

Geologische orgelpijpen

P.C.M. Rademakers

Tot de meest opvallende verschijnselen in onze kalksteengroeven behoren de doorsneden van trechtervormige inzinkingen aan de top van de kalksteenafzettingen die dieper overgaan in cilindervormige verticale schachten, welke geologische orgelpijpen worden genoemd (afb. 2). De meeste geologische orgelpijpen in de ENCI-groeven zijn opgevuld met grof zand en grind, behorende tot het pakket Maasgrind dat nu de kalksteen bedekt (Afzetting van St. Pietersberg). Wanneer de doorsnede groter is dan 2 m, bevindt zich erbinnen ook löss. Op het maaiveld zijn de geologische orgelpijpen aan het oog onttrokken door een lössbedekking, tenzij de orgelpijp in een gang van het onderliggende gangenstelsel van de ondergrondse groeven is leeggestroomd. De geologische orgelpijpen zijn alle ontstaan nadat op de kalksteen zand en grind waren afgezet. Als we deze waarnemingen combineren met de komvormige inzinkingen die we in het bos op vele plaatsen aantreffen en die we kennen onder de naam 'doline', dan zal de samenhang daarvan met de geologische orgelpijpen duidelijk zijn.

We kunnen dan ook het ontstaan voor onszelf als volgt verklaren: Het hemelwater dat door de deklagen sijpelt neemt tijdens de val door de lucht en op zijn weg door de humuslagen kool- en humuszuren op. Bij het bereiken van het contactvlak met de kalksteen verzamelt het zich in reeds bestaande flauwe inzinkingen of dringt via spleten en breukvlakken in de kalksteen door. Op deze plaatsen wordt de kalksteen middels een ingewikkeld proces langzaam door het zwak zure water opgelost en ontstaan er onregelmatige bulten en kommen, 'karren' genoemd. De hoogteverschillen tussen top en basis van deze karren bedraagt zelden meer dan 3 m (afb. 8). In afb. 1 wordt een vereenvoudigd beeld geschetst van de chemische procesgang. Zo wordt een aanvankelijk flauwe inzinking langzaam, zeer langzaam, dieper en de voorwaarden ter plaatse voor het verdere verloop gunstiger. De inzinking wordt trechtervormig en gaat in een later stadium over in een

min of meer cilindrische schacht. Afhankelijk van de lokale samenstelling van de kalksteen treedt een evenwichtstoestand op waarbij de diameter niet noemenswaardig groter wordt maar de uitloging praktisch alleen naar de diepte plaats vindt. In de bovengrond zien we komvormige inzinkingen ontstaan, dolinen, die erop wijzen dat de uitgeloopte holten in de kalkafzettingen opgevuld worden door de nazakkende en inspoelede deklagen. Deze ontwikkeling is in afb. 5 schematisch weergegeven. Afb. 6 geeft een gedetailleerd beeld van een geologische orgelpijp in vergevorderd stadium. De doorsnede en diepte van deze geologische orgelpijpen zijn zeer variabel. De doorsnede kan aan de bovenkant van ca. 3 m tot meer dan 10 m bedragen en de diepte van rond 5 m tot meer dan 25 m (afb. 4). Op bepaalde niveaus treden er in de kalksteen ook horizontale karstverschijnselen op zoals in afb. 3.

Chemische oplossing en precipitatie van kalksteen

De chemische verwerking van kalksteen verloopt in grote lijnen zoals in afb. 1 is geïllustreerd. De meest linkse, verticaal weergegeven, reactievergelijking geeft aan dat moleculen calciumcarbonaat (CaCO_3), waaruit kalksteen bestaat, bij het oplossen in water uiteenvallen in twee ionen, namelijk een calcium-ion (Ca^{++}) en een carbonaat-ion (CO_3^{-}). De hoeveelheid kalksteen die op deze wijze in oplossing kan gaan is echter zeer gering. Bij een tweede, daarnaast aangegeven, reactie die zich in de bodem afspeelt, neemt het hemelwater kooldioxide op uit de lucht maar ook, tijdens het doorsijpelen in de humusbodem, de kooldioxide, afkomstig van omzettingsprocessen (rotting). Dit kooldioxide reageert met het water en vormt bicarbonaat-ionen (HCO_3^{-}) en waterstof-ionen (H^+). De waterstof-ionen vormen met water sterk verdund koolzuur, dat de kalksteen in oplossing doet gaan. Beide reacties zijn echter evenwichtsreacties (in de vergelijking niet aangegeven). Dat wil zeggen dat, onafhan-

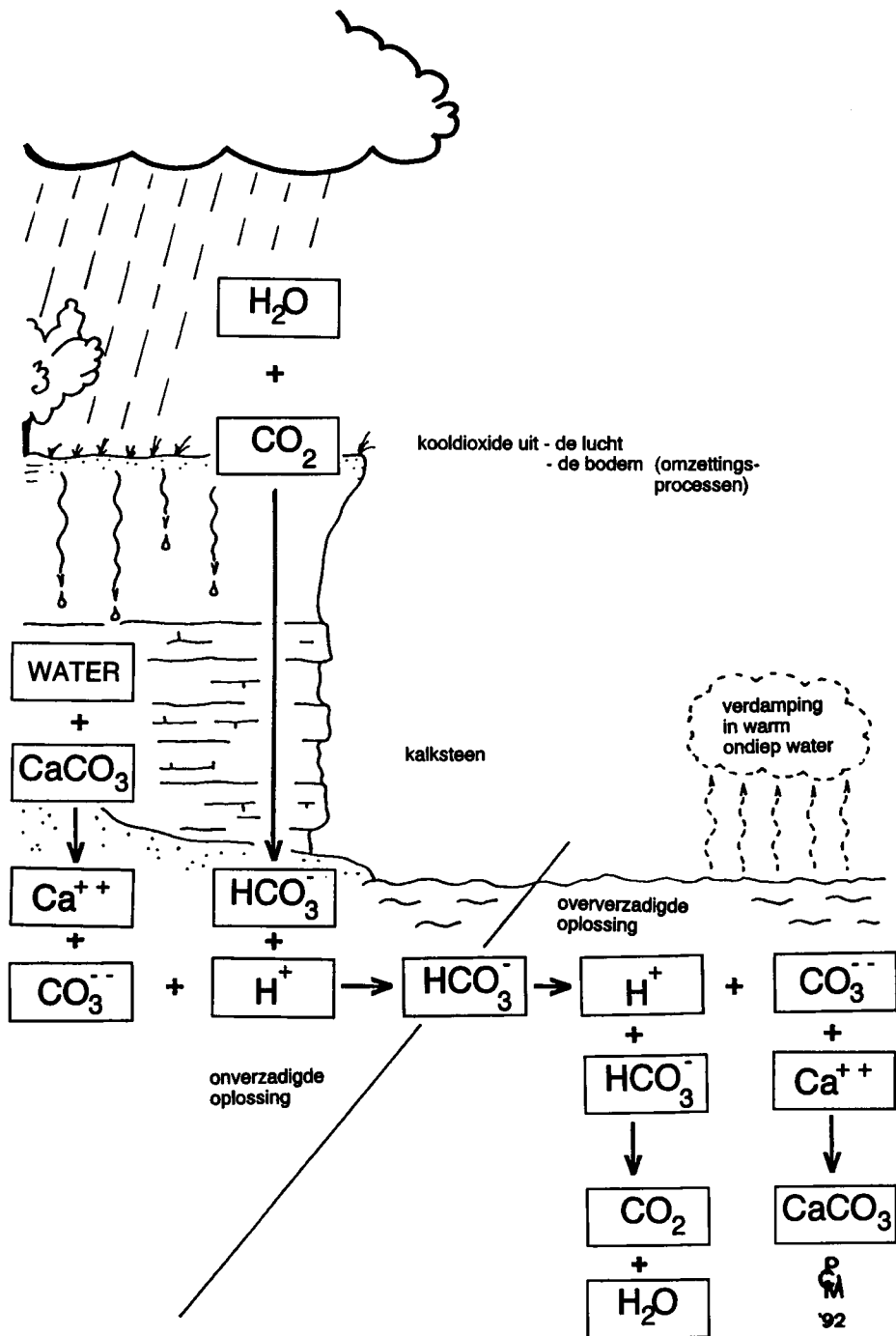
kelijk van elkaar, het oplossen van kalksteen en het vormen van koolzuur vrijwel tot stilstand komen zodra daarvoor een evenwicht wordt bereikt. Zover komt het duidelijk niet, want uit beide reacties gaat één van de producten, een carbonaat-ion en een waterstof-ion, een derde reactie aan en vormen een tweede bicarbonaat-ion (zie linkerhelft van de horizontaal weergegeven vergelijking). Er ontstaat nu in beide verticale vergelijkingen, door een tekort aan carbonaat-ionen resp. waterstof-ionen, een verstoring van het evenwicht. Als gevolg daarvan kan weer meer kalksteen worden opgelost om dit tekort aan te vullen.

Waar de kringloop 'hemelwater - bodemwater - oceanen - verdamping - hemelwater' in stand blijft, zal het bodemwater niet verzadigd worden en blijven de beschreven reacties actief.

De ionen die door de drie genoemde reacties worden gevormd worden door de rivieren naar de zeeën gevoerd. Na verloop van tijd kan het zeewater verzadigd raken met, in dit geval, opgelost calciumcarbonaat. Al vanaf een ver geologisch verleden worden echter in de zeeën en oceanen, op plaatsen met daarvoor gunstige condities, opgeloste stoffen waarvoor het verzadigingspunt nagevoerd is, weer direct neergeslagen (geprecipiteerd). Op deze wijze wordt het evenwicht tussen aan- en afvoer van opgeloste stoffen in stand gehouden.

'Aardpijp' of 'geologische orgelpijp'?

De eerste beschrijving van de verticale karst-fenomenen in het Maastrichts Krijt komt van Mathieu (1813) in: 'Notice sur les orgues géologiques de la colline de Saint Pierre, près Maastricht'. Over deze geologische fenomenen schrijven in 1826 Von Oeynhausen en Von Dechen: '... Eine sehr merkwürdige Erscheinung sind die Erdpijpen (Erdpfeifen), Orgues géologiques...' De poging, de benaming in de streektaal weer te geven, wijst erop dat de auteurs die hebben opgevangen van



Afb. 1. De chemische oplossing en precipitatie van kalksteen in de kringloop van water.

de arbeiders in de St. Pietersberg. Er komen in deze publicatie, die handelt over de winning van kalksteenblokken, veel daarop betrekking hebbende lokale vakuitdrukkingen voor. In 1845 publiceerde ook Noeggerath over dit onderwerp. Bij hem lezen we: '... die Steinbrecher im Petersberge nennen sie Erdpfeifen (Aerdepipen)...'. De aanduiding 'aardpijpen' blijkt dus een 'vakterm' te zijn die reeds in 1826 door de arbeiders in de St. Pietersberg werd gebruikt. Het blokbreken in de St. Pietersberg is een eeuwenoud ambacht dat terug gaat tot de Romeinse tijd, zodat zonder meer kan worden aangenomen dat ook de

naam 'aardpijpen' in onze streek in gebruik was nog voor Mathieu in 1813 de benaming 'geologische orgels' introduceerde. Mathieu spreekt nergens over 'aardpijpen', waarschijnlijk heeft hij die naam nooit gehoord omdat zijn publicatie gebaseerd is op een eenmalig verblijf van 24 uur in Maastricht. Hoe het ook zij, 'geologische orgelpijpen' blijft voor wetenschappers en amateurs de enig juiste benaming.

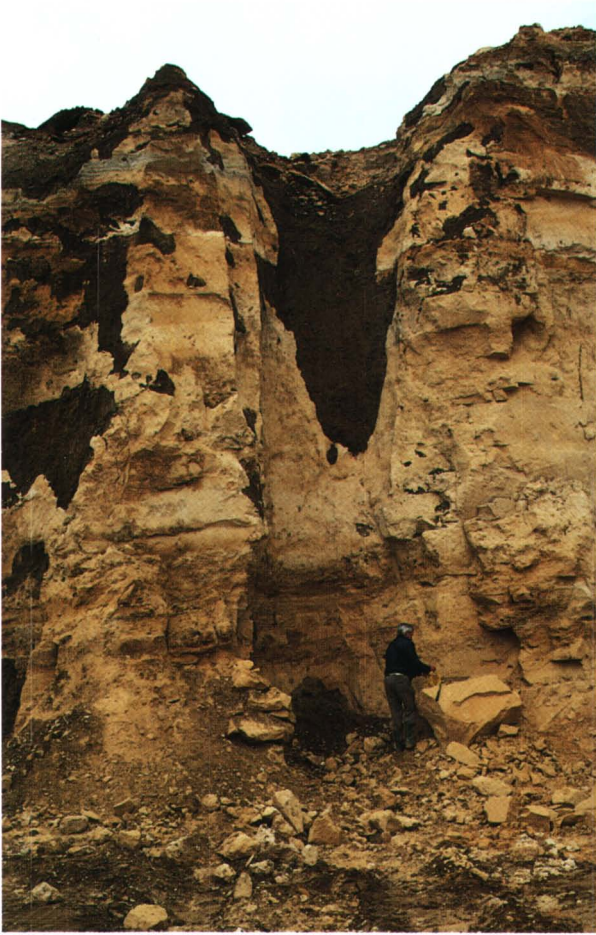
'Gegroefde aardpijpen'

Wie wel eens heeft deelgenomen aan excursies in onze ondergrondse kalk-

steengroeven, de 'mergelgrotten', zoals die ook in de St. Pietersberg aanwezig zijn, heeft ervaren dat ook hier in geologisch opzicht meer te beleven valt dan men op het eerste gezicht zou verwachten. Immers in plaats van in een bovengrondse groeve tegen bepaalde afzettingen aan te kijken loopt men hier in zo'n afzetting. Eén der meest opvallende verschijnselen vormen de in verhouding tot de gangen vaak enorm omvangrijke leemkegels uit geologische orgelpijpen. Tegen de nog nauwelijks door het schijnsel van onze lampen bereikte wanden tekenen deze stortkegels zich reeds donker af tegen het licht gekleurde gesteente van de gangen. Naderbij gekomen onderscheiden we dan dat de gang gedeeltelijk en vaak geheel is afgesloten door de opvullingsmassa van een geologische orgelpijp die vanuit de wand of het plafond in de gang is gestroomd. Met welk een geweld dit uitstorten soms gepaard ging tonen de modderspaten die meters ver tegen de wanden en plafonds te zien zijn. In 1929 vielen aan ir. D.C. van Schaik, de Limburgse grottenkenner bij uitsteking, '...vreemd gevormde gaten op in het instortingsgebied van de St. Pietersberg. De doorsnede was niet rond maar geschulpt, zodat de wanden gegroefd waren...'. Aanvankelijk dacht Van Schaik met naar boven toe geboorde of gestoken gaten te maken te hebben, waarbij de boorstang of beitel sleuven zou hebben uitgesleten. Toen hij later kennis had genomen van de beschrijving van J.T. Binkhorst van den Binkhorst (1859, p. 106-107) van door deze in een grot te Bemelen gevonden 'orgues géologiques cannelés' was hij overtuigd van de natuurlijke oorsprong van de gegroefde aardpijpen.

Van Schaik onderscheidt meerdere typen, waarvan de belangrijkste het 'centrale type' en het 'concentrische type' zijn. Dit laatste type beschrijft hij als '... een centrale of excentrische middenopening waaromheen een aantal kleinere gaten in zekere regelmaat is gegroepeerd...'. Bij het centrale type gaat het om een conische of cilindrische pijp met lijnrechte lijsten aan de omtrek. Van Schaik wijst onder meer op een verschil in vormingsstadia als verklaring voor het ontstaan van de verschillende typen. Het is denkbaar dat de centrale typen, althans bij de cilindrische vorm, zijn ontstaan uit de concentrische typen. Afb. 7 toont een gegroefde pijp met een diameter van ca. 1 m. De foto werd liggend op de rug naar boven genomen. Deze bij-

Afb. 2. Aangesneden geologische orgelpijp in de Kalksteen van Meerssen van de groeve ENCI, St. Pietersberg te Maastricht. Foto W.M. Felder.

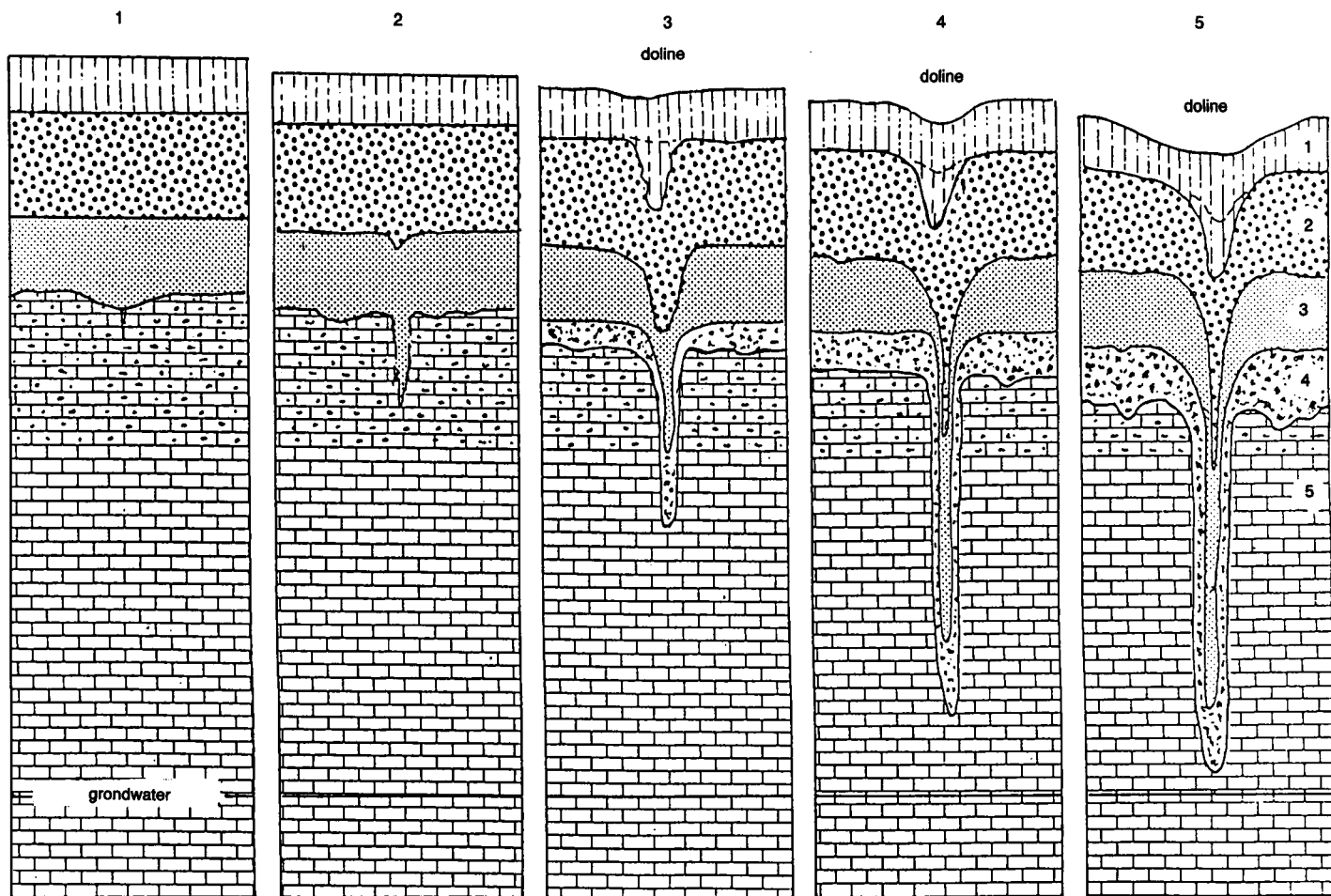


Afb. 3. Horizontale karst aan de basis van de Kalksteen van Meerssen in de groeve ENCI, St. Pietersberg te Maastricht.

Afb. 4. De grootste ooit in Zuid-Limburg aangetroffen geologische orgelpijp in kalksteen uit het Boven-Krijt. Groeve ENCI, St. Pietersberg te Maastricht. Foto W.M. Felder, 1977.

De diameter aan de top van het kalksteenpakket bedroeg ca. 85 m. De grootste diepte lag ca. 30 m onder de top van de kalksteenafzetting. In de kern bevond zich, tot een diepte van ca. 16 m, löss. Aan de oppervlakte van de St. Pietersberg, naast de geologische orgelpijp, kwam een lösslaag van slechts 3 m voor. Deze z.g. Bovenste Löss lag vrijwel horizontaal over de orgelpijp. Dat betekent dat deze orgelpijp na de sedimentatie van de Bovenste Löss niet meer actief is geweest.





Afb. 5. Schematische voorstelling van de genese van geologische orgelpijpen in de kalksteen uit het krijt van Zuid-Limburg en omgeving. Schaal 1:250. Tek. W.M. Felder.

zondere pijp trof ik aan in een relatief kleine grot waar zich meerdere van dergelijke opmerkelijke pijpen bevonden (Rademakers, 1963). Deze grot ligt oostelijk van de IJzeren Koeweg die van de Sibbergrubbe langs de zuidrand van het Biebosch naar IJzeren loopt, even voordat zich een veldweg in oostelijke richting afsplitst. Coördinaten: $x=+31875$ $y=-146600$, kaartblad nr. 62A Valkenburg, schaal 1:25.000, RIVON-aanduiding nr. 165 'Groeve aan de Heide'. Jammer genoeg is de groeve thans in gebruik als opslagplaats voor landbouwchemicaliën, zaadvoorraden en gereedschappen. Het interieur van de grot werd hiervoor door hak- en breekwerk, het egaliseren van de vloer etc. aangepast. De oorspronkelijk fraaie karstverschijnselen in de wanden en plafonds zijn daarbij grotendeels vernield.

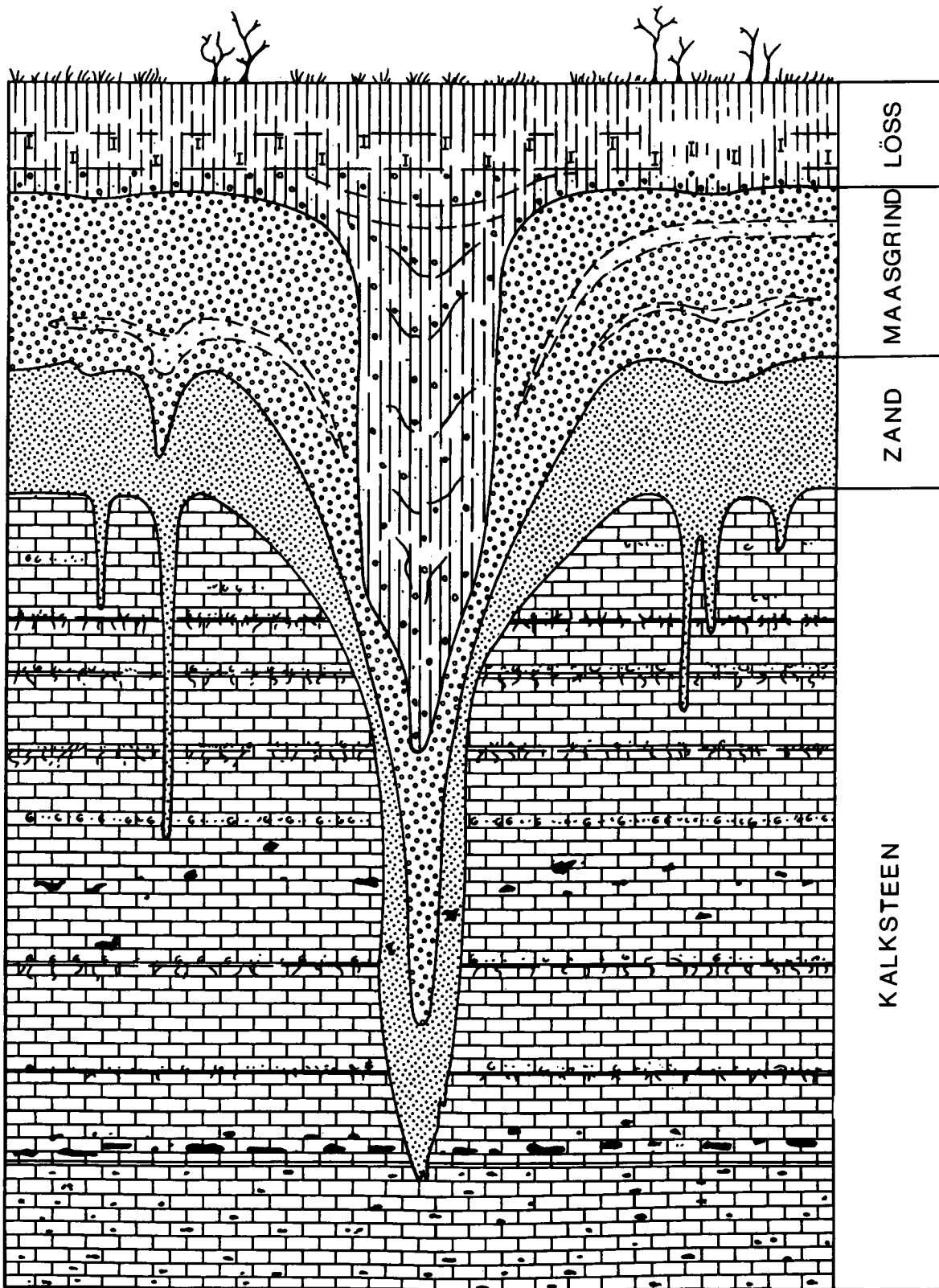
Duidelijk zien we dat de centrale opening van boven wordt afgesloten door een gebroken platte vuursteenplaat. In het bovengedeelte zijn in de omtrek kleinere pijpen zichtbaar. Enkele daarvan zijn nog rondom gesloten doch lopen meer naar beneden uit in de centrale opening, terwijl van andere

de naar binnen gekeerde wand reeds is aangesneden door de centrale opening. Hieruit is af te leiden dat in een jonger stadium het geheel beantwoordde aan de omschrijving die Van Schaik geeft voor een aardpijp van het concentrische type. Op de foto is de doorsnede vlak onder de nog gesloten kleinere pijpen te rangschikken onder het centrale type en daarboven als een overgangsvorm tussen het concentrische type en het centrale type. Het onderste gedeelte, op de foto niet zichtbaar, heeft zich reeds ontwikkeld tot een normale ronde geologische orgelpijp. In het onderhavige geval is dus duidelijk bij een en dezelfde pijp een ontwikkelingsreeks te zien die uitgaande van het concentrische type via het centrale type tot een normale ronde pijp voert. Dat de einduitkomst hier een normale geologische orgelpijp is, houdt niet in dat alle aardpijpen aan deze ontwikkeling gebonden zijn. Het ontstaan van het concentrische type is een uitzondering.

Deze uitzondering moet een oorzaak hebben. Opvallend is, dat door diverse onderzoekers gemeld wordt dat

deze bijzondere pijpen vaak aan de bovenkant waren afgesloten door grote vuursteenblokken (zie ook afb. 7), of dat onder in de aardpijp dergelijke grote vuurstenen werden aangetroffen die kennelijk uit de pijp waren gevallen. De invloed van die afsluitingen lijkt mij de bepalende factor voor de ontwikkeling van afwijkende pijpen. Hierop wijst ook het feit dat steeds meerdere exemplaren samen in één grot voorkomen.

Aannemende dat de vuursteenbank zich op een bepaalde diepte onder het kalksteenoppervlak bevindt, zal een geologische orgelpijp zich aanvankelijk ontwikkelen tot een normale ronde pijp totdat het vuursteenpakket is bereikt. De hemelwatertoevoer naar de diepere lagen wordt nu belemmerd. Het water zal zich verdelen, om via beschikbare spleten en openingen in of tussen de vuurstenen zijn weg naar beneden te vervolgen. De onderliggende kalksteen zal nu op zeer begrensde en verspreid liggende punten in contact komen met het doorsijpelende water. Het gevolg hiervan moet zijn dat er in plaats van één pijp van bepaalde doorsnede verschillen-



Afb. 6. Gedetailleerd schema van een verticale snede door een geologische orgelpijp in vergevorderd stadium. Tek. W.M. Felder.

de kleinere pijpen zullen ontstaan. Het vulmateriaal, dat boven de vuursteenafsluiting zorg draagt voor de verdeling van het beschikbare water over het totale oppervlak van de pijp en tevens de zaksnelheid van het water langs de wanden vertraagt, kan evenmin de vuursteenbarrière onbelemmerd passeren. Dit is voor het verdere verloop van de orgelpijp zeer

belangrijk. Immers de doorsnede van een zich vormende pijp wordt bepaald door meerdere factoren. Behalve de hoeveelheid water en de zuurgraad daarvan, de doorlaatbaarheid van de kalksteen en de oplosbaarheid is er nog een belangrijke factor, namelijk de contacttijd tussen water en kalksteen. Waar de zaksnelheid van het doorsijpelende water toeneemt zal de

diepte van de pijp in verhouding tot de diameter toenemen, met andere woorden: er ontstaan dunnere pijpen.

Het al of niet aanwezig zijn van opvulling in een geologische orgelpijp en de samenstelling (grof- of fijnkorrelig) is van invloed op de zaksnelheid van het water. Waar dit materiaal geheel ontbreekt zal deze het grootste zijn.



Afb. 7. Gegroefde geologische orgelpijp. Foto A. Rademakers, Voerendaal.

Eerder hebben we al vastgesteld dat bij de beschreven pijp vlak onder het vuursteenpakket verspreid liggende pijpen van begrensdte omvang moesten ontstaan. Tevens is erop gewezen dat het vulmateriaal belemmerd werd om verder te zakken. Alle voorwaarden voor enge, zich naar de diepte ontwikkelende geologische orgelpijpen zijn aanwezig. Hiermee is een aannemelijke verklaring voor het ontstaan van het concentrische type gegeven.

Het is niet te ver gezocht om aan te nemen dat na het ontstaan van het concentrische systeem de afsluiting plaatselijk verbroken wordt. Dat kan bijvoorbeeld plaatsvinden doordat een gedeelte van de afsluiting gelegenheid krijgt door te zakken als een onderliggende pijp een voldoende grote diameter heeft ontwikkeld. Gebeurt dit, dan zal ook het bovenliggende vulmateriaal na kunnen zakken. Dat houdt in dat voor die bepaalde pijp uit het concentrische systeem de voorwaarden veranderen en wel in die zin dat deze zich nu verder zal ontwikkelen tot een pijp met een relatief snellere uitbreiding van de diameter. Het aansnijden van de naastgelegen pijpen van het systeem wordt daarbij

mogelijk en het oorspronkelijk concentrische systeem kan zich ontwikkelen tot een centraal systeem.



Afb. 8. Karstoppervlak met karren en geologische orgelpijpen aan de bovenkant van het kalksteenpakket in de groeve ENCI, St. Pietersberg te Maastricht. Foto W.M. Felder, 1985.

Adres van de auteur

P.C.M. Rademakers
Caumerbeeklaan 51
6416 EZ Heerlen

Literatuur

Binkhorst van den Binkhorst, J.T. (1859) Esquisse Géologique et Paléontologique des couches Crétacées du Limbourg et plus spécialement de la craie tuffeau, avec carte géologique, coupes, plan horizontal des carrières de St.-Pierre etc. XVIII + 268 pp., Maastricht (Van Osch-America et Cie.)

Mathieu, L. (1813) Notice sur les orgues géologiques de la colline de Saint Pierre, près Maestricht'. Journal des Mines 201, 197-201.

Noeggerath, (1845) Die sogenannten natürlichen Schächte oder geologische Orgeln in verschiedenen Kalkstein-Bildungen'. N. Jb. Min. Geogn., Geol. u. Petrefactenkunde, 513-535.

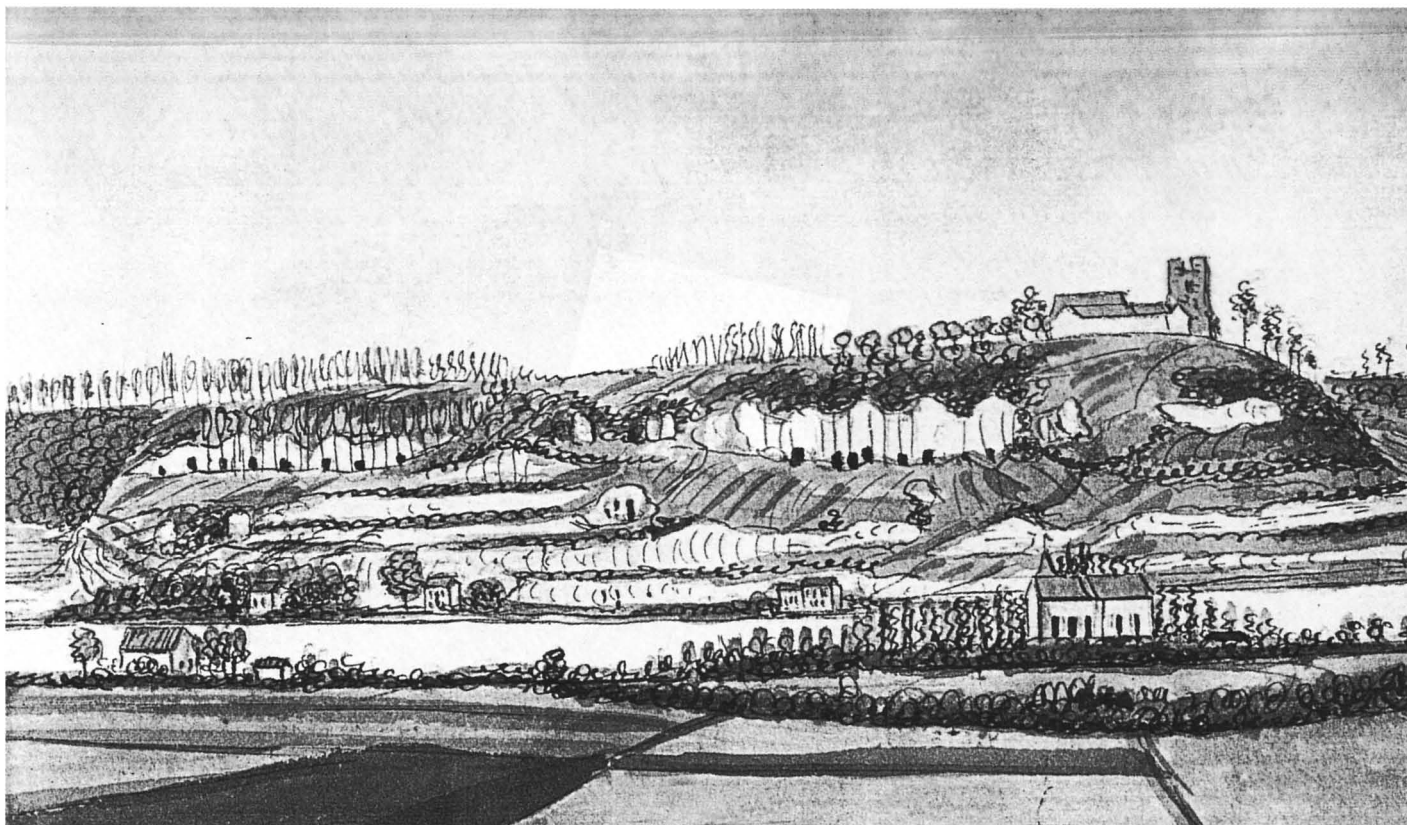
Oeynhausien, V. von & H. von Dechen (1826) Steinbrüche bei Falkenberg bis nach Maastricht. Zeitschrift für Bergbau und Hüttenwesen 2, 204.

Rademakers, P.C.M., (1963) Geologie bij carbidlicht. Jaarboek 1963 Ned. Geol. Ver. Afd. Limburg, 28-38.

Schaik van, D.C. (1941) De gegroefde aardpijpen in het Maastrichtse Krijt. Natuurhist. Maandbl. 30, 18-20.



Afb. 1: Trapeziumvormige gangen in het Belgische stelsel Ternaaien-Beneden. Hier dringt het daglicht door tengevolge van een voormalige kleine dagbouwontginning welke de gangen aangesneden heeft. Foto: E. de Grood.



Afb. 2: De St. Pietersberg volgens een aquarel van Ph. van Gulpen rond 1840. Duidelijk zijn de ingangen van de onderaardse gangen te zien. De gangen direct links van de ruïne/hoeve Lichtenberg zijn waarschijnlijk de 'alde bergen', mogelijk de oudste gangen van het gehele complex. Collectie Natuurhistorisch Museum Maastricht.

Afb. 3: Het grootste deel van de plattegrond van de gangen in het Nederlandse deel van de Sint Pietersberg. In kaart gebracht door ir. D.C. van Schaik; gereedgekomen in 1959. Collectie Natuurhistorisch Museum Maastricht.

