelserne på at aldersbestemme solsystemets dannelse og forstå den tidlige udvikling af



Figur 2. Grønland byder på enestående geologiske blotninger, her af overgangen fra Proterozoikum til Palæozoikum i det nordligste Grønland.

jordens historie. To grundforskningscentre er viet disse opgaver, dels Centre for Star and Planet Formation (StarPlan) under ledelse af Martin Bizzaro (Statens Naturhistoriske Museum), dels Nordic Center for Earth Evolution (NordCee), ledet af Donald Canfield og med hovedafdeling på Biologisk Institut ved Syddansk Universitet; andre afdelinger hører til på Statens Naturhistoriske Museum, hvor Minik Rosing indgår i arbejdet, på Københavns Universitets Institut for Geofag og Naturforvaltning med Robert Frei som projektdeltager, samt på Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.

Grønland – en væsentlig kilde til dansk geologisk forskning

Etableringen af Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) i 1946 og de tætte bånd, der traditionelt har været mellem GGU (nu GEUS) og universiteterne, betyder, at Grønland er og i lang tid har været en væsentlig kilde til dansk geologisk forskning, ligesom

forskningen har bidraget til forståelsen af Grønlands geologiske udvikling og den kvartære klimahistorie. Det var mere reglen end undtagelsen, at geologistuderende i 1960'erne og 1970'erne deltog som feltassistenter for GGU på Grønland, og for de fleste af de udenlandske geologer i de danske forskningsmiljøer har de enestående forskningsmuligheder også været en drivkraft. En lang række af de forskningsresultater, der er opnået de sidste 25 år bærer præg af dette forhold og trækker spor tilbage til perioden 1900-1990. Det gælder inden for petrologi og geokemi, hvor Henning Sørensen, Minik Rosing, Lotte Melchior Larsen, Kent Brooks og Robert Frei har gjort sig gældende. Det samme er tilfældet inden for sedimentære bassiners geologi, som Finn Surlyk, Nanna Noe-Nygaard og Lars Stemmerik har arbejdet med, inden for palæontologi med David Harper, klimahistorie med Dorthe Dahl-Jensen, samt geofysik med Hans Thybo.

De geologiske undersøgelser af Grønland startede omtrent samtidig med bestræbelserne på at kortlægge Danmarks geologi. Det begyndte med den tyske mi-

neralsamler Karl Ludwig Gieseckes syv år lange udforskning af Grønlands vestkyst som udsending for Den Kongelige grønlandske Handelscommission (1806-1813). I de tidlige faser er der en høj grad af parallelitet med udviklingen i Danmark, både pga. personsammenfald, og fordi drivkraften bag forskningen var den samme, jagten på ressourcer. Hinrich Johannes Rink, som havde deltaget i den første Galatheaekspedition 1845-1847 (se nærmere s. 33), forestod den tidligste egentlige geologiske kortlægning af områder i Vestgrønland i 1848-1851, men det var først med Johnstrups initiativ til oprettelsen af Kommissionen for de Videnskabelige Geologiske og Geografiske Undersøgelser i Grønland og den tilknyttede publikationsserie *Meddelelser om Grønland* i 1876, at rammerne om den geologiske forskning blev etableret.

Også her var Ussing en central figur, og hans kortlægning og analyse af Ilimaussaq-intrusionen ved Nar-saq i Sydvestgrønland i begyndelsen af 1900-tallet var starten til en lang og stærk dansk forskningstradition, der trækker tråde op til den nutidige debat om brydning af uran. Ussing konstaterede, at intrusionen bestod af en række meget usædvanlige bjergarter og indeholdt flere særlige grundstoffer, bl.a. thorium. Senere undersøgelser har påvist tilstedeværelsen af uran samt en lang række sjældne metaller og sjældne jordartsmetaller.

Næste fase var knyttet til afsøgningen af mulighederne for at udnytte atomkraft som energikilde i Danmark i 1950'erne. Ilimausaq-intrusionen blev udpeget som potentiel kilde til at gøre Danmark selvforsynende med uran, og i 1956 blev det højradioaktive område ved Kvanefjeld fundet. Henning Sørensen var aktiv i udforskningen fra begyndelsen i 1955 og har siden udgivet en lang række afhandlinger om områdets mineralogi og petrologi, opsummeret i *Geology of Greenland Survey Bulletin* 190 (2001), der også indeholder en komplet liste over de mineraler, der er fundet i intrusionen. Den fornyede grønlandske interesse i udnyttelsen af mineralforekomsten har ført til en genoptagelse af disse forskningsaktiviteter.

Udforskningen af det østlige og nordlige Grønland startede i slutningen af 1920'erne, og frem til 1950'erne skete det primært under ledelse af Lauge Koch. På grund af intern splid i det danske geologimiljø, senest beskrevet af Christopher Jacob Ries i *Retten, magten og æren* (2003), blev forskningen i disse områder primært udført af udenlandske forskere. Først i slutningen af 1960'erne påbegyndte GGU aktiviteter i Østgrønland med geologisk kortlægning i området mellem Scoresby Sund fjord og Mestersvig i samarbejde med Kø-

benhavns Universitet. Frem til årtusindeskiftet gennemførte GGU/GEUS en lang række kortlægnings-ekspeditioner i området fra Scoresby Sund i sydøst til Washington Land i nordvest, og de åbnede for nye forskningsmuligheder. I den tidlige fase var det især palæontologiske undersøgelser af den mesozoiske fauna ledet af Tove Birkelund, men i løbet af 1970'erne startede en moderne sedimentologisk forskning og bassinanalyse af sedimentbassinerne i først Østgrønland, senere Nordgrønland med Finn Surlyk som centralt omdrejningspunkt, siden i samarbejde med bl.a. Lars Stemmerik. De østgrønlandske sedimentbassiner er i dag klassiske områder for forståelsen af de tidlige faser i adskillelsen af Grønland fra Norge.

Med etableringen af grundforskningcentret Dansk Lithosfærecenter i 1994 blev der igangsat en målrettet forskningsindsats med fokus på litosfæreforholdene i den sydlige del af Grønland. Centeret kombinerede grupper, der interesserede sig for bjergkædedannelse og studiet af de 2-3 mia. år gamle grundfjeldsområder, med grupper, der undersøgte åbningen af Nordatlanten og oceanbundsdannelse. Begge forskningsområder involverer store geokemiske analyseprogrammer foruden feltundersøgelser og borer i dybhavet. Lithosfærecenteret bidrog til anskaffelsen af to avancerede måleinstrumenter til ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry). De anvendtes til sporelementanalyse og isotopanalyse af sjældnere grundstoffer i 1999-2000, hvad der styrkede det geokemiske forskningsmiljø i Danmark. Hermed blev kimen lagt til både StarPlan og NordCee.

Mineralogi, petrologi og geokemi

Som beskrevet ovenfor er den geologiske forskning udsprunget af mineralogi og palæontologi, og med den historiske adgang til Grønland har mineralogi og petrologi udgjort en naturlig del af forskningsaktiviteterne på universiteterne i både København og Aarhus samt på GEUS. Inden for de senere år er den mineralogiske forskning på universiteterne blevet nedprioriteret, og fagets sidste professor gik på pension i 2014. I Danmark har forskningsfokus i højere grad flyttet sig mod geokemi og bjergartspetrografi, med vitale forskningsmiljøer på både Københavns Universitet, Aarhus Universitet og GEUS. I dag foregår forskningen primært inden for tre velafgrænsede områder, som skal beskrives lidt nøjere: vulkanisme i forbindelse med Nordatlantens åbning; Grønlands grundfjeld og dannelsen af den ældste litosfære; oceanernes og atmosfærens udvikling.

De vulkanske bjergarter, der blev dannet i forbindelse med Nordatlantens åbning for ca. 55-56 millioner år siden, udgør et centralt forskningsfelt på alle tre institutioner. De vidt udbredte plateaubasalter langs østkysten af Grønland og på Færøerne udgør en betydelig del af en såkaldt LIP (Large Igneous Province), som netop opstod ved åbningen af Atlanterhavet, mens basalterne på Vestgrønland er lidt ældre (ca. 61-62 millioner år) og blev dannet i forbindelse med åbningen af Labradorhavet mellem Grønland og Canada. Studierne af plateaubasalterne i Vestgrønland og på Færøerne startede i 1940'erne under ledelse af Arne Noc-Nygaard, og i 1970'erne blev de udvidet til også at omfatte Østgrønland. Arbejdet har primært fundet sted på GGU/GEUS med Lotte Melchior Larsen som omdrejningspunkt bl.a. i samarbejde med Asger Ken Pedersen på Københavns Universitet. Sammen har de udviklet en metode, hvor petrografisk/geokemisk karakterisering af de enkelte lavastrømme kombineres med fotobaseret kortlægning af lavaerne, så stratigrafien og morfologien kan aflæses i stor de-

talje. Denne metode har givet betydelig indsigt i interaktionen mellem vulkanisme og sedimentation i bassinerne i Vestgrønland.

En anden væsentlig og traditionel forskningsgren inden for den tertiære vulkanske aktivitet arbejder med at forstå dannelsen af Skærgårdsintrusionen i det sydøstlige Grønland. Intrusionen er lagdelt og udgør et naturligt laboratorium for forståelsen af størkningsprocesserne i magmakamre. Den danske indsats udspringer af Kent Brooks mangeårige interesse for området suppleret med en betydelig indsats fra Troels F. Nielsen, GEUS, og i de senere år Christian Tegner, Aarhus Universitet.

Fra midten af 1990'erne til begyndelsen af 2000-årene var Dansk Lithosfærecenter et naturligt centrum for petrologisk og geokemisk forskning til forståelsen af det grønlandske grundfjeld og dannelsen af den ældste litosfære. Arbejdet med at udrede dannelsen af grundfjeldet i det vestlige og sydlige Grønland har været en nøgleaktivitet for GGU/GEUS siden opret-



Figur 3. Fossil ca. 650 millioner år gammel havbund dækket af meterstore stromatolitter. Stromatolitterne er dannet ved vækst af mikrobielle måtter, der har stabiliseret sedimentet, og deres form afspejler aflejningsmiljøet. De relativt store stromatolitter på billedet tyder på rolige aflejningsforhold under bølgebasis. Stromatolitter repræsenterer den ældste form på liv på jorden, men har i dag en meget begrænset udbredelse.

telsen i 1946, og genoptagelsen af aktiviteterne betød nye og mere præcise dateringer af de kontinentkollisioner, der førte til dannelsen af grundfjeldet. Grundfjeldet vest for Nuuk er kendt for at indeholde de ældste spor efter biologisk aktivitet her på jorden, som Minik Rosing har påvist. Bjergarterne har spillet en central rolle i hans arbejde med at forstå opbygningen og udviklingen af kontinenterne siden tidligste Arkæikum, specielt hvorledes levende organismers stofskifte har haft betydning for iltningen og differentieringen af litosfæren.

Udforskningen af vekselvirkningerne mellem den biologiske udvikling og det kemiske miljø i atmosfæren, havet og jordskorpen er blevet videreført på grundforskningscentret NordCee (Nordic Center for Earth Evolution). Her studeres, hvordan udviklingen af liv på jorden har påvirket jordoverfladens kemiske miljø – og omvendt. Nye instrumenter har gjort det muligt at analysere isotopsystemerne for Molybdæn, Uran og Krom. Resultaterne er dernæst blevet brugt til sporing af stofskifteprocesserne i oceanet med henblik på at datere iltningen af oceanerne og atmosfæren. På den måde er vores viden om udviklingen af jordatmosfærens iltindhold blevet baseret på kromisotoper, og NordCee har kunnet påvise en gigantisk stigning i iltmængden på overgangen mellem Prækambrium og Kambrium – det er samtidig med de skalbærende dyrs opståen. Centret studerer også mikroorganismers udvikling til de første flercellede organismer. I hele dette kompleks af videnskabelige undersøgelser indgår endelig kvælstofs kredsløb over tid med henblik på at forstå den biologiske produktivets rolle i udviklingen af oceanerne.

Inden for de sidste år har isotopgeokemi også fundet anvendelse uden for geologien, bl.a. til at bestemme proveniensen af maling fra Antikken og – senest – til at fastlægge Egtvedpigens sidste færd. Specielt strontium har vist sig yderst anvendelig i arbejdet med at fastlægge migrationsmønstre. Karin Frei på Nationalmuseet står i spidsen for en gruppe, der har udviklet en metode til analyse af strontium-isotoper i hår. Ved at sammenligne analyseresultatet med kort over strontium-isotoper i Danmark og det øvrige Nord-europa kan man fastlægge et menneskes færden og bestemme dets opholdssted de sidste måneder før døden. Redegørelsen for Egtvedpigens sidste opholdssteder vakte umådelig opmærksomhed i de danske medier.

Meteoritter

Forskning i meteoritter startede i Danmark med Ove Balthasar Bøggilds undersøgelse af Cape York-jernmeteoritterne fra Nordøstgrønland i slutningen af 1920'erne. Siden blev feltet dyrket af Vagn Buchwald efter hans fund af Agpalilik-meteoritten i samme område i 1963. Geologisk Museums samling af meteoritter dannede udgangspunktet for etableringen af Center for Stjerne og Planetdannelse (StarPlan) ved Københavns Universitet i 2009. Ved brug af avancerede isotopgeokemiske undersøgelser af meteoritter har centrets arbejde bl.a. resulteret i en uhørt præcis bestemmelse af solsystemets alder til 4,5673 milliarder år med en usikkerhed på kun ± 160.000 år. Alderen af den første kontinentalskorpe er bestemt til 4,3 milliarder år. I centret integreres isotopkemiske undersøgelser af meteoritter med teoretiske studier af stjerneevolution, astrofysiske modeller og astronomiske observationer i et forsøg på at forstå dannelsen af jordlignende planeter i hele universet.

Sedimentære bassiners geologi

Frem til slutningen af 1960'erne var forskningen i sedimentære bassiner især fokuseret på palæontologiske undersøgelser af fossile dyr og planter. Forståelsen af de sedimentære bjergarter var stort set begrænset til simple betragtninger om aflejringsmiljøet: marint versus kontinentalt eller dybt versus lavt vand, baseret på kornstørrelse og fossilindhold. Moderne dynamisk sedimentologi begyndte at vinde frem i slutningen af 1960'erne og blev introduceret her i landet i midten af 1970'erne af Finn Surlyk. Siden har sedimentologi udgjort et bærende element i bestræbelserne på at forstå udviklingen af de sedimentære bassiner i Grønland og Danmark. Surlyk har spillet en helt central rolle i denne udvikling, både gennem sin egen forskning og som vejleder for mere end 100 cand. scient.- og ph.d.-studerende ved Københavns Universitet.

I perioden fra midten af 1970'erne til slutningen af 1980'erne byggede forskningen primært på vertikale datasæt, sedimentologiske lagsøjle-profiler. De blev indsamlet enten fra blotninger eller borekerner. Fokus var på aflejringsprocesserne. I løbet af 1980'erne integrerede man stratigrafiske koncepter i de sedimentologiske studier. De var egentlig udviklet til analyse af seismiske data. Med den nye metode skiftede fokus mod sekvensstratigrafi og aflejringsmodeller i stor skala. I Grønland har forskningen i høj grad været baseret



Figur 4. Stevns Klint blev i 2014 optaget på UNESCO's liste over verdensarv. Klinten har en af de mest komplette lagfølger hen over Kridt-Tertiær-grænsen, som gør det muligt at studere masseuddøen på denne grænse i stor detalje. Over halvdelen af alle dyrearter, inklusive dinosaurerne, uddøde på grænsen, der er markeret af et tyndt lerlag umiddelbart under det svagt bølgede udhæng midt på klinten. Kridt og kalk har været brugt som råstof tilbage fra Middelalderen, og til højre for nedskredet (og fyrtårnet) ses tydelige savemærker i den øverste del af klinten. De stammer fra brydning af byggesten i den sidste del af 1800-tallet.

på klassisk feltarbejde suppleret med data fra sporadiske forskningsboringer udført af GEUS i forbindelse med oliegeologiske undersøgelser. I Danmark var fokus i den tidlige fase rettet mod sedimenter blotlet på Bornholm, og først i den sene del af 1980'erne begyndte studierne af Nordsøbassinet på basis af sedimentkerner fra olieboringer. De blev efterhånden suppleret med en stigende mængde seismiske data af høj kvalitet.

Siden slutningen af 1960'erne har Surlyk sammen med en lang række samarbejdspartnere og studerende arbejdet med sedimentologiske, stratigrafiske og palæontologiske problemstillinger i de mesozoiske sedimente i Østgrønland og Danmark. I 2003 redigerede han sammen med Jon R. Ineson på GEUS et syntesværk om Jura-bassinerne i Danmark og Østgrønland (*Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 1*). Her

er resultaterne af de foregående 30 års forskning samlet. Surlyk har udviklet nye konceptuelle aflejningsmodeller på grundlag af feltundersøgelser i Østgrønland, og han har syntetiseret udviklingen af det jurassiske riftbassin ved at integrere sedimentologiske, biostratigrafiske og sekvensstratigrafiske data. Lars Stemmerik har arbejdet med lidt ældre aflejringer, fra Karbon-Perm, i sedimentbassinerne i Øst- og Nordøstgrønland samt på Svalbard og i Barentshavet. Dette har bl.a. resulteret i modeller for samspillet mellem klima og sedimentation samt detaljerede palæogeografiske rekonstruktioner af den centrale del af Arktis, som i løbet af Sen Palæozoikum bevægede sig fra en placering omkring ækvator til 50° nordlig palæo-breddegrad. I de sidste 10-15 år har Surlyk og Stemmerik desuden samarbejdet omkring kalkaflejringerne i Danmark og Skåne, hvor klassiske feltundersøgelser er blevet inte-

greret med indsamling af seismiske data og boring af op til 450 m lange kalkkerner. Samarbejdet har ført til en revitalisering af Kridtforskningen i Danmark med fokus på sedimentologi, nanno- og isotopstratigrafi samt palæoklimatologisk og -oceanografisk modellering.

Palæontologi

Palæontologi som forskningsområde har haft svære vilkår i Danmark de sidste årtier. Arbejdsformen er ofte monografisk, hvilket betyder få afhandlinger og få citationer af klassiske arbejder. Fagets sidste professor i invertebratpalæontologi, David Harper, forlod landet i 2011, og siden er forskningen foregået spredt på universiteterne, GEUS og flere mindre museer. Frem til 2011 var Harper leder af en gruppe, der primært fokuserede på den tidlige del af dyrerigets udvikling, specielt den kambriske eksplosion, den senere ordovisiske diversifikation og endelig en markant masseuddøen i Sen Ordovicium. En central lokalitet for forskningen er Siriuspasset i Nordgrønland, en såkaldt Lagerstätte, hvor unikke forhold har sikret bevarelsen af en enestående bløddyrfauna fra tidlig Kambrium, der gør det muligt at studere meget gamle livsformer. Harpers arbejde er baseret på en statistisk tilgang til store datasæt, specielt brachiopod-faunaer fra det meste af verden, inkl. Grønland. Han har bidraget til udviklingen af den vidt udbredte statistiske teknik PAST.

Den danske tradition inden for Kridt-Danien-palæontologi har i de senere år fået en opblussen. Det har resulteret i udarbejdelsen af en række økologiske, stratigrafiske og monografiske arbejder, der sammen bidrager til en bedre forståelse af Kridt- og Danien-økosystemerne.

Kvartærgeologi og klimahistorie

Forskningen inden for kvartærgeologi og klimahistorie har haft stor bevågenhed de sidste årtier i takt med ændringerne af jordens klima og deres konsekvenser. Samtidig har specielt klimaområdet været be- gunstiget af den teknologiske udvikling og store inter- nationale programmer til indsamling af data, både i form af iskerner og sedimentkerner fra dybhavet. Dan- mark har en ledende rolle inden for iskerneforskning- en (se nærmere s. 214f). Klimahistorisk forskning på grundlag af marine borekerner er et centralt forsk- ningsområde på Aarhus Universitet, hvor først Karen Louise Knudsen og nu Marit-Solveig Seidenkrantz har arbejdet med forandringerne i de marine systemer

ud fra analyser af foraminiferer, suppleret med geoke- miske proxydata.

Den klassiske vegetationshistoriske forskning med udgangspunkt i pollenanalyse af boringer i søer er i de sidste årtier blevet suppleret med geokemiske ana- lyser. Nanna Noe-Nygaard, Bent Odgaard og Peter Rasmussen har bidraget til en stærkt forøget indsigt i Danmarks vegetations- og klimahistorie efter den sid- ste istid. Centralt står Noe-Nygaards disputats fra 1995 *Ecological, Sedimentary and Geochemical Evolution of the Late- glacial to Postglacial Åmose Lacustrine Basin, Denmark*, et tvær- fagligt arbejde, der kombinerer klimahistorie og dyre- verdenens økologi med forhistorisk arkæologi.

Med udviklingen af metoder til at ekstrahere og analysere DNA fra sedimentkerner er det blevet muligt at opnå en bedre forståelse af landskabets og søernes miljømæssige forandringer, idet de genetiske data giver oplysninger om organismer, der normalt ikke findes i borekerner. Grundforskningscentret Geo- Genetics ledet af Eske Willerslev og Kurt Kjær, Kø- benhavns Universitet, kombinerer klassisk kvartær- geologisk analyse af landskabsdannelse, sedimento- logi og glacial dynamik med stratigrafiske og miljø- mæssige DNA-data fra søkerner med udgangspunkt i studier i Grønland. Centerets analyser af DNA bruges i stigende grad også som et bindeled mellem genetik, arkæologi og miljøhistorie.

De store mængder af data fra sø-, dybhavs- og iskerner gør det i højere grad end nogensinde før muligt at sammenholde temperatur og temperatur- ændringer på regional skala med dannelsen af land- skabslementer. Dermed forbedres koblingen mellem de temperaturforandringer, der kan måles i iskerner, og forandringerne langs isranden. På det seneste er studierne af de historiske forandringer i den grøn- landske iskappe blevet intensiveret. I dette arbejde ud- nyttes nu luftbilleder og satellitdata i et samarbejde mellem Danmarks Tekniske Universitet, Københavns Universitet og Aarhus Universitet.

Seismik og geofysik

Indsamlingen af seismiske og andre geofysiske data er eksploderet gennem de sidste årtier, primært drevet af olieindustriens behov for bedre at forstå undergrun- den. De første sporadiske refleksionsseismiske data fra det store sokkelområde ud for Nordøstgrønland stam- mer fra 1991. De blev grundlaget for en begyndende, fragmentarisk forståelse af geologien i et område 3-4 gange større end Danmark. Nu er der indsamlet ti- tusinder af kilometer seismiske data fra området, og

forståelsen af den geologiske udvikling er blevet tilsvarende bedre.

Olieindustriens fokus er især de øverste op til 6-7 km af de sedimentære aflejringer. Det har bidraget med unikke data bl.a. til forståelsen af Nordsøens geologiske udvikling. Undersøgelser af de dybere dele af jordens opbygning har primært været udført som store grundforskningsprojekter. Det første større koordinerede projekt til forståelse af de dybere strukturer i Europa var Det Europæiske Geotraversprojekt. Med støtte fra European Science Foundation blev projektet igangsat i 1981 med deltagelse af bl.a. Asger Berthelsen. Integrationen af geologiske og geofysiske data skabte grundlag for forståelsen af de dybe strukturer i en korridor fra Nordkap til Nordafrika, og det blev starten til et betydeligt dansk engagement i videnskabelige undersøgelser af litosfæren. Hans Thybo har deltaget i en række internationale arbejdsgrupper med fokus på indsamling af reflektions- og refraktionsseismiske data fra den dybere del af litosfæren. Især har han været involveret i refraktionsseismiske eksperimenter med brug af en kontrolleret kilde, oftest dynamit. De tidligste resultater byggede på analoge metoder og var en- eller todimensionelle, men med digitalisering og øget regnekraft er det nu muligt at producere tredimensionale tomografiske modeller. Thybos arbejde har bl.a. resulteret i opdagelsen af et lavhastighedslag i ca. 100 km's dybde. Laget formodes at repræsentere en zone med delvis opsmeltning i bunden af litosfæren.

Inden for de seneste 10-15 år er der sket en betydelig udvikling af geofysiske metoder til undersøgelse af de yngste aflejringer i den overfladenære del af litosfæren, typisk de øverste få hundrede meter. På europæisk plan indgår denne form for data i TOPO-Europe-programmet, hvor der arbejdes med at forstå sammenhængen mellem overfladenære processer og den dybe del af litosfæren. Aktuelt pågår der en intens debat mellem grupper fra Aarhus Universitet, Københavns Universitet og GEUS om oprindelsen og alderen af bjergkæderne langs Norges vestkyst og Grønlands østkyst.

I Danmark har overfladenære geofysiske data især været benyttet til forskning inden for grundvand og postglaciale aflejringsystemer, men i mindre grad overfladenær tektonik. Specielt studier af de yngste kystsedimenter og deres morfologi har været genstand for indgående tværfaglige studier, hvor geofysiske metoder kombineres med fysisk geografi, sedimentologi og nyudviklede dateringsmetoder.

Geografi

Danske geografiske undersøgelser kan inddeles i flere epoker. I tiden, før geografi blev et universitetsfag, var kortlægning (kartografi) og klimaundersøgelser vigtige discipliner. På begge områder var Videnskabernes Selskab aktivt (se nærmere s. 26-30 og 64-68). I 1883 blev geografi et universitetsfag ved Københavns Universitet og bemanded med ganske få medarbejdere og kun én professor indtil 1929. Forskning og undervisning i geografi har foregået i en tværvidenskabelig kontekst med nært beslægtede fag som etnografi, antropologi, arkæologi, geologi og biologi. Fra 1950'erne steg studenteroptaget markant, og staben på Geografisk Institut ved Københavns Universitet voksede betragteligt samtidig med, at der blev oprettet lignende geografiske institutter i Århus og siden i Roskilde og Aalborg. 1970'erne var turbulente år med magtkampe mellem natur- og kulturgeografi, der sine steder endte med fagets undergang. Siden 1980'erne har forskellige grene af geografien været i en rivende udvikling i en stadigt mere globaliseret verden.

Den tidlige geografi

I 1700- og 1800-tallet blev der gennemført en del geografiske undersøgelser blandt andet ved opdagelsesrejser og ekspeditioner. Blandt de tidlige pionerer inden for geografi er der grund til at fremhæve Hans Egede, der i 1720'erne kortlagde dele af Vestgrønland, bl.a. området omkring Håbets ø ved indsejlingen til Godthåbsfjorden. Her slog Egede sig ned ved ankomsten til Grønland for senere med familien at flytte længere ind i fjorden, hvor Godthåb, nu Nuuk, blev grundlagt. Som missionær søgte han og fandt spor af de kristne nordboer i Vester- og Østerbygd. Han foretog flere ekspeditioner ud fra Godthåbsfjorden, blandt andet mod nordøst helt ind til indlandsisen, og han fandt mange tegn på nordboernes tidligere bosættelse. Han levede som missionær i Grønland til 1736 og fik et indgående kendskab til inuitterne og deres levevis. Hans vigtigste bidrag til geografien er *Det gamle Grønlands nye Perustration* (1741), hvor han på enestående vis beskrev og illustrerede den særegne grønlandske natur og de barske vilkår, hvorunder inuitterne har skabt sig en sofistikeret fangerkultur. Både levevis og kulturtræk beskrives i detaljer. Værket er det første bidrag til en geografisk beskrivelse af Grønland og dets indbyggere og banebrydende indenfor dansk geografi. Hans Egedes værk blev oversat til både engelsk og fransk og fik sat Grønland på verdenskortet.



Figur 5. Illustration fra Egede 1741, som viser forskellige former for sælfangst i Vestgrønland. Fine detaljer inkluderer brug af hunde, beklædning og slæde. Det Kongelige Bibliotek.

Hans Egedes virke ligger før Selskabets grundlæggelse. Det samme gælder den danske søofficer Frederik Ludvig Nordens rejse gennem Ægypten og Nubien i 1737-1738, men i dette tilfælde kom Selskabet alligevel til at spille en vigtig rolle, idet kongen pålagde Selskabet at sørge for offentliggørelsen af Nordens rejseberetning, som udkom 1751-1755 (se nærmere s. 62-64). Samtidig havde Selskabet selv ansvaret for planlægningen og gennemførelsen af en videnskabelig ekspedition, Eggert Ólafssons og Bjarni Pálssons rejser gennem Island i 1752-1757 (se nærmere s. 30-32).

Et par generationer efter Egede opnåede en anden dansk geograf international anerkendelse: Malthe Conrad Bruun. Hans geografiske virke udfoldede sig uden for fædrelandet, i Paris, og det skyldtes hans politiske engagement som ungt menneske i København, hvor han i 1790'erne på skrift kritiserede enevælden, med størst gennemslagskraft i den satiriske *Aristokraternes Catechismus* fra 1796. Hans forfatterskab kostede ham flere retssager, som kulminerede i en landsforvisning i 1800. Inden dommen faldt, havde Bruun lugtet lunt og forladt landet. Han bosatte sig i Paris

og kom aldrig tilbage til Danmark, da landsforvisningen først blev ophævet kort før hans død i 1826.

I Paris ernærede han sig som medarbejder ved førende aviser og kritiske tidsskrifter, men det var som geograf, han var banebrydende. Han mente, at geografien er en empirisk baseret videnskab, hvor der skelnes skarpt mellem antagelser og beviste kendsgerninger. Hans hovedværk er *Précis de la Géographie universelle* i otte bind, udgivet i årene 1810-1829. Værket indeholder en geografisk beskrivelse af hele den i datiden kendte verden. Betydningsfuldt blev det, at han grundlagde det geografiske tidsskrift *Annales des voyages*, som han redigerede fra 1808-1815 og fra 1819 til sin død. Det anses for at være et af de første geografiske tidsskrifter i verden, og det udkom ca. 70 år før et lignende dansk tidsskrift blev udgivet af Det Kongelige Danske Geografiske Selskab. Bruun var også en af hovedaktørerne, da verdens første geografiske selskab, Société de Géographie, blev stiftet i 1821; han var selskabets secrétaire perpétuel til sin død. Man kan sammenfattende sige, at Bruun var en yderst velbegavet person, der spændte vidt, over poesi, politik og videnskab. På det sidste felt blev han et af datidens fyrtårne indenfor geografi. Uheldigvis var Danmark for lille og politisk konservativt til at huse ham, og landsforvisningen medførte, at han aldrig blev medlem af Selskabet, hvilket han rettelig burde have været, bedømt ud fra hans meritter.

I tiden, før geografi blev et universitetsfag, blev dens emneområde inddraget i andre fag, hvor det var relevant. Et godt eksempel er den danske botaniker Joachim Frederik Schouw, der var det første medlem af Selskabet, som beskæftigede sig videnskabeligt med geografi. Han var en af grundlæggerne af den regionale og økologiske plantegeografi. Geografisk set er hans hovedværk *Grundtræk til en almindelig Plantegeographie* (1822) med tilhørende atlas. Schouw anså klimaet for den vigtigste årsag til planternes fordeling, og hans opfattelse af klimaets betydning førte til klimatologiske arbejder, både på dansk og latin. Til de første hører *Skildring af Vejrligets Tilstand i Danmark* (1826), en besvarelse af en prisopgave, som Selskabet udskrev i 1823 om en dansk meteorologi. Schouws afhandling blev belønnet, og selskabet bekostede udgivelsen på betingelse af, at det blev nævnt i bogen. Det blev det, oven i købet på titelbladet: »Et Priisskrift, belønnet af det Kongl. danske Vidsk. Selsk. og udgivet med Sammes Understøttelse«. På latin er den lille *Specimen geographiae physicae comparativae* (1828), som vakte opmærksomhed



Figur 6. Malthe Conrad Bruun. Satirisk stik af hans flugt til Hven, som er antydnet yderst til venstre i billedet. På klippen til højre sidder dommeren med retfærdighedens vægt og straffens ris. Generalfiskalen, landets øverste statsanklager, forfølger Bruun med lænker i den ene hånd og Aristokraternes Catechismus i den anden. Kobberstik af Gerhard Ludvig Lahde. Det Kongelige Bibliotek.

i udlandet. Schouws opfattelse af samspillet mellem klima og plantevækst blev 100 år senere taget op af den danske geograf Martin Vahl, der udarbejdede kort over klima- og plantebælter. Disse kort har været standard i geografundervisningen inden for og uden for landets grænser.

Den tidlige universitetsgeografi

I sidste halvdel af 1800-tallet blev geografi som fag oprettet på mange universiteter i Europa. Det skete bl.a. i erkendelse af, hvor vigtigt det er at kende til fremmede lande - ikke mindst af militær-strategiske hensyn, for eksempel i forbindelse med koloniseringen af de øvrige kontinenter. Geografi blev oprettet som fag ved Københavns Universitet i 1883, hvor Ernst Løffler blev ansat til at holde forelæsninger i geografi. Det var i begyndelsen ikke en fuldtidsstilling, og der var ingen fysiske rammer for et geografisk laboratorium eller institut før i 1901, hvor faget fik et auditorium på universitetets første sal på Frue Plads. I 1888 fik Løffler et professorat ved Københavns Universitet, som han be-

stred til 1910. Han anså geografi som et naturvidenskabeligt universitetsfag, der ud fra regionale helhedsbetragtninger vurderede naturen som grundlag for den menneskelige aktivitet. Han udgav bl.a. *Lærebog i Geografien* (1884) og *Omrids af Geografien* (1893), begge beregnet til brug ved forelæsninger. Hans regionale beskrivelser af folkeslag er i tråd med tidsånden, hvor forskellige folkeslag sammenlignes og vurderes ud fra deres materielle stade og de værdisæt, der var gældende i Vesteuropa på den tid. Fx skriver han: »Afrikas Naturforhold har gennemgaaende en Cultur-fjendsk Karakter, og det kan derfor ingeniunde betragtes som en Tilfældighed, at det staa saa langt tilbage i Civilisation og Samfundsorden«. Man kan diskutere, hvor meget forskning Løffler bedrev, men han lagde grundstenen for den geografiske universitetsvidenskab i Danmark.

Løfflers efterfølger som professor i geografi blev i 1911 hans elev Hans Peder Steensby. Steensby var en mønsterbryder, han var født i en husmandsfamilie på Fyn og endte som professor på Københavns Universitet. Hans videnskabelige arbejdsfelt lå overvejende

inden for geografiens humanistiske side, og han gav derfor geografien en mere etnologisk og antropologisk vinkel end Løffler. Hans forskning kan deles i tre faser, først en periode med fokus på eskimokulturen, som hans disputats fra 1905 omhandler, derefter en periode med vægt på agerbrugets udvikling med eksempler fra Nordafrika, som han besøgte i 1908 og igen i 1913, og endelig en mere historisk periode, hvor han i særlig grad studerede nordboernes Vinlandsrejser og fremsatte en hypotese om, at Vinland var beliggende ved St. Lawrenceflodens munding. For at foretage undersøgelser om dette emne rejste han 1920 til Canada, og på hjemrejsen herfra døde han pludselig ombord på dampskibet Frederik VIII.

Hverken Løffler eller Steensby blev indvalgt i Selskabet. Den første professor i geografi, der blev medlem af Selskabet, var Åge Gudmund Hatt, den uden tvivl mest kontroversielle professor inden for dansk geografi. Hatt blev født nær Herning og rejste som ung til USA, hvor han i 1906-1907 studerede etnografi ved Harvard-universitetet. Det kom til at præge hans senere forskning, og hans etnografiske engagement blev ikke mindre af, at han i 1911 giftede sig med malerinden og etnografen Emilie Demant Hansen, der interesserede sig meget for lappernes liv. Hatt foretog sammen med sin hustru studierejser til Lapland i 1912-1914, og i 1914 forsvarede han sin disputats *Arktiske Skinddragter i Eurasien og Amerika*, et værk, der vel nærmest må betragtes som etnografi, ligesom hans arbejde om rensdyrnomadisme. I 1919-1929 var han ansat som underinspektør på Nationalmuseets 1. afdeling (Oldtiden), og i 1922-1923 ledede han en arkæologisk ekspedition til Vestindien. Han deltog i 1920'erne og 30'erne i et utal af udgravninger af bopladser fra jernalderen, hvor han blandt andet benyttede sig af fladeafgravninger, og han fandt og dokumenterede agerfelter (digevoldinger) fra jernalderen.

Hatt blev lektor i geografi i 1923, og i 1929 professor i kulturgeografi. Hans mest omfattende indsats i geografien var firebindsværket *Jorden og Menneskelivet* (1922-1927), der var et skelsættende geografisk opslagsværk omfattende såvel naturgeografiske som kulturgeografiske forhold. Værket blev skrevet sammen med Martin Vahl med den fordeling, at Hatt skrev om kulturgeografien, Vahl om naturgeografien. Vahl havde efterfulgt Steensby og virkede fra 1921 til 1940 som professor i geografi ved Københavns Universitet. I 1904 blev han dr.phil. på disputatsen *Madeiras Vegetation*, der afspejlede hans indsigt i samspillet mellem planter,



Figur 7. Åge Gudmund Hatt og hustru, malerinden Emilie Demant. Privatfoto, benyttet som omslagsillustration i Askgaard & Smedegaard 2016. Det Kongelige Bibliotek.

klima og jordbundsforhold, altså en videreførelse af Schouws studier i 1870'erne. Dette arbejde blev fulgt op af *Zones et biochores géographiques*, publiceret af Selskabet i 1911, selvom han aldrig opnåede at blive medlem. Det blev som nævnt til gengæld Hatt, der traditionen tro kunne læse om indvalget i avisen; det var den 2. april 1932.

Hatt arbejdede i sin forskning med flere geografiske emner som landbrugssystemernes udvikling, race-spørgsmålet og geopolitikken. Under besættelsen blev han medlem af den dansk-tyske forening, muligvis fordi han anså Tyskland for et naturligt og uundgåeligt bolværk mod den russiske kommunisme, og han holdt også en række radioforedrag, der kunne tolkes som tyskvenlige. Ved befrielsen blev han stillet for en tjenestemandsdømstol og efter en uklar retssag afskediget fra universitetet, dog med pension. Da han skulle forsvare sig i Selskabet, endte det i skænderi, og han blev bortvist fra Selskabets lokaler. I 10 år viste han sig ikke i Selskabet, og han blev fagligt isoleret, men fortsatte med sine studier inden for arkæologien. Efter de 10 år vendte han tilbage til Selskabet, publi-

cerede i dets skrifter, gav meddelelser og deltog flittigt i møderne. I 1959 opnåede han den ære at få et festskrift på sin 75-års-dag. Han døde tre måneder senere.

Niels Nielsen, også kaldet *Nilaus*, blev professor i geografi ved Københavns Universitet i 1939, en post, han bestred til sin pension i 1964. Han blev indvalgt i Selskabet i 1944. Nilaus stammede fra Sdr. Vissing i Jylland, læste naturhistorie på Københavns Universitet og skrev speciale inden for zoologi. Han ændrede derefter interesse og disputerede i 1924 inden for geografi med afhandlingen *Studier over Jærnproduktionen i Jylland*. Han var en engageret og initiativrig person, som fik stor betydning for udviklingen af geografien fra 1930'erne til 50'erne, hvor han opbyggede en stærk tradition for eksakte feltstudier. Fagligt blev han kendt for sine ekspeditioner til Island i 1924-1936 sammen med blandt andre geologen Arne Nøe-Nygaard, der også var medlem af Selskabet.

Også hans undersøgelser i Vadehavet vakte opmærksomhed. I 1930 grundlagde han med støtte fra Carlsbergfondet Skalling Laboratoriet. To år efter blev der opført et feltlaboratorium på Skallingen, i 1936 suppleret med et i Esbjerg Havn. Under 2. verdenskrig blev bygningen på Skallingen fjernet i forbindelse med anlægget af Atlanterhavsvolden, men efter krigen blev laboratoriet genopført på kanten af Skallingen med træhuse, der var blevet til overs efter konstruktionen af Rømhøddammen. Siden er der kommet yderligere tilbygninger, og laboratoriet er blevet moderniseret. Skalling Laboratoriet er i dag en af de få feltstationer i Danmark, som Københavns Universitet råder over. I 1953 oprettede Nilaus »De danske Vade- og Marskundersøgelser«, som dannede basis for en række disputatser, bl.a. af Niels Kingo Jacobsen, Børge Jacobsen og Jens Thyge Møller, der alle blev professorer.

Nilaus var også engageret i formidlingen af sit fag, bl.a. startede han serien *Atlas over Danmark*, der resulterede i flere disputatser, fx af Axel Schou, Åge Ågesen og Viggo Hansen, og i monografiserien *Folia Geographica Danica*. I 1960 flyttede Geografisk Laboratorium under hans ledelse ind i Kejsergadekomplekset, og i den forbindelse sørgede han for en sammenflytning med Det Kongelige Geografiske Selskab, der havde adresse på Nationalmuseet. Siden har de to institutioner haft fælles adresse, fra midten af 1960'erne i Haraldsgade og fra midten af 1980'erne på Øster Voldgade. Ved flytningen til Kejsergade ændrede Geografisk Laboratorium navn til Geografisk Institut.



Figur 8. Niels Nielsen, kaldet Nilaus, har nydt den for Selskabets medlemmer sjældne ære at optræde i Storm P's Dagbogsblade. Teksten i BT 5/11 1936 lød: »Dr. Niels Nielsen har i Geografisk Selskab udtalt, at vi gaar en ny Istid i Møde. – Naa, ja, vi er jo osse inde i November.« Storm P-Museet.

Nilaus var en stærk personlighed, der dominerede dansk geografi i næsten tre årtier. Det skyldtes især, at han var flittig, dygtig, entusiastisk og havde organisatorisk talent. Han var en fremragende formidler og var kendt i offentligheden. Han efterlod geografien i København i voldsom vækst og med mange dygtige medarbejdere.

Geografiens udvikling tilpasset et masseuniversitet efter 2. verdenskrig

I løbet af 1950'erne, 60'erne og 70'erne ændrede universiteterne karakter og skulle modtage et stigende antal studerende. Der var derfor behov for at udvide staben af videnskabelige medarbejdere også på Geografisk Institut og for at oprette geografi som fag på de nye universiteter.

På Aarhus Universitet blev Johannes Humlum ansat som professor i geografi i 1943. I 1954 blev geografien knyttet til det nyoprettede naturvidenskabelige fakultet, og i 1963 blev det muligt at tage hovedfag i geografi. Humlum var en visionær person: forslag om en midtjysk motorvej, lufthavn på Saltholm og inddæmning af det sydfynske øhav var blandt hans mange

mere og mindre vilde ideer. Han var også en stridbar person, der ikke var god til at skabe et frugtbart forskningsmiljø omkring sig. I 1966 blev der så store samarbejdsproblemer, at universitetet og undervisningsministeriet måtte gribe ind. Løsningen blev et kulturgeografisk institut kun til Humlum, beliggende uden for universitetet. Det ledede han til sin pensionering i 1981.

I den tumultariske periode omkring 1970, hvor marxistiske og radikale strømninger gik gennem universiteterne, opdeltes faget på Aarhus universitet i et fysisk-geografisk og et human-geografisk laboratorium. Jens Thyge Møller, der var professor i fysisk geografi, besluttede allerede i 1971 at få den fysiske geografi overført til geologi, hvilket efterlod kulturgeografien i en prekær situation, som et humanistisk fag under det naturvidenskabelige fakultet. Det viste sig ikke politisk mulig at overføre kulturgeografien samlet til det humanistiske fakultet, og derfor blev kulturgeografien i Aarhus udfaset og endelig nedlagt i 1991.

Roskilde Universitetscenter (RUC) blev startet i 1972 med en alternativ pædagogik præget af projekter og gruppearbejde. Undervisningen omfattede en toårig basisuddannelse i et af tre hovedområder: humaniora, naturvidenskab og samfundsvidenskab, fulgt af en overbygning. Geografi indgik i forskellige institutkonstruktioner gennem tiden, fx sammen med datalogi i Institut for Geografi, Samfundsanalyse og Datalogi. Senere gik geografien sammen med samfundsfag, historie og engelsk i Internationale Udviklingsstudier og fra 2006-2015 i Institut for miljø, samfund og rumlig fordeling. I alle konstruktionerne deltog faget udelt, men ved reformen i 2016 gik kulturgeografien til Institut for mennesker og teknologi, mens naturgeografien kom til Institut for naturvidenskab og miljø.

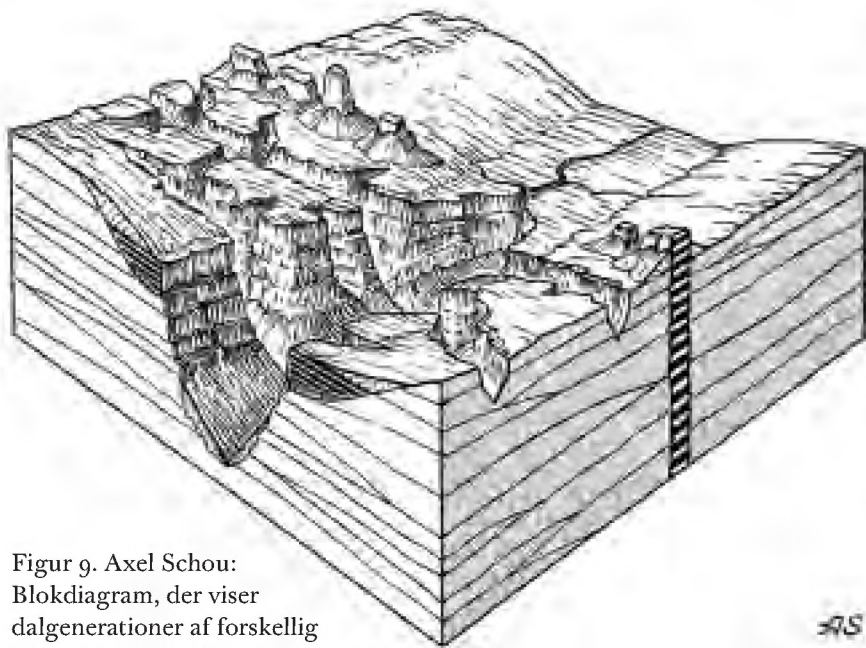
Aalborg Universitetscenter, senere Aalborg Universitet (AAU), blev grundlagt i 1974 ved en sammenlutning af en række allerede eksisterende uddannelser i byen, bl.a. Danmarks Ingeniørakademis afdeling i Aalborg. Senere er Ingeniørskolen i Esbjerg og Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) blevet dele af Aalborg Universitet – med en filial i København. AAU har en bachelor- og masteruddannelse i geografi, der omfatter både natur- og kulturgeografiske temaer som »befolkning, samfund og ressourcer«, »dynamik og processer i naturlandskabet«, »samfund og miljø« og »klimaændringer og naturressourcer«.

Geografisk Institut på Københavns Universitet voksede betragteligt gennem de tre første dekader efter 2. verdenskrig, både med hensyn til ansatte og til indtag af studerende. Der opstod derfor grupperinger inden for staben med store faglige og politiske uoverensstemmelser, især omkring 1970, hvor ungdomsoprøret rasede og marxistisk geografi stod stærkt blandt de unge geografer og de studerende. Geografien blev derfor delt op i to naturgeografiske og tre kulturgeografiske laboratorier: »Almen naturgeografi«, »Geomorfologi«, »Kulturøkologi og landbrugsgeografi«, »Bebyggelsesgeografi, bygeografi og fysisk planlægning« og endelig »Almen kulturgeografi«, hvor det sidste i realiteten var marxistisk geografi. Denne opdeling holdt til slutningen af 1980'erne, hvor den marxistiske geografi var stærkt på retur og nye samarbejdsmonstre var opstået. I dag består geografien af fire forskergrupper præget af et tæt samarbejde.

Flere markante personligheder tegnede faget efter 2. verdenskrig, men kun fire er blevet indvalgt i Selskabet, og af dem har de tre været aktive inden for de sidste 25 år. De fire forskere var alle tilknyttet Geografisk Institut på Københavns Universitet og vil blive omtalt i det følgende.

Axel Schou var født i København og blev cand. mag. i 1927. I 1953 blev han udnævnt til professor i fysisk geografi ved Københavns Universitet, et embede, han bestred til sin pensionering i 1972. Han begyndte sin karriere som lærer i gymnasiet, hvor det viste sig, at han var en fremragende pædagog, hvilket mange geografistuderende senere også nød godt af. I 1945 disputerede han med *Det marine Forland* og fik dermed sit gennembrud som forsker inden for kystmorfologi. Hans grundlæggende studier over de kystdannende processer og det marine forlands komplicerede dannelse blev internationalt anerkendt, hvad der afspejledes i, at han var formand for Den Internationale Geografiforening »Commission on Coastal Geomorphology« 1952-1972. Herhjemme blev hans forskning anerkendt ved hans indvalg i Selskabet i 1960. Foruden det videnskabelige vil han blive husket for sine fremragende forelæsninger, der tryllebandt tilhørerne, og for de kunstneriske blokdiagrammer, han udformede.

Schou var fra 1941 inddraget som medarbejder Nilaus' nye serie *Atlas over Danmark*. Første bind, et tekst- og atlasbind, blev hans *Landskabsformerne* (1949), som blev rigt illustreret med blokdiagrammer. I 1960'erne kom den store tilstrømning af studerende, der betød, at faget måtte flytte fra Kejsergade til Haraldsgade, hvor



Figur 9. Axel Schou:
Blokdiagram, der viser
dalgenerationer af forskellig
klimatisk-geomorfologisk type på
Gran Canaria. *Geografisk Tidsskrift* 72, 1973.

ungdomsoprøret forbitrede Schous arbejdsliv. Han fandt derfor stort behag ved medlemskabet af Selskabet. Efter sin pensionering forblev han forskningsmæssigt aktiv, og han døde i Rom i 1977 ivrigt optaget af at udforske kystudviklingen ved Ostia og klimasvingningers betydning for øget erosion.

Figur 10. Sofus Christiansen i faglig diskussion med en af sine gamle venner på Bellona i 2006. Foto Ole Mertz.

Sofus Christiansen blev født i Dalby på Sjælland. Han blev student i 1949 og cand.mag. i geografi i 1955. Året efter fik han guldmedalje for prisopgaven »Om det sydfynske øhavs kyster«, som var stillet af Schou. På Schous foranledning deltog Christiansen på Noona Dan-ekspeditionen til Stillehavet i 1962, hvor han stu-



derede koralkyster. Som andre danske forskere tabte han sit hjerte til Bellona, en lille korallø i Salomon-øerne. Han blev meget interesseret i øboernes landbrugssystem, og han opholdt sig flere gange gennem 1960'erne på Bellona, bl.a. med to andre medlemmer af Selskabet, Torben Monberg og Rolf Kuschel.

Et håndgribeligt resultat af besøgene blev Sofus Christiansens disputats *Subsistence on Bellona Island*, der blev forsvaret i 1975. Disputatsen beskriver de funktioner, der er vigtige for at kunne opretholde selvforsyning i isolerede områder som Bellona. Værket blev skelsættende for den del af kulturgeografien, der traditionelt beskæftiger sig med sammenhængen mellem miljø og kultur. Christiansen introducerede nye kvantitative metoder og benyttede et begrebsapparat til at beskrive et »shifting cultivation«-landbrugssystem, som minder om det, der kendes fra biologiens økologi. De metoder, han beskrev i sin disputats, er blevet model for den efterfølgende generation af økologiske geografer med professor Annette Reenberg i spidsen.

Hjemme anvendte Christiansen sine systembetragtninger fra Bellona på undersøgelser af det traditionelle danske hedebrug og på det færøerske spadebrug (»reinavelta«), der traditionelt og bevidst anvendte økologiske betragtninger i landbruget. Hans bidrag til viden om det danske hedebrug var en kvantificering af stoftransporten fra udmark og eng til indmarken tæt ved gården. Til sine undersøgelser benyttede han arkivmateriale i form af dagbøger fra Peder Knudsen, der i midten af 1800-tallet var husmand ved Haderup å og førte nøje optegnelser over sit gødningsforbrug, og hvornår og hvordan det håndteredes. På basis af dette kildemateriale blev der på Hjerl Hede lavet eksperimenter, som viste, at i hedebruget var opstaldning og møddingpleje af afgørende betydning for at mindske næringsstofftabene. Efter sin pensionering forblev han en aktiv forsker, og det var en stor glæde for ham, at Galathea 3-ekspeditionen i 2006 omfattede aktiviteter på Bellona, hvor han selv deltog og mødte gamle bekendte fra 1960'erne. Det var en passende afslutning på et langt forskerliv. Året efter døde han.

Hans store organisatoriske bedrift i 1970'erne var at holde sammen på Geografisk Institut, der var i alvorlig krise på grund af studenteroprøret og den marxistiske bølge, der især ramte kulturgeografien. I den periode var der stærke kræfter, der arbejdede på en spaltning af geografin i naturgeografi og kulturgeografi, som det skete i Aarhus og på mange andre universiteter i Vesteuropa. Christiansen, som selv var en bredt orienteret geograf med et ben i både natur- og kulturgeo-

grafien, kæmpede imod en opsplitning, der ville ødelægge mulighederne for at bedrive en moderne økologisk geografisk forskning. Hans store evner som diplomat kom på prøve, men det lykkedes ham at få ført geografien udelt igennem krisen. Uden hans diplomati og den respekt, der stod om ham som person, var geografien på Københavns Universitet formentlig kollapsede i løbet af 1970'erne. Han blev medlem af Selskabet i 1979.

En anden geograf, der blev medlem af Selskabet, var Henrik Breuning-Madsen, der blev indvalgt i 1992 og var dets generalsekretær fra 2004 til 2009. Han blev født i 1949 på Frederiksberg, blev cand. scient. i naturgeografi i 1975 og lic. scient. 1978 med afhandlingen »Jordbundskartering og bonitering belyst ved hjælp af jordens vandretention, bygs rodudvikling og simuleret planteproduktion«. I 1983 disputerede han med afhandlingen *Himmerlands Jordbundsforhold*. Samme år fik han efter en ansættelse ved Landbrugsministeriets Arealdatakontor i Vejle et lektorat på Københavns Universitet, og i 1991 blev han professor i jordbund og miljø.

Hans forskning kan inddeles emnemæssigt. Det forskningsmæssige udgangspunkt var i sidste halvdel af 1970'erne jordens vandretention og afgrøders rodudvikling, der blev anvendt som inputs i modeller for at simulere jordens indhold af plantetilgængeligt vand og afgrøders vandingsbehov. I 1980'erne udviklede han en metode til kortlægning af okkerpotentielle jorde, som blev anvendt til kortlægning af denne jordbundstype i hele Jylland. Kortlægningen indgår i dag som en vigtig del af okkerloven. I 1980'erne ledede han jordbundsprojekter langs DONG's gasledning og i Landskontorets for planteavl landsdækkende 7 km grid-net. Dette materiale danner rygraden i den danske jordbundsdatabase. Fra 1990'erne stod han i spidsen for opbygningen af en jordbundsanalyse database knyttet til det europæiske jordbundskort i skala 1:1.000.000. Dette omfattende arbejde bestod i at koordinere indsamlingen og kvalitetssikringen af sammenlignelige jordbundsdata fra bl.a. hele EU.

I 1993 måtte en gravhøj lade livet af hensyn til en firesporet motorvej mellem Fredericia og Vejle. Under udgravningen blev der fundet flere uforklarlige jernlag. Det førte til et langvarigt og frugtbart samarbejde med arkæologen Mads Holst, som nu er direktør for Moesgaard Museum og medlem af Selskabet. Der blev foretaget kemiske analyser fra flere gravhøje med jernlag, og der blev bygget eksperimentelle gravhøje på Historisk-Arkæologisk Forsøgscenter i Lejre (nu

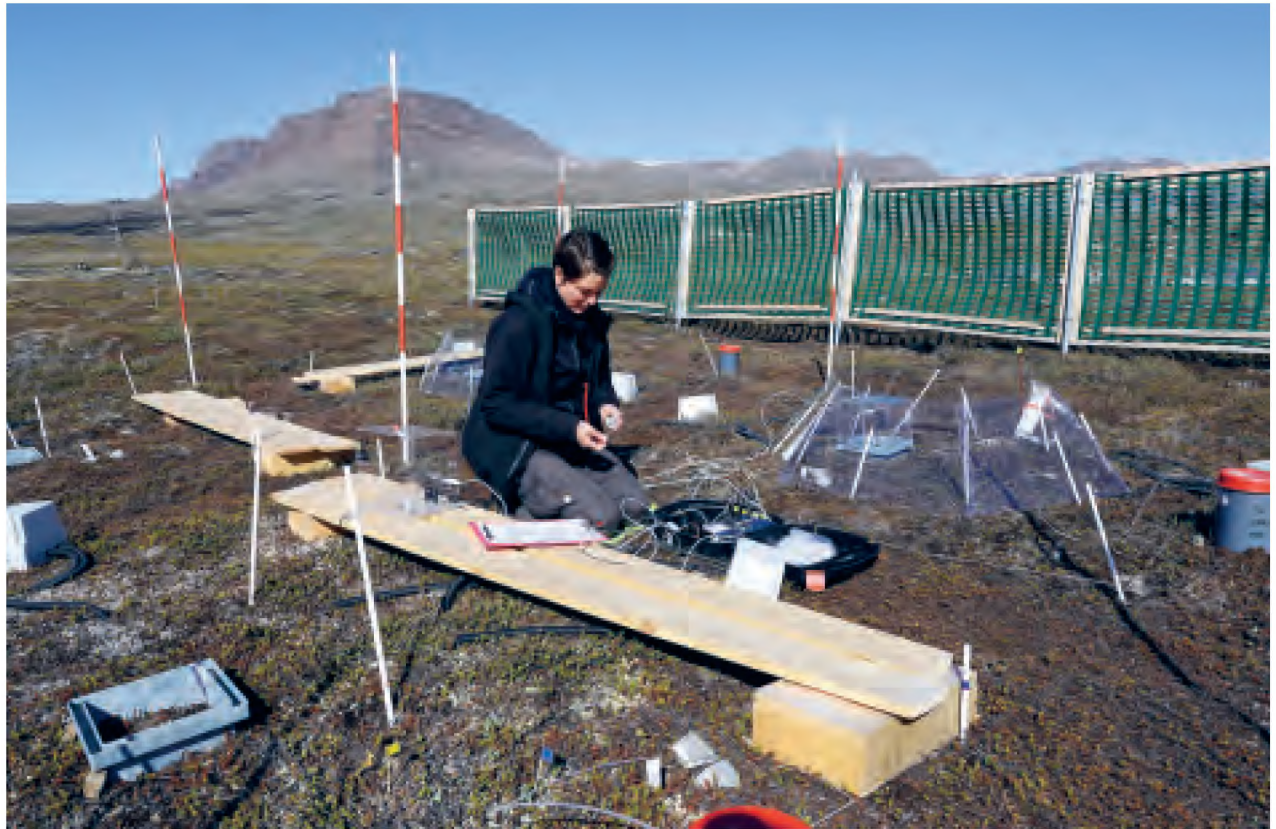


Figur 11. Velbevaret 3,3 år gammel flæskesteg i en egekiste udtaget fra eksperimentel gravhøj på Historisk Arkæologisk Forsøgscenter, Lejre (nu Sagnlandet Lejre).

Sagnlandet Lejre), hvor man begravde både en flæskesteg og slagtede smågrise.

På den baggrund kunne det konkluderes, at det var redox-processer i højene, der skabte de jernlag, som omslutter kisterne i bronzealderhøjene. Undersøgelserne af bronzealderhøjene afsluttedes i 2002-2004, hvor en bronzealderhøj (Skelhøj) ved Ribe med en blå, iltfattig kerne blev udgravet. Disse gravhøjsundersøgelser blev også brugt i en ny tilgang til referencejorde, hvor Breuning-Madsen og Bo Elberling (se nærmere s. 197f) arbejdede sammen om udforskning af bronzealderjordene som arkiv for præindustrielle jordes indhold af organisk kulstof og tungmetaller. Dette arbejde fortsatte i 2009-2013, hvor Breuning-Madsen foretog borer i de to Jellinghøje som en del af Nationalmuseets undersøgelser af Jelling Monumenterne.

I perioden 1991-2015 var Breuning-Madsen ansvarlig for opbygningen og vedligeholdelsen af et jordvandplantelaboratorium ved University of Ghana i Accra. Formålet var at sikre speciale- og ph.d.-studerende mulighed for at generere empiriske data til deres afhandlinger, og flere hundrede studerende har benyttet laboratoriet. Det var også tanken at etablere samarbejdsprojekter mellem ghanesiske og danske forskere, og Breuning-Madsen var initiativtager til en række konkrete forskningsprojekter med udgangspunkt i Ghana. Disse projekter var på den ene side vigtige i en



Figur 12. Snehegn er en del af forsøgsopsætningen på Disko i Vestgrønland. Her arbejder forskere fra Center for Permafrost (CENPERM) med at belyse effekter af klimaændringer. Det gælder ændringer i tilgængeligheden af plantenæringsstoffer, plantevækst og frigivelsen af en række drivhusgasser. CENPERM sætter fokus på et komplekst samspil af geo- og biovidenskabelig processer.

vidensopbygning, der er relevant for Ghana, og samtidig havde de også karakter af grundforskning. Eksempelvis blev der udviklet nye metoder til at indsamle støv fra Harmattanen – en støvholdig vind, som hvert år blæser fra Sahara ned til bl.a. Ghana. Efter 10 års støvindsamling har det vist sig, at næringsstofftilførslen med vind ikke har nogen praktisk betydning for landbruget. I samarbejde med Jens Martin Knudsen, der fik Selskabets guldmedalje i 2004, påviste Breuning-Madsen, at støvet på Mars er mere magnetisk end støvet fra Sahara. Aktiviteterne i Ghana har siden 2000 finansieret udgivelsen af et tidsskrift med fagfællebedømmelse, *West African Journal of Applied Ecology*.

Galathea 3-ekspeditionen i 2006 bandt tre af Selskabets geografer sammen: Sofus Christiansen, Henrik Breuning-Madsen og Bo Elberling. De deltog sammen med en større gruppe forskere fra Geografisk Institut i studier af livet på nogle udvalgte øer i Salomonøerne, hvor Breuning-Madsen og Elberling fulgte i Christiansens fodspor og bl.a. undersøgte samspillet mellem jordbund og bøndernes valg af afgrøder på Bellona.

Bo Elberling blev ansat som forskningslektor og i 2005 som professor i miljøgeokemi ved Geografisk Institut. Han er født i Viborg i 1968 og uddannet ved Geologisk Institut på Aarhus Universitet med speciale i naturgeografi. Under sin videre uddannelse ved University of Waterloo i Canada lagde han særlig vægt på biogeokemiske processer i jordmiljøet. Uddannelsen blev afsluttet med en ph.d.-afhandling ved Geologisk Institut på Aarhus Universitet i 1996. I 2005 forsvarede han ved Geografisk Institut på Københavns Universitet sin disputats om iltforbrugende processer i jorden. Han har været medlem af selskabet siden 2012.

Elberlings forskning har været centreret omkring samspillet mellem jordluft, jordvand og jordens faste fase. Denne tilgang markerede et skifte fra en deskriptiv til en mere kvantitativ tilgang til jordbundsgeografien med målinger af gasflukse, indsamling af jordvand og jordluft.

Nye emner blev siden centrale for hans forskning. Et af dem var håndteringen af mineaffald, herunder nye metoder til at måle iltoptaget i mineaffald i Canada, Grønland og Svalbard. Et andet har været omsætningen af jordens organiske pulje i relation til areal-

ændringer i tropiske landbrugssystemer; dette arbejde er foregået i tæt samarbejde med Breuning-Madsen. Forskningen i landbrugspraksis, arealændringer og ændringer i jordens pulje af kulstof og næringsstoffer har i perioder bragt Elberling tæt på kulturgeograferne. På danske breddegrader har hans forskning været fokuseret på samspillet mellem nedbør, vandspejlsvariationer, drivhusgasproduktion og dertil knyttet frigivelse af drivhusgasser fra danske skovøkosystemer og vådbundsområder.

Med sin forskning i både mineaffald og omsætning af organisk stof i jord har han taget initiativ til at kombinere manipuleringsforsøg i felten med deltaljerede feltmålinger, kontrollerede laboratorieforsøg og modellering. Laboratoriet på Øster Voldgade har således været rammen om forsøg med fryseblokke, vækstkamre med levende planter, mikroelektrodestudier mv. i tæt samarbejde med biologer, kemikere og arkæologer.

Den tværvideenskabelige tilgang har fået betydelig medvind i form af grundforskningscenteret Center for Permafrost (CENPERM). Centeret (2012-2022) ledes af Elberling og er indlejret på Geografi ved Københavns Universitet. Et tæt samarbejde med mikrobiologer, planteøkologer og andre faggrupper gør det muligt at belyse det komplekse samspil mellem klima, natur og mennesker i Grønland. Centrets forskning har rødder langt tilbage i faget geografi og tager udgangspunkt i den indsats i Grønland, som bl.a. Bjarne Holm Jakobsen og Henrik Søgaard fra Geografisk Institut var involveret i fra midten af 1990'erne.

Arktisk Station på Disko i Vestgrønland er et vigtigt omdrejningspunkt for arbejdet i CENPERM. Her startede Elberling for 25 år sin arktiske forskning, og han har siden 2014 været leder af Arktisk Station. Områdets snehegn og kunstigt opvarmede felter varsler, hvad fremtiden kan byde på.

Koblingen mellem geografi og arkæologi præger også Elberlings forskning på Grønland. Landets frosne køkkenmøddinger har vist sig at rumme en unik kilde til informationer om fortidige menneskers levevis i Grønland. Nu er de truet af klimaændringer: Ved opthøning kan de organiske lag omsættes hurtigt og producere varme, der kan accelerere en yderligere opthøning, uanset fremtidige svingninger i klimaet.

Generelt er Elberlings forskning tæt koblet til undervisning og anden formidling. Hans og Ole Borggaards lærebog *Pedological Biogeochemistry* er blevet genoptrykt flere gange siden 2004. *Det isfrie Grønland* (2016) formidler i tekst og billeder arbejdet ved CENPERM til et bredere publikum.

Det er interessant, at det var på Grønland, denne fortælling om geografifaget startede, og også her, den slutter - fra Hans Egede og ti generationer frem.

Kilde til citat

s. 191 Buciek 1999, s. 48.

Litteraturliste

- Askgaard H. & D. Smedegaard 2016: *Vildfuglene - En biografi om Emilie Demant og Gudmund Hatt*.
- Buciek, Kjeld 1999: »Ernst Löffler (1835-1911) - Mellem kunst og natur - En forskerbiografi«. I: Illeris 1999.
- Christiansen S. 2005: *Det Kgl. Danske Geografiske Selskab - De første 125 år 1876-2001*.
- Egede, H. 1741: *Det gamle Grønlands nye Perustration*.
- Elberling, B. 2016: *Det is-frie grønland. The ice-free Greenland*.
- Hansen, J. M. & H. H. Thomsen (red.) 2013: *Vi, de jordbundne - glimt af GEUS gennem 125 år (1888-2013)*.
- Henriksen, N. 2005: *Grønlands geologiske udvikling*.
- Henriksen, N. 2015: *Grønlands geologi udforskes - glimt af geologernes arbejde*.
- Haaack, H. 2012: *Meteoritter*.
- Illeris, S. (red.) 1999: *Danske geografiske forskere*.
- Ineson, J. R. & F. Surlyk (red.) 2003: *The Jurassic of Denmark and Greenland. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 1*.
- Noc-Nygaard, N. 1995: *Ecological, sedimentary, and geochemical evolution of the late glacial to postglacial Amose lacustrine basin, Denmark*. Fossils & Strata 37.
- Ries, C. J. 2003: *Retten, magten og æren*.
- Sørensen, H. (red.) 2001: *The Ilímaussaq alkaline complex, South Greenland: status of mineralogical research with new results. Geology of Greenland Survey Bulletin 190*.
- Ussing, N. V. 1903: »Om Jyllands Hedesletter og Teoriene for deres dannelse«. I: *Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger II*.
- Ussing, N. V. 1907: »Om floddale og randmoræner i Jylland«. I: *Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger IV*.
- Ørsted, H. C. & L. Esmarch 1819: *Beretning om en Undersøgelse over Bornholms Mineralrige udført 1818 efter kongelig Befaling gennem Rentekammeret*.