
Pompstation Nuland

Gefaseerd onderzoek naar de oorzaken van de chloride-bedreigingen

Bennie Minnema
Gerard Klaver
Joëlle Verstraelen

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

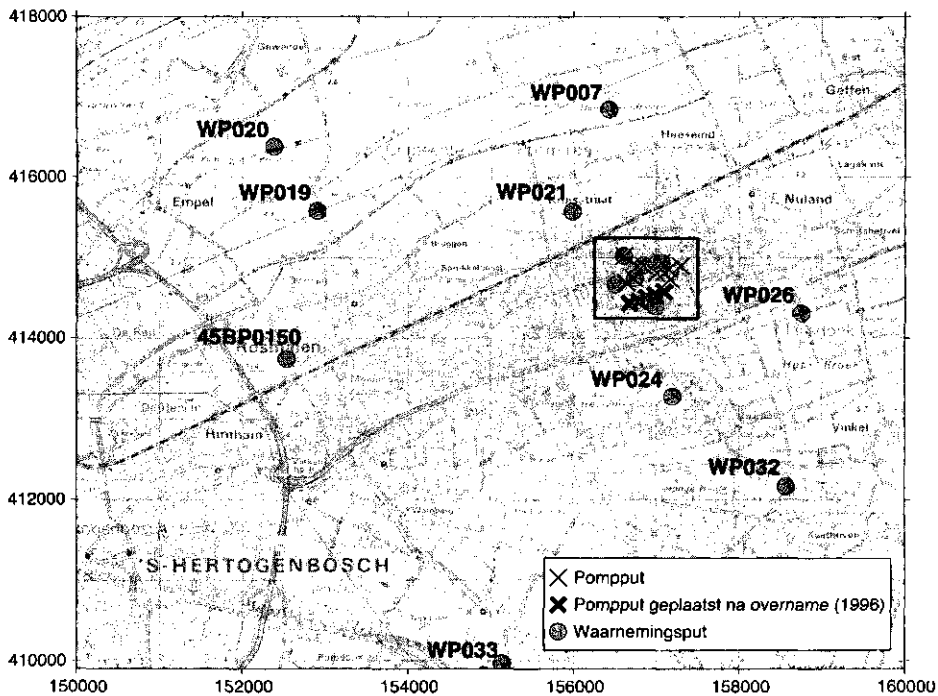
In 1996 heeft Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant (WOB) de pompstations Nuland en Empel overgenomen. Vanaf dat moment maakt de stad 's-Hertogenbosch en omgeving deel uit van het voorzieningsgebied van de WOB. De vergunning voor het pompstation Nuland bedraagt 10 miljoen m³/jaar, waarvan maximaal 5 miljoen m³/jaar uit het middeldiepe pakket gewonnen mag worden. Wettelijk mag er dus 10 miljoen uit het diepe watervoerende pakket (Formatie van Tegelen) worden onttrokken. Naar aanleiding van deze overname en omdat met name van Pompstation Nuland (zie figuur 1) relatief weinig gegevens bekend waren, is de WOB een uitgebreide inventarisatie van deze winning gestart.

1.2 Eerste inventarisatie Nuland aan de hand van bestaande gegevens

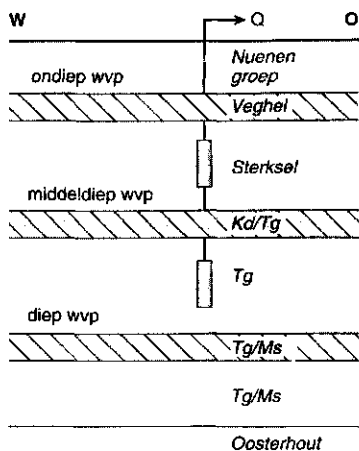
De WOB heeft allereerst een geologische inventarisatie uitgevoerd. Uit bestaande beschrijvingen kwam een globale opbouw van de ondergrond naar voren zoals weergegeven in figuur 2.

Bij de overname waren er 12 diepe pompputten aanwezig (zie figuur 3). Opvallend was dat hoge chloride gehalten vooral voorkwamen in de diepe pompputten aan de westzijde van het pompstation (tot 350 mg/l Cl in sommige pompputten); uit de chloridengehalten in de tijd bleek bovendien een stijgende trend. De pompputten aan de oostzijde hadden een chloridegehalte variërend tussen de 20 en 100 mg/l, maar eveneens met een stijgende tendens in de tijd. De oorzaken van deze hoge en in de tijd toenemende chloridegehalten waren onbekend.

Bennie Minnema en Gerard Klaver zijn werkzaam bij TNO-NITG, Postbus 6012, 2600 JA Delft. **Joëlle Verstraelen** is werkzaam bij N.V. Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant, Postbus 1068, 5200 BC Den Bosch.



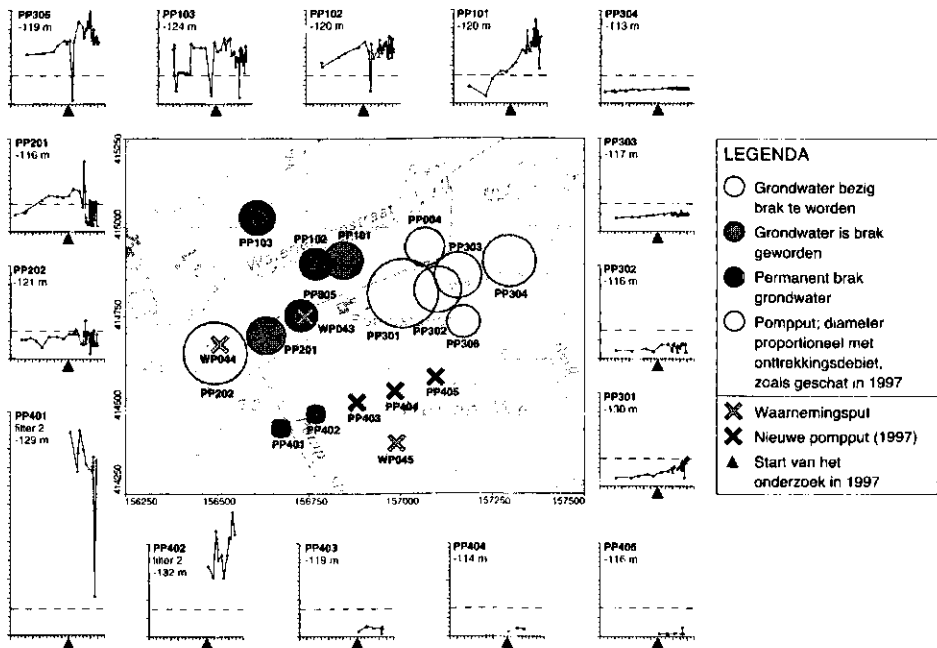
Figuur 1: Regionale ligging van Pompstation Nuland (rechthoek).



Figuur 2: Globale opbouw van de ondergrond van Pompstation Nuland, op basis van reeds bestaande geologische beschrijvingen.

1.3 Mogelijke oorzaken verhoogde chloridegehalten

Uit archiefmateriaal kwam naar voren dat er in het verleden ook grondwater gewonnen is uit een nog dieper watervoerend pakket (Formatie van Maassluis, door de voorganger van de WOB benoemd als 'zeer diep'). Deze aan de westzijde van het terrein gelegen pompputten werden verlaten toen het chloride gehalte van deze putten was opgelopen tot 720 mg/l. Na het verlaten van deze pompputten zijn deze niet afgedicht. Het vermoeden bestond dat deze niet afgedichte diepe pompputten een verticale kortsluitstroming van het grondwater mogelijk maken. Mogelijk was dit de oorzaak van het verhoogde chloridegehalte.



Figuur 3: In het midden: Ligging van de pompputten en de chloride-situatie in 1997. Daarnaast zijn ook de locaties van de nieuwe (1997) pompputten PP401 t/m PP405 weergegeven (zie paragraaf 1.4). Rondom het midden: Per put is het chlorideverloop in de tijd weergegeven; alle x-assen lopen van 1 januari 1989 t/m 31 december 2001, de y-assen van 0 tot 500 mg/l (behalve PP401: van 0 tot 1200 mg/l). Het onderzoek ging van start in 1997.

1.4 Vergroting capaciteit: vijf nieuwe pompputten

Om de watervoorziening van 's-Hertogenbosch en omgeving te kunnen waarborgen, moesten de capaciteitsproblemen van pompstation Nuland worden opgelost. Op het terrein van Pompstation Nuland werd daarom een vijftal nieuwe pompputten (PP401 t/m PP405) geplaatst (zie figuur 3). De volgorde van het boren van deze putten was van oost naar west: eerst PP405, daarna PP404, enz. Steeds werd na uitvoering van een boring een boorgatmeting uitgevoerd. Anders dan verwacht wees de boorgatmeting van de vierde pompput

(PP402) uit dat er in het diepe pakket (Formatie van Tegelen) een hoog chloride gehalte aanwezig moest zijn. Bij de meest westelijke pompput was de situatie nog ongunstiger. Tabel 1 geeft de chlorideconcentraties van het grondwater in de waarnemingsfilters enkele weken na plaatsing van de pompputten.

Tabel 1: Chloride gehalten (mg/l) in de onderste 4 waarnemingsfilters enkele weken na plaatsing van de 5 nieuwe pompputten PP401 t/m PP405.

Nummer waarnemingsfilter	Gemiddelde diepte waarnemingsfilter (m t.o.v. NAP)	Chloride-gehalte (mg/l)				
		PP401	PP402	PP403	PP404	PP405
4	-108	80	26	23	17	54
3	-122	600	200	47	36	75
2	-138	1090	380	280	130	58
1	-153	49	64	83	96	75

2 Onderzoek naar oorzaak verhoogde chloridegehalten

2.1 Fasering

Om duidelijkheid te krijgen over de oorzaak van deze verzilting, heeft de WOB door TNO-NITG onderzoek laten doen. Dit onderzoek is bewust gefaseerd uitgevoerd: tijdens de eerste stappen zijn relatief simpele en snelle technieken toegepast. De gedachtegang hierachter was dat hierdoor steeds beter ingezoomd kon worden op de oorzaak van het zouter worden van de diepe winning Nuland.

Op basis van de resultaten wordt door IWACO met een grondwatermodel de ruimtelijke chlorideverdeling nagebootst; de resultaten hiervan worden gebruikt bij de geprojecteerde herinrichting van het pompstation.

Hieronder wordt verslag gedaan van de motivatie, de uitvoering en de resultaten van de verschillende onderzoeksstappen die zicht moeten geven op de oorzaken van de hoge chloridegehalten in de diepe putten van Pompstation Nuland.

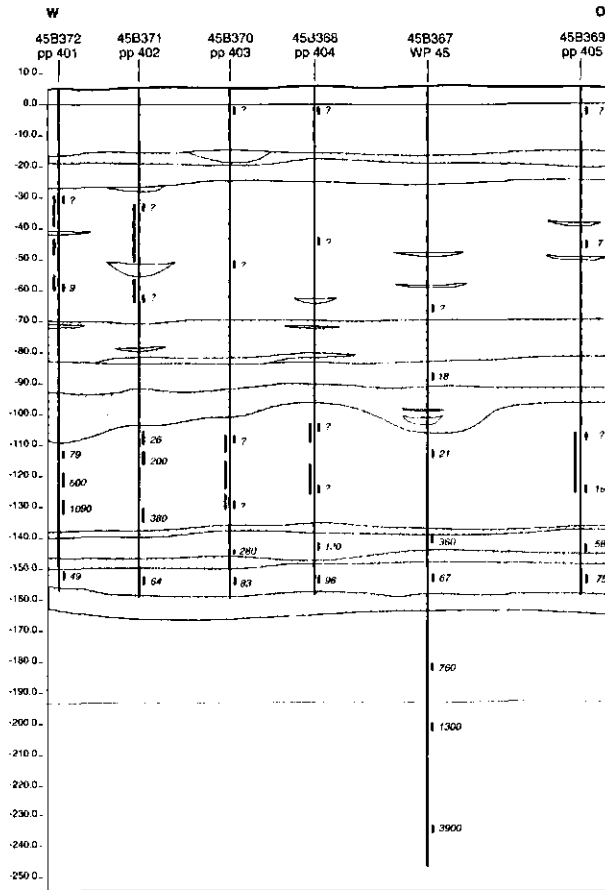
2.2 Fasen 1 en 2

In de eerste twee fasen zijn alle reeds beschikbare gegevens verzameld, op rij gezet en geanalyseerd. Daarbij lag de nadruk op:

- constructie regionale en lokale geologische profielen;
- hoofdelementenchemie;
- formulering van hypothesen betreffende de oorzaak van de verhoogde chlorideconcentraties.

2.2.1 Lokaal geologisch profiel

Om een goed beeld van de ondergrond van het pompstation te krijgen, is eerst een gedetailleerd geologisch profiel gemaakt. Dit was echter alleen in oost-west richting mogelijk; in noord-zuid richting waren niet voldoende boorbeschrijvingen beschikbaar. De ondergrond van pompstation Nuland is complex; de formatie van Tegelen bestaat uit zanden en kleien die 'willekeurig' met elkaar afwisselen. In Nuland komen deze afwisselingen ook nog eens voor in combinatie met de mariene inschakelingen van de Formatie van Maassluis; door één van de nestors van de geologen van Noord-Brabant, ing. Foppe de Lang, op zijn treffende manier getypeerd als 'chaos'.



Figuur 4: Lokaal geologisch oost-west profiel door PP401 t/m PP404, WP045 en PP405. Rechts van elke boring zijn de in februari 1997 gemeten chloride concentraties (mg/l) aangegeven, links van elke boring van een pomput de pomppfilterstellingen.

Een zeer belangrijke detaillering ten opzichte van eerdere beschrijvingen bestaat uit de onderkenning van het bestaan van twee extra, dunne watervoerende pakketten tussen het diepe watervoerende pakket (vergelijk figuur 2 met figuur 4) en de zanden van de Formatie van Oosterhout. In het onderste van deze twee (zie figuur 4) bevindt zich namelijk relatief zoet grondwater, terwijl in boven- en onderliggende pakketten het grondwater een relatief hoog chloridegehalte heeft. Deze inversie geeft aan dat er geen chloride-rijk grondwater direct onder de putten 401 t/m 405 omhoog komt, tevens dat de formatie van Tegelen eigenlijk uit meerdere aquifers bestaat, welke gescheiden worden door lokale of op een grotere schaal aanwezige kleilagen.

2.2.2 Chemische analyses

In de eerste twee fasen van het onderzoek zijn alle reeds beschikbare analyses van de grondwatermonsters verzameld, geordend en geïnterpreteerd. Ten behoeve van de interpretatie is een aantal eenvoudige presentatievormen gehanteerd, namelijk figuren van:

- chloride versus tijd;
- chloride versus diepte;
- ruimtelijke verdeling van de chlorideconcentraties;
- natrium/chloride-verhoudingen.

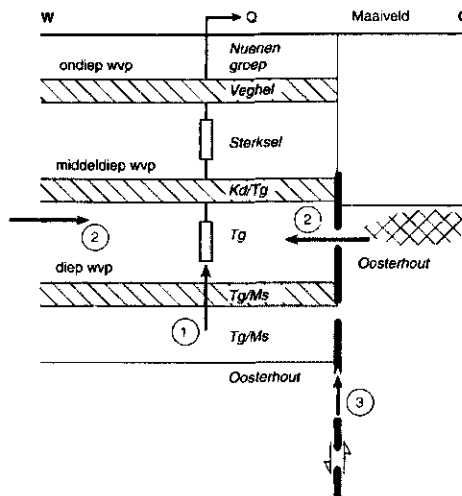
Deze gegevens zijn vergeleken met de kwaliteitsgegevens van de naburige pompstations Veghel, Schijndel en Loosbroek. In figuur 3 is duidelijk te zien dat het chlorideverloop van het grondwater in enkele filters grillig is, veroorzaakt door wisselende pompregimes, en soms door incidentele monsterwisselingen. Verder is in sommige filters een gestage stijging van de chlorideconcentraties te zien, met name in de westelijk gelegen filters.

2.2.3 Hypothesen t.a.v. mogelijke oorzaken van verzilting

Aan het einde van Fase 2 is geresumeerd waar op basis van de geïnterpreteerde gegevens het zoutere water vandaan kan komen. In figuur 5 zijn drie verschillende mechanismen afgebeeld:

- 1 opwaartse verticale grondwaterstroming;
- 2 horizontale grondwaterstroming;
- 3 een combinatie van 1) en 2), waarbij het grondwater afkomstig is uit (mogelijk onbekende) nabije breuken.

Zoals reeds in figuur 4 is aangegeven komt er op 150 meter diepte een inversie van het chloridegehalte voor, hetgeen aangeeft dat er geen chloride rijk grondwater direct onder de putten 401 t/m 405 omhoog komt; de doorbraak moet daarom van verder weg komen. De zoutwachters in de omgeving van het pompstation laten echter geen abnormaal hoge chloridegehalten zien.



Figuur 5: Drie mogelijke bronnen van zout grondwater.

2.3 Fase 3

Om de oorzaak te achterhalen en de processen te kwantificeren, is binnen Fase 3 op bescheiden schaal begonnen met de acquisitie van nieuwe gegevens. Daarbij is binnen deze fase gekozen voor snel uitvoerbare en relatief goedkope technieken, die veel informatie kunnen opleveren:

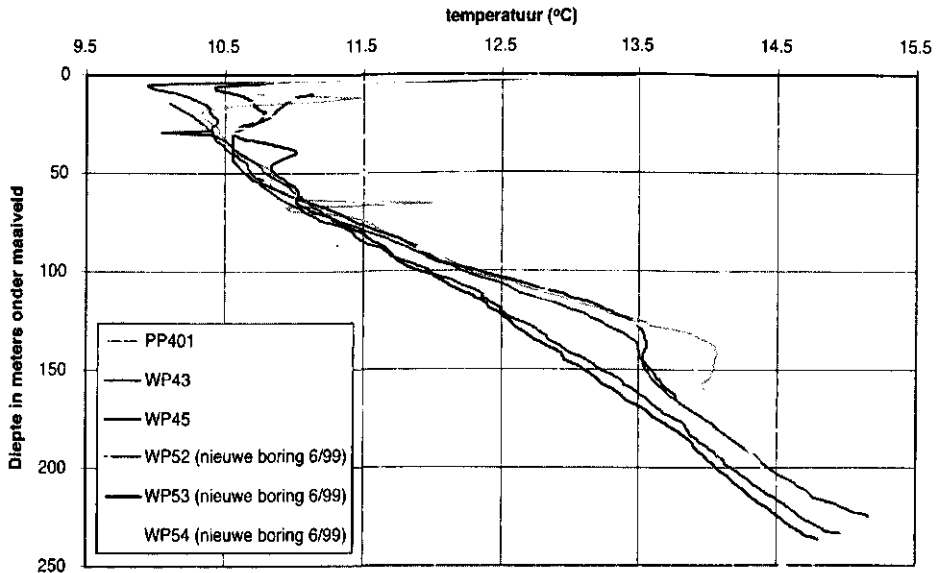
- Uitvoering en interpretatie van temperatuurmetingen;
- Extra geochemische metingen en analyses;
- Aansluitende toetsing van de hypothesen.

Hieronder worden ze elk apart besproken.

2.3.1 Temperatuurmetingen

Eén van de meest eenvoudige technieken die relatief heel veel informatie oplevert over de grondwaterstroming is een temperatuurmeting. Daarbij wordt met een sonde in een stijgbuis de temperatuur met toenemende diepte (intervallen van 1 of 2 meter) gemeten.

De temperatuurmeting wordt per put altijd uitgevoerd in de stijgbuis met het diepste filter. Wanneer er geen verticale grondwaterstroming plaatsvindt, neemt de temperatuur van het grondwater langzaam en lineair toe met de diepte (b.v. in WP052 in figuur 6). Als het water ter plaatse niet alleen afkomstig is van horizontale maar ook verticale stroming van beneden, dan zal de temperatuur sneller met de diepte toenemen (vergelijk WP052 met PP401 en WP043 en WP45. Deze snellere toename (anomalie) geeft aan dat het grondwater van een grotere diepte komt dan uit het dieptetraject waarbinnen de anomalie is aangetroffen.



Figuur 6: Temperatuurprofielen van PP401, WP043, WP045 en van de in Fase 5 geplaatste nieuwe boringen (voor de ligging, zie figuur 3).

DE TEMPERATUURPROFIELEN VAN PP401 EN WP043

De temperatuuranomalie in PP401 geeft aan dat het grondwater op 140 meter diepte afkomstig is van een diepte van tenminste 180 meter. Echter, omdat er een blijvend zoete laag tussen 140 en 150 m diepte voorkomt (zie figuur 4), kan het water niet ter plaatse van PP401 verticaal omhoog zijn gekomen. Hoe v er van PP401 vandaan het grondwater daadwerkelijk van dieper komt, kan niet uit het temperatuurprofiel worden afgeleid. Opvallend is dat in PP401 niet alleen de grootste temperatuuranomalie voorkomt, maar ook de hoogste chlorideconcentraties (600-1100 mg/l). In WP043 komt een vergelijkbare, maar kleinere anomalie voor: ook hier komt het water in het dieptetraject van rond de 140 meter van een grotere diepte. Uit de anomalie kan ook worden afgeleid dat het zoute brongebied verder van WP043 verwijderd is dan van PP401.

BRONGEBIED VAN BRAK GRONDWATER

Op basis van de temperatuurprofielen en het chlorideverloop werd geconcludeerd dat het brongebied van het brakke grondwater het meest waarschijnlijk ten westen of ten zuiden van het pompstation gelegen moest zijn.

2.3.2 Extra geochemische metingen en analyses

De filters van PP401 t/m PP405 en WP043 t/m WP045 zijn in november 1997 opnieuw bemonsterd. Van de monsters zijn zowel de macro- alsook de sporenelementenchemie bestudeerd. Hier de belangrijkste conclusies:

NA/CL-VERHOUDINGEN

De monsters met de hoogste chlorideconcentraties hebben een bijna zeewaterverhouding. Hieruit kan worden afgeleid dat de hoge chlorideconcentraties met zekerheid worden veroorzaakt door het voorkomen van zeewater of relicten daarvan. In samenhang met de temperatuuranomalie en geeft dit aan dat het brakke water afkomstig moet zijn uit de mariene formaties (Oosterhout en Breda) onder de winning.

HOOFDELEMENTEN CHEMIE

Voor de hoofdelementen zijn de concentraties voor de bemonsterde putten met de diepte uitgezet. Daaruit komt een patroon voor de elementen Li, Sr, Ca, Mg, K en HCO₃ dat het patroon van Na en Cl volgt.

SPORENELEMENTEN CHEMIE

E en van de opvallendste zaken in het brakke water van PP401 is dat dit water een zeldzame aarde patroon heeft wat hetzelfde is als van veldspaat, terwijl het minder brakke water dit niet laat zien. Dit is alleen mogelijk als dit water zeer langdurig hiermee in contact geweest is. Dus oud (en daarmee diep) water!

2.4 Fase 4

Aan het einde van (de relatief arbeidsextensieve) Fase 3 kon nog steeds niet met zekerheid worden gezegd waar het brongebied van het zilte water precies ligt. Daarom werd besloten

tot de uitvoering van een aantal kostenintensievere metingen/activiteiten. In chronologische volgorde:

- Analyse diepe seismische data afkomstig van de NAM
- Analyse pompproef gegevens
- Geo-elektrische herhalingsmetingen
- Temperatuurmetingen van het grondwater in de bredere omgeving van Pompstation Nuland
- Analyse van o.a de methaanconcentraties, ouderdoms- en isotopenanalyses
- Hydrochemische modellering

2.4.1 Diepe seismische gegevens van de NAM

Om hypothese 3 (zie paragraaf 2.2.3) te kunnen toetsen is gezocht naar het voorkomen van lokale breukstructuren. Bij hypothese 3 wordt namelijk verondersteld dat de grondwaterstroming door een breukstructuur beïnvloed kan worden, en mogelijk daardoor als een (extra) bron van chloriderijk grondwater kan functioneren.

De oliemaatschappijen NAM en BP (nu Clyde) hebben in het verleden in de omgeving van Nuland een aantal seismische lijnen geschoten. Hoewel deze lijnen bedoeld zijn voor de exploratie van koolwaterstoffen op grote diepte, bleken deze profielen ook bruikbaar voor het karteren van de top van de Oosterhout Formatie.

Het resultaat van deze kartering is weergegeven in Figuur 7. De ligging van een aantal flexuren is duidelijk zichtbaar! Enkele kilometers ten zuidwesten van het pompstation Nuland ligt de top van de Oosterhout Formatie relatief ondiep. Daarbij liggen de jongste afzettingen van de Formatie van Oosterhout op dezelfde diepte als de oudste delen van de Pleistocene afzettingen waaruit het pompstation Nuland zijn grondwater onttrekt. Uit deze resultaten ontstond het vermoeden dat daar de Formatie van Oosterhout één van de brongebieden vormt van de hoge chloridegehalten in het pompstation. Echter, het regionale grondwaterstromingspatroon per watervoerend pakket rondom Nuland was niet genoeg bekend, o.a. omdat er geen waarnemingsfilters voorkwamen tussen Pompstation Nuland en de westelijk gelegen flexuur. Daarom werd besloten om (als onderdeel van de volgende onderzoeksstap (Fase 5)) een boring vlakbij de flexuur te plaatsen.

2.4.2 Analyse pompproefgegevens

In 1998 is door WOB een pompproef op pompstation Nuland uitgevoerd, waarvan de metingen nog niet waren geïnterpreteerd. Getracht is deze gegevens te interpreteren, met als doel een beeld te vormen van de lokale grondwaterstroming in en rondom het pompstation. Echter, de verzamelde pompproef gegevens blijken niet de hiervoor noodzakelijke informatie te bevatten; van een interpretatie van de pompproef gegevens is dan ook afgezien.

2.4.3 Geo-elektrische herhalingsmetingen

Rondom het pompstation Nuland zijn in het verleden (jaren 60) geo-elektrische metingen uitgevoerd. Door op exact dezelfde locaties opnieuw geo-elektrische metingen uit te voeren

pompstation in een regionale context te kunnen zetten, is tevens een beperkt aantal waarnemingsfilters rond het pompstation bemonsterd. Hieronder worden enkele resultaten van de interpretaties en berekeningen gegeven.

METHAANCONCENTRATIES

- Op de locaties WP019, WP021, WP024 en WP043 (alle met filterdiepten < -180 m t.o.v. NAP) bevat het grondwater te hoge methaanconcentraties en tevens te lage concentraties chloride om als brongebied voor het brakke water in PP401 te kunnen fungeren; WP044, filter 1 (filterdiepte < -180 m t.o.v. NAP) bevat wel water van voldoende lage methaanconcentraties maar niet voldoende hoge chloride concentraties.
- Op basis van de analyses blijft alleen het grondwater van WP045 (filterdiepte -234 m t.o.v. NAP) en 45BP0150 (filterdiepte -274 m t.o.v. NAP) (beide van de Formatie van Oosterhout) over als mogelijk brongebied. In beide putten komt grondwater voor met voldoende lage methaanconcentraties (0,05–0,08 mg/l) en voldoende hoge chlorideconcentraties (2400–6600 mg/l).

CL/NA-VERHOUDINGEN

- De overeenkomst in Cl/Na-verhouding tussen brak water van PP401 en PP402 enerzijds en 45BP0150, filter 2, WP045 en WP044 anderzijds, vormt een verdere ondersteuning voor de hypothese dat de Formatie van Oosterhout één van de mogelijke bronnen is van het brakke water in pompstation Nuland.

OUDERDOMSANALYSES

- Het brakke water dat aangetroffen wordt in de pompputten van Pompstation Nuland is ouder dan het aanwezige zoete water. Dit betekent dat het brakke (relatief oude) water dat opgepompt wordt in PP401, filter 2 waarschijnlijk afkomstig is van grotere dieptes.
- Dit resultaat is in overeenstemming met de hypothese dat de Formatie van Oosterhout één van de mogelijke brongebieden is van het brakke grondwater van Pompstation Nuland.

Op basis van de bovenstaande resultaten zijn aan het einde van Fase 4 de volgende conclusies getrokken:

- Het noordelijk en oostelijk deel van het pompstation is vermoedelijk niet een brongebied van de hoge chlorideconcentraties (o.a. op basis van de methaananalyses en de temperatuurmetingen).
- Op basis van zowel de methaananalyses, alsook de hydrochemische modellering kan grondwater dat via de flexuur naar het pompstation stroomt als (één van de) bron(nen) van chloride functioneren. Echter, tussen het pompstation en 45BP0150 bevond zich op dat moment geen enkele waarnemingsput (figuur 7); op basis hiervan is besloten om binnen Fase 5 net ten oosten van de flexuur een waarnemingsput te installeren.

2.5 Fase 5

Binnen Fase 5 zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Gefaseerde plaatsing van een aantal nieuwe boringen
- Detaillering geologisch profiel

- Uitvoering hoge resolutie seismiek (HRS)
- Elektromagnetische sonderingen in het tijd-domein (TEM)
- Temperatuurmetingen in de nieuwe boringen.

2.5.1 Nieuwe boringen

WP052 – Aansluitend op Fase 4 is een nieuwe boring (WP052) geplaatst, en wel ten zuiden van het pompstation (zie figuur 7). De locatie werd gebaseerd o.a. op de resultaten van eerdere temperatuurmetingen, namelijk in het verlengde van de richting waarin de temperatuur-anomalieën toenemen. Echter, uit de boorgatmeting bleek dat de zoutgehalten in boring WP052 relatief laag moesten zijn. Ook kwam er op een diepte van 150 m onder NAP een dikke kleilaag voor, hetgeen suggereerde dat deze kleilagen toch behoorlijk continu zouden zijn.

WP053 – Daarna is middels een nieuwe boring (WP053) net ten oosten van de flexuur geplaatst, met een lengte tot in de Formatie van Oosterhout. Tegen de verwachtingen in bleek uit de boorgatmeting dat de zoutgehalten ook in deze boring relatief laag moesten zijn. Daaruit kon onmiddellijk de conclusie getrokken worden dat de flexuur niet als (één van de) bron(nen) van de hoge chlorideconcentraties in het pompstation kon functioneren. Geconcludeerd werd dat de bron dicht bij het pompstation moest liggen.

WP054 – Op basis van het voorgaande onderzoek en de negatieve resultaten van WP052 en WP053 is de derde boring tussen PP401 en de nieuwe boring WP052 gezet. In deze boring werd in het traject 140–160 meter onder NAP een gat in de Tegelen kleien aangetroffen! Ook waren de chloridegehalten in dit dieptetraject zeer hoog (1200 mg/l). Dus bingo!! Met deze boring was een kortsluiting tussen de formaties van Tegelen en Oosterhout onomstotelijk aangetoond. De boringen zijn door de geologen van de NITG-vestiging in Nuenen beschreven, en vervolgens in een profiel geplaatst (zie figuur 8).

2.5.2 Temperatuurmetingen in de nieuwe boringen

In boringen de WP052 t/m WP054 is op 11/06/99 het temperatuurprofiel bepaald (zie figuur 6). Hoewel de meting in WP054 iets te snel na het zetten van de filters is uitgevoerd, geeft de temperatuur-anomalie op een diepte tussen 125 en 150 meter aan dat het grondwater op deze diepte afkomstig moet zijn van minimaal 180 meter diep.

2.5.3 Hoge Resolutie Seismiek

In WP054 was dus een gat in de kleilagen (dieptetraject 140 tot 160 m –NAP) aangetroffen, en daarnaast laat de temperatuurcurve ook een anomalie zien. Maar vervolgens was het niet duidelijk of dergelijke gaten ook verspreid over een groot gebied voorkwamen. Daarom werd besloten om twee Hoge Resolutie Seismiek (HRS) lijnen te schieten: één van west naar oost vanuit WP053 naar PP402 en één van zuid naar noord, vanuit WP052, via WP053 tot voorbij PP401. In figuur 8 zijn de seismische reflectoren op het nieuwe geologische profiel afgebeeld. De (dis)continuïteit van de Tegelenkleien op ± 150 m onder NAP is goed in beeld gebracht. In het west-oost profiel (niet afgebeeld) is op een diepte van 153

meetresultaten levert extra resultaat, waarbij een goede kennis van de lokale en regionale geologie en hydrologie onontbeerlijk is gebleken.

Temperatuursmetingen zijn goedkoop en tonen tegelijk ondubbelzinnig aan wanneer het grondwater lokaal vanuit dieper gelegen lagen afkomstig is. Dit tezamen met uitgebreide geochemische en geochronologische analyse van het grondwater gaf uitsluitsel over uit welke formaties het chloriderijke grondwater met een afwijkende samenstelling afkomstig is.

Om vervolgens ondubbelzinnig aan te tonen waar het zoute grondwater omhoog komt, bleken nieuwe boringen en hoge resolutie seismiek gaten (geulstructuren) in kleilagen aan te tonen. Deze geulstructuren kunnen natuurlijk ook op andere plekken voorkomen. Met 3D-seismiek zouden deze plekken gebiedsdekkend aangetoond kunnen worden (leidingen en kabels hebben geen storende invloed).

Op basis van de resultaten van het hierboven beschreven gefaseerde onderzoek wordt inmiddels met een grondwatermodel getracht te bepalen wat de invloed is van de geulstructuren op de ruimtelijke chlorideverdeling van het grondwater, en wordt op basis daarvan de meest optimale herinrichting van het pompstation aangegeven.