

ONTDEK
DE WERELD
ONDER
NEDERLAND

GEOLOGISCHE DIENST
NEDERLAND

**“ONTDEK DE
FASCINERENDE
WERELD VAN DE
ONDERGROND.
NERGENS TER WERELD
IS ZOVEEL INFORMATIE
BESCHIKBAAR ALS
IN NEDERLAND.”**

TIRZA VAN DAALEN, DIRECTEUR GEOLOGISCHE DIENST NEDERLAND



ONS VERHAAL

TNO, Geologische Dienst Nederland en zijn programma's hebben een uniek karakter en een lange historie. Een historie die gevormd is door de geologie van Nederland en de toepassingen van de ondergrond die sinds het ontstaan van de Geologische Dienst Nederland belangrijk zijn voor de samenleving.

Nederland is een plat land. Hierdoor is de geologie van Nederland aan de oppervlakte nauwelijks zichtbaar. Dat maakt dat we genoodzaakt zijn data uit bijvoorbeeld boringen en seismische metingen te verzamelen en te interpreteren om de ondergrond zichtbaar te maken. Dat doet de Geologische Dienst Nederland al meer dan 100 jaar. Door dit systematisch – en al ruim 30 jaar ook digitaal – te doen, groeit de hoeveelheid data gestaag en kunnen we steeds geavanceerdere modellen maken. Voortdurend voegen we kennis toe aan de informatievoorziening en vernieuwen we de wijze waarop we de informatie aan iedereen beschikbaar stellen. Op deze manier maakt de Geologische Dienst Nederland de ondergrond van ondiep tot diep toegankelijk voor een steeds grotere en meer diverse groep gebruikers.

De Geologische Dienst Nederland is in staat om vanuit een breed perspectief te kijken wat nieuwe ontwikkelingen betekenen voor het gebruik van de ondergrond en welke risico's hiermee gepaard gaan. Door het delen van data met gebruikers en het samenbrengen van domeinen en technieken ontstaan innovaties en kansen. Dat stelt ons in staat om ons samen met stakeholders, nationaal en internationaal, te richten op de vraag van morgen.

Doordat de Nederlandse overheid systematisch heeft geïnvesteerd in de opbouw en constante vernieuwing van kennis van de ondergrond door de Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO, beschikt Nederland over een robuuste, hoogwaardige geologische kennisbasis. We laten u graag kennismaken met de Geologische Dienst Nederland, en nemen u mee in de fascinerende wereld van de Nederlandse ondergrond.



Tirza van Daalen

*Directeur Geologische Dienst
Nederland*

INHOUD

ONS VERHAAL	5
ALGEMEEN	8
De essentie van een geologische dienst	8
Belangrijk adviseur van de overheid	10
Ons onderzoeksgebied	12
De kleine geschiedenis van de Mijnbouwwet	14
Geologische kenmerken van Nederland	16
Een kleine geologische ontdekkingsstocht	18
Onze geologische focus	20
SPEERPUNTEN	22
De rol voor de ondergrond in de energietransitie	22
Bodemdaling in Nederland	26
Wateroverlast en waterschaarste	28
Zoet grondwater: kostbaar en schaars	31
Een rijkdom aan delfstoffen	34
SPOTLIGHTS	36
Het succes van open data	36
Als je zoveel gegevens hebt...	40
Uniek: wettelijke basisregistratie	42
VERHALEN	44
Expeditie Noordzee	44
De Amazone van het noorden	46
Hobbels in wegen	48
Ondergrondse rivieren	50
Onderzoek aan natuursteen	52
Het archief van de Nederlandse ondergrond	54
WILT U MEER WETEN?	56

COLOFON

Tekst: Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO

Beelden: TNO, tenzij anders vermeld*

Layout: grafisch ontwerp PI&Q

© TNO, 2020

* Cover: nito/Shutterstock.com, P. 8: TNO/Mr. Prezident, P. 10/11: nito/Shutterstock.com, P. 12/13: fokke baarsen/Shutterstock.com, illustratie Nik Trabucho Alexandre, P. 14: TNO/Mr. Prezident, P. 15: iStockPhoto, P. 16/17: iStockPhoto, P. 18/19: beeld 1, 5 en 7 iStockPhoto, beeld 2 GeoFort, beeld 6 Wim Dubelaar, beeld 8 Sven Goedhart/Shutterstock.com, beeld 9 Ronald van Balen, P. 20/21: Patrick Kiden, P. 22: iStockPhoto, P. 25: Mr.adisorn khiaopo/Shutterstock.com, P. 26/27: Celli07/Shutterstock.com, P. 28/29: Patrick Kiden, P. 30: iStockPhoto, P. 31: iStockPhoto, P. 38/39: Piotr Krzeslak/Shutterstock.com, P. 40/41: Gemeente Rotterdam, Illustrator Michiel Moormann, P. 42/43: iStockPhoto, P. 44/45: NIOZ, P. 46/47: TNO/Universiteit Utrecht, P. 48: iStockPhoto, P. 50/51: iStockPhoto, P. 52: iStockPhoto, P. 57: Nik Trabucho Alexandre



Willem van Waterschoot van der Gracht (1873-1943)

DE ESSENTIE VAN EEN GEOLOGISCHE DIENST

Toen de overheid zich bewust werd van het belang van geologische kennis voor de welvaart van en het welzijn in Nederland, is de basis gelegd voor onze organisatie. Dat begon met het karteren van de aardlagen *aan het oppervlak*. De verbetering van de landbouw en de winning van turf, zand, grind en klei waren de aanleiding. Winand Staring (1808-1877) kreeg bij Koninklijk Besluit de opdracht om de allereerste geologische kaart van Nederland te ontwikkelen. Te voet en te paard trok hij door het land. Het veldwerk voor het karteren van heel Nederland was een gigantische klus, die startte in Losser, Gelderland. Jaren later in 1860 resulteerde dat in de geologische kaart van Nederland die bestond uit 28 zeer gedetailleerde kaartbladen.

ECONOMISCH VAN GROTE BETEKENIS

De eerste geologische verkenning specifiek gericht op het kijken *in de diepere ondergrond* volgde van 1903 tot 1916. Doel was het vergaren van kennis over de in Nederland aanwezige voorraden winbare steenkool. Dit viel tegen.

Tot Willem van Waterschoot van der Gracht (1873-1943) zorgde voor een baanbrekende ommekeer. Door zijn verfijnde speurwerk en vernieuwende interpretatie van gegevens, ontdekte hij de relatief hoge ligging van steenkool in Midden-Limburg en Oost-Brabant (het Peelveld). Economisch was dit voor Nederland van grote betekenis.

AL ENORM VEEL BEREIKT

Om in de toekomst het belang van geologisch onderzoek in Nederland te versterken en te bestendigen, heeft Willem van Waterschoot van der Gracht de overheid in 1918 – aan het eind van zijn ondergrondse verkenning – geadviseerd om net als andere Europese landen ook in Nederland een geologische dienst op te richten. Het resultaat is dat er in 1918 een geologische dienst kwam met vanuit de overheid de (wettelijke) opdracht om alle feitelijke ondergrondkennis en onderzoeksgegevens systematisch bij te houden en beschikbaar te stellen, tot op de dag van vandaag. Zo hebben we in meer dan 100 jaar al enorm veel bereikt.

Als geen ander zien we hoe de ondergrond al die tijd belangrijk is gebleven en dat zal niet veranderen. Het enige dat verandert zijn de toepassingen. Na steenkool, kwam aardgas en momenteel is de transitie naar duurzame energiedragers gaande. De ondergrond krijgt andere toepassingen als het gaat om energiewinning en opslag (warmte, gas, CO₂ of andere stoffen). Maar de in al die jaren opgebouwde geologische kennis en onze werkwijze komen enorm van pas. Niet alleen vanwege economische aspecten, maar zeker ook vanuit het oogpunt van veiligheid en risicobeheersing.

SYSTEMATISCH EN CONSCIËNTIEUS

Juist door onze systematische en consciëntieuze aanpak, het analyseren, vragen stellen en verder zoeken, zijn we erg ver gekomen. Bij alles wat we doen is bovendien onze onafhankelijkheid een zeer groot goed. Wij zijn in staat zeer complexe vraagstukken naar vraag en aanbod van ondergronds potentieel vanuit een breed perspectief te beoordelen. Niet voor niets zijn we dan ook een belangrijk adviseur van de overheid.

ALS NEDERLANDS **EXPERTISECENTRUM**
VAN DE ONDERGROND VERVULLEN
 WIJ EEN BELANGRIJKE ADVISERENDE
 ROL BIJ MAATSCHAPPELIJKE
 ONDERGRONDVRAAGSTUKKEN

BELANGRIJK ADVISEUR VAN DE OVERHEID

Wij zijn dé autoriteit op het gebied van de ondergrond voor de Nederlandse overheid. De Geologische Dienst Nederland vervult daarmee een belangrijke gedelegeerde overheidsfunctie. Transparantie en onafhankelijkheid spelen daarbij een grote rol. Want juist dat is bij een complex en abstract onderwerp als de ondergrond cruciaal.

Bij alles wat de overheid, provincies, waterschappen, bedrijven en burgers in de ondergrond willen doen, is kennis nodig. Die kennis is bovendien hard nodig; het wordt steeds drukker in de ondergrond, zowel diep als ondiep. Risicobeheersing, duurzame oplossingen en milieu zijn dan belangrijke aandachtspunten.

Onze kracht is dat we de grootste datadichtheid ter wereld hebben en regio- en vakgebiedoverstijgend kunnen werken. We zijn bovendien de enige die systematisch 3D-karteert. Dat alles biedt bijzondere meerwaarde voor het oplossen van maatschappelijke vraagstukken.

DE TOEKOMST BEGINT ONDER DE GROND

De ondergrond is een belangrijke pijler voor de welvaart van Nederland, letterlijk en figuurlijk. Allereerst is de diepste laag een bron voor energie in de vorm van aardgas en aardwarmte. Wat minder diep zit zoet grondwater: belangrijk voor ons drinkwater. Vervolgens is de ondiepe ondergrond belangrijk voor de bouw, infrastructuur, voeding, chemie en grondstoffen. Waar we ook zitten in

de ondergrond: risicobeheersing, duurzaamheid en milieu spelen een belangrijke rol. We adviseren de overheid bij maatschappelijke uitdagingen, die gaan over energievoorraden, veiligheid, grondwater, delfstoffen en een duurzame toekomst.

WETTELIJKE TAAK EN ONAFHANKELIJKE ROL

Door de overheid zijn we aangewezen als autoriteit met als belangrijkste taken ondergrondgegevens en -informatie zorgvuldig beheren, gegevens interpreteren en die informatie beschikbaar stellen. Onze onafhankelijke en transparante positie is daarbij cruciaal. Zo realiseren en beheren we in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties de Basisregistratie Ondergrond. Als het gaat om diepe ondergrondvraagstukken en vertrouwelijke informatie, werken we gescheiden van andere delen van de Geologische Dienst Nederland exclusief voor het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. We gaan zeer zorgvuldig om met vertrouwelijke informatie en advies voor vergunningen en de exploitatie van de diepe ondergrond voor de winning van olie of gas, aardwarmte, opslagmogelijkheden, maar ook bodemdaling en vragen rondom nieuwe energie, grondwater of veiligheid.

De ondergrond wordt steeds belangrijker; het biedt een belangrijke basis voor onze samenleving. Dat is ook de reden dat we graag in meer detail vertellen wat we zoal doen.

ONS ONDERZOEKS- GEBIED

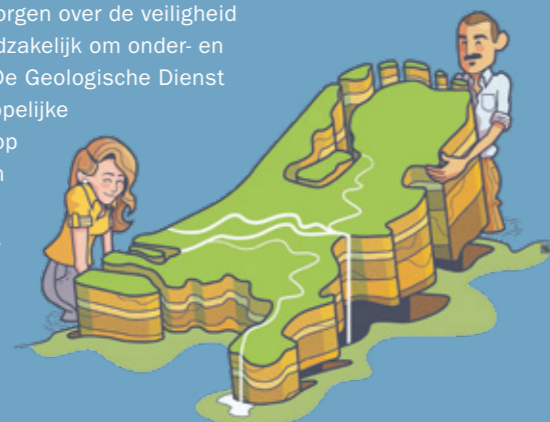
Ons onderzoeksgebied beslaat de ondergrond van het hele Nederlandse territorium, inclusief het Nederlandse deel van het continentaal plat (de Noordzee) en het Caribische deel van het koninkrijk. Daarbij richten we ons op de bovenste 7 kilometer van de aardkorst: het deel van de ondergrond dat geschikt is voor menselijk gebruik.

DE ONDERGROND VAN HET NEDERLANDS KONINKRIJK IS EEN WERELD OP ZICH

De ondergrond is voor velen een onbekende wereld. Als geologische dienst helpen we die wereld toegankelijk te maken en te begrijpen. Vooral nu het steeds drukker wordt in de ondergrond, is dat enorm belangrijk.

Het inwinnen van data is enorm duur, en wordt vooral gedaan door bedrijven die huizen of wegen bouwen of zoeken naar grondstoffen. De Nederlandse overheid heeft al lang geleden wetten in het leven geroepen die er voor zorgen dat die data worden afgestaan aan de Geologische Dienst Nederland, en daar worden bewaard en ontsloten. Op die manier bouwen we al meer dan 100 jaar aan een gestaag groeiende gegevensverzameling. Daarmee doen we eigenlijk heel langzaam het licht aan in de ondergrond.

Wil je de ondergrond op een duurzame en veilige manier benutten, dan zijn data en expertise cruciaal. De huidige, complexe vraagstukken over ondergrondse toepassingen en de toenemende zorgen over de veiligheid daarvan maken het bovendien noodzakelijk om onder- en bovengrond bij elkaar te brengen. De Geologische Dienst Nederland biedt de geowetenschappelijke kennis die het mogelijk maakt om op basis van scenario's voorspellingen te doen over de mogelijke gevolgen van het gebruik van de ondergrond. De toepassingen zijn legio; in de grond onder het Nederlandse vasteland, maar dus ook onder de Noordzee en de Cariben.



**“HEEL LANGZAAM
DOEN WE HET LICHT AAN
IN DE ONDERGROND.”**

DE NOORDZEE: SPRINGPLANK VOOR SAMENWERKING

De Noordzee is een kruispunt van leidingen met platforms waar olie en gas gewonnen wordt en geleverd wordt voor energieopwekking op het vasteland. Deze infrastructuur biedt kansen voor de energietransitie. Denk bijvoorbeeld aan transport en opslag van afgevangen CO₂ bij de industrie, het funderen van windmolens en transport en opslag van energie. De Noordzee is daarmee een proeftuin voor de (nabije) toekomstige duurzame energievoorziening. De data die de Geologische Dienst Nederland beschikbaar heeft over de geologische opbouw, over olie- en gasvelden, over de bijbehorende infrastructuur én over de samenstelling van de ondiepe zeebodem, bieden kansen voor nieuwe economische ontwikkelingen.

VULKANISCH RISICO: WIE STAAT OP VOOR VEILIGHEID

Op Saba en Sint Eustatius doen we actief onderzoek naar de effecten van vulkanische activiteit, zoals aardbevingen en landverschuivingen. Bij een vulkaanuitbarsting op een van de eilanden zou de water- en energievoorziening direct in gevaar kunnen komen. En in hoeverre is de haven dan nog bereikbaar? Extra steun vanuit onder meer de overheid is van belang om onze activiteiten in Caribisch Nederland op te schalen. Een belangrijke eerste stap is ook hier het systematisch verzamelen en beheren van gegevens.

DE KLEINE GESCHIEDENIS VAN DE MIJNBOUWWET

Hoe ga je om met de (diepe) ondergrond: het gebruik, de delfstoffen en de inkomsten? Hoe verdeel je dat eerlijk en hoe zorg je voor een duurzaam gebruik? En hoe zorg je voor inspraak en een goede belangenafweging?

In Nederland is dit vastgelegd in de Mijnbouwwet, die zijn oorsprong kent in de tijd van Napoleon. Dankzij Napoleon is de basis gelegd voor een open en eerlijk systeem, dat ook kansen biedt voor nieuwe initiatieven. Het stimuleert economische bedrijvigheid en laat iedereen delen in de kennis en opbrengsten van de ondergrond. Later is ook het Nederlandse deel van de Noordzee betrokken in de Mijnbouwwet.

De naam van deze wet suggereert dat het alleen over mijnbouw gaat. Dat heeft met historie te maken. Anno nu gaat dat natuurlijk veel verder; de Franse Mijnbouwwet van 1810 is in stappen vernieuwd naar de situatie van nu.

Zo is in de wet bepaald dat delfstoffen, die gewonnen worden op een diepte van meer dan 100 meter (of warmte vanaf 500 meter of dieper) toebehoren aan de staat. De eigenaar van het land moet toegang geven aan de exploitant en de minister bepaalt de vergoeding voor alle betrokken partijen. Daarbij is men ook verplicht om onderzoeksgegevens te delen. In eerste instantie zijn die gedurende een aantal jaar vertrouwelijk. Dat geeft de investeerder een voor-sprong. Na vijf of tien jaar worden de ingewonnen gegevens openbaar. Verder geldt sinds 2017 dat burgers en lokale overheden meer betrokken moeten worden bij de besluitvorming als het gaat om het gebruik van de diepe ondergrond.

Omdat bleek dat de Nederlandse ondergrond rijk is aan delfstoffen zoals olie, gas en zout, zijn er veel seismische onderzoeken uitgevoerd, boorgaten geboord en delfstoffen en aardwarmte geproduceerd. De datadichtheid van de Nederlandse diepe en ondiepe ondergrond (tot op zee) is daardoor ongekend. Mede dus dankzij Napoleon. Daar hebben we ook anno nu baat bij. Recent is in aanvulling op de Mijnbouwwet de Wet basisregistratie ondergrond erbij gekomen. Verderop in deze brochure vertellen we daar meer over. Ook die wet draagt bij aan het verder uitbouwen en benutten van de geologische gegevens en informatie.

AL DEZE GEGEVENS EN INFORMATIE ZIJN WETTELIJK GEBORGD BIJ DE GEOLOGISCHE DIENST NEDERLAND.

Dankzij de wettelijke verankering spelen we een cruciale rol in de gegevens- en informatievoorziening bij beleidsontwikkeling en planvorming voor een duurzaam, veilig en efficiënt gebruik van de ondergrond. Als Geologische Dienst Nederland zijn we een belangrijke, onafhankelijke bron van informatie, nationaal en internationaal. Al zijn we een plat land; onze berg aan geologische gegevens en informatie is enorm en laat zien dat de Nederlandse ondergrond allesbehalve plat is.



ER ZIJN WEINIG LANDEN WAAR ZOVEEL BEKEND IS VAN ZOWEL DE ONDIEPE ALS DIEPE ONDERGROND ALS IN NEDERLAND.



GEOLOGISCHE KENMERKEN VAN NEDERLAND

Nederland heeft geen diepe fjorden, hooggebergtes of uitgestrekte toendravlaktes. Het is een laagland, grenzend aan de zee, doorsneden door rivieren, in het zuiden begrensd door heuvelland. Een klein land in Noordwest-Europa: een dynamisch laagland waar veel mensen leven. Met name de combinatie van een delta en het intensieve ruimtegebruik, maakt ons werk uitdagend en interessant.

DE ONDERGROND VAN DE NOORDZEE

Als we naar de zeebodem kijken, dan bevindt zich onder het troebele water een voortdurend veranderend landschap van zand en slib. Deze ondergrond is verre van vlak. Onder water zijn zandduinen die door golven en getij tientallen meters per jaar kunnen verplaatsen. Ook zijn er oude landschappen terug te vinden, restanten uit verschillende IJstijden toen de Noordzee droog lag. Zo is de Doggersbank ongeveer 18.000 jaar geleden ontstaan door opstuwing van landijs en 10.000 jaar later onder water verdwenen. Vanuit 50 meter diepte rijkt de Doggersbank tot 15 meter onder de zeespiegel en heeft een lengte van zo'n 300 kilometer.

INTENSIEF GEBRUIK VAN DE NEDERLANDSE ONDERGROND

En dan het vaste land: hoe zit het met die geologie? Je zou kunnen zeggen dat vrijwel de hele bovenste laag van Nederland door mensen is beïnvloed. Al vanaf de Middeleeuwen is veen ontgonnen en zijn dijken aangelegd. De ruimte wordt inmiddels intensief gebruikt voor wonen, infrastructuur, industrie en landbouw. Daarbij komt dat een groot deel van Nederland onder zeeniveau ligt en er tegelijkertijd veel water met de rivieren naar Nederland stroomt. Nederland is een bedrijvig land in een delta met dijken.

ALS WE TERUGGAAN IN DE TIJD

Het grootste deel van Nederland is onderdeel van een sedimentair bekken, een langzaam dalend gebied dat gedurende miljoenen jaren sediment van de Noordzee en rivieren heeft ontvangen. Zo is Nederland ontstaan. De ontstaansgeschiedenis van Nederland is af te lezen

aan de stapeling van de ondergrondlagen. Eenvoudig gezegd bestaat de ondergrond helemaal onderop uit hard gesteente. Dan ligt er een dikke laag klei en zand bovenop. Het topje bestaat uit een laag slappe klei en veen dat stamt uit de laatste 10.000 jaar. Vanwege deze stapeling van bodemlagen is de Nederlandse ondergrond overigens kansrijk voor de winning van olie, gas, water en zout. Iets wat niet vanzelfsprekend is in andere landen. In de Cariben is de ondergrond totaal anders. Daar gaat het vrijwel direct om hard gesteente en er zijn zelfs twee vulkanen. In Nederland moeten we daarvoor heel diep de grond in.

VERBORGEN LANDSCHAP VAN BERGEN EN VALLEIEN

Diep onder het platte Nederland ligt een verborgen landschap van breuken en valleien. Het zijn gesteenten diep in de aardkorst, verschoven door breuken, verplooid, geërodeerd, weggeduwd door traag vloeiend zout en later afgedekt door jonge sedimenten. Op basis van duizenden boringen en seismische informatie van onderzoek naar olie- en gasvoorraden, is de diepe ondergrond gekarteerd. Het modelleren van breuken en zoutkoepels is in vele opzichten van groot belang. Voor de winning van aardwarmte bijvoorbeeld (langs welke routes stroomt het warme grondwater) of ondergrondse opslagmogelijkheden. De Geologische Dienst Nederland inventariseert en interpreteert deze informatie; we bieden inzicht in deze abstracte en complexe materie. Met onze expertise bieden we u een kijkje in de fascinerende wereld van de ondergrond.



EEN KLEINE GEOLOGISCHE ONTDEKKINGSTOCHT

Hoewel de Nederlandse geologie aan het oppervlak niet echt zichtbaar is, hebben we een aantal interessante geologische locaties op een rij gezet. Van heel jonge geologie tot locaties die verwijzen naar geologie. We nemen u mee op ontdekkingsstocht.

1 Aan het eind van de laatste ijstijd waren riviervlaktes en de Noordzeebodem grotendeels drooggefallen. De westenwind blies het droge zand naar de Utrechtse heuvelrug. In het Holoceen werd dit zand vastgelegd door plantengroei, maar het vegetatiedek verdween in de Middeleeuwen weer grotendeels door overbeweiding met schapen. Het zand ging opnieuw stuiven en zo ontstonden de **Lange en Korte Duinen** bij Soest.

2 Dat Nederland een waterrijk land is, blijkt ook uit de **Hollandse Waterlinie**. Een verdedigingswerk uit de 17^e en 18^e eeuw dat later verder versterkt is met forten. Een van deze forten is omgebouwd tot 'GeoFort'. Het GeoFort is een interactief science center waar kinderen en volwassenen spelenderwijs kennis kunnen maken met oude en nieuwe geotechnieken, vooral gericht op kaarten en plaatsbepaling.

3 Tijdens een tentoonstelling in 1938 over Nederlands-Indië wilde een oliemaatschappij laten zien hoe op Sumatra naar olie werd geboord. Speciaal daarvoor werd een bamboeboortoren nagebouwd en aangesloten. En zo werd bij toeval op 461 meter diepte olie gevonden. Dit monument aan de **Mient** in Den Haag markeert deze bijzondere plek. Sindsdien zijn er nog vele andere plekken met olie en gas in de ondergrond van Zuid-Holland gevonden.

4 In 1887 werd op een diepte van 470 meter steenzout gevonden bij Delden. Eigenlijk was men op zoek naar drinkwater voor kasteel Twickel. Sindsdien wordt in die regio zout gewonnen en zie je daar veel van deze **groene huisjes**. In zo'n huisje zit de afsluiter van een boorgat. Via het boorgat wordt het in water opgeloste zout via een gesloten systeem naar een productielocatie getransporteerd.

5 Het **hunebed bij Bronneger** is een van de vele prehistorische grafkamers die te vinden zijn in het Hondsrug gebied, Nederlands eerste UNESCO-Geopark. Dit Geopark is een prachtig gebied met overblijfselen uit de ijstijden en de Nieuwe Steentijd (Neolithicum).

6 In Schoonebeek wordt olie gewonnen uit een zandsteen op 650–900 meter diepte, die net over de Duitse grens bij Bad Bentheim aan het oppervlak komt. Deze **zandsteen** was ook een veelgebruikte bouwsteen en werd ook wel 'Bentheimer Gold' genoemd. Door verwerking wordt deze steen vaak grijs of zwart.

7 Nederland heeft meerdere vulkanen: een dode vulkaan diep onder de Waddenzee, maar ook twee slapende vulkanen op Saba en Sint Eustatius, zoals de **Mount Scenery**. Een mooi uitzicht, maar wat als die vulkaan uitbarst...?

8 Op de Veluwe ligt een van de grootste **pingoruïnes** van Nederland: het Uddelermeer. Pingoruïnes zijn de overblijfselen van heuvels met een ijskern uit de ijstijd: pingo's. Na de ijstijd smolten de ijskernen en ontstonden kratervormige depressies met water.

9 Er komen in de ondergrond van Nederland vele duizenden breuken voor, zowel onder het vaste land als onder de Noordzee. De meeste zijn onzichtbaar aan het aardoppervlak; een uitzondering daarop vormen delen van de **Peelrandbreuk**.

10 Aan de Maas bij Maastricht is in de ENCI-groeve het Maastrichts Krijt te zien die gevormd is tijdens het **'Maastrichtien'**. In 1849 beschreef Dumont dit tijdvak en vernoemde het naar Maastricht. En zo kwam dit stukje Nederland uiteindelijk op de internationaal gehanteerde tijdschaal waarmee we de ouderdom van de aarde indelen.



ONZE GEOLOGISCHE FOCUS

**WIJ
WERKEN
VANDAAG
AAN DE
VRAGEN VAN
MORGEN.**

Als Geologische Dienst Nederland bekijken we de ondergrond vanuit alle mogelijke aardwetenschappelijke disciplines. Daarbij kijken we zowel naar de grootschalige opbouw van de ondergrond als naar details op millimeterniveau. Op die manier zetten we onze expertise al meer dan 100 jaar in voor ontwikkelingen in de samenleving.

DE BASIS IS DE ONDERGROND

Toen Winand Staring in 1838 voor het eerst de Nederlandse ondergrond in kaart bracht, lag het accent op de karakterisering van de landbouwgrond. Vanaf 1903 zorgde de kolenwinning voor interesse naar verdere analyse van de geologische opbouw van de ondergrond. In de jaren '50 ontstond meer aandacht voor karakterisering van de ondergrond tot enkele honderden meters diep. De ontdekking olie- en gasvoorraden, en met name van het Groninger gasveld in 1959, zorgde voor een verdere versnelling van het onderzoek. Daarbij werd gebruik gemaakt van nieuwe

technieken, met name seismisch onderzoek, om de diepe ondergrond in kaart te brengen, zowel op land als op zee. Zo is stapsgewijs ontzettend veel ondergrondkennis opgebouwd. Momenteel verschuift de aandacht van olie- en gaswinning naar gebruik van de ondergrond voor de energietransitie: bijvoorbeeld voor aardwarmte, opslag van CO₂ en andere stoffen. Daarbij is steeds meer aandacht voor risicobeheersing van deze nieuwe toepassingen.

DIT BIEDEN WIJ: DATA EN INTERPRETATIES

De rode draad bij al deze ontwikkelingen is dat de gegevens- en kennisbasis die bij de Geologische Dienst Nederland dankzij 'oude' toepassingen is opgebouwd, kan worden ingezet voor nieuwe en toekomstige vragen van de samenleving. Telkens is voortgebouwd op wat er was en zodoende kunnen we ons blijven richten op de vragen van vandaag én morgen. We bouwen kennis en inzicht over de Nederlandse ondergrond gestaag op door ondergrondgegevens centraal op te slaan, te standaardiseren en goed te beheren. Door interpretatie van die data in de vorm van kaarten en modellen maken we de geologische variatie zichtbaar en toegankelijk.

We werken aan complexe vraagstukken zoals de energietransitie, beheersing van risico's zoals bodemdaling, aardverschuivingen, of seismiteit, of het beheer van

grondwater ten behoeve van drinkwater, voedsel en energie. Dat doen we met en voor vele stakeholders zoals ministeries, provincies, gemeenten, waterschappen, drinkwaterbedrijven, kennisinstellingen en universiteiten. Ook werken we nauw samen met de geologische diensten van omliggende landen. Daar spelen vergelijkbare vraagstukken; de ondergrond stopt immers niet bij de grens.

AANDACHTSPUNTEN

Naast de concrete thema's in deze brochure werken we ook aan:

- Klimaat-effecten in het algemeen en in het bijzonder voor Caribisch Nederland. Zo zoeken we organisaties die samen met ons bijvoorbeeld een aardverschuivings-risicokaart voor Saba en Sint Eustatius willen ontwikkelen.
- Het voorspellen van bodemdaling. We weten al veel over de oorzaken en die expertise willen we nu omzetten naar een nieuwe toepassing, zodat we

de stap maken van monitoren naar voorspellen.

- Publiekvoorlichting. Steeds meer overheden en maatschappelijke organisaties komen in aanraking met ondergrondvraagstukken, door de verschuiving van bestuurlijke verantwoordelijkheden én door de komst van de Basisregistratie Ondergrond. Deze partijen zijn minder dan traditionele stakeholders vertrouwd met de gegevens en informatie van de Geologische Dienst Nederland. Dat vraagt om meer uitleg van deze gegevens en nieuwe manieren om deze te ontsluiten voor een breed publiek.



DE ROL VOOR DE ONDERGROND IN DE ENERGIE-TRANSITIE

Anno nu staat Nederland voor een enorme opgave: de transitie naar een duurzame energievoorziening. Minder olie, minder gas en meer duurzame energie zonder uitstoot van CO₂.

Wat kan, hoe zorgen we ervoor dat het veilig is, hoe combineren we energieopslag en -opwekking in de ondergrond met andere activiteiten en wat zijn de lange termijn scenario's? En vooral: hoe zorgen we voor leveringszekerheid van energie ofwel een betrouwbare levering zonder storingen of een tekort? Als Geologische Dienst Nederland onderzoeken we die vragen en adviseren de Nederlandse overheid daarover. We geven beleidsmakers en bestuurders een zorgvuldig afgewogen en onafhankelijk advies om voor de toekomst van Nederland weloverwogen besluiten te kunnen nemen over het gebruik van de ondergrond. Ook maken we veel van onze kennis beschikbaar voor

organisaties die willen innoveren en voorop willen lopen in de energietransitie.

DE CONTOUREN

Sinds de vondst van gas onder Slochteren is Nederland een aardgasland. Een groot deel van het energiesysteem in Nederland is daarop ingericht en de leveringszekerheid is geborgd; zelfs bij de sterk wisselende energievraag. De overgang naar een duurzaam energiesysteem brengt grote veranderingen met zich mee. Het vraagt om een grote verbouwing van het huidige systeem. Niet alleen de opwekking van energie wordt anders, maar ook het transport en de opslag zal radicaal veranderen.

Zon, wind en aardwarmte zijn interessante duurzame alternatieven voor fossiele brandstoffen om daarmee de CO₂-uitstoot te reduceren. Stuwmeren kent Nederland niet en het aandeel van kerncentrales is hier beperkt. De uitdaging is: hoe kunnen we leveringszekerheid garanderen; iets wat we met gas en kolen heel normaal vonden. De duurzame alternatieven zijn niet altijd beschikbaar. De zon schijnt immers alleen overdag, de windkracht wisselt sterk en de ondergrond is niet overal geschikt voor de winning van aardwarmte. Ergens moeten we overschotten in energie kunnen bufferen om pieken in de energievraag op een ander moment op te kunnen vangen. Terwijl de capaciteit van bovengrondse opslagsystemen maar een fractie biedt van wat we nodig hebben, zijn in de ondergrond opties voor grootschalige opslag beschikbaar. De mogelijke ondergrondse opslagcapaciteit voor energie in voormalige

gasvelden, zoutcavernes of misschien wel mijngangen in Limburg is uniek in Noordwest-Europa. Dit kan een belangrijke rol spelen in het nieuwe energiesysteem. Kennis van de ondergrond is dan ook onmisbaar bij de energietransitie.

Samen met vele andere organisaties en met onze collega's van TNO bekijken we daarom het systeem als geheel vanuit een scope die verder gaat dan alleen de ondergrond van Nederland. Het wordt duidelijk dat de ondergrond een nieuwe, grote rol zal spelen in de energietransitie. Nederland zal dit doen in samenwerking met de omliggende landen in Noordwest-

Europa daar de transitie over de landsgrenzen heen grijpt. Elk land heeft zijn eigen mogelijkheden om bij te dragen aan oplossingen.

We bouwen aan een systeem waarbij allerlei vormen van energieopwekking en opslag op elkaar aansluiten en elkaar kunnen aanvullen. De flexibiliteit die nodig is in de levering van energie, vraagt om een nieuwe aanpak, waarbij de opties en consequenties op de korte en lange termijn goed afgewogen zijn. Zeker bij besluiten en investeringen met verre tijdschalen, zoals bij de opslag van CO₂ of waterstof.

WE ZITTEN IN EEN BIJZONDERE SITUATIE...

De bijzondere geologische opbouw van de Nederlandse ondergrond maakt dat er opslagcapaciteit is. Dankzij de olie- en gasindustrie beschikken we over gedetailleerde informatie over die diepe ondergrond. Zoveel gegevens als we tot nu toe hebben vergaard, zullen we in de toekomst niet meer krijgen. Simpelweg omdat in de wereld van duurzame energie minder kapitaal beschikbaar is om dure boringen te doen. Enig nadeel is dat juist op de plekken waar geen olie- en gasvoorkomens zijn, aardwarmte soms wel mogelijk of wenselijk is. Er is dus een aanvullende informatiebehoefte en dat is een kans! De energietransitie betekent dus ook een transitie in de wijze waarop informatie vergaard wordt.

Als bovendien over grenzen van traditionele vakgebieden én landen heen gekeken wordt, komt men samen verder. De olie- en gassector ontdekt aardwarmte. Hydrologen kijken naar nieuwe energie vanuit grondwaterbeheer. CO₂-afvang en opslag en H₂-productie en opslag vereisen nauwe samenwerking tussen geologen en ingenieurs. Ook bij zonne- en windenergie is de geologische verbinding noodzakelijk, alleen al vanwege de fundering en het transport van de energie. Zonder Europese samenwerking komt men er niet. Het gaat in feite om een hele nieuwe manier van omgaan met energie en het vernieuwen van het energiesysteem in Noordwest-Europa.

Als geen ander is de Geologische Dienst Nederland in staat om vanuit een breed perspectief te kijken naar wat deze ontwikkelingen betekenen voor het gebruik van de ondergrond en wat de risico's zijn. We combineren daarbij onze aardwetenschappelijke kennis met onze ervaring in het energiedomein. Onze gegevens, modellen en technologische innovaties zijn daarbij cruciaal. We leveren daarmee een belangrijke bijdrage aan het ontwerp van de energietransitie en versnellen de uitvoering waar mogelijk.



BODEMDALING IN NEDERLAND

In grote delen van Nederland daalt de bodem door menselijke activiteit. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het winnen van gas, olie, zout en water, het verlagen van het grondwaterpeil om onze voeten droog te houden en het bouwen van woonwijken en wegen op slappe bodems. In delen van Nederland met veel klei en veen in de ondergrond is bodemdaling al jaren een probleem, omdat we het grondwaterpeil daar kunstmatig laag houden. Het mag duidelijk zijn dat bodemdaling maatschappelijke problemen en kosten opleveren.

BODEMDALING DOOR MENSELIJK INGRIJPEN

Welke processen veroorzaken bodemdaling, wat is de mate van daling en hoe kunnen we voorspellen hoeveel daling er (nog) op zal treden? Door deze vragen in samenhang te onderzoeken, wordt duidelijker wat de mogelijkheden zijn om die processen te beïnvloeden. Nu zijn de twee belangrijkste processen in de ondiepe ondergrond die bodemdaling veroorzaken: het krimpen van klei en de oxidatie van veen. Deze worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door het aanpassen van het grondwaterpeil door drainage en ontwatering. Effecten van bodemdaling zijn het verzakken van wegen, bruggen, dijken of huizen, maar ook een vergroot overstromingsrisico van laaggelegen gebieden. Bij wat men in de ondergrond doet of wil doen moet daarom kritisch gekeken worden naar de eventuele bodemdaling en de gevolgen daarvan. Beleid en regelgeving kunnen dan zo worden afgestemd dat de impact door bodemdaling minimaal is en dat een duurzame en veilige leefomgeving wordt bevorderd.

ONZE EXPERTISE

Wij hebben kennis van de processen die bodemdaling veroorzaken – als gevolg van menselijk ingrijpen – in zowel de ondiepe als de diepe ondergrond. Diepe en ondiepe oorzaken van bodemdaling onderzoeken we in samenhang met elkaar, waarbij we bodemdaling kunnen ontrafelen in de verschillende oorzaken. Naast deze kennis hebben wij ook de beschikking over veel gegevens over zowel de opbouw van de ondergrond als de snelheid van bodemdaling. Wij meten, monitoren en modelleren bodemdaling, zodat we deze steeds beter kunnen voorspellen. In beleidsontwikkeling kunnen dan zowel de kansen als de risico's op evenwichtige wijze worden geanalyseerd en afgewogen.

INSCHATTING VAN BODEMDALING

Bij veel activiteiten in de ondergrond is het nodig om een inschatting te maken van mogelijke bodemdaling. Niet voor niets is dit een speerpunt van de Geologische Dienst Nederland. De combinatie is onze kracht: kennis en gegevens; diep en ondiep; meten, begrijpen en voorspellen. We maken zichtbaar waar en hoeveel de bodem daalt, zodat beleid daarop kan worden aangepast.

WATER- OVERLAST EN WATER- SCHAARSTE

De relatief zachte, ondiepe ondergrond van Nederland is onder meer gevoelig voor verandering in grondwaterstanden. Wateroverlast en waterschaarste is daarom een belangrijk onderwerp. Veranderingen in de waterhuishouding en het landgebruik hebben impact. Ook de klimaatverandering met zeespiegelstijgingen en weersveranderingen zorgen voor wateroverlast en waterschaarste.



Zorg en aandacht voor het beheer van de kust en de dijken is dan ook een speerpunt van nationaal belang voor de welvaart, welzijn en veiligheid van Nederland. De ondergrond speelt daarbij een grote rol. Boven- en ondergrond zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.

AAN DE KUST

Door de rijzende zeespiegel en de bodemdaling, stijgt het zeeniveau voor de Nederlandse kust jaarlijks met gemiddeld 2 millimeter. Dat lijkt weinig, maar dat is op een mensenleven aanzienlijk. Tegelijkertijd worden stormvloed overstroomingen steeds net wat hoger. Als niets wordt gedaan, krijgt men natte voeten en schuift de grens tussen zee en land naar het oosten op. Om Nederland te beschermen en kusterosie tegen te gaan, wordt sinds 1990 ver buiten de kust zand van de Noordzeebodem opgezogen om op het strand of het ondiepe water voor de kust te spuiten (zandsuppletie). De kusterosie

wordt daarmee tot staan gebracht. Daarvoor zijn wel vele miljoenen kubieke meters zand nodig; wij helpen dat zand te zoeken. We doen daarvoor onderzoek aan de sedimenten van de zeebodem en zoeken zandvoorraden op zee om de Nederlandse kust te verstevigen.

BIJ DE DIJKEN

Ook helpen we bij onderzoek naar de betrouwbaarheid van dijken. Stabiele dijken moeten namelijk op een stevige ondergrond zijn gebouwd. De samenstelling, korrelgrootteverdeling en doorlatendheid van de ondergrond zijn cruciaal. Een belangrijk risico voor een dijkdoorbraak langs de Nederlandse rivieren is het openbarsten van de grond achter de dijk bij hoogwater (piping). Verder neemt de stabiliteit van dijken af als de waterdrukken in de grond groter worden en de dijk en ondergrond verzadigd worden met water. Ook enorme droogte kan dijkfalen veroorzaken als bijvoorbeeld scheuren

ontstaan. Expertise van de ondergrond is daarom onmisbaar. Zo kunnen we bijvoorbeeld een model ontwikkelen om de stabiliteit van dijken te onderzoeken. Daarbij kijken we naar de ondergrondse risicofactoren, die voortkomen uit analyses, kansberekeningen en onderzoek naar sedimenten. Kernvragen daarbij zijn: 'Welke eigenschappen heeft de ondergrond' en 'hoe gedraagt de ondergrond zich' bijvoorbeeld bij wateroverlast en waterschaarste.

Bij deze en andere watervraagstukken helpen wij om te komen tot goede afwegingskaders. Want uiteindelijk gaat het om de veiligheid, de welvaart en het welzijn van mensen.

ZOET GRONDWATER: KOSTBAAR EN SCHAARS

Naast wateroverlast en waterschaarste houden we ons ook heel specifiek bezig met zoet grondwater. Als Geologische Dienst Nederland beseffen we ons als geen ander dat zoet grondwater kostbaar en schaars is. We zorgen dan ook dat veel relevante gegevens beschikbaar zijn en omgezet worden naar bruikbare informatie voor bijvoorbeeld waterbeheerders, drinkwaterbedrijven en de landbouw.



**ONZE GEO(HYDRO)LOGISCHE
EXPERTISE WORDT BREED INGEZET**

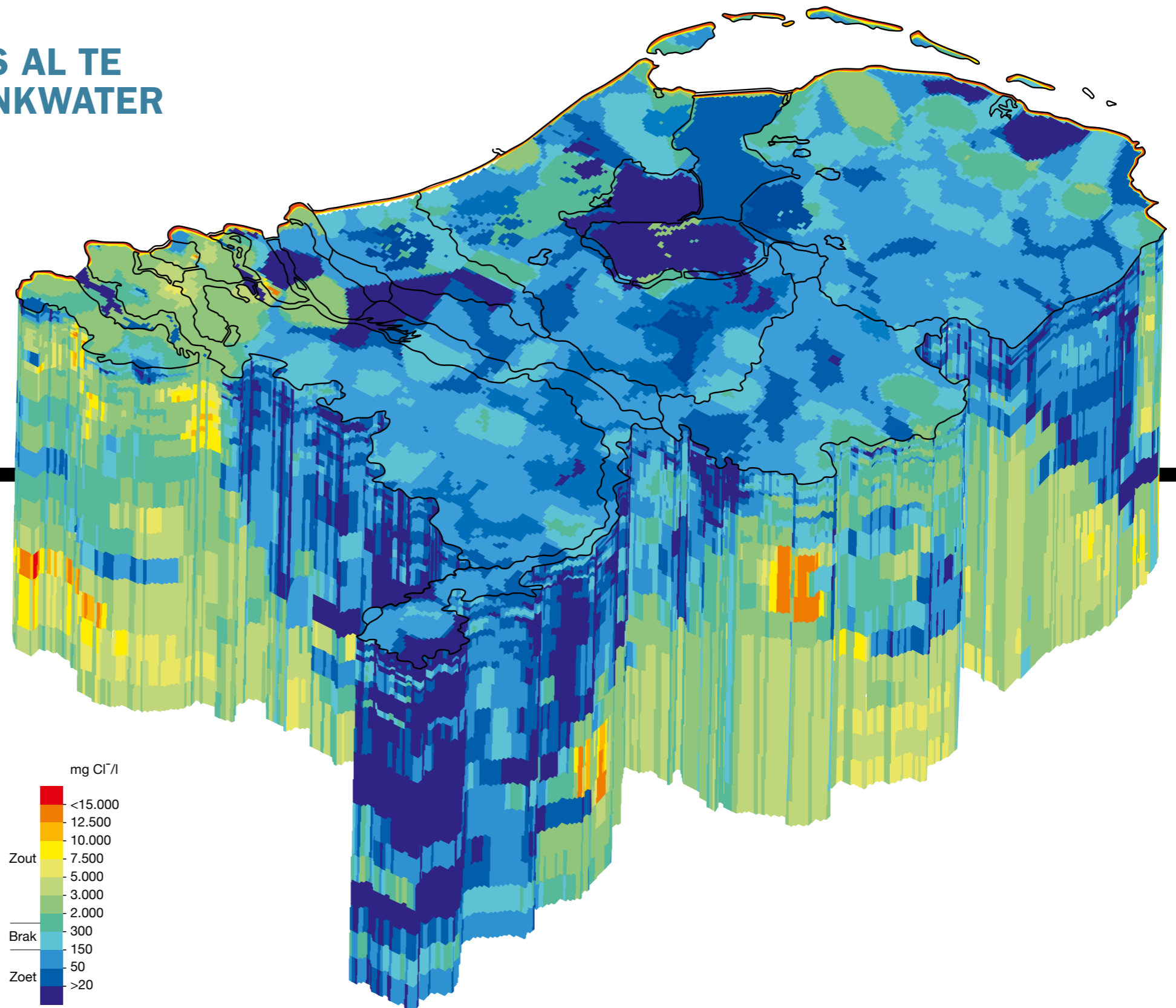
Als Geologische Dienst Nederland zijn we nauw betrokken bij allerlei vragen over het gebruik en de bescherming van zoet grondwater waarbij de complexiteit vaak groot is. Het zijn vragen over wateroverlast en droogte, kwelstroming, vervuiling, grondwaterbeheer of de landbouw- en drinkwatervoorziening. Daarnaast leveren we een belangrijke bijdrage aan de energietransitie en klimaatverandering. Dat doen we met onze grondwatergegevens, onze kennis en onze geavanceerde modellen. Een van de belangrijkste grondwatermodellen is REGIS II dat inzichtelijk maakt wat in de Nederlandse ondergrond de watervoerende pakketten zijn en hoe waterdoorlatend een laag is. Ook brengen we de verdeling van het zoutgehalte in kaart. Daarbij kunnen we zelfs met helikopters het zoutgehalte in het grondwater van grote gebieden in een relatief korte tijd tot diep onder de grond nauwkeurig bepalen.

WATER STOPT NIET BIJ DE GRENS

Onze expertise zetten we ook internationaal in, zoals voor Europees onderzoek. Een mooi voorbeeld is het Roerdalslenkgebied. Met omliggende landen hebben we een grensoverschrijdend model ontwikkeld. Bij zo'n project komt meer kijken dan alleen het consistent beschrijven van de ondergrond. Ook waarden en normen rondom het gebruik van grondwater spelen een rol. Het resultaat: een internationaal state-of-the-art karterproject met concrete toepassingsmogelijkheden specifiek voor dat gebied.

Of het nu gaat om provincies, waterschappen, de overheid of internationale projecten, onze modellen, analyses en expertise worden gebruikt om op feiten gebaseerde keuzes te maken. Samen werken we aan een duurzaam en verantwoord grondwatergebruik.

1% ZEEWATER IS AL TE ZOUT VOOR DRINKWATER



EEN RIJKDOM AAN DELFSTOFFEN

De Nederlandse ondergrond levert een grote verscheidenheid aan bodemschatten. We hebben het al gehad over (drink)water en het energiepotentieel in de ondergrond, maar er is meer. De ondergrond van Nederland is namelijk ook rijk aan oppervlaktegrondstoffen voor de bouwsector, zoals klei voor bakstenen en dakpannen, en zand en grind voor beton. Daarnaast heeft Nederland een grote voorraad steenzout diep in de ondergrond. De rijkdom van onze natuurlijke hulpbronnen heeft Nederland te danken aan de geologische kenmerken van de ondergrond.

KLEI, ZAND EN GRIND

Omdat Nederland in een delta ligt en er in miljoenen jaren tijd allerlei afzettingen worden gevormd, is er een grote voorraad aan oppervlakedelfstoffen. Rivierafzettingen vormen de belangrijkste bron voor grind, zand en klei. De Geologische Dienst Nederland heeft veel informatie over die voorraden. Dat is inclusief de korrelgroottesamenstelling die bepalend is voor de toepassing van het materiaal. Informatie die van belang is voor de bouwsector. De winning van klei, zand en grind is overigens aan regels gebonden vanwege het intensieve ruimtegebruik in Nederland. Dat is dan

ook een van de redenen dat voor de winning van zand vaker wordt uitgeweken naar de Noordzee.

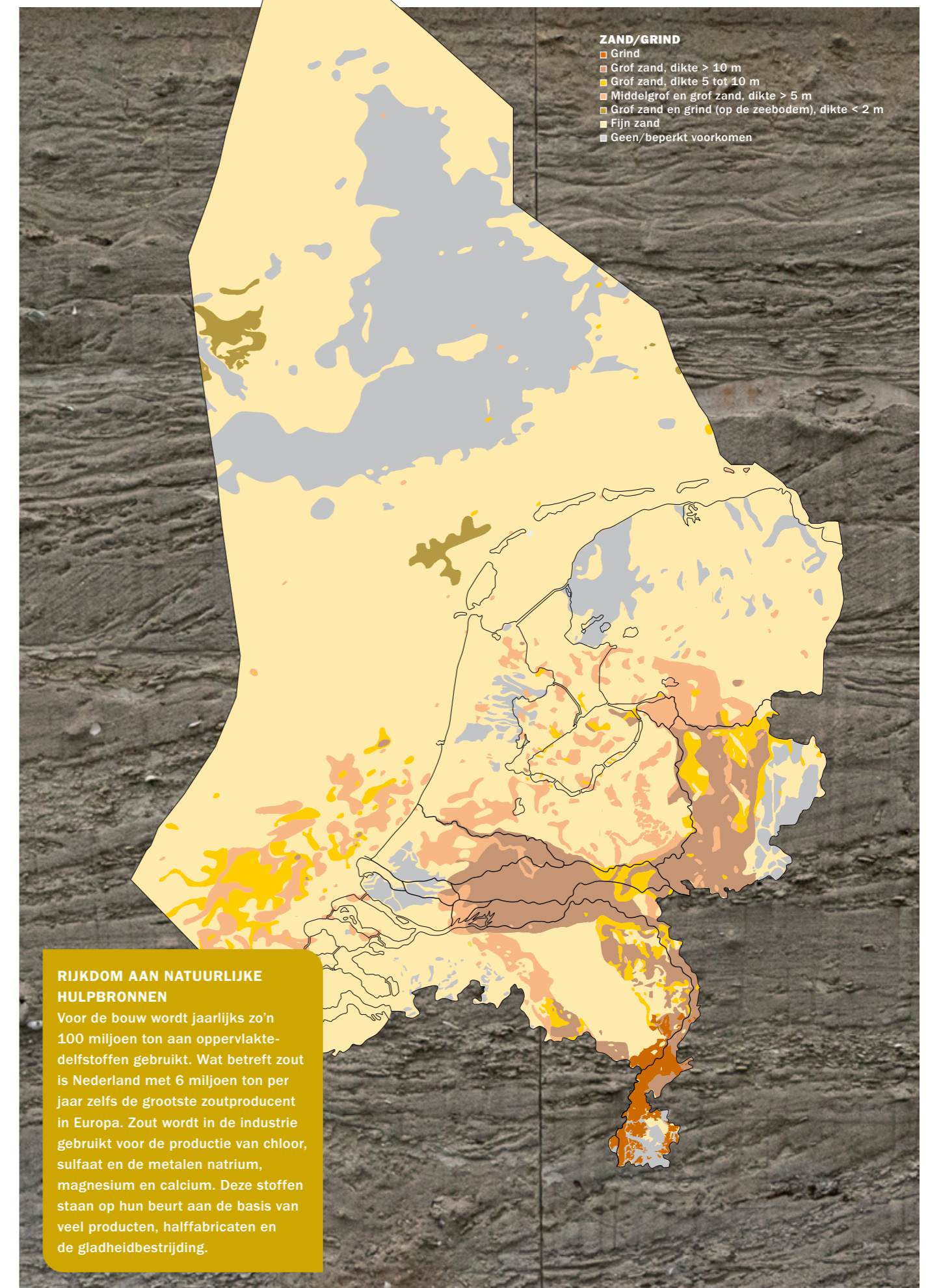
ZOUT

Naast bouwgrondstoffen heeft Nederland een grote voorraad steenzout in de ondergrond. In Noord-Nederland ligt bijvoorbeeld een zoutpakket van ongeveer een kilometer dik. Deze afzetting is ruim 200 miljoen jaar geleden ontstaan door de indamping van de binnenzee die liep van Groot-Brittannië tot Polen. Daarna is het zoutpakket afgedekt door andere afzettingen; nu ligt het zoutpakket op een diepte tussen de 1.500 en 2.500 meter.

Lokaal komt het zout in zoutpijlers (diapieren) een flink stuk omhoog zodat het makkelijk winbaar is.

KENNIS VAN DELFSTOFFEN NOODZAKELIJK

Nederland moet zorgvuldig omgaan met de ondergrond en de delfstoffen. Niet voor niets zijn we ook een belangrijk adviseur voor de overheid, zodat zij weloverwogen beleid en regelgeving kunnen vaststellen. Veiligheid speelt daar uiteraard een belangrijke rol bij. Wij inventariseren, onderzoeken, karakteriseren en adviseren over de winning van de natuurlijke voorraden van Nederland. Een voorbeeld zijn de holtes (cavernes) die ontstaan bij de zoutwinning in zoutlagen en honderden kubieke meters groot kunnen worden. De Geologische Dienst Nederland heeft modellen ontwikkeld om deze cavernes te monitoren en het gedrag en de effecten van zoutwinning te simuleren. Dit is nog maar één van de toepassingen als het gaat om het inzetten van onze expertise, kennis en gegevens van de ondergrond; er is nog veel meer mogelijk.



HET SUCCES VAN OPEN DATA

'Open data' wil zeggen dat de gegevens voor eenieder beschikbaar zijn. Waar in bijna alle andere landen betaald moet worden voor ondergrondgegevens, is Nederland het enige land waar die gegevens gratis gedownload kunnen worden én daardoor snel beschikbaar zijn. Zo moeten bedrijven uit bijvoorbeeld de olie- en gassector hun ondergrondgegevens delen met de Geologische Dienst Nederland. Die filosofie van open data werpt z'n vruchten af. Nergens is bovendien zoveel bekend van de ondergrond als in Nederland. Het zijn gegevens en kennis die ingezet kunnen worden bij bijvoorbeeld de energietransitie of vraagstukken rondom ruimtelijke ordening.

DE BASIS VAN EEN KRACHTIG EN UNIEK SYSTEEM

Als je iets wilt zeggen over ingrepen in de onder- of bovengrond – op zee of op land – en als je beslissingen wilt nemen met een verre tijdshorizon, dan heb je gegevens nodig. Inwinnen van nieuwe gegevens van de ondergrond is duur, maar dankzij de specialisten van de Geologische Dienst Nederland en de verankering van gegevensverstrekking in de Mijnbouwwet en de Basisregistratie Ondergrond (BRO) zijn veel gegevens geborgd én voor iedereen toegankelijk. Dat past bij onze missie: het bevorderen van een duurzaam beheer en gebruik van de Nederlandse ondergrond.

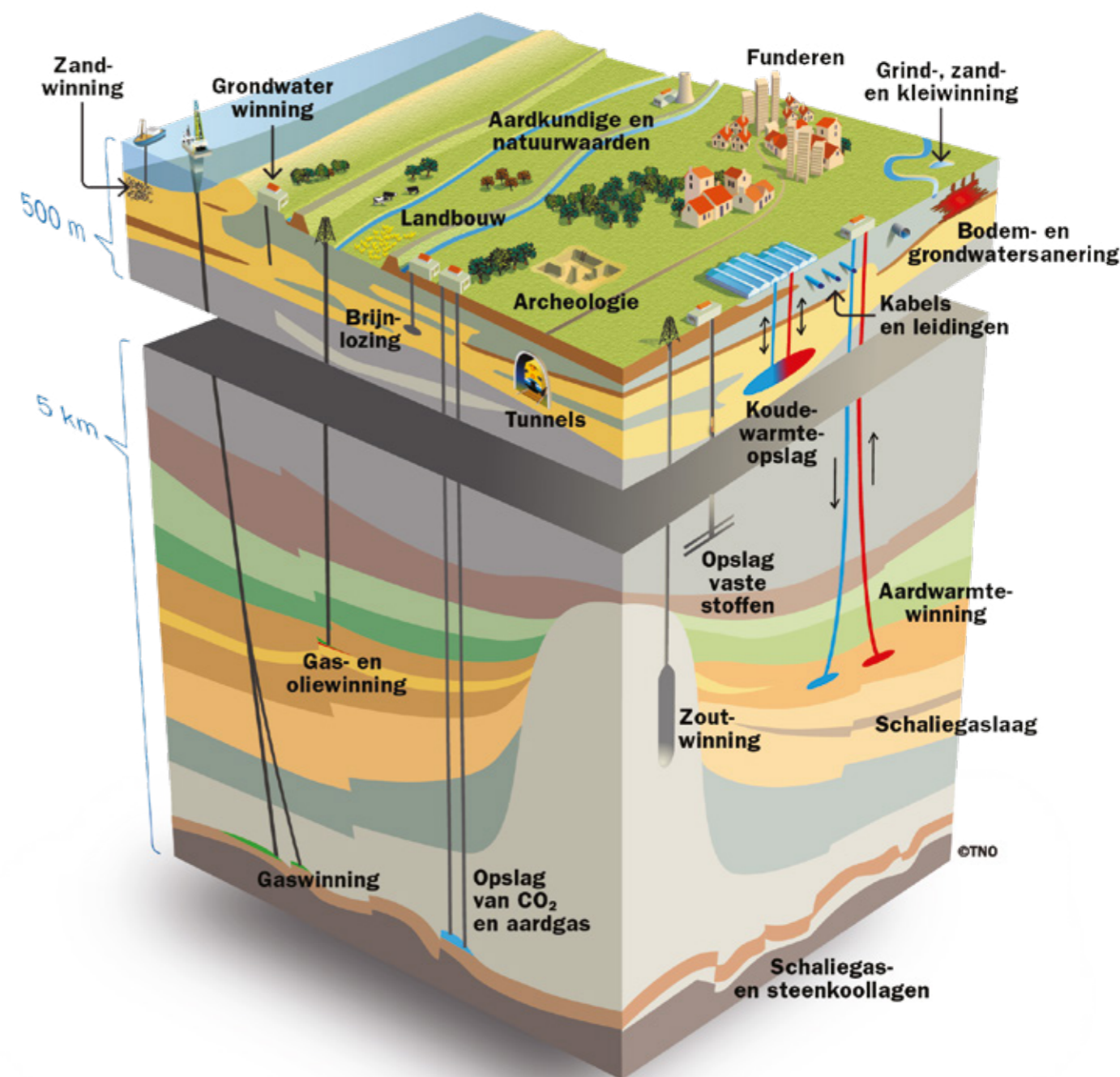
VAN AARDGAS NAAR AARDWARMTE

Aardwarmte neemt de komende jaren enorm toe in gebruik. Het is een duurzame, lokale warmtebron voor huizen, kantoren, kassen en industrie. Wij spelen daarin een belangrijke rol. Waar zitten de kansen en wat zijn de risico's? We bieden data en modellen zodat gebruikers en ontwikkelaars gericht initiatieven kunnen ontwikkelen. Daarnaast adviseren we de overheid bij de ontwikkeling van beleidsinstrumenten. Ook zijn we een belangrijk klankbord voor gemeenten en provincies, die aardwarmteprojecten willen stimuleren.

EEN OVERZICHT VAN DE MOGELIJKHEDEN

Op basis van openbare gegevens van de Nederlandse ondergrond delen we kennis, ondergrondgegevens, tools, kaarten en modellen die constant in ontwikkeling zijn, zoals:

- DINOloket.nl – een veelheid aan gegevens en modellen van de ondergrond raadplegen en opvragen.
- NLOG.nl – specifiek gericht op voorlichting, gegevens en innovaties in de diepe ondergrond in samenwerking met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- Thermogis.nl – informatiesysteem gericht op de winning van aardwarmte.
- Grondwatertools.nl – veel geo-informatie met ook interactieve tools en kaarten voor ruimtelijke ordening en ondergrondvraagstukken.
- Delfstoffenonline.nl – informatiesysteem over de winning van oppervlakedelfstoffen.





INTERNATIONALE MOGELIJKHEDEN

We merken dat steeds meer landen meer willen weten over onze open werkwijze als het gaat om beheer en verstrekking van ondergrondgegevens en de manier waarop dit in de wet is verankerd. Dat geldt ook voor onze ondergrondexpertise; in Nederland zijn we daarin ver vergeleken met andere landen. Onze kennis en ervaring delen we dan ook graag. Zo bundelen we met méér dan veertig Europese geologische diensten onze krachten in een gezamenlijk onderzoeksprogramma 'GeoERA' om pan-Europese resultaten te leveren. Uiteindelijk leidt het delen en harmoniseren van gegevens en informatie tot openheid en een sterke

samenwerking die de sleutel tot succes is voor toekomstbestendige plannen voor het duurzaam gebruik van de ondergrond.

Open data is in combinatie met de hoge datadichtheid van de Nederlandse ondergrond interessant voor onderwijs en onderzoek. Veel nationale en internationale researchinstututen en wetenschappers maken dan ook gebruik van onze portals. Nederland is het enige land waar deze diepe gegevens op een dergelijke manier toegankelijk zijn gemaakt en te downloaden zijn.

DATASCHAARSTE?

Internationaal gezien hebben we een

hoge datadichtheid, omdat in Nederland de boven- en ondergrondse ruimte gewoonweg intensief gebruikt wordt. Voor een zorgvuldige beantwoording van de huidige, complexe vraagstellingen zijn nauwkeurigere voorspellingen vereist om veiligheidsvragen beter te kunnen beantwoorden. Dit betekent dat nog meer informatie nodig is en er dus sprake is van dataschaarste.

STEEDS DIEPER

Kansen zitten in de oudere, diepere, en daarom minder makkelijk toegankelijke lagen van de ondergrond. Met name het Dinantien is interessant, omdat in het geologische tijdvak Paleozoïcum zeer

grote geologische, klimatologische en evolutionaire veranderingen hebben plaatsgevonden. De Dinantien kalkstenen worden beschouwd als potentieel interessante aardwarmtereservoirs. Tegelijkertijd bevinden zich ook Dinantien-afzettingen diep onder de Noordzee waar ze van belang zijn als bron voor koolwaterstoffen. Het bundelen van alle kennis van de diepe ondergrond is van groot belang voor de energietransitie. Zowel in het Green Deal 'Ultra Deep Geothermal Energy' programma als in 'Paleo-Five' worden daartoe krachten gebundeld. De Geologische Dienst Nederland is daarbij onmisbaar; we zijn de drijvende kracht achter diverse partnerships voor

grootschalig en grensoverschrijdend onderzoek. Expertise rondom het verwerken en interpreteren van grote hoeveelheden seismische, diepe data en het ontwikkelen van reservoirmodellen zijn immers cruciaal; wij lopen daarin voorop.

Data wordt pas interessant als je er ook echt wat mee kunt en weet wat het betekent. Om die gegevens in betekenisvolle informatie om te zetten is geowetenschappelijke en geotechnische kennis nodig. Je moet daarbij oog hebben voor zowel de grote lijn als specifieke details. De Geologische Dienst Nederland heeft die kennis en stelt die beschikbaar. Pas dan kun je spreken van een schat aan gegevens. Open data is dus het begin.

ALS JE ZOVEEL GEGEVENS HEBT...

In feite waren we pioniers van de ondergrond en zijn dat nog steeds. Als je zoveel gegevens hebt, dan biedt dat mogelijkheden om nieuwe verwerkingstechnieken te verkennen. In 1997 hebben we daarom de stap gemaakt naar 3D-karteren. Het klassieke karterprogramma en de gegevensinwinning van de lagen aan het aardoppervlak zijn toen gestopt. Dat gaf de ruimte om de bestaande gegevens in 3D te modelleren. We hebben daardoor een snelle ontwikkeling doorgemaakt. Juist ook omdat Nederland een vlak land is, is die 3D ontwikkeling zo belangrijk om de opbouw van de ondergrond inzichtelijk te beschrijven.

3D-MODELLEN: BETER INZICHT EN BETER VOORSPELLEN

Verschillende modellen met verschillende accenten bieden stuk voor stuk inzicht in de fascinerende wereld van de ondergrond. De modellen worden systematisch ontwikkeld én bijgehouden! En dat maakt ze extra interessant. Onze 3D-modellen zijn zelfs uniek in de wereld:

- GeoTOP: de grondsoorten van de bovenste toplaag (50 meter) van Nederlandse kustprovincies en riviereengebieden.
- DGM: de grondlagen van Nederland tot 500 meter diep.
- REGIS II: de waterdoorlatendheid van onze ondergrond tot 1.200 meter diep.
- DGM-diep: de grondlagen Nederland tot 6.000 meter diep (inclusief de Nederlandse zeebodem).

OOK DE VOLGENDE STAP IS NODIG

Als Geologische Dienst Nederland zijn we ons ervan bewust dat de ondergrond veranderlijk is. Denk alleen al aan het grondwater dat beweegt en voor verandering zorgt. Ook bodemdaling doet bestaande gegevens verouderen. De stap van 3D- naar 4D-modelleren is dan ook

waardevol; op menselijke tijdschaal is het noodzakelijk om de modellen te laten meebewegen met de veranderingen in de ondergrond. Ook ondergrondgegevens verouderen op den duur; de behoefte aan nieuwe gegevens is groot. De komst van de wettelijke plicht om ondergrondgegevens aan te leveren en publiek beschikbaar te maken dankzij de Basisregistratie Ondergrond, is dan ook een grote kans voor Nederland.

HOE INZETTEN?

Dankzij de modellen én nieuwe gegevens is het mogelijk om de ondergrond beter te interpreteren en veranderingen te voorspellen. Juist actuele 3D-modellen bieden beter inzicht in niet direct zichtbare ondergrondse processen. De modellen maken de ondergrond als het ware transparant. Daarmee zorgt het ook voor meer begrip en draagvlak voor dergelijke processen in de ondergrond. De vraagstukken van nu en de toekomst zijn immers niet eenvoudig. Juist met de modellen en gegevens is het mogelijk om te komen tot beleid dat goed is afgestemd op de eigenschappen van de ondergrond.

TOEPASSINGEN VOOR CONCRETE, MAATSCHAPPELIJKE VRAAGSTUKKEN

Het gaat dan bijvoorbeeld over dilemma's bij ruimtelijke ordening en aanleg van infrastructuur. Heel concreet: hoe en waar moeten de dijken van de Rijn worden verstevigd? Of neem de energietransitie: hoe zetten we de ondergrond in om vraag naar en aanbod van energie zonder hapering op elkaar aan te laten sluiten? Ook doen we veel onderzoek naar de risico's en seismiteit als gevolg van mijnbouw. Het gaat om complexe processen. De modellen en gegevenssets van de Geologische Dienst Nederland spelen daarin een waardevolle rol vanwege hun betrouwbaarheid en nauwkeurigheid.

Voor ons als medewerkers van de Geologische Dienst Nederland is het ondertussen heel gewoon, maar eigenlijk is het een ongelooflijke schat aan gegevens die Nederland bezit, een ware goudmijn. Met dank dus aan Napoleon die de basis heeft gelegd voor de Nederlandse Mijnwet. Bovendien krijgt dat een bijzonder vervolg met de wettelijke Basisregistratie Ondergrond.





UNIEK: WETTELIJKE BASISREGISTRATIE

In het verlengde van de Mijnbouwwet willen we ook de Wet basisregistratie ondergrond noemen, kortweg de 'BRO'. Waar de Mijnbouwwet de focus legt op de diepe ondergrond en het delen van gegevens, doet de BRO dat vooralsnog vooral op de ondiepe ondergrond. Vanaf 2018 zijn bestuursorganen, zoals gemeenten, provincies en waterschappen, namelijk verplicht om hun ondergrondgegevens aan te leveren aan een centrale database en diezelfde database te gebruiken in hun beleidsprocessen. Hergebruik van ondergrondgegevens is van onschatbare waarde. Stel dat je boringen telkens opnieuw zou moeten doen, dan is dat kostbaar.

UNIEK: WETTELIJKE BASISREGISTRATIE

De geschiedenis van de BRO begint bij de Geologische Dienst Nederland. Wat 100 jaar geleden namelijk begon met het systematisch karteren van de ondergrond, wordt nu breed ingezet voor de BRO. Wij zijn stiekem een beetje trots op onze voortrekkersrol; als geen ander weten we ook hoe waardevol die gegevens voor Nederland zijn. Met dank uiteraard aan Willem van Waterschoot van der Gracht, die het systematisch karteren voor ons heeft geïnitieerd.

WAT EERST VRIJBLIJVEND WAS, IS NU GEFORMALISEERD

In eerste instantie hebben wij afgelopen decennia systematisch gegevens verzameld, opgeslagen, geïnterpreteerd en voor iedereen toegankelijk gemaakt; anno nu biedt de BRO hiervoor de basis. Bij wet is vastgelegd dat Nederland ondergrondinformatie dusdanig belangrijk vindt, dat het op eenduidige wijze en volgens gezamenlijke afspraken wordt vastgelegd én hergebruikt vanuit een centraal punt. De behoefte aan betrouwbare gegevens is immers groot. In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties voeren wij de feitelijke werkzaamheden uit omtrent de realisatie en het beheer van de (uitwissel)standaarden en het technische systeem van de BRO. Maar dat doen we niet alleen. Samen met

vele betrokken partijen realiseren we dit prestigieuze project. Een project dat van waarde is voor een duurzame toekomst.

NATIONALE EN INTERNATIONALE KANSEN

De BRO staat niet op zichzelf: het maakt deel uit van een stelsel van basisregistraties. Dat biedt kansen in efficiency en gebruik. Daarbij zijn de standaarden afgestemd op Europese richtlijnen. Dat maakt grensoverschrijdende combinaties mogelijk. Een rivier stopt immers niet bij de grens en het kleipakket in de diepe ondergrond lag ooit aan het oppervlak ver voordat Europa eruitzag zoals we dat nu kennen. Internationaal is de BRO dan ook toonaangevend.

Geologie neemt een steeds belangrijkere plek in in de maatschappij. Geologische basiskennis is noodzakelijk om de gegevens te begrijpen en te kunnen gebruiken.

WELKOM ONDER NEDERLAND

Nederland en de Geologische Dienst Nederland staan aan de vooravond van nieuwe mogelijkheden.

De Nederlandse ondergrond komt steeds meer op de voorgrond. Om te illustreren hoe interessant deze ondergrond is, hebben we een aantal karakteristieke, geologische verhalen die we met u willen delen. Puur ter illustratie en ter inspiratie om meer te doen met de ondergrond. Welkom in de fascinerende wereld onder Nederland...

EXPEDITIE NOORDZEE

Een van onze onderzoeksprojecten is gericht op de vraag: hoe is de Noordzee ontstaan na de laatste ijstijd. Om deze vraag te beantwoorden zijn onderzoekers van Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Deltares, Universiteit Utrecht en University of Leeds aan boord gegaan van het NIOZ onderzoeksschip Pelagia.

DE VERDRINKINGSGESCHIEDENIS VAN DE NOORDZEE

Tijdens de laatste ijstijd viel de Noordzee droog. Door het smelten van de ijskappen in onder andere Scandinavië en Noord-Amerika begon 12.000 jaar geleden de Noordzee weer vol te lopen. Maar hoe snel steeg de zeespiegel tussen 9.000 en 12.000 jaar geleden en wat waren de effecten van bodembewegingen op die stijging vlak na het einde van de laatste ijstijd? De experts in geologie, chemie, biologie en grondwater willen met de boringen en seismiek de zeespiegel-geschiedenis uit die periode verbeteren omdat het inzicht biedt in de toekomst.

OP ZOEK NAAR MOERASACHTIG GEBIED

Om die kennis te verzamelen zijn de onderzoekers op zoek gegaan naar verdronken veenlagen die de overgang van land naar zee markeren. De overgang

van zand naar veen geeft namelijk aan dat de ondergrond nat is geworden door stijgend grondwater, waardoor een soort moerasachtig gebied ontstaat. De overgang van veen naar brakwaterklei markeert de verdrinking, zodat duidelijk is dat het land echt ondergelopen is. Op basis van eerder uitgevoerd booronderzoek en een ondergrondmodel was vooraf bepaald waar ongeveer geboord zou worden. Vervolgens is tijdens de expeditie seismiek geschoten om de exacte plek voor het boren te lokaliseren.

Met een grote set aan steekkernen kwamen de onderzoekers terug. Deze steekkernen zijn allereerst geanalyseerd. Dat wil zeggen: fotograferen, chemische samenstelling van het kernmateriaal bepalen, monsters voor koolstofdatering nemen etc. Deels gebeurt dat ook in ons eigen lab. Dat levert vervolgens veel waardevolle gegevens op.

FUNDAMENTEEL EN TOEGEPAST ONDERZOEK

Op basis van de onderzoeksresultaten kan nu worden bepaald hoe snel het Noordzeegebied onder water liep na de laatste ijstijd. Met deze gegevens kunnen modellen worden verbeterd die voorspellingen doen over de grootte van de bodembewegingen en over de zwaartekracht-effecten die plaatsvonden door het verdwijnen van de enorme

massa ijs. De resultaten van de expeditie dragen bij aan een verbeterd inzicht in de interacties tussen klimaat, ijskappen en de zeespiegel in een belangrijke periode van de zeespiegelgeschiedenis. Ook is dit onderzoek cruciaal voor het begrijpen van de toekomst en hoe Nederland zich tegen de huidige klimaatverandering kan wapenen. Het is een waardevolle combinatie van fundamenteel en toegepast onderzoek.

UNIEKE ONDERZOEKSLOCATIE OP DE NOORDZEE

Het onderzoek is gericht op de zogenaamde Basisveen Laag en bovenliggende Laag van Velsen, die in dit gebied voorkomen tussen ongeveer -65 en -25 meter onder het huidige gemiddeld zeeniveau op de Noordzee. Deze lagen vertellen veel over hoe en wanneer het Noordzeegebied volliep met water toen het ijs afsmolt. De aanwezigheid van deze lagen Holoceen veen op deze dieptes komen slechts sporadisch voor op aarde; de onderzoekslocatie in de Noordzee is dus uniek.



DE AMAZONE VAN HET NOORDEN

Tot een paar honderd meter diepte bestaat de ondergrond van Nederland vooral uit afzettingen die door rivieren zijn gevormd. Kennis van de ontwikkeling van deze rivieren geeft inzicht in veranderingen van het klimaat, de ligging van vroegere kustlijnen en de opbouw van de bodem. Daar horen ook de verhalen bij over rivieren en ijstijden van honderdduizenden tot miljoenen jaren geleden. Een voorbeeld hiervan is de Eridanos, ook wel de Amazone van het noorden genoemd.

ERIDANOS

De grootste rivier die in de afgelopen 10 miljoen jaar dikke sedimentpakketten in de Nederlandse ondergrond heeft achtergelaten was de Eridanos. Een rivier die in omvang te vergelijken is met de huidige Amazone en vernoemd is naar de gelijknamige rivier uit de Griekse mythologie. De Eridanos heeft enorme hoeveelheden zand en grind meegevoerd uit het Baltische gebied en Noord-Rusland. Een deel daarvan is afgezet in de noordelijke helft van Nederland. In diezelfde tijd namen voorlopers van de Rijn, de Maas en een aantal kleinere rivieren sedimenten mee vanuit de Alpen, de Ardennen en het Duitse Middengebergte. Het stroomgebied van de Eridanos raakte ongeveer een miljoen jaar geleden echter volledig verstoord door oprukkend landijs en de rivier verdween. De Rijn, Maas en een aantal kleine rivieren uit België en Duitsland bleven over.

FUNDAMENT VOOR NEDERLAND

De oude rivierafzettingen in de ondergrond zijn anno nu zeer waardevol. Dagelijks heeft men er profijt van al zal niet iedereen dat beseffen. De rivierafzettingen van onder meer de Eridanos, zand- en grindpakketten, vormen

belangrijke reservoirs voor zoet grondwater. Ook worden deze afzettingen voor bouwgrondstoffen benut. Dankzij de kennis van rivieren en ijstijden krijgen we ook beter inzicht in de ontwikkeling van het klimaat, de ligging van vroegere kustlijnen en de bewegingen van de bodem. De geologische geschiedenis vormt letterlijk en figuurlijk het fundament van Nederland. Kennis en gegevens die we verwerken in modellen en ook beschikbaar stellen.

GEOLOGISCHE GESCHIEDENIS ANNO NU

Hoe beter we de ontstaansgeschiedenis van Nederland kennen en ondergrondmodellen kunnen verfijnen, des te beter kunnen we overheden en organisaties helpen om het dichtbevolkte en intensief gebruikte land c.q. ondergrond zo optimaal mogelijk in te richten, overstromingen te voorkomen en zorgvuldig grondstoffenbeleid op te zetten. Kennis van klimaatontwikkeling en het inschatten van effecten op rivieren of bijvoorbeeld de Noordzeekust en de Waddenzee is daarbij ook essentieel.



HOBBELS IN WEGEN

Wegen die aangelegd zijn op een ondergrond van klei of veen, kunnen op termijn hobbelig worden. Dat leidt vervolgens tot onderhoudskosten. De overheid stelt namelijk eisen aan de langsvlakheid: het maximale hoogteverschil over een bepaald stuk weg (bijvoorbeeld maximaal 5 cm verschil per 25 meter). Logisch, want het mag niet leiden tot onveilige situaties voor weggebruikers.

De aannemer die de weg heeft gelegd is echter contractueel verantwoordelijk voor de onderhoudskosten. De aannemer heeft er dus baat bij dat hij een goede inschatting kan maken in hoeveel zetting er langs het tracé kan optreden nadat de weg is aangelegd. Kennis van de ondergrond biedt uitkomst.

REKENEN MET GEOLOGIE

Met de beschikbare gegevens van de ondergrond kan worden gerekend. Samen met het Delft Cluster hebben we gekeken hoe we de verwachte zettingsverschillen beter kunnen voorspellen. Er is daarom een model ontwikkeld, waarin 3D-stochastische ondergrondinformatie is vertaald naar te verwachten

zettingsverschillen en waar deze de langsvlakheidseisen overschrijden.

HOBBELS VOORSPELLEN OP DE A2

Om het model te testen is een 10 kilometer lang traject van de A2 tussen Abcoude en Breukelen gebruikt. Dit traject van de snelweg ligt op een pakket veen- en kleilagen dat doorkruist wordt met kleine waterloopjes van de Vecht en de Amstel. Het resultaat is een veenpakket met een wirwar van smallere en brede geulen die tijdens overstromingen zijn opgevuld met zand en klei. Hierdoor is de gevoeligheid voor zetting van deze ondergrond zeer variabel. Ideaal dus voor het testen van het model en dat bleek succesvol.

KENNIS COMBINEREN

Dankzij de aanpak is het beter mogelijk om een wegtracé te toetsen aan de langsvlakheidseisen en kan de aannemer een betere inschatting maken van de te verwachten onderhoudskosten. Dit is een mooi voorbeeld van het leggen van nieuwe verbindingen: in dit geval de combinatie van geologische, geo-technische en geostatistische kennis.

ONDER-GRONDSE RIVIEREN

De Nederlandse ondergrond bestaat vaak voor meer dan een derde deel uit grondwater. Dit water bevindt zich in de open ruimtes tussen de grind-, zand-, klei- en veendeeltjes waar de ondergrond van Nederland zo rijk aan is. Zijn dat 'ondergrondse rivieren'? Nee zeker niet; het gaat immers om water dat stroomt tussen de gronddeeltjes. Toch spreekt de vergelijking tot de verbeelding.

WATEROELENDE LAGEN

Afhankelijk van de hoeveelheid en de vorm open ruimte (poriën) verschilt de snelheid waarmee het water tussen de deeltjes van een bepaalde grondsoort door kan stromen. Grind- en zandlagen hebben veelal een hoge doorlatendheid en worden daarom watervoerende lagen genoemd.

Weten waar deze watervoerende lagen, evenals de slecht doorlatende lagen, zich in de ondergrond bevinden, hoe dik die lagen zijn, en welke specifieke eigenschappen ze hebben, is van groot belang voor de drinkwatervoorziening. Circa 60% van het Nederlandse drinkwater wordt uit grondwater bereid. Het in kaart brengen van watervoerende en slecht doorlatende lagen en het interpreteren van de mate van doorlatendheid van deze lagen zijn kerntaken van de Geologische Dienst Nederland.

Het resultaat is een landsdekkend 3D hydrogeologisch model: REGIS II, een model waarbij de ondergrond tot een diepte van gemiddeld 500 meter

onderverdeeld is in 125 watervoerende en slecht doorlatende lagen.

VAN WATERSCHAP TOT ENERGIETRANSITIE

Systematisch onderhouden we de hydrogeologische kartering van de ondergrond. Periodiek worden daarom nieuwe, verbeterde versies van REGIS II uitgebracht. De volgende stap is modelleren in 4D; water staat immers niet stil. Waterbeheerders, zoals waterschappen en provincies, hebben deze kennis en modellen hard nodig om een optimaal grondwaterpeil en goede grondwaterkwaliteit na te streven. Net als de hydroloog die een bemaling moet berekenen om een bouwput droog te houden, of de ontwerper van een energiebesparend warmte-koude-opslagstelsel in de ondergrond. Kennis van 'ondergrondse rivieren' is nodig voor een duurzaam beheer van het grondwater.





ONDERZOEK AAN NATUURSTEEN

Voor het behoud van het Nederlandse stenen culturele erfgoed is kennis van de gebruikte natuursteen onmisbaar. Wij helpen daarbij. We doen onderzoek naar de herkomst van de gebruikte steensoorten en geven advies over vervangende steensoorten bij restauraties als de 'oude' steen niet meer beschikbaar is. Past de nieuwe steen bij het omgevende metselwerk, heeft de steen gelijksoortige eigenschappen en hoe gedraagt de steen zich bij verwerking? Dat zijn aspecten die bij de keuze van een steen aan de orde zijn.

STEL UW VRAAG

De Geologische Dienst Nederland heeft veel kennis opgebouwd over de kwaliteit en duurzaamheid van natuursteen. In het kader van het programma Monument & Kennis houden wij onze kennis op peil en dragen wij kennis uit naar belanghebbende partijen. Wij werken samen met partners in Europa en met andere disciplines binnen TNO geven wij advies aan de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE), lokale overheden, architecten en aannemers, kerkbesturen en particulieren in kleine en grote projecten.

NATUURSTEEN IN MONUMENTEN

In Nederland vallen gebouwen van natuursteen direct op, omdat de meeste huizen van baksteen zijn gemaakt. Zo is bijvoorbeeld het Koninklijk Paleis op de Dam, in de 17^e eeuw het stadhuis van Amsterdam, gemaakt van gele en grijze zandsteen. Het Nationaal Monument op de Dam, onthuld op 4 mei 1956, is gemaakt van spierwitte Italiaanse

kalksteen (travertijn). Beide monumenten hebben te lijden onder het weer en van vervuiling; onderhoud en waar nodig restauratie is noodzakelijk voor het behoud. Andere gebouwen bevatten een mix van verschillende gesteenten, zoals de Sint Jans-kathedraal in 's-Hertogenbosch met meer dan dertig soorten natuursteen.

HERKOMST STEENSOORTEN

Natuursteen dat in Nederlandse gebouwen is gebruikt, met de kalksteen (mergel) uit Zuid-Limburg als belangrijkste uitzondering, komt niet uit de bodem. Daarvoor ligt het vaste gesteente in Nederland te diep. Vrijwel alle natuursteen, met name tufsteen, zandsteen en kalksteen, die verwerkt is in Nederlandse gebouwen, is dan ook eeuwenlang per schip via Rijn, Maas of Schelde aangevoerd uit Duitsland en België. Vanaf eind 19^e eeuw werden ook graniet en tal van marmers toegepast van veel verder weg, zelfs van buiten Europa.

STENEN ROND DE DOM

Zandsteen en kalksteen zijn belangrijke bouwstenen van de Utrechtse monumenten. De blauwgrijze kalksteen van de Dom komt uit groeven in de Belgische Ardennen. Deze zandsteen bestaat hoofdzakelijk uit korrels van kwarts, die zijn aangevoerd door rivieren en daarna in zee zijn afgezet. De grijze Bentheimer zandsteen is op veel plaatsen aan de Domkerk toegepast. In sommige rode zandstenen is zelfs de stromingsrichting van het water te zien. In Utrecht zijn de vele soorten natuursteen in de binnenstad te bewonderen tijdens een geologische stadswandeling 'Stenen rond de Dom'.

HET ARCHIEF VAN DE NEDERLANDSE ONDERGROND

Het Kernhuis van de Geologische Dienst Nederland is als het ware de bibliotheek van de Nederlandse ondergrond; een paradijs voor aardwetenschappers. In het Kernhuis ligt een grote collectie grond- en gesteentemonsters opgeslagen verzameld op zee en op land over een periode van meer dan 100 jaar. Deze monsters zijn afkomstig uit boringen, ontgravingen en bouwputten. Het is belangrijk deze gesteenten te bewaren; het zijn unieke gegevens van de ondergrond die op die manier beschikbaar blijven voor onderzoek.

DIEPE EN ONDIEPE BOORKERNEN

Een greep uit de diepe, hoofdzakelijk vaste, gesteenten die in het Kernhuis in de vorm van boorkernen zijn opgeslagen: reservoirgesteenten van olie- en gasvoorkomens, schalies waaruit gas kan worden geproduceerd, kalksteen, steenzout en steenkoolhoudende lagen uit het Carboon. De voor Nederland belangrijke geologische eenheden zijn ruim vertegenwoordigd. Ook bevat de collectie een kernmonster van de Zuidwalvulkaan die diep onder de Waddenzee ligt en 145 miljoen jaar geleden actief was.

Veel ondiepe boringen zijn gezet voor geologische modellering of onderzoek naar grondwater, de winning van grind, zand en andere delfstoffen. Het materiaal uit deze boringen bestaat vooral uit niet verhard sediment dat per boorinterval van circa 1 meter is opgeslagen.

LAKPROFIELEN

Naast duizenden grondmonsters beschikt het Kernhuis over een rijke verzameling

lakprofielen. Deze fysieke afdrucken – dwarsdoorsneden – van de ondergrond, laten de sedimentaire structuren en laagopbouw van de ondergrond zien. Ze vertellen veel over het milieu waarin de bodemlagen werden gevormd. De collectie bevat ook lakprofielen met archeologische waarde. Op deze lakprofielen zijn bijvoorbeeld ploegsporen en resten van oude bewoninglagen te zien.

ONDERZOEK

Boormonsters die vallen onder de Mijnbouwwet worden geadmineistreerd en direct opgeslagen. Ondiepe boringen die bij ons binnenkomen, worden echter eerst beschreven en, indien nodig, in ons laboratorium geanalyseerd. Daarvan worden de unieke en bijzondere boormonsters opgeslagen als referentie. Want een boring is duur en zo blijven ze beschikbaar voor onderzoek.

HÉT ARCHIEF VAN DE ONDERGROND

Wilt u boormateriaal opvragen? Neemt u dan contact met ons op. Het grootste deel van het opgeslagen boormateriaal is vrij opvraagbaar voor onderzoek voor iedereen met een relevant belang. Materiaal dat afkomstig is van de exploratie naar gas, olie of zout, blijft in het kader van de Mijnbouwwet echter eerst nog een aantal jaar confidntieel.

WILT U MEER WETEN?

In deze brochure zijn onze speerpunten, kansen en mogelijkheden aan bod gekomen. Graag zetten we die samen met uw expertise of vraag in om de ondergrond duurzaam te benutten. De rol van de ondergrond verandert immers en komt – gelukkig – steeds meer op de voorgrond.

We stellen onze specifieke geologische kennis en informatie voor iedereen beschikbaar: de ondergrondgegevens en de modellen. Gratis. Dat is niet voor niets; samen kunnen we de uitdagingen voor een duurzame toekomst aangaan. Dat begint in Nederland en stopt niet bij de grens. Veel (internationale) researchinstellingen en onderwijscentra weten ons al te vinden. En u?

NEEM EEN KIJKJE ONDER DE GROND

Ontdek de gegevens en modellen van de Nederlandse ondergrond op: www.dinoloket.nl of duik in de wereld van de diepe ondergrond en lees over de mogelijkheden voor opsporing en winning van (nieuwe) energie in Nederland: www.nlog.nl.

Ook is het mogelijk om onze expertise rechtstreeks in te schakelen voor bijvoorbeeld een researchproject of een concrete case. Daar waar mogelijk dragen wij bij met onderzoek en adviseren over innovatief gebruik, winning, beheer en inrichting van de ondergrond. Nationaal en internationaal. Als schatbewaarder en als pionier.

Bent u nieuwsgierig geworden? Neem contact op met de Geologische Dienst Nederland, onderdeel van TNO. Bel +31 (0)88 - 866 43 00 of stuur een e-mail naar info@dinoloket.nl. Of ontdek meer over ons werk en de toepassingen voor de ondergrond op het gebied van grond, water en tools: www.grondwatertools.nl.





**100 JAAR
GEOLOGIE
IN KAART**

TNO.NL