

Rapportnummer 840388003

Samenstelling en stroming van het
grondwater op een proeflocatie te
Best

Ir. C.R. Meinardi
mei 1985

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van het
Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
Directoraat Generaal voor de Milieuhygiëne, Directie Bodem, Water,
Stoffen, Hoofdafdeling Bodem

(Opdrachtbriefnr. DGMH/BWS/BO 176613, d.d. 27 oktober 1982)

Verzendlijst

1-3	DGMH, Directie BWS, Hoofdafdeling Bodem	
4	Secretaris-Generaal van het Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur	
5	plv. Directeur-Generaal voor de Milieuhygiene	
6	Bisschops, Drs.J.	RGD-Nuenen
7	Broertjes, Ing.J.P.	RGD-Nuenen
8	Jelgersma, Dr.S.	RGD-Haarlem
9	Beets, Dr.D.J.	RGD-Haarlem
10	Dubbelaar, Drs.W.	RGD-Haarlem
11	Boersma, Dr.J.R.	RU-Utrecht
12	Berendsen, Dr.H.J.A.	RU-Utrecht
13	Bleuten, Drs.W.	RU-Utrecht
14	Terwindt, Prof.Dr.J.	RU-Utrecht
15	Jong, Ing.J.de	RGD-Haarlem
16	Lambert, Ing.J.	Prov. Waterstaat Zeeland
17	Straaten, Dhr.H.van	Prov. Waterstaat Zuid-Holland
18	Wijhe, Drs.L.van	ex-medewerker aan dit project
19	Directie RIVM	
20	Lagas, P.	
21	Breuer, Ing.W.A.	
22	Heij, Ir.G.J.	
23	Berg, S.van der	
24	Beugelink, Ing.G.P.	
25	Duijvenbooden, Ir.W.van	
26	Gast, Ing.L.F.L.	
27	Kwaadsteniet, Dr.Ir.J.W.de	
28	Bruggeman, Ir.G.A.	
29	Snelting, Ing.H.	
30	Thunnissen, Ir.H.A.M.	
31	Jeths, R.	

32	Sman, Ir.H.T.
33	Lamsvelt, Drs.K.G.
34	Loch, Ir.J.P.G.
35	Mesters-Bakhuijs, H.
36	Meulenkamp, Ir.J.J.
37	Plomp, R.
38	Taat, Ir.J.
39	Gerringa, Drs.L.
40	Post, Ing.W.J.
41	Boumans, Ir.L.
42	Peeters, Ir.A.A.
43	Auteur
44-45	Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
46-50	Reserve

Inhoud

Samenvatting

1. Inleiding	1.
2. Topografie en geologie van de omgeving	2.
3. Geohydrologische structuur	4.
3.1. De Centrale Slenk nabij Best.	4.
3.2 De Nuenen-Groep op de proeflokatie	5.
4. Voeding en beweging van het ondiepe grondwater	6.
4.1. Algemeen.	6.
4.2. Horizontale stromingscomponenten	7.
4.3. Voeding van het grondwater in de Nuenen-Groep	8.
5. De chemische samenstelling van het grondwater	9.
5.1. De gemeten grootheden	9.
5.2. Groepering van de analyses en mogelijke herkomst	11.
5.3. Interpretatie van de verschillen in samenstelling	13.
5.4. Samenhang tussen stroming en samenstelling	15.
6. Algemene opmerkingen over het stromingspatroon	18.
7. Algemene opmerkingen over de samenstelling van het grondwater	19.
8. Aangehaalde teksten	20.
Figuur 1 t/m 7	21.
Bijlage 1. Analyses van monsters grondwater van de proeflocatie Best, gedaan in het anorganisch laboratorium van het RIVM	28.
Bijlage 2. Analyse van grondwatermonsters	36.

Samenvatting

Op de proeflokatie Best zijn op de hoekpunten van een vierkant van 40 x 40 m een aantal boringen gezet tot een maximale diepte van 30 m. Deze boringen zijn uitgerust met een groot aantal pomp-, peil- en minifilters. Uit de filters zijn monsters getrokken die in het veld en op het laboratorium zijn onderzocht op hun fysische en chemische eigenschappen (hoofdkomponenten). Hieruit bleek een zeer sterke variatie in deze eigenschappen. Deze variatie is verklaarbaar indien de stroming van het grondwater nader wordt beschouwd. De stroming blijkt vrijwel zuid-noord gericht te zijn. In verticale zin is de stroming naar beneden gericht met een gemiddelde snelheid overeenkomend met een infiltratie van gemiddeld 150 mm/jaar. Het meest verontreinigde grondwater op de proeflokatie bestaat zeer waarschijnlijk uit verdund perlokaat van traditionele mestvaalten. Grondwater afkomstig van bemeste landbouwpercelen neemt een middenpositie in wat betreft de grootte van de diverse parameters. Het minst verontreinigde grondwater, met de laagste gehalten, is afkomstig van tuinen, wegbermen en dergelijke. Door de opbouw van de ondergrond, waarbij met name een zeer ondiepe leemlaag belangrijk is, treden processen op waarbij het nitraat verdwijnt en het waterstofkoolstofgehalte toeneemt (biochemisch) en het kalium- en fosfaatgehalte lager zijn dan verwacht mocht worden (adsorptie) bij een meer zandig profiel.

1. Inleiding

De kern van het project "Ruimtelijke variaties van fysisch-chemische bodemkarakteristieken", dat het RIVM uitvoert in opdracht van DGMH bestaat uit gedetailleerd onderzoek aan grondmonsters afkomstig uit een stramien boringen in een perceel land te Best. Deze grondmonsters zijn zowel onderzocht op hun geologisch/sedimentologische kenmerken als op een aantal fysisch-chemische parameters. Over beide onderwerpen is gerapporteerd in deelrapporten (respectievelijk 84-0388-01 en 84-0388-04). De desbetreffende boringen zijn echter na het nemen van de grondmonsters uitgerust met een groot aantal pomp-, waarnemings- en minifilters. Met behulp van de pomp- en waarnemingsfilters zijn een aantal pompproeven van korte duur uitgevoerd. De resultaten van deze proeven zijn vermeld in deelrapport 84-0388-02.

Uit alle pomp- en waarnemingsfilters zijn monsters water genomen die in het laboratorium op hun chemische samenstelling (hoofdkomponenten) zijn onderzocht. De minifilters, die met kleine intervallen in de diepste boring (30 m) zijn geplaatst, hebben monsters water opgeleverd die op hun tritiumgehalte zijn onderzocht. Tijdens de diverse monsternemingen zijn in het veld een aantal chemische en fysisch-chemische bepalingen gedaan aan de diverse monsters grondwater. De interpretatie van de chemische en fysisch-chemische bepalingen vormt het onderwerp van het voorliggende deelrapport.

De chemische en fysisch-chemische bepalingen aan de monsters grondwater zijn uitgevoerd door het Anorganisch Laboratorium van het RIVM (dr. B.A. Haring en C. Bom). De isotoopbepalingen worden uitgevoerd door het Biologisch Laboratorium (dr. H.J. Kool, H. van Kranen, H. Nijholt en H. van Oers). De bepalingen in het veld zijn gedaan door de sectie metingen en de sectie bodemanalyse van het Laboratorium voor Bodem- en Grondwateronderzoek (drs. L. Gerringa, P. Lagas, S. van den Berg, R. Jeths). De voor de bepalingen gebruikte methodieken en instrumenten zijn de bij het RIVM gangbare; zij zullen hier niet verder worden besproken. In de volgende hoofdstukken zal echter wel, waar dat ter zake is, een aantal opmerkingen worden geplaatst bij de betrouwbaarheid van de resultaten. Met name sommige veldbepalingen leveren dubieuze resultaten op (temperatuur, O_2 , redoxpotentiaal).

De interpretatie van de waarnemingen zal gericht zijn op het zoeken van een sluitende verklaring voor de gevonden waarden, met als voornaamste doel om nader inzicht te verkrijgen in de stromingspatronen van het ondiepe grondwater. Daarom zal in enkele inleidende hoofdstukken eerst een beschrijving worden gegeven van de geohydrologische situatie van de proeflokatie en omgeving.

De chemische eigenschappen van het ondiepe grondwater zullen echter ook worden geplaatst in het kader van de algemene problematiek van de verontreiniging van het grondwater. Ook in dit opzicht levert het onderzoek een aantal interessante resultaten op.

In de volgende hoofdstukken zal eerst worden ingegaan op de geohydrologische situatie, resulterend in opmerkingen over voeding en beweging van het ondiepe grondwater nabij en op de proeflokatie. Daarop gebaseerd zullen de chemische en fysisch-chemische waarnemingen worden geïnterpreteerd. De metingen van de isotoopgehalten waren nog niet beschikbaar tijdens de samenstelling van dit rapport. Hier zal afzonderlijk over worden gerapporteerd.

2. Topografie en geologie van de omgeving

De proeflokatie is gelegen in een perceel land ten noordoosten van Best (zie fig 1). De proeven zelf zijn uitgevoerd aan twaalf boringen die in een vierkant stramien van 40 x 40 m zijn geplaatst, zoals aangegeven in figuur 2. De boringen hebben alle een diepte van ca 20 m bereikt, behalve boring C, die doorgezet is tot een diepte van ca. 30 m. Deze boringen en vooral hun inrichting zullen in de volgende hoofdstukken nader worden beschreven.

De omgeving van Best maakt deel uit van de zogenaamde Centrale Slenk. Dit gebied wordt aan de oostzijde begrensd door de Peel, een gebied met een hogere ligging. De grens is de Peelrandbreuk, een geologisch verschijnsel, dat ook in de topografie van het gebied tot uiting komt als een vrijwel rechte lijn die loopt langs Oss en Gemert (verschillend landgebruik, afbuiging van beken). Aan de westzijde ligt de grens van de Centrale Slenk bij de zogenaamde Reijen storing, een stelsel van breuken in de ondergrond, iets ten westen van Tilburg.

Geologisch gezien is de Centrale Slenk al zeer lang een dalend gebied. In de diepere ondergrond blijkt dat uit de aanwezigheid van dikke pakketten ongeconsolideerde sedimenten, afgezet door Rijn en Maas. De zandige delen vormen goede aquifers, die van elkaar gescheiden zijn door weerstandbiedende kleilagen. De ondiepe ondergrond bestaat tot een diepte van enkele tientallen meters uit afzettingen van lokale herkomst en eolische afzettingen. Dit geheel, dat bekend is als de Nuenen-Groep, wordt gekenmerkt door een afwisseling van fijne zanden, leem en soms veen. Het ontstaan en de opbouw van de afzettingen uit de Nuenen-Groep zijn uitvoerig beschreven in het deelrapport "Sedimentologische interpretatie van de afzettingen van de Nuenen Groep nabij Best" (84-0388-03).

Het landschap van de Centrale Slenk is in het algemeen tamelijk vlak; het helt geleidelijk van het zuiden naar het noorden, onder een helling van ca. 1:1000. De afwatering van het gebied vindt plaats door twee beeksystemen, die uitmonden in de Aa of Weerijns in het westen en de Dommel in het oosten. De proeflokatie ligt in het stroomgebied van de Dommel. Ter plaatse is het drainagestelsel zwak ontwikkeld. Aan de oostzijde van het perceel ligt een iets diepere sloot, die waarschijnlijk vrijwel permanent water (inclusief afvalwater) voert. Overigens zijn in de omgeving slechts ondiepe, meestentijds droogstaande sloten aanwezig. In uitgesproken natte perioden zijn deze sloten echter tot de rand gevuld (3 december 1984).



Foto 1. De diepe sloot aan de oostzijde van het perceel van de proeflokatie

In het landschap nabij Best zijn een aantal zones te onderscheiden die globaal oost-west gericht zijn. Iets ten zuiden van het dorp Best ligt een lage rug, waarvan de toppen vermoedelijk van oorsprong stuifduinen zijn. De dalen zijn soms met een ven gevuld. Overigens is geen drainagestelsel aanwezig. De rug dwingt het stelsel van de Dommel om naar het oosten om te buigen. De vegetatie bestaat deels nog uit heide en zandvlakten (Oirschotse Heide) en deels uit naaldbos (Nieuwe Heide). Best, Aarle en Oirschot liggen aan de noordflank van de rug. De zone die hieraan grenst is een oud cultuurlandschap gekenmerkt door veld- en kampnamen. De proeflokatie zelf ligt in de Steenovense Velden in een grillig en fijnmazig verkaveld gebied. Ongeveer 100 meter ten zuiden van het stramien boringen ligt een buurtschap van een aantal boerderijen. De velden worden ca 500 meter ten noorden van de lokatie begrensd door de Broekdijk, ten noorden waarvan eerst het Voorste en dan het Achterste Broek ligt. Dit gebied zal laat in cultuur gebracht zijn, zoals blijkt uit het bewoningspatroon en de verkaveling, vermoedelijk omdat het erg drassig was.

3. Geohydrologische structuur van de ondergrond

3.1. De Centrale Slenk nabij Best

De ondergrond van de Centrale Slenk nabij Best is tot op een diepte van ca. 300 m (NAP-280 m) van belang voor de stroming van het verzadigde grondwater. Uit boringen gezet op de waterwinplaats Son, die ca. 2 km ten oosten van de proeflokatie ligt, komt het volgende beeld naar voren:

- van maaiveld tot ca. 20 à 30 m beneden maaiveld (dat is van NAP +14 m tot ca. NAP -20 m) vormt de Nuenen-Groep een afdekkende laag;
- van ca. NAP -20 m à 30 m tot ca. NAP -80 m is een eerste watervoerend pakket aanwezig, hoofdzakelijk gevormd door de Formatie van Sterksel;
- van ca. NAP -80 m tot NAP -120 m à -130 m liggen kleilagen uit de Formatie van Kedichem die als weerstandbiedende laag fungeren;
- van ca. NAP -120 à 130 m tot ca. NAP -280 m is een tweede watervoerende pakket aanwezig, waarin de Formatie van Tegelen een belangrijk bestanddeel is.
- op ca. NAP -280 m ligt de top van kleilagen uit de Formatie van Oosterhout die in dit geval als de praktisch ondoorlatende basis mag worden beschouwd. Daaronder liggen nog wel zandlagen die water voeren, maar die zijn van geringe betekenis.

In het regionaal geohydrologisch onderzoek Centrale Slenk zijn voor de omgeving van Best de volgende waarden van de geohydrologische parameters gehanteerd (mededeling ir. Sman):

- eerste watervoerende pakket $kD = 4500 \text{ m}^2/\text{dag}$;
- scheidende laag $c = 5000 \text{ à } 10000 \text{ dagen}$;
- tweede watervoerende pakket $kD = 1700 \text{ m}^2/\text{dag}$.

Voor de stroming van het ondiepe grondwater zijn alleen de Nuenen-Groep en het eerste watervoerende pakket van belang. Gezien de grote weerstand van de scheidende laag onder het eerste watervoerende pakket kan de top ervan als praktisch ondoorlatende basis gelden voor de lagen erboven. Verder is het doorlaatvermogen van het eerste watervoerende pakket ook groot, dankzij de grote doorlatendheid van het zand in de Formatie van Sterksel (k tussen 50 en 100 m/dag). De doorlatendheid van de fijne zandlagen in de Nuenen-Groep is tenminste een orde van grootte kleiner. Dit houdt in dat de horizontale stroming in de afdeklaag vrijwel dezelfde richting moet hebben als die in het eerste watervoerende pakket.

3.2. De Nuenen-Groep op de proeflokatie

De lithologie van de afzettingen in de Nuenen-Groep is uitvoerig beschreven in het eerder genoemde rapport inzake de sedimentologische interpretatie. Wat betreft de geohydrologische eigenschappen van deze lagen kunnen de volgende opmerkingen worden geplaatst:

- vanaf maaiveld tot maximaal 2 meter diepte is een zandige en onderin soms zelfs grofzandige laag aangetroffen. Deze laag rust op een aaneengesloten leemlaag met een dikte van ongeveer 1 tot maximaal 3 meter. Deze situatie doet verwachten dat met name in perioden van een groot neerslagoverschot (de wintermaanden) de oppervlakkige afstroming van betekenis kan zijn. Een dergelijke situatie kon worden gekonstateerd op 3 december 1984. Op die dag stond het grondwater op vele plaatsen aan maaiveld, zoals bleek uit grote plassen op het land en de tot de rand gevulde sloten. In drogere perioden staan deze sloten meest droog, zoals bleek uit eerdere veldbezoeken.
- onder de aaneengesloten leemlaag met de basis op ca. 4 m diepte ligt een pakket met een zeer wisselende lithologie. Leemlenzen van vermoedelijk geringe horizontale afmetingen worden afgewisseld door meer zandige trajecten. Ook komen paleosols en venige lagen voor. Dit pakket is tot ca. 15 m diepte in de ondergrond aanwezig. Verwacht mag worden dat in dit pakket geen over grote afstand doorgaande scheidende lagen weerstand bieden tegen een verticale beweging van

het grondwater. Op een schaal van enkele honderden meters mogen deze lagen opgevat worden als delen van een watervoerend pakket, waarschijnlijk met een grotere horizontale dan verticale doorlatendheid. Op zeer lokale schaal (orde 1-10 meter) hoeft dat niet het geval te zijn;

- tussen m.v. -15 m en mv -19 m zijn venige niveaus aangetroffen. Volgens het rapport "sedimentologische interpretatie" bestaan deze lagen afwisselend uit veen, humeuze leem, leem, klei en zand en hebben ze vrijwel allemaal een discontinu en platig karakter. Dit geheel zal min of meer fungeren als een weerstandbiedende laag met toch een relatief geringe weerstand. Dit betekent echter wel dat de horizontale beweging van het grondwater gering zal zijn;
- Van 19 tot 30 m diepte konden de lagen slechts in enkele boringen bestudeerd worden. Deze gaven aan dat bovenin dit pakket overwegend relatief grofzandige lagen voorkomen en onderin een enkele meters dikke leemlaag. De zandlagen bovenin fungeren duidelijk als watervoerend pakket, volgens deelrapport 84-0388-02 zelfs met een vrij grote doorlatendheid. Over het weerstandbiedende karakter van de leemlaag onderin is weinig met zekerheid te zeggen. Naar alle waarschijnlijkheid ligt daaronder het watervoerende pakket dat door de Formtie van Sterksel wordt gevormd.

4. Voeding en beweging van het ondiepe grondwater

4.1. Algemeen

Het transport van verontreinigingen die van bovenaf de bodem indringen vindt in het algemeen plaats via de beweging van het grondwater. Deze beweging is tijdsafhankelijk. Vooral dichtbij maaiveld kunnen richting en grootte van de grondwaterstroming sterk fluktuëren in de loop van het jaar. Op wat grotere diepte nemen dergelijke fluktuaties sterk af. Dit komt doordat de potentialen in het diepere grondwater nog wel veranderen in de seizoenen, maar de potentiaalverschillen veel minder. Het potentiaalveld is relatief vormvast, doordat de grondwaterbeweging rond het freatisch vlak een bufferende werking heeft. Dit is de rechtvaardiging voor het in dit geval opvatten van de grondwaterbeweging als een stationair verschijnsel.

De beweging van het ondiepe grondwater heeft horizontale en verticale componenten. De horizontale component van de stroming hangt vooral af van de potentiaalverschillen in horizontale richting die op hun beurt bepaald worden door de regionale geohydrologische situatie (drainagesysteem, doorlaatvermogens etc.) De verticale component hangt in een situatie, zoals te Best, enerzijds af van de

voeding van het grondwater en is anderzijds afhankelijk van de geometrie van minder of slechtdoorlatende lagen en/of onderbrekingen of "zwakke plekken" hierin. Dit laatste geldt met name voor de aaneengesloten leemlaag, die ligt op ca. 2 tot 4 m -m.v. De voeding is gelijk aan het neerslagoverschot (neerslag minus verdamping) onder vermindering van het zijdelings naar de drainagemiddelen oppervlakkig afgestroomde water. In het geval van de proeflokatie, met een relatief slecht doorlatende laag boven een goed doorlatende watervoerend pakket zal de verticale komponent van de stroming in de lagen van de Nuenen-Groep relatief konstant zijn, tenminste vanaf de bovenste leemlaag.

4.2. Horizontale stromingscomponenten

In een situatie zoals die ter plaatse van een proeflokatie geldt, namelijk een relatief slecht doorlatende maar toch overwegend zandige laag (Nuenen-Groep) boven een goed doorlatend watervoerend pakket (Formatie van Sterksel), mag worden aangenomen dat de richting van de horizontale stroming in de deklaag vrijwel zal samenvallen met die in het watervoerende pakket. De reden daarvoor is dat eventuele stijghoogteverschillen tussen deklaag en watervoerend pakket onmiddellijk gereduceerd zullen worden door compensatie-stromingen. Dit betekent dat het stijghoogtebeeld in het Sterkselpakket in grote mate representatief zal zijn voor dat in de Nuenen-Groep. Dit is een gelukkige omstandigheid, aangezien uit de Nuenen Groep niet voldoende waarnemingen bekend zijn om een horizontaal beeld te schetsen. Voor de Formatie van Sterksel is dat wel min of meer het geval.

Voor het watervoerende pakket van de Formatie van Sterksel zijn door het RIVM isohypsenbeelden gekonstrueerd. Deze betreffen hoge standen van het grondwater in 1982. Met die beelden in gedachten zijn opnieuw isohypsen getekend voor een hoge stand (15 maart) en een lage stand (gemiddelde van 27/8, 15/9 en 28/9) in het jaar 1982. Deze beelden zijn weergegeven in de figuren 3 en 4. De konklusie ten aanzien van de stromingsrichting is dat bij hoge standen de richting iets oostelijk van noord is en bij lage standen iets westelijk van noord. Een gemiddelde stromingsrichting die pal zuid-noord is lijkt hiermee aannemelijk. Hierbij moet echter wel de kanttekening worden gemaakt dat op lokale schaal nog wel afwijkingen kunnen optreden. Voor de proeflokatie geldt met name dat het perceel aan de oostzijde wordt begrensd door een vrij diepe sloot. Deze sloot zal mogelijk het ondiepe grondwater draineren (bij hoge standen). In dat geval zullen de oppervlakkige en de ondiepe stroming van het grondwater (tijdelijk) een wat sterkere oostwaartse komponent hebben dan uit het algemene beeld volgt.

De grootte van de stroming volgt uit de wet van Darcy waarin voor de gradiënt i , op basis van de figuren 3 en 4, bij goede benadering 1:1000 kan worden aangehouden. De horizontale doorlatendheid van het zand in de Nuenen-Groep kan geschat worden op basis van de pompproeven die op de proeflokatie zijn gehouden (deelrapport "De analyse van zes pompproeven op korte filters, in de Nuenen-groep nabij Best", Ir. A. Obdam). Hieruit volgt dat de horizontale doorlatendheid over het traject van maaiveld tot ca. 10 m diepte ongeveer 1 tot 2 m/dag bedraagt, in het traject van 10 tot 13 m diepte ongeveer 4 m/dag en in het traject beneden 20 m diepte ongeveer 7 m/dag. Hiermee kunnen dus gemiddelde volumestromen worden berekend. De snelheid van de horizontale stroming volgt indien ook de porositeit bekend is. Op basis van het isotopenonderzoek in het Peelgebied (Hyh-rapport 83-24) kan de porositeit op ca. 0.30 worden geschat. De snelheid zal dus een faktor ca. 3 groter zijn dan de berekende volumestroom.

4.3. Voeding van het grondwater in de Nuenen-Groep

De isohypsenpatronen van figuur 3 en 4 geven duidelijke aanwijzingen dat ter plaatse van de proeflokatie de Formatie van Sterksel gevoed wordt door het neerslagoverschot. De isohypsen hebben namelijk een concave vorm (in de stromingsrichting) en ze liggen relatief dicht bij elkaar vergeleken met het broekgebied in het noorden (hier is de voeding minder of zou zelfs kwel kunnen optreden). Andere aanwijzingen voor het optreden van een naar beneden gerichte stroming zijn de relatief diepe grondwaterstanden bij een weinig dicht drainage stelsel en de betrekkelijk grote fluktuaties in de standen.

De grootte van de voeding van het grondwater op de proeflokatie is niet in detail bekend. Voor het stroomgebied van de Dommel in zijn totaliteit is het gemiddelde neerslagoverschot geraamd op 225 mm/jaar (RID-rapport Hyh 83-24). Hoewel het neerslagoverschot vermoedelijk wel grotendeels vanaf maaiveld de grond binnen zal dringen, zal de voeding van de zandlagen beneden de bovenste leemlaag minder zijn. Zoals reeds gesteld is, doet de opbouw van de zeer ondiepe ondergrond vermoeden dat de oppervlakkige afstroming over de leemlaag wel eens aanzienlijk zou kunnen zijn. De grootte daarvan is moeilijk in te schatten, maar een afstroming in de orde van grootte van enkele tientallen tot 100 mm/jaar is zeker denkbaar. Dit betekent dat de voeding van het grondwater onder de oppervlakkige leemlaag met eenzelfde volumestroom gereduceerd moet worden. Verwacht mag worden dat de verticale komponent van de grondwaterstroming in de Nuenen Groep tussen 100 en 200 mm/jaar zal zijn. Overigens leveren het nog te bespreken chemisch en vooral het isotopenonderzoek daarover nadere gegevens op.

5. De chemische samenstelling van het grondwater

5.1. De gemeten grootheden

De plaatsing van alle bemonsterde pomp-, waarnemings- en minifilters is aangegeven in figuur 5. Uit de pomp- en waarnemingsfilters zijn monsters water genomen die op het anorganisch laboratorium van het RIVM op een aantal eigenschappen zijn geanalyseerd. De onderzochte eigenschappen en de hoogste en laagste waarden die zijn gevonden, zijn opgenomen in tabel 1.

Tabel 1 Hoogste en laagste waarden van parameters, op het lab. onderzocht aan monsters water van de proeflokatie

parameter	hoogste waarde (in mg/l, tenzij anders aangegeven)	laagste waarden (in mg/l, tenzij anders aangegeven)
Kleur (in mg platina/liter)	16	0
Geleidingsvermogen ($\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$)	200	40
Waterstofexponent (pH)	7.44	6.76
Chloride (Cl^-)	389	18
Nitriet (NO_2^-)	0.008	0.002
Nitraat (NO_3^-)	0.9	0
Sulfaat (SO_4^{2-})	280	8
Hydrocarbonaat (HCO_3^-)	877	203
Fosfaat (PO_4^{3-})	0.04	0
Silicaat (SiO_2)	8.2	5.6
Ammonium (NH_4^+)	2.6	0.44
IJzer (Fe)	33	2.0
Mangaan (Mn)	6.0	1.0
Calcium (Ca^{2+})	268	55
Magnesium (Mg^{2+})	40	6
Natrium (Na^+)	67	17
Kalium (K^+)	10	1.0

Monsters water uit de pomp- en waarnemingsfilters zijn eveneens in het veld onderzocht op een aantal kenmerken en dat is ook gedaan voor de minifilters van boring C. Welke eigenschappen zijn onderzocht en de hoogste en laagste waarden die aangetroffen zijn in monsters uit boring C, is aangegeven in tabel 2.

Tabel 2. In het veld uitgevoerde bepalingen en hoogste en laagste waarden gevonden uit boring C

parameter	hoogste waarde	laagste waarde
waterstofexponent (pH)	7.2	6.4
temperatuur (C)	17.3	13.1
geleidingsvermogen (mS/m)	180	49
zuurstof (mg/l)	5.3	1.5
redoxpot. (mV)	+140	+70
aciditeit (m.mol/l)	7.6	3.8
ijzer (Fe) (mg/l)	ca. 25	ca. 3

In de bijlagen 1 en 2 zijn alle gemeten waarden weergegeven. Bij de uitwerking van deze waarden in de volgende hoofdstukken is vooral gebruik gemaakt van de op het laboratorium gemaakte analyses. De in het veld gedane bepalingen zijn ter verificatie gebruikt en in het geval van de minifilters van boring C ter aanvulling. In dat laatste geval zijn met name de waarden van het geleidingsvermogen van belang. De overige in het veld gedane bepalingen zijn vermoedelijk minder betrouwbaar. Het is namelijk onwaarschijnlijk dat in het grondwater van de proeflokatie opgelost zuurstof aanwezig zal zijn. De laboratoriumbepalingen wijzen op een anaerobe toestand (afwezigheid van nitraat, aanwezigheid van ijzer, hoog waterstofcarbonaatgehalte). Dit betekent zeer waarschijnlijk dat de monsters gekontamineerd zijn met aangezogen lucht, vrijwel zeker tijdens het oppompen. Hierdoor is niet alleen het zuurstofgehalte onbetrouwbaar, maar ook de redoxpotentiaal, het ijzergehalte (precipitatie) en misschien ook enigszins de aciditeit.

Indien de monsters water ten behoeve van de veldbepalingen tijdens het oppompen zijn gekontamineerd met aangezogen lucht, dan geldt dat ook voor de monsters

water die op het laboratorium zijn geanalyseerd. Dit is minder ernstig, aangezien de meeste van de onderzochte parameters niet erg gevoelig zijn voor kontaminatie met lucht. Bij de bepaling van de ijzer- en mangaangehalten in het laboratorium worden de eventueel gevormde precipitaten door aanzuring weer in oplossing gebracht. Er geldt wel dat het weinig zinvol is om nitriet- en nitraatgehalten apart op te geven. Hier kunnen wel degelijk toestandsveranderingen zijn opgetreden. Overigens zijn bij bemonstering, vervoer en opslag in het laboratorium en bij de analyse van de monsters water uit de waarnemingsfilters van de proeflokatie alle normale procedures en voorzorgsmaatregelen in acht genomen.

5.2. Groepering van de analyses en mogelijke herkomst van het grondwater

Het is verbazingwekkend hoe groot de variatie in de samenstelling van het grondwater is binnen het kleine volume grond (40x40x30 m) dat op de proeflokatie is onderzocht. Duidelijke trends, die alleen afhankelijk zijn van de diepte, zijn niet te herkennen. Dit duidt erop dat de verschillen in samenstelling wellicht verband houden met verschillen in de aard van het intrekgebied. Uit de beschouwingen van hoofdstuk 3 volgt dat het intrekgebied van het onderzochte grondwater vermoedelijk ten zuiden van de boringen moet worden gezocht en op niet te grote afstand (lokale infiltratie).

Op basis van een veldbezoek op 3 december 1984 is in fig. 6 een nadere detailering gegeven van de diverse onderdelen van het terrein ten zuiden van de proeflokatie. Het is echter niet gezegd dat de situatie op dat moment ook gold ten tijde van de inzijging van het grondwater dat thans op de proeflokatie aanwezig is. Gerekend moet worden met een verblijftijd in de ondergrond, die tenminste een aantal jaren zal bedragen. Zo is bijvoorbeeld de voormalige boerderij op de hoek van de Steenovense en de Grevenoordse Weg thans een woning, maar die verandering is vermoedelijk van recente datum. Belangrijke toevoegingen in fig 6 zijn de mestvaalten. De boerenbedrijven die zijn aangegeven, werken nog betrekkelijk traditioneel; de mestvaalten zijn een opslag van vaste stalmest op een betonplaat. Het perkolatiewater van deze mestvaalten kan echter vrij de bodem indringen terzijde van de betonplaat. Verder is een aantal percelen van grasland omgezet in bouwland (waarschijnlijk tijdelijk) of in moestuinen en gazons (permanent).



Foto 2. Mestvaalt en proeflokatie naar het noorden gezien.

Binnen de 26 analyses van het grondwater die beschikbaar zijn van de proeflokatie kunnen drie hoofdgroepen worden onderscheiden. Dit zijn:

- groep 1. Het grondwater van groep 1 wordt gekenmerkt door hoge geleidingsvermogens (>100 mS/m) hoge chloridegehalten (200 - 400 mg Cl⁻/l) en hoge sulfaatgehalten (140 - 280 mg SO₄²⁻).
- Groep 2. Tot groep 2 behoort grondwater met een middelhoog geleidingsvermogen (tussen 50 en 100 mS/m), een betrekkelijk laag chloridegehalte (20-60 mg Cl/l) en een hoog sulfaatgehalte (140-220 mg/l).

- Groep 3. In groep 3 vallen de analyses van water met een relatief laag geleidingsvermogen (< 50 mS/m), een relatief laag chloridegehalte (20-60 mg Cl⁻/l) en een relatief laag sulfaatgehalte (10-40 mg SO₄²⁻/l).

De typering van de analyses op basis van het chloride- en het sulfaatgehalte berust op de overweging dat het chloride zich vrijwel zeker en het sulfaat zich waarschijnlijk konservatief zullen gedragen in de ondergrond.

Het geleidingsvermogen is erbij betrokken omdat daarmee een vergelijking met de veldbepalingen mogelijk wordt. In figuur 7 zijn het chloride- en het sulfaatgehalte tegen elkaar uitgezet. Uit deze grafiek blijkt dat met de gekozen typering het overgrote deel van de analyses duidelijk in een van de benoemde groepen valt. De analyses van groep 1 en 2 liggen langs lijnen die vrijwel door de oorsprong van het assenstelsel gaan. Dit betekent dat de groepen 1 en 2 opgevat kunnen worden als mengwater, die gedeeltelijk bestaan uit zeer weinig verontreinigd water (regenwater). Eén analyse zou een menging tussen groepen 1 en 2 kunnen betreffen (filter 3 uit boring B1). Het pompfilter uit boring B6 en het diepste filter uit boring B5 vallen buiten de indeling, doordat zij bij een betrekkelijk hoog chloridegehalte een laag sulfaatgehalte tonen. Aangezien beide filters beneden het venige niveau op ca 18 m diepte liggen, is het zeer goed mogelijk dat in dit geval sulfaatreductie een rol heeft gespeeld.

Behalve bij de gekozen typerende eigenschappen zijn ook in de waarden van de overige parameters meer of minder duidelijke verschillen waar te nemen. Deze geven geen aanleiding tot een nadere verfijning van de groepering. Zij zullen echter nog wel nader ter sprake komen.

5.3. Interpretatie van de verschillen in samenstelling

Bij de herkenning van de oorsprong van de aangetroffen typen grondwater wordt uitgegaan van groep 2. Dit grondwater is waarschijnlijk afkomstig van infiltratie vanuit vrij zwaar bemeste percelen landbouwgrond. Dit is aan te tonen met behulp van tabel 3, waarin de analyses van groep 2 worden vergeleken met analyses die volgens het onderzoek "kwaliteitsvariëaties grondwater" onmiskenbaar hun oorsprong hebben in zwaar bemeste landbouwgrond in het Peelgebied (Boumans, 1985).

Tabel 3. Vergelijking van de analyses uit groep 2 met ondiep grondwater uit de boring KV2 in de Peel (kwaliteitsvariatiës grondwater).

Eigenschap	range van waarden van groep 2	range van waarden uit boring KV2 (diepte 3-8 m)
Kleur (mgPt)/l	2-10	20-50
geleidingsvermogen (mS/m)	79-86	100-120
pH	6,8-7,0	4,5-5
Cl ⁻ (mg/l)	54-82	75-100
NO ₂ ⁻ (mgN/l)	0,002-0,006	0-0,04
NO ₃ ⁻ (mgN/l)	0-0,1	60-120
SO ₄ ²⁻ mg/l	150-220	120-200
HCO ₃ ⁻ "	242-352	0-10
PO ₃ ⁴⁻ "	0,002-0,004	0,10-0,20
SiO ₂ "	6,4-8,2	1,5-2,5
NH ₄ ⁺ "	1,24-2,3	0,20-0,70
Fe "	6,6-16,2	0-3
Mn "	1,5-5,4	0-0,5
Ca ²⁺ "	139-186	120-170
Mg ²⁺ "	16-18	15-25
Na ⁺ "	29-34	30-40
K ⁺ "	1,0-2,0	45-55

Tussen groep 2 en de analyses uit het Peelgebied is overeenkomst aanwezig wat betreft de gehalten aan Cl⁻, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺ en Na⁺ en het geleidingsvermogen. Verschillen in de gehalten aan NO₂⁻, NO₃⁻, NH₄⁺ Fe en Mn zijn terug te voeren op een verschillende redox toestand. Hiermee hangt ook samen dat pH en het HCO₃⁻ gehalte in Best hoger zijn, aangezien waarschijnlijk sprake is van anaërobie in het grondwater, met de bijbehorende lage redoxpotentiaal. Op de proeflokatie mag een dergelijke situatie verwacht worden aangezien veel fijnkorrelig en organisch materiaal aanwezig is. Het profiel uit de Peel is hoofdzakelijk zandig ontwikkeld en gaat daarom samen met een vermoedelijk relatief hoge redoxpotentiaal. De lage gehalten aan kalium en fosfaat op de proeflokatie hangen waarschijnlijk samen met adsorptie aan het meer fijnkorrelig sediment in de ondergrond.

Gezien de interpretatie van de analyses uit groep 2 ligt het voor de hand om de analyses uit groep 3 te beschouwen als representatief voor water dat afkomstig is van slechts licht of helemaal niet bemeste terreinen zoals gazons, siertuinen en wegbermen. In deze groep valt waarschijnlijk ook het water afkomstig van landbouwpercelen dat voor 1940 is ingezegen. De analyses uit groep 3 geven een beeld dat overeenkomt met dat van grondwater van iets grotere diepte zoals dat in het zandige deel van Nederland veel voorkomt.

De analyses van groep 1 representeren grondwater dat sterker vervuild is dan het water afkomstig van (zwaar) bemeste percelen. Vooral de chloride- en sulfaatgehalten zijn bijzonder hoog. Dit leidt ertoe om het desbetreffende water te interpreteren als perkolatiewater afkomstig van de aanwezige mestvaalten. Ter ondersteuning van deze hypothese is in figuur 7 een lijn ingetekend die de chloride/-sulfaatverhouding in runderdrijfmest aangeeft. Het blijkt dat de analyses van groep 1 zeer goed aansluiten bij deze lijn. In de volgende paragraaf zullen argumenten worden aangevoerd die deze hypothese nog verder ondersteunen.

5.4. Samenhang tussen stroming en samenstelling

In hoofdstuk 3 zijn een aantal veronderstellingen besproken ten aanzien van de horizontale en verticale componenten van de stroming van het grondwater in de omgeving van de proeflokatie. Daar is gesteld dat:

$$v_z = I/p$$

$$v_x = l/p \cdot k \cdot i$$

waarin:

v_z = werkelijke snelheid in verticale richting (m/dag)

v_x = werkelijke snelheid in horizontale stromingsrichting (m/dag)

I = aanvulling van het grondwater (m/dag)

p = porositeit (dimensieloos)

k = horizontale doorlatendheid (m/dag)

i = verhang in de richting van de stroming (dimensieloos).

Met deze formules is het in principe mogelijk om de weg van een waterdeeltje, dat op een bepaald punt het grondwater voedt, te volgen in de ondergrond onder de aanname, dat discontinuïteiten en ook voedingsverschillen in de horizontale richting kunnen worden verwaarloosd. Omgekeerd is het dus onder deze aanname ook mogelijk om van water op een gegeven plaats in de ondergrond (bijvoorbeeld een waarnemingsfilter op de proeflokatie) de herkomst te bepalen. Hierover kan de volgende beschouwing worden opgezet.

Voor het pakket van de Nuenen-groep onder de bovenste leemlaag geldt dat v_z waarschijnlijk konstant is, aangezien I en p konstant zijn. De waarde van I is onbekend, behalve dat een eerste schatting luidt dat I tussen 100 en 200 mm/jaar bedraagt. De porositeit p zal ca. 0,30 zijn. De horizontale snelheid v_x is niet konstant aangezien k niet konstant is. Een redelijke veronderstelling op basis van de uitgevoerde pompproeven is dat k toeneemt met de diepte z volgens het verband $k = 0,3 z$, waarin k in m/dag en z in m. Het verhang kan voorlopig op 0,001 worden geschat. Op een punt met diepte z in de ondergrond geldt dan:

$$\Delta z = I/p \cdot \Delta t$$

$$\Delta x = 1/p \cdot 0,3 z \cdot 0,001 \cdot 365 \cdot \Delta t$$

Hierin zijn Δz en Δx de verplaatsing in resp. de z en de x richting over een tijdsinterval Δt (eenheden meter en jaar). Dus geldt ook:

$$\frac{\Delta x}{\Delta z} = \frac{0,3 z \times 0,001 \times 365}{I}$$

Hieruit kan worden afgeleid dat een waterdeeltje op een diepte z_0 een horizontale afstand heeft afgelegd die gelijk is aan:

$$x_0 = 0,3 \times 0,001 \times 365 \times 0,5 z_0^2 / I$$

$$x_0 = 0,055 z_0^2 / I$$

In deze formule is I de enige onbekende. Gemakshalve wordt hierbij het nulpunt aan maaiveld gelegd. De horizontale en verticale stroming in de onverzadigde zone hebben wel dezelfde tendens als in de verzadigde zone, maar zij zullen niet voldoen aan de genoemde formules.

De waarde van I kan worden bepaald indien wordt aangenomen dat de horizontale stromingsrichting ongeveer zuid-noord is en dat het grondwater van groep 1 in de boringen B1, B2 en C afkomstig is van mestvaalt A in figuur 7 en het grondwater van groep 1 in boring B5 van mestvaalt B. Onder deze aannamen kunnen waarden voor x_0 en z_0 worden geschat voor deze drie gevallen.

Voor boring C is aangehouden $x_0 = 35$ m en $z_0 = 10$ m; dit levert op dat $I = 0,157$ m/jaar.

Voor boringen B1/B2 is aangehouden dat $x_0 = 70$ m en $z_0 = 14$ m; dit levert op dat $I = 0,154$ m/jaar.

Voor boring B5 is aangehouden dat $x_0 = 160$ m en $z_0 = 20,5$ m; dit levert op $I = 0,144$ m/jaar.

Hoewel met name de z_0 waarde op een enigszins arbitraire keuze berust, blijkt het mogelijk te zijn om bij de genoemde veronderstellingen een waarde van I te berekenen die voor alle drie gevallen een ongeveer gelijke waarde heeft. Deze waarden vallen ook geheel binnen de eerder uitgesproken verwachting, dat de aanvulling tussen 100 en 200 mm/jaar zou zijn. Hierbij moet overigens wel bedacht worden dat de berekening berust op de aanname dat de gehele ondergrond zandig is. In werkelijkheid zal in de leemlagen de horizontale snelheid klein zijn. Bij verwaarlozing van horizontale stroming in leemlagen zal de waarde van I kleiner worden. Bijvoorbeeld indien de leemlagen 10% van z_0 uitmaken, zoals in werkelijkheid ongeveer het geval is, dan reduceert I tot $0,81 \times 150 = 120$ mm/jaar. Ook een dergelijke waarde is niet onaannemelijk. Dit alles is een aanwijzing dat het veronderstelde stromingspatroon redelijk de werkelijke stroming simuleert.

In figuur 6 is het resultaat van het stromingspatroon weergegeven door langs zuid-noordlijnen vanuit de diverse boringen steeds de afstand x_0 uit te zetten die hoort bij de waarnemingsfilters op verschillende diepte z_0 . De verblijftijd van water op een gegeven diepte volgt uit een verticale snelheid $v_z = I/p = \frac{0,120}{0,3} = 0,4$ m/jaar. Het patroon van punten van herkomst vormt een verdere bevestiging van het veronderstelde stromingspatroon en van de veronderstelde herkomst van het grondwater.



6. Algemene opmerkingen over het stromingspatroon.

De interpretatie van de chemische samenstelling van het grondwater op de proeflokatie leidt tot een aantal konklusies van hydrologische aard, die van meer algemeen belang zijn.

In de eerste plaats kon een aanvulling van het grondwater door de bovenste leemlaag bepaald worden die $I = \text{ca. } 120 \text{ mm/jaar}$ bedraagt. Bij een neerslagoverschot van ca. 225 mm/jaar (zie hoofdstuk 4) houdt dit in dat ca. 100 mm/jaar moet worden afgevoerd boven de bovenste leemlaag. Hieruit mag dus worden gekonkludeerd dat in een situatie als bij Best, waar een ondiepe leemlaag van een zekere uitgestrektheid aanwezig is, de oppervlakkige afvoer een groot deel van het neerslagoverschot weg zal voeren. Dit gegeven is zowel van belang voor de vervuilingbelasting van het oppervlaktewater als voor de voeding van het diepere grondwater met verontreinigd water van boven.

Dat de interpretatie volgens het rekenschema van hoofdstuk 5 mogelijk is, houdt ook in dat de Nuenen-Groep beneden de bovenste leemlaag als een continu medium kan worden opgevat op de schaal van figuur 6, dat wil zeggen van tientallen tot honderden meters horizontaal. Op een dergelijke schaal volgt het grondwater blijkbaar een regelmatig stromingspatroon dat via eenvoudige wetmatigheden te benaderen is. Dit versterkt het belang van een sedimentologische analyse, waarin ook op dergelijke schaalkwesties wordt ingegaan.

Het onderzoek op de proeflokatie laat toe dat een vrij volledige verklaring kan worden gegeven met betrekking tot stroming en samenstelling van het ondiepe grondwater. Het is echter wel zo dat daarbij gebruik moet worden gemaakt van een groot deel van de vele verzamelde gegevens. Dit houdt in dat voor de beoordeling van een detailsituatie steeds een lokaal onderzoek van behoorlijke omvang nodig zal zijn.

7. Algemene opmerkingen over de samenstelling van het grondwater.

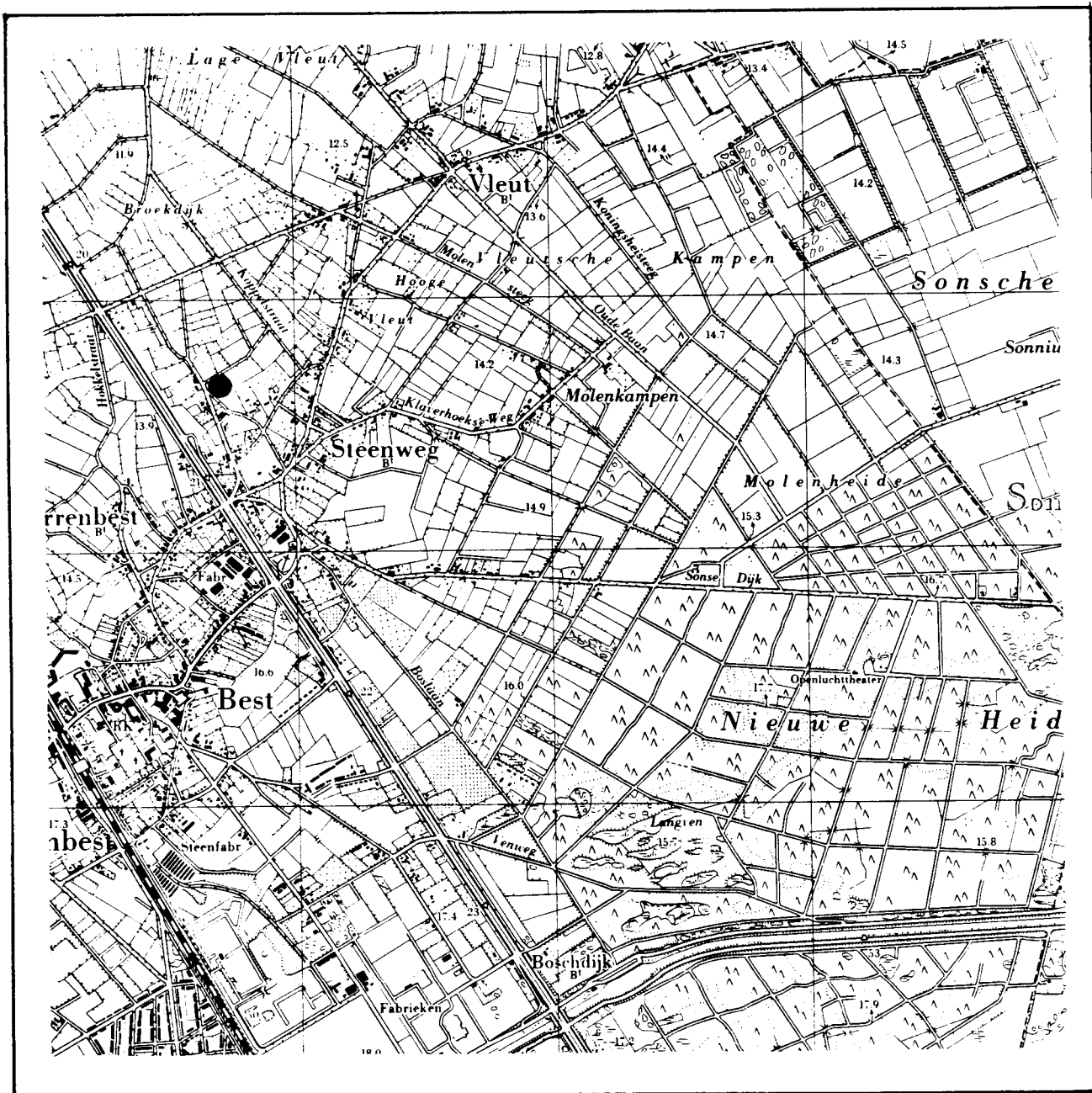
De samenstelling van het grondwater vertoont een grote verscheidenheid, die samenhangt met het lokale landgebruik. Dit geeft nog eens aan dat in een infiltratiesituatie, zoals op de proeflokatie, grote voorzichtigheid moet worden betracht bij de interpretatie van enkele waarnemingen. Indien bijvoorbeeld slechts één boring met 4 waarnemingsfilters aanwezig was geweest, in plaats van de twaalf die in werkelijkheid beschikbaar waren, dan zou een verantwoorde verklaring van de waargenomen gehalten niet mogelijk zijn geweest. Zelfs de nu gegeven verklaring bevat nog onzekerheden, die deels samenhangen met het feit dat met de tijd van infiltratie weinig rekening is gehouden.

De bovenste lagen en vooral de bovenste leemlaag zijn van groot belang voor de samenstelling van het grondwater. Onder die laag is het nitraatgehalte (en ook het nitrietgehalte) tot vrijwel nul gereduceerd, terwijl toch mag worden verwacht dat de bodem via de bemesting een aanzienlijke stikstofbelasting te verwerken krijgt (zie tabel 3). Ook de kalium- en fosfaatgehalten zijn lager dan op grond van bemesting verwacht mogen worden. Blijkbaar worden deze ionen tegengehouden in vergelijking met een meer zandig profiel. Daar staat tegenover dat het sulfaatgehalte, de ijzer- en mangaangehalten en misschien het calciumgehalte (hardheid) hoger zijn in vergelijking met het zandige profiel dat in De Peel is bemonsterd. De pH-waarde van het grondwater op de proeflokatie heeft ongeveer de neutrale waarde 7,0. Het zandige profiel van De Peel gaf lage pH-waarden aan (tabel 3).

Het grondwater dat waarschijnlijk afkomstig is van perkolatie door mestvaalten bezit chloride- en sulfaatgehalten die de drinkwaternormen overschrijden. Dergelijk grondwater neemt naar ruwe schatting ongeveer 10 à 20% in van het totaal aan grondwater in het bemonsterde volume van de proeflokatie. Dit is echter een lokaal verschijnsel dat geen algemene waarde heeft.

8. Aangehaalde teksten.

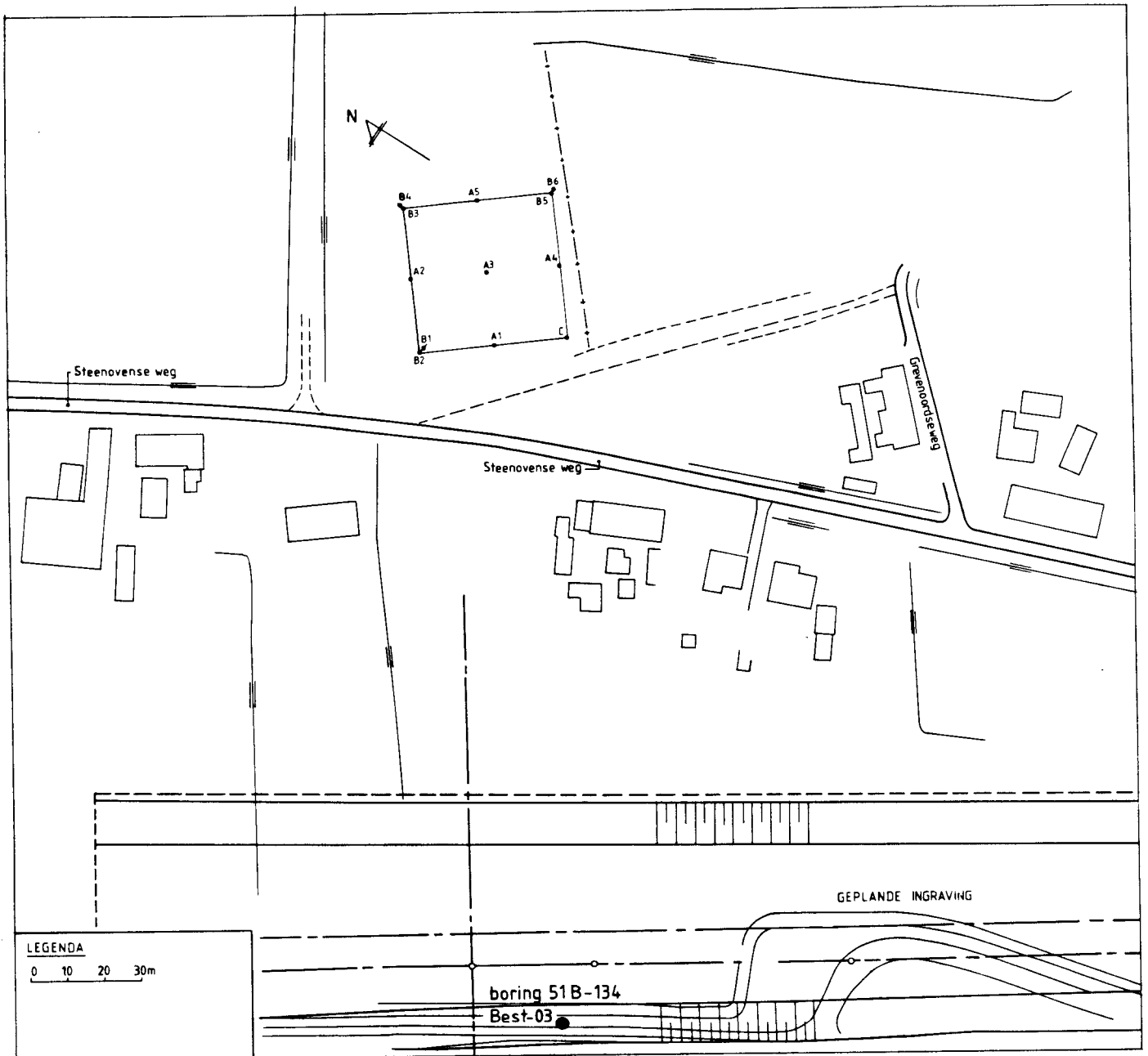
- Van Alphen (1984) Sedimentologische interpretatie van de afzettingen van de Nuenen-Groep nabij Best, RIVM-rapport 84-0388-01.
- Boumans L.J (in voorbereiding), Grondwaterkwaliteitsvariatië naar de diepte en de tijd, RIVM-rapport.
- Gerringa L.J en Obdam A.N.M, Variatië in de fysisch-chemische eigenschappen van monsters grond uit de Nuenen-Groep nabij Best, RIVM-rapport 84-0388-04.
- Meinardi C.R. (1983), De gehalten aan natuurlijke isotopen gemeten in het project kwaliteitsvariatië grondwater RIVM-rapport HyH 83-24.
- Obdam A.N.M. (1983). De analyse van zes pompproeven op korte filters, in de Nuenen-Groep nabij Best, RIVM-rapport 84-0388-02.



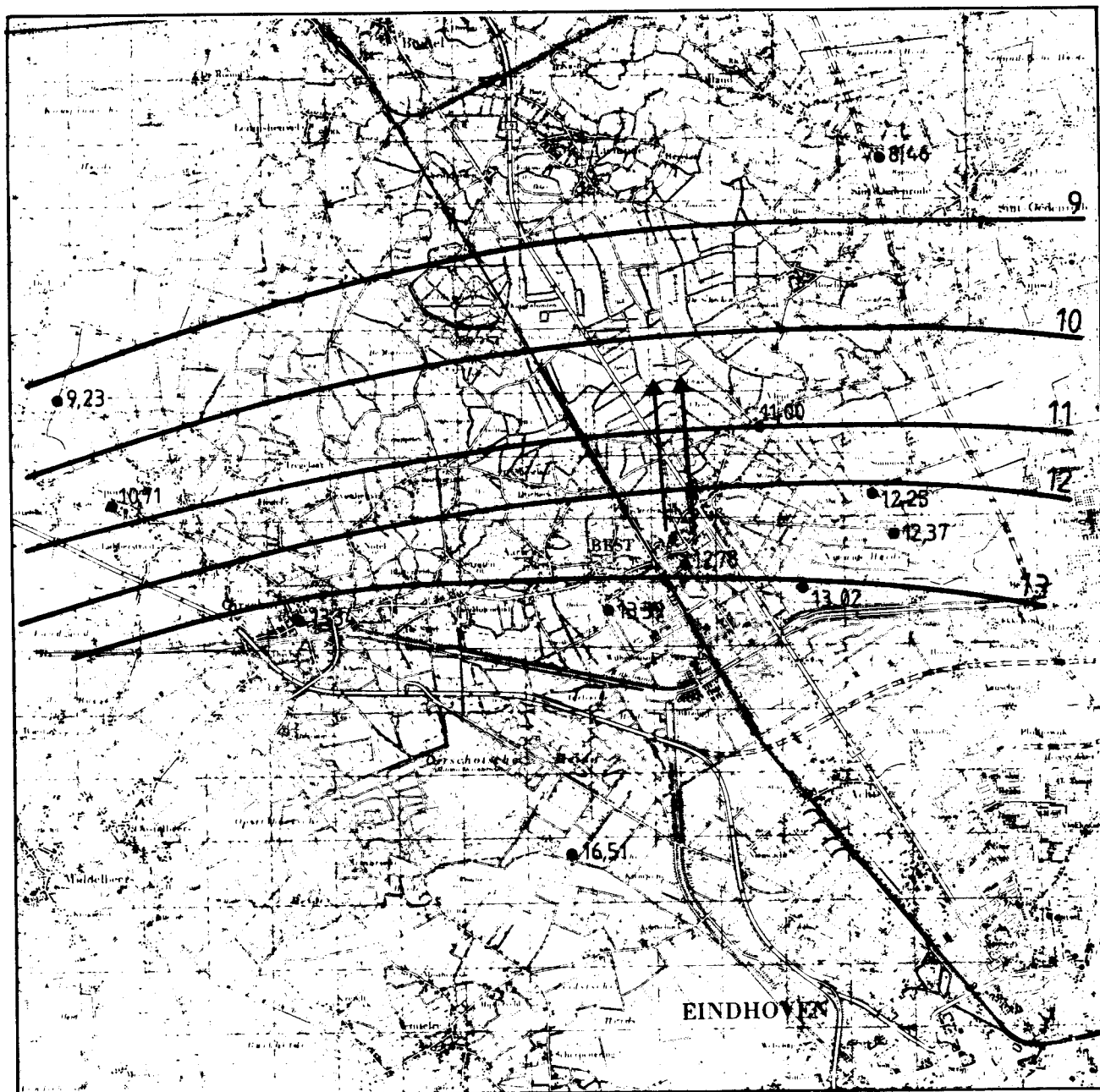
● = SITUERING ONDERZOEKSLOKATIE

schaal 1:25.000

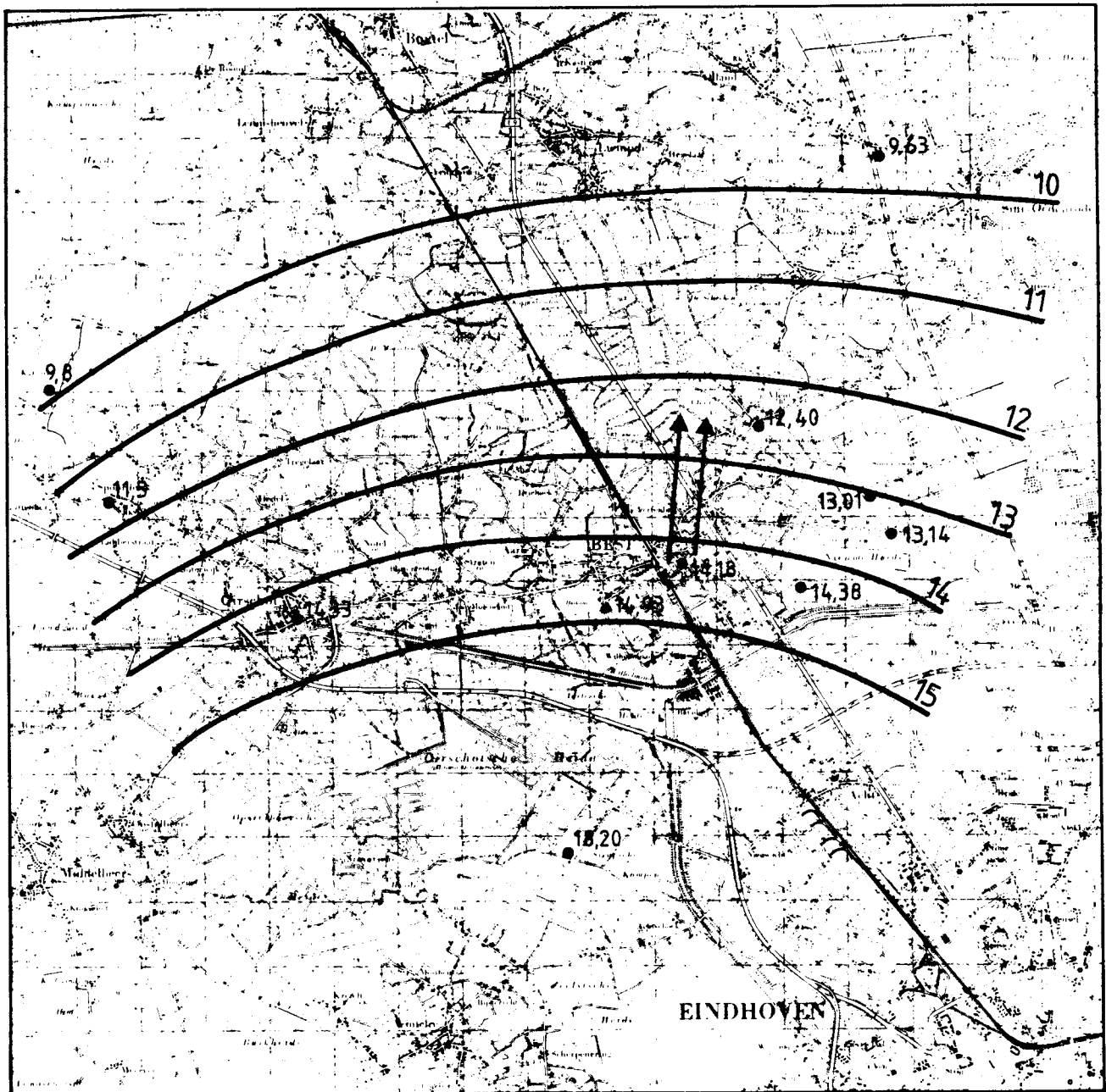
Figuur 1
Situatie proefterrein



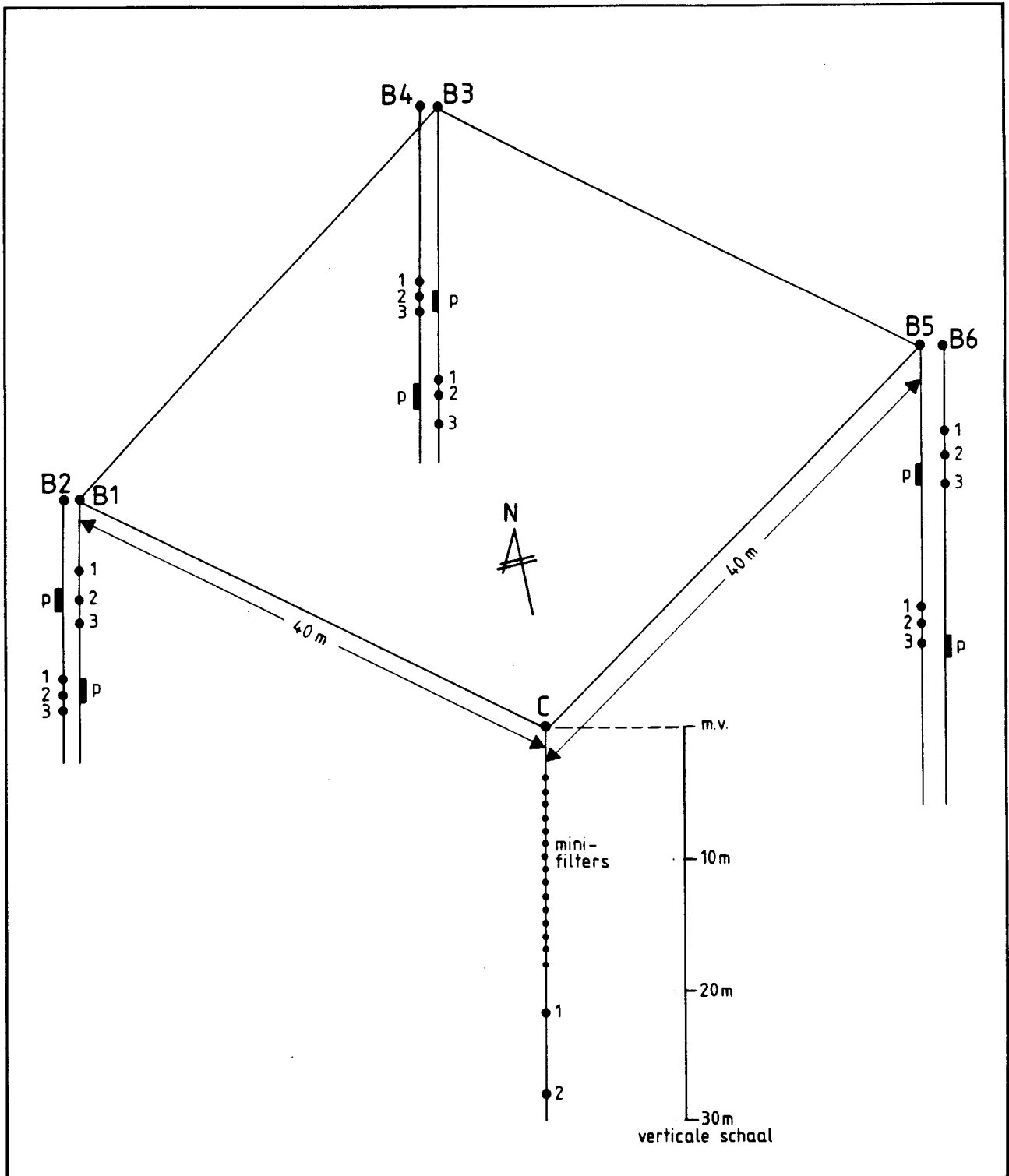
Figuur 2
Ligging van de boringen op de proeflokatie



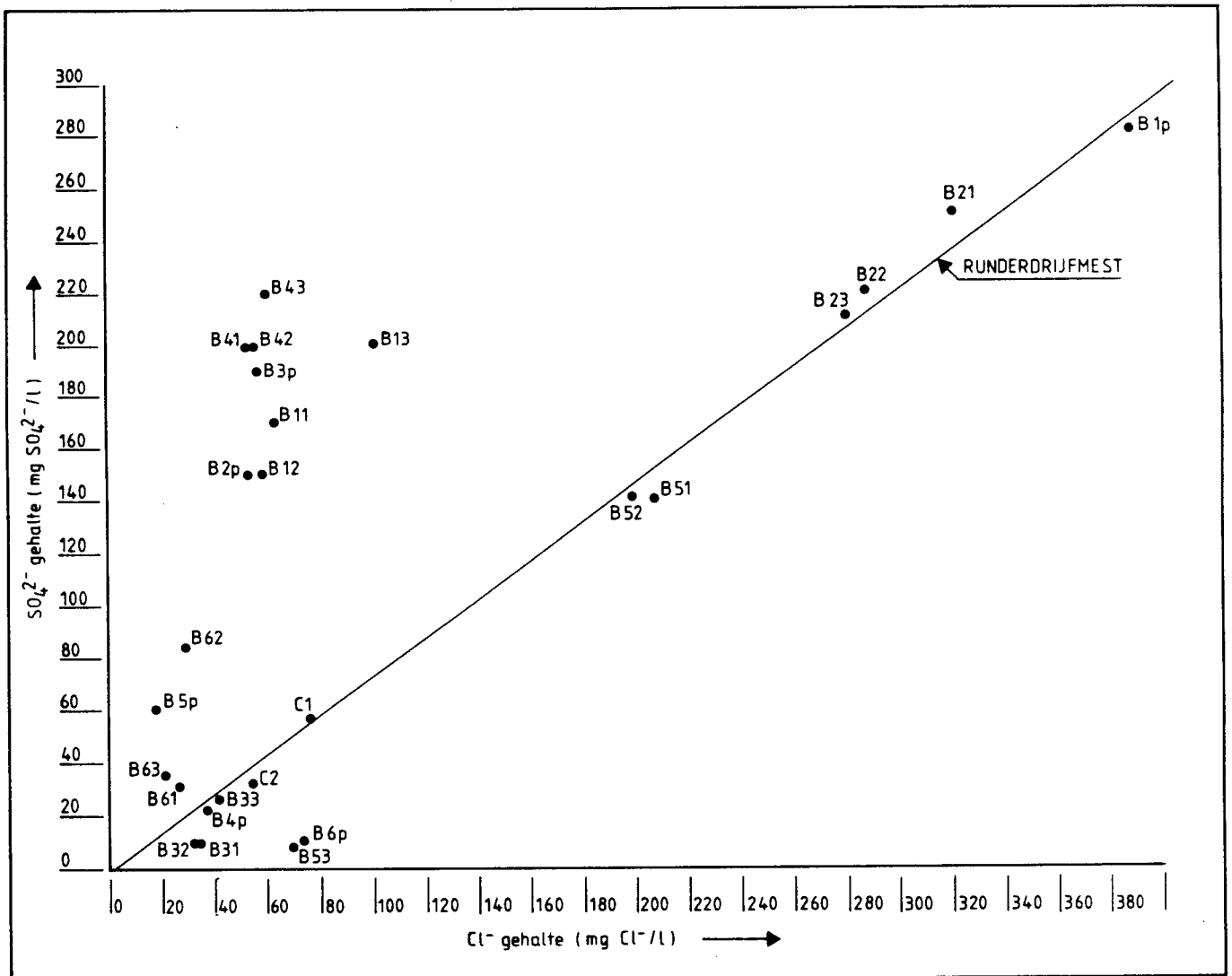
Figuur 3
Isohypsens voor een natte periode (15-3-1982)



Figuur 4
Isohyphen voor een droge periode (27/8; 15/9; 28/9-1982)



Figuur 5
De onderlinge ligging van pomp-, waarnemings- en minifilters



Figuur 7
De verhouding chloride/sulfaat in het grondwater

Analyses van monsters grondwater van de
proeflokatie Best, gedaan in het anor-
ganisch laboratorium van het RIVM

Herkomst van het monster

B 1 filler 1

Opdrachtgever :

Meinardi

II
III
IV
V
VI

2
3
ppf 1

0388 - proefveld Best

Datum van monsterneming: 13 SEP. 1983

Rapport nr.

datum:

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK

Monsternummer		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur	in °C						
Kleur	in mg platina per liter	x 7	6	4	1		
Geleidingsvermogen bij 20 °C	in mikrosiemens/cm	x 86	82	105	200		
Waterstofexponent (pH) berekend/bepaald		x 6.77	6.83	6.83	6.76		
Kaliumpermanganaatverbruik	in mg/l (gef. water)						
Chloride (Cl ⁻)	in mg/l	x 64	54	101	389		
Nitriet (NO ₂ ⁻)	in mg/l	x 0.006	0.006	0.006	0.006		
Nitraat (NO ₃ ⁻)	in mg/l	x 0.1	0	0	0		
Sulfaat (SO ₄ ⁻)	in mg/l	x 170	150	200	280		
Hydrocarbonaat (HCO ₃ ⁻)	in mg/l	x 352	340	371	436		
Vrij koolzuur (CO ₂)	in mg/l						
Carbonaat (CO ₃ ⁻)	in mg/l						
Fosfaat (PO ₄ ⁻)	in mg/l	x 0.04	0.04	0.03	0.03		
Silicaat (SiO ₂)	in mg/l	x 8.2	7.6	7.2	6.6		
Ammonium (NH ₄ ⁺)	in mg/l	x 2.0	1.42	1.52	2.4		
Org. ammonium (NH ₄)	in mg/l						
IJzer (Fe)	in mg/l	x 27	18	17.8	26		
Mangaan (Mn)	in mg/l	x 5.4	2.8	2.2	3.3		
Natriumhydrocarbonaat (NaHCO ₃)	in mg/l						
Zuurstof (O ₂)	in mg/l						
Calcium (Ca ⁺⁺)	in mg/l	x 180	151	186	356		
Magnesium (Mg ⁺⁺)	in mg/l	x 17	17	22	40		
Natrium (Na ⁺)	in mg/l	x 29	33	52	67		
Kalium (K ⁺)	in mg/l	x 1.5	1.0	1.0	1.5		
Totale hardheid	in °D/meq/l						
Hydrocarbonaathardheid	in °D/meq/l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek op thermotolerante gistingbacteriën bij 44 °C	x ml water						
	x ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37 °C; Mc Conkey/glutaminezuur	x ml water						
	x ml water						
Aanwezigheid van de coligroep van de gisting bij 37 °C bevestigd	x ml water						
	x ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën van de coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37 °C op agar na 48 uren kweken							
Aantal kiemen per ml bij 22 °C op gel. na 72 uren kweken							

Conclusie:

Herkomst van het monster I B 2 filler 2

II 2

Opdrachtgever : Meinardi

III 3

0388 - proefveld Best

IV prf

V

VI

Datum van monsterneming: 13 SEP. 1983

Rapport nr.

datum:

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK

Monsternummer		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur	in °C						
Kleur	in mg platina per liter	x 2	1	0	2		
Geleidingsvermogen bij 20 °C	in mikrosiemens/cm	x 175	165	160	83		
Waterstofexponent (pH) berekend/bepaald		x 6.99	6.76	6.76	6.92		
Kaliumpermanganaatverbruik	in mg/l (gef. water)						
Chloride (Cl ⁻)	in mg/l	x 321	288	280	54		
Nitriet (NO ₂ ⁻)	in mg/l	x 0.006	0.006	0.006	0.006		
Nitraat (NO ₃ ⁻)	in mg/l	x 0	0	0	0		
Sulfaat (SO ₄ ⁻)	in mg/l	x 250	220	210	150		
Hydrocarbonaat (HCO ₃ ⁻)	in mg/l	x 445	407	404	346		
Vrij koolzuur (CO ₂)	in mg/l						
Carbonaat (CO ₃ ⁻)	in mg/l						
Fosfaat (PO ₄ ⁻)	in mg/l	x 0.04	0.03	0.03	0.04		
Silicaat (SiO ₂)	in mg/l	x 6.6	6.6	6.6	6.4		
Ammonium (NH ₄ ⁺)	in mg/l	x 2.5	2.2	2.2	1.24		
Org. ammonium (NH ₄)	in mg/l						
IJzer (Fe)	in mg/l	x 16.6	16.2	16.0	16.2		
Mangaan (Mn)	in mg/l	x 5.8	4.2	3.6	1.5		
Natriumhydrocarbonaat (NaHCO ₃)	in mg/l						
Zuurstof (O ₂)	in mg/l						
Calcium (Ca ⁺⁺)	in mg/l	x 345	327	309	151		
Magnesium (Mg ⁺⁺)	in mg/l	x 38	34	34	18		
Natrium (Na ⁺)	in mg/l	x 50	41	39	34		
Kalium (K ⁺)	in mg/l	x 2.0	1.5	1.0	1.0		
Totale hardheid	in °D/meq/l						
Hydrocarbonaathardheid	in °D/meq/l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek op thermotolerante gistingbacteriën bij 44 °C	x ml water						
	x ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37 °C; Mc Conkey/glutaminezuur	x ml water						
	x ml water						
Aanwezigheid van de coligroep van de gisting bij 37 °C bevestigd	x ml water						
	x ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën van de coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37 °C op agar na 48 uren kweken							
Aantal kiemen per ml bij 22 °C op gel. na 72 uren kweken							

Conclusie: _____

LABORATORIUM:

Herkomst van het monster

I	B3 filler 1
II	2
III	3
IV	ppf 2"
V	
VI	

Opdrachtgever : Meinardi
0388 - proefveld Best

Datum van monsterneming: 13 SEP. 1983

Rapport nr.

datum:

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK

Monsternummer		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur	in °C						
Kleur	in mg platina per liter	x 9	14	13	8		
Geleidingsvermogen bij 20 °C	in mikrosiemens/cm	x 44	40	47	80		
Waterstofexponent (pH) berekend/bepaald		x 7.21	7.04	7.03	6.98		
Kaliumpermanganaatverbruik	in mg/l (gef. water)						
Chloride (Cl ⁻)	in mg/l	x 33	32	41	58		
Nitriet (NO ₂ ⁻)	in mg/l	x 0.006	0.006	0.002	0.002		
Nitraat (NO ₃ ⁻)	in mg/l	x 0	0	0	0		
Sulfaat (SO ₄ ⁻)	in mg/l	x 10	10	25	190		
Hydrocarbonaat (HCO ₃ ⁻)	in mg/l	x 252	214	225	258		
Vrij koolzuur (CO ₂)	in mg/l						
Carbonaat (CO ₃ ⁻)	in mg/l						
Fosfaat (PO ₄ ⁻)	in mg/l	x 0.04	0.04	0	0		
Silicaat (SiO ₂)	in mg/l	x 7.4	7.6	7.8	6.6		
Ammonium (NH ₄ ⁺)	in mg/l	x 0.92	0.61	0.7	2.3		
Org. ammonium (NH ₄)	in mg/l						
IJzer (Fe)	in mg/l	x 5.2	2.0	3.0	11.2		
Mangaan (Mn)	in mg/l	x 1.2	1.0	1.1	2.5		
Natriumhydrocarbonaat (NaHCO ₃)	in mg/l						
Zuurstof (O ₂)	in mg/l						
Calcium (Ca ⁺⁺)	in mg/l	x 61	55	62	145		
Magnesium (Mg ⁺⁺)	in mg/l	x 6.5	6.0	7.0	17		
Natrium (Na ⁺)	in mg/l	x 23	19	19	32		
Kalium (K ⁺)	in mg/l	x 1.5	1.0	1.0	1.5		
Totale hardheid	in °D/meq/l						
Hydrocarbonaathardheid	in °D/meq/l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek op thermotolerante gistingbacteriën bij 44 °C	x ml water						
	x ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37 °C; Mc Conkey/glutaminezuur	x ml water						
	x ml water						
Aanwezigheid van de coligroep van de gisting bij 37 °C bevestigd	x ml water						
	x ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën van de coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37 °C op agar na 48 uren kweken							
Aantal kiemen per ml bij 22 °C op gel. na 72 uren kweken							

Conclusie: _____

Herkomst van het monster I

B 4 Jiller 1

II

2

Opdrachtgever : Meinardi

III

3

0388 - proefveld Best

IV

ppf

2"

V

VI

13 SEP. 1983

Datum van monsterneming:

Rapport nr.

datum:

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK

Monsternummer		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur	in °C						
Kleur	in mg platina per liter	x 10	8	8	16		
Geleidingsvermogen bij 20 °C	in mikrosiemens/cm	x 79	79	82	44		
Waterstofexponent (pH) berekend/bepaald		x 6.97	6.89	6.82	7.08		
Kaliumpermanganaatverbruik	in mg/l (gef. water)						
Chloride (Cl ⁻)	in mg/l	x 54	55	61	37		
Nitriet (NO ₂ ⁻)	in mg/l	x 0.004	0.002	0.002	0.002		
Nitraat (NO ₃ ⁻)	in mg/l	x 0	0	0	0		
Sulfaat (SO ₄ ⁻)	in mg/l	x 200	200	220	22		
Hydrocarbonaat (HCO ₃ ⁻)	in mg/l	x 271	268	242	228		
Vrij koolzuur (CO ₂)	in mg/l						
Carbonaat (CO ₃ ⁻)	in mg/l						
Fosfaat (PO ₄ ⁻)	in mg/l	x 0	0	0	0		
Silicaat (SiO ₂)	in mg/l	x 6.6	6.6	6.4	7.4		
Ammonium (NH ₄ ⁺)	in mg/l	x 2.3	2.3	2.1	0.8		
Org. ammonium (NH ₄)	in mg/l						
IJzer (Fe)	in mg/l	x 7.4	6.6	9.4	2.4		
Mangaan (Mn)	in mg/l	x 2.5	1.7	1.7	1.4		
Natriumhydrocarbonaat (NaHCO ₃)	in mg/l						
Zuurstof (O ₂)	in mg/l						
Calcium (Ca ⁺⁺)	in mg/l	x 151	139	162	63		
Magnesium (Mg ⁺⁺)	in mg/l	x 17	16	17	6.5		
Natrium (Na ⁺)	in mg/l	x 29	33	31	20		
Kalium (K ⁺)	in mg/l	x 3.0	3.0	1.0	1.0		
Totale hardheid	in °D/meq/l						
Hydrocarbonaathardheid	in °D/meq/l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek op thermotolerante gistingbacteriën bij 44 °C	x ml water						
	x ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37 °C; Mc Conkey/glutaminezuur	x ml water						
	x ml water						
Aanwezigheid van de coligroep van de gisting bij 37 °C bevestigd	x ml water						
	x ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën van de coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37 °C op agar na 48 uren kweken							
Aantal kiemen per ml bij 22 °C op gel. na 72 uren kweken							

Conclusie:

LABORATORIUM:

Herkomst van het monster I

B 5 Jeller 1

Opdrachtgever : Meinardi

II

2

III

3

IV

ppf

V

VI

0388 - proefveld Best

Datum van monsterneming: 13 SEP. 1983

Rapport nr.

datum:

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK

Monsternummer		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur	in °C						
Kleur	in mg platina per liter	x 5	5	9	8		
Geleidingsvermogen bij 20 °C	in mikrosiemens/cm	x 130	125	63	53		
Waterstofexponent (pH) berekend/bepast		x 6.79	6.84	6.96	7.00		
Kaliumpermanganaatverbruik	in mg/l (gef. water)						
Chloride (Cl ⁻)	in mg/l	x 208	149	70	18		
Nitriet (NO ₂ ⁻)	in mg/l	x 0.002	0.002	0.002	0.002		
Nitraat (NO ₃ ⁻)	in mg/l	x 0	0	0	0		
Sulfaat (SO ₄ ²⁻)	in mg/l	x 140	140	8	60		
Hydrocarbonaat (HCO ₃ ⁻)	in mg/l	x 367	362	323	282		
Vrij koolzuur (CO ₂)	in mg/l						
Carbonaat (CO ₃ ²⁻)	in mg/l						
Fosfaat (PO ₄ ³⁻)	in mg/l	x 0	0	0	0		
Silicaat (SiO ₂)	in mg/l	x 6.6	6.8	7	6.4		
Ammonium (NH ₄ ⁺)	in mg/l	x 2.6	2.4	1.9	0.44		
Org ammonium (NH ₄)	in mg/l						
IJzer (Fe)	in mg/l	x 11.2	70.8	3.6	7.8		
Mangaan (Mn)	in mg/l	x 3.2	3.1	2.0	1.5		
Natriumhydrocarbonaat (NaHCO ₃)	in mg/l						
Zuurstof (O ₂)	in mg/l						
Calcium (Ca ⁺⁺)	in mg/l	x 215	268	82	86		
Magnesium (Mg ⁺⁺)	in mg/l	x 22	13	9.0	11		
Natrium (Na ⁺)	in mg/l	x 51	42	23	18		
Kalium (K ⁺)	in mg/l	x 3.0	3.0	1.5	9.5		
Totale hardheid	in °D/meq/l						
Hydrocarbonaathardheid	in °D/meq/l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek op thermotolerante gistingbacteriën bij 44 °C	x ml water						
	x ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37 °C; Mc Conkey/glutaminezuur	x ml water						
	x ml water						
Aanwezigheid van de coligroep van de gisting bij 37 °C bevestigd	x ml water						
	x ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën van de coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37 °C op agar na 48 uren kweken							
Aantal kiemen per ml bij 22 °C op gel. na 72 uren kweken							

Conclusie:

Herkomst van het monster

B 6 Jiller 1

Opdrachtgever :

Meinardi

I
II
III
IV
V
VI

2
3
mf

0388 - proefveld Best

Datum van monsterneming: 13 SEP. 1983

Rapport nr.

datum:

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK

Monsternummer		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur	in °C						
Kleur	in mg platina per liter	x 16	8	15	10		
Geleidingsvermogen bij 20 °C	in mikrosiemens/cm	x 120	66	49	63		
Waterstofexponent (pH) berekend/bepaald		x 6.88	7.12	7.44	6.76		
Kaliumpermanganaatverbruik	in mg/l (gef. water)						
Chloride (Cl ⁻)	in mg/l	x 27	30	21	73		
Nitriet (NO ₂ ⁻)	in mg/l	x 0,002	0,002	0,006	0,002		
Nitraat (NO ₃ ⁻)	in mg/l	x 0	0	0	0,9		
Sulfaat (SO ₄ ⁻)	in mg/l	x 31	85	35	10		
Hydrocarbonaat (HCO ₃ ⁻)	in mg/l	x 877	339	279	305		
Vrij koolzuur (CO ₂)	in mg/l						
Carbonaat (CO ₃ ⁻)	in mg/l						
Fosfaat (PO ₄ ⁻)	in mg/l	x 0	0	0,02	0		
Silicaat (SiO ₂)	in mg/l	x 7,9	6,8	5,6	7		
Ammonium (NH ₄ ⁺)	in mg/l	x 1,8	1,25	2,0	1,9		
Org. ammonium (NH ₄)	in mg/l						
IJzer (Fe)	in mg/l	x 33	12,2	4,0	2,4		
Mangaan (Mn)	in mg/l	x 6,0	3,5	3,0	1,4		
Natriumhydrocarbonaat (NaHCO ₃)	in mg/l						
Zuurstof (O ₂)	in mg/l						
Calcium (Ca ⁺⁺)	in mg/l	x 251	121	72	99		
Magnesium (Mg ⁺⁺)	in mg/l	x 30	16	10	10		
Natrium (Na ⁺)	in mg/l	x 17	18	18	37		
Kalium (K ⁺)	in mg/l	x 9,5	9,0	10	1,5		
Totale hardheid	in °D/meq/l						
Hydrocarbonaathardheid	in °D/meq/l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek op thermotolerante gistingbacteriën bij 44 °C	x ml water						
	x ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37 °C; Mc Conkey/glutaminezuur	x ml water						
	x ml water						
Aanwezigheid van de coligroep van de gisting bij 37 °C bevestigd	x ml water						
	x ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën van de coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37 °C op agar na 48 uren kweken							
Aantal kiemen per ml bij 22 °C op gel. na 72 uren kweken							

Conclusie:

Herkomst van het monster I

C 2

Opdrachtgever : Meinardi

II

Jiller 1

III

IV

V

VI

0388 - proefveld Best

Datum van monsterneming: 13 SEP. 1983

Rapport nr.

datum:

FYSISCH-CHEMISCH ONDERZOEK

Monsternummer		I	II	III	IV	V	VI
Temperatuur	in °C						
Kleur	in mg platina per liter	x 7	15				
Geleidingsvermogen bij 20 °C	in mikro Siemens/cm	x 66	49				
Waterstofexponent (pH) berekend/bepaald		x 7.07	7.05				
Kaliumpermanganaatverbruik	in mg/l (gef. water)						
Chloride (Cl ⁻)	in mg/l	x 76	55				
Nitriet (NO ₂ ⁻)	in mg/l	x 0.008	0.002				
Nitraat (NO ₃ ⁻)	in mg/l	x 0.1	0				
Sulfaat (SO ₄ ⁻)	in mg/l	x 5.7	3.2				
Hydrocarbonaat (HCO ₃ ⁻)	in mg/l	x 2.71	2.03				
Vrij koolzuur (CO ₂)	in mg/l						
Carbonaat (CO ₃ ⁻)	in mg/l						
Fosfaat (PO ₄ ⁻)	in mg/l	x 0.01	0				
Silicaat (SiO ₂)	in mg/l	x 8.2	7				
Ammonium (NH ₄ ⁺)	in mg/l	x 1.36	1.06				
Org. ammonium (NH ₄)	in mg/l						
Ijzer (Fe)	in mg/l	x 5.0	5.4				
Mangaan (Mn)	in mg/l	x 3.3	2.3				
Natriumhydrocarbonaat (NaHCO ₃)	in mg/l						
Zuurstof (O ₂)	in mg/l						
Calcium (Ca ⁺⁺)	in mg/l	x 120	79				
Magnesium (Mg ⁺⁺)	in mg/l	x 12	7.5				
Natrium (Na ⁺)	in mg/l	x 23	18				
Kalium (K ⁺)	in mg/l	x 1.5	3.0				
Totale hardheid	in °D/meq/l						
Hydrocarbonaathardheid	in °D/meq/l						
Agressiviteit t.o.v. calciumcarbonaat							

BACTERIOLOGISCH ONDERZOEK

Onderzoek op thermotolerante gistingbacteriën bij 44 °C	x ml water						
	x ml water						
Onderzoek op bacteriën van de coligroep, bij 37 °C; Mc Conkey/glutaminezuur	x ml water						
	x ml water						
Aanwezigheid van de coligroep van de gisting bij 37 °C bevestigd	x ml water						
	x ml water						
Meest waarschijnlijk aantal bacteriën van de coligroep per 100 ml							
Aantal kiemen per ml bij 37 °C op agar na 48 uren kweken							
Aantal kiemen per ml bij 22 °C op gel. na 72 uren kweken							

Conclusie:

SECTIE BODEMANALYSE

Rapportage : Analyse van grondwatermonsters

De analyseresultaten staan vermeld in 3 tabellen :

Tabel 1. : Grondwater analyses in filters van put C.

Tabel 2. : Het verloop van pH, T en Ec in het grondwater bij de uitgevoerde pompproeven.

Tabel 3. : Grondwater analyses in verschillende boringen B.

Toelichting:

- Met behulp van de Metrohm analyser (Fa. Applicon) werden pH, Ec, Redox en temp. gelijktijdig bepaald.
- Hoewel de monsters direct na monsternamen werden geanalyseerd kan de gemeten temperatuur toch hoger zijn dan de werkelijke temperatuur van het grondwater omdat de temperatuur tijdens en vlak na de monstername sterk opliep.
- Met de Metrohm analyser werd ook een zuurstof bepaling uitgevoerd. De resultaten van deze meting waren echter zeer onbetrouwbaar als gevolg van toetreding van lucht (O₂) tijdens en vlak na de monstername.
- De ijzer bepaling werd uitgevoerd met een indicatorstaafje en is dus semikwantitatief.

FILTER NR	DIEPTE M	PH	TEMP. CELSIUS	EC 20 MS/M	REDOX POT MV	ACIDIT MMOL/L	FE MG/L
B1F1	5.05	6.8	13.8	91	120	7.0	
F2	7.20	6.8	11.1	87	120	6.2	10
F3	8.60	6.8	11.5	109	120	6.8	10
F4	14.20	6.7	11.4	206	160	8.4	25
B2F1	13.35	6.8	12.6	173	130	5.3	10
F2	14.10	6.8	11.4	167	140	7.6	10
F3	14.75	6.7	10.9	161	150	7.4	10
F4	7.15	6.7	14.7	50	120		
B3F1	20.68	7.1	12.7	43	130	4.5	3
F2	22.28	7.0	10.8	36	140	3.8	3
F3	23.78	7.0	11.6	45	130	3.9	3
F4	13.98	7.0	11.9	82	150	4.9	10
B4F1	13.47	6.9	11.9	78	130	4.8	10
F2	14.22	6.8	11.1	79	140	4.8	10
F3	14.97	6.8	10.9	83	140	4.4	10
F4	21.37	7.0	10.7	42	140	4.0	3
B5F1	19.81	6.8	10.9	132	140	6.5	10
F2	20.71	6.8	11.2	128	150	6.5	10
F3	22.41	6.8	11.1	62	150	5.6	3
F4	9.11	6.8					
B6F1	6.74	6.8	13.4	126	130	14.1	10
F2	8.24	6.9	12.1	69	120	6.0	10
F3	10.14	7.2	14.3	28	140	5.0	3
F4	32.14	6.7	11.5	63	120		

TABEL 3. GRONDWATERANALYSES IN VERSCHILLENDE BORINGEN B, DIE WERDEN GEBRUIKT VOOR DE POMPPROEVEN.

FILTER NR	Diepte M	PH	TEMP. CELSIUS	EC 20 MS/M	REDOX POT MV	ACIDIT MMOL/L	FE MG/L
C 3	6.00	6.7	16.9	127	105	6.5	25
C 4	7.00	6.4	16.8	134	115	7.0	25
C 5	8.00	6.5	14.1	163	125	6.9	
C 6	9.00	6.5	17.3	180	120	7.6	25
C 7	12.00	6.9	14.8	140	95		
C 8	14.00	6.6	15.2	84	120	5.0	
C 9	15.00	7.0	15.1	96	110	5.1	
D11	17.00	7.2	14.4	87	80	5.8	3
D12	19.00	7.2	13.1	66	80	5.1	3
D14	21.00	7.1	13.9	49	70	4.1	3
D15	22.00	7.2	13.6	49	90	3.8	3
D16	23.00	7.0	16.3	62	115	4.1	

TABEL 1. GRONDWATER ANALYSES IN FILTERS VAN PUT C.

FILTER NR	Tijd	PH	TEMP. CELSIUS	EC 20 MS/M
B2PF	14.30	6.7	16.3	48
	14.45	6.7	15.6	50
	15.00	6.8	14.7	51
	15.50	6.8	15.1	63
	16.05	6.8	14.5	68
B3PF	12.15	7.0	12.6	85
	12.20	6.9	12.5	84
	12.30	6.9	12.1	83
	13.00	6.9	12.4	82
	13.10	6.9	11.5	83
	13.20	6.5	11.4	80
B6PF	12.45	6.7	11.6	59
	12.55	6.7	11.5	60
	13.15	6.7	11.2	62
	13.45	6.7	11.7	60

TABEL 2. VERLOOP VAN PH, EC EN T IN
IN GRONDWATER TIJDENS POMPROEF