

NOTA 1514

ICW-nota 1514
Team Integraal Waterbeheer
Centrum Water & Klimaat
Alterra-WUR

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

februari 1984

INTERPRETATIE VAN GROND- EN OPPERVLAKTEWATERANALYSES
VAN HET NATUURRESERVAAT IN HET
RUILVERKAVELINGSGEBIED GIETHOORN-WANNEPERVEEN

drs. R.H. Kemmers

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties. Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten. Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. METHODEN	1
3. RESULTATEN	7
4. CONCLUSIES	11
LITERATUUR	13

1. INLEIDING

In het kader van de voorgenomen ruilverkaveling Giethoorn-Wanneperveen is een uitgebreid hydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de gevolgen van polderpeilverlaging ten oosten van het natuurreservaat in bezit van Natuurmonumenten (JANSEN, 1983).

Als aanvulling op het hydrologisch onderzoek is door de Landinrichtingsdienst een uitgebreid monitoronderzoek opgesteld om de gevolgen van de polderpeilverlaging voor de vegetatie in het reservaat te kunnen volgen. Een van de aspecten die bij het monitoronderzoek zijn betrokken is de waterkwaliteit.

In het voorjaar van 1983 is een begin gemaakt met het bemonsteren van grond- en oppervlaktewater. Deze monsters zijn representatief voor de Ausgangssituatie in het reservaat. Deze nota geeft een interpretatie van de analyseresultaten van deze monsters.

Bij deze interpretatie is vrijwel uitsluitend gekeken naar die chemische eigenschappen van het water die gerelateerd zijn aan de hydrologische situatie.

2. METHODEN

De voor de interpretatie benodigde parameters zijn weergegeven in tabel 1.

Ca^{2+} en Cl^- zijn nodig om de ionenratio $\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Ca}^{2+} + \text{Cl}^-}$ te berekenen. EGV-waarden gemeten bij 20°C zijn omgerekend naar EGV-waarden bij 25°C.

De ionenratio en de EGV_{25} -waarden van de monsters zijn weergegeven in fig. 1.

2

Tabel 1. Analyseresultaten en afgeleide grootheden van watermonsters in het ruilverkavelingsgebied
 Giethoorn-Wanneperveen

	meq l ⁻¹		mol l ⁻¹		mSm ⁻¹		meq l ⁻¹			
	Ca ²⁺	Cl	$\frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + Cl^{-}}$	$\log \frac{Ca^{2+}}{H^{+}}$	$-\log HCO_3^{-}$	EGV ₂₀	EGV ₂₅	∑KAT	∑AN	$\frac{\sum KAT - \sum AN^*}{\sum KAT + \sum AN}$
27 april 1983										
I	1,10	0,82	0,57	3,84	3,00	23	25,4	2,39	2,25	+ 0,03
II	1,75	0,82	0,68	3,94	2,83	29	32,0	2,97	2,94	+ 0,005
III	3,00	1,18	0,72	4,97	2,58	44	48,6	4,76	4,55	+ 0,02
IV	3,60	1,32	0,73	3,56	2,69	55	60,8	5,37	6,00	- 0,06
V	2,05	1,18	0,63	3,01	3,11	28	30,9	3,53	3,12	+ 0,06
22 juli 1983										
I	0,75	0,65	0,54	2,97	3,16	21	23,2	2,02	1,84	+ 0,05
II	1,35	1,18	0,53	3,93	2,64	34	37,6	3,29	3,75	- 0,07
III	2,35	1,13	0,68	4,27	2,62	39	43,1	4,05	4,02	+ 0,004
IV	3,35	1,13	0,75	3,42	2,74	53	58,6	5,15	5,12	+ 0,003
V	1,85	1,41	0,57	2,67	3,00	32	35,4	3,19	2,95	+ 0,04
Boezem	2,35	2,48	0,49	4,87	2,64		64,4			
Ombro	0,10	0,56	0,15	0,80	6		9,5			
Poikilo	0,25	0,23	0,52	2,20	3,52		10,4			
Rheo	1,45	1,58	0,48	3,56	2,68		36,0			

* $\frac{\sum KAT - \sum AN}{\sum KAT + \sum AN} \times 100\%$ is ionenbalans: + overschot kationen
 - overschot anionen

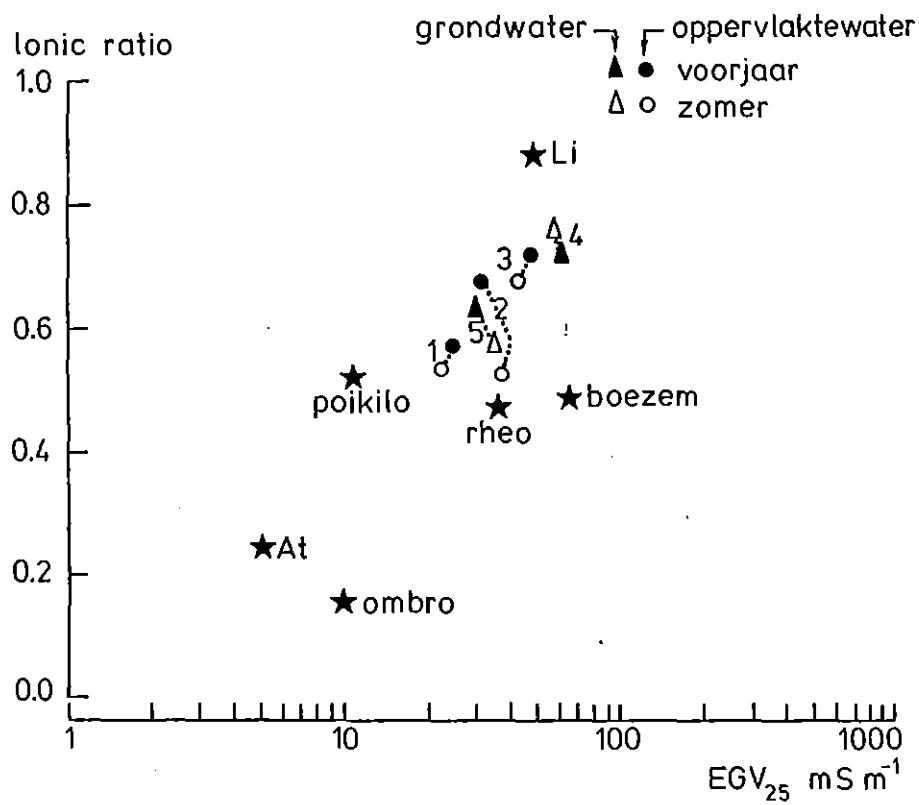
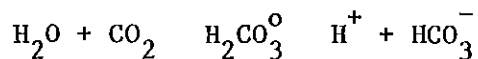


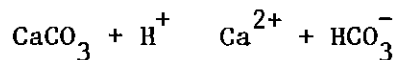
Fig. 1. Positie van de monsterpunten in een EGV-IR diagram
(methode Van Wirdum)

Met behulp van deze IR-EGV relatie heeft VAN WIRDUM (1980) een methode ontwikkeld om wateranalyses te interpreteren.

Bij deze methode worden enkele referentiepunten gehanteerd. Het atmotrofe referentiepunt (At) is representatief voor regenwater. Het lithotrofe referentiepunt is representatief voor grondwater dat na langdurige stroming door de ondergrond verrijkt is met mineralen welke door het regenwater uit het sediment zijn opgenomen. Vooral CaCO_3 in het sediment wordt opgelost waardoor het grondwater steeds rijker wordt aan Ca^{2+} en HCO_3^- . Tijdens dit verrijgingsproces, dat gebaseerd is op verwerking, stijgt de pH van het grondwater. Verwerking van calciet houdende sedimenten kan plaatsvinden doordat (en zolang) het grondwater een agressief karakter heeft. Dit agressieve karakter ontleent het grondwater vooral aan het in oplossing gaan van CO_2 tijdens de passage van de wortelzone in infiltratiegebieden:



De gevormde H^+ ionen kunnen calciet oplossen volgens:



Dit verwerings c.q. verrijgingsproces gaat zolang door tot het grondwater volledig verzadigd is met Ca^{2+} en HCO_3^- . Vanaf het verzadigingspunt slaat CaCO_3 secundair weer neer uit de oplossing.

Dit verzadigingspunt komt overeen met het lithotrofe referentiepunt (zie fig. 1).

Een andere methode, die beschreven is door KEMMERS (1983), beschrijft het hierboven vermelde verrijgingsproces met behulp van de relatie

tussen de $\log \frac{[\text{Ca}^{2+}]}{[\text{H}^+]}$ en $\log [\text{HCO}_3^-]$.

In fig. 2 zijn de analyseresultaten van de monsters volgens de methode Kemmers weergegeven.

De genese van lithotroof water verloopt volgens de streeplijn van rechtsonder naar linksboven in fig. 2. Deze referentielijn is ontleend aan het Peelonderzoek van het ICW (KEMMERS, 1983).

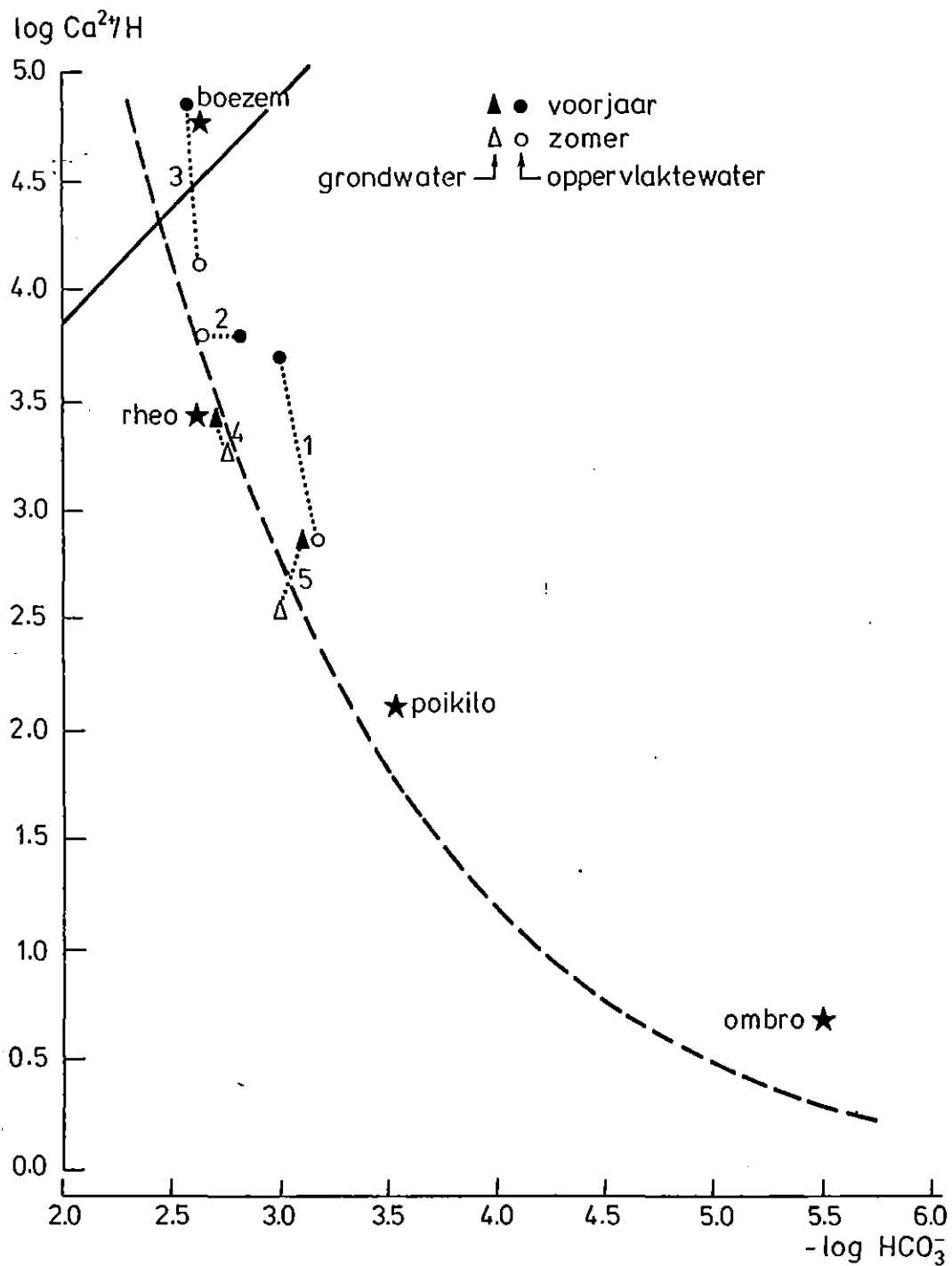


Fig. 2. Positie van de monsterpunten in een relatiediagram tussen $\log \text{Ca}^{2+}/\text{H}^+$ en $-\log \text{HCO}_3^-$ (methode Kemmers)

Bovenaan in fig. 2 is een onderbroken lijn getrokken. Deze lijn geeft de relatie weer tussen de parameters indien grondwater in contact staat met vast CaCO_3 : een evenwichtssituatie dus! Het kruispunt van de twee lijnen kan worden beschouwd als het lithotrofe referentiepunt sensu Van Wirdum: immers het verrijkte grondwater is daar volledig verzadigd, zodat CaCO_3 uit oplossing kan neerslaan.

In tabel 2 zijn de CO_2 spanning en het aandeel van H_2CO_3^0 in het totale carbonaten bestand berekend, De CO_2 spanning (P_{CO_2}) wordt berekend uit de $[\text{H}^+]$ en $[\text{HCO}_3^-]$.

Het quotiënt van $\text{H}_2\text{CO}_3^0 + \text{HCO}_3^-$ zegt iets over de agressiviteit van het grondwater. Is het quotiënt hoog dan is het water agressief en nog nauwelijks in contact geweest met calciet houdend sediment (recent geïnfiltrerd). Is het quotiënt laag dan is het water zijn agressie kwijtgeraakt, doordat het in contact heeft gestaan met calciet in de ondergrond (o.h.a.; water met lange verblijftijd, veelal 'kwel'water).

Tabel 2. Berekende waarden voor P_{CO_2} en H_2CO_3^0 gebaseerd op pH en HCO_3^- concentratie

	pH	bar	Mol. ℓ^{-1}		
		P_{CO_2}	HCO_3^-	H_2CO_3^0	$\frac{\text{H}_2\text{CO}_3^0}{\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{CO}_3^0}$
27 april 1983					
I	7,1	$10^{-2,29}$	1×10^{-3}	$0,2 \times 10^{-3}$	0,15
II	7,0	$10^{-2,02}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$0,3 \times 10^{-3}$	0,18
III	7,8	$10^{-2,57}$	$2,6 \times 10^{-3}$	$0,1 \times 10^{-3}$	0,03
IV	6,3	$10^{-1,18}$	$2,0 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-3}$	0,53
V	6,0	$10^{-1,30}$	$0,8 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$	0,69
22 juli 1983					
I	6,4	$10^{-1,75}$	$0,7 \times 10^{-3}$	$0,6 \times 10^{-3}$	0,47
II	7,1	$10^{-1,93}$	$2,3 \times 10^{-3}$	$0,4 \times 10^{-3}$	0,15
III	7,2	$10^{-2,01}$	$2,4 \times 10^{-3}$	$0,3 \times 10^{-3}$	0,13
IV	6,2	$10^{-1,13}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-3}$	0,59
V	5,7	$10^{-0,39}$	1×10^{-3}	$4,5 \times 10^{-3}$	0,31
Boezem	7,8	$10^{-2,62}$	$2,3 \times 10^{-3}$	$0,1 \times 10^{-3}$	0,03

3. RESULTATEN

Om een goede interpretatie mogelijk te maken zijn enkele resultaten opgenomen van analyses van water dat door VAN WIRDUM (1979) werd bemonsterd. Het betreft de in de fig. 1 en 2 opgenomen punten: ombro (+ regenwater), Rheo (+ onvolledig gerijpt oppervlaktewater), poikilo (+ overgangstype) en boezem.

De kwaliteit van het boezemwater kan variëren. Het kan bestaan uit uitgeslagen polderwater of Rijn/IJsselmeerwater.

Monsterpunt 3. Oppervlaktewater Elssloot/Krimmerij (fig. 3). In het voorjaar is hier water dat vrijwel identiek is met boezemwater (fig. 1). Uit fig. 2 valt af te leiden dat het EGV van dit monster aan de lage kant is ten opzichte van het referentiepunt 'boezem'. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het boezemwater op dat moment vooral moet bestaan uit uitgeslagen water uit de polder ten oosten van het studiegebied. Tevens kan hieruit worden afgeleid dat deze polder vooral lithotroof water (= kwelwater vanuit het hoge achterland) uitslaat. Dit water is van 'uitstekende' kwaliteit, ware het niet dat de NO_3^- concentratie te hoog is.

In de zomerperiode is de agressiviteit van dit water iets toegenomen (tabel 2). De toename van de opgeloste CO_2 kan slechts worden toegeschreven aan een vergrote microbiologische activiteit (CO_2 productie) in het aangrenzende venige substraat.

Volgens de veronderstelling dat de verrijking van het grondwater hoofdzakelijk kan worden toegeschreven aan de verwerking van calciëet, moet er vanuit worden gegaan dat Ca^{2+} en $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{CO}_3^0$ in equivalente hoeveelheden in het grondwater voorkomen. Uit tabel 3 blijkt dat dit voor de oppervlaktewatermonsters in de voorjaarsperiode bij benadering wel klopt. Echter in deze zomerperiode is een overschot aan carbonaten aanwezig. Dit betekent dat er een tweede bron voor de carbonaten in het systeem aanwezig is. In dit geval kan dat slechts CO_2 zijn afkomstig van afbraak door micro-organismen van organische stof. Ook de verlaagde $[\text{Ca}^{2+}]$ en EGV wijzen op enige menging met neerslagwater. Het interne neerslagoverschot wordt blijkbaar afgevoerd naar het oppervlaktewater.

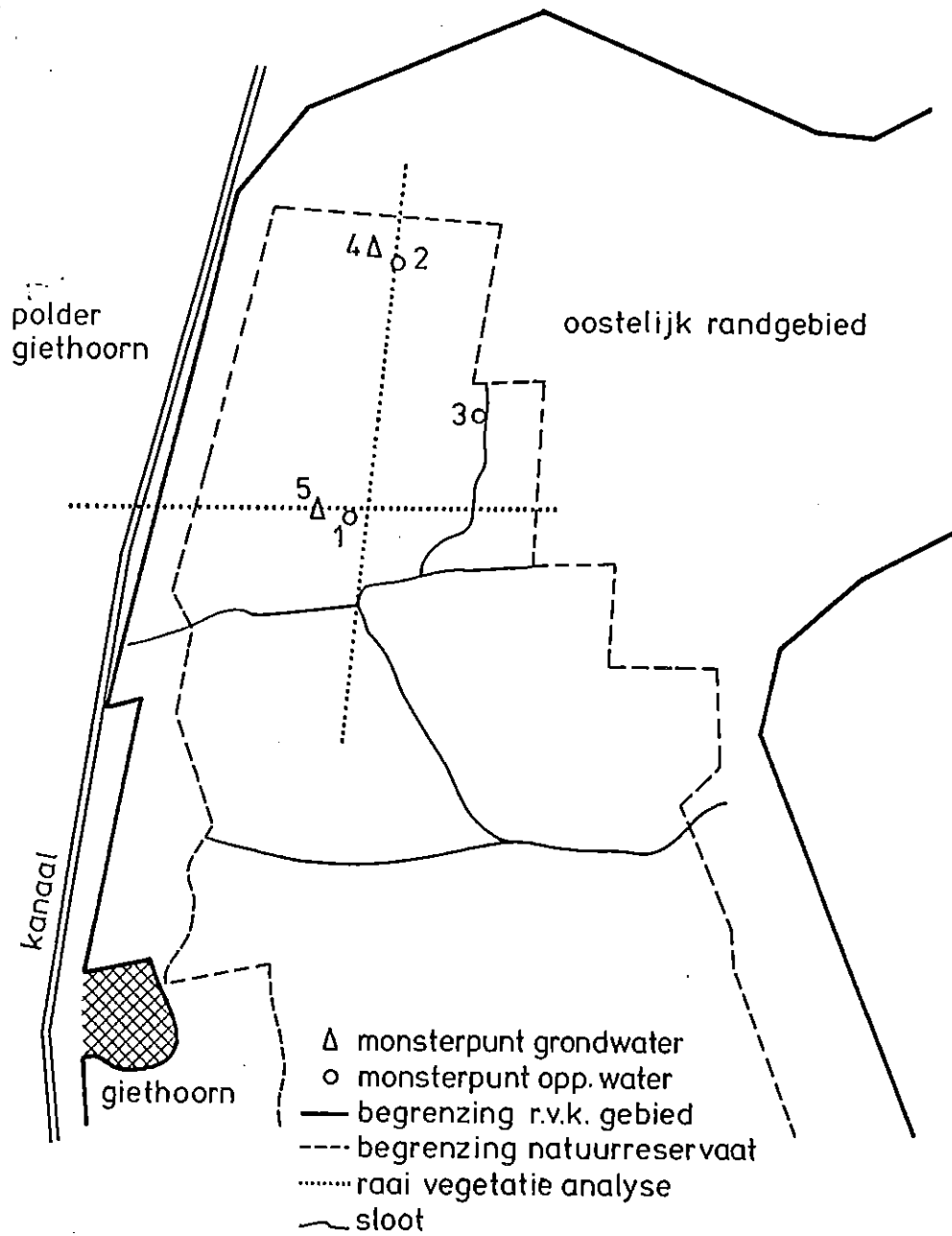


Fig. 3. Globale situatieschets van het studiegebied en de locatie van de watermonsters

Monsterpunt 2. Oppervlaktewater nabij grondwaterstandsbuis 5. Dit monsterpunt vertoont weinig verschil in voorjaar en zomer. Het water vertoont veel overeenkomst met monsterpunt 3 (zie tabel 2 en fig. 2) in de zomerperiode. Het water is in hoge mate gerijpt. Het lijkt waarschijnlijk dat op dit monsterpunt eveneens sprake is van 'schoon' boezemwater, dat afkomstig moet zijn uit de oostelijk gelegen polder (zie monsterpunt 3).

Het water van punt 2 is vermengd met neerslagwater waardoor het oorspronkelijk uitgeslagen water iets is verdund. Ook dit water is van goede kwaliteit en toont veel verwantschap met het 'Rheotrofe' water sensu Van Wirdum. Dergelijk Rheotroof water is een van de basis watertypen van waaruit een gradiënt situatie naar ombrotroof water kan ontstaan (VAN WIRDUM, 1979).

Monsterpunt 1. Oppervlaktewater nabij grondwaterbuis 13/14. In de voorjaarsperiode vertoont dit water eveneens veel overeenkomst met het eerdergenoemde schone boezemwater. Van de drie oppervlaktewatermonsters is dit punt het sterkst beïnvloed door neerslagwater, zoals uit de lage waarde van het EGV kan worden afgeleid.

In de zomerperiode is een aanzienlijke daling van de pH opgetreden, hetgeen het gevolg is van een sterke toename van CO_2 in het water. Ook hier zal microbiologische activiteit, oplossen van CO_2 in water en afvoer met het neerslagoverschot hebben plaatsgevonden. Het oppervlaktewater is door de infiltratie vanuit het aangrenzende veenpakket, verrijkt met CO_2 houdend water en heeft daardoor een meer agressief karakter verkregen (zie tabel 2).

Het water schuift typologisch op in de richting van het poikilotrofe punt sensu Van Wirdum (zie fig. 1 en 2).

Monsterpunt 4. Grondwater onttrokken aan de zandondergrond (peilbuis 5). Zeer opvallend is het agressieve karakter van dit water (50-60% H_2CO_3^0 , zie tabel 2).

Het grondwater is in aanzienlijke mate gerijpt. Zeer waarschijnlijk is grondwater bemonsterd dat een vrij lange verblijftijd heeft gehad en zijn oorsprong heeft ergens op het Drents plateau. Als zodanig zou er sprake kunnen zijn van 'kwelwater'. Het agressieve karakter is daarmee echter in tegenspraak. Uit tabel 3 kan worden afgeleid dat $[\text{Ca}^{2+}]$ en de som van $[\text{HCO}_3^-]$ en $[\text{H}_2\text{CO}_3^0]$ niet in equivalente hoeveelheden

Tabel 3. Balans tussen Ca^{2+} en de som van HCO_3^- en H_2CO_3^0
 voor de verschillende analyses

	meq Ca^{2+}		meq $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{CO}_3^0$
27 april 1983			
I	1,10	∞	1,17
II	1,75	∞	1,83
III	3,00	∞	2,69
IV	3,60	<i>cb</i>	4,28
V	2,05	<i>cb</i>	2,52
22 juli 1983			
I	0,75	<i>cb</i>	1,31
II	1,35	<i>cb</i>	2,71
III	2,35	<i>cb</i>	2,74
IV	3,35	<i>cb</i>	4,34
V	1,85	<i>cb</i>	5,46
Boezem	2,35	∞	2,38

voorkomen. Er is een overmaat aan carbonaten, waaruit moet worden afgeleid dat er een tweede bron van carbonaat aanwezig moet zijn: organische stof.

Door infiltratie van het grondwater wordt CO_2 (vrijkomend door afbraak van organische stof) naar de ondergrond getransporteerd. Het resultaat is een mengvorm tussen gerijpt kwelwater en recent geïnfil- treerd CO_2 houdend 'veen' water. Dat inderdaad sprake is van aërobe afbraak van organische stof wordt bevestigd door de hoge $[\text{SO}_4^-]$, dat (net als NH_4^+ en NO_3^-) afkomstig kan zijn van organische stof.

Monsterpunt 5. Ten aanzien van dit punt kan hetzelfde opgemerkt worden als bij punt 4. Een verschil is dat punt 5 slechts matig gerijpt grondwater heeft. De invloed van infiltratiewater uit het veen is sterker dan bij punt 4 wat kan worden afgeleid uit de lagere EGV_{25} waarden.

De hoge concentratie van Fe in monsterpunt 4 en 5 hangt waar- schijnlijk samen met de invloed van het infiltrerende 'zure' grond- water. Dit 'zure' water kan leiden tot mobiliteit van ijzer, dat onder minder zure omstandigheden weinig mobiel is.

4. CONCLUSIES

De oppervlaktewatermonsters vertonen allemaal eigenschappen die grote gelijkenis hebben met boezemwater. Deze gelijkenis is het sterkst bij monsterpunt 3.

Het boezemwater is over het algemeen van een goede kwaliteit en heeft eigenschappen waaruit kan worden afgeleid dat het hoofdzakelijk bestaat uit kwelwater.

De grondwatermonsters bestaan uit een menging van redelijk gerijpt grondwater en recent geïnfiltreerd 'veen' water, waaruit kan worden afgeleid dat aanzienlijke infiltratie van neerslagwater naar de ondergrond plaats vindt.

Gebaseerd op de waterkwaliteitsanalyses kan een conceptueel model van de hydrologische situatie worden samengesteld (fig. 4).

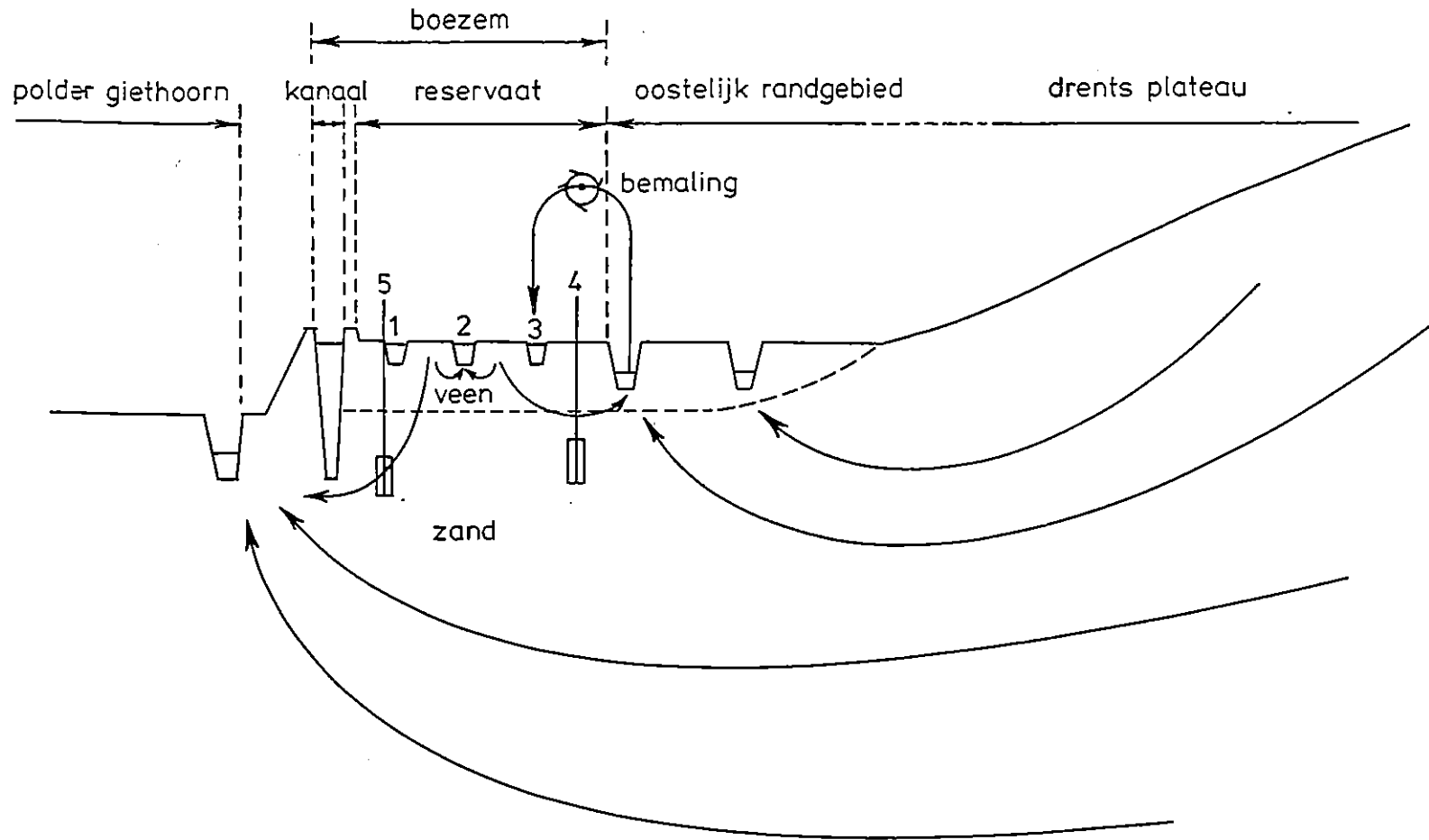


Fig. 4. Conceptueel model van de hydrologische situatie in het studiegebied gebaseerd op waterkwaliteitsanalyses

LITERATUUR

- JANSEN, J.M.L., 1983. Hydrologisch modelonderzoek in de ruilverkaveling Giethoorn-Wanneperveen. *Cultuurtechn. Tijdschr.* 23 (3).
- KEMMERS, R.H., 1983. De genese van lithogeen grondwater en de daarin optredende regionale verschillen. ICW nota 1482.
- WIRDUM, G. VAN, 1979. Dynamic aspects of trophic gradients in a mire complex. *Comm. Hydrol. Onderzoek TNO, Den Haag. Versl. en Meded.* 25.
- , 1980. Eenvoudige beschrijving van de waterkwaliteitsverandering gedurende de hydrologische kringloop ten behoeve van de natuurbescherming. *Comm. Hydrol. Onderzoek TNO, Den Haag, Rapporten en nota's nr 5.*