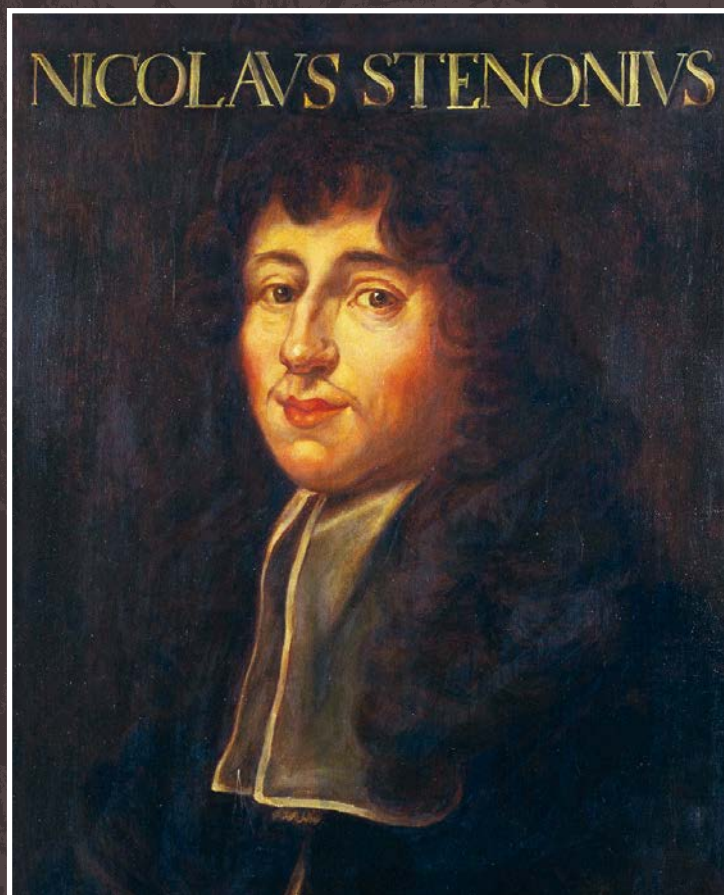




AFBEELDING 1. | Portret van Niels Stensen. Bron: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas\\_Steno](https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Steno)

# Niels Stensen (1638–1686), grondlegger van de geologie

J.J.P. LAMORÉ,  
VOORMALIG CHIRURG TE DELFT  
LAMOREVISSER@CAIWAY.NL

In de periode waarin opvattingen binnen het geloof en de wetenschap op gespannen voet kwamen te staan, is de Luthers opgevoede Nicolaus Steno een boeiend en veelzijdig figuur. Gestart als student in anatomie en mathematica en zich afzettend tegen verouderd gedachtengoed van behoudende universiteiten, ontwikkelt Stensen zich tot een veelzijdig onderzoeker die een nieuwe wereld aan ontdekkingen op de kaart zet. Opmerkelijk is zijn overgang naar de Rooms-Katholieke Kerk die uitmondt in zijn ambt als bisschop.

Nicolaus Steno (Niels Stensen, Afb. 1) werd op 1 januari 1638 geboren te Kopenhagen. Hij is afkomstig uit een geslacht van Lutherse predikanten, zijn vader was goudsmid. Na het doorlopen van de Latijnse school wordt hij ingeschreven aan de Universiteit van Kopenhagen. Zijn favoriete vakken

zijn anatomie en mathematica, ook heeft hij veel belangstelling voor geestelijke zaken. In 1660 vertrekt hij naar Amsterdam en een paar maanden later laat hij zich inschrijven als medisch student aan de Universiteit van Leiden. Daar doet hij uitgebreid onderzoek naar lymfeklieren,



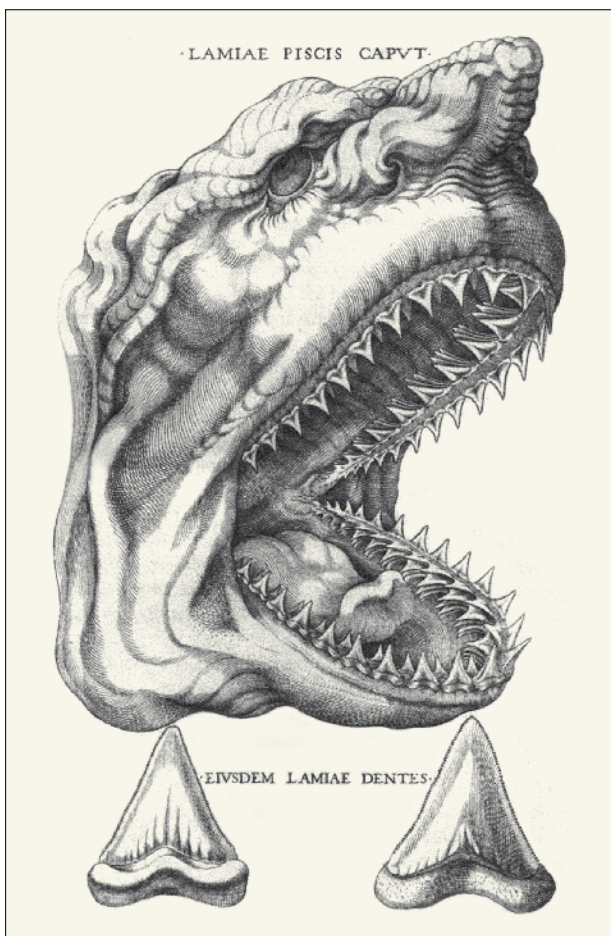
speekselklieren en traanklieren. In die periode gaat zijn belangstelling ook uit naar de spieren en hun werking. Opmerkelijk is zijn ontdekking dat het hart gewoon een spier is die werkt als een pomp. Daarmee komt hij in conflict met de bestaande opvattingen over het hart, deze gaan nog terug naar de Oudheid. Ook is hij betrokken bij het onderzoek naar de vrouwelijke geslachtsorganen, de namen ovum, ovarium en oviductus zijn van hem afkomstig.

In 1663 keert hij plotseling terug naar Kopenhagen, zijn stiefvader was overleden en ook zijn moeder kwam te overlijden. Hij hoopt in aanmerking te komen voor een functie aan de universiteit aldaar, maar die kans wordt hem niet gegund. Hij besluit om naar Parijs te gaan. Aldaar krijgt hij bericht uit Leiden dat hem in absentia de graad van doctor is verleend. Zijn naam is intussen wel gevestigd en hij wordt overal goed ontvangen, geeft onderwijs en verricht tal van openbare ontleding. Hier ontmoet hij ook geleerden van naam en maakt ook vrienden. Wel moet hij zich teweerstellen tegen tal van verouderde opvattingen van de conservatief ingestelde universiteiten. Buiten deze instituten om waren er wetenschappelijke gezelschappen waar men in vrijheid het nieuwe gedachtengoed kon uitdragen. Tijdens zijn verblijf in Parijs houdt Niels Stensen in een dergelijk gezelschap zijn befaamde redevoering over de anatomie van de hersenen, waarbij hij de vloer aanveegt met alle verouderde opvattingen.

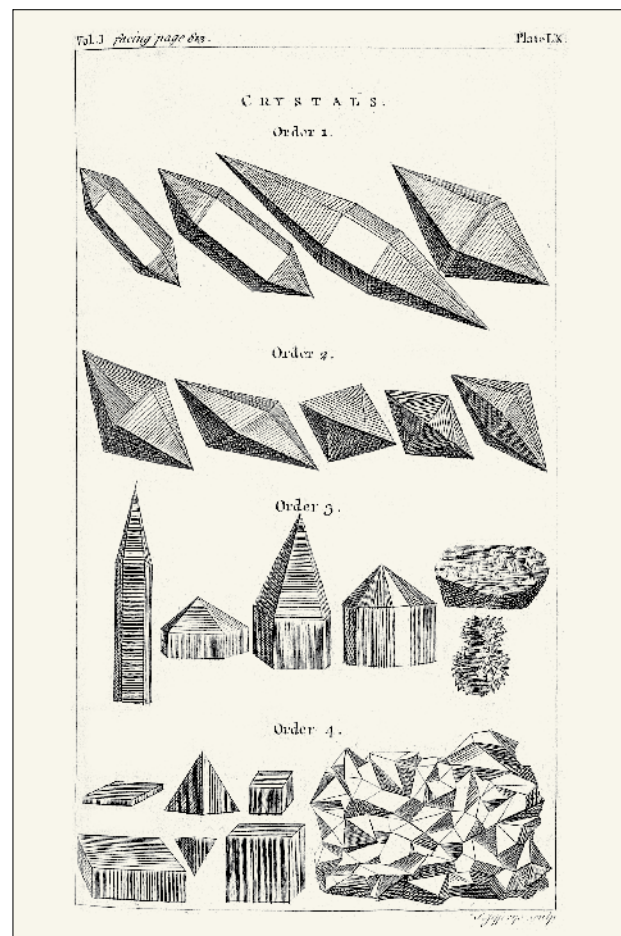
Na enkele omzwervingen door Frankrijk met bezoeken aan tal van universiteiten en geleerden van naam gaat hij door naar Italië, ook daar heeft hij goede contacten met geleerden, maar vooral ook met de Toscaanse vorst, de groot-hertog Ferdinando II De' Medici, die veel belangstelling heeft voor kunst en wetenschap. In Livorno maakt hij een processie mee van Corpus Christi, dit maakt zoveel indruk op hem dat alle twijfels wegvallen en hij besluit zich te

bekeren tot het katholieke geloof. Maar ook in Toscane dient hij op ruime schaal de wetenschap en verricht hij vele anatomische onderzoeken. Befaamd is zijn min of meer mathematische benadering van de werking van de spieren. In deze periode heeft hij vele reizen gemaakt door Italië en heel Europa en daarbij tal van geologische formaties bezocht: thermische bronnen, grotten en ook ertsmijnen. Hierover heeft hij een uitgebreid verslag gemaakt, wat toen al zijn weerklink vond in heel Europa. Dit komt later uitvoerig ter sprake.

In 1672 gaat hij op verzoek van de Deense koning terug naar Kopenhagen om het anatomisch onderwijs nieuw leven in te blazen. Maar het wordt hem spoedig duidelijk dat hij in Denemarken niets meer te zoeken heeft. Hij keert terug naar zijn geliefde Toscane en werpt zich op de theologische studie. Hij wordt tot priester gewijd en wordt later bisschop voor het noorden van Duitsland,



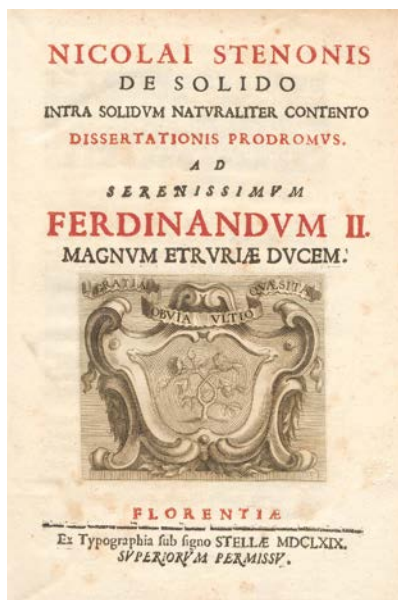
AFBEELDING 2. | *Bek van de haai.*  
Bron: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas\\_Steno](https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Steno)



AFBEELDING 3. | *Afbeelding door Fondo Antiquo de la Biblioteca de la Universidad de Sevilla, España. Bron: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File: new and complete dictionary of arts and sciences, Crystals.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:new_and_complete_dictionary_of_arts_and_sciences_Crystals.jpg).*







AFBEELDING 4. | Titelplaat *De Solido*. Bron: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas\\_Steno](https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Steno)

onder meer te Hannover, Münster, Hamburg en Schwerin. Na een moeizame periode sterft hij op 23 november 1686 te Schwerin als gevolg van niersteenlijden. Op verzoek van de Toscaanse vorst Cosimo III De' Medici wordt zijn lichaam overgebracht naar de San Lorenzo te Florence alwaar hij word bijgezet (Afb. 6). Na de tweede wereldoorlog wordt zijn graf heropend en wordt hij bijgezet in een naar hem vernoemde kapel in de San Lorenzo. In 1988 volgt tenslotte nog zijn zaligverklaring. Vele instituten en scholen dragen zijn naam en wereldwijd wordt hij nog steeds herdacht.

## Opmaat

Om te beginnen wijs ik er op dat ik zelf geen geoloog ben. Wel heb ik altijd veel belangstelling gehad voor de aarde en zijn geschiedenis. We gaan bijna vier eeuwen terug in de tijd. Het gevaar is aanwezig om de wetenschap van die tijd met de kennis van nu te bezien. Niels Stensen staat op een markant punt in die tijd en komt met een totaal nieuw concept van wetenschappelijk denken.

## Aanleiding tot zijn belangstelling voor de geologie

In 1667 staat Niels Stensen voor een aantal moeilijke beslissingen. De koning van Denemarken heeft hem meerdere malen verzocht terug te keren naar Kopenhagen teneinde het

anatomisch onderwijs weer nieuw leven in te blazen. Maar ook heeft Niels Stensen verplichtingen tegenover de groothertog van Toscane die hem zoveel gunsten heeft verleend. En eigenlijk wil hij de weg van zijn hart volgen en beginnen met de studie theologie. En dan is er ineens die belangstelling voor de geologie, mede onder invloed van de groothertog die er mogelijk economisch belang bij had! Maar er is toch nog een andere invalshoek die meer past bij Niels Stensen. Bij de ontleding van de kop van een haai (Afb. 2) werd hij getroffen door de vorm en omvang van de tanden, deze bleken overeen te komen met de fossiele tanden die zijn leermeester op Malta had gevonden. Op dit punt ontwikkelt Niels een voor die tijd opmerkelijke gedachte, dat er namelijk een wezenlijk verschil is tussen geologische tijd en historiciteit.

## Route

In Toscane verkent Stensen uitgebreid de dalen van de Arno en de Tiber en bezoekt hij tal van plaatsen. Overal gaat hij op zoek naar geologische formaties, thermische bronnen, grotten en ertsmijnen. Zo brengt hij ook een bezoek aan Elba, maar dat loopt bijna verkeerd af. Door de daar aanwezige Spanjaarden wordt hij aangezien voor een spion en dreigt hij gevangen genomen te worden. Zijn reis gaat vervolgens, hoe kan het anders, eerst naar Rome. Daarvandaan reist hij af naar Napels, hij is vooral geïnteresseerd in de Vesuvius. Bij zijn tochten door de Apennijnen ontdekt hij ook vulkanische activiteit, met name thermale bronnen en zwavelbronnen. Ook hier vele mineralen: koper, ijzer, zilver en kwikverbindingen. Voorts zijn er hier vele grotten en onderaardse wateren. Maar ook noordelijk Italië wordt uitgebreid bezocht, met name de vele marmergroeven. In opdracht van de groothertog bezoekt hij meerdere grotten in de omgeving van het Gardameer en dat was niet zonder gevaar! Eindelijk gaat hij dan op reis naar Denemarken, maar niet rechtstreeks! Onderweg bezoekt hij tal van landen en steden in Europa, steeds weer op zoek naar nieuwe geologische bevindingen. Zo bezoekt hij in Oostenrijk vanuit Innsbruck onder meer de smaragdvelden in het Habachtal (Bamberg), de zilverbijnen van Schwaz en de zoutmijnen van Hall. Ook doet hij onderzoek in de omgeving van Wenen en Dresden.

## Catalogus

De vele vondsten van Stensen, met name die uit Toscane zijn vastgelegd in een catalogus, genaamd *Indice*. De catalogus bevat niet minder dan 304 objecten! Om te beginnen een veelheid van kristallen (Afb. 3): kwarts, smaragd, diamant en markasiet. Voorts een veelheid van steensoorten. Ook allerlei objecten die ontleend zijn aan de zee: fossiele schelpen en slakken, maar ook koraal. Tenslotte vele bodemmonsters met tal van fossielen en mineralen vanuit zijn reizen door Europa.

## Verslaglegging

Het is nauwelijks voor te stellen dat Stensen tussen de bedrijven door nog kans heeft gezien om zijn bevindingen vast te leggen in een bondige verhandeling waarmee hij beroemd is geworden in heel Europa (Afb. 4). Zelf noemt hij het een Prodrum (voorloper) van het eigenlijke boek. Het is er evenwel nooit meer van gekomen dit verder uit te werken. De titel (Afb. 4) is treffend voor zijn geniale denkwijze: 'De Solido in Solidum naturaliter contento Dissertationis Prodrum'. De vertaling luidt: 'Voorloper van een verhandeling over stenen zoals deze op natuurlijke wijze worden gevormd binnen de stenen'. Hij refereert duidelijk aan de fossiele haaiantanden, en zoveel meer, wat ingesloten kan zijn binnen het gesteente. Het is de moeite waard om de gedachtegang van Niels Stensen in deze verhandeling te volgen. Opvallend is de subtiel wijze waarop Stensen verouderde opvattingen terzijde zet. Hij begint met het aangeven van de wetenschappelijke methode, dan gaat hij dieper in op de vorming van gesteenten en wat er zoal binnen het gesteente kan worden gevonden. Dan volgt er een hoofdstuk over de stratigrafie en tenslotte een uitvoerige beschrijving van de gevonden mineralen. Terloops komen ook allerlei zaken ter sprake die hiermee min of meer verband houden.

## Wetenschappelijke methode

Deze inzet is zeer opmerkelijk voor het denken van Niels Stensen. Hij begint dan ook met de opmerking dat het van belang is om een probleem in een



breed verband te beschouwen. Niet blindelings alles aannemen, altijd zoeken naar zekerheid, is zijn devies. In het geval van gesteenten gaat het om de aard, de vindplaats en de wijze van ontstaan. Voor de duidelijkheid geeft hij nog een beschouwing over de eigenschappen van vloeibare en vaste stof. Als hij dan spreekt over kleine onzichtbare deeltjes refereert hij onmiskenbaar aan de leer van René Descartes die veronderstelt dat de materie is samengesteld uit globulen.

## Ontstaan van gesteente

Zoals eerder vermeld is zijn uitgangspunt geweest de versteende haaiantanden. Er moet dus meer zijn, was dan ook zijn slimme gevolgtrekking. Dan komt hij tot een opmerkelijke conclusie: de versteende insluitsels in het gesteente wijzen op een historische ontwikkeling. Die insluitsels waren er dus eerder dan het gesteente zelf. Dan merkt hij op dat bepaalde specifieke kenmerken van gesteente gekoppeld zijn aan een bepaalde plaats. Zijn volgende conclusie is dat het oorspronkelijke gesteente dus vloeibaar geweest moet zijn.

## Steen binnen de steen

Wat is er zoal te vinden in het gesteente is zijn volgende vraag. Er volgt een beschrijving van allerlei soorten insluitsels en hij noemt daarbij ook de lamellen in sommige mineralen en de zogenaamde aders in het gesteente. Allerlei soorten sedimenten worden onderzocht, met name waar deze fossielen bevatten van vissen, schelpdieren, botten en planten.

## Stratigrafie (Afb. 5)

Dit is wel het meest belangwekkende onderdeel van zijn studie (Afb. 5). Hij neemt niet alleen het landschap in ogenschouw, hij verdiept zich ook in de verschillende aardlagen, daar waar deze bovengronds zichtbaar zijn. Aan de hand van de samenstelling van de aardlagen trekt hij zijn conclusies. De lagen moeten dus oorspronkelijk “vloeibaar” zijn geweest, de zwaardere delen zijn in de betreffende laag onderin gezakt. Ook in deze lagen vindt hij weer tal van fossielen, met name van dieren en planten. Maar ook vindt Stensen bestanddelen die wijzen op vulkanisme: puimsteen, bitumen en metaalslakken. Vervolgens merkt hij op dat er lagen zijn die schuin verlopen en soms ook verticaal zijn opgericht. Hij is van mening dat deze ontstaan zijn als gevolg van onderaardse aardbewegingen. Maar die kennis moest nog enkele eeuwen op zich laten wachten! Wat betreft de ontstaanswijze van de grotten veronderstelt Stensen dat deze ontstaan zijn als gevolg van onderaardse gasexplosies en vooral ook door erosie als gevolg van waterstromen. Samenvattend komt hij tot een aantal opmerkelijke

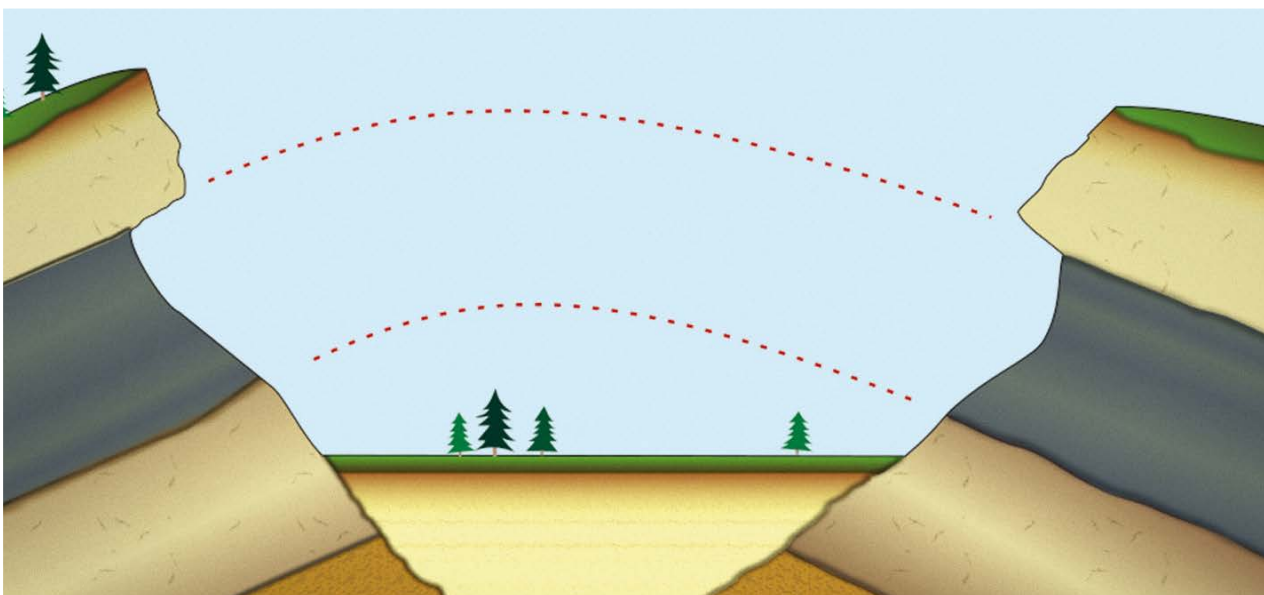
conclusies, die als de ‘Wetten van Steno’ de wereld zijn ingegaan:

1. Het principe van de superpositie: jongere lagen liggen over de oudere lagen,
2. Het principe van de oorspronkelijke horizontaliteit: gesteentelagen zijn oorspronkelijk horizontaal afgezet,
3. Het principe van de laterale vervolgbaarheid: gesteenten lopen in alle richtingen evenwijdig aan de gelaagdheid door.

Opgemerkt moet worden, dat zijn onderzoek vooral betrekking heeft op het Toscaanse gebergte. Dit bestaat overwegend uit sedimentatiegesteente. Zijn tochten door de Apennijnen en de Alpen hebben hem niet op meer gedachten gebracht.

## Kristallografie

Uit de grote hoeveelheid verzamelde kristalvormingen blijkt hoezeer dit zijn speciale belangstelling had. Ongetwijfeld zal hij onder de indruk zijn geweest van de schoonheid van de kristallen die hij aantrof in een geode. Maar er is nog een invalshoek voor deze belangstelling: in de opbouw van de kristallen (Afb. 3) herkende hij meteen de mathematische vormen waarmee hij zo vertrouwd was. De in die tijd heersende opvattingen over de kristalvorming wist hij grondig te weerleggen. Naar zijn mening werden de kristallen gevormd door het uitsijpelen van vloeibaar materiaal vanuit het gesteente waarna door afkoeling de kristalvorming in gang wordt gezet.



AFBEELDING 5. | Stratigrafie naar Niels Stensen, uitgaande van de oorspronkelijke situatie, tot de situatie van heden met tal van veranderingen in de loop van de tijd als gevolg van erosie en vorming van nieuwe stratificaties.

Bron: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Principle\\_of\\_horizontal\\_continuity.svg](https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:Principle_of_horizontal_continuity.svg)



De vele kristalvormen werden door hem in kaart gebracht en uitgetekend als een tableau met een veelheid aan mathematische vormen. Om in de sfeer van de meetkunde te blijven werden ook alle vlakken en hoeken gemeten. Ook hier kwam Stensen weer tot een opmerkelijke conclusie: per kristal zijn, ongeacht de grootte of vorm, de hoeken altijd constant.

### Slotbeschouwing

We zijn voor een moment terug geweest in de 17e eeuw. Niels Stensen heeft onze aandacht gevraagd voor de aarde en daarbij een venster geopend naar een nieuwe wetenschap. Zijn befaamde verhandeling over de geologie heeft in korte tijd heel Europa bereikt en bleef eeuwenlang onderwerp van gesprek. Bij het tweede wereldcongres geologie in 1881 te Bologna werd Stensen uitgebreid herdacht en werd er voor hem aldaar een borstbeeld geplaatst. Zijn leven heeft, na zijn bekering, een totaal andere wending gemaakt omdat, zoals hij dat zelf zegt, de Voorzienigheid een andere weg voor hem had uitgestippeld. Op deze wijze heeft hij ons ook een glimp op de eeuwigheid gegund.

### Naschrift

Blijkens een artikel van Gian Battista Vai uit Italië is het woord 'geologie' voor het eerst bedacht door Ulisse Aldrovandi (1522-1605) te Bologna in 1603. Het is niet ondenkbeeldig dat Nicolaus Steno zijn museum in Bologna heeft bezocht. In het boekje van de Deen Hans Kermit wordt die eer toebedeeld aan de Noor Mikkel Pederson Escholt (1600-1699), hij heeft het eerste geologieboek ter wereld uitgegeven in 1657.



AFBEELDING 6. | Grafmonument Niels Stensen in de kapel van de San Lorenzo te Florence, Italië. Bron: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:San\\_lorenzo,\\_cappella\\_di\\_niccolò\\_stenone,\\_fi\\_nestra.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:San_lorenzo,_cappella_di_niccolò_stenone,_fi_nestra.jpg)

## LITERATUUR

- Jorink, Eric, 2007. *Het Boeck der Natuere, Nederlandse geleerden en de wonderen van Gods Schepping (1575-1715)*, Primavera Pers, Leiden.
- Kardel, Troels & Paul Maquet (eds.), 2013. *Nicolaus Steno, Biography and Original Papers of a 17th Century Scientist*, (eds.) Springer Verlag.
- Kermit, Hans. 1998. *Niels Stensen, The Scientist who was Beatified*, Noor-

wegen, (vertaling in Engels 2003). Uitgave Gracewing.

- Kooijmans, Luuk, 2007. *Gevaarlijke Kennis, Inzicht en Angst in de dagen van Jan Swammerdam*, Luuc Kooijmans, Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam.
- Vugs, J.G., 1968. *Leven en werk van Niels Stensen (1638-1686)*, Dissertatie Universitaire Pers Leiden.

- Winter, John Garret, 2015. *The Prodromus of Nicolaus Steno's Dissertation concerning a Solid Body enclosed by the Process of Nature*, Andesite Press.
- Battista Vai, Gian, 2009. *The scientific revolution and Nicholas Steno's twofold conversion*, The Geological Society of America.

