

6 **HOLLE WEGEN: EEN VENSTER OP DE ONDERGROND**

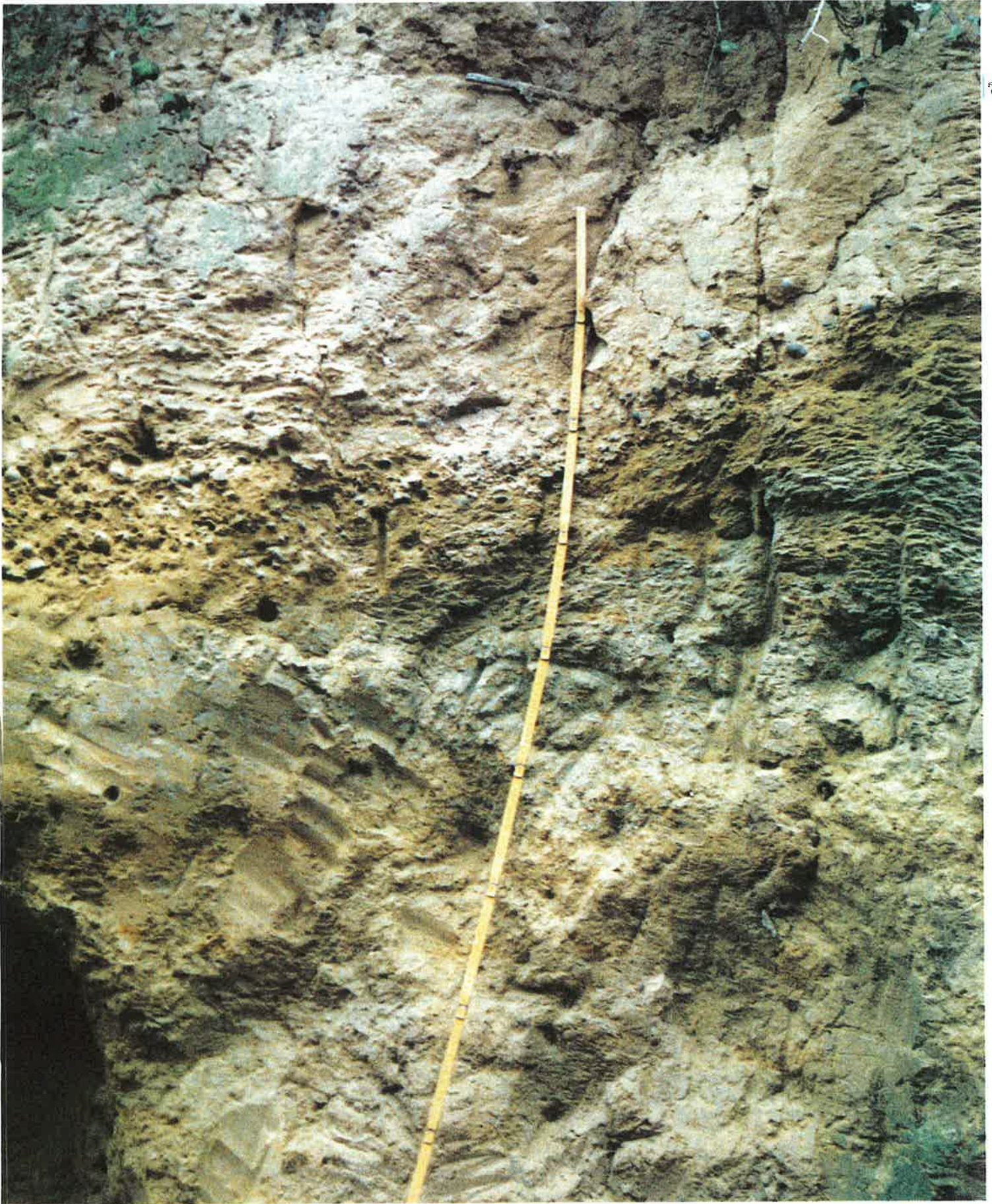
Geologische ontsluitingen zijn in onze provincie zeldzaam. Holle wegen, naast oude groeven, zijn daarom uitgelezen plekjes om een diepe blik te kunnen werpen op de Limburgse ondergrond. Ze bieden bovendien de kans aan het grote publiek om vertrouwd te raken met geologische fenomenen die voor hen onbekend of minder bekend zijn. Deze geologische bezienswaardigheden vertegenwoordigen een belangrijk patrimonium van de provincie Limburg. De Werkgroep Geologie van LIKONA pleit dan ook voor een didactische en ecologisch verantwoorde ontsluiting van dit erfgoed. Promotie kan via allerlei publicaties of andere initiatieven, bijvoorbeeld geologische wandel- en fietspaden. Een nieuwe uitdaging voor onze beleidsmensen?

Marleen AKKERMANS
Wiemesmeerstraat 23/1
B-3600 Genk

Joris BARBIER
Langedreef 64
B-3271 Averbode

Georges RUYLOFT
Boudewijnlaan 68
B-3800 Sint-Truiden

Elza VANDENABEELE
Veurzerveld 28A
B-3790 Sint-Martens-Voeren



8 HET BELANG VAN HOLLE WEGEN VOOR DE GEOLOGIE VAN LIMBURG

De Provincie Limburg heeft slechts een zwak tot matig reliëf. Dit betekent onder meer dat hier geen échte diepe rivierinsnijdingen voorkomen en dat continue geologische doorsneden praktisch onbestaande zijn. Dit in tegenstelling tot de diep ingesneden valleien van bijvoorbeeld de Maas tussen Namen en Dinant, of deze van de Ourthe en de Hoyoux, waar het mogelijk is om de complexe, geplooiden structuur van de ondergrond nauwgezet te bestuderen aan de hand van kilometerslange geologische coupes. Door het ontbreken van dergelijke zogenaamde natuurlijke ontsluitingen moeten de geologen zich in Limburg noodgedwongen behelpen met boringen en kleine, vaak onbeduidende ontsluitingen. Een herinterpretatie van al de bestaande boringen heeft recent ook geleid tot het opmaken van een nieuwe (afgedekte) geologische kaart voor Vlaanderen, waarvan 6 kaartbladen onze provincie volledig bedekken. Anderzijds zijn er in Limburg ook plaatsen waar de mens sterk in het landschap heeft ingegrepen en waar hij met behulp van graafmachines kunstmatige ontsluitingen heeft doen ontstaan. Dit zijn de vele bouwputten en de talrijke zand- of kleigroeven die in onze provincie voorkomen. Ook is er de diepe insnijding van het Albertkanaal. Deze heeft de Sint-Pietersberg letterlijk in tweeën gesneden en heeft uitzonderlijk prachtige coupes doen ontstaan in het onderliggende kalksteensubstraat (Krijt van de Gulpen Formatie met vuursteenlagen). De mens heeft bovendien ook ondergronds gewerkt. Op zijn zoektocht naar geschikte bouwmaterialen, zoals de beroemde Maastrichtersteen ('mergelsteen'), heeft hij ook een ondergronds kunstmatig gangstelsel uitgegraven. Bouwputten zijn echter (zeer) tijdelijk en in principe niet toegankelijk voor het publiek, terwijl zand- en kleigroeven meestal privaat eigendom zijn en een bezoek ervan speciale toelatings vereist. Verlaten groeven (inclusief de ondergrondse 'mergelgrotten') zijn inderdaad zeer interessant voor de geoloog, maar hun huidige lot is bedroevend. Ofwel is door het al dan niet gecontroleerd storten de put al opgevuld, ofwel heeft de groeve een andere, meer natuurvriendelijke bestemming gekregen (gelukkig!) en heeft niemand gedacht aan het conserveren van de unieke geologische fenomenen die er soms te zien waren en nog zijn. Er is nochtans hoop voor de Limburgse geologie. Sinds kort wordt in het scenario voor de nabestemming van bepaalde ontginningen van oppervlaktedelfstoffen (zoals zand- en grindgroeven) door overtuigde beleids mensen wel degelijk rekening gehouden met de mogelijkheid tot het conserveren van bepaalde geologische fenomenen die in de respectieve groeven zichtbaar zijn. Naast algemeen beter bekende en te beschermen biotopen in de verlaten groeven zal er in de nabije toekomst allicht ook wat aandacht komen voor het inrichten van zogenaamde geotopen. Het beschermen van geologische bezienswaardigheden onder de vorm van geologische 'monumenten' gebeurt in Vlaanderen in navolging van de ons omringende landen zoals Nederland en Duitsland, die eerder dan wij het belang van het rijke geologische patrimonium in onze Euregio hebben beseft.

Een laatste categorie van (semi-)kunstmatige ontsluitingen zijn dan de holle wegen, een karakteristiek klein landschapselement van Limburg. Deze holle wegen zijn ontstaan door een wisselwerking tussen menselijk ingrijpen en natuurlijke processen. Fysische erosie en de natuur van het substraat spelen hierbij een aanzienlijke rol. In holle wegen blijkt erosie echter ook een tweesnijdend zwaard te zijn. Dankzij erosie is de holle weg ontstaan, dankzij erosie blijft hij dynamisch. Te sterke erosie brengt echter zijn functie als weg en op termijn ook zijn voortbestaan in het gedrang. Interessant is de vaststelling dat alleen goed aan elkaar gekitte substraten zoals löss, leem, zandleem, kalksteen en ijzerzandsteen de vorming van holle wegen toelaten. Zand- en grindachtige substraten brokkelen makkelijker af en laten alleen zeer ondiepe (en voor ons dus minder interessante) holle wegen achter (Stevens, 1987). In uitzonderlijke situaties lagen zelfs oude groeven van bijvoorbeeld Diestiaan ijzerzandsteen in het Hageland of 'mergel' in Nederlands Limburg aan de basis van het ontstaan van een holle weg. De zichtbare geologische fenomenen zijn divers en interessant, zoals blijkt uit de volgende gevallenstudies.

DE STEILE HOLLE WEGEN IN HALEN EN DE HAGELANDSE HEUVELS

WAT VOORAF GING

Wetenschappers zijn anders gaan denken over de aarde als een bijna levend organisme. Net als een levend wezen is de rusteloze aarde altijd in beweging, aangedreven door de energie, opgesloten in haar binnenste of afkomstig van de zon. Geologen ontrafelen steeds beter de geschiedenis van onze Hagelandse heuvels door het bodemarchief dat deze heuvels in zich bergen, maar ook door het ontsluiten van de tektonische werking tot aan de Middellandse Zee. Deze Europese geschiedenis kreeg een streekgebonden eigen naam: de 'Diestiaan event' of gebeurtenis. Geologen denken nu dat de terugtrekking (regressie) van de jongste zee die hier voorkwam snel gebeurde. Dankzij deze snelle terugtrekking werden de zandbanken, nu de Hagelandse heuvels, gespaard van erosie. Dat de Hagelandse heuvels hun bestaan danken aan belangrijke geologische gebeurtenissen elders in Europa, trachten we hieronder duidelijk te maken.

De Middellandse Zee is in feite een restant van de vroegere Tethys Oceaan. Eerst was de Tethys een openende oceaan tussen de toen bestaande supercontinenten Laurasia en Gondwana, later een zich sluitende oceaan. De vorming van het Alpiene gebergte dwars door de oude wereld staat in nauw verband met de geschiedenis van de Tethys Oceaan. Tektonische werking deed Afrika naar Europa toe bewegen. We kregen de opheffing van het Atlasgebergte in Marokko en de Sierra Nevada in Spanje. Hierdoor sloot de Straat van Gibraltar, zodat de Middellandse Zee een binnenzee werd. In het warmdroge klimaat was de verdamping van het zeewater belangrijker dan de neerslag plus de aanvoer van rivierwater. Dit gebeurde geleidelijk aan vanaf 5,8 miljoen jaar geleden. Ongeveer 400.000 jaar na het sluiten van de Straat van Gibraltar

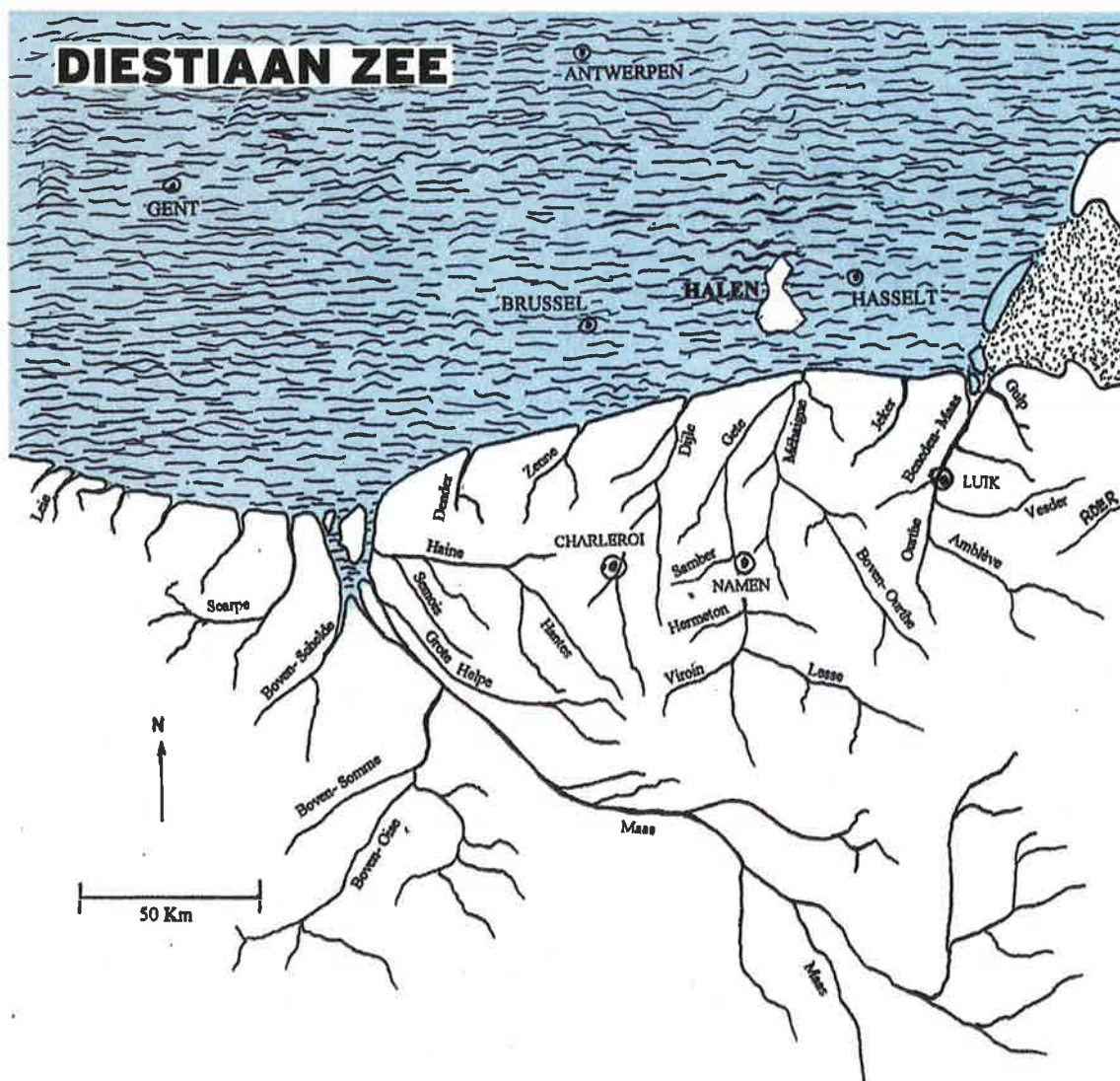
kwam er, circa 5,4 miljoen jaar geleden, door bewegingen van de aardkorst een breuk in de dam tussen Marokko en Gibraltar. Er ontstond een reusachtige waterval met een debiet dat 80 keer groter is dan dat van de Amazone nu. Ongeveer een eeuw later was het Middellandse Zeebekken weer helemaal gevuld. Het verdampte water van de Middellandse Zee viel elders neer als neerslag en deed het oceanpeil evenredig toenemen, naar schatting 15 meter. Toen de Straat van Gibraltar opnieuw open was, kreeg het water van het Middellandse Zeebekken (zowat een eeuw later) zijn normale peil terug. Deze respectieve daling en stijging van het water van de Middellandse Zee creëerde elders een omgekeerd effect. Zo ontstond in onze regio tijdens het droogvallen van de Middellandse Zee de Diestiaan zee (Gullentops & Wouters, 1996) (Figuur 1). De Diestiaan cyclus wordt stratigrafisch tot het Boven-Mioceen gerekend en is dus, geologisch gezien, jong te noemen. De Hagelandse heuvels van nu zijn toen als zandbanken afgezet door

sterke getijdenstromingen die evenwijdig lagen met het toenmalige strand dat zich uitstrekte langs de lijn Saint-Omer - Roubaix - Edingen - Tienen - Hasselt. Deze zandbanken zijn te vergelijken met de zandbanken voor onze huidige kust. Als men over de A2 rijdt tussen Aarschot, Diest en Lummen, heeft men een prachtig uitzicht op de bijzonder mooi geprofileerde zwak golvende heuvels (Figuur 2).

Toen de Straat van Gibraltar zich op vrij snelle wijze terug opende (op ongeveer 100 jaar tijd, zoals hierboven reeds beschreven), trok de Diestiaan zee zich terug tot in de Noorderkempen.

DIESTIAAN IJZERZANDSTEEN

Voor diegenen die in Limburg nog geen steile wanden in rotsachtig gesteente hebben gezien, geven de holle wegen in Halen die mogelijkheid. Omdat deze holle wegen nog meer te bieden hebben, bekijken we nu enkele geologische ontsluitingen van naderbij en

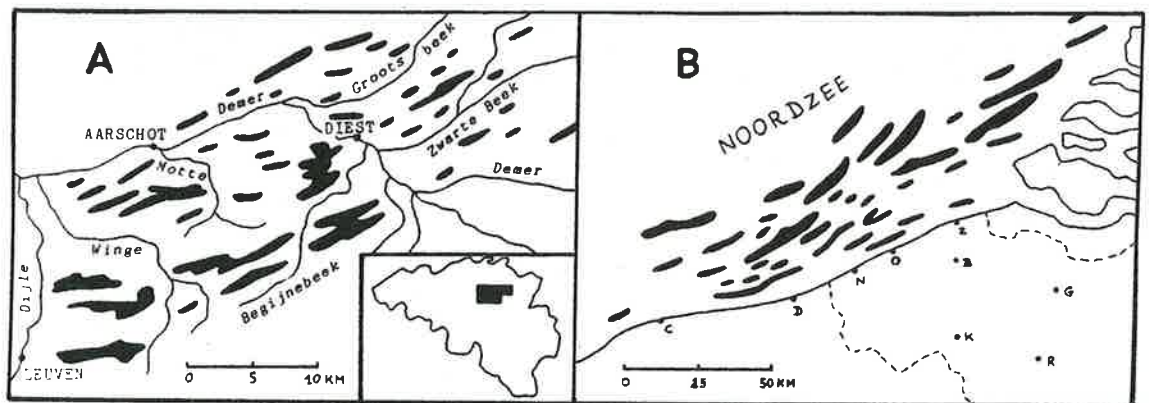


Figuur 1. De Diestiaan zee en het toenmalige riviernet op het einde van het Mioceen (± 5 miljoen jaar geleden) (naar de Heinzelin).

10 zoeken we naar verschijnselen die ons iets kunnen vertellen over de geschiedenis van de Hagelandse heuvels in Halen. Om te beginnen nemen we de holle weg die als een barst tot over de Kluisberg loopt en op de bijgevoegde topografische kaart is aangeduid (Figuur 3). Enkele fenomenen trekken onze aandacht. Opvallend in de holle weg is de roestbruine tot grijsgroene kleur van de wanden, de kenmerkende kleur van Diestiaan zanden. De steile wanden hebben hier een hoogte van meer dan 10 meter (Figuur 4). Deze hoogte kan slechts bereikt worden wanneer de wanden van stevig materiaal zijn. Dat materiaal is ijzerzandsteen, de bouwsteen die in vele Hagelandse monumenten - onder andere in de Halense kerk van Sint-Pieters-Banden - terug te vinden is. Ijzerzandsteen heeft zijn ontstaan te danken aan het mineraal glauconiet dat voor gemiddeld 50 % in 'Diestzanden' aanwezig is. Glauconiet bevat op zijn beurt 20 % ijzer (Broothaers, 2000). Het mineraal glauconiet werd oorspronkelijk samen met de zanden

door sterke getijdenstromingen als zandbanken voor de toenmalige kust afgezet. Met een gewone loop is het onderscheid tussen kwarts- en glauconietkorrels te maken. Glauconiet is een bijzonder mineraal dat uitsluitend op de zeebodem gevormd wordt, wanneer het zeewater veel ijzerionen bevat. Dit gebeurt meestal in pas afgezet sediment, op een diepte van 30 tot 100 meter (Dreesen *et al.*, 2002). Glauconiet is donkergroen van kleur. Wanneer in microscopische kalkschaaltjes (zoals foraminiferen) organisch materiaal ontbindt, veroorzaakt dit een reducerend zuurstofarm milieu. De mineralen slaan dan neer. Men leidt dit af uit het feit dat de korrels vaak een gelobd uiterlijk hebben. Ze hebben de vorm van de binnenkant van de schaaltes van de microfossielen aangenomen. Glauconiet behoort structureel tot de kleimineralen maar gedraagt zich door de gelobde vorm als een zandkorrel. Glauconietkorrels hebben ook dezelfde afmeting als zandkorrels. Toen de Diestiaan zee zich terugtrok, kwamen de zandbanken

Figuur 2. Zandbanken.
A: de heuvels van het Hageland (gewijzigd naar Gullentops).
B: de zandbanken voor de Belgische kust (naar Goossens).



Figuur 3. Uittreksel uit de topografische kaart 25 5/6 Diest Hageland.



door de verlaging van het zeeniveau bloot te liggen en kon de verwerking beginnen. Bij de verwerking van de glauconietkorrels kwam het niet-geoxideerde ijzer in contact met zuurstof en sloeg in lagere horizonten neer als limoniet of ijzerroest. Limoniet, dat de eigenschap bezit om als cement te fungeren, vult de poriën tussen zandkorrels op en kit ze na verharding en kristallisatie aan elkaar om uiteindelijk ijzerzandsteen te vormen. De verwerking, uitloging en neerslag zijn niet overal gelijk verlopen, waardoor de kwaliteit van ijzerzandsteen zeer verschillend kan zijn. Zo spreken we van ijzerschollen, grauwe schollen en grauwe arduin. Naar onder toe komen de ijzerzandsteenbanken minder voor; ze worden ook minder dik. Omdat de aanrijking van ijzercement in de diepte vermindert, wordt de steen uiteindelijk 'murw'. Hoewel de vorming van ijzerzandsteen een proces van verwerking bij bodemvorming is, is het nochtans weinig waarschijnlijk dat het huidige ijzerzandsteen nog uit het Pliocene dateert. De vorming van ijzerzandsteen gaat immers nog altijd door, zoals wij ook in nieuwe insnijdingen kunnen waarnemen.

De schuine gelaagdheid van het gesteente in deze holle weg zal de aandachtige toeschouwer zeker opgefallen zijn (Figuur 5). Deze schuine gelaagdheid vindt zijn verklaring in de toenmalige zandbanken die door de sterke stromingen met de tijd werden verplaatst, net zoals de Vlaamse Banken dat de dag van vandaag voor de Belgische kust nog steeds doen. De zandbanken hebben een ribbelvorm zoals die in het klein op het strand tussen eb en vloedlijn waar te nemen is of in het groot in de duinen (in dit laatste geval verplaatst door de wind in plaats van het water). De stroming van het water of de wind drukt tegen de platte, zwakker hellende loefzijde en zal deze eroderen door er zandkorrels uit los te rukken. Eenmaal over de kam van de ribbel verslapt de stroming en bezinkt de korrel opnieuw tegen de steil staande lijzijde van de ribbel. Door het spel van erosie en sedimentatie wandelt de ribbel dus stroomafwaarts. De loefhelling wordt voortdurend afgebroken en de lijhelling aangevuld. In de interne structuur van de wandelende ribbel, maar ook van de zandbank die nu een Diestiaan heuvel vormt, vinden wij dus enkel de steile helling terug van de sedimentaire lijzijde (persoonlijke mededeling Duser M., 2002).

In de Halense holle weg zijn deze zandbankstructuren duidelijk bewaard gebleven. Deze schuine gelaagdheid helt af naar het oostnoordoosten, wat te maken heeft met de erosieve geulvorming vóór de afzetting van de Diestiaan zanden. Het ontstaan en de helling van de geul werd veroorzaakt door de zakking van de Roermondslenk en door de opheffing van het Massief van Brabant. Het heeft echter ook te maken met sterke getijdenstromen die voor extra energie en stuwung van de watermassa's zorgen. Omdat de toenmalige kustlijn tot aan het Nauw van Calais reikte, is een verbinding zoals nu waarschijnlijk. De transgressie had dus verbinding gemaakt met het kanaal. Uiterst krachtig, relatief warm Atlantisch water schuurde de geul uit en vulde daarna de geul op met de Diestiaan zanden (Wouters *et al.*, 1994).

Wie het niet kan laten om de wanden ook van dichtbij te bekijken, zal wellicht merken dat op bepaalde plaatsen, zowel in de zanden als in de gesteenten, buisvormige verstoringen aanwezig

zijn. Dit zijn gangen die ongeveer 5 miljoen jaar geleden door zeewormen in de toenmalige zandbanken werden uitgegraven. Deze wormgangen werden achteraf door insijpeling opgevuld met materiaal dat beter bestand was tegen verwerking dan de omgevende materie. Ze zijn zowel in verticale als in dwarse doorsnede te zien. Daardoor kun je nu fraaie wormgangen of bioturbaties in bas-reliëf bewonderen. Heb je moeite om deze wormgangen in de holle wegen te vinden, stap dan eens rond een monument dat in ijzerzandsteen werd opgetrokken. Succes verzekerd! Het is begrijpelijk dat in een milieu met zulke sterke stroming zich weinig dieren konden handhaven op de losse beweeglijke zanden. Daarom vinden wij er maar weinig fossielen, tenzij in de vorm van graafgangen waarin dieren zich konden terugtrekken voor het watergeweld (persoonlijke mededeling Duser, 2002).

Nu gaan we op zoek naar het grind dat de basis van de Formatie van Diest aanduidt. Die basis moet volgens de geologische kaart

Figuur 4. Oostwand in de holle weg Kluisberg (Halen). Steile wand met ijzerzandsteen.

Figuur 5. Holle weg in de Kluisberg (Halen), detailopname van de interne schuine gelaagdheid.



12 hier ergens te vinden zijn. De meest zuidelijke grens van de geul waarin het Zand van Diest werd afgezet, loopt immers door Loksbergen en wel ergens aan de zuidhelling van de Kluisberg. Ten noorden van Diest is de geul opgevuld met een 150 meter dik Diestiaan sediment. Hier moet de bovenrand van de geul echter ergens de oppervlakte bereiken. En inderdaad: de ontsluiting werd gevonden in een oude zandgroeve van het Liefkensrodeveld, aangeduid op de topografische kaart. Over een lengte van 25 meter is net onder het maaiveld een versteende grindbank van 20 centimeter dik ontsloten. Deze grindbank zit vol met eironde silex rolkeien van circa 5 centimeter dik in een ijzerzandsteen matrix, met golvend verloop. Afzettingen van vóór de Diestiaan cyclus werden geërodeerd. Alleen de harde en grote silex keien bleven als restant over. We denken dat deze grindbank hier versteend werd, omdat hij vlak onder het plateau gelegen is en dus in de zone ligt waar ook elders verstenen werd veroorzaakt. Dit kan je hier nu zelf waarnemen.

NAAR EEN GEOLOGISCH WANDEL- EN FIETSPAD IN HALEN?

Halen is Limburg, maar Halen is ook een authentiek stukje Hageland, zegt Leo Vandingenen. "Daar vragen wij erkenning voor". Leo Vandingenen is niet alleen de voorzitter van de vereniging 'De Reinvoart', maar hij is ook een kleurrijk figuur die met kennis, liefde en humor over dat stukje grond en de historie tussen Gete en A2 spreekt. Dat stukje grond kende eeuwenlang de rivieren Velpe en Demer als natuurlijke barrières. Recent werd er door de gemeente een fietsroutenetwerk aangelegd, dat 'Haspengouws' genoemd wordt. "Dat tart elke verbeelding! Als men het met de natuurlijke en historische grenzen niet zo nauw neemt, dan kunnen we onze streek even goed Ardennen noemen", meent Leo Van Dingenen. En inderdaad: als je de rotsachtige formaties in de holle wegen van Loksbergen - Halen bekijkt, is deze denkwijze gerechtvaardigd.

Er is heel wat lectuur over holle wegen te vinden. Daaruit blijkt dat de grootste bedreiging van de holle wegen functieverlies is, want een holle weg zonder functie verdwijnt. Verordeningen zijn slechts hulpmiddelen die niet overal gelijk worden opgevolgd. In een eindwerk voor natuurgidsen over holle wegen in Halen, schrijven Moons en Roosen al in 1984: "De laatste tijd worden er regelmatig sluikstorten vastgesteld. Bovenop de Bokkenberg ligt een stuk holle weg dat niet meer te bereiken is en volledig dichtgegroeid. De Boekhoutbosweg was één der mooiste holle wegen (10 tot 12 meter diep). Hij is zowel boven als onder verdwenen, de rest is dichtgegroeid. Een stuk holle weg van de Rozendelstraat is verdwenen bij de aanleg van de A2". In Loksbergen - Halen worden nog heel wat prachtige holle wegen bedreigd.

De Werkgroep Holle Wegen werkt daarom aan een concept voor een geologische fiets- en wandelroute om de holle wegen een bijkomende bestemming te kunnen geven. Daarbij wil de Werkgroep de geologisch-visuele attracties, namelijk de monumenten en natuurlijke ontsluitingen, verbinden door een fietsroute. In deze fietsroute zouden ook rustpunten met geologische informatie kunnen worden ingelast, wij denken hier

bijvoorbeeld aan het 'Streekmuseum' in Loksbergen - Halen. Op andere plaatsen zijn gelijkaardige projecten erg succesvol. Fietsroutes met een thema bieden de toerist immers meer dan louter en alleen fietsplezier. In Halen vinden de mensen zelf 'hun holle wegen' de diepste en de mooiste van Vlaanderen en wie durft dat tegenspreken?

GEOLOGISCHE ONTSLUITINGEN IN HOLLE WEGEN VAN ZUID-LIMBURG

Grote concentraties holle wegen vinden we ook in Haspengouw, beneden de lijn die de gemeenten Sint-Truiden, Wellen, Kortesseem, Hoeselt, Bilzen en Lanaken doorsnijdt, met andere woorden in het reliëfrijke deel van Haspengouw. Dit gebied ligt op de topografische kaart nummer 33 en maakt deel uit van Zuid-Limburg. Hier kunnen we gerust aannemen dat we ons in het echte holle wegengebied van Haspengouw bevinden. De holle wegen zijn hier doorgaans lang en diep, dus ideaal om geologische ontsluitingen terug te vinden. Toch moeten we vaststellen dat het kaartblad Sint-Truiden niet rijkelijk begiftigd is met waardevolle en goed bewaarde geologische ontsluitingen. De typelokaliteit van de Mergels van Gelinden is een gelukkige uitzondering en wordt momenteel uitgebouwd als een geologisch monument (Dreesen *et al.*, 1999). Nochtans zijn er meerdere Tertiaire typelokaliteiten gelegen op dit kaartblad: Dormaal, Grimmertingen, Neerrepen, Kerniel, terwijl ook Groepen en Formaties hier gedefinieerd worden (en vroeger ten dele chronostratigrafisch geïnterpreteerd): Heers, Landen, Borgloon. Meer bepaald het zuidoostelijke deel van het kaartblad bezit een geaccidenteerd reliëf waarin veel kleinere ontsluitingen voorkwamen in holle wegen, zavel- en kleiputten en steenwinningen. Intussen is het landschap een stuk groener geworden, maar zijn geologische observatiepunten des te schaarser. De twee merkwaardigste en in verscheidene publicaties beschreven geologische ontsluitingen zijn: de groeve Overbroek en de mergelgrotten van Hinnisdaal te Vechmaal. Minder bekend maar op geologisch gebied zeker de moeite waard, zijn de holle weg Kelsbeek te Metsteren - Sint-Truiden en de zandgroeve te Engelmanshoven, die we hierna kort zullen beschrijven.

DE HOLLE WEG KELSBEK TE METSTEREN - SINT-TRUIDEN.

Deze holle weg met een mooie ontsluiting is gelegen aan de Kelsbeek te Metsteren, Sint-Truiden en is aangegeven op de topografische kaart (Figuur 6). Deze holle weg heeft een noord-zuid verloop en is ongeveer 700 meter lang. Hij loopt parallel aan de baan Sint-Truiden - Herk-de-Stad en bezit lange taluds van 5 meter hoog. Dit is één van de weinige holle wegen waar nog een behoorlijke ontsluiting te zien is. Op de zuidelijke helling van de holle weg komt in het oostelijke talud een onderbroken ontsluiting voor over een lengte van 300 meter.

Bij het hoogste punt neemt men hier van boven naar onder een opeenvolging van lagen waar. Bovenaan bevindt zich zandige leem met wortels, aan de basis wat verspoeld zand en een gestoorde keienvloer, circa 1 meter dik. Vervolgens is er een laag van groenig,

geel, eerder fijn micahoudend zand met glauconietslierten volgens fijne gekruiste gelaagdheid, geoxideerd en roestig verkleurd met bleke vlekken. Aan de basis hiervan komen verspreide, platte, goed afgeronde, bruinverkleurde rolkeien voor (dezelfde als aan de basis van het leemdek). Onderaan bevindt zich een laag van bleek, groengeel zeer fijn zand, licht glauconiethoudend, micahoudend, homogeen zonder duidelijke gelaagdheid, met roestvlekken, circa 5 meter dik en doorlopend in zuidelijke richting. Er zijn verschillende kleinschalige recente afgravingen van dit zand dat gemakkelijk verspoelt. Aan de top van de ontsluiting is het zand verkit en roestbruin verkleurd door limonitisatie, circa 70 centimeter dik (Dusar & Dreesen *in* Claes & Gullentops, 2001). De zanden onder het Quartair leemdek behoren tot de Tongeren Groep, Formatie van Sint-Huibrechts - Hern. De rolkeilaag bovenaan in het zandpakket vormt hier waarschijnlijk de scheiding tussen de bovenliggende, iets grovere Zanden van Neerrepen en de onderliggende zeer fijne zanden Zanden van Grimmertingen. Het is echter ook mogelijk dat het bovenliggende zandpakket verspoeld is tijdens het Quartair en zo op de Quartaire keilaag terechtgekomen is.

ZANDGROEVE TE ENGELMANSHOVEN.

De juiste ligging van deze ontsluiting is aangeduid op de bijgevoegde topografische kaart (Figuur 7). We hebben hier te maken met een heuvel, waarin we 2 goedbewaarde geologische ontsluitingen kunnen bestuderen. We noemen ze: holle weg en en afgraving. Specifiek aan deze 2 ontsluitingen is dat hier 3 formaties

dagzomen, de Formatie van Sint-Huibrechts - Hern, de Formatie van Hannut en de Formatie van Heers.

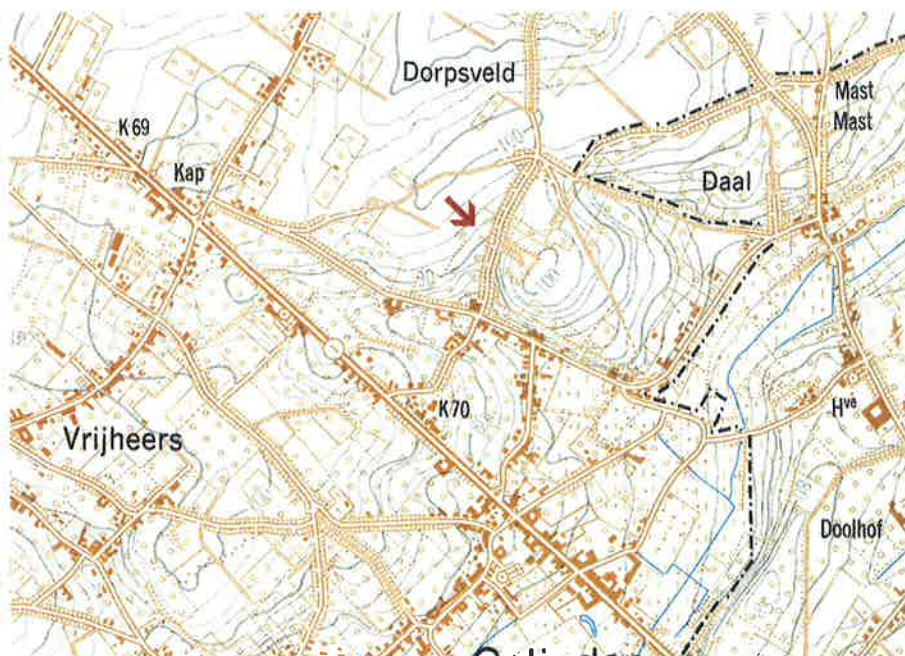
De holle weg is ontstaan door de ontginning van een vroegere zandgroeve. Van deze groeve is alleen een toegangsweg overgebleven als holle weg van 100 meter lang met een mooie geologische ontsluiting. De groeve zelf werd nog tijdens de Tweede Wereldoorlog door de Duitsers uitgebaat voor ophogingszanden onder de startbanen van de luchtmachtbasis te Brustem. Nadien werd ze als stortplaats gebruikt; nu is ze volledig opgevuld en terug begroeid (Figuur 8).

Het Zand van Grimmertingen (Tongeren Groep, Formatie van Sint-Huibrechts - Hern) dagzoomt hier over een lengte van ongeveer 30 meter in een verticale wand. Onder in de ontsluiting hebben we het Zand van Grimmertingen in een ongestoorde positie. Dit is een kleverig zeer fijn zand, glauconiet- en glimmerhoudend. Het zand is gedeeltelijk ontkalkt, maar is nog fossilhoudend en zou een gevarieerde mariene fauna bevatten. Het bovenliggende zand bestaat uit een fijn los zand met veel glimmers en een concentratie van rolkeien aan de basis. De top van het onderliggende zand is bovendien wat verdicht door klei-insijpeling, waardoor een donkere band van circa 20 centimeter ontstaat die het contact duidelijk aangeeft. We zien ook een duidelijk waarneembare schuine gelaagdheid. Ook het contact tussen dit losse zand en het onderliggende, meer kleverige zand verloopt volgens een onregelmatig hellend vlak. Dit lijkt sterk op het Zand van Neerrepen. Toch pleiten we ervoor om dit pakket, dat zelf overdekt wordt door een bruine Quartaire leemlaag met verspreide rolkeien

Figuur 6. Uittreksel uit de topografische kaart van kaartblad 33. Sint-Truiden, met ligging van de holle weg Kelsbeek te Metsteren.



Figuur 7. Uittreksel uit de topografische kaart van kaartblad 33. Sint-Truiden, met ligging van de wandgroeve te Engelmanshoven.



- 14 aan de basis, ook als een Quartaire herwerking te interpreteren. De rolkeien komen namelijk niet geconcentreerd in een fijn basisgrind voor, maar zijn meer verspreid. Zij zijn ook van hetzelfde type als de rolkeien aan de basis van het Quartair. Opvallend was ook het voorkomen van een baksteenfragment in het grind, wat weinig twijfel overlaat over de Quartaire, en zelfs zeer recente ouderdom van dit zand.

Hoe kan verklaard worden dat een ogenschijnlijk Tertiair zand toch in een Quartaire afzetting ingebed ligt? Door het in gebruik nemen als landbouwgrond werd het landschap van zijn beschermende boslaag ontdaan en blootgesteld aan erosie. Versnelde erosie is in verschillende fasen opgetreden door veranderend landgebruik. Eerst was er de tijd van de bandkeramiekers (circa 6.000 jaar geleden) die de landbouw in onze streken ingevoerd hebben. Nadien was er de Gallo-Romeinse periode (tweede - derde eeuw) en het hoogtij der Middeleeuwen (elfde - veertiende eeuw), perioden van sterke bevolkingsaan groei. In de tweede helft van de twintigste eeuw ten slotte trad versnelde erosie op door diep ploegen en massaal verplaatsen van grond. De ouderdom van de verspoelde zandlaag met het baksteengruis is jonger dan de tijd van de bandkeramiekers die nog geen baksteen kenden en ouder dan het ontstaan van de holle wegen tussen Gelinden en Groot Gelmen en naar de vroegere zandsteengroeve. Waarschijnlijk ontstond de laag gelijktijdig met het oude pad naar Groot Gelmen, dat later verdiept werd tot de huidige holle weg. Vermoedelijk stamt de laag dus uit de Gallo-Romeinse periode. Het fijne zand van Grimmertingen is zeer erosiegevoelig. De aanwezigheid van een helling volstaat om een snelle erosie op gang te brengen eens de bovenliggende leemlaag weggespoeld is. Volgens de schuine hellingen is het zand afgevoerd van oost naar west, vermoedelijk van de plaats waar later de zandgroeve is ontstaan, dus over een horizontale afstand van 200 meter met een verval van een 10-tal meter. Door de snelle afstroming zijn zanden en kleipartikels uit het oorspronkelijke pakket gescheiden. Het zand is over korte afstand getransporteerd tot in de weg (die toen nog niet het karakter van een holle weg had), de klei is als suspensiemateriaal verder afgevoerd. Vermoedelijk gebeurde het transport niet door een beek maar bij opeenvolgende stortbuien, wat de menging met rolkeien uit het Quartaire basisgrind kan verklaren.

De Tertiaire zanden getuigen van een geleidelijke opvulling van een zeebekken, waarbij het Zand van Grimmertingen in dieper water onder de golfbasis is afgezet en het Zand van Neerrepn in ondiep water onder invloed van getijdenstromingen. Vandaar de aanwezigheid van schuine gelaagdheden. Het mariene 'Tongerian' wordt gekenmerkt door een periode van hoge zeespiegelstand. Een goed afgelijnde kiezelaa g van gebroken silex en grijsblauwe rolkeien (grootte 10 à 15 millimeter) vormt hier de scheiding tussen de Zanden van Grimmertingen en een bovenliggend Quartair complex van verspoeld fijn zand (verspoelde Zanden van Neerrepn?) met opvallend steile gelaagtheid. Dit keienlaagje wordt een basisgrind genoemd (Figuur 9), naar analogie met het grindlaagje in de holle weg van de Kelsbeek. De gebroken silexkeien getuigen van de herhaalde invloed van vorst als gevolg

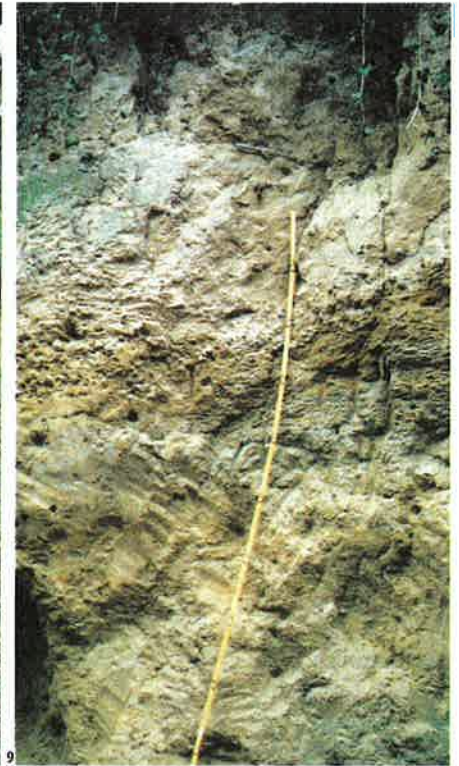
van de ijstijden en latere vorstwerking. In het pakket verspoeld fijn zand zijn ook nog verspreide keien waarneembaar, die als bijkomend bewijs gelden voor afspoeling langs een steile helling. Zeer opmerkelijk is het feit dat in dit kleverige zand van Grimmertingen hogerop in de wand van de holle weg (leidend naar een vroegere, inmiddels opgevulde en verdwenen gemeentelijke stortplaats) verschillende Merovingische graven zijn gevonden.

Beneden aan de heuvel (zie schets - geologische doorsnede) is er een recente afgraving. Door deze afgraving is er een geologische ontsluiting van ongeveer 50 meter lang en 5 à 6 meter hoog ontstaan. Oudere geologische lagen zijn hierin ontsloten, meer bepaald de Tuffeau van Lincent of Lincent tufsteen (Formatie van Hannut). Deze geologische eenheid wordt gekenmerkt door een compact, mergelachtig roestig beige gekleurd sedimentair gesteente, waarin met het blote oog witte stootandjes (onder andere *Dentalium*) en kleine witte schelpjes kunnen waargenomen worden. Opvallend is ook het gevlekte aspect door het voorkomen van onregelmatige grijze zones waar het gesteente verkiezeld is. Hoe grijzer het uiterlijk, hoe harder (kiezel) en zwaarder ook het materiaal. Met de loep kunnen duidelijk zwartgroene glauconietkorrels, holten van opgeloste kiezelrijke sponsnaalden en kleine witte schaal tjes van foraminiferen waargenomen worden (Dreesen *et al.*, 1999). De Tuffeau is hier over een dikte van 2 à 3 meter ontsloten met onduidelijke subhorizontale gelaagtheid (sterk verweerd) en subverticale spleten of diaklazen (Figuur 10). Het tufsteen van Lincent is in feite een zacht, poreus, kiezelrijk kalksteen met opvallend warme strogele, grijsgele tot groengele of roestkleurige tinten die hierdoor sterk contrasteren met een analoog materiaal, de spierwitte mergels van Gelinden. Het gesteente is kalkrijk, fijnkorrelig en homogeen, slechts zelden komen er herkenbare fossielen (schelpen) of bioturbaties (wormgangen) voor, zoals in deze ontsluiting. De Tuffeau van Lincent behoort tot de groep van Landen, Formatie van Hannut, Lid van Lincent, laat Paleoceen en is 57 miljoen jaren oud. De Tuffeau van Lincent werd op verschillende plaatsen in Haspengouw als bouwsteen ontgonnen, onder meer ten zuiden van Sint-Truiden. De belangrijkste groeven waren gelegen op het grondgebied van de fusiegemeenten Orp-Jauche en Hélécine in Waals-Brabant en van Lincent en Hannut in de provincie Luik. In deze gemeenten werd het gesteente op grote schaal aangewend in monumenten en oude gebouwen, maar ook in het aansluitende deel van Vlaanderen werd plaatselijk met dit natuursteen gebouwd (Dreesen, Duser & Doperé, 2002)

De Mergels van Gelinden liggen hier vlak onder en bestaan uit een bleekgrijze tot witte fijnkorrelige brokkelige compacte mergel, waarin bladafdrukken van ingespoelde flora kunnen worden aangetroffen in horizontale banken tot een meter dik. Het macroscopische onderscheid met de Tuffeau berust hoofdzakelijk op kleur en aanwezigheid van verkiezelingen. De Mergels zijn goed ontsloten in en om de nabijgelegen groeve van Overbroek bij Gelinden. Verse mergel is erg vast, maar afgestorte brokken vervallen snel tot een kleverig wit slijk. Chemische analyses wijzen op een samenstelling van 70 % kalk, 20 % klei en 10 % zeer fijn

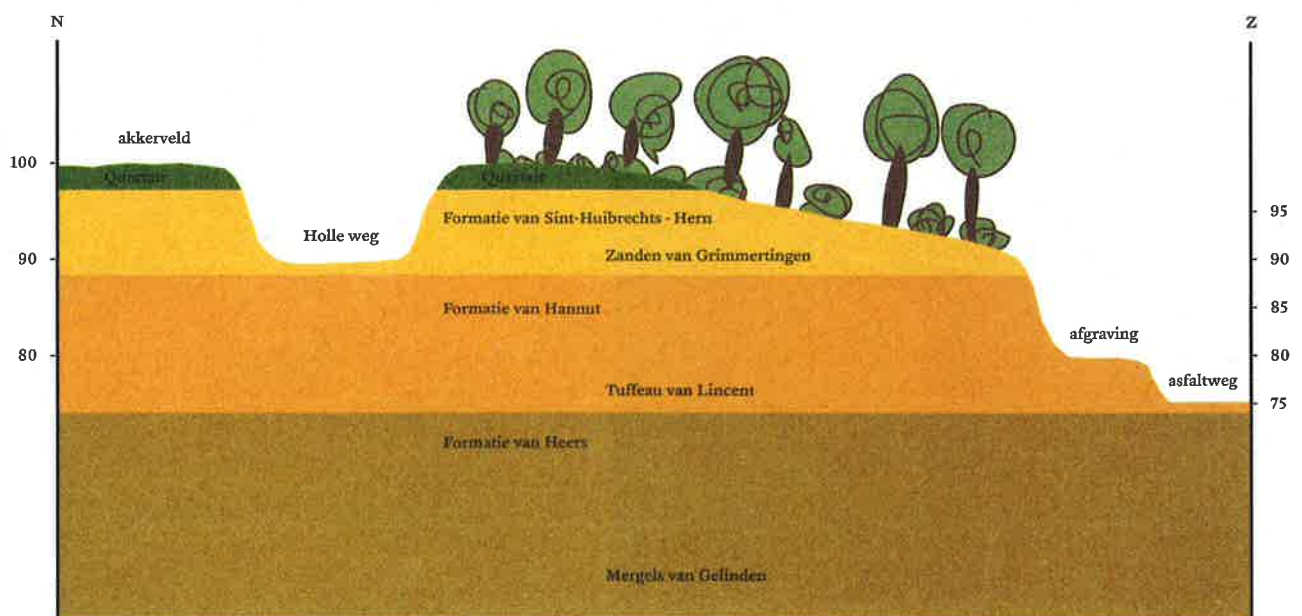


Figuur 8. Toegangsweg naar de verlaten zandgroeve in Engelmanshoven. In de wand zien we het contact tussen de zanden van Neerrepn (boven) en de zanden van Grimmertingen (onder); twee leden uit de formatie van St. Huibrechts Hern.



Figuur 9. Detailopname van de keienlaag die de scheiding vormt tussen de zanden van Neerrepn en Grimmertingen.

Figuur 10. Doorsnede van de zandgroeve in Engelmanshoven.



16 zand (Dreesen *et al.*, 1999). Het gros van het sediment (zowel van de mergels als van de tuffeau) is opgebouwd uit microfossielen (foraminiferen, ostracoden en coccolieten) die voor het grootste gedeelte herwerkt zijn uit het oude krijt en als erosieproduct door de rivieren naar zee zijn getransporteerd, waar dit materiaal dan aangeslibd is. Sedimentologische en paleontologische kenmerken wijzen op een afzetting van de mergel in een ondiepe kalme zee, vergelijkbaar met een aan de kust gelegen baai. De bladeren zouden vanuit een riviermonding in zee gevlot zijn en rustig bezonken op de slijkerige zeebodem. De flora wijst op een gematigd warm, maar verkoelend klimaat. Mergel werd vroeger gebruikt als meststof om verzuring van de landbouwgronden tegen te gaan. De groeve van Overbroek dankt zijn ontstaan aan deze praktijk van het mergelen van leemgronden. In de Tweede Wereldoorlog was Gelinden gekend om zijn mergel, Engelmanshoven om zijn zand.

De overgang tussen de Mergels van Gelinden en de Tuffeau van Lincen wordt gevormd door een donkere, zandige laag van ongeveer 10 centimeter - de zogenaamde Zanden van Overbroek - die hier echter niet ontsloten zijn.

VORMING VAN KALKTUF OF BRONNENKALK IN DE HOLLE WEGEN TEN NOORDEN VAN SINT-MARTENS-VOEREN

Bij het inventariseren van de Voerense holle wegen valt op dat in sommige holle wegen bronnen voorkomen. Holle wegen snijden immers het landschap in en bereiken soms de watervoerende laag

Figuur 11. Vers afgezet kalktuf is vrij brokkelig, afgezet op korreltjes, steentjes en (levend en dood) plantaardig materiaal. Het lemnet van het mes geeft de schaal aan.

Figuur 12. Uittreksel uit de topografische kaart, kaartblad 34 7/8 Vise. - Sint-Martens-Voeren.

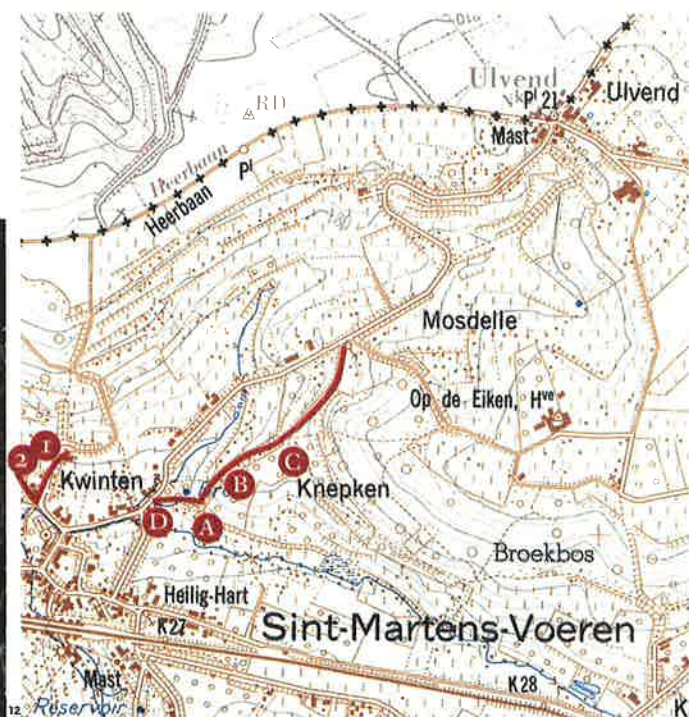
Figuur 13. De holle weg 'Waterwegske' in St. Martens-Voeren voert het water van verschillende bronnen af. Deze bronnen worden gevoed door water uit de Formatie van Vaals.



die dan water laat uitlopen: een bron. Kalkrijk bronwater sijpelt over gesteente, takjes, dode bladeren, mos en dergelijke en zet daarop een dun laagje kalk af (kalkkorst of incrustatie) (Figuur 11). Dit laagje wordt dikker naarmate het bronwater langer op dezelfde plaats blijft stromen. Men noemt dit kalktuf, ook bronnenkalk of moeraskalk, een soort zoetwater carbonaat. Er worden twee soorten kristallen calciet of calciumcarbonaat gevormd: witte grofkorrelige kristallen (spriet genoemd) en bruine, donkere fijnkorrelige kristallen (micriet). In de bronnenkalk komen talrijke insluitsels van planten en soms ook van dieren voor. Soms worden kalktufafzettingen ook travertijn genoemd, meestal echter wordt die benaming voorbehouden voor de kalkafzettingen van warme bronnen. Deze zetten hard, wit calciumcarbonaat af dat uitsluitend uit spriet bestaat en geen insluitsels bevat (Dreesen & Janssen, 1996).

HOE ONTSTAAT KALKTUF?

Regenwater is licht zuur door het opgeloste koolzuur en vooral door humuszuur. Zo kan calciumcarbonaat als bicarbonaat opgelost worden. Onder de grond is de CO₂-druk groter dan in de vrije lucht. Deze koolzuurdruk neemt af wanneer het water uitstroomt; het evenwicht wordt verstoord. Koolstofdioxide verdampst en er vormt zich onoplosbaar calciumcarbonaat dat neerslaat als bronnenkalk. Bepaalde factoren versnellen de afzetting. Wanneer de temperatuur van de lucht hoger is dan die van het grondwater (ongeveer 11° C) zal het uitstromende water opwarmen. Ook dan verdampst CO₂ met eveneens afzetting van calciumcarbonaat tot gevolg. De afzetting van bronnenkalk zou dus groter moeten zijn in de zomer dan in de winter. Er zijn ook



organismen die de afzetting bevorderen, kalktuf is namelijk een organisch-chemische carbonaatneerslag die zandkorrels, slakkenhuisjes en schelpjes kan insluiten. Kalktuf zet zich vaak af op plantenresten die achteraf weggroten en waarvan dan holtes overblijven (Eerdeken, 1999). De fotosynthese van de planten bevordert de afzetting: ze onttrekt koolzuur aan het water. Algen en cyanobacteriën helpen ook kalk afzetten en zorgen voor een microscopische gelaagdheid door de seizoensgebonden ontwikkeling van deze organismen (Dreesen & Janssen, 1997). De plantenresten dienen niet alleen als steun voor de afzetting, maar ze vormen ook de groeiplaats van de algen en bacteriën. De exacte invloed van al deze organismen is nog niet gekend. Ook de turbulentie van het water bevordert de kalkafzetting.

VOORKOMEN VAN KALKTUF IN HOLLE WEGEN

We beschrijven kort het voorkomen van kalktufbronnetjes in drie locaties. Figuur 12 toont de ligging van de observatiepunten.

1. Langs de verharde holle weg (Figuur 12, locatie 1) naar de Jeugdherberg, links, bij de toegangsweg naar een vakantiehuisje. Een bronbeekje druipt over een steilrand van ruim 1 meter hoog en 2,5 meter breed en loopt uit in een gekanaliseerd watertje dat water van een hoger gelegen bron afvoert. De bronnenkalk wordt gevormd wanneer het water over de steilrand druipt en kalk zich afzet op plantaardig materiaal en op kiezel;

2. In de holle weg (Figuur 12, locatie 2) ten westen van en evenwijdig aan de voorgaande weg. Het onder 1. besproken bronwater stroomt een paar 10-tallen meters door een buis en loopt dan langs een betonnen muurtje af, waarop zich een laagje kalktuf heeft afgezet;

3. In het laagste bronnencomplex van het 'Waterwegske', een holle weg (Figuur 12, locatie 3) in Kwinten.

We bespreken hier vooral de kalktufvorming in het 'Waterwegske'. Wanneer u aan het Veltmanshuis de 'Bronnenwandeling' V4 begint, komt u al snel bij deze bronnen (Figuur 13). We beschrijven deze holle weg vanaf Kwinten naar het noordoosten. De weg is 700 meter lang en klimt van 130 naar 175 meter hoogte. Onderaan is de weg 4 meter diep, maar bovenaan is hij nog nauwelijks ingesneden. De kalktuf is over een lengte van bijna 8 meter waarneembaar. De onderste bron, links, is kunstmatig: de Kolebron. Hier haalden veel mensen vroeger hun drinkwater met 'de haam' (het juk), daarna kwamen enkelen er nog flessen vullen. Het water wordt regelmatig gecontroleerd, de laatste jaren wordt het meestal ondrinkbaar verklaard. De Kolebron heeft als enige van deze bronnen een bronhoofd. Aan dezelfde kant van de weg volgen nu verschillende bronnen elkaar op. Bronnen die uit de flank van de holle weg komen, vormen kalktuf. Bij de bronnen in de wegbedding vinden we geen kalktuf. Maar de holle weg voert ook regenwater af, zo kan de kalk mee afspoelen.

Deze kalktuf afzettingen zijn wel bekend uit de literatuur maar werden nog niet uitvoerig beschreven. De oudste schriftelijke vermelding die calciëtvorming in Kwinten vermeldt, dateert van 1964 (Pahaut). Deze bronnen zijn ontstaan toen de holle weg zich uitdiepte. Bronnen ontstaan namelijk waar de afsluitende leem door erosie is weggespoeld. De bronnenkalk in het 'Waterwegske' is zelden wit en meestal bruingekeurd door leem (persoonlijke mededeling Dusar M., 2002). Bijgevoegde schets (Figuur 14) geeft een overzicht van dit bronnencomplex dat als A op het kaartje is aangeduid (Figuur 12).



- 18 Hogerop ontspringen nog bronnen in dezelfde holle weg en vormen een tweede bronniveau. Hier wordt echter geen kalktuf gevormd. Ook deze bronnen, links en rechts van de weg, zijn op het kaartje aangeduid (punt B). Schets en kaartje zijn einde december 2002 gemaakt. Op dat ogenblik waren weinig bronnen actief. Bronnen zijn immers afhankelijk van het grondwater, dat met vertraging reageert op periodes van droogte of regenval.

WAAROM VORMT ZICH KALKTUF TEN NOORDEN VAN SINT-MARTENS-VOEREN ?

Er komen in de omgeving van Sint-Martens-Voeren dus duidelijk twee bronniveaus voor. De onderste bronnen leveren water vanuit de Formatie van Vaals, de hogere bronnen uit de jongere Formatie van Gulpen (persoonlijke mededelingen Felder, 1975-1980). De Formatie van Vaals bestaat uit Vaalser groenzand dat in Voeren veel klei bevat en dus waterkerend is. Hierin komen echter verschillende laagjes tektonisch verstoorde, verharde, fijnkorrelige, kalkhoudende zandlagen voor die watervoerend zijn en bronnen voeden. Mogelijk staan deze waterlagen met elkaar én met de Formatie van Gulpen in verbinding door de geultjes waarin siltig zand werd afgezet. Doorheen de Formatie van Vaals, dus in de kalkrijke zandlaagjes, stroomt meer water dan hier bovenop, waardoor het grondwater verzadigd is aan kalk (van Lanen, 1995). De bronnen boven de Formatie van Vaals anderzijds leveren water uit de Formatie van Gulpen. Ze komen hogerop in het 'Waterwegske' voor. Hier wordt echter geen kalktuf gevormd, al verbleef dit grondwater in een kalkhoudende laag. Dat alleen de onderste bronnen kalktuf vormen, komt waarschijnlijk door hun regelmatig debiet en door een mogelijk hogere mineralisatie. Het water van de bovenste bronnen is relatief snel door het Gulpens krijt gestroomd (spleten). Water in de Formatie van Vaals kreeg echter langer de tijd om kalk op te nemen (persoonlijke mededeling Duser, 2002). De Formatie van Vaals en de erop liggende Formatie van Gulpen, die uit krijt bestaat, zijn erg kalkrijk. Het Vaalser groenzand heeft in het beschreven gebied een kalkgehalte van 20 à 30 % (Felder & Bosch, 2000), het Gulpens krijt bevat 70 à 97 % kalk (Felder, 2000). Het uitstromende water is rijk aan opgelost calciumbicarbonaat (Athmer, 1991). Toen de vers afgezette löss op het einde van het Pleistoceen begroeide, werd het grondwater zuurder en begon de ontkalking

van de löss. Dit maakte het diepere grondwater nog kalkrijker (Gullentops & Wouters, 1996).

GEOLOGISCHE ONTSLUITINGEN IN HET 'WATERWEGSKE'

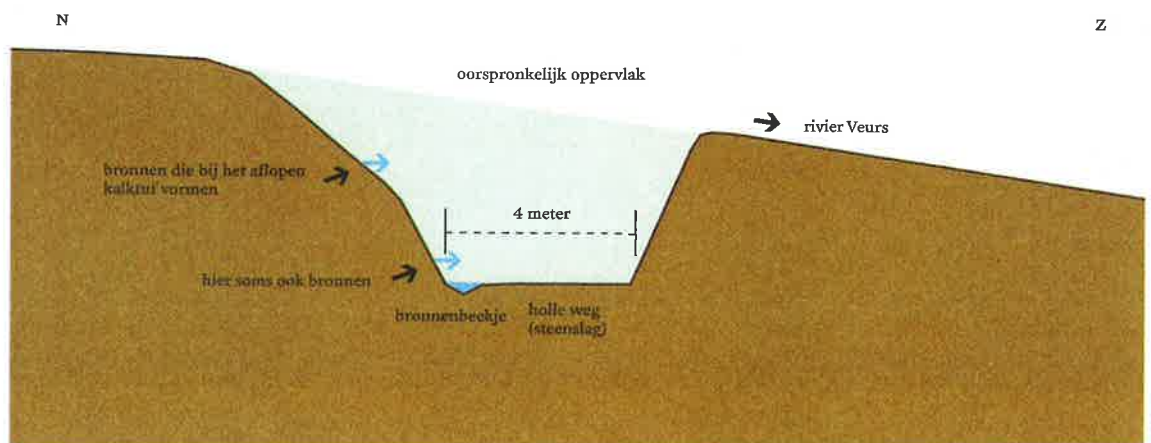
Boven de onderste bronnenlijn wordt de Formatie van Vaals in de rechterberm van het 'Waterwegske' zichtbaar. Wanneer we deze holle weg verder volgen, boven het niveau van de hoogste bronnen, dan belanden we in het Gulpens krijt waarin de holle weg is uitgesleten (Figuur 12, locatie 3, punt C). In de bermen, in het hoogste deel van de weg vooral, hebben dieren leem uitgeworpen bij het graven van hun hol. Vermeldenswaard is ook het feit dat de Nederlandse geologische dienst geboord heeft in Kwinten, bij het begin van het Waterwegske, ter voorbereiding van de nieuwe geologische kaart van Nederland. Op een halve meter diepte werd hier het Boven-Karboon aangeboord. Ook deze plaats staat op het kaartje aangegeven (Figuur 12, locatie 3, punt D). In Sint-Martens-Voeren wordt verteld dat kort na de Eerste Wereldoorlog in deze buurt naar steenkool geboord werd, maar men er geen ontginbare lagen vond.

Deze weg heeft dus qua geologie iets te bieden. In de directe ondergrond Boven-Carboon (*Paleozoïcum*), zichtbaar Vaalser groenzand en Krijt uit het Boven-Krijt (*Mesozoïcum*), leem uit het Pleistoceen en kalktuf uit het Holoceen (beide laatste Quartair).

KALKTUF ALS BOUWMATERIAAL

De Steenboskapel in Schoppem ('s-Gravenvoeren) is rond 1850 opgetrokken met materiaal van een kort ervoor opgegraven Romeinse villa. Hier kunt u een hard kalktuf zien, bekapt en als bouw materiaal gebruikt. Waar haalden de Romeinen dit materiaal? Geen van de hoger besproken afzettingen kan voldoende bouw materiaal leveren. In de literatuur wordt vermeld dat tijdens het Pleistoceen en het Holoceen veel kalktuf werd afgezet in de dalen (Gullentops & Wouters, 1996). De landbouw bracht echter ontbossing en erosie met zich mee. Veel *colluvium* vulde de dalen en vormde er een dikke laag *alluvium*. De universiteit van Wageningen onderzocht de afzettingen in de dalen van Voer en Veurs en vond nergens kalktuf (Athmer, 1991). Mogelijk zijn deze lagen er wel geweest, maar nu volledig als bouwsteen opgebruikt, versmacht door het leem of geresorbeerd door humuszuren uit het veen dat er op afgezet werd (persoonlijke mededeling Duser,

Figuur 14. Doorsnede van het 'Waterwegske'.



2002). Een analoog probleem stelt zich bij de kalktuf gebruikt als bouw materiaal in Zuid-Limburg (Dreesen & Janssen, 1996).

BESLUIT

Holle wegen werden in het recente verleden zeer goed bestudeerd, vooral dan omwille van hun natuurwaarden (fauna en flora). De geologie van holle wegen werd echter eerder stiefmoederlijk behandeld. Er zijn dan ook maar weinig documenten die het bestaan vermelden van geologisch interessante fenomenen in holle wegen. Vandaar ook het doel dat de LIKONA Werkgroep Geologie zichzelf heeft gesteld, namelijk een inventaris en een gedetailleerde beschrijving maken van alle geologische fenomenen in holle wegen en aanverwante reliëfinsnijdingen, zoals graften (steilranden), taluds en holle tracés.

De Werkgroep hoopt met haar werk voldoende interessante ontsluitingen in kaart te kunnen brengen, zodat regionale geologische wandel- of fietsroutes kunnen worden uitgestippeld. Hierdoor zal de Limburgse geologie misschien eindelijk de waardering en de aandacht krijgen die ze verdient en zullen mensen zich stilaan bewust worden van dit belangrijke patrimonium.

De Werkgroep Geologie hoopt hier binnenkort dan ook, in nauwe samenwerking met de lokale heemkringen en toeristische diensten, een eerste geologische wandel- en fietsroute te realiseren. Naast geologische bezienswaardigheden ontsloten in de holle wegen, zullen wellicht ook cultuurhistorische waarden, zoals monumenten (opgetrokken in lokaal ijzerzandsteen en ijzeroer) en de beroemde Hagelandse wijngaarden, mee in het wandel- of fietstraject opgenomen worden. Een ijzerzandsteenroute als primeur voor Limburg !

DANKWOORD

Dit artikel is mede tot stand gekomen dankzij de terreinmedewerking van de leden van de LIKONA Werkgroep Geologie, Subwerkgroep Holle Wegen: Flor Huls, Martin Vrancken en Luc Paque. Tevens danken de auteurs Roland Dreesen en Michiel Duser, geologen, voor het kritisch nalezen van de teksten.

REFERENTIES

- ATHMER, W. *et al.*, 1991. Hydrogeologisch onderzoek in het stroomgebied van de Voer bovenstrooms van 's-Gravenvoeren (B), delen 1 en 2. Landbouwwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Hydrologie, Bodemnatuurkunde en Hydraulica.
- BELGISCHE GEOLOGISCHE DIENST. Archieven van het kaartblad 76W Diest.
- BOS, K. & F. GULLENTOPS, 1990. IJzerzandsteen als bouwsteen in en rond het Hageland. Bulletin van de Belgische Vereniging voor Geologie. 99: 131-151.
- BOSCH, P. & W. FELDER, 1996. Geologie van Zuid-Limburg en omgeving. Rijksgeologische Dienst, Haarlem.
- BROUTHAERS, L., 2000. Zandboek Vlaanderen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, 112 p.
- CLAES, S. & F. GULLENTOPS, *et al.*, 1996. Geologische kaart van België, Vlaams Gewest, kaartblad 34 Tongeren.
- DREESSEN, R., M. DUSAR & F. DOPERE, 2002. Atlas - Natuursteen in Limburgse monumenten. LIKONA, 295 p.
- DREESSEN, R., F. GULLENTOPS, H. HOOYBERGHS, T. MOORKENS, E. DUPAE, & D. DE LEERSNYDER, 1997. LIKONA Jaarboek 1998. De Mergels van Gelinden in Overbroek: geologische site van wereldbelang: 11-27.
- DREESSEN, R. & A. JANSSEN, 1996. LIKONA Jaarboek 1997. Voorkomen en gebruik van kalktuf in Zuid-Limburg: 11-21.
- DUSAR, M. & R. DREESSEN, 2001. In: CLAES, S. & F. GULLENTOPS. Excursie. Toelichtingen bij de Geologische kaart van België, Vlaams Gewest, Kaartblad 33 Sint-Truiden.
- EERDEKENS, G., 1999. Chemische analyse van kwelwater in relatie tot de actieve kalktufformatie te Zammelen (Kortesseem). Eindwerk Katholieke Hogeschool Limburg.
- FELDER, W. *et al.*, 1989. In: Delfstoffen in Limburg. Nederlandse Geologische Vereniging, afdeling Limburg.
- FELDER, W. & P. BOSCH, 2000. Krijt van Zuid-Limburg. Geologie van Nederland, deel 5, TNO Delft / Utrecht.
- FOUCAULT, A. & J.-F. RAOULT, 1988. Dictionnaire de géologie.
- GOOSENS, D., 1984. Inleiding tot de geologie en geomorfologie van België.
- GULLENTOPS, F. & L. WOUTERS, 1996. Delfstoffen in Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement EWBL, 198 p.
- GULLENTOPS, F., 1996. IJzerzandsteen. In: Gullentops F. & L. Wouters. Delfstoffen in Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement EWBL: 88-89.
- HERMANS, E. (red.), 2000. Holle wegen - handleiding, Regionaal Landschap Dijleland vzw.
- HERMY, M. & G. DE BLUST (red.), 1997. Punten en lijnen in het landschap. Stichting Leefmilieu.
- MALHERBE, B. & F. GULLENTOPS, 1996. Zeezand. In: Gullentops F. & L. Wouters. Delfstoffen in Vlaanderen, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement EWBL: 69-72.
- MATTHIJS, J., 1999. Toelichting bij de geologische kaart van België - Vlaams Gewest. Kaartblad 25, Hasselt, 104 p.
- PAHAUT, P., 1964. Bodemkaart van België, Fourn-Saint-Martin 108 E, IWONL.
- SENDEN, W. & J. VAN GASTEL, 1975. Hydrogeologisch onderzoek in het stroomgebied van de Gulp. Landbouwwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Hydrogeologie.
- STEVENS, J. *et al.*, 1987. Holle wegen in Limburg. PNC in samenwerking met LISEC en LIM.
- VAN LANEN, H. *et al.*, 1995. Hydrogeologie van het stroomgebied van de Noor en de effecten van grondwateronttrekkingen aan de westrand van het plateau van Margraten. Landbouwwuniversiteit Wageningen, Vakgroep Waterhuishouding.
- WOUTERS, L. & N. VANDENBERGHE, 1994. Geologie van de Kempen. Een synthese. NIRAS, 208 p.