

ET MANUSKRIFT TIL  
ERASMUS BARTHOLINS AFHANDLING OM  
LYSETS DOBBELTBRYDNING 1669

AF

AXEL GARBOE

Året 1669 er skelsættende såvel i dansk geologisk og mineralogisk historie som i disse discipliners udviklingshistorie i det hele taget. I det nævnte år udgav to danske naturforskere arbejder, som placerer dem i første række: Niels Stensen (Nicolaus Steno) (1638–1686) fik i Firenze trykt sit geologiske hovedværk „De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus“ („Foreløbig meddelelse af en afhandling om faste legemer, der findes naturligt indlejrede i andre faste legemer“), og ERASMUS BARTHOLIN (1625–1698) udgav i København „*Experimenta Crystalli Islandici disdiastastici quibus mira & insolita refractio detegitur*“ („Undersøgelser over den dobbeltbrydende islandske krystal, hvorved en mærkelig og usædvanlig lysbrydning påvises“).<sup>1)</sup>

Den ydre ramme om Erasmus Bartholins liv er i al korthed denne<sup>2)</sup>: Han var, ligesom sin ældre broder, anatomen Thomas Bartholin (f. 1616), søn af professor medicinae & theologiae Caspar Bartholin i København og blev født i Roskilde (1625), hvor hans forældre havde taget ophold under en pestepidemi i hovedstaden. Som flere andre af den Bartholin'ske familiekreds studerede også Erasmus Bartholin medicin, først i København, derefter på årelange rejser i udlandet; i 1654 tog han den medicinske doktorgrad i Padova, hvis berømte universitet med den gamle botaniske have og det endnu bevarede „anatomitheater“ virkede så dragende på mange af lægekunstens og naturvidenskabens dyrkere, også fra Danmark<sup>3)</sup>. I Padova-universitetets gård med buegangene ses den dag i dag mindetavler for mange danskere, der for studiernes skyld søgte til Padova i det 17. århundrede, deriblandt Erasmus Bartholins broder, Thomas Bartholin.

I Padova færdedes Erasmus Bartholin ligesom mange andre studerende i den gæstfri danske læge, Johan Rhode's hjem. Dr. Rhode, der døde i

1659, vendte aldrig tilbage til Danmark, men mange danske blev hans venner i Padova, og i Rhode's „stambog“ eller „venskabsbog“ indskrev bl. a. brødrene Bartholin deres navne i 1640'erne. Senere, den 15. oktober 1654, føjede Erasmus Bartholin *sit* navn til på den samme side i den lille venskabsbog, der nu opbevares i Det kongelige Bibliotek i København<sup>4</sup>). En gammel rejsebog sammesteds, Jacob Bircherod's<sup>5</sup>) fra den rejse „hvilcken jeg gjorde med Velb. Jens Juell, och begynte den udi Aar 1651, mens fuldendede udi Aar 1655“, kaster et strejfflys over Erasmus Bartholins færden i Padova.

Man overværede dissektioner om vinteren, når ligenes forrådnelsestank var mindre, og man var tilstede ved vivisektionen af en ulykkelig hund, der ofredes for at man kunne „see circulationem sangvinis, Venas lacteas, oc Vasa Lymphatica“ – det var i de år, da blodets kredsløb, mælkevenerne og lymfekarrene var højaktuelle problemer, som Erasmus Bartholins broder, Thomas havde ført et betydeligt skridt frem mod løsningen. Det kan næppe fejle, at Erasmus Bartholins broders navn blev nævnt med ære den vinterdag – Bircherod husker, at det var Sankt Agathae dag, 5. februar, da hunden viviseceredes. Om eftermiddagen, skriver han, „hørde jeg schiøn Musica a S. Agatha udaff Nunnerne . . . tillige med Rhodio oc [Erasmio] Bartholini“ – var det mon for at glemme lyden af det ulykkelige dyrs jamren?

Så var det derimod idel glæde, når en ny doctor medicinæ fejredes. Feststemte skarer drog igennem Padovas gader. Med høje *viva*-råb omringede man den nybagte doctor, der måtte kaste småpenge, soldi, i grams, og til ære for hvem der blæstes i trompet og blev slået på tromme. Sådant må det også have gået til, da den 29-årige Erasmus Bartholin tog doctorgraden i Padova.

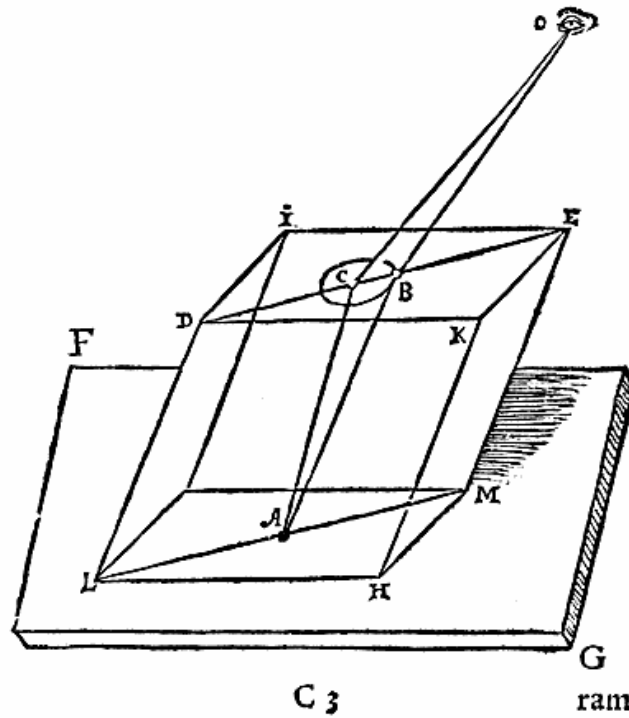
Det var imidlertid ikke anatomi og lægekunst, der var Erasmus Bartholins hovedinteresse, men derimod matematik og fysik, således som det fremgår af hans breve, bl. a. til Ole Worm, Bartholinernes gode ven og rådgiver, der døde under den store pestepidemi i København i 1654. På disse studiers område skulle Bartholin senere komme til at gøre sin største videnskabelige indsats.

I 1656 blev Erasmus Bartholin knyttet til Københavns Universitet, først som professor i matematik; senere rykkede han op i et medicinsk professorat; således som datidens forfremmelsesforhold var, skiftede professorerne fra fag til fag. Men matematikken og fysikken slap Bartholin ikke derfor af sinde, og kongen benyttede Erasmus Bartholin meget som sin „kongelige matematiker“, *mathematicus regius*, en slags rådgivningsvirksomhed i praktiske sager, der krævede en naturvidenskabelig indsats.

## EXPERIMENTA CRYSTALLI ISLAND. 19

## EXPERIMENTUM XII.

**L**Egentes modo æqvè perpetiantur, me de fitu harum binarum imaginum dicere, tam ad se invicem, quam ad Prismatis crystallini figu-



Træsnit fra Erasmus Bartholins trykte bog „Experimenta Crystalli Islandici disdiastastici“ (1669). Billedet illustrerer, hvordan de ved lysets dobbeltbrydning i krystallen fremkomne to billeder (B og C) af prikken A forholder sig, når man drejer krystallen, hvis nedre flade stadig ligger på et fast, plant underlag, medens øjet forbliver i samme stilling. Billedet C vil hele tiden ses på samme sted, medens billedet B vil vandre rundt om det fastliggende billede på nærmere bestemt måde.

Disse opgaver såvel som universitetsvirksomheden lagde i høj grad beslag på professor Bartholins tid og kræfter. Men han fik dog bl.a. foretaget en undersøgelse af de mærkelige islandske krystaller, hvori lyset brydes dobbelt, et hidtil ukendt fænomen, og som foran nævnt udgav han i 1669 en af omfang lille bog – kun 60 ganske små sider med stor sats – men af indhold vægtig afhandling om dette spørgsmål. Afhandlingen optryktes uforandret i 1670.

København stod i Erasmus Bartholins tid i livlig handelsforbindelse med Island, der som et „biland“ hørte til monarkiet, og blandt den fjerne øs naturmærkværdigheder var der til København bragt kalkspatkrystaller eller spaltningstykker af disse, som havde den meget påfaldende egenskab, at genstande sås dobbelt, når man betragtede dem igennem den glasklare krystal. Findestedet<sup>6)</sup> var i nærheden af gården Helgustaðir i Reyðarfjörður (Rødefjord) i det nordøstlige Island. Det nærmeste handels- og udskibningssted var Eskifjörður (Eskefjord), hvortil kalkspaten måtte bringes på hesteryg. Erasmus Bartholin<sup>7)</sup> havde hørt Islandsfarerne fortælle, at bjerget, hvori de mærkelige krystaller fandtes, var helt dækket af dette materiale på overfladen, og at lignende krystaller også fandtes andre steder på Island, men iøvrigt vidste man, skriver Bartholin, altfor lidt om dette land og om findestedet for krystallerne.

Højt oppe i den skrånende basaltklippe ved Helgustaðir findes et forgrenet system af hulrum, hvori der i en fjern geologisk fortid er foregået vulkansk betingede kemiske processer, som har bevirket en udskillelse af større og mindre kalkspatkrystaller og andre mineraler i en slags leragtig masse. En lille elv, som strømmer ned over fjeldsiden, har i tidens løb arbejdet sig ind til krystalhulrummene og ført krystaller med sig ned til fjordkysten, hvor de tiltrak sig opmærksomheden ved deres søvlglitrende udscende og ledte frem til krystalforekomsten oppe i fjeldet. Nu var altså nogle af disse krystaller kommet Erasmus Bartholin ihænde. Han undrede sig meget over de optiske fænomener deri og var klar over, at man her stod overfor et naturvidenskabeligt spørgsmål af vidtrækkende betydning. Han foranledigede derfor, at den danske marine i foråret 1668 udsendte en lille ekspedition til krystalfindestedet på Island for at fremskaffe rigeligt undersøgelsesmateriale. Bartholin fortæller, at der hjembragtes stykker „af en kubikfods størrelse eller mere“.

Den brydning, som en lysstråle lider ved at passere fra det ene gennemsigtige stof eller medium til det andet, f.eks. fra luft til vand, var velkendt på Erasmus Bartholins tid. I 1621 havde hollænderen A. Snell fundet *brydningsloven*: den brudte stråle ligger i indfaldsplanet, og forholdet mellem indfaldsvinklen og brydningsvinklen er konstant. Senere havde

den franske filosof René Descartes, der døde 1650 i Stockholm, hvortil han var indkaldt af den videnskabeligt interesserede Dronning Christina, beskæftiget sig med optiske spørgsmål og fremsat teoretiske spekulationer over lysets natur og dets bevægelse fra lyskilden i form af småpartikler, der ikke brugte tid til deres bevægelse. Descartes mente at kunne bekræfte brydningsloven. I de vandklare islandske krystaller gjorde imidlertid andre brydningsforhold sig gældende, og det var dette, Erasmus Bartholin skaffede sig tid til at undersøge, idet disse krystallers egenskaber – som han skriver<sup>8)</sup> – er så forunderlige, at jeg betvivler, der vil kunne findes noget tilsvarende i naturen.

I afhandlingen fra 1669, hvis indhold iøvrigt ikke skal refereres i detaljer her<sup>9)</sup>, skriver Erasmus Bartholin: „Vi ved, at et billede af et objekt, der ses igennem to gennemsigtige legemer af forskellige natur, kun kan fremkomme ved brydning, og at eet billede kræver een brydning. Antog man derfor brydning som årsag til det fænomen, der her er tale om, var det da logisk at drage den slutning, at det dobbelte billede fremkommer ved en dobbelt brydning. Fremdeles iagttog vi, at de to billeder i vor islandske krystal ikke er ens, men adskiller sig fra hinanden deri, at det ene af dem ligger fast, men det andet er bevægeligt. Vi besluttede derfor at skelne imellem to brydningsmåder og betegnede den, som giver det fastliggende billede, som den *ordinære brydning*, men den anden, der frembringer det bevægelige billede, kaldte vi den *ekstraordinære brydning*. Selve krystallen kaldte vi på grund af denne usædvanlige og enestående egenskab for *dobbeltbrydende, disdiacasticus*.“ Den ordinært brudte stråle fulgte den kendte brydningslov, men den ekstraordinært brudte stråle var – som Bartholin skriver – „ikke undergivet den normale brydnings love“. Erasmus Bartholin fremsatte til sidst i afhandlingen en række teoretiske drøftelser af de indvundne eksperimentelle resultater og kommer her ind på Descartes' opfattelse, som han drøftede og nærmest sluttede sig til.

Opdagelsen af lysets dobbeltbrydning i den islandske kalkspat var begunstiget af den omstændighed, at dobbeltbrydningen er særlig iøjnefaldende i dette mineral, der iøvrigt frembyder mindre komplicerede forhold end andre, senere undersøgte krystaller af andre krystalsystemer, om hvis eksistens Erasmus Bartholin intet kunne vide. Som det kunne ventes, vakte opdagelsen stor opmærksomhed i datidens naturvidenskabelige kredse, hvor lys-teoretiske undersøgelser og teorier netop var på dagsordenen. Erasmus Bartholin opfordrede andre til at arbejde videre med det problem, som hans afhandling havde sat under diskussion, idet det – som han skriver – utvivlsomt var meget, der havde undgået hans

opmærksomhed eller med vilje var forbigået af ham. Han sendte derfor videnskabsmænd i andre lande prøver af krystallerne. Bl.a. var medlemmer af Royal Society i London interesseret.

Vigtigst er Bartholins vens, *Christian Huygens'* benyttelse af dobbeltbrydningsfænomenerne i sin lysteori – offentliggjort 1678 – som går ud på, at lyset – omtrent som lyden – er en bølgebevægelse. De to lysstråler, der fremkommer ved dobbeltbrydningen i kalkspatkrystallen, forplanter sig i denne med forskellig hastighed, og kun ud fra en bølgeteori kunne de iagttagne krystal-optiske fænomener forklares. Men er lyset en bølgebevægelse, må det bruge tid til at forplante sig. Her bragtes som bekendt beviset af den danske astronom Ole Rømer (1644–1710), der havde fulgt Erasmus Bartholins undersøgelser over dobbeltbrydningen på nært hold som hans assistent. I 1676 offentliggjorde Rømer i Paris en ganske kort, men yderst vigtig afhandling om „lysets tøven“ (retardement de la lumière)<sup>10</sup>, som var konstateret ved observation af en af planeten Jupiters måner. Men Huygens var den, der arbejdede videre med bølgeteorien for lyset, idet han efterprøvede og videreførte Erasmus Bartholins krystalundersøgelse, hvis betydning ikke mindst ligger i, at han rejste lysproblemet på baggrund af nye kendsgerninger. Fra disse undersøgelser fører vejen op til nutidens teoretisk-fysiske arbejde, hvori man igen møder navnet på en fremragende dansk forsker, Niels Bohr. Men da Erasmus Bartholin i 1669 offentliggjorde sin afhandling om lysets dobbeltbrydning, lå naturligvis alt dette dybt gemt i fremtidens skød, såvel som alt, hvad den dobbeltbrydende islandske kalkspatkrystal skulle komme til at betyde i den mikroskopiske undersøgelsesteknik, efter at William Nicol i 1829 havde konstrueret sit polarisationsapparat, som er uundværligt bl.a. i mineralogi og petrografi.

Man kender ikke – som for Niels Stensens geologiske hovedværks vedkommende – det manuskript, hvorefter Erasmus Bartholin lod sin afhandling om lysets dobbeltbrydning trykke i den form, hvori han ønskede at offentliggøre den; formodentlig er manuskriptet blevet kasseret efter endt benyttelse. Men i Det kongelige Bibliotek findes et håndskrift, Gl. kongelige Samling, 2859, 4°, der bærer præg af at være en foreløbig redaktion, og som i betragtning af Erasmus Bartholin's afhandlings overordentlige betydning fortjener at kendes.

Håndskriftet, der af omfang er betydeligt mindre end den trykte bog, har titlen: „*Nova experimenta Crystalli Islandici disdiacastici, quibus mira et insolita refractio detegitur, ab Erasmio Bartholino, Mathematico Regio, et in Acad.*“

---

På modstående side: Første tekstsider af håndskriftet Gl. kgl. Samling 2859, 4°.

# EXPERIMENTA CRYSTALLI ISLANDICI DISDIACLASTICI.

Quod si tam celebris est apud omnes gloria  
Malamantis, atq; varia ista opum gaudia, gemmae,  
unionesq; ad ostentationem tantum placeant,  
ut digitis colloq; circumferantur; non minori  
afficiendos speraverim gaudio eos, quibus curiosita-  
tis conscientia, quam deliciarum est potior; novi-  
tate corporis alicujus, instar crystalli translucidi,  
quod ex Islandia nuper ad nos perlatum est; atq;  
in quo non alias magis naturae apparuit gratia.

Mibi equidem, hujus admiratione diu fatigato, varia  
sese obtulerunt experimenta, quae, cum naturae inveni-  
stris, et laetioribus ingenis, in promovenda cogni-  
tione humana, viderentur nonnihil vel utilitatis,  
vel voluptatis allatura esse, non gravate communicare  
publico volui.

*Haun. Prof. publ. Anno MDCLXIX, Hauniæ* – altså bortset fra betegnelsen „nye (nova) undersøgelser“ den samme titel som den i 1669 trykte afhandlings. Men håndskriftets tekst frembyder en række større og mindre afvigelser fra den trykte afhandling. Af dennes 17 figurer i træsnit genfindes de 16, men som prøvetryk på små sedler, indklæbet i håndskriftet, dog ikke altid under samme afsnitsbetegnelser som i den trykte tekst, idet der på mange steder er flyttet om på stoffet. Således finder man f.eks. stoffet fra den trykte afhandlings experimentum VII i manuskriptets experimentum V, hvortil også figuren, der viser den dobbelt sete genstand, er henflyttet. Det kan også ske, at der i manuskriptet tales om „vedføjede figur“ (adjuncta figura), uden at der i teksten er indklæbet en figur, således i manuskriptets experimentum XII, der nærmest svarer til bogens experimentum XI. Man kan også finde forskelligt i manuskriptet, der er udeladt i bogen, således i manuskriptets experimentum VI – og omvendt. Den diskussion af de eksperimentelle resultater, der i den trykte bog er delt i ti afsnit (propositio I–X), findes i manuskriptet uden inddeling i afsnit og med på forskellig måde afvigende tekst samt kun delvis de samme figurer, og endelig kan det nævnes, at den sidste side (pag. 60) i den trykte bog slet ikke findes i manuskriptets tekst. I denne afslutning af den trykte afhandling (1669) fører Erasmus Bartholin foreløbig sine optiske krystalundersøgelser tilende („for øjeblikket må disse interessante og fornøjelige undersøgelser af denne islandske krystal – *crystalli hujus Islandici non injucunda experimenta* – være nok“); han kom forøvrigt aldrig til selv at gå videre dermed. Bartholin nævner her, at der på kalkspatkrystallerne undertiden fandtes nogle andre krystaller; de var så hårde, at de kunne skære glas og „nærmede sig i udseende til diamanter“. Det må have været bjergkrystaller, der ligesom zeoliter ledsager kalkspaten i hulhederne i basalten. Men med disse krystaller arbejdede Erasmus Bartholin ikke videre.

Det her omtalte håndskrift kunne muligvis være nedskrevet af en skriver, måske en student, der fungerede som Erasmus Bartholins sekretær. Som det foreløbige udkast det er, giver det glimtvis et indblik i, hvordan den kongelige mathematicus arbejdede med udformningen af sin afhandling. Hvis en foreløbig planlagt Erasmus Bartholin-monografi med en vurdering af hans samlede kulturelle indsats bliver udgivet, vil også betydningen af det her omtalte videnskabshistorisk interessante håndskrift få en udførligere behandling.



## NOTER

<sup>1)</sup> Axel Garboe: Nicolaus Steno (Niels Stensen) and Erasmus Bartholinus. Two 17th Century Danish Scientists and the Foundation of exact Geology and Crystallography (1954) (Danmarks Geologiske Undersøgelse 4. r. bd. 3, nr. 91). – Axel Garboe: Geologiens Historie i Danmark bd. 1 (1959), 50 f. – <sup>2)</sup> Kirstine Meyer f. Bjerrum: Erasmus Bartholin. Et Tidsbillede (1933). – Axel Garboe: Thomas Bartholin bd. 1 (1949), 46 f. – <sup>3)</sup> Axel Garboe: I Bartholinernes Padova (Medicinsk Forum, 1957). – <sup>4)</sup> Thott nr. 573, 8°. – <sup>5)</sup> E donatione variorum, nr. 90, 4°. – <sup>6)</sup> George P. L. Walker: Geology of the Reyðarfjörður area, Eastern Iceland (The Quarterly Journal of the Geological Society of London 114 (1958), 367 f.). – <sup>7)</sup> Erasmus Bartholin: Experimenta . . . (1669), 40. – <sup>8)</sup> Erasmus Bartholin: Experimenta . . . (1669), 1. – <sup>9)</sup> Nærmere herom f. eks. hos Axel Garboe: Geologiens Historie i Danmark 1 (1960), 79 f. – En tysk oversættelse af Erasmus Bartholins Experimenta (1669) gav Karl Mieleitner (1922) i Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften bd. 205. En engelsk privat trykt oversættelse kom i 1959 ved Werner Brandt, Radiation Physics Laboratory, Du Pont Experimental Station, Wilmington, Delaware, U.S.A. – <sup>10)</sup> Démonstration touchant le mouvement de la lumière trouvé par M. Römer de l'Académie Royale des Sciences (Journal des Sçavans, 7. decbr. 1676). Facsimile i: Axel V. Nielsen: Ole Römer. En skildring af hans liv og gerning. Udgivet i 300-året for hans fødsel af Ole Römer-Observatoriet i Århus (1944).