

GEOLOGIENS GRUNNLEGGER

TIDLIGT UDE. 1600-TALLETS STORE POLYHISTOR NIELS STENSEN FOREGREB BÅDE KANT, DARWIN OG POPPER, DA HAN FEJEDE SAMTIDENS NATURVIDENSKAB AF BORDET OG GENTENKTE VIDENSKABENS GRUNDLAG. I JESU NAVN: HVILKET KAOS!

TEKST: Jens Morten Hansen, statsgeolog ved GEUS, adjungeret professor i naturfilosofi ved KU

Da den moderne videnskab opstod i 1600-tallet, var en af de helt store skikkelser danskeren Niels Stensen (1638-1686) eller Steno, som man kaldte ham. Ikke alene grundlagde han geologien og palæontologien og gjorde store opdagelser som anatom. Han var også en banebrydende videnskabsfilosof. Som ganske ung formulerede han en række af de grundlæggende principper, som eftertidens bedste forskere begyndte at arbejde efter.

Men uheldigvis har videnskaben stort set glemt, at disse principper i væsentlig grad kommer fra Steno. Nok mest fordi Stenos var en kontroversiel og efterhånden også noget mystisk person i både samtiden og de følgende 150 år: Opvokset som stærkt troende i det ortodoks-lutheranske Danmark, men konverteret til katolicismen i Italien. Præsteviet samtidig med at han grundlagde den mest religionskritiske videnskab af alle, geologien. Endt som titulær biskop af den dengang for længst ikke-eksisterede østromerske by Titiopolis i Lilleasien. Og så var han fra det efterhånden betydningsløse Danmark, der lige havde mistet næsten halvdelen af sit område og befolkning til Sverige. Med andre ord kunne hans navn hverken styrke den nationale stolthed i Danmark eller hos hans mæcener, medicinerne Ferdinand II og Cosimo III i Firenze.

Fra Stenos død i 1686 til 1830 var hans navn derfor stærkt på vej til at gå i glemmebogen, selv om hans videnskabelige principper og konkrete forskningsresultater hurtigt vandt betydelig udbredelse. Først omkring 1830 blev Stenos store, men overvejende

anonyme betydning opdaget af tre betydelige naturforskere: Grundlæggeren af den fysiske geografi, Alexander von Humboldt, grundlæggeren af Frankrigs geologiske undersøgelse, Elie de Beaumont, og grundlæggeren af moderne britisk geologi, Charles Lyell, hvis bøger om Jordens umådelige alder og gradvise udvikling inspirerede Darwin til at studere Sydamerikas geologi og fossiler og til at udvikle en evolutionsteori for den levende verden.

Men det forblev stort set ukendt, at Stenos mere videnskabsteoretiske holdninger og arbejder var en vigtig bestanddel af den videnskabelige revolution i 1600-tallets sidste halvdel og 1700-tallets oplysningstid. Det fremgår af en særudgivelse af det ansete tidsskrift *Geological Society of America Memoir*, hvori en række videnskabshistorikere har behandlet geologiens og palæontologiens forvandling fra overvejende religiøs spekulation til egentlig videnskab på overgangen mellem Renæssancen og Oplysningstiden.

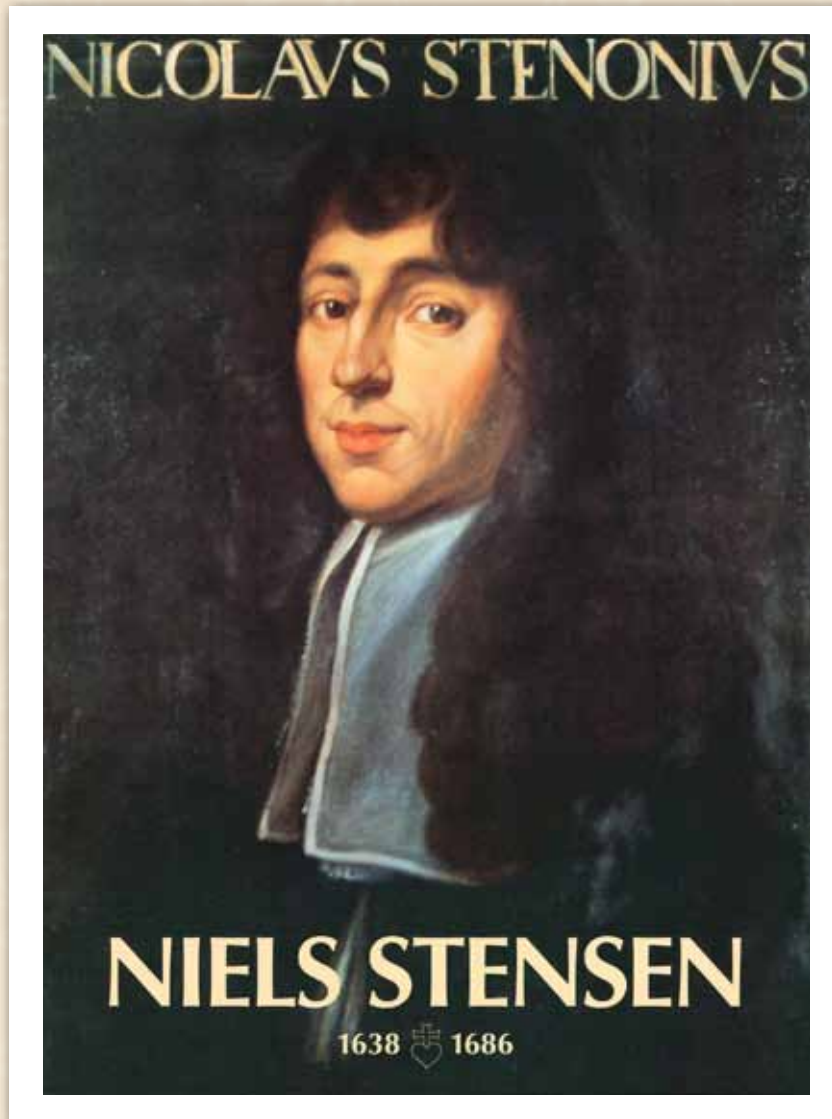
På den tid arbejdede enkelte forskere endnu med mange fag, og Steno var en af dem, der havde læst det meste af, hvad der var skrevet om naturvidenskab. Det var han begyndt på som ganske ung student, og i 1658-59, da Københavns Universitet var lukket som følge af den svenske belejring af byen, brugte Steno ventetiden til at pløje sig igennem universitetets bibliotek, der var samlet på loftet af den nyopførte Trinitatis Kirke. Sine indtryk nedskrev han i det såkaldte Chaos-manuskript, som så sent som i 1946 blev fundet mellem Galileis papirer i Firenze. For få år siden blev *Chaos* oversat fra latin til engelsk og udgivet af den danske jesuiterpræst og fysiker August Ziggelaar.

At Steno allerede som 20-årig ikke var

imponeret over videnskabens stringens fremgår blandt andet af, at han slutter det enorme referat af med at give det titlen: "In Nomine Jesu: Chaos!" Det kan vel nærmest oversættes til et hovedrystende "I Jesu navn: Hvilket kaos!" Med andre ord mente Steno, at naturvidenskab var en rodebunke, og at der manglede stringens. Han begyndte derfor tidligt at interessere sig for, hvordan man kan opnå sikker viden, og hvordan forskere kan beskytte sig mod både egne og andres fejltagelser. Det førte til, at Steno som den første konsekvent hævdede det princip, at et *demonstrativt sikkert* resultat skal bygge på både teoretisk analyse (fornuft) og empiri (konkrete undersøgelser). Således er der ikke tvivl om, at naturvidenskabens enorme succes i de kommende århundreder bygger på denne vekselvirkning mellem teori og praktiske undersøgelser.

Skridtet herfra og til også at udelukke religiøse argumenter som videnskabelige beviser var ikke stort teoretisk set, men enormt i forhold til både samtiden og hans egen dybe religiøsitet. Ikke desto mindre er det, hvad Steno gør: Religiøse argumenter dur ikke i videnskab. Ja, Steno går endda så vidt som til at sige, at "sand naturvidenskab er den højeste lovprisning af Gud." Med andre ord: Skulle der være uoverensstemmelser mellem bibelen og sikre naturvidenskabelige resultater, så må der være noget galt med bibelfortolkningen.

Når disse banebrydende tanker først nu er blevet anerkendt som Stenos værk, skyldes de nok især, at hans videnskabsteori er formuleret snart i hans anatomiske, snart i hans geologiske afhandlinger og desuden i brevsvekslinger med filosofferne – og vennerne – Leibniz og Spinoza. Sammenholder man hans tanker her med hans almene sammenfatning fra 1673, ser man en ung



mand, der efter at have bestemt sig for at gøre noget ved roderiet i naturvidenskaben, uforfærdet afliver de mest udbredte dogmer om sjælen, hjertet og hjernen og påviser de største autoriteters fejltagelser, for eksempel Descartes'.

Den unge Stenos var tilhænger af Descartes' ideer. Men han indså, at Descartes videnskabsteori var ufuldstændig, da han blev inviteret til Paris for at holde et – nu berømt – foredrag om hjernens anatomi. For at forklare forbindelsen mellem Gud, sjælen og mennesket havde Descartes udtænkt en hjernemodel. I følge den sidder koglekirtlen midt i hjernen, hvor den gennem vibrationer og rotationer fungerer som en slags elektrisk kontakt. Koglekirtlen styres af sjælen, der igen styres af Gud. Når så koglekirtlen berører snart den ene, snart den anden del

af hjernens inderside, vil det få hjernen til at sende impulser til musklerne og andre organer, så vi gør, som Gud har bestemt.

Steno forkastede denne model fuldstændig, da han havde dissekeret menneskehjerner og som den første givet en naturtro beskrivelse af hjernens anatomi. Steno havde noteret sig, at Descartes hjerne-dissektioner var sløsedede og beskrivelsen helt igennem spekulativ. Derpå beskriver Steno hjernens grundlæggende funktion, omtrent som vi forstår den i dag: Gennem nerverne transmitterer sanseorganerne signaler fra omverdenen til hjernen, for at den kan træffe hensigtsmæssige beslutninger. Fra hjernen går der derpå impulser gennem andre nerverbaner til for eksempel musklerne, så vi agerer, som vi har besluttet. Ikke Gud men vi selv beslutter, hvad vi vil gøre, og derfor

har vi ansvar. Men hvordan hjernen bærer sig ad, og hvor de enkelte funktioner ligger, er vi fuldstændig uvidende om.

Om Descartes' og andre spekulative anatomers hjerneforskning udtalte han disse barske ord: "Disse mennesker vil give Dem en beskrivelse af hjernen og beligheden af alle dens funktioner som om de selv havde været til stede ved skabelsen af denne vidunderlige maskine og havde gennemskuet alle dens store bygmesters inderste planer." Tværtimod, fortsatte Steno (i sin geologiske afhandling!), er hjernen så kompliceret, at den næppe nogensinde vil begribe sig selv "da dog mennesket – selv når det frembringer de allermest kunstfærdige ting – kun gennem en tåge ser, hvad det har frembragt, og hvilke organer, det har brugt dertil."

Når vi er uenige, skyldes det ifølge Steno at vi ikke sanser tingene, som de er i sig selv, men kun de omstændigheder ved tingene, som sanserne er følsomme overfor. Steno opstiller kort sagt en model for sansningen, der er meget lig Immanuel Kants skelnen 150 år senere mellem tingene som de er i sig selv og som vi opfatter dem.

Forud for denne begyndende forståelse af menneskets beslutninger, dets tågede bevidsthed og begrænsede sansning var der gået et andet brud med tidens dogmer. Da Steno var begyndt at udforske musklernes funktionsmåde, indså han, at hjertet ikke kunne have den særlige, guddommelige status, som man i samtiden tillagde det. I et brev til Thomas Bartholin skriver han omtrent sådan: "Man har anset hjertet for at være sjælens sæde og åndens trone, men i hjertet finder man intet, som ikke også findes i enhver muskel, og i enhver muskel finder man intet, som ikke også findes i hjertet. Hjertet er en muskel." Den unge Steno havde ikke selv mod på at offentliggøre denne dogmebrydende indsigt. Men da Bartholin året efter publicerede Stenos brev, fløj Stenos navn til tops i Europas lærde kredse, og kort tid efter blev han inviteret til Paris, hvor han holdt sit berømte hjerneforedrag.

Efter hjerneforedraget i Paris nåede Stenos ry til medicinerne Firenze, hvortil storhertug Ferdinand II's bror inviterede ham for at give en forklaring på fossilerne og Jordens skabelse. Her stod Steno over for det problem, at man dengang ikke havde en historisk opfattelse af Jorden. Den engelske biskop James Ussher havde omtrent samtidig fastslået på basis af nøje bibelstudier, at Jorden var skabt den 23. november 4004 år før Kristi fødsel, kl. 12! Jorden var altså mindre end 6.000 år gammel. Derfor forekom det de lærde helt usandsynligt, at man kunne finde rester af havdyr indlejret i lagene på de højeste fjeldtoppe eller tusinder af mile fra havet. Det ville kræve enorme forandringer af Jorden, der umuligt kunne ske på så kort tid, som Jorden havde eksisteret. De fossiler af havdyr man fandt sådanne steder, måtte derfor være vokset i lagene eller anbragt der af Gud selv, for at vi skulle have noget at undres over.

Omtrent samtidig med Stenos ankomst til Firenze blev der imidlertid indbragt en kæmpehaj til Livorno, hvor den påkaldte sig

betydelig opmærksomhed. Ferdinand II bad Steno dissekere hajen. Steno opdagede nu, at de tungeligende *glossopetrae*-fossiler, som ofte kunne findes i bjergene i Italien, var identiske med kæmpehajens tænder. Men han kunne ikke uden videre bevise denne sammenhæng. Derfor formulerede Steno en række principper for frugtbare videnskabelige gisninger og for afvisning af dårlige gætterier. Hermed skabte han en række principper, som på nogle punkter i utrolig grad ligner Karls Poppers 300 år yngre videnskabsteori om "conjectures and refutations", gæt og tilbagevisning, som gjorde Popper til en af det 20. århundredes mest ansete videnskabsteoretikere.

Da fossilproblemet var løst, bad storher-tugen Steno finde ud af, hvordan Jorden er

"Man har anset hjertet for at være sjælens sæde og åndens trone, men i hjertet finder man intet, som ikke også findes i enhver muskel, og i enhver muskel finder man intet, som ikke også findes i hjertet. Hjertet er en muskel."

skabt – på tre måneder. Efter seks måneder undskylder Steno stærkt brødbetyngtet, at han endnu kun kan forelægge en *prodromus*: en foreløbig forklaring. Problemet er især, at hans undersøgelser viser, at Jordens historie er så langt fra de almindelige forestillinger, at sandsynligvis ingen vil tro ham, med mindre hans forklaringer bygger på uigendrivelige iagttagelser og fuldkommen stringente metoder. Prodromussen bygger derfor i første halvdel på en lang række grundlæggende betragtninger over, hvordan god videnskab skal udføres, hvilke metoder, der kan anses for at være sikre, og hvilke typer af ønsketænkning og vildfarelser forskere især skal vogte sig for.

Resultatet af Stenos teoretiske overvejelser er en række præcise forklaringer på, hvordan forandring helt grundlæggende skal forstås. Derpå følger tre erkendelseskriterier, der den dag i dag er grundlaget for geo- og biovidenskabelig erkendelse og for så vidt også for en række andre videnskaber og teknikker, herunder kriminalteknikken. Således er det Stenos erkendelseskriterier, som 200 år senere inspirerer Conan Doyle til hans mange kriminalromaner om den legendariske Sherlock Holmes opklaringer og stringente metoder.

Det første kriterium kan man kalde *kronologikriteriet*. Det er først og fremmest en påvisning af, at enhver relation mellem faste strukturer kan anvendes til dels at påvise, hvad der er dannet først, og hvad der

er dannet sidst, og dels hvad der påvirker og hvad der påvirkes af omgivelserne. Hermed kan man udrede hændelsesforløb og skelne sikkert mellem virkninger og mulige årsager.

Andet kriterium kan kaldes genkendelseskriteriet. Det bygger på den forestilling, at naturkræfterne – uanset vores beskrivelse af dem – er entydige og almene, og at ting, der er fuldstændig ens, derfor også er dannet på samme måde og i tilsvarende omgivelser. Kriteriet er afgørende for at kunne skelne mellem gode og dårlige analogier og er en almen formulering af de teoretiske overvejelser, der førte til sandsynliggørelsen af, at fossiler er rester af fortidige dyr og planter.

Tredje og sidste kriterium kunne kaldes bevaringskriteriet. Hermed kan man afgøre, om en række af kronologisk ordnede hændelser, for eksempel en række af geologiske lag, dækker hele historien, eller om noget mangler. Om noget mangler kan f.eks.

ses, når et lag er eroderet ned i ældre lag. Så mangler der noget, og tegnet herpå er, at lagene ikke er parallelle, men at det ene lag kiler ud i en eller anden vinkel til det andet lag. Hvor meget der mangler af historien, kan vi ikke fastslå, kun at der mangler noget, som vi må nøjes med fornuften til at danne os en mening om.

Først efter at have formuleret disse tre fundamentale erkendelseskriterier når Steno i sidste halvdel af sin *prodromus* frem til beskrivelsen af den lange række af geologiske metoder, som gør geologien til videnskab, og som enhver geologistudent endnu i dag skal kunne for at bestå eksamen – dog typisk uden at vide hvor de stammer fra!

Man kan derfor også hævde, at uden Stenos videnskabsteori ville naturhistorien, palæontologien, geologien og dermed Darwins evolutionsteori ikke være opstået. Stenos erkendelseskriterier og geologiske principper beredte vejen for Charles Lyells trebindsværk *Principles of Geology*. Disse tre bøger var Darwins vigtigste læsestof på sørejsten med *Beagle* og inspirationen til at udvide den videnskabelige naturhistorie om Jordens dannelse og forandring til også at omfatte livet på Jorden. Darwin lagde ud med at skrive værket *Geology of South America*, og han både opfattede og omtalte sig selv som geolog. Efter 20 års overvejelser tog han skridtet til også at anvende geologiens – og dermed Stenos – erkendelseskriterier på livets historie.