



Bart Goes, TNO Bouw en Ondergrond

Roelof Stuurman, TNO Bouw en Ondergrond

Nieuwe toepassingen van boorgatmetingen voor opsporing van zoet en brak grondwater

Geo-elektrische boorgatmetingen worden in Nederland al vanaf de jaren 60 uitgevoerd voor waterleidingbedrijven om de overgangen tussen zoet en brak en zout en brak in het grondwater te bepalen. Dit soort metingen gebeurt in net geboorde nog open boorgaten, omdat ze niet werken in boorgaten met een verbuizing. In kritische gebieden, vaak nabij grondwaterwinnings, wordt tijdens de boring aan de buitenkant van de, later geïnstalleerde, verbuizing ook regelmatig een zoutwachterkabel geplaatst die eventuele veranderingen van de diepteligging van het brakke en zoute grondwater kan monitoren. Er zijn echter ook nog twee andere relatief onbekende toepassingen van boorgatmetingen op het gebied van zoet, brak en zout grondwater. Ten eerste het opsporen van diepe (> 600 m onder maaiveld) zoete en brakke grondwatervoorkomens door de interpretatie van bestaande zeer diepe (vaak enkele kilometers) boorgatmetingen die zijn uitgevoerd voor olie- en gasonderzoek. Ten tweede het monitoren van veranderingen van de diepteligging van zoet-brak-zoutovergangen in het grondwater door het regelmatig uitvoeren van elektromagnetische boorgatmetingen in bestaande pvc-peilbuizen.



Een geo-elektrische boorgatmeting in het veld.

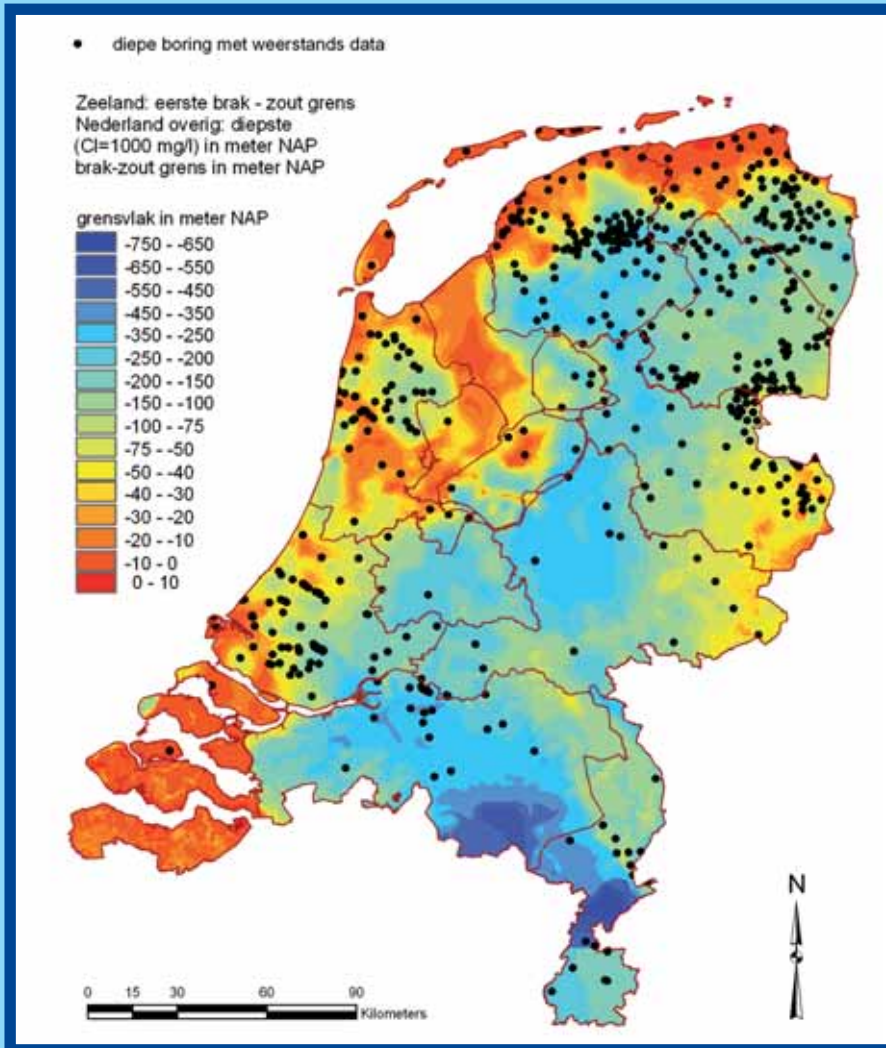
In de diepe ondergrond onder de overgang tussen brak en zout (meer dan 1.000 mg chloride per liter) kan, vooral in niet-mariene afzettingen, ook nog brak water voorkomen. Onder 'diep' wordt

hier het grondwater verstaan dat zich onder de vaak gehanteerde 'hydrogeologische basis' bevindt. In Zeeland en Vlaanderen wordt bijvoorbeeld zoet tot brak water uit pakketten onder deze hydrologische basis (Boomse klei) gewonnen. Bij Vlissingen wordt het brakke grondwater gebruikt om zoute zanden en grinden te ontzilten. Ook in verband met de drinkwatervoorziening komen brakwaterforraden in beeld. Met behulp van moderne membraantechnieken kan dit watertype relatief eenvoudig en goedkoop worden ontzilt. Als een dergelijke watervoorraad ook nog eens afgedekt wordt door zeer slecht doorlatende (tertiaire) kleilagen, dan zal de winning geringe nadelige effecten hebben op het ondiepe grondwater. Kennis over de diepe grondwaterkwaliteit is ook relevant voor boringen voor thermale baden.

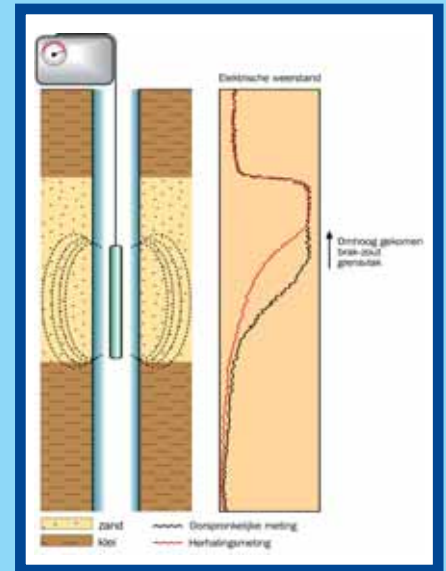
Peilbuizen met filters onder de hydrogeologische basis waaruit water kan worden bemonsterd, zijn echter zeer zeldzaam. Standaard boorgatmetingen, onder andere uitgevoerd in het kader van de drinkwaterwinning, reiken meestal niet tot deze grote dieptes. Er bestaat echter een alternatief om een ruwe indicatie te krijgen van het

zoutgehalte van het diepe grondwater: olie- en gasboringen. Deze boringen reiken namelijk tot op grote diepte (twee kilometer of meer). De olie- en gasboringen worden niet standaard geraadpleegd bij hydrogeologisch onderzoek, omdat ze in een aparte databank zitten en ze, vanwege het analoge formaat, minder goed toegankelijk zijn. In het TNO DINO-archief zijn voor het vasteland van Nederland ruim 700 als niet vertrouwelijk geclassificeerde diepe olie- en gasboorgatmetingen opgenomen waarvan in ieder geval elektrische weerstands- of geleidbaarheids- (het omgekeerde van weerstand) metingen beschikbaar zijn. De locaties van deze zeer diepe metingen staan aangeduid op de kaart van Nederland (afbeelding 1).

Gebieden die interessant zijn voor deze analyse, worden gekenmerkt door de aanwezigheid van (bijna) ondoorlatende kleipakketten (meestal van tertiaire ouderdom) die het diepe water tegen holocene verzilting beschermden en waar tijdens het pleistoceen, lateraal, verzoeting kon plaatsvinden. Deze zone bevindt zich langs de randen van het dalingsbekken, onder andere aan de noordkant van het Brabant Massief, maar ook langs het Duitse grensgebied.



Afb. 1: Overzicht van niet-vertrouwelijke locaties waarvoor diepe (0.5 km tot enkele km onder maaiveld) olie- en gasboringen met geo-elektrische of conductiviteitslogs beschikbaar zijn. Het gepresenteerde brak-zoutgrensvlak is een compilatie van bestaande kaarten. Op dit moment is TNO bezig met een nieuwe landelijke kartering van het grensvlak.



Afb. 2: Schematische weergave van een herhalings elektromagnetische boorgatmeting in een peilbuis met pvc-wand.

Mogelijk kan zo ook onder de Noordzee brak grondwater onder tertiaire kleilagen voorkomen.

In totaal 13 diepe olie- en gasboringen in Noord-Brabant zijn geïnterpreteerd¹⁾ om een indruk te krijgen van de chlorideconcentratie van het diepe grondwater. Bij de analyse is als volgt te werk gegaan. De zandige secties in de boorgaten zijn geselecteerd, want deze zijn mogelijk relevant voor waterwinning. De selecties zijn gemaakt op basis van de natuurlijke gamma boorgatmeting, die hoog is bij de aanwezigheid van bepaalde kleimineralen en glauconiet, en de boorbe-

schrijving. Secties met gas of olie zijn zoveel mogelijk vermeden, omdat ze de elektrische weerstand verhogen. De formatiefactor, een maat voor de invloed van het poriewater op de elektrische weerstand van het sediment, is afgeleid uit de porositeitslog en/of de lithologische beschrijving. Op basis van een empirische relatie is met behulp van de formatiefactor, de elektrische weerstand uit de boorgatmeting en de bicarbonaatconcentratie van het grondwater, de chlorideconcentratie van het grondwater geschat. Bij hogere chlorideconcentraties (> 500 mg/l) is de invloed van het bicarbonaatgehalte op de geschatte chlorideconcentratie

beperkt. In de geïnterpreteerde diepe boorgatmetingen in Noord-Brabant is de chlorideconcentratie over het algemeen in de buurt van zeewater (circa 18.000 mg/l) of nog veel hoger. Water met een chlorideconcentratie die veel hoger is dan in zeewater, heet brijn dat kan ontstaan door indamping van water of oplossing van zout. Op twee Brabantse locaties aan de randen van de Roerdalslenk (Nederweert en Hilvarenbeek) is echter op meer dan 500 meter onder het brak-zoutgrensvlak nog een relatief lage chlorideconcentratie geschat (4.000-9.000 mg/l) die duidelijk lager is dan zeewater (18.000 mg/l). Al bekend was dat bij Reusel onder de Boomse klei zoet grondwater wordt aangetroffen.

Overzicht van peilbuizen met filters onder het zoet-brak- en/of brak-zoutgrensvlak.

	buiten drinkwater- beschermings- gebied	binnen drinkwater- beschermings- gebied	totaal
onderkant buis in brakke zone	976	375	1.351
onderkant buis onder brak-zoutgrens	991	268	1.250
zoutwachters	386	146	53

Monitoren van zoet-brak grondwater

De Kaderrichtlijn Water schrijft monitoringsprogramma's voor, teneinde "een samenhangend totaalbeeld te krijgen van de water-toestand binnen elk stroomgebiedsdistrict". De programma's moeten in december operationeel zijn. De KRW stelt dat veranderingen in stromingsrichting, veroorzaakt door menselijk ingrijpen zoals grondwateronttrekkingen, niet mogen leiden tot zoutwaterinvasie. In een TNO-advies²⁾ aan VROM wordt een concept

voor een meetnetprogramma geadviseerd. Hierin wordt voorgesteld meetpunten te selecteren in gebieden die kwetsbaar zijn voor verzilting. Uit een inventarisatie bleek dat in Nederland veel bestaande meetpunten, geschikt voor zoet-zoutmonitoring, beschikbaar zijn (zie tabel op bladzijde 49).

De vraag luidt wat de beste methode zou kunnen zijn voor monitoring? Uit de mogelijke methoden wordt geadviseerd om hiervoor, zoveel mogelijk, gebruik te maken van elektromagnetische boorgatmetingen in bestaande grondwatermeetpunten met pvc-verbuizing. Deze meting kan eventueel worden aangevuld met chloridebepalingen van monsters uit relevante grondwaterfilters van het meetpunt. Monitoren met behulp van elektromagnetische boorgatmetingen kent verschillende voordelen:

- In tegenstelling tot analyses van watermonsters of zoutwachters wordt een continu beeld met de diepte verkregen;
- Bestaande grondwatermeetpunten (pvc-peilbuizen) kunnen worden gebruikt. Dit kan niet met een elektrische boorgatmeting of zoutwachter;
- Vaak kan de meting worden vergeleken met de (historische) boorgatmeting die plaatsvond bij de inrichting van het grondwatermeetpunt. Deze zijn vaak al 25-30 jaar oud.

Tijdens het meetnetontwerp voor de provincie Noord-Brabant is deze methode op een viertal locaties toegepast. De metingen konden worden vergeleken met boorgatmetingen die ongeveer tien jaar eerder plaatsvonden. In afbeelding 2 staat een schematische weergave van een elektromagnetische boorgatmeting. Een beperking van de bestaande elektromagnetische boorgatmeetsondes is de diameter; die van het gebruikte apparaat is 41 mm. De praktijk heeft uitgewezen dat het apparaat slechts in een deel (circa 40 procent) van de 2-duims (52 mm) pvc-peilbuizen kan worden ingezet. Wanneer een peilbuis niet helemaal recht is of wanneer er brede naden zijn, past het apparaat niet. De meeste diepe bestaande pvc-peilbuizen zijn bovendien 1-duims (25 mm) en hier passen de bestaande elektromagnetische boorgatmeetsondes dus niet in.

Vooruitblik

Een fabrikant van boorgatmeetapparatuur maakt op dit moment in opdracht van TNO een conceptontwerp van een elektromagnetische boorgatmeetsonde dat in zo smal mogelijke, alle 2-duims en het liefst ook de 1-duims, peilbuizen past. Hierbij moeten zoveel mogelijk onderdelen van de boorgatmeetsonde naar het oppervlak worden verplaatst. Om de kans op vastlopen zo klein mogelijk te maken, moet de sonde

ook flexibel zijn. Afhankelijk van de minimaal benodigde diameter van de peilbuizen, de bouwkosten en de verwachte inzet van de sonde wordt dan een beslissing genomen om de sonde te laten bouwen of niet.

Op dit moment is de afdeling DINO van TNO Bouw en Ondergrond bezig de diepe olie- en gasboorgatmeting, evenals de ondiepe boorgatmetingen, digitaal toegankelijk te maken. De verwachting is dat het nog ongeveer zeven jaar duurt voor alle data digitaal toegankelijk zijn.

LITERATUUR

- 1) Stuurman R, B. Goes en P. Stuyfzand (2006). Kartering en meetnetontwerp zoet-brak-zoutovergang in het grondwater in Noord-Brabant. TNO-rapport 2006-U-R0074/A. Provincie Noord Brabant.
- 2) Stuurman R. en G. Oude Essink (2006). Monitoring zoutwaterinrusie naar aanleiding van de Kaderrichtlijn Water. Verzilting door zoutwaterinrusie en chloridevervuiling. TNO-rapport 2006-U-R0080/A. In opdracht van het Ministerie van VROM.