Ontijzering- en infiltratieproef te Macharen

Samenvatting

In 1991 werd het Waterhuishoudingsplan voor de provincie Noord-Brabant vastgesteld met onder andere een voorgenomen fixering van de grondwateronttrekkingen op het niveau van 1987. Dat betekent een noodzakelijke besparing door de grondwateronttrekkers. Het beleid van de provincie Noord-Brabant met betrekking tot de grondwateronttrekkingen wordt behandeld.

In een aan de NV Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant verleende vergunning voor een bronbemaling werden daarom voorschriften opgenomen voor een retourbemaling: als met een retourproef niet kon worden aangetoond dat 50% of meer van het onttrokken water geretourneerd kon worden in de bodem, zou de bronbemaling buiten het groeiseizoen moeten plaatsvinden.

Bij twee gehouden proeven werd vastgesteld dat de retourbronnen te snel verstopten om aan de gestelde voorschriften te voldoen.

Daar aan het voorschrift voor de retourbemaling niet kon worden voldaan, werd uiteindelijk gezamenlijk besloten tot het afvoeren van het bronneringswater op het oppervlaktewater. Het Waterschap De Maaskant stelde de eis dat voor de lozing 2 mg Fe/l maximaal toelaatbaar was.

Door NBM MILIEU werd op verzoek van Muller Bouw in korte tijd een verplaatsbare, geheel geautomatiseerde onbemande en via een telefoonlijn bewaakte ontijzeringsinstallatie op het werk aangebracht met een capaciteit van 600 m^3/h met een ontijzering tot minder dan 0,1 mg Fe/l.

Daar op deze wijze het beoogde beleid van de provincie niet gerealiseerd kon worden en goed grondwater op het oppervlaktewater werd afgevoerd, rees de vraag of dat inmiddels ontijzerde water niet alsnog in de bodem kon worden teruggebracht.

NBM MILIEU, bronneringsbedrijf De Vet en de provincie Noord-Brabant namen gezamenlijk het initiatief met medewerking van de NV Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant tot onderzoek.

Geconcludeerd wordt dat onder een aantal voorwaarden herinfiltratie van ontijzerd grondwater mogelijk is.

Bij herinfiltratie van (behandeld) grondwater is het aan te bevelen vroegtijdig met alle partijen te overleggen, kennis en ervaring uit te wisselen en een gedegen vooronderzoek op te starten. Dat leidt tot voor alle partijen aanvaardbare resultaten.

Inleiding

De tijden dat grondwaterreserves in de bodem onuitputtelijk leken zijn definitief voorbij. Het beperken van onttrekking van grondwater aan de bodem staat momenteel volop in de belangstelling. Met twee technieken, ontijzering en infiltratie, levert NBM een bijdrage voor de oplossing van het grondwaterprobleem.



ING. H. J. VAN ZOELEN
Bureau Grondwater
provincie Noord-Brabant



J. G. VOLLEBREGT,
NBM-Amstelland Infrastructuur en Milieu



IR. J. A. SILLEM
tot 1 oktober 1993
NBM-Amstelland Infrastructuur en Milieu; thans werkzaam bij Milieu Aanpak b.v., Rotterdam

In de periode februari tot en met juni 1993 heeft NBM MILIEU grondwater ontijzerd met een verplaatsbare 'skid-mounted' installatie.

Het grondwater is opgepompt met een maximaal debiet van 600 m^3/h en heeft plaatsgehad om een bouwput droog te houden. Het opgepompte grondwater bevat 15 mg/l ijzer en mag worden geloosd op het oppervlaktewater, mits het ijzergehalte van dat geloosde water niet hoger is dan 2 mg/l (Waterschap De Maaskant). De installatie ontijzert het opgepompte water tot een niveau van minder dan 0,1 mg/l (tabel I) en voldoet dan ook ruimschoots aan de gestelde eisen.

De in haar soort zeer grote zuiveringsinstallatie is in korte tijd door NBM gerealiseerd. Het ontwerpen, tekenen, bouwen, plaatsen, installeren en in bedrijfstellen is binnen de beschikbaar gestelde tijd van 50 werkdagen uitgevoerd.

Het oppompen en ontijzeren heeft plaatsgehad voor de bouw van een uitbreiding aan het pompstation in Macharen door aannemer Muller Bouw te Oss voor de Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant (WOB). Door de provincie Noord-Brabant is vergunning verleend voor de bij de bouw benodigde grondwateronttrekking.

Gelet op de aanwezigheid van nabijgelegen landbouwpercelen en de duur en omvang van de bemaling, is in de vergunning een retourproef voorgeschreven om vast te kunnen stellen in hoeverre het opgepompte water weer in de bodem kan worden teruggebracht.

Het pompstation Macharen ligt circa 2 km ten noorden van Oss. Geohydrologisch gezien bestaat de ondergrond in dit gebied uit een circa 3 m dikke deklaag, bestaande uit rivierklei behorend tot de Betuweformatie. Hieronder wordt tot circa 55 m -maaiveld een watervoerend zandpakket (kD-waarde 1100 m^2/d) aangetroffen, behorend tot de formatie van Sterksel en Kreftenheije. De hieronder gelegen hydrologische basis wordt gevormd door slecht doorlatende kleilagen behorend tot de formatie van Breda. De grondwaterstand bevindt zich op 1,5 à 2 m onder maaiveld.

Het beleid van de provincie Noord-Brabant is erop gericht het onttrekken van grondwater aan de bodem zoveel mogelijk te beperken. In het kader van dit beleid is de provincie momenteel actief op het gebied van onderzoek naar infiltratie van water in de bodem.

Het project Macharen van de WOB is een voorbeeld van een project waarbij infiltratieproeven zijn gedaan. In de voorbereidingsfase zorgde verstopping van de infiltratiefilters voor problemen en moest uiteindelijk worden besloten het water te lozen op het omliggende slotenstelsel.

Door het hoge ijzergehalte was het noodzakelijk het water vóór lozing eerst te ontijzeren. Muller Bouw riep hiervoor de hulp in van NBM MILIEU, die in korte tijd een verplaatsbare ontijzeringsinstallatie realiseerde. De vraag rees of infiltratie van het ontijzerde water niet alsnog

TABEL I – *IJzergehalten effluent ontijzeringsinstallatie in mg/l. Gemeten over een periode van twee maanden.*

	2/2	3/2	5/2	8/2	12/2	15/2	24/2	2/3	3/3	8/3	15/3	5/4
Influent FE	15	18	17	14				15				13,2
Effluent FE	5,0	5,1	4,0	3,2	2,2	0,38	0,50	< 0,5	0,20	0,14	0,10	0,04
FE++		2,8		1,4		< 0,03	0,06		< 0,03			< 0,03

mogelijk was. NBM MILIEU en provincie Noord-Brabant namen gezamenlijk het initiatief tot nader onderzoek naar de mogelijkheid om het ontijzerde grondwater te infiltreren in de bodem en financierden dat onderzoek. Bronneringsbedrijf De Vet uit Mill installeerde het infiltratiesysteem.

Grondwaterbeheer in Noord-Brabant aanleiding voor een proef naar grondwaterinfiltratie te Macharen

Provinciale Staten stelden in 1991 het Waterhuishoudingsplan vast voor de provincie Noord-Brabant. Eén van de beleidsvoornemens houdt in een standstill op het totaal aan grondwateronttrekkingen op het niveau van 1987. Rekening houdend met een uitbreiding van de grondwaterwinning voor de openbare drinkwatervoorziening tot het moment dat alternatieve projecten in de zin van de inzet van oppervlaktewater zijn gerealiseerd, betekent een en ander, een noodzakelijke besparing door de andere categorieën grondwateronttrekkers.

Stand van zaken anno begin 1994 per onttrekkingscategorie:

- *drinkwaterleidingbedrijven*

Tijdige realisering van de oppervlaktewaterprojecten vergt nog veel inspanning.

- *industrie*

De noodzakelijke besparingen op het grondwatergebruik voor koeldoeleinden worden gerealiseerd. De grondwateronttrekking voor beheersing van verontreinigde bedrijfsterreinen neemt verder toe dan voorzien.

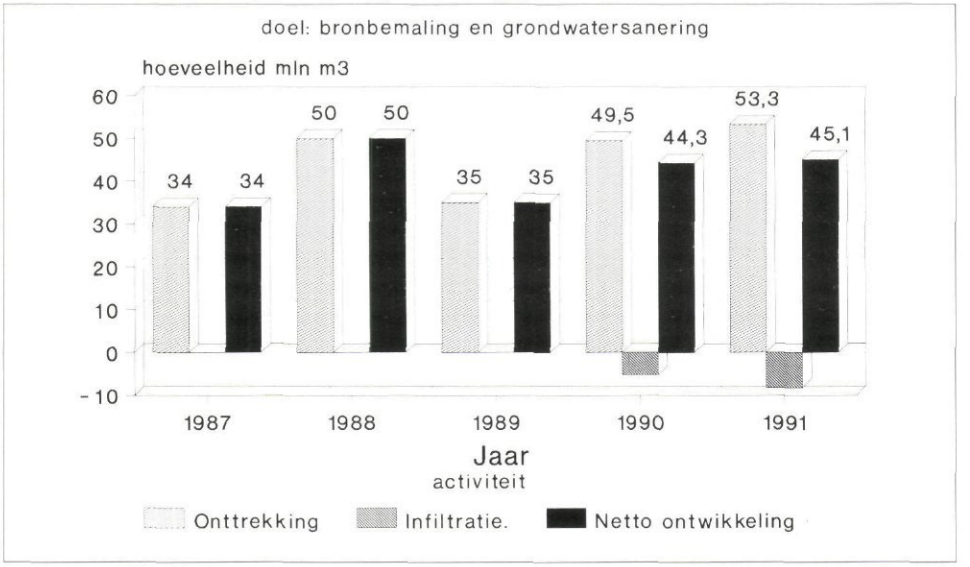
- *beregening*

De hoeveelheid grondwater die in een gemiddeld jaar (50% droogtesituatie) wordt onttrokken bedraagt circa 90 miljoen m^3. (50% Meer dan bij de formulering van het huidige beleid is uitgegaan.)

- *bronbemalingen en saneringen*

Bij de opstelling van het Waterhuishoudingsplan is uitgegaan van een jaaronttrekking door deze categorie van 34 miljoen m^3 grondwater, waarvan 7 miljoen m^3 via retourbemaling wordt geïnfiltreerd. Als echter in een jaar de onttrekking groter is dan 34 miljoen m^3 zal de hoeveelheid te retourneren grondwater naar verhouding ook groter moeten zijn. Toepassing van nog meer alternatieve bouwmethoden waarbij geen of minder bronbemaling nodig is of toepassing van meer retourbemalingen zijn derhalve noodzakelijk.

Een overzicht van de hoeveelheid grondwateronttrekkingen door bronbemalingen en grondwatersanerings- en beheersbemalingen vanaf 1987 is weergegeven in afbeelding 1.



Afb. 1 - Grondwateronttrekkingen in Noord-Brabant.

Onderzoek

In het kader van een verdere toepassing van retourbemaling worden in Noord-Brabant twee onderzoeken uitgevoerd:

1. Onderzoek retourbemaling bij bronmalingen.

Doel van dit onderzoek is de technische en financiële haalbaarheid van retourbemaling in Noord-Brabant.

2. Onderzoek infiltratie bij grondwatersaneringen en beheersbemalingen.

Dit onderzoek moet antwoord geven op de vraag in welke gevallen en op welke wijze er in welke gebieden herinfiltratie bij grondwatersanering en beheersing mogelijk is.

In dit kader paste een gezamenlijk initiatief van NBM MILIEU en provincie Noord-Brabant om, met medewerking van de WOB, bij het pompstation Macharen de infiltratieproef uit te voeren.

Retourproeven Macharen

1e Retourproef

Tijdens de voorbereidingen in maart 1992 is gestart met een retourproef waarbij is getracht om door één retourbron circa 30 m^3/h grondwater terug te brengen in de bodem.

Door opgetreden technische problemen is verstopping in de retourbron opgetreden waardoor de desbetreffende proef medio april 1992 is beëindigd.

2e Retourproef

Begin augustus 1992 is echter op verzoek van de provincie Noord-Brabant opnieuw een retourproef opgestart. De opzet hierbij is geweest om door een nieuw geïnstalleerde retourbron 20 à 25 m^3/h grondwater terug te brengen in de bodem. Nadat aanvankelijk deze hoeveelheid kon worden teruggebracht in de bodem, traden na circa 2 weken desondanks toch weer verstoppingsverschijnselen op in de retourbron. Na circa 3 weken moest te frequent worden geregenereerd (om de 2 à 3 dagen) om het gewenste infiltratiedebiet te bereiken. De oorzaak van het probleem lag hier naar alle waarschijnlijkheid in de aanwezigheid van aëroob grondwater tot circa 8 m -maaiveld, en daaronder aanwezig anaëroob, sterk ijzerhoudend grondwater (gemiddeld 15 mg Fe/l). Ondanks het hanteren van een goede druk in het retourbemalingssysteem, werd door vermenging van grondwater uit de twee genoemde lagen toch zuurstofhoudend grondwater opgepompt waardoor alsnog ijzerhydroxydevorming kon optreden.

Uit de resultaten van de twee uitgevoerde proeven kon dan ook worden geconcludeerd dat de uitvoering van een goede retourbemaling in het desbetreffende gebied vrij moeilijk is.

Uiteindelijk is er dan ook vanaf gezien om voor dit project een verdere retourbemaling te installeren. Dit betekende wel dat al het opgepompte water moest worden geloosd op het omliggende slotenstelsel. Aangezien het Waterschap De Maaskant bij lozing slechts 2 mg Fe/l toestond, moest het opgepompte water eerst worden ontijzerd.

Voor de oplossing van dit probleem werd NBM MILIEU benaderd die hiervoor binnen zeer korte tijd een verplaatsbare ontijzeringsinstallatie op het werk installeerde. Met deze ontijzeringsinstallatie bleek de verwijdering van ijzer uit het

opgepompte grondwater tot zeer lage gehalten te kunnen worden teruggebracht.

Ontijzering en Infiltratie

De ontijzeringsinstallatie bestond achtereenvolgens uit een influent-bassin voor buffering en beluchting, opvoerpompen en een enkele zandfiltratiestap bestaande uit drie parallel geschakelde drukfilters, elk met een diameter van 3,5 m en een cilindrische hoogte van 2,5 m. In de zandfilters werd filtergrind gebruikt met een diameter van 1,4 tot 1,8 mm en een bedhoogte van 1,6 m. De lineaire filtersnelheid bedroeg gemiddeld 12,5 tot 15 m/uur. De ontijzering verliep na een inwerkperiode van 2 weken zeer voorspoedig (zie tabel I).
Het te behandelen debiet was op het moment van de aanleg van de keldervloeren van het nieuwe zuiveringsgebouw het hoogst: 600 m³/uur. Naarmate de bouw vorderde kon het grondwater omhoog komen en het debiet van de onttrekkingsbron worden geknepen. Dit had tot gevolg dat de gemiddelde vloeistofbelasting op de zandfilters af kon nemen. Bij deze lage belastingen (ca. 7 m/uur) bleek de ontijzering verregaand (tabel I).

Bij de infiltratie wordt het opgepompt water opnieuw in de bodem gebracht. Bedoeling is dat het te infiltreren water het onderliggende grondwaterpakket bereikt en aanvult.
Een probleem dat vaak optreedt, is dat de overgang van het water naar de bodem bij de minste verontreiniging verstopt raakt, bijvoorbeeld door uitgevlokt ijzer in het water. Verontreinigingen worden in de eerste paar millimeters tot decimeters opgevangen en accumuleren daar. En dat verstopte pakket kan niet - op een effectieve wijze - worden gereinigd.
De kans op verstoppingen tijdens het infiltratieproces neemt sterk af als het te infiltreren water ontijzerd is.

De verplaatsbare ontijzeringsinstallatie van NBM MILIEU moest volledig onbemand kunnen werken. Slechts periodieke controle (1 x per week) door een onderhoudsmonteur werd aanvaardbaar geacht. Dit is mede reden geweest om hoge eisen aan de besturing van deze installatie te stellen voor bedrijfszekerheid en -veiligheid.
Vooral deze achtergronden zijn de reden geweest om de besturing uit te voeren met een PLC (= Programmable Logic Controller).

Een PLC heeft een aantal voordelen ten opzichte van een conventionele relaisbesturing, zoals onder andere:
1. Flexibel, een PLC-besturing is eenvoudig te muteren.
2. Lange levensduur en weinig onderhoud.
3. Is weinig storingsgevoelig. (MTBF = Mean Time Between Failure > 40.000 < 100.000 uren.)

De PLC was gekoppeld aan een automatische telefoonkiezer, die in geval van calamiteiten via een zogenaamde PAC (= Particuliere Alarm Centrale, 24 uur bemand), de beheerder van de installatie waarschuwde. Maximaal acht procesalarmen konden vanuit de ontijzeringsinstallatie worden doorgegeven.

De volgende alarmeringen werden doorgegeven:
- Hoogwaterniveau spoelwaterbuffer overschreden.
- Hoog-/laagniveau influentbuffer overschreden.
- Algemeen alarmthermische beveiligingen aandrijvingen.
- Gewenste klepstand niet bereikt.
- Maximaal drukverschil over de zandfilters overschreden.

Gezien het experimenteel karakter van de installatie was het van belang essentiële procesinformatie vast te leggen. Dit was de reden om een zogenaamde datalogger in te bouwen waarmee de volgende procesgegevens werden vastgelegd:
1. De inschakelfrequentie van de pompen.
2. De volledige spoelcycli van zandfilters.

De verwijdering van het Fe bleek dermate grondig dat besloten werd tot de in de inleiding genoemde infiltratieproef gedurende 2 maanden.

Infiltratieproef

Voor de proef bij Macharen zijn twee retourbronnen, diameter 160 mm met verschillende filters (tabel II) aangebracht op een onderlinge afstand van 100 m. Beide zijn voorzien van manometers, afsluiters en een opening voor het meten van het niveau in het infiltratiefilter. Hiermee kan het grondwaterniveau in elke retourbron worden opgemeten en spoellucht of spoelwater in worden gebracht.

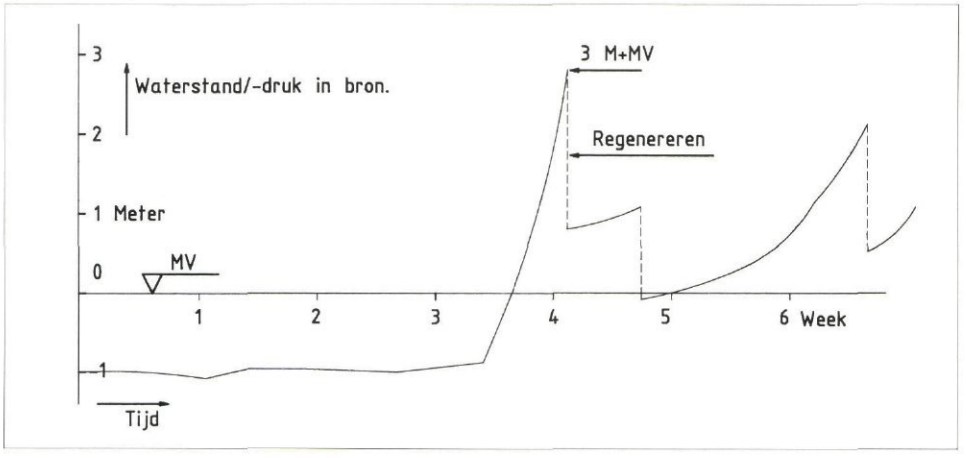
TABEL II - *Infiltratiefilters.*

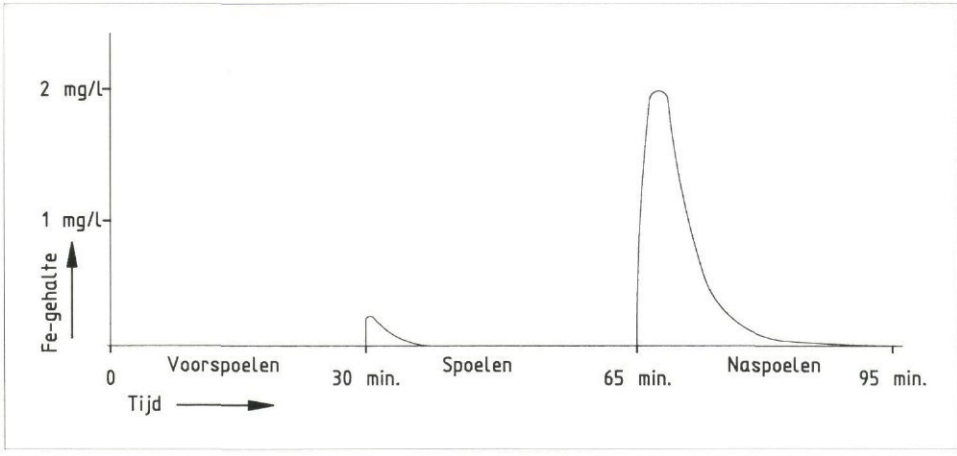
	Infiltratiefilter I Infiltratie	Infiltratiefilter II Infiltratie
Infiltratiefilter	15-20 m-mv	15-20 m-mv
Perforatie	1 mm	1 mm
Diameter	160 mm	160 mm
Debiet	ca 30 m³/uur	ca. 30 m³/uur
Boorgat diameter	300 mm	400 mm
1e omstorting	1,7/2.5 mm	3/5 mm
2e omstorting		1/1,5 mm
Druk	4 mwk + mv	4 mwk + mv

De ontijzeringsinstallatie is aangepast aan de proef omdat doorslag van ijzerhydroxyde, ook kortstondige of incidentele, moet worden uitgesloten. Daarom wordt het zandfilter van de ontijzeringsinstallatie gespoeld en nogmaals nagespoeld. Ieder zandfilter - in de ontijzeringsinstallatie zijn er verscheidene opgenomen die intermitterend in gebruik worden gesteld - wordt voordat het in bedrijf wordt genomen, voorgespoeld.
Het effluent van de ontijzeringsinstallatie wordt gecontroleerd met een troebelheidsmeter die is aangesloten op het alarm van de installatie. De capaciteit is teruggebracht tot 100 m³/uur (lineaire filtersnelheid ca. 3,5 m/uur).

Voor de grondwatervoorziening is een van de vijf oorspronkelijke deepwells gehandhaafd. Regelmatig worden debieten, watermeetstanden, waterstanden en drukken opgenomen.
Afbeelding 2 geeft het drukverloop weer in een van de retourbronnen.
Er zijn drie fasen te onderscheiden.

Afb. 2 - Verloop van waterstand in de retourbron I.





Afb. 3 - Verloop van het ijzergehalte in het infiltratiewater.

In de eerste fase loopt de waterstand en daarmee de druk in de retourbron langzaam op.
Tijdens het bedienen van de afsluiters in het complex van de ontijzeringsinstallatie en het infiltratiesysteem raken ijzerhydroxydevlokken los van de zandkorrels in het zandfilter van de ontijzeringsinstallatie. De ingebouwde troebelheidsmeter reageert onmiddellijk. De oorzaak is dat tijdens de bediening van de afsluiters wisselende stroomsnelheden optreden in het zandfilter. In deze fase zijn verschillende pogingen gedaan om door wijziging in het programma van de besturing deze wisselingen te verminderen of te voorkomen. Het resultaat is dat het filter langzaam verstopt.
Door een fout in de programmering van de spoelcyclus van het zandfilter deed zich na 3,5 week ongestoord infiltreren een storing voor. Dit had direct gevolg. Het ijzerhydroxyde sloeg door en komt met het te infiltreren water in de infiltratiefilters.
De druk neemt (fase 2) zeer snel toe tot ongeveer 3 m +mv. Vervolgens wordt het verstopte infiltratiefilter met perslucht gespoeld en de losgeraakte ijzerhydroxydevlokken worden afgevoerd met het water dat uit de bovenzijde van het infiltratiefilter stroomt.
Uit het drukverloop blijkt nu dat na regeneratie (fase 3) de begindruk niet meer wordt gehaald (1 m +mv) en dat ondanks drie keer regenereren - spoelen van het infiltratiefilter met perslucht - dit feitelijk onbruikbaar is geworden.

Afbeelding 3 geeft inzicht in het verloop van het ijzergehalte in het infiltratiewater tijdens het spoelen van het verstopte zandfilter.
Gebleken is dat het tweede infiltratiefilter dat is voorzien van een dubbele omstorting zowel bij het infiltreren als bij het regenereren een beter resultaat geeft.
Ook dit infiltratiefilter heeft, door de eerdergenoemde storing binnen de ontijzeringsinstallatie, de gevolgen daarvan. Echter, als teneur, minder uitgesproken dan het infiltratiefilter met de enkele omstorting. Het drukverloop is enigszins minder steil, de piekdruk ligt ongeveer 15% lager en na regeneratie is het onderste drukniveau 15 à 20% minder hoog.
De infiltratie van 2 x 30 m^3/h water heeft geen significant effect op de grondwaterstanden in de peilfilters. Wel is over een gedeelte van het gebied een schijnwaterspiegel geconstateerd.

Conclusies

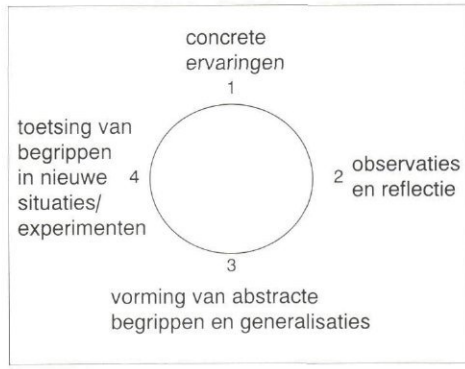
Herinfiltratie van ontijzerd grondwater is mogelijk als, naast de gangbare voorwaarden voor retourbemaling de volgende aspecten zorgvuldig in acht worden genomen:
- Succesvolle ontijzering is mede afhankelijk van de chemische samenstelling van het grondwater. Hoe beter het vooronderzoek, hoe groter de kans van slagen.
- De ontijzering van het grondwater moet tot een laag niveau plaatshebben. In Macharen is dat gebeurd tot minder dan 0,05 mg/l.
- Voorkomen moet worden dat ijzerhydroxydevlokken terecht kunnen komen in het te infiltreren water. De ontijzeringsinstallatie moet zodanig zijn uitgerust dat in geval van bedrijfsstoringen ijzerhydroxydevlokken of andere vervuilingen via een overloop kunnen worden afgevoerd, zodat het infiltratiesysteem te allen tijde schoon blijft. Beveiliging tegen doorslag van ijzerhydroxyde is absoluut noodzakelijk.
- Als er sprake is van herinfiltratie van behandeld grondwater is het aan te bevelen vroegtijdig met alle partijen in contact te treden om kennis en ervaring uit te wisselen en een gedegen vooronderzoek op te starten.

Verantwoording
Aan dit project werkten mee: provincie Noord-Brabant, Bureau Grondwater te 's Hertogenbosch, Waterleidingmaatschappij Oost-Brabant te 's Hertogenbosch, Bronneerbedrijf de Vet te Mill en NBM Milieu te Gorinchem.

● ● ●

Basisopleidingen Waterleidingtechniek

• *Vervolg van pagina 244.*



Afb. 3 - Model Kolb.

Tegengesteld in het model zijn 1 en 3 (van concreet naar abstract) en 2 en 4 (van passief naar actief).

Al naar gelang de persoonlijkheid van een individu begint het leren in een van deze vier stadia. Er is echter pas sprake van een adequaat leerproces, wanneer alle vier stadia doorlopen zijn.

De meest brandende vragen die gesteld werden waren:
Wanneer gaan de functie-opleidingen starten?
– De eerste zal in september '95 starten. Een aantal andere in het voorjaar van '96.
Wat is de samenhang/verschil tussen de functie-opleidingen en nascholing?
– Het theoretische verschil is dat de functie-opleidingen voorzien in een structurele opleidingsvraag, terwijl nascholing vaak incidenteel is. De functie-opleidingen sluiten goed aan op de Basisopleidingen, nascholingscursussen vaak niet.

Het ochtendgedeelte werd afgesloten met een gezamenlijke lunch in het bedrijfsrestaurant van Wateropleidingen. Tijdens het eten werd de discussie voortgezet.

● ● ●