

MET HET OOG OP HARDSTEEN

TNO innovation
for life



**100 JAAR
GEOLOGIE
IN KAART**

**HARDSTEEN IS ÉÉN
VAN DE MEEST WIJD
VERBREIDE
NATUURSTENEN
BOUWMATERIALEN
VAN NEDERLAND.
DEZE BROCHURE
BELICHT DE
GEOLOGIE EN DE
EIGENSCHAPPEN
VAN DIT GESTEENTE.**

MET HET OOG OP HARDSTEEN

De vele versteende resten van organismen aanwezig in de blauwgrijs gekleurde hardsteen kunnen gemakkelijk met het blote oog worden waargenomen. Twee objecten op de Uithof in Utrecht zijn daarom uitgekozen om u kennis te laten maken met dit fascinerende gesteente.

De kalkstenen vloertegels van het gebouw van de Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO, tonen fraaie exemplaren van schelpdieren, korallen en zeelelies. En in de nabij gelegen Botanische Tuin zijn blokken hardsteen uit verschillende steengroeven in de architectuur van de tuin opgenomen.

Hardsteen is een term uit de wereld van steenhouwers en beeldhouwers. Bentheimer zandsteen en andere harde, compacte steensoorten zijn in bouwrekeningen uit de late middeleeuwen wel omschreven als hardwerk of hartsteen. Mogelijk werd met deze term het onderscheid aangeduid met andere, gemakkelijker te bewerken steensoorten.

Een voorbeeld van dit laatste gesteente is de zachte, poreuze kalksteen ('mergel') uit Zuid-Limburg. In de loop der tijd wordt hardsteen de specifieke benaming van de blauwgrijze kalksteen die in groeven in de Belgische Ardennen werd - en wordt - gewonnen.

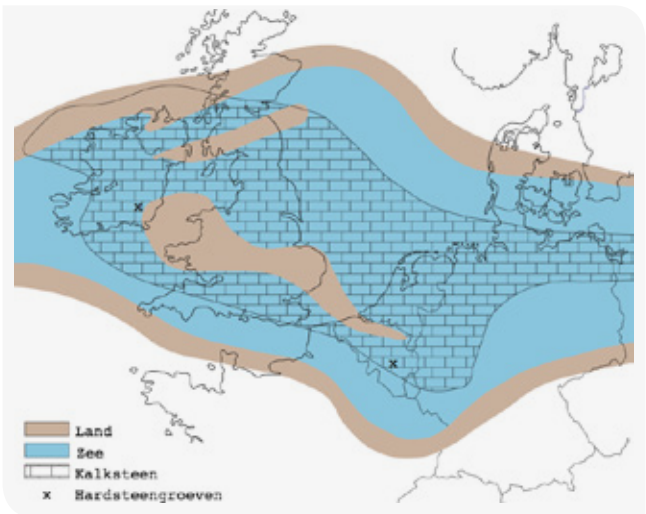


Hardsteengroeve bij Soignies in Henegouwen.

KALKSTEEN UIT HET CARBOON

De Belgische blauwe hardsteen dateert uit het Vroeg-Carboon, de geologische periode die duurde van ca. 360 tot 345 miljoen jaar geleden. In het Vroeg-Carboon was niet alleen de verdeling van land en zee heel anders dan nu, maar verschilde ook de geografische positie sterk van de tegenwoordige. Zo lag West-Europa indertijd niet ver van de evenaar, ongeveer op de plek van het huidige noorden van Zuid-Amerika, en er heersten tropische condities.

Kalksteen uit het Carboon komt voor in een zone die nu van oostelijk Canada over Ierland tot diep in Polen loopt. In door gebergtevorming opgeheven bodemlagen komt de Carboon kalksteen in verschillende landen in West- en Midden-Europa aan het oppervlak. In Nederland ligt het gesteente te diep om voor winning in open groeven (dagbouw) in aanmerking te komen. De grootste winningsgebieden van Carboon kalksteen liggen van oudsher in België, onder meer bij Soignies in Henegouwen, in het dal van de Maas tussen Namen en Dinant en in de omgeving van Luik. Hardsteen wordt ook gewonnen in enkele grote groeven bij Kilkenny in het zuidoosten van Ierland.



Verdeling van land en zee in het Vroeg-Carboon.



Fossiele schelpen in een vloertegel van Ierse hardsteen.

RIJK AAN FOSSIELEN

Kenmerkend voor blauwe hardsteen zijn de vele versteende resten (fossielen) van de organismen die leefden in een warme, ondiepe zee. Na het afsterven zonken de dieren naar de bodem, waar ze samen met op de bodem levende dieren werden begraven in een modder van fijne klei en kalkdeeltjes. Door de belasting van later gevormde lagen werd het bodemwater uit het kalksediment gedreven en werden de open ruimten tussen de kalkkorrels geleidelijk dichtgedrukt. Op deze wijze ontstond na enkele miljoenen jaren een zeer dicht, massief gesteente: kalksteen. De versteende resten van onder meer zeelelies, schelpen, koralen en slakken zijn door de omzetting van de kalk in witte kristallen van calciet goed in hardsteen te herkennen. Door het voorkomen van fijn verdeelde koolstof in het gesteente staat Belgische hardsteen ook wel bekend als 'kolenkalk'.

'PETIT GRANIT'

De gedurende de verhardingstijd gevormde kristallen van calciet in de stengels van zeelelies geven aan hardsteen een uiterlijk dat enigszins aan dat van een graniet doet denken. Hieraan heeft dit gesteente de bijnaam 'petit granit' te danken. Maar de ontstaanswijze en de samenstelling van hardsteen verschilt hemelsbreed van die van graniet. Hardsteen is een sedimentair gesteente en graniet een stollingsgesteente; de voor graniet kenmerkende kristallen van kwarts, veldspaat en glimmer komen niet in hardsteen voor. 'Petit granit' is een term die vanaf het begin van de 19e eeuw in België in zwang kwam. Buiten België wordt de aanduiding 'petit granit' overigens niet of nauwelijks gebruikt.

STYLOLIETEN EN 'ZWARTE ADERS'

Een tweede kenmerk van hardsteen uit het Carboon is het voorkomen van stylolieten. Tussen de dikke lagen kalksteen komen vaak dunne lagen voor die bestaan uit een mengsel van klei en kalk. Tijdens de lange periode van begraving werden deze lagen gedeeltelijk opgelost en afgevoerd door in de bodem circulerende vloeistoffen. Doordat de begraven kalksteen onderhevig was aan een sterke druk, uitgeoefend door het bovenliggende gesteente, werden de kalksteenlagen aan beide zijden van de oplossingszone samengedrukt. Hierbij ontstonden grillig verlopende grensvlakken die met tandjes of zuilen (stylos = Grieks voor zuil) in elkaar grijpen. Vanwege het frequent voorkomen van een zwart, onoplosbaar kleiresidu tussen de grensvlakken, heeft dit verschijnsel in de steenhouderswereld de naam 'zwarte aders', 'zwarte vlekken' of 'brandlagen' gekregen. Bij de keuring van hardsteen voor de bouw wordt gelet op de hoeveelheid en de positie van de zones met stylolieten. De klei in de hardsteen bevat met name in de gesteenten uit de Ardennen naast koolstof ook verbindingen van zwavel. Bij het breken van de steen komt gas vrij in de vorm van zwavelwaterstof. Een steen dus met een geurtje.

Draai deze foto een kwartslag om de styloliet in zijn oorspronkelijke, horizontale positie te zien





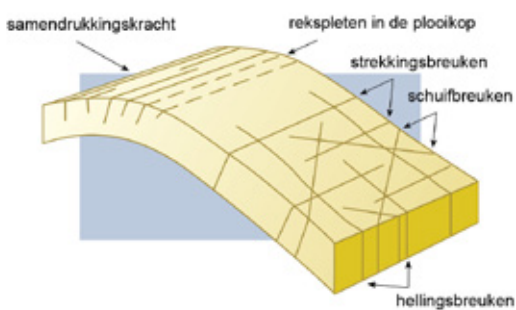
Steken in de blauwe hardsteen.

BREUKEN EN STEKEN

De fossielen in hardsteen zijn een wezenlijk onderdeel van dit type kalksteen. Ze hebben, als ze goed zijn verbonden met de steenmassa, in het algemeen geen nadelige invloed op de duurzaamheid van de steen. Gebreken die niet zichtbaar zijn bij de winning van de steen, maar die zich na verloop van tijd manifesteren, kunnen wel de levensduur van hardsteen in een bouwwerk beïnvloeden. Een bekend fenomeen van hardsteen is het ontstaan van breuken en barsten. Geologen spreken van diaklazen, steenhouders betitelen de barsten als 'steken'. Deze breuken staan meestal iets scheef (ca. 60°) tot ongeveer loodrecht op het laagvlak van het gesteente.

De breuken treden vaak op als de steen gedurende lange tijd aan eenzijdige druk of differentiële zetting wordt blootgesteld. In bijvoorbeeld raamdorpels die onderhevig zijn aan langzame verzakking van de gevel kunnen dan breuken ontstaan.

Hardsteen is net als veel andere soorten natuursteen een weinig elastisch materiaal dat niet goed tegen buigspanning is opgewassen. En hoe dunner de laagdikte, des te groter de kans op breukvorming. Waar de breukvlakken precies zullen ontstaan, is vooraf moeilijk aan te wijzen. Vermoed wordt dat met name in hardsteen afkomstig uit geplooid gesteentelagen, waar sommige posities van de steen een sterke rek en andere een sterke zijdelingse samendrukking hebben ondergaan, de kans op het ontstaan van 'steken' groot zal zijn.



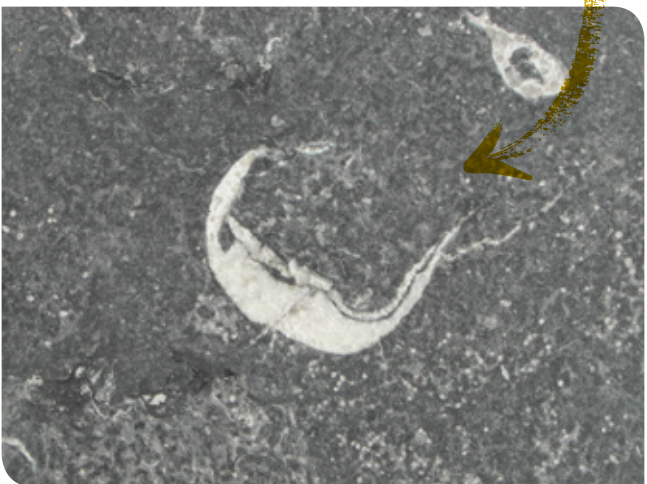
Vorming van breuken (diaklazen) in geplooid kalksteen.

IERSE HARDSTEEN IN HET VENING MEINESZGEBOUW

De Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO, is gehuisvest in ruimte C van het Vening Meinesz gebouw. De gebouwdelen behoren tot de Universiteit Utrecht. Het gebouw C is ontworpen door Hoogstad Architecten en is in 2002 in gebruik genomen door TNO.

BRACHIOPODEN EN ZEEELIES

De vloeren van de vide beneden en het atrium op de eerste verdieping zijn gelegd van vijf cm dikke platen hardsteen. In het atrium op de eerste verdieping is centraal een mozaïek van rechthoekige, ca. 30 cm dikke, blokken steen gelegd. De hardsteen komt uit een groeve in Ierland. Deze Carboon kalksteen toont grote overeenkomst met de Belgische hardsteen. In beide gesteenten worden fossielen van zeelelies aangetroffen, maar ze zijn wat zeldzamer in de Ierse hardsteen. Tegen de achtergrond van een grijsblauwe steenmassa tekenen zich in de gezaagde platen van de kalksteen kleine en grote witte doorsneden van fossiele schelpen af. De grote schelpen, brachiopoden van de groep Productiden, bepalen in belangrijke mate het uiterlijk van de Ierse hardsteen. Brachiopoden zijn schelpdieren, waarvan veel soorten door middel van een steel of stekels met de bodem verbonden waren. De Productiden bezaten veel dunne stekels en dit schelpdier lag als een soort schuitje verankerd op de bodem van de zee. De bodem van het schuitje werd gevormd door een wat dikkere, gekromde rugklep. De andere klep was veel dunner en vrijwel plat en sloot nauw aan op de rugklep. Dat liet voor het weekdier in de schelp, dat zijn voeding verkreeg uit het langs stromende zeewater, maar weinig ruimte over.

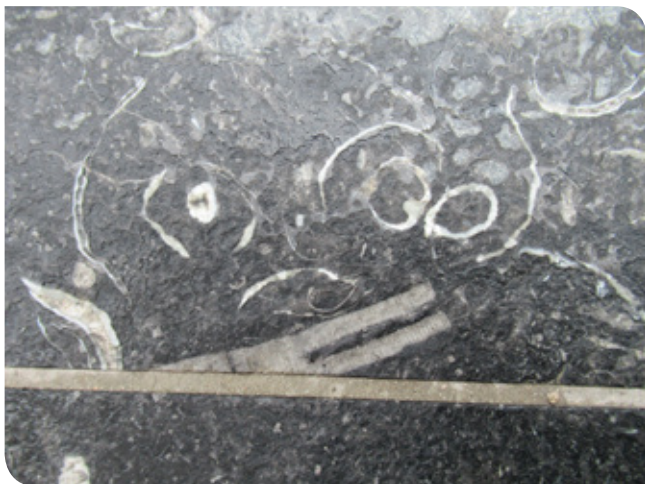


Schelpkleppen van de brachiopode *Productus*.

Mozaïek van Ierse hardsteen op de vloer van het Vening Meineszgebouw.



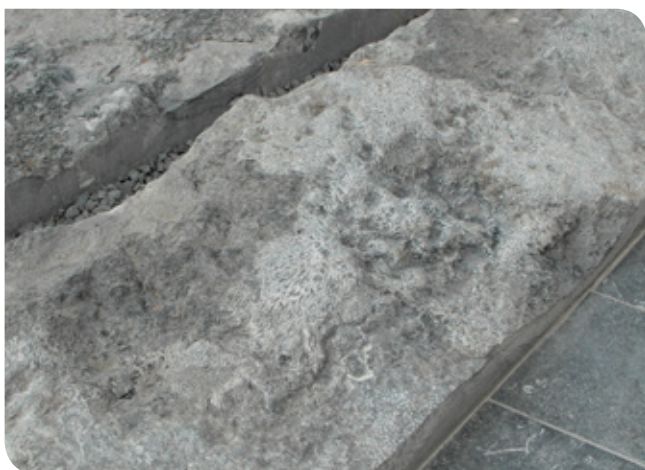
Zeelelies (crinoïden) zijn geen bloemen maar dieren verwant aan zeesterren en slangsterren. Ze bezitten een soort kelk met meerdere armen, die met een lange, gelede, stengel zijn vastgehecht aan de zeebodem. Kelk en armen blijven zelden bewaard, maar de hardere stelen verstenen en worden vaak fossiel gevonden. Lengtesneden van de stengels komen hier en daar voor in de vloertegels. Verder komen in de kalksteen veelvuldig gekamerde huisjes van slakken voor.



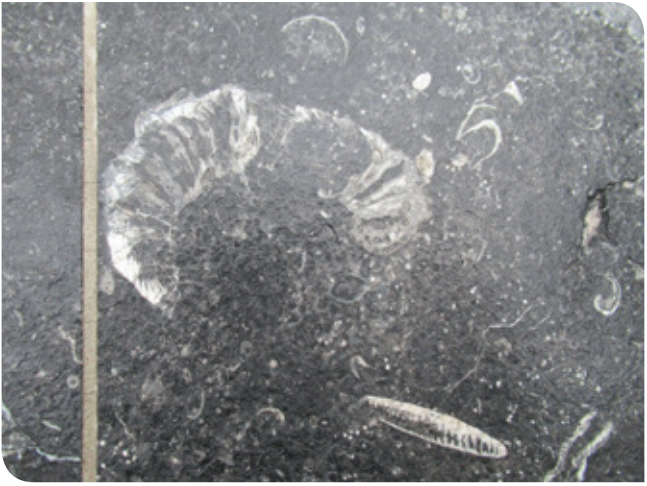
Lengtesnede door een stengel van een zeelelie (schuin op de voeg).

KORAALSTRUIKEN EN INKTVISSEN

De reliëfrijke bovenzijden van de grote steenblokken in het atrium zijn feitelijk oude oppervlakken van de zeebodem. Ze laten prachtige ruimtelijke beelden zien van de koraalstruik *Lithostrotion martini*. Deze koralen kwamen in kolonies voor en waren vastgehecht aan de zeebodem. Naast kolonievormende koralen komen in de steen ook exemplaren voor van solitaire koralen. Het kalkskelet van deze koralen bestaat uit gekromde, geribde kegels met een interne opbouw van radiaal lopende schotjes (septa).

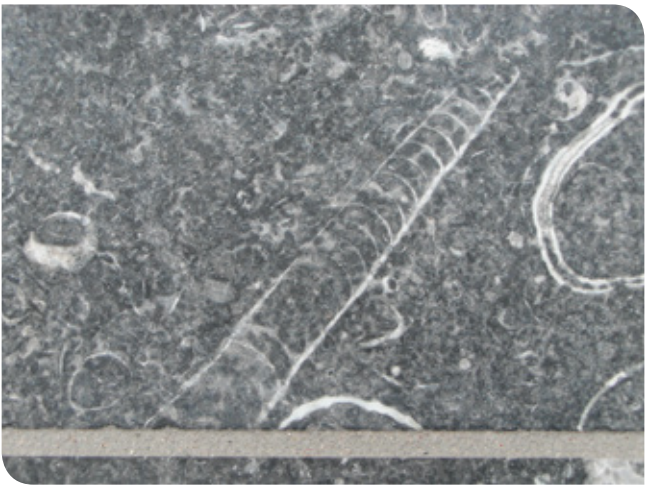


Koraalstruiken in Ierse hardsteen.



Solitair koraal in Ierse hardsteen.

Verre voorvaders van de recent in de tropische zeeën van de Indonesische archipel voorkomende opgerolde schelp Nautilus zijn de Orthoceren. Mitorthoceras is één van de Orthoceren uit de Carboonzee. De karakteristieke, soms licht gebogen kokervormige schalen van deze inktvissen zijn op veel plaatsen in de kalkstenen vloerplaten terug te vinden. De groei van de weke delen van deze soort inktvis ging gepaard met de afzetting van witte kristallen van calciet in het conisch uitlopende deel van de schaal.



Lengtesnede door de lange kegel van Mitorthoceras.

HARDSTEEN EN 'MERGEL' IN DE BOTANISCHE TUIN



De nieuwe Botanische Tuin van de Universiteit Utrecht is vanaf 1963 aangelegd op gronden van het fort Hoofddijk en aanpalende percelen in de huidige Uithof. Fort Hoofddijk is één van de militaire werken van de Nieuwe Hollandse Waterlinie, een 85 kilometer lange defensielinie uit de 19e eeuw. Het eerste deel van de nieuwe hortus was de Rotstuin, die werd opgebouwd met meer dan 2000 ton Carbonische kalksteen. Naar verluidt komen de grote, soms van boorgaten voorziene, stenen uit de hardsteengroeven van Soignies in Henegouwen. Veel van de kleinere stenen komen uit steengroeven en rivierbeddingen ten zuiden van Luik in de oostelijke Ardennen. Men heeft bij de aanleg van de Rotstuin gebruikgemaakt van één van de bijgebouwen van het voormalige fort. Hierop is een berg aangelegd om een hoogteverschil van meer dan 10 meter te realiseren. De Rotstuin groeide in de loop der tijd uit tot een tuinonderdeel met meer dan 3000 soorten rotsplanten. Bijzonder is ook de grote populatie muurhagedissen die bij de eerste zonnestralen in de lente uit hun winterdomein tevoorschijn komen.

Op het grote grasveld aan de zuidwestzijde van de Botanische Tuin staat een imposant beeldhouwwerk. Het kunstwerk is gemaakt door Adri Verhoeven en bestaat uit vier blokken Belgische hardsteen waarop vier gepolijste beelden van rood en grijs Scandinavisch graniet zijn geplaatst. In de sokkels zijn duidelijk de voor Belgische blauwe hardsteen zo kenmerkende 'zwarte aders' (stylolieten) te zien. Door vorstwerking zijn langs de stylolieten schilfers van de steen afgebroken, waardoor het contrast tussen de kwetsbare kalksteen en de onverwoestbare, glanzende granieten sculpturen wordt versterkt.



Sculptuur graniet op hardsteen, Adri Verhoeven.



Mergelblokken in de wand van de schuilhoek.



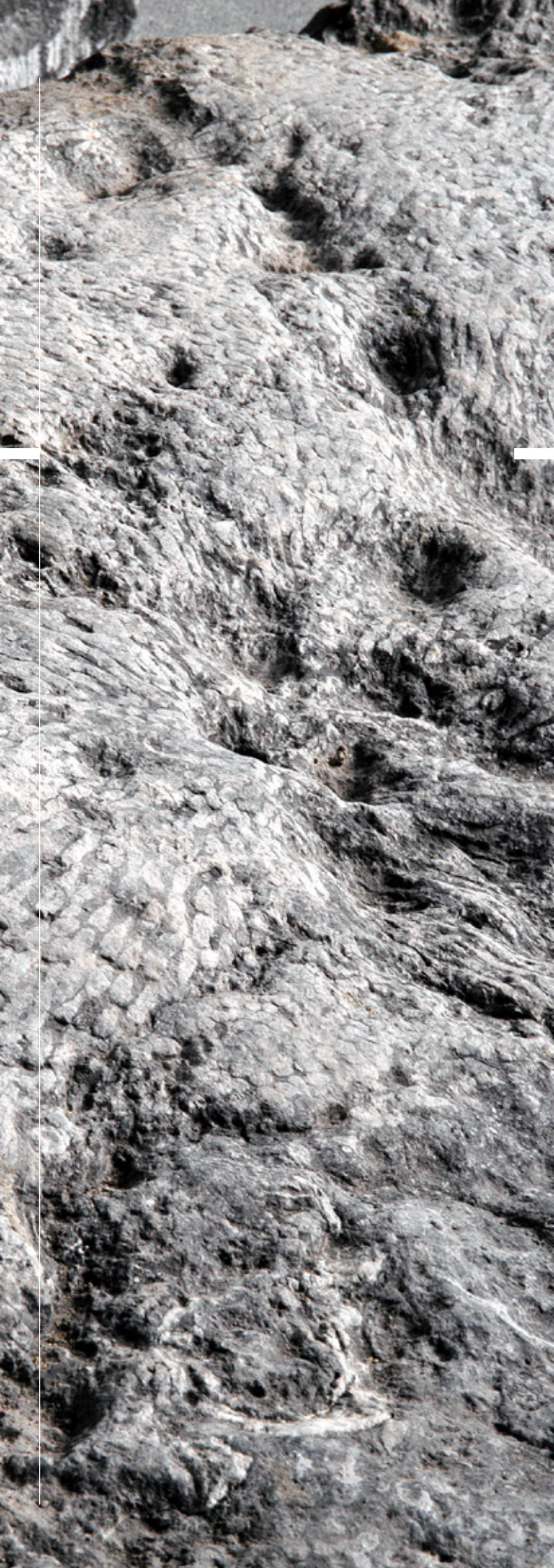
Fossielen in de mergel.

Verspreid in de Botanische Tuin zijn nog verschillende andere soorten natuursteen te vinden. Hier wordt alleen stil gestaan bij het gebruik van de belangrijkste natuursteen uit de bodem van Nederland: de Krijtkalksteen van Maastricht.

Deze poreuze steensoort is beter bekend als 'mergel'. Aan de oostkant van de Botanische Tuin staan twee muurtjes waarin deze kalksteen is verwerkt. Het eerste muurtje is dat van het bijenhotel en, een honderdtal meters daar vandaan, staat een tweede muur met zitbanken ervoor. In deze ca. 70 miljoen jaar oude kalkstenen uit het Boven-Krijt zijn fraaie doorsneden van schelpen, schalen van zee-egels en buisjes van kokerwormen zichtbaar. De kalksteen van Maastricht wordt al eeuwenlang rond Maastricht en Valkenburg gewonnen. We hebben daar het uitgebreide gangenstelsel (de 'grotten') in de zachte kalksteen aan te danken. De steen is wijd verbreid toegepast in Zuid-Limburg, maar het gebruik van mergel boven de grote rivieren van Nederland is betrekkelijk zeldzaam. Een oude toepassing uit het midden van de 15e eeuw is de gevelsteen van het huis Zoudenbalch aan de Donkerstraat in het centrum van Utrecht. Het reliëf in mergel wordt omgeven door blokken grijze Carboonkalksteen afkomstig uit het dal van de Maas bij Namen.



Gevelsteen van mergel in het huis Zoudenbalch.





Gebogen hardstenen raamdorpel met rechts een gerepareerde breuk.

Een plattegrond van de Botanische Tuin kan worden verkregen bij de balie van het entreegebouw.

COLOFON

Tekst en foto's: Wim Dubelaar, foto op p. 15: John van Delft[†]
Redactie en uitgave: Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO
Vormgeving: Grafisch ontwerp PI&Q, Zeist
Druk: Zalsman Print B.V.

De Geologische Dienst Nederland is onderdeel van TNO.
De Geologische Dienst bevordert een duurzaam beheer van de Nederlandse ondergrond door inzet op maatschappelijke behoeften als veiligheid, energie en grondstoffen.

© TNO, 2019

www.tno.nl