



Deze publicatie bestaat uit twee delen:

- *Natuursteen als bouwsteen in de Voerstreek*
 - *Geologie van de Voerstreek*

Deze delen kunnen afzonderlijk gelezen worden. Kleine gedeelten van de tekst van de afzonderlijke delen kunnen daarom voor de duidelijkheid dezelfde informatie bevatten.

DEEL 1

NATUURSTEEN ALS BOUWSTEEN IN DE VOERSTREEK (BELGISCH LIMBURG)

De Voerstreek

De Voerstreek ligt in de Belgische provincie Limburg, direct ten zuiden van de Nederlandse provincie Limburg. In het zuiden grenst de Voerstreek aan de Belgische (Waalse) provincie Luik. De streek dankt zijn naam aan de rivier de Voer die bij het Nederlandse Eijsden in de Maas uitmondt. Overal in de streek komen we natuursteen als bouwsteen tegen. Voor het gebruik van deze bouwsteen bekijken we hier wat nader een aantal kerken en kapellen in dorpen en gehuchten in de Voerstreek.



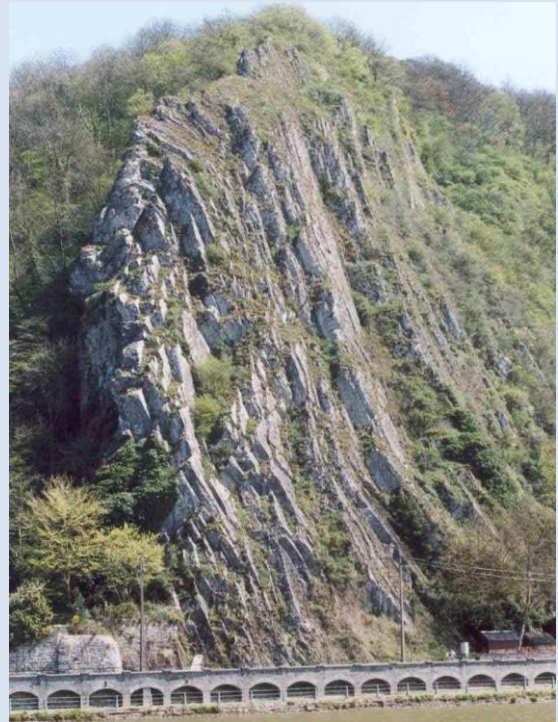
Afbeelding 1. De ligging van de Voerstreek

Soorten bouwsteen, voorkomen ervan en hun geschiedenis

Tijdens de tocht langs de kerken en kapellen in de Voerstreek komen we enkele hoofdgroepen als natuurlijke bouwsteen tegen: donkere kalksteen, geelwitte kalksteen, kalktuf, zandsteen, vuursteen. Soms gaat het om breukstenen, soms om mooi gezaagde blokken. Breukstenen hebben een min of meer onregelmatige vorm. Ze zijn uit steengroeven gebroken of er met springstof uit vrij gemaakt. Daarna zijn ze ongekapt of maar licht bekapt als bouwsteen toegepast. Als dakbedekking zijn in de meeste gevallen leien (leistein) gebruikt.

Donkere kalksteen

Vaak gaat het bij de donkere kalksteen om afzettingsgesteenten, die er grijs uitzien en die in het gebied dat nu de Voerstreek en zijn omgeving vormt vooral tijdens de geologische periode Carboon als kalkslib in een subtropische tot tropische zee zijn afgezet. Dat kalkslib veranderde dan later in kalksteen. Het ontstaan van die kalkafzettingen heeft te maken met allerlei organismen die in die zee voorkwamen. Deze organismen, waarvan er massa's microscopisch klein waren, gebruikten kalk die in opgeloste vorm in het zeewater voorkwam om er hun schelpen, huisjes en skeletjes mee op te bouwen. Als die organismen na hun dood vergingen, bleven hun kalkgedeelten op de zeebodem achter en ontstonden er heel dikke kalksteenpakketten. In die kalksteenpakketten vinden we nu nog veel goed herkenbare fossielen terug.



Afbeelding 2. Geplooielde rotsen van donkere kalksteen in de Ardennen.

Harde donkere kalksteen uit het Onder-Carboon komen we tegenwoordig onder andere in de Belgische Ardennen en het op korte afstand ten oosten van de Voerstreek gelegen gebied rond de Geul tegen. In de vallei van de Geul zijn her en der nog ontsluitingen en kleine, oude groeves in het gesteente te vinden. Hun grijze kleur is een verweringskleur. Onder die verweringslaag zijn deze stenen meer zwartgrijs tot zwart van kleur. Ook vinden we zulke kalksteen in net ten zuidwesten van de Voerstreek gelegen voormalige steengroeven langs de oostelijke Maasoever tussen Visé en Hermaille-sous-Argenteau. Aangezien deze groeves op privéterrein liggen, kunnen de gesteenten hier niet van nabij bekeken worden.

Donkere kalkstenen kennen we in België en Nederland onder allerlei namen. Dat kunnen zowel handelsnamen als in de geologie gebruikelijke namen zijn. Soms gaat het dan om verschillende soorten kalkstenen maar het kan in de handel ook gaan om verschillende namen voor een zelfde soort steen. Als bouwsteen komen we dit gesteente zowel in de vorm van gezaagde stenen als breukstenen tegen.

Geelwitte kalksteen

Bij de geelwitte kalksteen gaat het eveneens om een afzettingsgesteente dat als kalkslib in een subtropische zee is afgezet. Hij stamt uit de geologische Krijtperiode (Boven-Krijt). De verdeling van land en zee was destijds op aarde niet hetzelfde als nu. Het gebied dat in dat verre verleden de Voerstreek en zijn omgeving vormde, maakte in het begin van het Krijt deel uit van het land maar doordat de zee oprukte, ging het in de loop der tijd tot een kustgebied behoren. Waarschijnlijk kregen we toen te maken met een waddengebied of lagunekust. Daar werden in het begin door de

rivieren zand en slib aangevoerd. Later werd de zee dieper. Op een gegeven moment vond er een omslag plaats en werd kalkslib in de subtropische zee afgezet. In die zee kwamen allerlei soorten dieren voor. Qua aantal waren het echter eencelligen met een kalkskeletje die domineerden. Na de dood van deze eencelligen kwam hun kalkskeletje op de bodem van de zee terecht. Daardoor werd het kalkslib gevormd dat later de geelwitte kalksteen werd. De eencelligen zijn dus in feite verantwoordelijk voor het ontstaan van die kalksteen.

We komen deze kalksteen tegenwoordig net ten noorden van de Voerstreek tegen. We vinden hem in het Nederlandse Zuid-Limburg. Daar zijn nog veel oude ondergrondse kalksteengroeven te vinden waarin het gesteente vroeger in de vorm van gezaagde blokken als bouwsteen gewonnen werd. Dergelijke groeven zijn er ook in het gebied direct ten westen van de Maas in Belgisch Limburg. Bij de plaatselijke bevolking is het gesteente ook wel als 'mergel' bekend.



Afbeelding 3. Oude ondergrondse kalksteengroeven in Zuid-Limburg (Nederland) waar vroeger geelwitte kalksteen ('mergel') gewonnen werd.

Kalktuf

Kalktuf is een kalksteen die ontstaat door het neerslaan van calciumcarbonaat (kalk) uit erg kalkrijk water in vooral rivieren, meren of bronnen of bij kalkrijk kwelwater. Kalktuf wordt wel omschreven als een zachte vorm van travertijn. Het is een nogal poreus kalkgesteente met een sponsachtig aanzien dat vooral tijdens het Holoceen (in de jongste geologische periode Kwartair) is ontstaan. Afzettingen van kalktuf komen op verscheidene plaatsen in België voor.

Zandsteen

De zandsteen is een afzettingsgesteente die we in de ruimere omgeving van de Voerstreek uit het Carboon kennen. Tijdens dat Carboon maakte de Voerstreek deel uit van een zeegebied dat verderop in het noorden aan een landmassa grensde. In dat zeegebied werd het kalkslib afgezet waaruit later die eerder genoemde donkere kalksteen zou ontstaan. Maar vanuit het zuiden schoof toen een andere landmassa steeds meer naar het noorden op. De zee raakte daardoor steeds meer 'in de knel'. Doordat de landmassa's steeds meer in elkaars richting gingen drukken, ontstond een gebergte. De huidige Ardennen en Eifel zijn afgesleten overblijfselen van dat gebergte. Afbraakproducten van dat gebergte (zoals zand en kleinere gesteentedeeltjes) kwamen in de kustgebieden, riviervlaktes en rivierdelta's bij de steeds kleiner en ondieper wordende zee tussen de landmassa's terecht. Daardoor ontstonden tijdens

het Boven-Carboon dikke pakketten afzettingen die uiteindelijk verhardden en veranderden in zandsteen, kleischalie en leisteen.

Dergelijke gesteenten zijn in België in de Ardennen te vinden. Dichter bij huis treffen we ook zandsteen en zandige leisteen (zandige schalie) uit het Boven-Carboon aan in het gebied van de al eerder genoemde Geul en in het zuidwestelijk van de Voerstreek gelegen gebied van het riviertje de Berwijn (Frans: Berwinne). Ook in de Voerstreek zelf zijn er enkele plekjes waar zulke gesteenten aan of nabij de oppervlakte voorkomen.

Vuursteen

Vuursteen treffen we tegenwoordig als concreties in lagen (banken) aan in de kalksteenafzettingen uit de geologische Krijtperiode (Boven-Krijt) in het zuiden van de Nederlandse provincie Limburg. Ten westen van de Maas vinden we deze lagen ook in de kalksteen in de Belgische provincie Limburg.



Afbeelding 4. Vuursteenlagen (banken) in de kalksteen uit het Boven-Krijt langs de Maas bij Ternaaien (Lanaye) in België.

Een deel van dit kalkpakket is in de loop van de geologische geschiedenis door verwerings- en erosieprocessen opgelost. De vuursteen bleef toen samen met een taaie verweringsleem over: het vuursteeneluvium.



Afbeelding 5. De vuursteen in het vuursteeneluvium kent diverse stadia van verwerking. De stukken in de foto links zijn nog maar weinig verweerd terwijl de twee kleine stukken in de foto rechts al veel verder verweerd zijn. Ze hebben al lang niet meer hun oorspronkelijke vorm.

Daarnaast kennen we ook nog verkiezeld krijt dat eenzelfde mineralogische samenstelling heeft. Het is ontstaan door de verkiezeling van de kalksteen uit de Krijtperiode. Als bouwsteen in de Voerstreek zullen we vooral dat verkiezeld krijt en vuursteen uit het vuursteeneluvium tegenkomen en daarvoor de algemene naam vuursteen gebruiken.

Leisteen

In vroeger tijden waren leien (leisteen) voor dakbedekking in Nederland en België voornamelijk afkomstig uit België, Frankrijk en Duitsland. Bij leien treffen we twee hoofdvormen aan: rechthoekige en schubvormige. Als een dak gedekt is met rechthoekige leien dan spreken we van Maasdekking. Dit soort leien komt uit België en Frankrijk (Ardennen). Als we schubvormige leien op het dak zien dan gaat het om Rijndekking. De leien zijn afkomstig uit Duitsland (Eifel, Hunsrück, Taunus, Sauerland). Althans dat was vroeger het geval. Tegenwoordig betreft men leien ook uit heel wat andere landen. Maar de termen Maasdekking en Rijndekking gebruikt men nog steeds. Bij de kerken en kapellen die we in de Voerstreek tegenkomen, gaat het oorspronkelijk steeds om Maasdekking, dus om leien uit België zelf of uit Frankrijk. Maar we mogen niet uitsluiten dat bij recenter restauratiewerk ook leien van elders zijn gebruikt. De leien uit België, Frankrijk en Duitsland zijn qua ouderdom afkomstig uit het Devoon. Ze zijn in zee ontstaan uit afzettingen van kleislib dat door metamorfose in leisteen is veranderd.



Afbeelding 6. Voorbeelden van Rijndekking (links) en Maasdekking (rechts).

Kerken en kapellen en hun bouwsteen

Moelingen: De Onze-Lieve-Vrouw-Ten-Hemel-Opnemingskerk

We vinden de Onze-Lieve-Vrouw-Ten-Hemel-Opnemingskerk aan het Kerkplein in Moelingen (Voeren). De toren is het oudste deel ervan. Hij stamt uit de 12^e eeuw. De rest van het gebouw is grotendeels uit de middeleeuwen en 16^e eeuw.



Afbeelding 7. De Onze-Lieve-Vrouw-Ten-Hemel-Opnemingskerk in Moelingen. In de toren vinden we donkere kalksteen waarin chert ofwel hoornsteen (rode pijl) voor komt.

Vooraf interessant bij deze kerk is die toren. Hij bestaat grotendeels uit breuksteen. Deels is dat donkere kalksteen. Sommige van die stenen verdienen wat extra aandacht. Zo zien we er enkele exemplaren bij waar chert ofwel hoornsteen in zit. Chert is een kiezelzuurrijk, microkristallijn gesteente dat wel als een variant van vuursteen wordt gezien en dat we in België kunnen tegenkomen in die donkere kalkstenen. In de toren vinden we ook donkere kalksteen in de vorm van een kalksteenbreccie. Breccies (en conglomeraten) zijn in feite het beton van de natuur. Ze bestaat uit allemaal kleinere, hoekige steentjes die met een natuurlijk cement als beton aan elkaar vast zitten. Als het om afgeronde steentjes gaat, spreken we niet van een breccie maar van een conglomeraat (zie afb. 12). Bij de breccie in deze toren gaat het om vooral stukjes donkere kalksteen in een cement van eveneens donkere kalksteen.



Afbeelding 8. Kalksteenbreccie (links) en zandsteen (rechts) in de toren van de Onze-Lieve-Vrouw-Ten-Hemel-Opnemingskerk van Moelingen.

Verder komen we bij de breukstenen van de toren ook her en der zandstenen tegen. Naast de breuksteen komen we bij de kerk ook gezaagde blokken tegen. Daarbij gaat het steeds om kalksteen. De dakbedekking bestaat uit leisteen.



Afbeelding 9. Gezaagde blokken donkere kalksteen bij de Lieve-Vrouw-Ten-Hemel-Opnemingskerk van Moelingen.

's-Gravenvoeren: Sint-Lambertuskerk

De Sint-Lambertuskerk ligt aan Pley 12 in 's-Gravenvoeren (Voeren). De toren is het oudste deel van deze kerk. Hij stamt uit de 14^e eeuw. De rest van het gebouw is pas uit de tweede helft van de 18^e eeuw.

Het onderste deel van de toren bestaat uit gezaagde blokken donkere kalksteen. Daar boven vinden we gezaagde blokken van geelwitte kalksteen.



Afbeelding 10. Het onderste deel van de toren van de Sint-Lambertuskerk in 's-Gravenvoeren bestaat uit gezaagde blokken donkere kalksteen (gele pijl). Daar boven vinden we gezaagde blokken van geelwitte kalksteen.

Aan de zijkant van de kerk zijn oude grafstenen (kruisen) van donkere kalksteen opgesteld. In het gesteente zijn duidelijk fossielen van koralen te zien. Ook aan de voorkant van de kerk (ter hoogte van het koor) vinden we twee oude grafkruisen. Deze zijn vervaardigd van zandsteen uit het Carboon.

Het schip (beuk) en koor van de kerk bestaan uit baksteen. Alleen de raamomlijstingen ervan zijn van natuursteen: donkere kalksteen.



Afbeelding 11. Aan de zijkant van de Sint-Lambertuskerk in 's-Gravenvoeren zien we oude grafkruisen van donkere kalksteen (links). In het gesteente zijn duidelijk fossielen van koralen te zien (ingevoegd detail). Aan de voorkant van de kerk (ter hoogte van het koor) vinden we twee oude grafkruisen van zandsteen uit het Carboon.

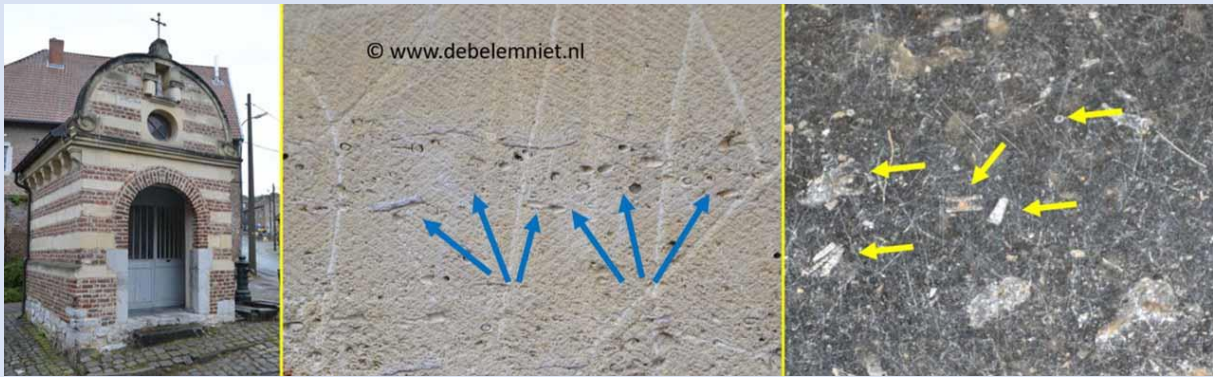
's-Gravenvoeren: Onze-Lieve-Vrouwekapel

De Onze-Lieve-Vrouwekapel ligt op de hoek van de Kosterstraat met de Kinkenbergh in 's-Gravenvoeren (Voeren). De kapel stamt uit 1715. In 2010 werd ze gerestaureerd.



Afbeelding 12. De Onze-Lieve-Vrouwekapel van 's-Gravenvoeren (1), gezien vanaf de Kosterstraat. Rechts in beeld stroomt het riviertje de Voer. Aan de oever ligt een zwerfsteen die bestaat uit het Conglomeraat van Fépin (2). Een conglomeraat kwamen we al tegen in de tekst over de kerk in Moelingen.

De kapel heeft een opbouw van speklagen waarbij baksteen en gezaagde blokken geelwitte kalksteen elkaar afwisselen. De onderbouw bestaat uit donkere kalksteen. De dakbedekking bestaat uit leisteen. De omlijsting van de ingang bestaat uit gezaagde blokken donkere kalksteen (onder) en baksteen (boven). In de vloerstenen die uit hergebruikte oude grafstenen van donkere kalksteen bestaan, zitten heel wat fossielen. In het oog springend zijn daarbij de vele overblijfselen van zeelies. Ook in de speklagen uit geelwitte kalksteen komen we allerlei soorten fossielen tegen. Hier vallen vooral de kokertjes van kalkkokerwormen op.



Afbeelding 13. De Onze-Lieve-Vrouwekapel van 's-Gravenvoeren heeft een opbouw van speklagen (links). In de geelwitte kalksteen vinden we fossielen waarvan vooral de kokertjes van kalkkokerwormen opvallen (blauwe pijlen). In de vloerstenen van donkere kalksteen zien we vooral fossielen van zeelelies (gele pijlen).

Schophem: Steenboskapel

We vinden de Steenboskapel aan de (veld)weg Steenbos bij Schophem. De kapel werd in 1846 gebouwd met stenen die voor een belangrijk deel afkomstig waren van de opgraving van een Romeinse villa in de directe omgeving. De naam Steenbos is afkomstig van het bos dat zich in het verleden bevond op de plaats waar de villa stond (en waar men dus veel stenen vond).



Afbeelding 14. De Steenboskapel bij Schophem heeft lagen van vier verschillende gesteenten. Van beneden naar boven zijn dit donkere kalksteen, Romeinse baksteen (maar dat zouden we geen gesteente mogen noemen), zandsteen en kalktuf.

De mooie, gelaagde opbouw (vier lagen) van de kapel doet aan een spekkoek denken. Helemaal onderaan vinden we een laag donkere kalksteenblokken. Daarboven komt dan een laag originele Romeinse bakstenen. De derde laag bestaat uit zandstenen. De bovenste laag is van kalktuf. In de literatuur over de Steenboskapel wordt deze kalktuf nogal eens benoemd als tufsteen. En daarvan wordt dan ook nog gezegd dat deze waarschijnlijk door de Romeinen uit de Eifel in Duitsland is gehaald. Tufsteen is echter een vulkanisch sedimentgesteente en dus iets heel anders dan de kalktuf waarmee de Steenboskapel is gebouwd.

Sint-Martensvoeren: Sint-Martinuskerk

De Sint-Martinuskerk vinden we in Sint-Martensvoeren aan op de hoek van de Kerkstraat met de Komberg. De toren is het oudste deel van de kerk. Hij stamt uit de 12^e eeuw. Het schip en het koor dateren van de eerste helft van de 18^e eeuw.

Bij de ingang naar de kerk springt de donkere kalksteen al op diverse manieren in het oog. We zien hier rechts in de kerkhofmuur een kleine kalkstenen nis waarin ooit een heiligenbeeldje stond. De ingang zelf heeft aan beide kanten een mooi kettingverband van gezaagde blokken donkere kalksteen. Als we dan via de ingang richting kerk lopen, passeren we diverse oude grafkruisen die eveneens uit donkere kalksteen bestaan. Ook op het kerkhof is overal het gebruik van die donkere kalksteen te zien.



Afbeelding 15. De ingang naar de Sint-Martinuskerk in Sint-Martensvoeren met de nis in de kerkhofmuur, het mooie kettingverband van gezaagde blokken donkere kalksteen en de rij met oude grafkruisen van eveneens donkere kalksteen. Onderzoeker van de historie John Knubben maakte ons attent op de historisch interessante tekst op het zevende kruis (rechts in de afbeelding) vanaf de ingang:

HIER OVER IS DEN EERSAEMEN
THOMAS TEUNISSEN WILLENDEN UYT
LIEFDE DE NAEBUEREN TE HULPE KOMEN
VAN FRANSCHEN MARODEURS JAMERLYCK
DOODTGESTECKEN DEN 10 APRIL
DES JAERS 1748 BIDT GODT VOOR SYN
ZIELE

Als aardige bijzonderheid zien we op dit kruis nog dat het woordje 'komen' in de derde regel met kleinere letters geschreven is. Had men het woordje vergeten? Of kwam de tekst anders niet goed uit?

We komen nu bij de kerk zelf en zien dat de toren en de onderkant van de zijbeuken voor een groot deel uit breuksteen zijn opgetrokken. Bij de zijbeuken zitten tussen die breukstenen wel overal grotere blokken gezaagde donkere kalksteen. Verder zitten in de toren en de zijbeuken weer heel wat stukken zandsteen terwijl verder overal vuursteenbrokken in allerlei verschijningsvormen te zien zijn.



Afbeelding 16. Vuursteenbrokken in allerlei verschijningsvormen in de zijbeuk van de Sint-Martinuskerk van Sint-Martensvoeren.

Erg opvallend is ook een overwegend wijnrood gekleurd blok conglomeraat. Zo op het eerste gezicht gaat het om het Conglomeraat van Burnot. Dit conglomeraat uit het Devoon komt als zwerfsteen voor in afzettingen van de Maas. Tegenwoordig stroomt de Maas een heel stuk verder ten westen van Sint-Martensvoeren, maar in het geologische verleden was dat anders. De zuid- en zuidwestgrens van het gebied waar we afzettingen van de Pleistocene Maas vinden, ligt niet zo ver van deze kerk vandaan.



Afbeelding 17. Gezaagde donkere kalksteen (grijs blok in de linker foto), conglomeraat van Burnot (foto midden) en zandsteen (in het midden van de rechter foto) in de zijbeuk van de Sint-Martinuskerk van Sint-Martensvoeren.

Sint-Pietersvoeren: Sint-Pieters-Stoelkerk

De Sint-Pieters-Stoelkerk uit de 17^e eeuw ligt aan de Sint-Pieterstraat in Sint-Pietersvoeren.



Afbeelding 18. De Sint-Pieters-Stoelkerk in Sint-Pietersvoeren.

Het schip, de onderkant van de toren en de kapel op het kerkhof zijn gebouwd met breukstenen. Het bovendee van de toren bestaat uit baksteen. De kerk en het ernaast gelegen kerkhof zijn omsloten door een muur. De toegang tot het ommuurde terrein is aan de kant van het koor.

Vanaf de ingang zien we zowel links als rechts bij het koor een kettingverband van geelwitte kalksteen ('mergel'). De raamomlijstingen bestaan uit donkere kalksteen. Ook de schakelverbanden op de hoeken van het bovendee van de toren zijn van donkere kalksteen. Bij de breukstenen komen we weer heel wat vuursteenbrokken in allerlei verschijningsvormen tegen. Ook stukken zandsteen en donkere kalksteen ontbreken niet. Bij de omlijsting van de ramen met gezaagde donkere kalksteen, zijn op een plek duidelijke stromatolieten te zien.

Stromatolieten zijn een gelaagd biogeen afzettingsgesteente. Biogeen wil zeggen dat het afzettingsgesteente door levende organismen gevormd is. Stromatolieten zijn het product van de biologische activiteit van vooral cyanobacteriën (blauwalgen). Deze cyanobacteriën behoren tot de groep van primitieve micro-organismen die we prokaryoten noemen. Stromatolieten hebben een opbouw van fijne laagjes van kalksteen.

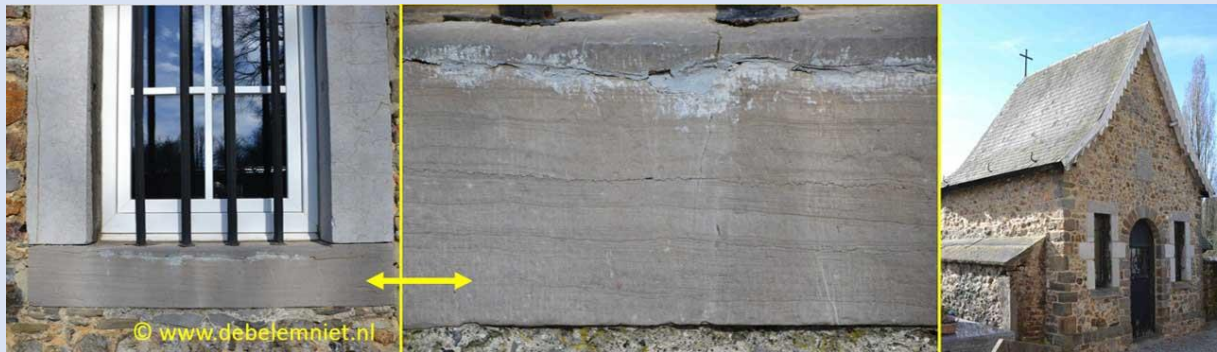
Stromatolieten ontstaan in zee door een laag bacteriën waar zich een dun slijmlaagje om heen bevindt. Dit slijm produceren de bacteriën zelf. Met dit slijm kan het 'bacteriënpakket' zich aan de ondergrond vasthechten. Door het slijm aan de bovenkant van het pakket kunnen sedimentdeeltjes ingevangen worden of kunnen in het water opgeloste stoffen neerslaan waardoor een sedimentlaagje ontstaat. Bij de stromatolieten zal dit een laagje kalksteen zijn. Door dit kalksteenlaagje raken de bacteriën als het ware bedolven waardoor het pakketje aan de onderkant afsterft. Door celdeling groeit het aan de bovenkant echter verder en komt door het eerder gevormde sedimentlaagje heen. Daarna ontstaat weer een sedimentlaagje. Door herhaling van dit proces ontstaat dan de gelaagdheid.

Aan de zuidelijke zijkant van de kerk staat een rij oude grafkruisen. De rij begint (links) met zandstenen kruisen zoals we die ook al bij de Sint-Lambertuskerk in 's-Gravenvoeren zagen. De kruisen aan de rechterkant van de rij zijn van donkere kalksteen.

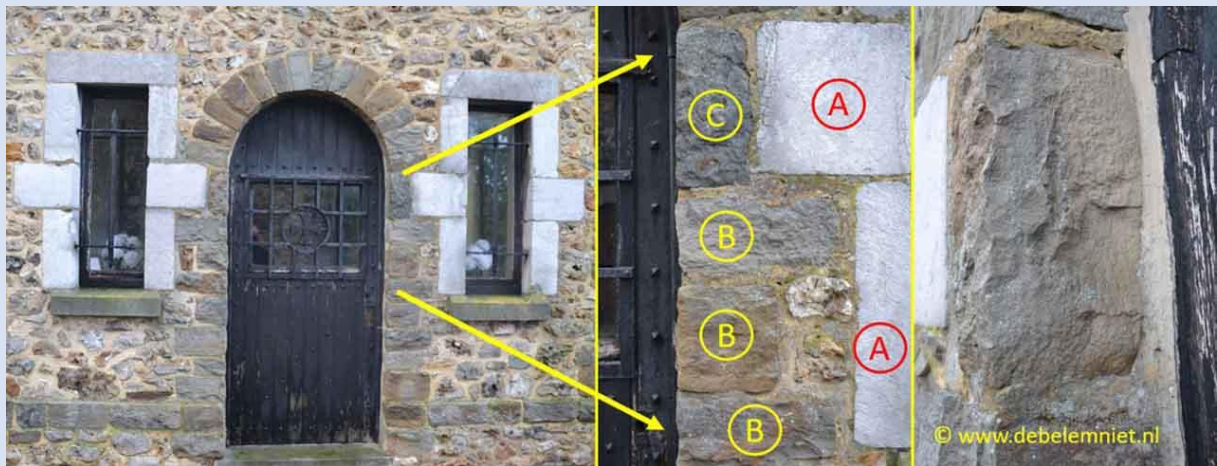


Afbeelding 19. De Sint-Pieters-Stoelkerk: vanaf de ingang zien we zowel links als rechts bij het koor een kettingverband van geelwitte kalksteen ('mergel', rode pijl). De raamomlijstingen bestaan uit donkere kalksteen (gele pijl). Op de middelste foto zien

we vuursteen (groene pijlen), donkere kalksteen (gele pijl) en zandsteen (blauwe pijlen). Het oude grafkruis (rechts) is van donkere kalksteen.



Afbeelding 20. Stromatolieten in de raamomlijsting bij de Sint-Pieters-Stoelkerk. Voor de rechter foto zie afbeelding 21.



Afbeelding 21. In het kapelletje op het kerkhof van de Sint-Pieters-Stoelkerk in Sint-Pietersvoeren komen we weer allerlei gesteenten tegen. Hier zijn we donkere kalksteen (a) bij de raamomlijstingen en zandsteen (b) bij de deuromlijsting. Een van de stenen van de deuromlijsting (c) ziet er iets afwijkend uit. Zandstenen hoeven namelijk niet allemaal hetzelfde te zijn. Zo kunnen de zandkorrels erin meer of minder grof zijn. Soms zitten er nog kleinere korrels in waardoor we van kleiige zandsteen kunnen spreken. Soms gaat het zelfs om meer klei dan zand waarbij we het dan over een zandige schalie hebben.



Afbeelding 22. Vuursteenbrokken in verschillende verschijningsvormen bij de Sint-Pieters-Stoelkerk in Sint-Pietersvoeren.

Sint-Pietersvoeren: Heiligenhuisje (Sint-Annakapel)

Het Heiligenhuisje vinden we in Sint-Pietersvoeren aan de (veld)weg Veurs waar deze uitkomt bij het kruispunt met de wegen Sint-Pieterstraat – Waterval – Crutzberg. Het is een kapel die stamt uit de tweede helft van de 17^e eeuw. Het jaartal 1730 (op twee blokken donkere kalksteen) in de voorgevel geeft het jaar aan waarin men herstelwerk aan de kapel heeft uitgevoerd.

De bouwstenen van deze kapel kunnen we in drie groepen opdelen: bakstenen, gezaagde natuurstenen en breukstenen.

Bij de natuurstenen gaat het om gezaagde blokken donkere kalksteen. Bij de breukstenen valt (naast duidelijke voorbeelden van zandsteen en donkere kalksteen) vooral de grote hoeveelheid vuursteen op.



Afbeelding 23. Het Heiligenhuisje ofwel Sint-Annakapel. Aan de voorkant zien we gezaagde blokken donkere kalksteen (links). Aan de zijkant valt vooral de grote hoeveelheid vuursteen op (rechtsboven). Rechtsonder zien we een stuk zandsteen.

=====

DEEL 2

GEOLOGIE VAN DE VOERSTREEK

De Voerstreek

De Voerstreek ligt in de Belgische provincie Limburg, direct ten zuiden van de Nederlandse provincie Limburg. In het zuiden grenst de Voerstreek aan de Belgische (Waalse) provincie Luik. De streek dankt zijn naam aan de rivier de Voer die bij het Nederlandse Eijsden in de Maas uitmondt.

Even vooraf

Voor het begin van de geologische geschiedenis van de Voerstreek moeten we zo'n 380 miljoen jaar in de tijd terug. De oudst bekende gesteente zijn namelijk van toen. Maar hoe beschrijf je nu een paar honderd miljoen jaar geschiedenis van een gebied van zo'n 50 vierkante kilometer in een paar duizend woorden? Dat is niet mogelijk. Met zo weinig woorden kun je alleen maar een heel algemeen verhaal neerzetten. En bovendien zal dat verhaal voor niet elk stukje van de Voerstreek hetzelfde zijn. Afzettingen die op de ene plaats wel aanwezig zijn, zullen dat op de andere plaats niet zijn. Breuken en verschuivingen in de bodem zorgen ervoor dat gesteenten op de ene plaats op een hoger niveau voorkomen dan op een andere plaats. Gebergtevormende fasen in het verre verleden hebben afzettingen schuin gesteld of zelfs geplooid. En tijdens perioden met veel erosie zijn bepaalde gesteentelagen afgebroken en verdwenen waardoor hiaten ontstonden. Rivieren voerden op de ene plaats een gesteentelaag weg terwijl deze verderop gewoon bleef bestaan. De geologische geschiedenis van de Voerstreek biedt dus geen overzichtelijke gelaagde opbouw zoals we dat bij een spekkeek zien. De ondergrond is een stuk gecompliceerder. Wie het onderstaande stuk leest, zal zich dan ook moeten realiseren dat er heel wat concessies gedaan zijn om het verhaal overzichtelijk te kunnen houden. Al lezende, duiken we steeds dieper in het verleden weg. Met het vorderen van de tekst komen we dus in steeds oudere perioden terecht. Maar nogmaals, die lagen liggen niet als een mooi pakketje op elkaar. En vaak ontbreekt er hier en daar iets.

Voor wie na het lezen van het verhaal dieper op de materie wil ingaan, is voldoende andere literatuur beschikbaar. Maak met het onderstaande kennis met de geologie van de Voerstreek en beslis dan zelf of je verder wilt gaan spitten.

En zorg dat je voldoende tijd hebt

Afzettingen en gesteenten uit de verschillende geologische perioden

Kwartair

Het Kwartair is de jongste geologische periode. Een periode is een onderverdeling van een hoofdtijdperk uit de geologische geschiedenis. In een groot deel van de Voerstreek treffen we aan of nabij de oppervlakte een geelbruine grondsoort uit dit Kwartair (2,6

miljoen jaar geleden – heden) aan die bekend staat als löss. Deze löss maakt deel uit van een uitgestrekt lössgebied dat in grote delen van Europa voorkomt.

Kwartair	2,6 - heden
Tertiair	65 - 2,6
Krijt	144 - 65
Jura	203 - 144
Trias	251 - 203
Perm	298 - 251
Carboon	354 - 298
Devoon	410 - 354
Siluur	440 - 410
Ordovicium	495 - 440
Cambrium	545 - 495

Afbeelding 24. Indeling van de geologische perioden en hun ouderdom in miljoenen jaren

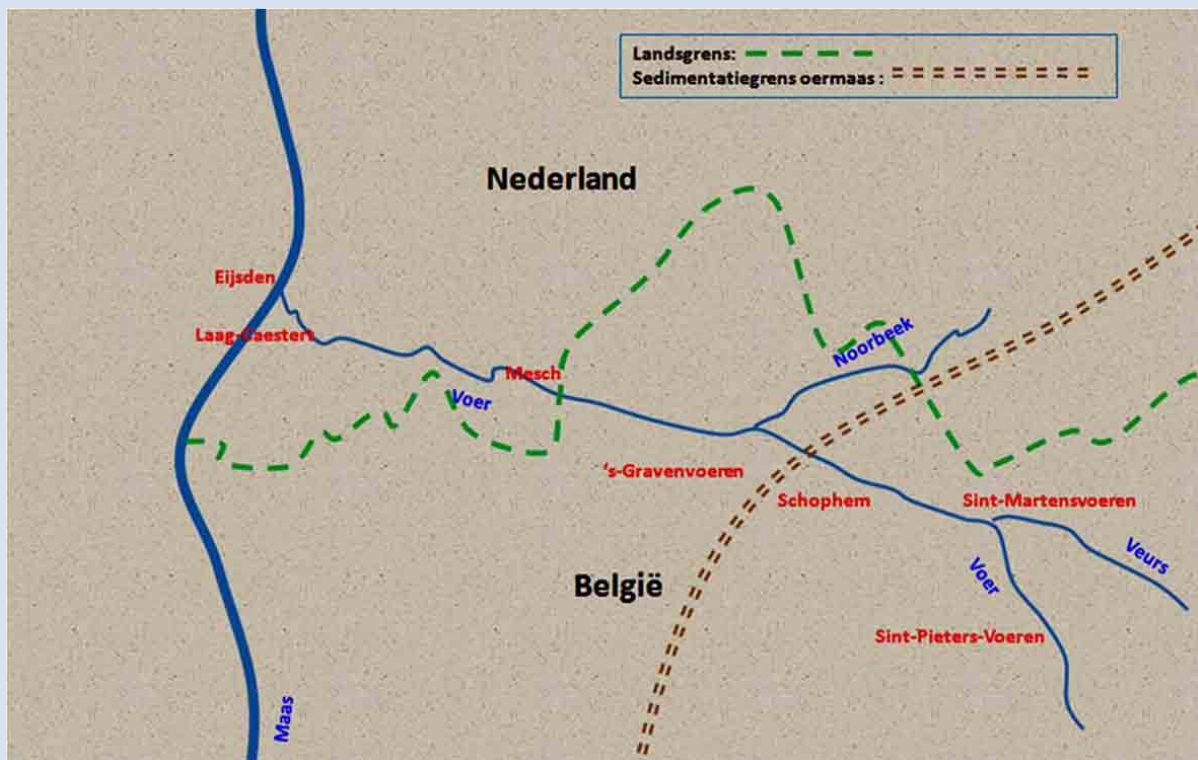
De löss die tijdens het Pleistoceen (de vroegste onderverdeling van het Kwartair) in de Voerstreek is afgezet, stamt uit de twee laatste glacialen (ook wel ijstijden genoemd), het Saalien en het Weichselien. De oudste afzettingen ervan (uit het Saalien) dateren van zo'n 350.000 jaar geleden. De jongste (uit het Weichselien) zijn maar 10.000 tot 20.000 jaar oud. Löss is een eolisch sediment ofwel een windafzetting. Doordat tijdens de koude glacialen grote delen van het noordelijk halfrond onbegroeid waren of maar spaarzame begroeiing kenden, had de wind vrij spel. Fijne gronddeeltjes werden daardoor in de lucht over vaak behoorlijke afstanden getransporteerd.

Precies aangeven waar de löss van de Voerstreek vandaan komt, is niet zo eenvoudig. Niet alle löss heeft namelijk hetzelfde herkomstgebied. Zo zal een deel ervan afkomstig zijn uit het bekken van de Noordzee die tijdens een deel van de glacialen droog lag. Wat nu zeebodem is, was toen dus gewoon land. En daar had de wind vrij spel. Een ander deel van de löss komt uit het deltagebied en de rivierdalen van vooral de Rijn en Maas en de noordelijk ervan gelegen landstreken. Delen daarvan vielen namelijk bij tijd en wijle droog. Weer een ander deel van de löss zal uit de directe omgeving te komen.



Afbeelding 25. Löss is een geelbruine grondsoort (links). Natte löss ziet er een stuk donkerder uit (midden). In het verleden gebruikte men löss bij het maken van de muurvlakken van vakwerkhuisen. Die muurvlakken werden later vaak wit gekalkt. Waar bij vervallen vakwerkhuisen de kalk verdwijnt, komt de löss weer tevoorschijn (rechts). Vakwerkhuisen komen we in de Voerstreek op meerdere plaatsen tegen.

De Voerstreek kent behoorlijk wat reliëf. In het verre verleden had de Maas veel invloed op dat reliëf. Tegenwoordig verlaat de rivier België ten noorden van Visé (Wezet) om bij Eijsden in Nederland te komen. Via Maastricht stroomt hij dan verder naar het noorden. Maar dat is niet altijd zo geweest. Ruim twee miljoen jaar geleden, tijdens het Pleistoceen, stroomde de rivier heel anders. Die oermaas volgde een meer oostelijke koers en we spreken daarom ook wel van de Oostmaas. Het meerdere kilometers brede dal en de sedimentatiegrens met mooie voorbeelden van de oostelijke dalwand zijn in het Belgisch-Nederlandse grensgebied nog steeds op allerlei plaatsen in het landschap te zien.



Afbeelding 26. Het sedimentatiegebied van de oermaas bevindt zich ten noorden en westen van de bruine onderbroken lijn.

In de Voerstreek loopt de oostelijke sedimentatiegrens van het Maasdal via Montroux in noordnoordoostelijke richting langs Warsage en tussen 's Gravenvoeren en Sint-Martens-Voeren door om dan min of meer golvend, meer oostelijk langs de Nederlandse dorpen Noorbeek, Epen en Vijlen via Simpelveld en Kerkrade in de richting van de Rijn te gaan. De Maas mondde daar destijds in die meer westwaarts stromende Rijn uit. Tijdens het Pleistoceen kwam de schiervlakte van de Ardennen echter met wisselende intensiteit omhoog en kantelde het gebied in noordwestelijke richting. Daardoor werd de Maas gedwongen om zich in te snijden en een meer westelijke koers te volgen waardoor ze op den duur haar huidige stroomrichting van zuid naar noord kreeg. Tijdens het zich steeds verder naar het westen verplaatsen van deze Westmaas wisselden perioden van sedimentatie en erosie elkaar af. Klimatologische invloeden speelden daarbij een belangrijke rol. Afhankelijk van door het klimaat en weer beïnvloede variaties in de afvoer van water en sediment sneed de Maas zich in of verbreedde ze juist haar vlakte. Het verbreden van de vlakte vond vooral plaats tijdens koude periodes. Daarbij werden grindrijke afzettingen gevormd. Gedurende warmere periodes vonden verticale insnijdingen plaats waaraan we in het

westelijk deel van de Voerstreek terrasniveaus te danken hebben. De niveauverschillen daarvan zijn tegenwoordig op allerlei plaatsen nog zichtbaar. Dat de Maas ooit in de Voerstreek stroomde, is ook te zien aan de afzettingen met zwerfstenen die ze er achtergelaten heeft. We kunnen zulke afzettingen tegenkomen in voormalige grindgroeven die op verschillende plaatsen in 's-Gravenvoeren voorkomen, bijvoorbeeld in de voormalige grindgroeve 'de Botkoel' aan de Koetsweg. Toen de Oostmaas een meer westelijke koers ging volgen, kwam het deel van haar oude dal dat nu in de Voerstreek ligt, droog te liggen. In dit droog liggende dal vormden zich dan plaatselijke riviertjes en beekjes. Ook deze riviertjes en beekjes zorgen weer voor afzettingen die bestaan uit vuursteenrijk grind dat afkomstig is van gebieden verder naar het oosten en zuiden. Deze afzettingen staan wel bekend als het 'Laagpakket van Hoogcruts', voorheen de Afzettingen van Hoogcruts (Formatie van Stramproy → een formatie is een eenheid van gesteentelagen). We vinden ze bijvoorbeeld langs de weg Vitschen in 's-Gravenvoeren.



Afbeelding 27. Afzettingen van het Laagpakket van Hoogcruts langs de weg Vitschen in 's-Gravenvoeren.

Zoals al gezegd begon het gebied in de loop der tijd in noordwestelijke richting te kantelen waardoor de Maas een meer westelijke koers moest gaan volgen. Dit kantelen was ook van invloed op de tegenwoordige riviertjes Voer en Veurs in de Voerstreek. Deze gingen zich in de bodem insnijden en zorgden daarbij voor erosie. Hierdoor ontstonden dalen en kreeg het landschap een meer heuvelachtig aanzien. Ook het dal van de Gulp in het uiterste oosten van de Voerstreek droeg aan dit heuvelachtige karakter bij.



Afbeelding 28. Het dal van de Gulp met het Viaduct van Remersdaal.

Om een goede indruk te krijgen van dat heuvelachtige karakter en van de behoorlijke dalen die door de riviertjes zijn uitgesneden, kan men zich hier en daar Spoorlijn 24 ofwel de Voerlijn wat beter bekijken. Deze spoorlijn werd in 1917 door de Duitsers aangelegd. Ze behoort tot de Montzenroute die het Ruhrgebied in Duitsland met de Antwerpse haven in België verbindt. Spoorlijn 24 arriveert vanuit het zuidoosten bij het Gulpdal via de Tunnel van Remersdaal om vervolgens dit dal via het 390 meter lange Viaduct van Remersdaal te overbruggen. Daarna gaat de spoorlijn verder via de Tunnel van Veurs om daarna het dal van de Voer bij Sint-Martensvoeren via het Viaduct van Sint-Martensvoeren over te steken. Dat de spoorlijn hier via tunnels loopt, maakt al duidelijk dat de beide dalen niet op hun grootste hoogte oversteekt. Dan zouden de viaducten namelijk nog veel hoger moeten liggen en een nog grotere spanwijdte moeten hebben. Met het zien van de viaducten en met dit alles in gedachte, krijgen we een goede indruk van wat kleine riviertjes voor elkaar krijgen als ze er maar genoeg tijd (en genoeg verval) voor krijgen.



Afbeelding 29. Het dal van de Voer ter hoogte van Schophem. De Voer stroomt bij de rode pijl. Hier is nog net te zien dat meteen onder het maaiveld löss aanwezig is.

Van het Viaduct van Remersdaal kan nog gezegd worden dat in oktober 2013 een goederenterrein die auto's vervoerde er op een stilstaande trein botste. Slachtoffers waren daarbij niet te betreuren maar wel vielen drie wagons met auto's ruim twintig meter naar beneden. Een val die zonder vele duizenden jaren van erosie door de Gulp niet mogelijk zou zijn geweest.

Naast deze rivierdalen zijn er nog een aantal grotere en kleinere relatief diepe erosiegeulen met soms vrij steile wanden: de droogdalen. Droogdalen zijn – de naam zegt het al – dalen waarin geen constante waterstromen zoals beekjes of riviertjes voorkomen. Ze zijn ontstaan tijdens het Pleistoceen, in het laatste en voorlaatste glaciaal (ijstijd). Water kon toen niet in de bodem wegzakken doordat die toen constant bevroren was (permafrost). Alleen een dunne bovenste laag ontdooide destijds tijdens de korte zomers. In hellingen van het gebied werden toen door wegstromend water erosiegeulen uitgesleten. Maar ook na de glacialen, in het Holocene, bleef de erosie (en dus het uitslijten van de door erosie ontstane dalen) nog wel doorgaan.



Afbeelding 30. Het dal ongeveer op de plaats waar Voer en Veurs bij elkaar komen.

Tertiair (tegenwoordig vervangen door Neogeen en Paleogeen)

Onder de lössafzettingen komen we vaak een 10 tot 15 meter dikke laag vuursteeneluvium uit het Tertiair (65 – 2,6 miljoen jaar geleden) tegen. Om te kunnen vertellen wat vuursteeneluvium is, moeten we eerst een hele tijd in het geologische verleden teruggaan. Tijdens een deel van het Boven-Krijt maakten de Voerstreek en omgeving deel uit van een subtropische zee waarin kalk werd afgezet. Uit die kalkafzettingen ontstond op den duur een kalksteenpakket van tussen de 100 en 200 meter dikte waarin vuursteenbanken voorkwamen. In een latere tijd maakte de Voerstreek weer deel uit van een landgebied waar het vrij warm was. Door factoren als deze warmte en door regen die altijd wel een beetje zuur is, losten in de loop der tijd tientallen meters van die kalk op.



Afbeelding 31. Vuursteen met zee-egel (Diplodetus bucardium) uit het vuursteeneluvium. De speld is 3 cm.

De vuursteen die in de kalksteen zit, blijft dan over. Maar dat is niet het enige. De oorspronkelijke kalksteen bestond niet voor 100% uit CaCO_3 , ook al zou je dat op het eerste gezicht wel denken. Uiteindelijk blijft van de opgeloste kalksteen daardoor ook

nog een taaie, lemige massa over. Het mengsel van deze taaie, lemige massa met vuurstenen in diverse stadia van verwerking kennen we dan als vuursteeneluvium.

Krijt

Onder het vuursteeneluvium kunnen we de rest van het hierboven genoemde dikke pakket kalksteen uit het Boven-Krijt tegenkomen. Tijdens de Krijtperiode (144 - 65 miljoen jaar geleden) was het op aarde in het algemeen een stuk warmer dan tegenwoordig. Doordat de zeespiegel een stuk hoger lag dan nu het geval is, stond een behoorlijk deel van de continenten onder water. Zo was een groot deel van wat nu Noordwest Europa is – en daarmee ook de Voerstreek – in die tijd zee. Het gebied van de Voerstreek lag destijds een stuk zuidelijker op de aardbol, ter hoogte van wat nu Zuid-Frankrijk is; zo tussen de 40 en 45 graden noorderbreedte.

Voor het ontstaan van deze dikke lagen kalksteen zoals we die tegenwoordig kennen, waren vooral massaal in de Krijtzee voorkomende eencelligen met kalkskeletjes verantwoordelijk. Deze kalksteen (Formatie van Gulpen) werd in het verleden in de Voerstreek plaatselijk door landbouwers in kleine groeves gewonnen.



Afbeelding 32. Voormalige kalksteengroeve (Formatie van Gulpen) bij het landgoed Altenbroek ten noordoosten van 's-Gravenvoeren. De foto rechts is een detailopname van de linker foto.

Jongere kalksteen uit de Formatie van Maastricht komen we op een aantal plaatsen net ten noorden van de Voerstreek tegen in het Nederlandse Zuid-Limburg. Daar zijn nog veel oude ondergrondse kalksteengroeven te vinden waarin het gesteente vroeger in de vorm van gezaagde blokken als bouwsteen gewonnen werd. Dergelijke groeven zijn er ook in het gebied direct ten westen van de Maas in Belgisch Limburg.

BOVEN-KRIJT	Formatie van Maastricht
	Formatie van Gulpen
	Formatie van Vaals
	Formatie van Aken

Afbeelding 33. De formaties uit het Boven-Krijt in de Voerstreek en omgeving.

Het gebied van de huidige Voerstreek en zijn omgeving maakte eerder in de Krijtperiode deel uit van het land maar doordat de zee oprukte, ging het in de loop der

tijd tot een kustgebied behoren. Waarschijnlijk kregen we te maken met een waddegebied of lagunekust. Daar werd in het begin door de rivieren zand en slib aangevoerd. Daardoor vinden we onder de kalksteen in delen van de Voerstreek kleihoudend fijn zand (Formatie van Vaals) dat slecht doorlatend is voor water. Water dat via de kalksteen in de diepte dringt, zal bij het bereiken van dat zand niet goed kunnen wegzakken. Het treedt dan in hellingen als bronnetjes naar buiten. Een bekende bron in het gebied is de Sint-Lambertusbron in het dal van het riviertje de Noor bij het ten noordoosten van 's-Gravenvoeren gelegen landgoed Altenbroek. Tegenover deze bron vinden we overigens ook een van die kalksteengroeven in de Formatie van Gulpen waar vroeger door landbouwers kalk gewonnen werd.



Afbeelding 34. De Sint-Lambertusbron. Op de linker foto zien we hoe hij in de Noor uitmondt.

Een andere plaats waar we bronnetjes kunnen aantreffen is het zogenaamde 'Waterwegske' bij Sint-Martensvoeren. Wat hogerop begint als een gewone veldweg gaat na enige tijd over in een holle weg die in het dal afdaalt.



Afbeelding 35. Het Waterwegske. Het eerste stuk van de weg is goed begaanbaar, maar na enige tijd wordt hij door het bronwater wat modderig en nat.

Het eerste stuk van de weg is goed begaanbaar maar na enige tijd wordt hij tijdens ons bezoek wat modderig. De oorzaak daarvan kunnen we zowel links als rechts op enkele plaatsen onder aan de berm van de holle weg zien. Daar komen namelijk kleine

stroompjes water tevoorschijn; de bronnetjes. Hoe verder we afdalen, hoe natter en modderiger de weg wordt. Als we bijna beneden zijn, waar de holle weg weer op de geasfalteerde weg aansluit, zien we rechts hoe men het water van een bronnetje in een in beton gevatte metalen buis opgevangen heeft. Op deze plek komt het water naast het betonnen muurtje echter ook gewoon aan de onderkant uit de berm stromen.



Afbeelding 36. Een bronnetje in het Waterwegske stroomt in een in beton gevatte metalen buis naar buiten.

Het bronwater in de Voerstreek is plaatselijk erg kalkrijk. Op de plaatsen waar het naar buiten treedt kan daardoor kalktuf ofwel moeraskalk worden afgezet. Deze kalktuf is op een aantal plaatsen in de Voerstreek te vinden, zoals in het Waterwegske.

Carboon

Nog veel ouder dan de kalkstenen uit het Boven-Krijt zijn afzettingen uit het Carboon. De verdeling van land en zee was tijdens het Carboon (354 tot 298 miljoen jaar geleden) niet hetzelfde als nu. De continenten zagen er ook heel anders uit. De omgeving van de Voerstreek bevond zich destijds ter hoogte van de evenaar en ze maakte toen onderdeel uit van een subtropische tot tropische zee. Het vasteland lag toen verder naar het noorden. In die zee werd vooral kalk (kalkslib) afgezet die later veranderde in kalksteen. Net zoals tijdens de Krijtperiode heeft het ontstaan van die kalkafzettingen te maken met allerlei organismen die in die zee voorkwamen. Deze organismen, waarvan er massa's microscopisch klein waren, gebruikten kalk die in opgeloste vorm in het zeewater voorkwam om er hun schelpen, huisjes en skeletjes mee op te bouwen. Als die organismen na hun dood vergingen, bleven hun kalkgedeelten op de zeebodem achter en ontstonden er heel dikke kalksteenpakketten. Zulke kalksteenpakketten uit het Onder-Carboon (Formatie van Visé) komen we in het zuidwesten net buiten de Voerstreek tegen in voormalige steengroeven langs de oostelijke Maasoever tussen Visé en Hermaille-sous-Argenteau. Aangezien deze groeves op privéterrein liggen, kunnen de gesteenten hier niet van nabij bekeken worden.

De zee die zich destijds op de plek van de Voerstreek bevond en het vasteland ten noorden ervan maakten aan het begin van het Carboon deel uit van een groot continent. (Een continent is een hele grote landmassa inclusief het continentaal plat. Dit continentaal plat is het onder water staand deel van het continent. Zo ligt bijvoorbeeld de tegenwoordige Noordzee op het continentaal plat) Vanuit het zuiden naderde langzaam een ander groot continent. In de loop van het Carboon kwamen deze continenten steeds dichterbij elkaar waardoor de bodem van de zee ertussen langzaam geplooid en omhoog gedrukt werd. Hierdoor verdween de zee en ontstond een uitgestrekt gebergte. De huidige Ardennen en Eifel zijn afgesleten overblijfselen van dat gebergte. Door de afbraak van dit gebergte ontstonden afbraakproducten. Deze werden in de steeds kleiner en ondieper wordende zee tussen de continenten afgezet. De Voerstreek ging daardoor deel uitmaken van een kustvlakte, waarin door rivieren vanuit het oprijzende gebergte in het zuiden zand en slib (klei) werd aangevoerd. Dit zand en slib vormden dikke pakketten afzettingen die uiteindelijk

verhardden en veranderden in zandsteen en kwartsiet (het zand) en in kleistenen, schalies en leistenen (de klei / het slib).

In de Voerstreek komen we deze gesteenten uit het Carboon aan of nabij de oppervlakte op enkele plekken over een klein oppervlak tegen. Zo is er een ontsluiting van schalies uit het Boven-Carboon die is ontstaan door de insnijding van de Voer en de Veurs waar deze samenkomen bij Sint-Martensvoeren. In het uiterste westen van de Voerstreek is ten zuidoosten van Moelingen langs de Berwijn (Berwinne) ook nog een klein gebied waar gesteenten uit het Onder-Carboon aan of nabij de oppervlakte voorkomen. Dit gebied strekt zich naar het zuiden in de provincie Luik verder uit. Gesteenten uit het Onder-Carboon vinden we ook nog aan of nabij de oppervlakte in het gebied langs de Berwijn in de uiterste westelijke punt van de Voerstreek bij haar mondingsgebied in de Maas. Ten oosten van de Voerstreek vinden we kalkstenen uit het Onder-Carboon in het gebied rond de rivier de Geul. In de vallei van deze rivier zijn her en der nog ontsluitingen en kleine, oude groeves in het gesteente te vinden.



Afbeelding 37. Links: door tektoniek schuin gestelde kalksteenafzettingen uit het Onder-Carboon in de buurt van Kelmis, direct oostelijk van de Voerstreek. Rechts: in deze omgeving treffen we in een wegberm ook zandstenen en zandige schalies uit het Boven-Devoon aan.

Devoon

Tijdens het Devoon (410 - 354 miljoen jaar geleden) lag het gebied dat nu de Voerstreek vormt, ook een stuk zuidelijker dan tegenwoordig. Net zoals in het Carboon lag het ter hoogte van de evenaar. De alleroudste afzettingen van de Voerstreek stammen uit het Boven-Devoon. Ze dagzomen in een klein gebied iets ten zuidoosten van Moelingen en ze hebben een voortzetting in de aangrenzende provincie Luik. Het gaat hier om dolomiet, schalie en kalksteen die tot de Formatie van Lustin behoren. Ook deze gesteenten zijn weer in zee afgezet. Ook direct ten oosten van de Voerstreek, komen we gesteenten uit het Boven-Devoon tegen.

Informatiebronnen (in willekeurige volgorde)

Voor het schrijven van NATUURSTEEN ALS BOUWSTEEN IN DE VOERSTREEK en GEOLOGIE VAN DE VOERSTREEK is vooral van de volgende bronnen gebruik gemaakt:

- Geologische kaart van Zuid-Limburg en omgeving (Rijks Geologische Dienst – Haarlem – 1988);

- Wikipediapagina's (versies uit maart/april 2024) over de afzonderlijke kerken en kapellen (voor de bouwhistorie van de betreffende bouwwerken);
- Website www.debelemniet.nl (pagina's over Krijtperiode, Carboonperiode, vuursteeneluvium, travertijn of kalktuf, stromatolieten – versie april 2024);
- Website www.debelemniet.nl (pagina's over de Noor ofwel Noorbeek, de Voer van bron tot monding, löss, sporen van de oermaas in Zuid-Limburg – versie mei 2024)
- Atlas Natuursteen in Limburgse monumenten (Roland Dreesen, Michiel Duser & Frans Doperé – Jan Stevens / Provinciaal Natuurcentrum / Het Groene Huis / Domein Bokrijk – Genk – 2003);
- Inleiding tot de geologie en geomorfologie van België (Dirk Goossens – Uitgeverij van de Berg / Geologische Boekhandel W.G. Witkam – Enschede – 1984).
- Monumenten onderhouden; gids voor uw monument (Klaas Boeder et al. – Monumentenwacht Nederland / Stichting Matrijs – Utrecht – 1998).
- Zijn de natuur en het landschap in Voeren nog wel te redden? (Eddy Dupae, versie 29 december 2020 - Vlaamse Landmaatschappij Regio Oost, zetel Hasselt).
- De Vlaamse Voerstreek: een geologische analyse van het Laat Paleozoïcum van deze regio en van het direct aangrenzend gebied (P.C.H. van Tongeren - Studie uitgevoerd in opdracht van ANRE - 2005/MAT/R/0201 - herziene versie maart 2006)
- Carte geologique de Wallonie: Dalhem/Herve – notice explicative (Laurent Barchy & Jean-Marc Marion -Université de Liege, 2000)
- Sammlung Geologischer Führer: Aachen und Umgebung, 3. Auflage (Dieter Richter – Gebr. Borntraeger – Berlin/Stuttgart – 1985)

Tekst: Jan Weertz
 Afbeeldingen: Jan en Els Weertz
 © www.debelemniet.nl
 uitgebreide en herziene versie, juni 2024