

NOTA 810

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA
Wageningen Universiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

CHEMISCHE EN FYSISCHЕ SAMENSTELLING
VAN GROND- EN OPPERVLAKTEWATER
IN ENKELE GEBIEDEN

ing. H.P. Oosterom en ir. J.H.A.M. Steenvoorden

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.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
CHICAGO, ILLINOIS
1962

1962

1962

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. GEBIEDSBESCHRIJVING	3
3. ANALYSES EN BEMONSTERING	11
3.1. Analyses	11
3.2. Bemonstering	13
3.3. Omrekeningsfactoren	14
4. RESULTATEN EN CONCLUSIES	15
4.1. BOD ₅ ²⁰ , COD en KMnO ₄ -verbruik	15
4.2. Zuurstofhuishouding en temperatuur	20
4.3. Stikstofverbindingen	23
4.4. Fosfaat	34
4.5. Calcium, magnesium, bicarbonaat, pH	40
4.6. Natrium en chloride	48
4.7. Kalium	54
4.8. Sulfaat	57
4.9. Totaal-ijzer	61
4.10. Mangaan	63
4.11. Geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte	64
5. SAMENVATTING	71
LITERATUUR	78
BIJLAGEN	79

Handwritten scribbles and marks at the top of the page.

Handwritten text, possibly a title or header, consisting of several lines.

Main body of handwritten text, appearing as a list or series of entries.

Small handwritten mark or symbol on the right margin.

Small handwritten mark or symbol on the right margin.

1. INLEIDING

Een belangrijk facet van de milieuverontreiniging is de watervervuiling, met name die van oppervlaktewater. In vele gevallen fungeert het van oorsprong schone oppervlaktewater als ontvanger van vuil. De vuilaanvoer kan een zodanige omvang hebben, dat de biologische zelfreiniging wordt overbelast, waardoor zij niet meer of niet voldoende functioneert. Zuurstofarm, stinkend water is het gevolg.

Behalve deze *p r i m a i r e* vervuiling kunnen door de toevoer van mineralen massale algenpopulaties ontstaan, de zogenaamde 'algenbloei', die vroeg of laat massaal afsterven. Deze *s e c u n d a i r e* vervuiling leidt hierdoor tot rotting, vissterfte, smaakbederf etc.

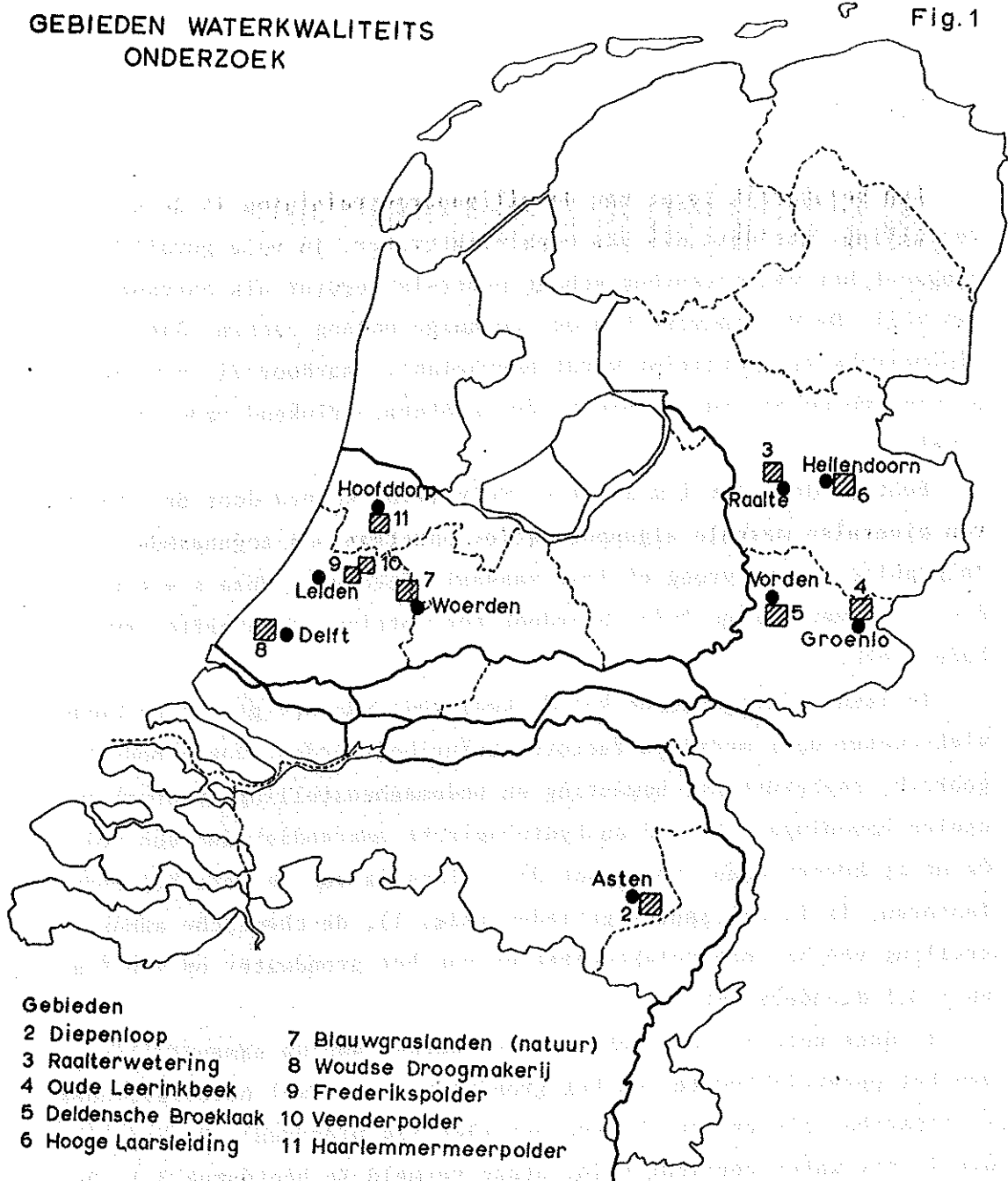
In landelijke gebieden kan de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater door meerdere factoren beïnvloed worden, zoals bodemgebruik, veebezetting, bemesting en bodemsamenstelling. Daarnaast spelen bewoningsdichtheid en hydrologische omstandigheden een rol. Om na te kunnen gaan, hoe groot de invloed is van de verschillende factoren, is in een aantal gebieden (fig. 1), de chemische samenstelling van het oppervlaktewater en van het grondwater op $\pm 0,5$ m en $\pm 2,5$ m onderzocht.

In deze nota zal aandacht besteed worden aan de samenstelling van het oppervlaktewater en het grondwater van zowel natuurgebieden (4 plaatsen) als van agrarische percelen (26 plaatsen). De bepalingen die in het water verricht zijn, staan vermeld in hoofdstuk 3.1. De resultaten hebben betrekking op de periode oktober 1971 tot oktober 1972.

Waternet
 Waterkwaliteit
 (Rijkswaterstaat & Provincie)
 2008

GEBIEDEN WATERKwalITEITS ONDERZOEK

Fig.1



2. GEBIEDSBESCHRIJVING

Van elk onderzocht gebied zullen kort de karakteristieken worden vermeld.

Voor informatie over de bodemkundige samenstelling is gebruik gemaakt van de bodemkaart van Nederland (STIBOKA). Aangezien deze slechts gegevens verstrekt over de bovenste 1,20 m van de bodem, is voor informatie over de samenstelling op grotere diepte gebruik gemaakt van de resultaten van boringen die zijn uitgevoerd ten behoeve van het hydrologisch onderzoek van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding. De diepte van deze boringen varieerde van 2 tot 5 m beneden maaiveld. In drie van de negen gebieden is ook onderzoek gedaan naar de grondwatersamenstelling van in deze gebieden gelegen natuurterreinen. Op de bodemkundige samenstelling van de natuurterreinen zal apart worden ingegaan.

Het bodemkundig gebruik kon worden vastgesteld door medewerking van de Stichting Uitvoering Landbouwmaatregelen (St. ULM). Op grond van de gegevens van de metelling 1971 is voor de verschillende gebieden nagegaan hoe het bodemgebruik is verdeeld over grasland, bouwland, tuinbouw en natuurterrein en hoe groot de gemiddelde veebezetting is. Om de veebezetting van de gebieden onderling te kunnen vergelijken is de veebezetting van de verschillende diersoorten uitgedrukt in dezelfde eenheid, namelijk de voeder-grootvee-eenheid (v.g.e.) (KOLENBRANDER en DE LA LANDE CREMER, 1967).

De bewoningsdichtheid is berekend uit het aantal woningen in het gebied en de gemiddelde gezinssamenstelling in Nederland, die 3,5 inwoner bedraagt.

De gegevens over bewoningsdichtheid, gebiedsoppervlakte en grondgebruik zijn vermeld in tabel 1, de veebezetting per diersoort is weergegeven in tabel 2, terwijl de omvang van de agrarische activiteiten in de onderzochte beekgebieden naar voren komen uit de N-, P- en K-productie via de organische mest (tabel 3).

Tabel 1. Bewoningsdichtheid (inwoners·ha⁻¹), gebiedsoppervlakte (ha) en grondgebruik (%) van de onderzoeksgebieden

Gebieds nr.	Gebied	Bewoningsdichtheid	Oppervlakte		Grondgebruik			
			natuurgebied	agrar. gebied	grasl.	bouwl.	glas-tuinb.	tuinb. volle grond
	<u>Zandgebieden:</u>							
2	Diepenloop (N.Br.)	0,28	279	1521	74	22	0,5	3,5
3	Raalter Wetering(Ov.)	0,27	-	1380	95	5	-	-
4	Oude Leerinkbeek (Gld.)	0,54	11	589	81	19	-	-
5	Deldensche Broeklaak(Gl.)	0,50	10	885	73	27	-	-
6	Hooge Laarsleiding(Ov.)	0,23	130	2486	90	10	-	-
	<u>Klei-veen-gebieden:</u>							
7	Blauwgraslanden langs de Meije (U)	0	20	-	-	-	-	-
8	Woudse Droogmakerij (Z.H.)	1,65	-	91	20	10	70	-
9	Frederikspolder (Z.H.)	0,20	-	68	100	-	-	-
10	Veenderpolder (Z.H.)	0,25	-	156	100	-	-	-
11	Haarl.meerpolder (N.H.)	0,09	-	160	-	100	-	-

Tabel 2. Veebezetting van de verschillende diersoorten in de onderzoeksgebieden in voeder-grootvee-eenheden per ha.

Gebieds nr.	Gebied	Totaal	Runderen	Kalveren	Varkens	Kippen	Overige
	<u>Zandgebieden:</u>						
2	Diepenloop(N.Br.)	6,9	1,9	0,2	4,1	0,7	-
3	Raalter Wetering(Ov.)	4,5	2,2	0,2	1,4	0,3	0,4
4	Oude Leerinkbeek (Gld.)	4,7	1,8	0,3	2,0	0,6	-
5	Deldensche Broeklaak(Gld.)	5,0	1,7	0,2	2,5	0,5	0,1
6	Hooge Laarsleiding(Ov.)	3,0	1,7	0,2	0,9	0,2	-
	<u>Klei-veen-gebieden:</u>						
7	Blauwgraslanden langs de Meije(U)	-	-	-	-	-	-
8	Woudse Droogm.(ZH)	1,9	1,2	-	0,1	0,6	-
9	Frederiksp.(ZH)	2,4	2,1	-	0,2	-	0,1
10	Veenderpolder(ZH)	2,7	2,4	-	0,3	-	-
11	Haarl.meerp.(NH)	-	-	-	-	-	-

Tabel 3. Totale N-, P- en K-productie (inclusief productie van rundvee in weideperiode) door de veestapel in een aantal beekgebieden in kg per ha. (Berekend volgens de normen van het consultantschap I.A.D. voor Bodemaangelegenheden te Wageningen d.d. januari 1974)

Gebieds nr.	Gebied	N	P	K	P ₂ O ₅	K ₂ O
2	Diepenloop (N.Br.)	387	105	271	242	327
3	Raalter Wetering (Ov.)	267	62	219	143	265
4	Oude Leerinkbeek (Gld.)	278	74	211	169	254
5	Deldensche Broeklaak(Gld.)	282	75	208	172	251
6	Hooge Laarsleiding (Ov.)	194	43	164	99	197

Gegevens over de hydrologie van de gebieden zijn verkregen uit onderzoekingen van de afdeling Hydrologie van het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding te Wageningen (BON, 1973).

Het stroomgebied van de Diepenloop in de omgeving van Asten (N.Br.) is aan het eind van de vorige eeuw grotendeels ontgonnen. Daarvoor bestond het gebied uit moerassen en bossen. De afzettingen die aan de oppervlakte komen bestaan voornamelijk uit leemarm tot lemig dekzand met een humeuze bovengrond, die plaatselijk veendelen bevat. Slechts een gering percentage van de oppervlakte wordt ingenomen door beekafzettingen en veengrond. Dieper dan 1,20 m beneden maaiveld bestaat de bodem uit grof en fijn zand, dat veenresten of leem kan bevatten. Het gebied heeft een oppervlakte van circa 1800 ha, waarvan ongeveer 280 ha door bos wordt ingenomen. Van het agrarisch gebied is circa 75% in gebruik als grasland, terwijl de rest voornamelijk als bouwland wordt geëxploiteerd. De ondergrond van het bos bestaat tot op 5 m diepte uit fijn dekzand en gaat daarna over in grof zand. Als gevolg van het grote aantal varkensmesterijen, die in dit gebied voorkomen, is de veebezetting hoog.

Het landschap in het gebied van de Raalter Wetering (Ov.) wordt gevormd door beekdalen, waartussen hoger gelegen dekzandruggen voorkomen. De dikte van deze dekzandlagen varieert van minder dan 1 m tot meer dan 4 m (BON, 1972). In ongeveer de helft van het gebied komen in de bovengrond beekafzettingen voor met een dikte variërend van 10 tot 40 cm en een lutumgehalte van meer dan 8%, de rest van het gebied bestaat uit oude bouwlanden op zand. Op grotere diepte is fijn zand, grof zand en fijn grind aangetroffen. Het zand in dit gebied is lemig. De afvoer van de Raalter Wetering reageert vrij snel op de neerslag (BON, 1972). Het gebied heeft een oppervlakte van circa 1380 ha, die volledig in agrarisch gebruik zijn.

In dit gebied is circa 95% in gebruik als grasland. Naast de rundveehouderij komen veel varkensmesterijen voor.

In het gebied van de Oude Leerinkbeek bij Groenlo (Gld.) bestaat ongeveer 40% van de bovengrond uit rivierkleigronden met een dikte van 40 tot 120 cm en een lutumgehalte van 8-25%. In de rest van het gebied komt zand voor, dat leemhoudend kan zijn. Het leemgehalte varieert van 10 tot 25%. Dieper dan 1,20 m beneden maaiveld bestaat

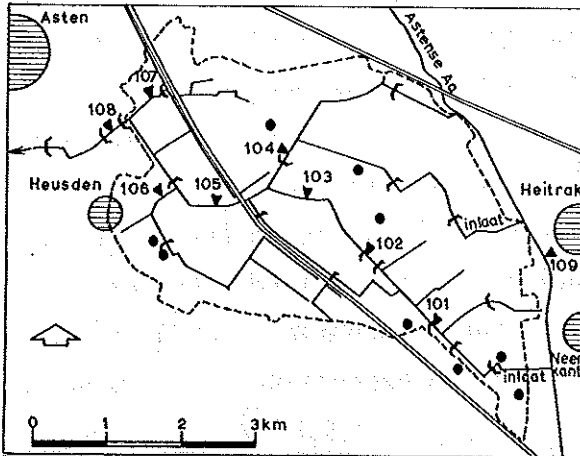
de bodem uit fijn zand, dat leemhoudend kan zijn, en grof zand. In dit gebied ter grootte van circa 600 ha komt een natuurterrein voor met een oppervlakte van 11 ha, waarvan de begroeiing bestaat uit loofhout. De ondergrond bestaat hier tot 4,5 m diepte uit matig fijn zand, terwijl op circa 0,5 m diepte een oerlaag van 10 cm dikte wordt aangetroffen. Van het agrarisch gebied is circa 81% in gebruik als grasland, terwijl de overige grond geëxploiteerd wordt als bouwland. De hoge veebezetting wordt voornamelijk veroorzaakt door de varkensmesterijen. De aanwezigheid van klei in de bovengrond van een groot deel van het gebied is er de oorzaak van dat bij hoge neerslagintensiteiten oppervlakte afstroming kan optreden.

Het stroomgebied van de Deldensche Broeklaak bij Hengelo (Gld) heeft een oppervlakte van circa 895 ha. De bovengrond bestaat voor 80% uit oude rivierklei, waarvan de laagdikte varieert van 40 tot 80 cm, terwijl het lutumgehalte circa 25% bedraagt. Onder de kleilaag komen overgangen voor van zand naar sterk kleiig zand. De resterende 20% van de bovengrond in het gebied bestaat uit de hoge oude bouwlanden. Op diepten groter dan 1,20 m beneden maaiveld is vrijwel uitsluitend grof zand aangetroffen. Ongeveer 73% van de grond is in gebruik als grasland, de resterende grond is in gebruik als bouwland. Evenals in de voorgaande gebieden is de varkensmesterij een belangrijk middel van bestaan en is de veebezetting daardoor hoog.

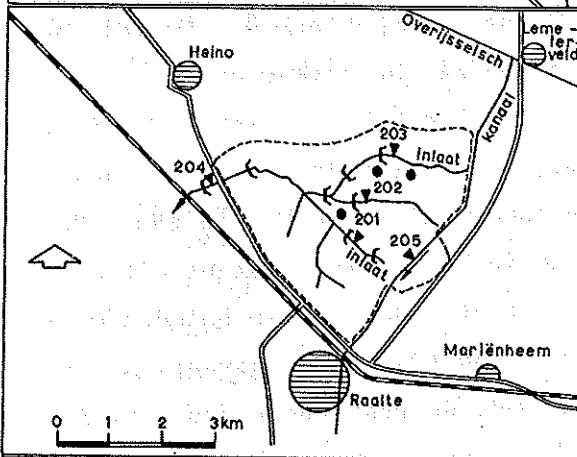
In het bij Nijverdal gelegen stroomgebied van de Hooge Laarsleiding is de bodemkundige samenstelling grillig. Ongeveer 60% van de bovengrond bestaat uit zeer arm niet lemig tot sterk lemig fijn zand. De resterende 40% wordt ingenomen door jonge dalgronden, niet of gedeeltelijk afgeveend hoogveen, venige beekdalgronden en oude bouwlanden. Dieper dan 1,20 m beneden maaiveld wordt voornamelijk grof zand aangetroffen met plaatselijk een weinig fijn grind. Het gebied heeft een oppervlakte van circa 2616 ha, waarvan 130 ha gelegen is in een natuurgebied waarvan de bovengrond bestaat uit hoogveen met een dikte van 75 cm. Dieper dan 75 cm komt hier grof zand voor, dat tussen 3 en 4,5 m diepte veenresten bevat. Ongeveer 90% van het

Fig. 2^a

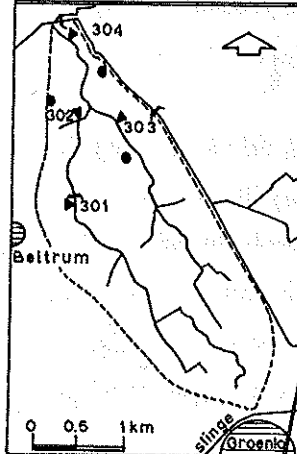
2 Stroomgebied van de Diepenloop (w.s. v/d Aa)



3 Stroomgebied van de Raalterwetering (w.s. Salland)

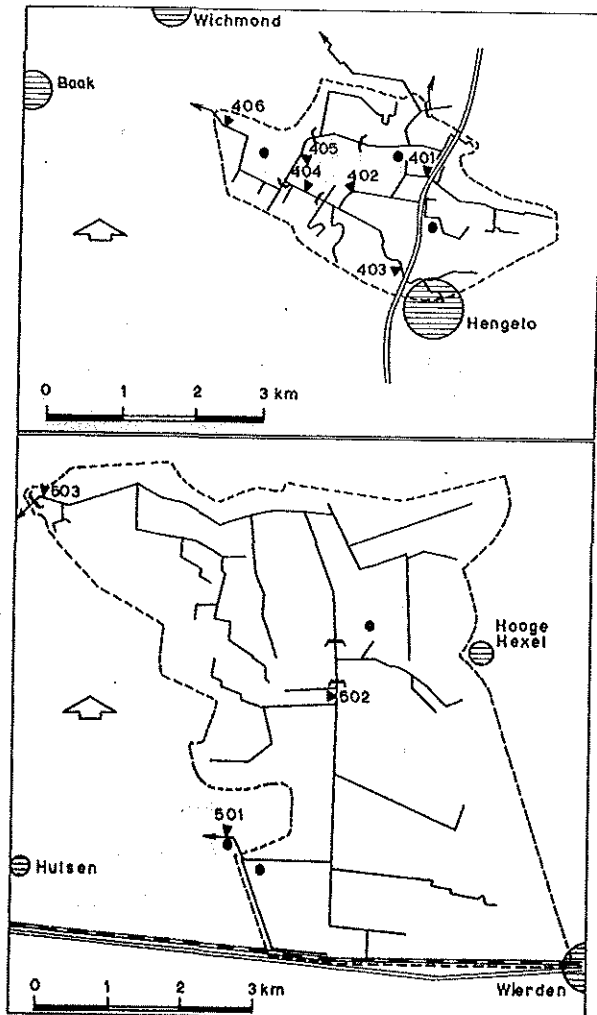


4 Stroomgebied van de Oude Leerinkbeek (w.s. v.d. Berkel)



- Rivier, beek, leiding
- - - - - grens onderzoeksgebied
- 106 ▽ monsterpunt oppervlaktewater
- monsterpunt grondwater
- spoorbaan
- rijks- en prov. weg
- ⊙ bebouwde kom

Fig. 2^b



5 Stroomgebied van de Deldensche Broeklaak e.a. (w.s. v.d. Baakse beek)

6 Stroomgebied van de Hooge Laarleiding (w.s. Regge en Dinkel)

- Rivier, beek, leiding
- - - - - grens onderzoeksgebied
- 401 ▼ monsterpunt oppervlaktewater
- monsterpunt grondwater
- spoor baan
- rijks- en prov. weg
- ⊙ bebouwde kom

agrarisch gebied is in gebruik als grasland, 10% is in gebruik als bouwland. De totale veebezetting in dit gebied is 3 v.g.e. ha⁻¹.

De vijf hiervoor beschreven gebieden hebben gemeenschappelijk dat de ondergrond voor een belangrijk deel uit zand bestaat. In deze nota zullen deze gebieden daarom korthedshalve zandgebieden worden genoemd. (Fig. 2a en b).

Ten zuidwesten van Delft ligt de Woudse Droogmakerij. Ongeveer 70% van de bovengrond bestaat uit zware klei met een dikte tot 50 cm. De ondergrond wisselt vrij sterk van samenstelling en wordt gevormd door zand, klei of veen. De resterende 30% van de bovengrond heeft een klei-op-veen profiel. Tussen 1,20 m en 4 m beneden maaiveld is fijn zand met klei en veen aangetroffen. De oppervlakte van de polder is 91 ha, waarvan 70% in gebruik is voor glastuinbouw, 20% als grasland en 10% als bouwland. Door het intensievere bodemgebruik tengevolge van de glastuinbouw is de bewoningsdichtheid hoog. In deze polder bedraagt de kwel minder dan 0,1 mm. etm.⁻¹ (WIT, 1973).

De Frederikspolder is gelegen in de gemeente Hoogmade (Z.H.). Enkele tientallen jaren geleden is het toenmalige boezemland ingedijkt en ontwaterd. De bodem bestaat tot 0,85 m uit verweerd bosveen, vervolgens, na een overgang van broekveen, uit zeggeveen (mesotroof) tot 2,40 m, waarna entroof-brak veen (rietveen) wordt aangetroffen, dat na 3 m overgaat in venige klei. De polder is 86 ha groot en geheel in gebruik als grasland. De maaiveldshoogte is 1,80 m -N.A.P. met een drooglegging van 0,50 m. De wegzijging is minder dan 0,1 mm.etm.⁻¹. (WIT, 1973).

De bovengrond van de Veenderpolder, gelegen nabij Hoogmade (Z.H.) is gekarakteriseerd als koopveengrond op zavel of klei. De ondergrond van zavel of klei begint op een diepte, die varieert van 0,5 tot 2 m beneden maaiveld. De Veenderpolder heeft een oppervlakte van 156 ha en is geheel als grasland in gebruik. De veebezetting is normaal. In deze polder is de kwel minder dan 0,1 mm.etm.⁻¹ (WIT, 1973). Hoogteligging van het maaiveld is 4 m -N.A.P. met een drooglegging van + 0,50 m.

In de Haarlemmermeerpolder is onderzoek gedaan bij drie akkerbouwbedrijven met elk een oppervlakte van 80 ha. De bovenste 1,20 m

bestaat uit oude zeeklei of zavel. Op grotere diepte gaat de zeeklei of zavel plaatselijk over in zand, terwijl op 5 m beneden maaiveld samengeperst veen is aangetroffen. In dit deel van de Haarlemmermeer bedraagt de kwel circa $0,64 \text{ mm. etm.}^{-1}$ (WIT, 1973). De hoogteligging van het maaiveld is 4,50 m-N.A.P.

De blauwgraslanden langs de Meije bij Zegveld vormen een natuurterrein, dat ressorteert onder Staatsbosbeheer. Het grasland wordt niet bemest en er vindt geen beweiding plaats. De percelen worden wel gehooïd. De bodem bestaat uit mesotroof broekveen tot 2 m-m.v. en vervolgens eutroof bosveen. Er vindt een wegzijging plaats ter grootte van circa $0,35 \text{ mm etm.}^{-1}$ (WIT, 1973).

De droogmakerij, de polders en de blauwgraslanden hebben gemeenschappelijk dat de bodem voor een belangrijk deel uit klei en/of veen bestaat. In deze nota zullen deze gebieden daarom de klei-veen-gebieden worden genoemd.

In de zandgebieden wordt het toiletspoelwater meestal via een septic-tank afgevoerd, terwijl het overige afvalwater op kleine slootjes wordt geloosd. In de klei-veengebieden wordt al het afvalwater direct op het oppervlaktewater geloosd.

3. ANALYSES EN BEMONSTERING

3.1. A n a l y s e s

Door het Waterleidinglaboratorium Oost-Gelderland (W.O.G.) te Doetinchem zijn ten behoeve van het onderzoek de volgende bepalingen verricht:

	Oppervlaktewater		Grondwater
	niet gefiltreerd	gefiltreerd	gefiltreerd
BOD ₅ ²⁰	+		
COD	+		
KMnO ₄	+		+

	Oppervlaktewater		Grondwater
	niet gefiltreerd	gefiltreerd	gefiltreerd
NO ₃	+		+
NO ₂	+		+
NH ₄ ⁺	+	+	+
NH ₄ -albuminoïd	+	+	+
N-tot (Kjeldahl)	+	+	+
ortho-P	+	+	+
tot-P	+	+	+
Ca	+		+
Mg	+		+
Na	+		+
K	+		+
HCO ₃	+		+
SO ₄	+		+
Cl	+		+
Fe (totaal)	+		+
Mn			+
O ₂ -geh.	+		+
geleidingsvermogen (20°C)	+		+
hardheid totaal	+		+
Bicarbonaat-hardh.	+		+
pH	+		+
zwevende stof	+		

De bepalingen zijn uitgevoerd volgens de normen van het Nederlands Normalisatie Instituut: NEN 3235 en NEN 1056.

Door het I.C.W. zijn tijdens de monsternamen de temperatuur van het water, het waterpeil casu quo grondwaterstand opgenomen.

3.2. B e m o n s t e r i n g

De bemonsteringspunten van het oppervlaktewater in de polders zijn allen gelegen in de nabijheid van gemalen. In de onderzochte beekgebieden is bemonsterd in het meest stroomafwaarts gelegen leidingvak (fig. 2 en 3). In sommige gebieden is ook in hoger gelegen leidingvakken, regelmatig bemonsterd. In de natuurgebieden was het niet mogelijk om oppervlaktewater te bemonsteren. In de agrarische gebieden is het oppervlaktewater 1 x in de 4 weken bemonsterd.

Het grondwater is op circa 0,5 m en 2,5 m diepte onder het grondwaterpeil onderzocht. In 4 natuurterreinen: een bosgebied bij de Diepenloop, een heidegebied bij de Hooge Laarsleiding, een bosgebied bij de Oude Leerinkbeek en de blauwgraslanden bij Zegveld, is het grondwater op 1 plaats onderzocht. De landbouwkundige percelen zijn totaal op 24 plaatsen onderzocht, 6 hiervan lagen in polders. De keuze van de percelen is over het algemeen willekeurig geweest. Alleen in het stroomgebied van de Diepenloop zijn onder andere een aantal percelen in het onderzoek opgenomen, waarvan bekend was dat overbemesting plaats vond. De buizen zijn éénmaal in het najaar van 1971 en éénmaal in het voorjaar van 1972 bemonsterd. Het blauwgrasland is pas in een later stadium opgenomen, zodat daar alleen de voorjaarsbemonstering is uitgevoerd. De monsterbuizen zijn aan de onderkant voorzien van een spleetfilter met een lengte van 0,50 m. Voor bemonstering zijn de buizen doorgespoeld.

De monsters zijn in het veld niet-gefiltreerd. Dit geldt voor zowel het grondwater als het oppervlaktewater. Bij aankomst in het laboratorium is het grondwater gefiltreerd. Een gedeelte van de monsters is ter plaatse aangezurd met 1,5 ml gec. zwavelzuur (18 N) per liter voor de ijzer- en stikstof bepalingen. Het overige monsterwater werd gekoeld naar het laboratorium gebracht en zo snel mogelijk in behandeling genomen. Vrijwel alle bepalingen zijn in de gekoelde monsters verricht. Voor het zurstofmonster werd het geijkte glazen zuurstofflesje van 250 ml inhoud gebruikt. Het flesje werd voorzien van een dompelpijpje en daarna \pm 10 cm onder het wateroppervlak gehouden.

3.3. Omrekeningsfactoren

Een inzicht in de bijdrage van de verschillende ionen aan de ionensamenstelling van het water wordt verkregen door omrekening van mg. naar milli-equivalent. De herleidingsfactor, de reciproke waarde van het meq. gewicht, is voor de meest voorkomende ionen weergegeven in tabel 4 (HEM).

Tabel 4. Omrekeningsfactoren (mg naar meq) van de meest voorkomende ionen

Kationen	Factor (mg → meq)	Anionen	Factor (mg → meq)
Na	0,04350	Cl	0,02821
K	0,02557	SO ₄	0,02082
Ca	0,04990	HCO ₃	0,01639
Mg	0,08226	CO ₃	0,03333
NH ₄	0,05544	NO ₃	0,01613
Fe ²⁺	0,03581	PO ₄	0,03159
Fe ³⁺	0,05372		
Mn ²⁺	0,03640		

Om het stikstofaandeel van de diverse stikstofverbindingen onderling te kunnen vergelijken is het noodzakelijk om de verbindingen in zuivere stikstof (mg.N.l^{-1}) weer te geven. Voor de fosforverbindingen is het aantal mg.P.l^{-1} een duidelijke maatstaf. Voor de omrekening naar mgN en mgP zijn de factoren gebruikt die in tabel 5 staan vermeld.

Tabel 5a en 5b. Omrekeningsfactoren voor stikstof en fosfaat

a)	N	NO ₃	NO ₂	NH ₄
N	1,000	4,428	3,286	1,286
NO ₃	0,226	1,000	0,742	0,290
NO ₂	0,304	1,349	1,000	0,391
NH ₄	0,778	3,444	2,555	1,000

b)	P	PO ₄	P ₂ O ₅
P	1,000	3,065	2,290
PO ₄	0,326	1,000	0,747
P ₂ O ₅	0,437	1,338	1,000

4. RESULTATEN EN CONCLUSIES

4.1. BOD₅²⁰, COD en KMnO₄-verbruik

Het KMnO₄-verbruik is zowel in grond- en oppervlaktewater bepaald, de BOD en COD uitsluitend in oppervlaktewater.

Oppervlaktewater BOD₅²⁰

Het oppervlaktewater in de z a n d g e b i e d e n heeft een gemiddelde BOD₅-waarde variërend van 2 - 7 mgO₂.l⁻¹ (bijlage 1 en 3). De hoogste gemiddelde waarde is gemeten in de Diepenloop (gem. 7 mg. O₂.l⁻¹). In het eerste leidingvak (m.p. 101) kan het water verontreinigd zijn door lozingen (fig. 2). De gemiddelde BOD₅-waarde is daar 9 mg.O₂.l⁻¹ met als maximale waarde 27 mg.O₂.l⁻¹. De Deldensche Broeklaak, die door een gebied met sterke kwelverschijnselen loopt, voert water af met een lage BOD₅ (gem. 2 mg.O₂.l⁻¹).

In de k l e i - v e e n g e b i e d e n liggen de gehalten hoger dan in de zandgebieden (bijlage 1 en 3) met name in de veengraslandpolders Frederikspolder en Veenderpolder, waar de gemiddelde BOD₅-waarden respectievelijk 10 en 11 mg.O₂.l⁻¹ zijn. In de Woudse Droogmakerij is de gemiddelde BOD₅-waarde 8 mg O₂.l⁻¹ en in de Haarlemmer-

meerpolder $4 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$. De waarden in de zomer liggen over het algemeen lager, waarschijnlijk als gevolg van de inlaat van water. In de onderbemalingen van de Haarlemmermeer wordt geen water ingelaten, in de zomermaanden trad daar een verslechtering op.

Oppervlaktewater COD

De gemiddelde COD-waarde in de z a n d g e b i e d e n varieert van $12\text{-}63 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ (bijlage 1 en 3) respectievelijk in de Deldensche Broeklaak en Diepenloop. In de k l e i - v e e n - g e b i e d e n liggen de waarden hoger. De laagste waarde, $47 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ en de hoogste waarde, $136 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ zijn respectievelijk in de Haarlemmermeerpolder en Frederikspolder gevonden. De verhouding COD/BOD in de klei-veengebieden is veelal groter dan in de zandgebieden (tabel 6). Bij de COD-bepaling worden ook de biologisch moeilijk afbreekbare stoffen, zoals humuszuren bepaald.

Tabel 6. COD/BOD- en KMnO_4/BOD -verhouding in het oppervlaktewater

Gebiedsnr.	Gebied	COD/BOD	KMnO_4/BOD
	<u>Zandgebieden</u>		
2	Diepenloop	9,0	4,0
3	Raalter Wetering	6,7	2,7
4	Oude Leerinkbeek	13,0	5,5
5	Deldensche Broeklaak	6,0	2,5
6	Hooge Laarsleiding	8,8	4,3
	Gemiddeld	8,7	3,8
	<u>Klei-veen-gebieden</u>		
8	Woudse Droogmakerij	12,6	4,3
9	Frederikspolder	13,6	5,4
10	Veenderpolder	9,9	3,9
11	Haarlemmerm.polder	11,8	3,8
	Gemiddeld	12,0	4,4
	Totale gemiddelde	10,2	4,0

Grondwater KMnO_4

Het gemiddelde KMnO_4 -verbruik van het grondwater van de 2 bemonsteringen varieert in de zandgebieden van 5 tot 17 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ (bijlage 1A en 3). Opvallend is, dat er nauwelijks verschillen aanwezig zijn tussen de gemiddelde waarde van het grondwater op 0,5 m en op 2,5 m. De verschillen, die van plaats tot plaats kunnen optreden, moeten worden toegeschreven aan verschillen in hoeveelheid, soort en aard van de organische stof in het bodemmateriaal. In tabel 7 worden enkele profielen gegeven en het daarbij behorende KMnO_4 -verbruik in het grondwater, gemiddeld over 0,5 m en 2,5 m onder het grondwaterpeil.

Het gemiddeld KMnO_4 verbruik in de kleiveengebieden varieert van 18 tot 179 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$. In de Haarlemmermeerpolder is op de twee diepten een duidelijk verschil aanwezig (bijlage 1B en 3), als gevolg van de aanwezigheid van veenresten op grotere diepte. In de Frederikspolder zijn hoge waarden gevonden, incidenteel 200 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ (gem. 175 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$). In het natuurgebied de Meije, dat uit mesotroof/eutroof-zoet veen is samengesteld, is het KMnO_4 -verbruik van het grondwater minder dan 50 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$. De verschillen, die ten aanzien van het KMnO_4 -verbruik in het grondwater tot uiting komen, moeten worden toegeschreven aan de hoeveelheid, de soort en de aard van de organische stof in de bodem.

Tabel 7. De invloed van de bodemsamenstelling op het KMnO_4 -verbruik ($\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$) van het grondwater

Profiel	I	II	III	IV	V	VI
Bovengrond	humeus	venig	venig	veen	veen	klei
Ondergrond	zand	zand	venig	(mesotroof) zoet	(eutroof) brak	klei
KMnO_4 -verbr.	5 à 10	+ 20	+ 40	+ 50	+ 175	+ 20

(zie pag. 35)

- Profiel I: Dekzandprofiel (Raalter Wetering)
 II: Ontginning van het Wierdense Veld (Hooge Laarsleiding)
 III: Ontginning in de Astense Peel (Diepenloop)
 IV: Blauwgraslanden bij Zegveld
 V: Frederikspolder
 VI: Haarlemmermeerpolder

Oppervlaktewater KMnO_4

Het gemiddelde KMnO_4 -verbruik van oppervlaktewater in de z a n d g e b i e d e n varieert van $5 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ in de Deldensche Broeklaak tot $28 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ in de Diepenloop (Bijlage 1 en 3). Ook de Raalter Wetering en Oude Leerinkbeek hebben een vrij laag KMnO_4 -verbruik. In het oppervlaktewater in de p o l d e r s zijn hogere gehalten aan organisch materiaal aangetroffen. In de Woudse Droogmakerij is het gemiddelde KMnO_4 -verbruik $35 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$, in de Frederikspolder $54 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$, in de Veenderpolder $43 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ en in de Haarlemmermeerpolder $15 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$. De laatste waarde komt overeen met wat in de zandgebieden gevonden is. De verhouding KMnO_4/BOD voor het oppervlaktewater is ongeveer 4 (tabel 7) en is voor de klei-veen- en de zandgebieden vrijwel gelijk.

Grond- en oppervlaktewater

Over het algemeen komt het KMnO_4 -verbruik van het oppervlaktewater in de klei-veen- en de zandgebieden zeer goed overeen met het KMnO_4 -verbruik van het grondwater in het betreffende gebied (fig. 3). De berekende regressielijn komt vrijwel overeen met de lijn $y = x$. De Frederikspolder wijkt hiervan echter sterk af, doordat de gehalten in het grondwater veel hoger liggen dan in het oppervlaktewater (bijlage 1B). Een uitzondering is eveneens het afwateringsgebied van de Diepenloop (gebied 2), waar als gevolg van incidentele lozingen het KMnO_4 -verbruik van het oppervlaktewater $11 \text{ à } 12 \text{ mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ hoger is dan het verbruik in het grondwater. Bij de berekening van de correlatie en de regressielijn zijn de hiervoor vermelde gebieden buiten beschouwing gelaten en is rekening gehouden met de richting van de grondwaterstroming. In de zandgebieden zijn de gegevens gebruikt

van het grondwater op 2,5 m onder de grondwaterspiegel, in de kwelgebieden van West Nederland die op 0,5 m. Uit andere gegevens (o.a.) chloride, bijlage 1) blijkt namelijk dat in de kwelgebieden het kwelwater van 2,5 m naar 0,5 m diepte nog een sterke verdunning ondergaat door het percolerend regenwater.

KMnO₄-verbruik oppervlaktewater

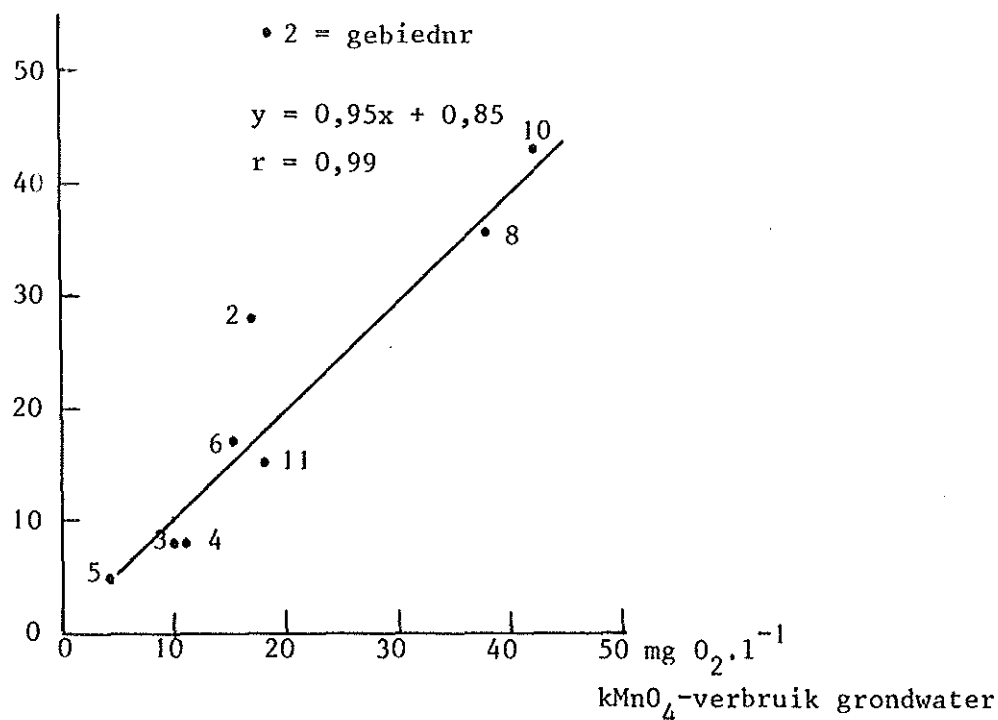


Fig. 3. Regressielijn en correlatie coëfficiënt (n) van het KMnO₄-verbruik van grond- (x) en oppervlaktewater (y)

Conclusies

1. Het gehalte aan organische stof in het grondwater is sterk afhankelijk van de hoeveelheid, de soort en de aard van de organische stof in het bodemmateriaal. Het KMnO₄-verbruik kan variëren van 5 mg.O₂.l⁻¹ in dekzand tot 175 mg.O₂.l⁻¹ in eutroof-brak veen (tabel 7).
2. Tussen het KMnO₄-verbruik in het grondwater (x) en het oppervlaktewater (y) bestaat over het algemeen een zeer goede correlatie (r = 0,99), indien rekening wordt gehouden met de verticale

stromingsrichting (kwel, wegzijging). De regressielijn is:

$$y = 0,95 x + 0,85.$$

3. In het gebied met een hoge veebezetting (gebied 2) ligt het KMnO_4 -verbruik van het oppervlaktewater 11 à 12 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ boven de gemiddelde waarde van het grondwater. Dit verschil zal voornamelijk veroorzaakt worden door incidentele directe lozingen. Omgerekend komt dit overeen met een lozing van circa 1% van de mestproductie van de mestkalveren en de mestvarkens (STEENVOORDEN en OOSTEROM, 1973).
4. De KMnO_4 /BOD verhouding van het oppervlaktewater verschilt weinig tussen zand- en klei-veengebieden, in tegenstelling tot de COD/BOD-verhouding (tabel 7). De COD lijkt daarom een betere indicatie te geven van de invloed van veen op het organische stofgehalte van het oppervlaktewater dan het KMnO_4 -verbruik.

4.2. Z u u r s t o f h u i s h o u d i n g e n t e m p e r a t u u r

Grondwater

De zuurstofgehalten en temperatuur (winter/zomer) staan vermeld in bijlage 1 (tabel) en bijlage 4 (figuur). In bijlage 4 is alleen de temperatuur van het grondwater in de zandgebieden weergegeven. In de klei-veengebieden was het om technische redenen niet mogelijk om de temperatuur te meten.

Het zuurstofgehalte in het grondwater is over het algemeen laag, zowel bij de natuurterreinen als bij de agrarische percelen. Het gemiddelde gehalte op 0,5 m beneden grondwaterniveau varieert van 2,1 tot 0,4 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$ en op 2,5 m van 0,6 tot 0,1 $\text{mg} \cdot \text{O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$.

In het grondwater op 0,5 m is de temperatuur in de winterseizoenen veelal enkele graden lager dan in de zomer. De temperatuurverschillen op 2,5 m in het grondwater zijn geringer, slechts enkele tienden graden. Het gemiddelde van de bemonsteringen op 0,5 m en 2,5 m zijn respectievelijk 9,1 en 9,7°C.

Oppervlaktewater

In bijlage 2 en 4 staan de zuurstofgehalten, zuurstofverzadigingspercentages en de temperatuur van het oppervlaktewater vermeld.

In de z a n d g e b i e d e n is het gemiddelde zuurstofgehalte in de wintermaanden niet minder dan $7 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, terwijl de verzadiging groter is dan 60%. Een uitzondering hierop vormt de Deldensche Broeklaak, waarschijnlijk tengevolge van de toevoer van O_2 -arm kwelwater. In de zomermaanden is het gemiddelde zuurstofgehalte in de gebieden groter dan $9 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, en de verzadiging 100% of meer. In de Deldensche Broeklaak is het gemiddelde O_2 -gehalte $7,6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ met een O_2 -verzadiging van 65%. In de zomermaanden beïnvloedt de fotosynthese het zuurstofgehalte. De zuurstof-verzadigingspercentages bereiken dan soms waarden van 200 en meer, hetgeen samen kan gaan met een pH-waarde van 8 en hoger (Diepenloop). Het tijdstip van monstername is daarbij van grote invloed op het zuurstofgehalte en het verzadigingspercentage. In tabel 8 staat het tijdstip van bemonstering van de hoofdpunten vermeld.

Tabel 8. Tijdstip van bemonstering van het oppervlaktewater in de onderzochte gebieden

Geb. nr.	Gebied	Tijdstip
2.	Diepenloop	\pm 14.00 uur
3.	Raalster Wetering	10.00 - 14.00 "
4.	Oude Leerinkbeek	\pm 14.00 "
5.	Deldensche Broeklaak	\pm 10.00 "
6.	Hooge Laarsleiding	10.00 - 14.00 "
8.	Woudse Droogmakerij	\pm 11.00 "
9.	Frederikspolder	\pm 12.00 "
10.	Veenderpolder	\pm 13.00 "
11.	Haarlemmermeerpolder	\pm 14.00 "

Het hoge zuurstofgehalte in de Hooge Laarsleiding in de wintermaanden is niet te verklaren.

Incidenteel kan een verzadiging optreden van 10% ($\pm 1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), zoals dit voorgekomen is in de Oude Leerinkbeek en Deldensche Broeklaak. In het eerstgenoemde gebied was duidelijk sprake van veront-

reiniging. De lage gehalten in de Deldensche Broeklaak worden vooral veroorzaakt door sterke kwel over de laatste 1,5 km van deze loop. De verzadiging is gemiddeld 30% lager ten opzichte van de andere beken (dit is ca. $2,5 \text{ mg. O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$). Door re-aëratie zal zuurstof aanreiking uit de atmosfeer plaatsvinden. De hoeveelheden zullen voor Nederlandse beken bij 20° C en een verzadigingsgraad van 60 à 80% $1,5 \text{ à } 2,5 \text{ g. O}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{etm.}^{-1}$ bedragen.

In de k l e i - v e e n - g e b i e d e n zijn de verschillen in gehalten en percentages veel grilliger. Lage zuurstofgehalten en verzadigingspercentages worden aangetroffen in de Woudse Droogmakerij en Frederikspolder. Hoge waarden worden aangetroffen in de Haarlemmermeerpolder en Veenderpolder. De oorzaak van deze verschillen kan zeer goed gelegen zijn in het tijdstip van bemonsteren (tabel 10). In de gebieden, die in de namiddag zijn bemonsterd komen de hoogste verzadigingswaarden voor. Een andere oorzaak in de Woudse Droogmakerij kan zijn de aanvoer van grote hoeveelheden zuurstof-arm drainwater uit de kassen ($\pm 400 \text{ à } 600 \text{ mm. jr}^{-1}$, $\pm 3 \text{ mg. O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$). In het polderwater was soms geen zuurstof aanwezig als gevolg van bedekking van het wateroppervlak met kroos. Door de aanwezigheid van kroos kan geen re-aëratie plaats hebben.

Conclusies

1. Het ondiepe grondwater van natuurterreinen en agrarische percelen is zuurstof-arm. Het zuurstofgehalte op 2,5 m beneden grondwater-niveau is in het algemeen kleiner dan $0,5 \text{ mg. l}^{-1}$.
2. Het zuurstofgehalte en de zuurstofverzadiging van het oppervlaktewater worden vooral in de zomerperiode beïnvloed door het tijdstip van bemonstering als gevolg van de fotosynthese processen. Hiermee kunnen de verschillen tussen de klei-veengebieden onderling voor een belangrijk deel worden verklaard.
3. Toevoer van zuurstofarm grond- of kwelwater kan zowel in de winter- als in de zomerperiode de zuurstofhuishouding van oppervlaktewater ongunstig beïnvloeden.
4. In glastuinbouwpolders kan toevoer van grote hoeveelheden zuurstof-arm drainwater mede de oorzaak zijn van lagere zuurstofgehalten in het oppervlaktewater.

5. In polderwater is soms geen zuurstof aanwezig als gevolg van bedekking van het wateroppervlak met kroos, waardoor geen re-aëratie plaats kan vinden.

4.3. Stikstofverbindingen

Grondwater

De gemiddelde stikstofgehalten staan vermeld in bijlage 1 (tabel) en 5 (figuur).

In de natuurgebieden wordt het stikstofgehalte vrijwel volledig bepaald door het anorganisch en organisch ammonium. Het voorkomen van nitraat is een zeldzaamheid. De nitraatgehalten zijn vrijwel altijd kleiner dan of gelijk aan $0,22 \text{ mg.N.l}^{-1}$ (dit is $1 \text{ mg.NO}_3.\text{l}^{-1}$). In tabel 9 staan de ammoniumgehalten weergegeven op 0,5 en 2,5 m in het grondwater. Duidelijk komt hierbij de invloed van organisch materiaal in het profiel naar voren.

Tabel 9. Ammonium (mg.N.l^{-1}) en chloridegehalten (mg.l^{-1}) op 0,5 m en 2,5 m in het grondwater van natuurgebieden

Profiel	Begroeiing	NH ₄ -anorganisch		NH ₄ -organisch		Chloride	
		0,5 m	2,5 m	0,5 m	2,5 m	0,5 m	2,5 m
dekzand	naaldhout	0,4	0,5	0,4	0,7	8	12
zand (lemig)	loofhout	0,4	0,4	0,4	0,5	19	17
hoogveen/zand	heide	1,0	2,2	0,4	1,0	9	10
mesotr./eutroof veen	blauwgrasl.	3,1	6,9	1,8	3,0	19	44

Het anorganisch-ammonium draagt in een zandprofiel 50% of meer bij aan het totale ammonium-gehalte. In een veen/zand profiel is het aandeel van het anorganisch ammonium \pm 75%. De toename op 2,5 m wordt mogelijk veroorzaakt doordat de stikstofuitspoeling per seizoen en per jaar sterk kan verschillen, waardoor dit kan leiden tot verschil in N-gehalten op verschillende diepten. Het verschil tussen de stikstof-

gehalten op 0,5 m en 2,5 m (tabel 9) in de zandgebieden wordt niet veroorzaakt door menging met grondwater uit landbouwgebieden, gezien de geringe verschillen in chloridegehalten.

Bij de agrarische percelen liggen de gehalten over het algemeen hoger op een enkele uitzondering na. Enkele onderzochte percelen in het stroomgebied van de Diepenloop, Raalter Wetering en Deldensche Broeklaak hadden in het bovenste grondwater nitraat gehalten van 8,8 tot 11,1 mg.N.l⁻¹ (dit is 40 tot 50 mg.NO₃l⁻¹).

Het nitriet gehalte heeft alleen betekenis voor het bovenste grondwater. De hoogst gemeten gehalten (0,17-0,21 mg.N.l⁻¹) gaan meestal samen met hoge nitraatgehalten.

Het anorganisch-ammoniumgehalte, varieert sterk van perceel tot perceel. In het gebied van de Diepenloop en Hooge Laarsleiding worden de hoogste waarden aangetroffen. De gehalten variëren in deze gebieden van 1,5-3,7 mg.N.l⁻¹. In de overige 3 gebieden variëren de gehalten van 0,04 tot 1,6 mg.N.l⁻¹. In het gebied van de Deldensche Broeklaak liggen de gehalten het laagst, variërend van 0,04 tot 0,4 mg.N.l⁻¹. De hoge gehalten in de eerste 2 gebieden, worden waarschijnlijk mede veroorzaakt door het bodemprofiel, zoals blijkt uit de gehalten in het hoogveennatuurgebied (tabel 9). Beide gebieden zijn grotendeels hoogveen moerassen geweest, die aan het eind van de vorige eeuw en begin van deze eeuw ontgonnen zijn. De bijdrage van het anorganisch ammonium aan het totaal-ammoniumgehalte (Kjeldahl) in minerale grond bedraagt + 30 à 50%. In de hoogveenontginningsgebieden is de bijdrage + 75%.

Om de invloed na te kunnen gaan van de bemesting op de stikstofgehalten van het grondwater zijn bemestingsgegevens vereist van het betreffende perceel over een aantal jaren. Over het algemeen zullen de verkregen gegevens weinig nauwkeurig zijn, terwijl men géén zekerheid heeft of de gegevens wel betrouwbaar zijn. Om inzicht te krijgen in de gevolgen van verschil in bemestingsniveau voor het grondwater is daarom het chloride-gehalte van het grondwater als hulpmiddel gekozen. Via de organische mest wordt namelijk ook een belangrijke hoeveelheid chloride toegevoerd. Het chloridegehalte varieert van circa 2^o/oo in rundvee- en varkensmest tot 3,5 à 4^o/oo in vaste kippenmest en gier

(Consulentschap I.A.D. voor bodemaangelegenheden). Omdat het ion niet betrokken is bij biochemische of chemische processen in het grondwater kan het in zandgebieden, waar neerslag en bemesting de enige chloridebronnen zijn, gebruikt worden als indicatie voor het bemestingsniveau.

Bij een indeling van de onderzochte agrarische percelen op zand op basis van de gemiddelde chloridegehalten blijkt, dat hogere stikstofgehalten over het algemeen samengaan met hogere chloridegehalten (tabel 10). De invloed van bemesting komt vooral naar voren uit de hogere nitraatgehalten op 0,5 m in het grondwater vergeleken met de natuurterreinen. Op 2,5 m is de nitraatconcentratie beduidend lager dan op 0,5 m, waarschijnlijk als gevolg van biochemische processen (o.a. denitrificatie). Bij 9 van de 17 onderzochte agrarische percelen is het totale stikstofgehalte op 2,5 m vergelijkbaar met het gemiddelde van de 3 natuurterreinen op zand (tabel 10).

In het gebied van de Diepenloop is gedurende 2 jaar op een relatief groot aantal plaatsen het grondwater bemonsterd. Dit biedt de mogelijkheid om, door berekening van correlatiecoëfficiënten tussen chloride en andere verbindingen, te onderzoeken welke de invloed is van bemesting op de gehalten van de verschillende verbindingen in het grondwater. Er kunnen geen hoge correlatiecoëfficiënten verwacht worden, omdat:

- 1) de samenstelling van de organische mest per bedrijf zal verschillen
- 2) de hoeveelheid kunstmest die gegeven wordt en de soort variëren kan
- 3) de gewassen de ionen in verschillende verhoudingen zullen opnemen en
- 4) het profiel per perceel kan variëren waardoor verschillen optreden in adsorptie, aëratie, N-levering, SO_4 -reductie, zuurgraad (bicarbonaat-koolzuurevenwicht), denitrificatie, enzovoort.

De correlatie is berekend tussen de gemiddelde analyse-resultaten per filter. Eén filter is buiten de berekening gelaten, omdat ongewoon hoge chloridegehalten (170 mg.l^{-1}) in het grondwater een vertekend beeld zouden hebben gegeven. De correlaties tussen de verschillende N-verbindingen en chloride is gering.

Tabel 10. Chemische analyse van het grondwater van natuurterreinen en van 'normaal' en 'relatief zwaar' bemeste agrarische percelen op zand (okt.'71 - okt.'72)

De agrarische percelen zijn ingedeeld op basis van het gemiddelde chloride gehalte (< en \geq 45 mg Cl⁻ per l.)

Bepaling	Natuur(zand)		Cl ⁻ <45 mg.l ⁻¹		Cl ⁻ \geq 45 mg.l ⁻¹	
	0,5 m	2,5 m	0,5 m	2,5 m	0,5 m	2,5 m
Cl (mg.l ⁻¹)	12	13	34	31	58	66
KMnO ₄ (mg.O ₂ .l ⁻¹)	12	12	11	12	14	12
NO ₃ -N (mg.N.l ⁻¹)	0,3	0,3	2,3	0,5	8,4	1,7
NO ₂ -N "	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,02
NH ₄ -N-anorg. "	0,6	1,1	0,8	0,9	1,6	3,4
NH ₄ -N-org. "	0,4	0,7	0,7	0,6	0,7	0,3
totaal-N "	1,3	2,1	3,8	2,0	10,7	5,4
ortho-P(mg.P.l ⁻¹)	0,05	0,07	0,08	0,17	0,04	0,08
P-tot "	0,08	0,10	0,29	0,19	0,16	0,15
Ca (mg.l ⁻¹)	20	49	85	90	64	63
Mg "	3	5	8	9	14	17
Na "	6	7	16	16	24	25
K "	2	2	7	3	8	7
SO ₄ "	46	76	92	79	116	113
gel.vermogen (umho.cm ⁻¹ bij 20°C)	151	289	500	562	539	563
aantal monsterplaatsen	3	3	9	9	8	8
bemonsterings- frequentie	2	2	2	2	2	2

Tabel 11. Correlatiecoëfficiënten en regressievergelijkingen van enkele analyses in het grondwater op 0,5 m in het stroomgebied van de Diepenloop

Analyse		Correlatie coëfficiënt (r)	Regressie- vergelijking	Aantal paren x,y(n)
y	x			
a) Berekening tussen gemiddelde waarden per filter:				
SO ₄	Cl	0,41	y = 1,08x + 59,9	10
Ca	Cl	0,62	y = 0,40x + 13,4	9
Mg	Cl	0,69	y = 0,15x + 5,9	10
Na	Cl	0,72	y = 0,29x + 7,7	10
K	Cl	0,14	y = 0,07x + 9,3	10
geleid.verm.	Cl	0,81	y = 5,66x + 171	10
Kjeldahl-N	Cl	0,44	y = 0,03x + 1,6	10
Totaal-N	Cl	0,32	y = 0,11x + 3,5	10
b) Berekening tussen resultaten per monster:				
pH	log Cl	-0,12	y = -0,34x + 5,5	52
log HCO ₃	pH	0,95	y = 0,55x - 1,8	35

In de klei-veen-gebieden waar de sedimenten chemisch rijker zijn dan in de zandgebieden, is het totaal stikstofgehalte veel hoger. Het grondwater in het laagveen natuurgebied 'De Meije' te Zegveld bevat 5,4 mg.N.l⁻¹ (0,5 m in het grondwater) tot 10,1 mg.N.l⁻¹ (2,5 m in het grondwater). In de overige klei-veen-gebieden liggen de gehalten hoger. In het ondiepe grondwater komen stikstofgehalten voor van 4,3 tot 39,5 mg.N.l⁻¹, in het diepere grondwater tussen 18,2 en 50,3 mg.N.l⁻¹. Doordat het maaiveld van de gebieden een bepaalde drooglegging heeft, zal het regenwater in de ondergrond wegzijgen en zich met het daar aanwezige grondwater (eventueel stikstofrijk kwelwater) mengen. Om deze reden zijn de gehalten in het bovenste grondwater ongeveer een factor 2 lager ten opzichte van het diepere grondwater.

De concentratie van nitraat in het grondwater is gemiddeld steeds kleiner dan $0,7 \text{ mg.N.l}^{-1}$. De bijdrage aan het totaal stikstofgehalte van het grondwater bedraagt maximaal enkele procenten. In de glastuinbouwpolder de Woudse Droogmakerij doet zich een geringe nitriet verhoging voor in het bovenste grondwater ($0,6 \text{ mg.N.l}^{-1}$). Bij de overige monsterplaatsen is het nitrietgehalte steeds $0,02 \text{ mg.N.l}^{-1}$ of minder. Op beide diepten is de bijdrage van het anorganisch ammonium aan het N-totaal (Kjeldahl) 60 à 80% (bijlage 1B).

Oppervlaktewater

De stikstofgehalten zijn bepaald in niet-gefiltreerde (bijlage 2 en 5) en gefiltreerde monsters (bijlage 5). In de zandgebieden is de hoeveelheid N-totaal (Kjeldahl) en anorganisch ammonium in een gefiltreerd monster respectievelijk 89 en 83% van de hoeveelheid in een niet-gefiltreerd monster. Voor de klei-veen-gebieden zijn deze percentages respectievelijk 91 en 85. Via filtratie wordt zowel organisch- als anorganisch ammonium verwijderd en niet alleen zwevende verontreinigingen.

In de onderzochte zandgebieden varieert het totaalstikstofgehalte van $1,0$ tot $10,2 \text{ mg.N.l}^{-1}$. Het gemiddelde gehalte varieert van $1,7$ tot $4,2 \text{ mg.N.l}^{-1}$. De stikstofgehalten in het stroomgebied van de Raalter Wetering, Deldensche Broeklaak en Hooge Laarsleiding komen nauw met elkaar overeen. De gebieden hebben eveneens een goed doorlatende ondergrond van grof zand. Het stikstofgehalte in deze 3 gebieden bedraagt gemiddeld $1,7$ à $1,8 \text{ mg.N.l}^{-1}$. De stikstof fracties hebben de volgende gehalten:

$\text{NO}_3\text{-N}$	0,4	mg.N.l^{-1}	(24%)
$\text{NO}_2\text{-N}$	0,02	"	(1%)
$\text{NH}_4\text{-anorg.}$	0,5	"	(29%)
$\text{NH}_4\text{-org.}$	0,8	"	(46%)
tot. N	1,7	mg.N.l^{-1}	(100%)

Het oppervlaktewater in het stroomgebied van de Diepenloop heeft een gemiddeld stikstofgehalte van $4,2 \text{ mg.N.l}^{-1}$. Reeds is vermeld, dat mogelijke lozingen de oorzaak zijn van het verhoogde gehalte.

In fig. 2 is de ligging van de monsterpunten weergegeven. De leiding is vrij intensief bemonsterd. De vervuiling in dit gebied vindt hoofdzakelijk plaats voor monsterpunt 101. De analyses van de meer stroomafwaarts gelegen monsterpunten geven een duidelijk inzicht in de veranderingen die optreden door zelfreiniging en verdunning (tabel 12). Van monsterpunt 101 naar eindpunt 108 is volgens de chloride gehalten de verdunningsfactor circa 1,8 geweest. Op basis van deze verdunning zou men op monsterpunt 108 een stikstofgehalte verwachten van $7,7 \text{ mg N.l}^{-1}$. Er is dus $7,7 - 4,3$, dit is $3,4 \text{ mg N.l}^{-1}$ (45%) verdwenen. Vooral het anorganisch NH_4 -gehalte neemt sterk af. Slechts een gering deel hiervan is terug te vinden in de vorm van een verhoogd nitraatgehalte. Het water van monsterpunt 106 is afkomstig van een tuinbouwgebied (ged. glastuinbouw), terwijl monsterpunt 104 en 107 gelegen zijn in leidingen waar geen lozing plaats vindt. De invloed van eventuele lozingen op het N-gehalte van monsterpunt 108 kan op basis van monsterpunt 107 en 104 geschat worden op $\pm 1 \text{ mg.N.l}^{-1}$ (d.i. 25%).

Tabel 12. Gemiddelde gehalten aan chloride (mg.l^{-1}), stikstof (mg.N.l^{-1}) en organische stof (KMnO_4 -verbruik in $\text{mg.O}_2.\text{l}^{-1}$) in het water van de Diepenloop
(ligging monsterpunten: fig. 2)

Bepaling	101→*	102→	103→	105→	108	104	106	107
Cl	53	34	30	31	29	30	41	19
NO_3 -N	0,4	0,5	0,7	0,7	1,1	0,6	5,4	0,6
NO_2 -N	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,07	0,01
NH_4 -N anorg.	10,2	3,5	2,5	1,6	1,7	1,3	1,8	1,1
NH_4 -N org.	3,5	2,2	2,2	2,2	1,5	1,5	2,0	1,3
tot N	14,1	6,2	5,4	4,5	4,3	3,4	9,3	3,0
KMnO_4	51	41	37	32	28	27	25	19

(* → stroomrichting)

Een ander zandgebied, dat in het oppervlaktewater opmerkelijke gehalten vertoont is het stroomgebied van de O u d e L e e r i n k - b e e k (gemiddelde $3,9 \text{ mg.N.l}^{-1}$). Het nitraat-stikstofgehalte is gemiddeld meer dan 50% van het totaal-N-gehalte. In de overige beken is dit circa 25%. Hoge nitraatgehalten komen soms voor (tot $7,7 \text{ mg.N.l}^{-1}$). Uit de veldgegevens is bekend, dat bij deze bemonsteringen het slootpeil 15 à 20 cm hoger was dan normaal. Hoge nitraatgehalten gaan dus samen met hoge afvoer. Door de slechte doorlatendheid van de ondergrond in een deel van het gebied wordt het grondwater versneld afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit kan een minder vergaande NO_3 -verwijdering door microbiologische processen tot gevolg hebben. Hoge nitraatgehalten gaan soms samen met relatief hoge COD, fosfaat- en kaliumgehalten, terwijl de concentraties van de overige ionen (o.a. chloride) afgenomen zijn (tabel 13).

Tabel 13. Enkele bepalingen in het oppervlaktewater van de Oude Leerinkbeek bij hoge afvoeren (17-4-'72 en 10-7-'72) en normale afvoer (24-1-'72)

Bepaling	Gehalten bij een hoge afvoer	Gehalten bij een normale afvoer
COD (mg. $\text{O}_2.\text{l}^{-1}$)	47	18
O_2 -gehalte "	7,8	7,7
NO_3 (mg. N.l^{-1})	5,7	1,8
NO_2 "	0,21	0,02
NH_4 anorg. "	1,8	1,5
NH_4 org. "	1,7	0,3
tot N "	9,4	3,6
ortho-P (mg. P.l^{-1})	0,35	0,04
P-totaal "	0,54	0,06
Cl	42	47
K	16	7
Aantal bemonsteringen	2	1

In de onderzochte k l e i - v e e n - g e b i e d e n varieert het totaal-stikstofgehalte in het oppervlaktewater van $0,9 \text{ mg.N.l}^{-1}$ in de Haarlemmermeer tot $32,5$ in de Woudse Droogmakerij. De verhouding tussen de gereduceerde stikstof-vorm en geoxydeerde stikstofvorm in het oppervlaktewater varieert van 40-90%, respectievelijk in de Woudse Droogmakerij en Frederikspolder. Voor de andere 2 polders ligt de verhouding op $\pm 75\%$.

In de W o u d s e D r o o g m a k e r i j kwamen in november en maart de hoogste nitraatgehalten voor van respectievelijk $12,8$ en $16,3 \text{ mg.N.l}^{-1}$.

In de F r e d e r i k s p o l d e r en de V e e n d e r p o l d e r is het gemiddelde nitraatgehalte van het oppervlaktewater respectievelijk $1,0$ en $1,5 \text{ mg.N.l}^{-1}$. In het voorjaar zijn de nitraatgehalten hoger dan in de rest van het jaar. Het totaal stikstofgehalte bedraagt respectievelijk $9,6$ en $6,6 \text{ mg.N.l}^{-1}$.

In de H a a r l e m m e r m e e r p o l d e r zijn de nitraatgehalten laag, over het algemeen $0,22 \text{ mg.N.l}^{-1}$. De bemonstering in februari vertoonde een piek van $5,0 \text{ mg.NO}_3\text{-N.l}^{-1}$ (tot N: $6,2 \text{ mg.l}^{-1}$). In tabel 14 staan gehalten vermeld van het oppervlaktewater in een periode zonder drainafvoer (jan.) en één met drainafvoer (febr.), met tevens de gehalten in het drainwater.

Hieruit blijkt, dat door de toevoer van drainwater het stikstofgehalte van het oppervlaktewater is toegenomen.

Voor de Woudse Droogmakerij, Frederikspolder en Veenderpolder is een stikstofbalans van het oppervlaktewater opgesteld (STEENVOORDEN en TOUSSAINT, 1974), waarbij de bijdrage is berekend van interne en externe bronnen zoals neerslag, kwel, huishoudelijk afvalwater, gasbronnen, inlaat, natuurlijke uitspoeling, uitspoeling van meststoffen en lozing van stalwater. Voor de N-belasting is vooral de inlaat van boezemwater en in glastuinbouwpolders eveneens de uitspoeling van meststoffen van belang (tabel 15). Incidenteel kan de bijdrage door kwel of een gasbron belangrijk zijn. De totale N-belasting varieerde van gemiddeld $35 \text{ kg N.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$ voor graslandpolders tot circa $200 \text{ kg N.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$ voor glastuinbouwpolders.

Tabel 14. Stikstof-, fosfaat-, chloride- en kaliumgehalten in het oppervlaktewater en drainwater in de Haarlemmermeerpolder

Bepaling	Oppervlaktewater		Drainwater
	zonder drainafvoer	met drainafvoer	
NO ₃ (mg.N.l ⁻¹)	0,2	3,3	4,4
NO ₂ "	0,01	0,03	0,01
NH ₄ -anorg. "	0,6	0,4	0,6
NH ₄ -org. "	0,5	0,9	1,4
tot-N "	1,3	4,6	6,4
ortho-P (mg.P.l ⁻¹)	0,04	0,04	0,02
tot-P "	0,13	0,08	0,13
Cl (mg.l ⁻¹)	118	75	53
K	16	8	9
Aantal bemonsteringen	2	2	1

Tabel 15. Bijdrage van verschillende bronnen (in %) aan de N- en P-belasting van polderwater, gebaseerd op balansen van 6 polders (STEENVOORDEN, TOUSSAINT 1974)

Bron	Stikstof	Fosfaat
Neerslag	2-14	0- 2
Kwel	3-23	6-19
Huishoudelijk afvalwater	2-11	3- 9
Gasbronnen	30	24
Inlaat boezemwater	15-46	24-32
Natuurlijke uitspoeling	7-14	30-60
Bemesting glastuinbouwpolders	45	-
Bemesting graslandpolders	5-13	-
Stalwater	3-11	0- 2

Conclusies

1. Het stikstofgehalte in het grondwater van de n a t u u r g e b i e - d e n wordt sterk beïnvloed door de aanwezigheid van organische stof in het profiel. De totaal-stikstof-gehalten kunnen in de zandgebieden uiteen lopen van circa 1 mg.N.l^{-1} voor humeus dekzand tot 3 mg.N.l^{-1} voor venig zand.
In het veennatuurgebied 'De Meije' met een mesotroof/eutroof veenprofiel is het stikstofgehalte gemiddeld circa 4 mg.N.l^{-1} (tabel 9).
2. In het grondwater van de a g r a r i s c h e percelen gaan hoge stikstofgehalten over het algemeen samen met hoge chloride-gehalten, wat duidt op een relatief zwaardere bemesting (tabel 10).
Als gevolg van denitrificatie en omzettingen in bacterie-eiwit zijn op 2,5 m onder het grondwater de stikstofgehalten lager dan op 0,5 m.
3. Over het algemeen bestaat het totaalstikstofgehalte in het grondwater van zowel natuurgebieden als agrarische percelen op een diepte van 2,5 m onder het grondwaterpeil voor 70 à 80% uit ammonium-stikstof (Kjeldahl).
4. Er is geen verschil in het totaal-stikstofgehalte van het grondwater op 2,5 m beneden de grondwaterspiegel tussen de natuurterreinen op zand enerzijds en de agrarische percelen met een gemiddeld chloridegehalte $< 45 \text{ mg.l}^{-1}$ anderzijds (tabel 10).
5. De correlatie tussen de gemiddelde chloride- en stikstofgehalten in het grondwater op 0,5 m in het gebied van de Diepenloop is gering als gevolg van verschillen in mestsamstelling, aanwending van kunstmest, gewasteelt en bodemsamstelling.
6. In het grondwater van de klei-veen-gebieden in West-Nederland komen in het ondiepe grondwater lagere stikstofgehalten voor dan in het diepere. De oorzaak hiervan is de menging van het stikstofrijke kwelwater met het stikstofarme regenwater.
7. In g e f i l t r e e r d e oppervlaktewatermonsters is het gehalte aan anorganisch en organisch ammonium circa 85 à 90% van de gehalten in niet-gefiltreerde monsters. Het blijkt dat bij filtratie zowel anorganisch- als organisch-ammonium wordt verwijderd en niet alleen zwevende deeltjes.

8. In de z a n d g e b i e d e n met een goed doorlatende ondergrond (gebied 3, 5 en 6) zal het stikstofgehalte in het grondwater tijdens de stroming naar het oppervlaktewater dalen als gevolg van biochemische processen. Het stikstofgehalte in het oppervlaktewater van deze gebieden is laag, namelijk $\pm 1,7 \text{ mg.N.l}^{-1}$.
9. In het gebied van de D i e p e n l o o p met een hoge veebezetting (> 5 v.g.e.) kan een duidelijke verontreiniging van het oppervlaktewater worden geconstateerd (tabel 11).
10. In het gebied van de O u d e L e e r i n k b e e k, met plaatselijk een slecht doorlatende ondergrond op geringe diepte, is met name het nitraatgehalte in het oppervlaktewater hoger dan in de zandgebieden met een goed doorlatende ondergrond, tengevolge van een versnelde afvoer van het grondwater.
Het aandeel van nitraat in het totaal-stikstofgehalte van de Oude Leerinkbeek is duidelijk hoger, namelijk 50 à 60% van het totaal-stikstof. In de overige beken is de nitraat-bijdrage circa 25%.
11. Van de onderzochte klei-veengebieden bestaat het stikstofgehalte in het oppervlaktewater van de veen-graslandpolders (gebied 9 en 10) voor 70 tot 90% uit ammonium-stikstof (Kjeldahl).
12. In de glastuinbouwpolder vindt via het drainwater (400 à 600 mm. jr^{-1}) een belangrijke toevoer van nitraat plaats (STEENVOORDEN en TOUSSAINT, 1974), waardoor het oppervlaktewater in deze polders relatief rijk is aan nitraat ($\pm 50\%$ van totaal-stikstof).
13. Bij gedraineerde bouwlandpercelen in de Haarlemmermeer is de bijdrage van nitraat in het drainwater 60 à 70% van het totaal-stikstofgehalte. Dit komt ook tot uiting in het oppervlaktewater in een periode met drainafvoer (tabel 14).

4.4. F o s f a a t

Grondwater

De gemiddelde fosfaatgehalten staan vermeld in bijlage 1 (tabel en 6 (figuur)).

In de n a t u r g e b i e d e n vertonen de gehalten in het grondwater veel overeenkomst met die van de agrarische percelen in

het gebied van de Hooge Laarsleiding en Deldensche Broeklaak (0,08-0,17 mg.P.l⁻¹). In het grondwater van de a g r a r i s c h e percelen in het gebied van de Diepenloop en de Oude Leerinkbeek worden de hoogste gemiddelde waarden gevonden (0,13-0,27 mg.P.l⁻¹). Opmerkelijk is ook het vrij hoge ortho-fosfaat gehalte in het Leerinkbeek gebied (0,11 -0,24 mg.P.l⁻¹). In een kwelwatermonster in het Oude Leerinkbeekgebied kwamen de volgende gehalten voor: 0,14 mg.l⁻¹ ortho-P, 0,20 mg.l⁻¹ tot.P, 51 mg.Cl.l⁻¹, 0,7 mg.O₂.l⁻¹ en pH 6,2.

In tabel 10 staan gehalten vermeld van agrarische percelen met verschil in bemestingsniveau en van natuurterreinen. Verschillen ten aanzien van fosfaatgehalten als gevolg van bemesting zijn niet duidelijk aanwezig. Hogere gehalten in het grondwater moeten worden toegeschreven aan het veenprofiel en de pH. Tabel 16 geeft een indicatie van de fosfaatgehalten, behorend bij de profielen die vermeld zijn in tabel 7. De fosfaatgehalten moeten niet als absoluut worden beschouwd, aangezien tussen opeenvolgende bemonsteringen soms grote verschillen kunnen optreden in de totaal-fosfaatgehalten, zowel bij de natuurterreinen als bij de agrarische percelen.

Tabel 16. Fosfaatgehalten en zuurgraad in het grondwater van enkele profielen (zie ook tabel 7)

Profiel no.	I	II	III	IV	V	VI
Bovengrond	humeus	venig	venig	veen	veen	klei
Ondergrond	zand	zand	venig	(mesotroof zoet)	(eutroof brak)	klei
Ortho-P (mg.P.l ⁻¹)	0,06	0,05	0,02	0,33	3,48	2,77
tot.P. "	0,13	0,06	0,27	0,83	6,04	4,03
pH	7,3	5,5	4,4	6,3	6,9	7,1

In de onderzochte k l e i - v e e n - gebieden zijn de fosfaatgehalten het 10- tot 100-voudige van de gehalten in de zandgebieden. De reden hiervan is dat het fosfaatgehalte onder andere bepaald wordt door in de bodem aanwezige fosfaten. De meeste gronden langs de kust zijn ontstaan in brakke milieus, waardoor deze gronden rijk zijn aan

fosfaat, stikstof en andere mineralen. De totaal-fosfaatgehalten in het grondwater variëren van 0,40 tot 10,0 mg.P.l⁻¹ voor de ondiepe bemonsteringen en van 1,85 tot 19,0 mg.P.l⁻¹ voor de diepere bemonsteringen. De gehalten in het natuurgebied 'De Meije' zijn duidelijk lager. Dit veengebied is ontstaan in een mesotroof/eutroof zoet milieu. Het natuurgebied is een infiltratiegebied.

De totaal-fosfaatgehalten van het drainwater uit de Woudse Droogmakerij en de Haarlemmermeer zijn lager dan in het grondwater van het betreffende gebied. Mogelijke verklaringen hiervoor zouden kunnen zijn, dat adsorptie van fosfaat aan de gevormde ijzervlokken in de aerobe drainbuis op kan treden, of dat bij passage van het grondwater door de drainbuiswand een betere filtratie plaats vindt dan bij filtratie van het grondwater over een papieren filter. (zie: Bemonstering 3.2).

In alle gebieden van West-Nederland zijn de fosfaatgehalten op 0,5 m lager dan op 2,5 m onder de grondwaterspiegel. De oorzaak hiervan moet gezocht worden in verdunning van het bovenste grondwater door percolerend regenwater. Dat dit ook in de wegzijgingsgebieden (Blauwgrasland en Frederikspolder) plaats vindt is enigszins vreemd.

In de Veenderpolder is een gasbron een belangrijke fosfaatleverancier. Het totaal-fosfaatgehalte van het bronwater is 5,6 mg.P.l⁻¹ (bijlage 1B). Deze concentratie komt zeer goed overeen met die van het grondwater op 0,5 en 2,5 m.

Oppervlaktewater

De fosfaatgehalten zijn zowel bepaald in niet-gefiltreerde monsters (bijlage 2 en 6) als in gefiltreerde monsters. De verhouding van de totaal-P-gehalten vòòr en na filtratie is weergegeven in bijlage 6 (figuur). De gemiddelde hoeveelheid die door filtratie verwijderd wordt van de ortho- en totaal-fosfaatgehalten bedraagt voor de zandgebieden respectievelijk 34 en 38%, voor de klei-veengebieden respectievelijk 11 en 15%. Via filtratie wordt dus ook een deel van het ortho-fosfaat verwijderd en niet alleen zwevende of gesuspenderde verontreinigingen. Bij de verdere bespreking van resultaten zullen de fosfaatgehalten uitsluitend betrekking hebben op n i e t - gefiltreerde monsters.

In de onderzochte z a n d g e b i e d e n varieert het totaal-fosfaatgehalte van 0,03 tot 1,12 mg.P.l⁻¹. Het ortho-fosfaatgehalte ligt in het traject van 0,01 tot 0,66 mg.P.l⁻¹ (bijlage 2). De gemiddelde gehalten zijn in de Diepenloop het hoogst, namelijk 0,27 mg. ortho-P.l⁻¹ en 0,54 mg. totaal-P. De overige zandgebieden (gebied 3, 4, 5, 6) wijken niet veel van elkaar af. Het gemiddelde van deze gebieden bedraagt:

$$0,09 \text{ mg.P.l}^{-1} \text{ ortho-P}$$

$$0,20 \text{ mg.P.l}^{-1} \text{ tot.P}$$

De bijdrage van ortho-P aan totaal-P varieert in deze gebieden van 25 tot 50% en bedraagt gemiddeld circa 40%.

De hoge gehalten in de Diepenloop worden waarschijnlijk veroorzaakt door incidentele lozingen. In tabel 17 staat het fosfaatgehalte vermeld op de diverse monsterpunten. Het kan zich wijzigen door verdunning, opname door algen en dergelijke en precipitatie met als belangrijke factor de pH.

Tabel 17. Fosfaat-, chloridegehalten en pH op enkele monsterpunten in de Diepenloop (zie fig. 2)

Bepaling	Monsterpunt							
	101 →	102 →	103 →	105 →	108	104	106	107
ortho-P (mg.P.l ⁻¹)	2,01	0,75	0,50	0,32	0,27	0,19	0,23	0,10
tot.P "	2,75	1,12	0,83	0,74	0,54	0,55	0,55	0,27
Cl (mg.l ⁻¹)	53	34	30	31	29	30	41	19
pH	6,6	5,9	6,0	5,8	6,5	5,5	5,9	6,2
(→ stroomrichting)								

Monsterpunt 101 kenmerkt zich door hoge fosfaatgehalten. Mogelijke oorzaak hiervan is een incidentele lozing van agrarisch afvalwater. De fosfaatgehalten van het water dat afkomstig is uit het tuinbouwgebied (m.p. 106) liggen in dezelfde orde van grootte als op het eindmonsterpunt (m.p. 108). De leidingvakken waarin de monsterplaatsen 104 en 107 gelegen zijn, worden niet beïnvloed door lozingen (zie ook tabel 11).

In de Oude Leerinkbeek gaan hoge fosfaatgehalten ($0,86 \text{ mg. P.l}^{-1}$) samen met hogere afvoeren, mogelijk als gevolg van het meevoeren van meer bodemslib (tabel 13, pag. 30).

In de k l e i - v e e n gebieden liggen de gehalten hoger dan in de zandgebieden, met uitzondering van de Haarlemmermeerpolder.

In de W o u d s e D r o o g m a k e r i j komen in oktober en juni hoge gehalten voor ($5,3 \text{ mg. P.l}^{-1}$). Voor deze polder hebben STEENVOORDEN en TOUSSAINT (1974) de fosfaatbelasting berekend door interne en externe bronnen. De belangrijkste bijdragen worden geleverd door ingelaten water, natuurlijke uitspoeling en verhoogde drainafvoer door de glastuinbouw (tabel 15). De totale belasting bedraagt circa $24 \text{ kg P.ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$.

Tussen de F r e d e r i k s - e n V e e n d e r p o l d e r zijn grote verschillen in fosfaatgehalte (gemiddeld resp. $2,7$ en $0,9 \text{ mg. P.l}^{-1}$). De fosfaatbelasting van deze polders is respectievelijk $6,0$ en $12,3 \text{ kg P.ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$. De belangrijkste bijdragen zijn afkomstig van de inlaat van boezemwater en de natuurlijke uitspoeling. De bijdrage door kwel en gasbron is verantwoordelijk voor de hogere fosfaatbelasting van de Veenderpolder en voor de hogere fosfaatconcentratie van het oppervlaktewater.

In de onderbemalingen van de H a a r l e m m e r m e e r p o l d e r zijn voor het fosfaatgehalte onder andere de kwel en strooiverliezen door bemesting van belang. Op 2 van de 3 bedrijven kwamen in het najaar hoge fosfaatgehalten voor in het oppervlaktewater namelijk $0,48 \text{ mg.l}^{-1}$ ortho-P en $0,83 \text{ mg.l}^{-1}$ tot.-P. Op het derde bedrijf waren de fosfaatconcentraties $0,17 \text{ mg.l}^{-1}$ ortho-P en $0,24 \text{ mg.l}^{-1}$ tot.-P. Bekend is dat op de bedrijven waar hoge fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater gemeten zijn, een najaarsbemesting van fosfaat en kali gegeven wordt. Vermoedelijk komt een gedeelte van de kunstmest in het oppervlaktewater. Een drainwater-monster in het voorjaar vertoonde de volgende gehalten (tabel 14):

$0,02 \text{ mg.l}^{-1}$ ortho-P

$0,13 \text{ mg.l}^{-1}$ tot.P

In het oppervlaktewater waren de gehalten in die periode:

$0,04 \text{ mg.l}^{-1}$ ortho-P

$0,08 \text{ mg.l}^{-1}$ tot-P

In het oppervlaktewater van de klei-veengebieden levert het ortho-P-gehalte de grootste bijdrage aan het tot-fosfaatgehalte, deze bijdrage kan variëren van 55 tot 75% (gemiddeld \pm 65%).

Conclusies

1. De fosfaatgehalten van het grondwater zijn in belangrijke mate afhankelijk van de bodemsamenstelling. Over het algemeen blijkt dat hoe rijker de bodem aan o r g a n i s c h e stof is, hoe hoger het totaal fosfaatgehalte (tabel 16). Daarnaast spelen ook andere factoren een rol zoals de zuurgraad.
2. De invloed van de b o d e m s a m e n s t e l l i n g komt ook duidelijk tot uiting in de grote verschillen in fosfaatgehalte tussen het grondwater uit de zandgebieden (\pm 0,20 mg.P.l⁻¹) en de klei-veen-gebieden. In de laatst genoemde gebieden kunnen de gehalten een factor 10 tot 100 hoger zijn (bijlage 1).
3. De verschillen in fosfaatgehalten tussen het g r o n d w a t e r uit natuurterreinen en agrarische percelen in de zandgebieden zijn gering. Hogere chloridegehalten in het grondwater gaan niet samen met hogere fosfaatgehalten, aangezien voornamelijk het bodemprofiel bepalend is voor de gehalten van het grondwater (tabel 10). Het totaal-fosfaatgehalte bij de natuurterreinen op zand varieert van 0,05 tot 0,11 mg.P.l⁻¹ en bij de agrarische percelen van 0,02 tot 0,60 mg.P.l⁻¹.
4. De fosfaatgehalten in het o p p e r v l a k t e w a t e r van de z a n d gebieden liggen ongeveer op het niveau van het grondwater op 2,5 m, (ca 0,20 mg.P.l⁻¹). Alleen in het gebied van de Diepenloop (veebezetting ca 7 v.g.e.) is het fosfaatgehalte duidelijk verhoogd, waarschijnlijk tengevolge van incidentele gierlozingen. In de Diepenloop zijn de gemiddelde gehalten op het hoofdmonsterpunt 0,54 mg.l⁻¹ tot-P.
5. Hoge afvoeren gaan in de O u d e L e e r i n k b e e k samen met hoge fosfaatgehalten (tabel 13) mogelijk als gevolg van het meevoeren van bodemslib.
6. De fosfaatgehalten in het o p p e r v l a k t e w a t e r van de k l e i - v e e n gebieden zijn soms 10 maal hoger dan in de zandgebieden. Een uitzondering hierop vormen de onderbemalingen

in de Haarlemmermeerpolder, waar de fosfaatgehalten van zowel het oppervlakte- als drainwater op het niveau van de zandgebieden liggen. De gehalten in het grondwater liggen echter wel op het niveau van de overige klei-veengebieden.

7. Belangrijke factoren voor de f o s f a a t - b e l a s t i n g in de klei-veengebieden zijn de inlaat van boezemwater, de natuurlijke uitspoeling en incidenteel kwel of een gasbron (tabel 15).
8. Strooiverliezen van kunstmestfosfaat zijn zeer waarschijnlijk de oorzaak van de duidelijk verhoogde ortho-fosfaat- en totaal-fosfaat gehalten (resp. 0,48 en 0,83 mg.P.l⁻¹) in het oppervlaktewater van 2 onderbemalingen van de Haarlemmermeerpolder gedurende het najaar. Bij de onderbemaling waar geen najaarsbemesting werd gegeven waren de gehalten in dezelfde periode respectievelijk 0,17 mg.l⁻¹ ortho-P en 0,24 mg.l⁻¹ tot-P.
9. Door f i l t r a t i e van oppervlaktewater wordt zowel een deel van het ortho-fosfaat als van het hydrolyseerbaar fosfaat verwijderd. In de zandgebieden bedraagt dit + 35% van het ortho- en hydrolyseerbaar fosfaat in het niet-gefiltreerde monster en in de klei-veengebieden circa 13% (bijlage 6).
10. Het totaal-fosfaat-gehalte in het drainwater van de Haarlemmermeerpolder (0,12 mg.l⁻¹) is zeer veel lager dan het gehalte in het grondwater op 0,5 m beneden de waterspiegel (2,0 mg.l⁻¹). Dit verschil is mogelijk een gevolg van chemische processen in de drainbuis (ijzeroxidatie en adsorptie) en/of van de filtratie die optreedt als het grondwater de wand van de drainbuis passeert.

4.5. C a l c i u m, m a g n e s i u m, b i c a r b o n a a t, p H

Grondwater

De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 1 (tabel), 7 en 8 (figuur), het aandeel van deze ionen in de ionenbalans in bijlage 14 (tabel) en bijlage 15 en 16 (Stiff-diagrammen).

Kalkdeeltjes in de bodem zullen door de agressiviteit van regenwater (pH 4-6) of zuurhoudend-percolatiewater (koolzuur, organische zuren) in oplossing gaan. Op gronden die volledig uitgelooft zijn zullen de gehalten in het grondwater overeenkomen met de gehalten

in het regenwater, zoals in het dekzand natuurgebied (tabel 16) in het gebied van de Diepenloop. De hardheid, die gevormd wordt door de Ca- en Mg-ionen varieert in de natuurgebieden van 1 tot 22^oD.

Tabel 18. Ca-, Mg-, HCO₃-concentraties en de pH in het grondwater van de natuurgebieden

Grondsoort	Begroeiing	Ca		Mg		HCO ₃		pH	
		0,5m	2,5m	0,5m	2,5m	0,5m	2,5m	0,5m	2,5m
Dekzand	naaldhout	4	7	3	6	0	4	4,0	4,2
Lemig zand	loofhout	50	82	4	3	48	162	6,8	7,6
Hoogveen	heide	6	57	3	7	9	84	4,9	6,5
Laagveen	blauwgrasland	53	118	4	26	115	331	6,2	6,5

Organische zuren in veengebieden kunnen de bodem ontkalken, waardoor een lage pH ontstaat en de Ca-concentratie slechts enkele mg bedraagt (tabel 18). In het gebied van de Diepenloop heeft dit proces oorspronkelijk plaats gehad. Na de ontginning zal het gehalte in het grondwater van de agrarische percelen gewijzigd zijn door de onontbeerlijke bekalking (VAN DIEST, 1971). Dit geldt ook voor het gebied van de Hoge Laarsleiding. Het gebied van de Deldensche Broeklaak is van nature reeds kalkrijk. In de bovengrond is plaatselijk een mergellaag van 10cm dik aangetroffen (CaCO₃).

Hoge magnesiumconcentraties komen voor in het grondwater van de agrarische percelen in het gebied van de Diepenloop (gem. 16 mg.l⁻¹). Het aandeel van Mg in de totale hoeveelheid kationen bedraagt 32%. In de overige zand-gebieden liggen de concentraties gemiddeld beneden 10 mg.l⁻¹, terwijl het aandeel van Mg in de totale hoeveelheid kationen varieert van 6-12%. In de Diepenloop kunnen hogere gehalten toegeschreven worden aan magnesiumhoudende kalkmeststoffen, die gegeven worden om de pH van de bodem te verhogen, en om magnesiumgebrek te voorkomen in verband met kopziekte

(VAN DIEST, 1971). De grootte van de jaarlijkse stalmestgift kan eveneens het Mg-gehalte van zandgrond beïnvloeden (KOLENBRANDER en DE LA LANDE CREMER, 1967). De correlatie van chloride met calcium ($r = 0,62$), respectievelijk magnesium ($r = 0,69$) in het grondwater van het afwateringsgebied de Diepenloop kan, gezien de mogelijke invloeden van andere factoren, redelijk genoemd worden (pag. 25 t/m 27). De pH in het gebied van de Diepenloop ligt veelal niet hoger dan 5,0. Dit geldt ook voor het bovenste grondwater in het gebied van de Hooge Laarsleiding. Het bicarbonaat-gehalte in het bovenste grondwater van deze 2 gebieden is dan ook niet groter dan 10 mg.l^{-1} . Hoge pH-waarden ($> 7,0$) worden aangetroffen in het gebied van de Deldensche Broeklaak. Het HCO_3 -gehalte bereikt daar waarden groter dan 400 mg.l^{-1} . De nauwe samenhang tussen pH en bicarbonaatgehalte blijkt uit de zeer goede correlatie ($r = 0,93$) in het gebied van de Diepenloop tussen de pH van het grondwater en de log-waarde van de HCO_3 -concentratie (fig. 4).

In de onderzochte k l e i - v e e n gebieden kunnen de c a l c i u m -concentraties soms ver uiteen lopen (van 114 tot 355 mg.l^{-1}). Ze zijn echter altijd hoger dan in de zandgebieden, als gevolg van de kalkrijke afzettingen. In de kwelgebieden is het Ca-gehalte op 2,5 m lager dan op 0,5 m. In de wegzijgingsgebieden doet zich het omgekeerde voor, tengevolge van de uitloging van de bodem (bijlage 1b).

De m a g n e s i u m -concentraties verschillen van gebied tot gebied ($73 - 167 \text{ mg.l}^{-1}$), terwijl ook de verschillen per perceel op de twee diepten groot zijn. De verhouding Ca/Mg wordt groter in de volgorde: diep grondwater, ondiep grondwater, oppervlaktewater, drainwater (tabel 19). De Ca/Mg-verhouding van zeewater is $\pm 0,3$ en van regenwater $\pm 0,5$ in Den Helder en $\pm 2,5$ in De Bilt (OOSTEROM, 1974).

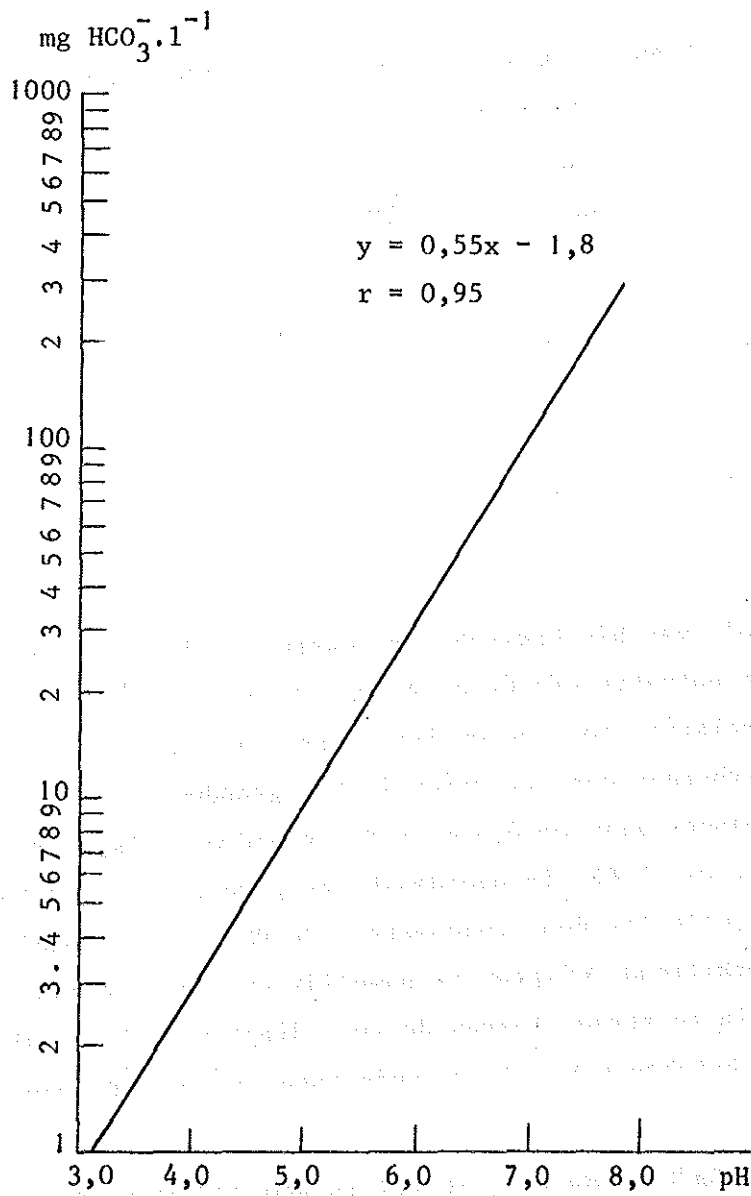


Fig. 4. Regressielijn en correlatiecoëfficiënt (r) van pH en log HCO₃ in 35 grondwatermonsters uit het gebied van de Diepenloop

Tabel 19. De Ca/Mg-verhouding in drain-, oppervlakte- en grondwater in de klei-veengebieden

Gebied	Drainwater	Oppervlakte- water	Grondwater	
			0,5 m	2,5 m
Blauwgrasl.	-	-	13,3	4,5
Woudse Droogm.	10,0	7,1	3,4	1,7
Frederikspolder	-	5,6	1,3	0,8
Veenderpolder	-	3,1	1,5	1,4
Haarl.meerpolder	100,0	11,4	4,8	2,6

Als gevolg van biochemische processen (oxidatie van pyriet) neemt de concentratie van Ca en Mg van 2½ naar ½ m diepte in het grondwater relatief toe ten opzichte van chloride (tabel 20).

De bicarbonaat-concentraties in het grondwater van de klei-veengebieden zijn op 0,5 m in het grondwater lager dan op 2,5 m (bijlage 1B). Dit lijkt in hoofdzaak een gevolg van verdunning van opkwellend grondwater door regenwater. De HCO_3/Cl -verhouding voor de twee verschillende diepten is namelijk vrijwel constant (tabel 20). Verschillen in zuurgraad tussen de twee diepten (bijlage 1B) spelen geen rol van betekenis bij de veranderingen in de HCO_3 -concentraties.

Tabel 20. De Ca/Cl-, Mg/Cl-, SO_4/Cl en HCO_3/Cl -verhouding in het grondwater van de klei-veen-gebieden

Gebied	Ca/Cl		Mg/Cl		SO_4/Cl		HCO_3/Cl	
	0,5m	2,5m	0,5m	2,5m	0,5m	2,5m	0,5m	2,5m
Blauwgrasl.	2,7	2,7	0,2	0,6	3,5	2,8	6,0	7,5
Woudse Droogm.	0,8	0,3	0,2	0,2	1,3	0,04	2,2	2,3
Frederikspolder	0,4	0,1	0,3	0,2	0,8	0,03	1,6	1,6
Veenderpolder	1,2	0,4	0,8	0,3	4,1	0,5	3,7	3,7
Haarl.meerpolder	3,2	0,9	0,7	0,4	6,4	0,8	6,1	4,2

De totale hardheid die veroorzaakt wordt door de Ca en Mg-ionen, kan in de klei-veengebieden bijzonder hoog zijn. In de Haarlemmer-meerpolder is in het grondwater van kalkrijke zeeklei een hardheid van meer dan 100^oD gemeten.

Oppervlaktewater

De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 2 (tabel 7 en 8 (figuur), de bijdrage van deze ionen aan de ionenbalans in bijlage 14 en 15 (tabellen) en 16 en 17 (Stiff diagrammen).

Het water van de D i e p e n l o o p heeft een lagere zuurgraad (pH 6,5) dan de andere gebieden, met als gevolg dat het HCO₃-gehalte (28,6 mg.l⁻¹) en Ca-gehalte (23 mg.l⁻¹) ook lager zijn. (bijlage 2). In de overige zandgebieden variëren de gemiddelde waarden voor de pH van 7,5 - 7,7 voor HCO₃ van 196 - 280 mg.l⁻¹ en voor Ca van 73 - 105 mg.l⁻¹.

Incidenteel kan de pH een verhoogde waarde hebben als gevolg van een sterke a l g e n g r o e i, waardoor CO₂ aan het water wordt onttrokken. Dit is vooral geconstateerd in het water van de Diepenloop (bijlage 2).

Het magnesiumgehalte voor de onderzochte zandgebieden varieert van 3,9 tot 6,0 mg.l⁻¹. Het aandeel in de ionenbalans is verschillend. Voor het water van de Diepenloop is het 14% en voor de overige gebieden + 7% van de kationen.

Het Ca- en Mg-ion zijn verantwoordelijk voor de totale hardheid, die varieert van 4 tot 16^oD. De tijdelijke hardheid, ook wel bicarbonaathardheid genoemd, varieert van 1 tot 13^oD (bijlage 8).

In de k l e i - v e e n - gebieden variëren de gemiddelde Ca-gehalten van 118-553 mg.l⁻¹, de Mg-gehalten van 21 - 36 mg.l⁻¹, de HCO₃-gehalten van 266-318 mg.l⁻¹ en de pH van 7,6-7,9 (bijlage 2). De polders met een veenbodem hebben lagere Ca-waarden. De gemiddelde totale hardheid kan ten gevolge van hoge Ca-concentraties een waarde hebben van 68^oD (Haarlemmermeer), terwijl de hoogste gemiddelde bicarbonaathardheid 31^oD is (Woudse Droogmakerij). De Ca/Mg verhouding in het oppervlaktewater en drainwater van de klei-veengebieden is groter dan in het grondwater (tabel 19).

In fig. 5 en 6 zijn de Ca- en HCO₃-gehalten in het grondwater uitgezet tegen de gehalten in het oppervlaktewater. Uit fig. 5 volgt, dat er een goede correlatie ($r = 0,99$) bestaat tussen de Ca-gehalten van grond- en oppervlaktewater van de onderzochte gebieden, indien rekening wordt gehouden met de stromingsrichting van het grondwater. Voor het grondwater zijn de gehalten genomen, zoals die in de zand- en wegzijgingsgebieden voorkwamen op 2,5 m diepte in het grondwater en in de kwelgebieden op 0,5 m diepte. De correlatie tussen de HCO₃-gehalten (fig. 6) is voor de zandgebieden goed ($r = 0,96$), voor de klei-veengebieden echter slecht.

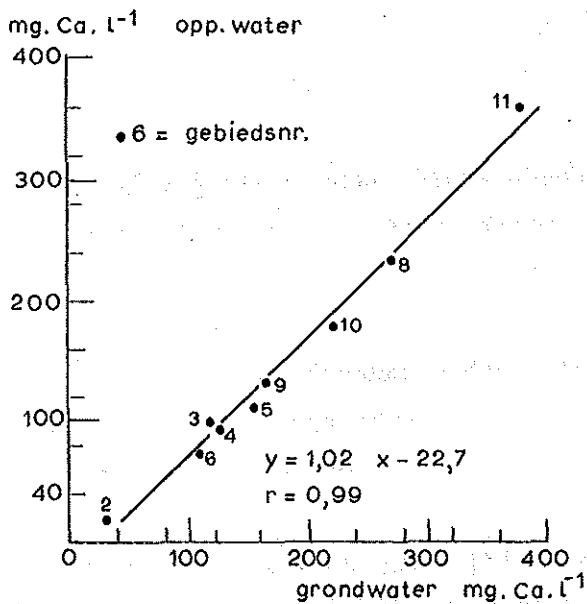


Fig. 5. Regressielijn en correlatiecoëfficiënt (r) van de Ca-gehalten in grond- en oppervlaktewater van de onderzochte zand- en klei-veen gebieden

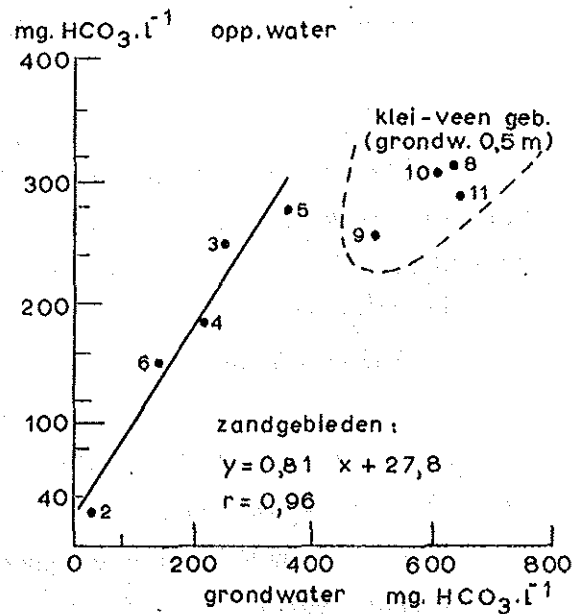


Fig. 6. Regressielijn en correlatiecoëfficiënt (r) van de HCO₃-gehalten in grond- en oppervlaktewater van de zandgebieden

Conclusies

1. Kalkdeeltjes in de bodem gaan in oplossing onder andere door koolzuurhoudend regenwater en door inwerking van organische zuren. Afhankelijk van de oorspronkelijke kalkrijkdom van de bodem en de tijd, waarover dit proces heeft plaatsgevonden, kan het Ca-gehalte in het grondwater van n a t u u r g e b i e d e n variëren van slechts enkele mg.l^{-1} tot meer dan 100. Het Mg-gehalte is ca. 5 mg.l^{-1} (tabel 8).
2. In a g r a r i s c h e gebieden, die van nature kalkarm zijn, zullen vanuit landbouwkundig oogpunt kalkhoudende meststoffen toegediend worden (VAN DIEST, 1971). Verbetering van de Ca- en Mg-toestand van de bodem zal consequenties hebben voor de gehalten en de zuurgraad van het grondwater. Een verhoogd Cl-gehalte gaat samen met een verhoogd Mg-gehalte (tabel 10). Dit is niet het geval voor Ca als gevolg van de sterke invloed van de bodemsamenstelling (tabel 18).
3. De invloed van landbouwkundige activiteiten op de Ca- en Mg-concentraties van het grondwater komt naar voren uit de correlatiecoëfficiënten: van chloride met Ca ($r = 0,62$) en Mg ($r = 0,69$) in het gebied van de Diepenloop (tabel 11).
4. De concentraties in het grondwater van de klei-veengebieden staan onder andere onder invloed van kwel, eventueel wegzijging en verdunning door neerslag. Aangezien de pH-verschillen tussen de 2 diepten zeer gering zijn, wordt de HCO_3^- -concentratie voornamelijk bepaald door de verdunning, zoals blijkt uit de HCO_3^-/Cl -verhouding, die op 0,5 m en 2,5 m vrijwel dezelfde is.
5. In de bovengrond van de k l e i - v e e n gebieden in West-Nederland, die overwegend afgezet/ontstaan is in een kalkrijk milieu, kan tengevolge van oxidatieverschijnselen (voornamelijk van pyriet) het Ca-gehalte sterk oplopen. Dit blijkt het duidelijkst uit de Ca/Cl-verhouding, die op 0,5 m in het grondwater hoger is dan op 2,5 m. Voor Mg geldt hetzelfde, maar de verschillen zijn geringer (tabel 20).
6. De HCO_3^- -concentratie in het grondwater van de zandgebieden wordt in zeer hoge mate bepaald door de pH (fig.4). De correlatie tussen pH en $\log(\text{HCO}_3^- \text{conc.})$ in het gebied van de Diepenloop is zeer goed ($r = 0,93$).
7. De Ca- en Mg-concentraties zijn bepalend voor de totale h a r d h e i d van het water. In de zandnatuurgebieden kan de

hardheid enkele $^{\circ}\text{D}$ bedragen, terwijl in kalkrijke bodems (klei-veen-gebieden) de hardheid incidenteel wel 100°D kan bedragen.

8. De pH in het oppervlaktewater is sterk afhankelijk van het koolzuur-evenwicht. In de zomermaanden kan de pH, tengevolge van koolzuuropname door de waterflora (algen, waterplanten), stijgen van circa 6,0 tot 8,0 en soms hoger (Diepenloop).
9. Het Ca-gehalte in het grondwater is in sterke mate bepalend voor het Ca-gehalte in het oppervlaktewater. Een zeer goede correlatie ($r = 0,99$) is gevonden tussen de gehalten in het grondwater en het oppervlaktewater van deze gebieden, indien rekening wordt gehouden met de stromingsrichting van het grondwater (fig. 5).
10. De correlatie tussen de HCO_3^- -gehalten in het grondwater en oppervlaktewater in de zandgebieden is zeer goed ($r = 0,96$), in de klei-veen-gebieden echter slecht (fig. 6).

4.6. N a t r i u m e n c h l o r i d e

Grondwater

Resultaten van de grondwateranalyses staan vermeld in bijlage 1 (tabel) en 10 (figuur). Het aandeel van de ionen staat vermeld in bijlage 14 (tabel) 15 en 16 (figuur).

Ten aanzien van het bodemgebruik is er een scheiding gemaakt tussen natuurgebieden en agrarische percelen. De n a t u u r g e b i e - d e n zijn naar profielopbouw en begroeiing ingedeeld (tabel 19).

Tabel 21. Natrium- en chloridegehalten (mg.l^{-1}) in het grondwater van natuurgebieden

Profiel	Begroeiing	Na		Cl	
		0,5 m	2,5 m	0,5 m	2,5 m
Dekzand	Naalldhout	5	5	8	11
Lemig zand	Loofhout	8	10	19	17
Hoogveen/zand	Heide	5	6	9	10
Mesotroof-veen	Blauwgr.land	13	20	19	44

In de zandgebieden zijn de verschillen tussen de ondiepe en diepe bemonstering te verwaarlozen. De chloridegehalten bij het bos met loofhout en de blauwgraslanden zijn hoger dan bij de overige natuurterreinen, mogelijk als gevolg van een grotere verdamping. Bij het diepe grondwater van de blauwgraslanden staan de concentraties mogelijk onder invloed van het oppervlaktewater, dat hogere gehalten heeft, omdat watertekorten aangevuld worden uit de boezem, die doorgespoeld wordt met Rijnwater.

De natriumgehalten in het grondwater van de agrarische percelen in de zandgebieden liggen in het traject 6-40 mg.l^{-1} . De verschillen in gehalten op 0,5 m en 2,5 m onder het grondwaterpeil zijn meestal gering. De chloridegehalten variëren van 10-100 mg.l^{-1} . Het procentuele aandeel in de ionenbalans bedraagt zowel voor de natuurgebieden als de agrarische percelen gemiddeld 5 à 10%. Een uitzondering hierop vormen het grondwater in het gebied van de Diepenloop en het ondiepe grondwater in het gebied van de Hooge Laarsleiding, waar dit aandeel circa 20% is. Deze verhoogde bijdrage is het gevolg van de vrij lage pH van het betreffende grondwater, waardoor met name het aandeel van HCO_3 sterk terugloopt.

De invloed van de landbouwkundige activiteiten op het Na-gehalte blijkt uit de gevonden correlatie ($r = 0,72$) tussen de chloridegehalten en natriumgehalten van het ondiepe grondwater in het gebied van de Diepenloop (tabel 11, zie ook tabel 10).

Ook de plaats op een perceel, waar een grondwaterbuis geplaatst wordt, beïnvloedt de resultaten sterk. In het stroomgebied van de Hooge Laarsleiding was op één perceel de buis aan de kop van een perceel geplaatst. Ter plaatse kwamen hogere gehalten voor (80 mg.l^{-1}) dan normaal. Een nader onderzoek heeft uitgewezen dat dit te wijten is aan het vee, dat zich daar verzamelt om gemolken te worden. In tabel 20 zijn de resultaten weergegeven van het grondwater op de plaats waar het vee zich verzamelt en in het midden van het perceel.

Tabel 22. Analyseresultaten van enkele bepalingen van het bovenste grondwater vooraan en in het midden van het perceel

Bepaling	Vooraan	Midden
NO ₃ (mg. N.l ⁻¹)	4,5	0,25
NH ₄ -anorg. (")	0,15	0,13
Cl (mg.l ⁻¹)	80	21
geleidingsvermogen (µmho.cm ⁻¹)	1200	500
pH	4,3	7,2

Naast een hoger chloridegehalte, geleidingsvermogen en nitraatgehalte, is ook de lage pH opvallend. Waarschijnlijk komt dit door de nitrificatie van het ammonium uit de urine van het vee. Bij normale organische bemesting treedt geen verzuring op (KOLENBRANDER en DE LA LANDE CREMER, 1967).

In de k l e i- v e e n gebieden zijn de gehalten in de Woudse Droogmakerij, de Veenderpolder en de Frederikspolder een factor 10-50 hoger dan in de zandgebieden door de invloed van zoute kwel. De invloed van de kwel op de Na- en Cl-gehalten is in de onderbemaalingen van de Haarlemmermeer gering, doordat de concentraties in het kwelwater laag zijn.

De gemiddelde gehalten in de onderzochte klei-veengebieden variëren op 2,5 m in het grondwater van 145 mg.Na.l⁻¹ en 228 mg. Cl.l⁻¹ in de Haarlemmermeer tot 960 mg.Na.l⁻¹ en 1144 mg.Cl.l⁻¹ in de Frederikspolder. De gemiddelde gehalten op 0,5 m in het grondwater zijn veelal een factor 3 lager als gevolg van de menging die in het bovenste grondwater optreedt van kwelwater met regenwater.

Het is zeer opmerkelijk, dat de hoogste gehalten worden aangetroffen in de Frederikspolder, hoewel dit volgens hydrologisch onderzoek een infiltratiepolder is (WIT, 1974). Mogelijk staan de grondwaterbuizen in een kwelgedeelte. De gehalten in de Veenderpolder, die grenst aan de Frederikspolder, zijn lager, ondanks de veel diepere ligging (+ 2,20 m verschil) en een kwel van 0,1 mm.etm⁻¹.

Vermoedelijk is de verklaring hiervoor, dat vanuit het aangrenzende Braassemermeer en de Wijde Aa een kwel optreedt, die door de lagere gehalten een verzoetende werking heeft. Heel duidelijk blijkt dit wanneer men de analyses van het gasbronwater vergelijkt met die van het grondwater (bijlage 1B). De gasbron is zeer dicht bij de Wijde Aa gelegen, terwijl de boring een diepte heeft van + 20 m. Uit deze resultaten blijkt dat de hydrologische situatie ook binnen kleine polders van plaats tot plaats verschillen en dat kwelwater ook een verzoetende werking kan hebben als zij plaats vindt vanuit het boezemwater.

Het aandeel van zowel Na als Cl in de ionenbalans varieert van circa 5-21% op 0,5 m en van circa 12-30% op 2,5 m. De laagste bijdrage doet zich voor bij de onderbemalingen in de Haarlemmermeer, de hoogste bij de Frederikspolder.

De verhouding Na/Cl in het grondwater is in de klei-veengebieden groter dan in de zandgebieden (tabel 23). Vooral in de gebieden waar invloed is van zout kwelwater kan een verhoogd Na/Cl-quotient geconstateerd worden. Mogelijk zijn in deze gebieden sedimenten aanwezig, waar het grondwater verrijkt wordt met Na. In sommige zandgebieden treedt het omgekeerde effect op. Vooral in de jonge ontginningsgebieden (Diepenloop en Hooge Laarsleiding) zijn de Na/Cl-quotienten vrij laag. In regenwater en zeewater is de verhouding 0,55 à 0,65 (OOSTEROM, 1974). Bij de verhouding 1 atoom Na op 1 atoom Cl is de Na/Cl-verhouding 0,65.

Oppervlaktewater

De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 2 (maximum, gemiddeld, minimum) en bijlage 10 (figuur). Het procentuele aandeel in de ionenbalans staat vermeld in bijlage 15, 16 (tabel) en bijlage 17 (figuur).

De hoogste gehalten in de z a n d g e b i e d e n van de Na- en Cl-ionen worden aangetroffen in het water van de Oude Leerinkbeek. De gemiddelde concentraties zijn respectievelijk 27 en 46 mg.l⁻¹. In de Diepenloop en Hooge Laarsleiding worden lage waarden gevonden circa 14 mg.Na.l⁻¹ en 27 mg.Cl.l⁻¹. Beide gebieden zijn omgeven door

natuurgebieden. Mogelijke verdunning door kwel uit deze natuurgebieden kan de oorzaak zijn van lagere gehalten van het oppervlaktewater. Voor de zandgebieden is het aandeel in de ionenbalans voor zowel Na als Cl + 10%.

Tabel 23. Na/Cl-verhouding in het oppervlakte-, drain- en grondwater van de onderzochte gebieden

Gebieds- nr.	Gebieds- naam	Oppervl. water	Drainwater (gasbronw.)	Grondwater	
				0,5 m	2,5 m
Zandgebieden:					
1	Natuur (zand)	-	-	0,49	0,53
2	Diepenloop	0,46	-	0,36	0,34
3	Raalter Wetering	0,53	0,44	0,52	0,44
4	Oude Leerinkbeek	0,59	0,50	0,61	0,58
5	Deld. Broeklaak	0,50	-	0,48	0,54
6	Hooge Laarsleiding	0,53	-	0,22	0,47
Klei-veengebieden:					
7	Natuur (blauwgr.)	-	-	0,68	0,45
8	Woudse Droogm.	0,61	0,66	0,60	0,83
9	Frederikspolder	0,56	-	0,72	0,84
10	Veenderpolder	0,54	(0,50)	0,93	1,17
11	Haarlemmerm.polder	0,59	0,57	0,50	0,64
Gemiddeld:					
	Zandgebieden	0,52		0,45	0,48
	Klei-veen-gebied.	0,58		0,69	0,79

In de k l e i - v e e n gebieden liggen de gehalten van de Woudse Droogmakerij, de Frederikspolder en de Veenderpolder ongeveer een factor 10 hoger door de invloed van kwel en gasbronwater. In de onderbemalingen van de Haarlemmermeer zijn de gehalten slechts weinig hoger dan in de zandgebieden. In de Veenderpolder zijn de gemiddelde Na- en Cl-gehalten vrij hoog tengevolge van de aanwezigheid van een gasbron. Een eenmalige analyse van het gasbronwater

vertoont een Na-gehalte van 1300 mg.l^{-1} en een Cl-gehalte van 2600 mg.l^{-1} . Het aandeel van de ionen in de ionen-balans is sterk afhankelijk van de bijdrage van de kwel en de invloed van de bodem-samenstelling (Ca en SO_4). Voor de Woudse Droogmakerij, Frederikspolder, Veendorpolder, Haarlemmermeerpolder zijn de gemiddelde %-es voor zowel Na als Cl respectievelijk 14,20, 28 en 5. De gemiddelde Na/Cl-verhouding in het oppervlaktewater van de zand- en klei-veen-gebieden verschilt weinig (tabel 23).

Conclusies

1. De Na- en Cl- concentraties in het grondwater van zand-n a t u u r g e b i e d e n zijn afhankelijk van de gehalten in het regenwater en de grootte van de verdamping. Het Na-gehalte is veelal $5 \text{ à } 10 \text{ mg.l}^{-1}$ en het Cl-gehalte $10 \text{ à } 20 \text{ mg.l}^{-1}$ (tabel 19).
2. Bij de a g r a r i s c h e percelen heeft de organische bemesting invloed op het Na- en Cl-gehalte van het grondwater (tabel 10). Het gemiddelde Na-gehalte bij de agrarische percelen in de zandgebieden varieert van 10 tot 20 mg.l^{-1} , het gemiddelde chloride gehalte van 25 tot 60 mg.l^{-1} (bijlage 1). De correlatie tussen de Na- en Cl-concentratie van het grondwater op 0,5 m in het grondwater van het gebied de Diepenloop is vrij goed ($r = 0,72$; tabel 11).
3. In de klei-veengebieden van West-Nederland, wordt het Na- en Cl-gehalte in het grondwater voornamelijk bepaald door de grootte van de kwel, het zoutgehalte van het kwelwater en de menging met regenwater. De gehalten in het grondwater op 0,5 m kunnen hierdoor een factor 3 lager zijn dan op 2,5 m beneden het grondwater-niveau.
4. De gehalten in het oppervlaktewater van de zandgebieden worden in belangrijke mate bepaald door de oppervlakte aan natuurgebied en agrarisch gebied en daarnaast door de agrarische activiteiten. De gemiddelde Na-concentratie in het oppervlaktewater varieert van $13\text{-}27 \text{ mg.l}^{-1}$ en de Cl-concentratie van $26\text{-}46 \text{ mg.l}^{-1}$ (bijlage 1A).

5. De kwaliteit van het oppervlaktewater in de klei-veen-gebieden wordt niet alleen beïnvloed door de chemische samenstelling van het grondwater maar ook door de kwaliteit en kwantiteit van het ingelaten boezemwater en eventueel door zoutwaterlozingen. De gehalten in de onderzochte klei-veengebieden kunnen soms een factor 10 hoger liggen dan in de zandgebieden.
6. Het Na- en Cl-ion worden biologisch en chemisch vrijwel niet vastgelegd, zodat de Na/Cl-verhouding in zeewater, regenwater, grondwater en oppervlaktewater over het algemeen weinig van elkaar verschilt (0,55 à 0,65).
In de gebieden waar invloed is van zoute kwel is het quotiënt in het grondwater hoger, terwijl bij de jonge ontginningsgronden een lagere Na/Cl-verhouding is geconstateerd (tabel 23).

4.7. K a l i u m

Grondwater

Resultaten van de grondwateranalyses staan vermeld in bijlage 1, 14 (tabellen) en 11, 15, 16 (figuren).

De gehalten in de n a t u u r t e r r e i n e n variëren van minder dan 1 tot 3 mg.l⁻¹, hetgeen overeenkomt met de gehalten in het regenwater (OOSTEROM, 1974).

De gehalten in het grondwater van de a g r a r i s c h e percelen (randgebieden) kunnen variëren van 1 tot 24 mg.l⁻¹. Met name in het gebied van de Diepenloop waar voornamelijk zwaarder bemeste percelen zijn onderzocht, komen hogere gehalten voor. In tabel 10 komt naar voren dat bemesting wel invloed heeft op het K-gehalte van het grondwater, maar dat de stijging gering is. Bij een gemiddeld Cl-gehalte van 30 en 60 mg.l⁻¹ is het K-gehalte respectievelijk 5 en 7 à 8 mg.l⁻¹. De chloride concentratie kan als indicatie gebruikt worden voor het bemestingsniveau. De correlatie tussen de K- en Cl-gehalten van het grondwater op 0,5 m in het grondwater van het gebied de Diepenloop is zeer gering ($r = 0,14$; tabel 11), doordat o.a. de bodemsamenstelling (organische stof-gehalte) een grote invloed heeft op de mate, waarin het K-ion gebonden wordt.

Het aandeel in de ionenbalans is gering. Voor het ondiepe grondwater varieert dit tussen 0,4 en 2,6% en voor het diepere van 0,3 tot 1,5%.

In de k l e i - v e e n gebieden komen zowel de laagste als de hoogste gehalten in het grondwater van de Haarlemmermeerpolder voor. In het grondwater op 0,5 m komen normaal gehalten voor van 6 tot 30 mg.l^{-1} . Op één plaats is echter regelmatig een K-gehalte aangetroffen van 270 mg.l^{-1} . Een verklaring hiervoor is niet gevonden. In het grondwater op 2,5 m lopen de gehalten uiteen van 21 tot 61 mg.l^{-1} . Het aandeel van dit ion in de ionenbalans is voor alle polders slechts enkele procenten.

Oppervlaktewater

De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 2, 14 (tabellen) en 11, 15, 16 (figuren).

In de zandgebieden is het gemiddelde K-gehalte circa 3 mg.l^{-1} , uitgezonderd in de Diepenloop en de Oude Leerinkbeek, waar de gehalten respectievelijk 6,4 en $7,5 \text{ mg.l}^{-1}$ zijn. In de voornoemde gebieden zijn de maxima respectievelijk 12 en 17 mg.l^{-1} . In de andere gebieden ligt het maximum bij 6 mg.l^{-1} . De verhoogde gehalten in de Diepenloop en Oude Leerinkbeek hangen mogelijk samen met lozingen. De vervuiling in het gebied van de Diepenloop, vindt voornamelijk plaats in het leidingvak van mp 101 (tabel 24) en het leidingvak, dat water afvoert uit een tuinbouwgebied (mp 106).

Het aandeel van het K-ion in de ionenbalans bedraagt slechts enkele procenten.

De kalium-gehalten in de k l e i - v e e n gebieden verschillen onderling niet veel. De maxima komen niet boven de 50 mg.l^{-1} . De gemiddelde gehalten variëren van 16 tot 38 mg.l^{-1} . Het aandeel van het K-ion in de ionenbalans is slechts enkele procenten. De gehalten in het oppervlaktewater hebben ongeveer dezelfde waarden als het grondwater van het betreffende gebied. Een uitzondering hierop vormen de onderbemalingen in de Haarlemmermeer, waar in het oppervlaktewater veel lagere gehalten voorkomen dan in het grondwater.

Tabel 24. Gemiddelde K- en Cl-gehalten (mg.l^{-1}) in het oppervlakte-
water van het stroomgebied van de Diepenloop (ligging
monsterpunten: fig. 2)

Bepaling	Monsterpunt							
	101 →*	102 →	103 →	105 →	108	104	106	107
K	21	9	7	6	6,4	4,5	17	4
Cl	53	34	30	31	29	30	41	19

* stroomrichting

Conclusies

1. De concentratie in het grondwater van n a t u r g e b i e d e n varieert van enkele tienden tot circa 3 mg.l^{-1} . Dit is ongeveer dezelfde concentratie als in het regenwater wordt aangetroffen.
2. Het K-ion is een belangrijk voedingsion voor de planten. De via de bemesting toegevoerde kalium zal voor een belangrijk deel uit het bodemwater opgenomen worden. De gemiddelde gehalten in de agrarische zandgebieden variëren van 2 tot 9 mg.l^{-1} . Het bemestingseffect komt naar voren in tabel 10.
3. De correlatie tussen het K- en Cl-gehalte is vrij gering ($r = 0,14$) onder andere door de invloed van de bodemsamenstelling (organische stof-gehalte) op de mate van K-binding en het verschil in opname door de gewassen (tabel 11).
4. In het grondwater van de onderzochte k l e i - v e e n gebieden, waarvan de bodem van nature kalirijk is, zijn de gehalten enkele 10-tallen mg.l^{-1} . In het bovenste grondwater zijn de concentraties lager ten gevolge van menging van K-rijk kwelwater met K-arm regenwater.
5. In het o p p e r v l a k t e w a t e r van de zandgebieden zal het K-gehalte bepaald worden door het gehalte in het grondwater en eventuele directe lozingen. In het gebied van de Diepenloop vindt verontreiniging eveneens plaats door het tuinbouwgebied (tabel 24). De gemiddelde K-gehalten variëren van 3 tot $7,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (bijlage 1A).

6. Het procentuele aandeel van het K-ion in de ionen-balans van grondwater en oppervlaktewater van de zand- en klei-veengebieden varieert van 0,3 tot 3,4 procent.

4.8. S u l f a a t

Grondwater

Resultaten van de grondwateranalyses staan vermeld in bijlage 1, 14 (tabellen) en 11, 15, 16 (figuren).

De sulfaatgehalten in het grondwater van de n a t u u r g e - b i e d e n lopen sterk uiteen. Het sulfaatgehalte wordt voornamelijk bepaald door de gehalten in het regenwater ($+ 10 \text{ mg.l}^{-1}$), door de verdamping, door de aanwezigheid van zwavelhoudende mineralen (bijv. FeS_2) in de bodem en door de SO_4 -opname van de begroeiing. De gehalten voor de verschillende bodemtypen met begroeiing staan genoemd in tabel 25.

Tabel 25. Sulfaatgehalten ($\text{mg SO}_4 \cdot \text{l}^{-1}$) en SO_4/Cl -verhouding in het grondwater op 0,5 m en 2,5 m diepte van natuurterreinen

Bodemtype	Begroeiing	SO_4 -gehalte		SO_4/Cl -verh.	
		0,5 m	2,5 m	0,5 m	2,5 m
Dekzand	Naaldhout	26	39	3,2	3,5
Lemig zand	Loofhout	84	79	4,4	4,6
Hoogveen/zand	Heide	25	109	2,8	10,9
Mesotr.laagveen	Blauwgrasl.	66	123	3,5	2,8

Het sulfaatgehalte in het grondwater op 0,5 m in de agrarische z a n d g e b i e d e n is meestal hoger dan op 2,5 m. Dit kan een gevolg zijn van sulfaatreduktie in de ondergrond of samenhangen met de ongelijkmatige sulfaatuitspoeling in de loop van een jaar. Op basis van de SO_4/Cl -verhouding in het grondwater van de zandgebieden lijkt SO_4 -reduktie zeer aannemelijk (tabel 26). Uitzonderingen hierop zijn de stroomgebieden van de Diepenloop en de Hooge Laarsleiding. In eerstgenoemd gebied zijn veel percelen in dit onderzoek

Tabel 26. De SO_4/Cl -verhouding van grond- en oppervlaktewater in de onderzochte gebieden

Gebieds- nr.	Gebiedsnaam	Oppervl. water	Grondwater	
			0,5 m	2,5 m
<u>Zandgebieden:</u>				
2	Diepenloop	1,59	1,50	1,46
3	Raalte Wetering	1,00	2,69	1,95
4	Oude Leerinkbeek	1,79	3,28	2,38
5	Deldensche Broeklaak	1,62	3,60	2,65
6	Hooge Laarsleiding	1,42	1,64	5,02
<u>Klei-veengebieden:</u>				
8	Woudse Droogmakerij	1,90	1,28	0,04
9	Frederikspolder	0,71	0,84	0,03
10	Veenderpolder	0,41	4,15	0,54
11	Haarlemmermeerpolder	6,47	6,44	0,77

opgenomen, waar een zwaardere bemesting werd toegepast. In het grondwater van deze percelen moet eerst NO_3 -reduktie plaatsvinden, voordat SO_4 -reduktie kan optreden (HOEKS, 1972; p 26). De verhoging in het gebied van de Hooge Laarsleiding hangt ongetwijfeld samen met het profiel, aangezien dezelfde verandering optreedt in het diepe grondwater van het hoogveen-natuurterrein (tabel 25), dat hieraan grenst. Sulfaat komt ook in het grondwater door het gebruik van zwavelhoudende kunstmeststoffen en organische mest. In tabel 10 is enige invloed zichtbaar van een verhoogd bemestingsniveau op het sulfaatgehalte. Het grondwater in de onderzochte zandgebieden varieert van 20 tot 200 mg.l^{-1} . De correlatie van de SO_4 - en de Cl-concentratie in het grondwater op 0,5 m in het gebied van de Diepenloop is slecht ($r = 0,41$; tabel 11), wat een indicatie is dat de invloed van de bodem en biochemische processen op het sulfaatgehalte groot is.

Het aandeel van SO_4 in de ionen-balans varieert in het gebied van de Diepenloop en Hooge Laarsleiding van 22 tot 25%, in de overige gebieden van 11 tot 16%.

In de k l e i - v e e n gebieden spelen de biochemische processen van oxidatie en reductie een grotere rol dan in de zandgebieden. omdat pyriet (Fe S_2) in mariene afzettingen aanwezig is. Tengevolge hiervan komen in het bovenste grondwater (oxidatie verschijnselen) veel hogere sulfaatgehalten voor en is de SO_4/Cl -verhouding veel hoger dan in het grondwater op 2,5 m (bijlage 1B, tabel 26). De invloed die drainwater kan hebben blijkt onder andere uit tabel 27. De concentratie in het oppervlaktewater is hoger dan gemiddeld (745 mg l^{-1}) als gevolg van het hoge gehalte in het drainwater.

Tabel 27. Sulfaatgehalte van het oppervlakte-, drain- en grondwater op een perceel in de Haarlemmermeer (febr. '72)

Soort water	Filterdiepte t.o.v. grondwaterpeil	SO_4 -gehalte
Oppervlaktewater	-	915
Drainwater	-	1196
Grondwater	-0,5 m	1374
Grondwater	-2,5 m	238

De grote invloed van de biochemische processen blijkt uit de SO_4/Cl -verhouding, die op 0,5 m diepte veel hoger is dan op 2,5 m (tabel 26). De bijdrage aan de ionenbalans varieert op 2,5 m van 0,6 tot 7,2% en op 0,5 m van 12 tot 26%.

Oppervlaktewater

De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 2, 14 (tabellen) en 11, 15, 16 (figuren).

In de z a n d g e b i e d e n is het gemiddelde sulfaatgehalte in de Oude Leerinkbeek 83 mg.l^{-1} . In de overige 4 gebieden is dit $\pm 45 \text{ mg.l}^{-1}$. Het procentuele aandeel van dit ion in de ionenbalans is voor de Diepenloop, Oude Leerinkbeek en de overige 3 gebieden respectievelijk 20, 14 en 8%. In de Diepenloop is aanvankelijk tengevolge van incidentele lozingen (m.p. 101) een verhoogd sulfaatgehalte (tabel 28).

Monsterplaatsen 104 en 107 zijn gelegen in leidingvakken waar geen lozingen plaatsvinden. Monsterpunt 106 registreert de invloed van een tuinbouwgebied. Het dekzand-natuurterrein ligt in hetzelfde gebied (tabel 25).

Tabel 28. Gemiddelde Cl- en SO₄-gehalten (mg.l⁻¹) in het oppervlaktewater van het stroomgebied van de Diepenloop (ligging monsterpunten: fig. 2)

Bepaling	Monsterpunt							
	101 →*	102 →	103 →	105 →	108	104	106	107
Cl	53	34	30	31	29	30	41	19
SO ₄	67	45	42	47	46	47	89	46

* → stroomrichting

Het gemiddelde sulfaatgehalte in de k l e i - v e e n - gebieden varieert van 151 tot 745 mg.l⁻¹. Het procentueel aandeel in de ionenbalans is 12 tot 34%. Het sulfaatgehalte van het oppervlaktewater ligt meestal in de buurt van het ondiepe grondwater. In de Veenderpolder is het duidelijk verlaagd als gevolg van verdunning door bronwater, dat een laag SO₄-gehalte heeft van 20 mg.l⁻¹. Ook de SO₄/Cl-verhouding in deze klei-veengebieden ligt op het niveau van het bovenste grondwater, in tegenstelling met de Veenderpolder waar de SO₄/Cl-verhouding die van de gasbron (0,01) benadert.

Conclusies

1. Het sulfaatgehalte in het grondwater van de natuurgebieden wordt grotendeels bepaald door de b o d e m s a m e n s t e l l i n g zoals de aanwezigheid van zwavelhoudende mineralen (tabel 25) en de bijdrage door de neerslag.
2. In de landbouw worden zwavelverbindingen aan de bodem toegevoegd door het gebruik van kunstmeststoffen en organische meststoffen. Bij de a g r a r i s c h e p e r c e l e n zijn de gehalten in het grondwater over het algemeen wat hoger dan bij de natuurterreinen (bijlage 1). Een verhoogd bemestingsniveau heeft slechts

een geringe invloed op het sulfaatgehalte van het grondwater (tabel 10), hetgeen ook blijkt uit de geringe correlatie ($r = 0,41$) tussen de SO_4 - en Cl-concentratie van het grondwater op 0,5 m in het gebied van de Diepenloop (tabel 11).

3. In de k l e i - v e e n gebieden is de bodem meestal rijk aan pyriet (FeS_2), dat tijdens de afzetting in het mariene milieu gevormd is. Door de bio-chemische oxidatie van pyriet kan het sulfaatgehalte in het grondwater op 0,5 m oplopen tot 1000 mg.l^{-1} . De gehalten op 0,5 m diepte zijn meestal een factor 5 à 10 hoger dan op 2,5 m door de invloed van de oxidatieprocessen in het aerobe deel van het profiel. Op 2,5 m wordt voornamelijk SO_4 -arm kwelwater aangetroffen. De SO_4/Cl -verhouding geeft informatie over de mate waarin oxidatie-reduktieprocessen een rol spelen (tabel 26).
4. Het gemiddelde sulfaatgehalte in het o p p e r v l a k t e w a t e r van de zandgebieden bedraagt $\pm 45 \text{ mg.l}^{-1}$, met uitzondering van de Oude Leerinkbeek, waar het gemiddelde gehalte 83 mg.l^{-1} is. In de klei-veengebieden zijn de gehalten afhankelijk van de bodemsamenstelling, het 3- tot 10-voudige van de gehalten in de zandgebieden.

4.9. T o t a a l i j z e r

Grondwater

De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 1 (tabel en 12 (figuur)).

Van de verschillende n a t u u r g e b i e d e n zijn de gemiddelde ijzergehalten vermeld in tabel 29. In het diepere grondwater komen over het algemeen hogere gehalten voor.

In de z a n d g e b i e d e n kunnen in het grondwater van de agrarische percelen hoge gehalten voorkomen. In het grondwater van de Diepenloop komen incidenteel gehalten voor van 62 mg.l^{-1} . De hoge gehalten moeten worden toegeschreven aan ijzerhoudende mineralen. In de overige zandgebieden komen incidenteel gehalten voor van $18,5 \text{ mg.l}^{-1}$. Ook bij de agrarische percelen liggen de gehalten in het grondwater op 2,5 m 20 à 50% hoger dan op 0,5 m.

Tabel 29. Totaal-ijzer en mangaan-gehalte (mg.l^{-1}) en pH in het grondwater van natuurgebieden

Profiel	Begroeiing	Fe		Mn		pH	
		0,5m	2,5m	0,5m	2,5m	0,5m	2,5m
Dekzand	Naaldhout	2,5	4,6	0,29	0,90	4,0	4,2
Lemig zand	Loofhout	0,9	4,6	0,14	0,38	6,8	7,6
Hoogv./zand	Heide	2,7	3,8	0,63	1,24	4,9	6,5
Mesotr.laagv.	Blauwgrasl.	3,3	0,5	0,07	0,03	6,2	6,5

De gehalten in de k l e i - v e e n gebieden liggen over het algemeen lager dan in de zandgebieden en variëren op 2,5 m diepte van 0,5 tot $8,4 \text{ mg.l}^{-1}$.

Oppervlaktewater

De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 1A, 2 (tabel) en 12 (figuur).

In het oppervlaktewater van de z a n d g e b i e d e n wordt 20 tot 40% van het ijzer aangetroffen van wat in het grondwater aanwezig is. Van het ijzer zal een gedeelte in het aerobe-oppervlaktewater oxideren en op de bodem bezinken, een ander deel zal in oplossing of zwevende toestand blijven. In de Diepenloop en Hooge Laarsleiding komen de hoogste gehalten voor, respectievelijk $5,2$ en $2,6 \text{ mg.l}^{-1}$. In de overige 3 gebieden is het gemiddelde gehalte $\pm 1 \text{ mg Fe.l}^{-1}$.

In de k l e i - v e e n gebieden zijn de gemiddelde gehalten over het algemeen circa $0,5 \text{ mg.Fe.l}^{-1}$, met uitzondering van de Veenderpolder ($1,3 \text{ mg.Fe.l}^{-1}$), waar de concentratie beïnvloed wordt door ijzerrijk water van een gasbron (32 mg.l^{-1}).

Conclusies

1. De totaal-ijzer gehalten in het g r o n d w a t e r zijn sterk afhankelijk van de aanwezigheid van ijzerhoudende mineralen en de zuurstof-toestand. In het stroomgebied van de Diepenloop komen

incidenteel gehalten voor van 62 mg.l^{-1} . Het gemiddelde totaal-ijzergehalte in de zandgebieden op 2,5 m in het grondwater varieert van 4 tot 28 mg.l^{-1} (bijlage 1A).

2. In het grondwater van de klei-veengebieden liggen de gehalten over het algemeen lager dan in het grondwater van de zandgebieden. Op 2,5 m liggen de gemiddelde gehalten van de onderzochte polders in het traject van 0,5 tot 9 mg.l^{-1} .
3. In een anaeroob milieu zal het ijzer gereduceerd worden tot beter oplosbare verbindingen. De gehalten in het grondwater op 2,5 m zijn mogelijk daardoor over het algemeen 20 à 50% hoger dan in het grondwater op 0,5 m.
4. Via het grondwater toegevoerd ijzer zal in het aërobe oppervlaktewater geoxydeerd worden. De hierbij gevormde kolloïdale ijzer-verbindingen zullen gedeeltelijk bezinken. Het totaal-ijzergehalte in het oppervlaktewater is dan ook meestal 70 à 80% lager dan in het grondwater op 2,5 m (bijlage 1).
5. In het oppervlaktewater van oud-hoogveengebieden (Diepenloop en Hooge Laarsleiding) komen relatief hoge totaal-ijzergehalten voor. De gemiddelde gehalten zijn respectievelijk 5,2 en $2,6 \text{ mg.l}^{-1}$ terwijl in de overige zandgebieden het gehalte $\pm 1 \text{ mg.l}^{-1}$ is.

4.10. M a n g a a n

Grondwater

De mangaan-bepaling is alleen in de grondwatermonsters verricht. De resultaten van de analyses staan vermeld in bijlage 1 (tabel) en 12 (figuur).

Het mangaangehalte in het grondwater van de n a t u u r g e b i e d e n (tabel 29) is over het algemeen van dezelfde grootte-orde als bij de a g r a r i s c h e percelen. De gehalten in de onderzochte zandgebieden variëren van 0,3 tot $2,4 \text{ mg Mn.l}^{-1}$.

De gehalten in het grondwater op 2,5 m zijn hoger dan in het bovenste grondwater, mogelijk door het anaerobe milieu waardoor beter oplosbare verbindingen ontstaan.

Bij de klei-veen-gebieden zijn bijzonder lage gehalten waargenomen in het natuurgebied 'De Meije' (tabel 29). Naarmate de

lutumfractie toeneemt is er ook een stijging van het mangaangehalte te constateren. Dit is in overeenstemming met wat in de literatuur vermeld staat (SCHARRER und LINSEL, 1966). In de Woudse Droogmakerij en Frederikspolder komen gehalten voor van $0,46 - 1,80 \text{ mg.l}^{-1}$.

In de Veenderpolder en Haarlemmermeerpolder variëren de gehalten van $2,00$ tot $5,70 \text{ mg.l}^{-1}$. De laatste gebieden bestaan voornamelijk uit zeeklei (zie hoofdstuk 2 - gebiedsbeschrijving).

Conclusies

1. Het gemiddelde mangaangehalte in het grondwater van de zandgebieden is van dezelfde grootte-orde als van de klei-veengebieden.
2. Naarmate het lutum gehalte van de bodem toeneemt, neemt ook het mangaangehalte in het grondwater toe.

4.11. Geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte

Grondwater

De resultaten van het geleidingsvermogen ($\mu\text{mho. cm}^{-1}$ bij 20°C) staan vermeld in bijlage 1 (tabel) en 13 (figuur) en van het totaal-zoutgehalte (meq.l^{-1}) in bijlage 14 (tabel). Het totaal-zoutgehalte is de som van de belangrijkste anionen en kationen namelijk:

Ca, Mg, Na, K, NH_4 en HCO_3 , SO_4 , Cl, NO_3 .

In de natuurgebieden wordt de kwaliteit bepaald door de samenstelling van de neerslag, de grootte van de verdamping en de invloed van de bodemsamenstelling (tabel 30). Het hogere geleidingsvermogen op $2,5 \text{ m}$ is een gevolg van bodemchemische processen, waarbij Ca, HCO_3 en SO_4 altijd wel een rol spelen en soms ook Mg (tabel 18, 25).

Het geleidingsvermogen en de totaal-zoutgehalten bij de agrarische percelen in de zandgebieden hangen voor een deel samen met de bodemsamenstelling, zoals blijkt uit het onderzoek in de natuurterreinen. De bovengrond beïnvloedt zeer sterk het geleidingsvermogen van het ondiepe grondwater ($0,5 \text{ m}$). Wanneer we de gebieden indelen naar bodemtype met bijbehorend geleidingsvermogen van het grondwater op $0,5 \text{ m}$, dan ontstaat het

Tabel 30. Geleidingsvermogen ($\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$ bij 20°C) en chloride-gehalte ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) in het grondwater op 0,5 en 2,5 m van natuurterreinen

Profiel	Begroeiing	Geleidingsvermogen		Chloridegehalte	
		0,5 m	2,5 m	0,5 m	2,5 m
Dekzand	Naaldhout	83	116	8	11
Lemig zand	Loofhout	289	409	19	17
Hoogveen/zand	Heide	82	341	9	10
Mesotr.laagveen	Blauwgrasl.	340	729	19	44

volgende overzicht:

- 1) oorspronkelijke hoogveengronden: 425 (250-620) $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$
- 2) dekzandgronden 550 (390-725) "
- 3) oude beekkleigronden 750 (550-875) "

De hoeveelheid opgelost zout is respectievelijk circa 8,6, 12,5 en 18 $\text{meq}\cdot\text{l}^{-1}$.

Het geleidingsvermogen op 2,5 m in de oostelijke zandgebieden wordt mede bepaald door de ondergrond, die voornamelijk uit grof rivierzand bestaat. Het geleidingsvermogen hierin bedraagt gemiddeld 665 $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$ en het totaal-zoutgehalte circa 16 $\text{meq}\cdot\text{l}^{-1}$. De ondergrond van de Diepenloop bestaat uit venig-leemhoudend zand. Het gemiddelde geleidingsvermogen in het grondwater is daar 425 $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$ en het totaal-zoutgehalte 8,5 $\text{meq}\cdot\text{l}^{-1}$.

Een indruk van de invloed van de landbouw op het geleidingsvermogen geeft de correlatieberekening tussen de chloridegehalten en het geleidingsvermogen in het grondwater op 0,5 m van het stroomgebied van de Diepenloop. De correlatie ($r = 0,81$) is vrij goed. Uit de regressielijn (tabel 11) blijkt, dat bij een stijging van het Cl-gehalte met 10 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ het geleidingsvermogen toeneemt met circa 57 $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$.

De correlatie van het totaal-zoutgehalte met het geleidingsvermogen zowel voor grond- als voor oppervlaktewater van de klei- en de zandgebieden is zeer goed ($r = 0,99$). Fig. 7 geeft het verloop van de regressielijn (pag. 69).

De verhouding van het geleidingsvermogen ten opzichte van het chloridegehalte is voor de twee diepten in de zandgebieden vrij constant, met uitzondering van de natuurterreinen en de Hooge Laarsleiding (tabel 31), waar de bovengrond blijkbaar armer is aan mineralen dan de ondergrond.

Tabel 31. Verhouding geleidingsvermogen/Cl van grond- en oppervlaktewater in de onderzochte gebieden

Gebieds- nr.	Gebiedsnaam	Oppervlakte water	Grondwater	
			0,5 m	2,5 m
<u>Zandgebieden:</u>				
1	Natuur	-	9,7	17,1
2	Diepenloop	7,8	7,4	7,2
3	Raalte Wetering	13,0	15,9	13,7
4	Oude Leerinkbeek	12,2	21,3	21,1
5	Deldensche Broekl.	17,3	19,6	20,9
6	Hooge Laarsl.	14,7	9,6	19,2
<u>Klei-veengebieden:</u>				
7	Blauwgr.1. (natuur)	-	17,9	16,6
8	Woudse Droogm.	7,2	7,1	5,5
9	Frederikspolder	5,8	5,6	4,5
10	Veenderpolder	3,9	13,1	8,1
11	Haarlemmerpolder	18,2	18,1	8,3

In de k l e i - v e e n g e b i e d e n variëert het gemiddelde geleidingsvermogen van het grondwater op 2,5 m beneden de grondwater-spiegel van circa 1900-5150 $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$ en op 0,5 m van circa 1800-2200 $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$. Het geleidingsvermogen op 0,5 m is lager dan op 2,5 m als gevolg van verdunning van het zoute kwelwater door regenwater.

In de Haarlemmermeer (gebied 11) is echter het geleidend vermogen op 0,5 m circa 5% hoger dan op 2,5 m. Dit verschil wordt veroorzaakt door de zeer sterke toename van de Ca- en SO₄-concentratie in het bovenste grondwater als gevolg van de oxidatie van pyriet. Dit is ook de verklaring voor de verschillen in de verhouding tussen het geleidingsvermogen en chloridegehalte op de twee diepten in de onderzochte polders (tabel 31).

Oppervlaktewater

De resultaten van het geleidingsvermogen staan vermeld in bijlage 2 (tabel) en 13 (figuur) en van het totaal-zout in bijlage 14 (tabel).

De onderzochte z a n d g e b i e d e n kunnen worden onderscheiden in de jonge ontginningen en de oude ontginningen. Het geleidingsvermogen en het totaal-zoutgehalte in het oppervlaktewater van deze gebieden staan vermeld in tabel 32.

Tabel 32. Geleidingsvermogen ($\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$, bij 20° C) en totaal-zoutgehalte ($\text{meq}\cdot\text{l}^{-1}$) in het oppervlaktewater van de onderzochte zandgebieden

	Geleidingsvermogen	Totaal zoutgehalte
<u>Jonge ontginningen:</u>		
Diepenloop	229 (193-281)	4,7
Hooge Laarsleiding	387 (275-419)	9,1
Overige zandgebieden	550 (435-689)	12,8

De lage gehalten in het water van de Diepenloop worden enerzijds veroorzaakt door de invloed van een relatief groot natuurgebied, waarvan het grondwater een laag zoutgehalte heeft, en anderzijds door de zeer lage calcium- en bicarbonaatconcentraties in het grondwater van het gehele gebied (bijlag 1A). De samenstelling van het water in de Hooge Laarsleiding wordt bepaald door het bovenste grondwater dat kalkarm is en het diepere dat kalkrijk is.

De invloed die landbouwkundige activiteiten kunnen hebben op het geleidingsvermogen blijkt uit de waarnemingen in enkele leidingvakken van de Diepenloop (fig. 2):

leidingvak met lozingen	(m.p.101)	387 $\mu\text{mho.cm}^{-1}$
tuinbouwgebied	(m.p.106)	363 "
leidingvak zonder lozingen	(m.p.104,107)	206 "
hoofdpunt	(m.p.108)	229 "

Een globale berekening van de bijdrage door de landbouw aan het geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte van het oppervlaktewater in de zandgebieden kan worden uitgevoerd met behulp van de regressielijn, die voor het grondwater in het gebied van de Diepenloop gevonden is tussen Cl (x) en geleidingsvermogen (y): $y = 5,66x + 171$ (tabel 11). Hiertoe moet van de veronderstelling worden uitgegaan, dat de verhouding tussen chloride-gehalte en geleidingsvermogen van de toegediende meststoffen in de andere zandgebieden ongeveer dezelfde zal zijn.

Het natuurlijke chloridegehalte van grond- en oppervlaktewater in de zandgebieden kan gesteld worden op circa $12,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (tabel 21). De bijdrage door landbouwkundige activiteiten aan het chloridegehalte varieert dan van circa 14 mg.l^{-1} in de Hooge Laarsleiding tot circa 34 mg.l^{-1} in de Oude Leerinkbeek. Het geleidingsvermogen is in deze gebieden dus verhoogd met respectievelijk 80 en 195 $\mu\text{mho.cm}^{-1}$. Gemiddeld voor de vijf zandgebieden is de verhoging circa 23 mg Cl.l^{-1} en circa $130 \mu\text{mho.cm}^{-1}$.

In de k l e i - v e e n g e b i e d e n zal het gemiddelde geleidingsvermogen in het oppervlaktewater de resultante zijn van een aantal factoren, zoals: regenwater, kwelwater, inlaathoeveelheden enzovoort. In de Woudse Droogmakerij komen de grootste variaties voor (bijlage 2), enerzijds lage waarden door de intensieve afvoer van regenwater, als gevolg van de aanwezigheid van een groot oppervlak glastuinbouw, anderzijds hoge waarden door de invloed van zout drain- en kwelwater. Het verschil tussen minimum- en maximumwaarde in de Veenderpolder en de onderbemalingen van de Haarlemmermeer is als gevolg van de invloed van kwel en gasbron circa $1400 \mu\text{mho.cm}^{-1}$, in de Frederikspolder, waar wegzijging plaats vindt is het verschil slechts circa $350 \mu\text{mho.cm}^{-1}$.

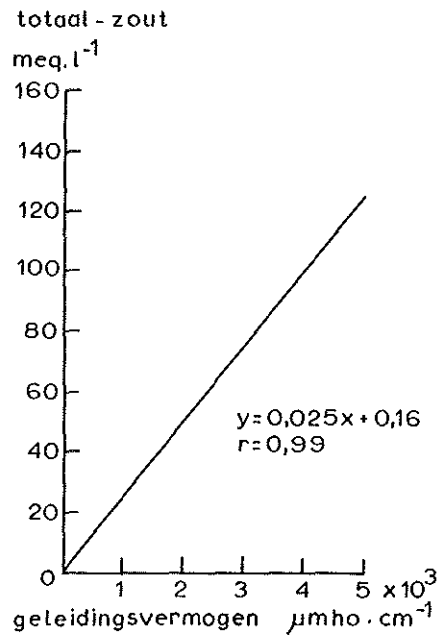


Fig. 7. Regressielijn en correlatie-coëfficiënt (r) van totaal-zoutgehalte (meq.l⁻¹) en geleidingsvermogen (µmho.cm⁻¹ bij 20°C) in het grondwater op 0,5 en 2,5 m en in het oppervlaktewater van de onderzochte zand- en klei-veengebieden

Conclusies

1. Het geleidingsvermogen en het totaal-zoutgehalte in het grondwater worden sterk beïnvloed door de bodemsamenstelling. Het geleidingsvermogen in de natuurterreinen op zand varieert van circa 90 µmho.cm⁻¹ in het dekzandgebied van de Diepenloop tot circa 400 µmho.cm⁻¹ in het lemig-zandgebied van de Oude Leerinkbeek (tabel 30).
2. In natuurterreinen, waar een sterke uitloging van de bodem heeft plaatsgevonden, worden geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte in het grondwater in hoofdzaak bepaald door de gehalten in het regenwater en de grootte van de verdamping.
3. Als indicatie voor de invloed van de landbouw via de organische bemesting kan in de zandgebieden het chloridegehalte van het grondwater dienen. Er is een goede correlatie ($r = 0,81$) tussen chloridegehalte en geleidingsvermogen in het grondwater op 0,5 m beneden de grondwaterspiegel in het gebied van de Diepenloop. Uit de regressie-

lijn (tabel 11) blijkt, dat bij een stijging van het chloridegehalte met 10 mg.l^{-1} het geleidingsvermogen toeneemt met circa $57 \text{ } \mu\text{mho.cm}^{-1}$.

4. De verhoging van het geleidingsvermogen van het oppervlaktewater in de zandgebieden door landbouwkundige activiteiten varieert, op basis van het chloridegehalte, van circa $80 \text{ } \mu\text{mho.cm}^{-1}$ in de Hooge Laarsleiding tot circa $195 \text{ } \mu\text{mho.cm}^{-1}$ in de Oude Leerinkbeek. De procentuële verhoging is het grootst in de Diepenloop (44%) en het kleinst in de Deldensche Broeklaak en Hooge Laarsleiding (22%). Gemiddeld bedraagt de verhoging circa $130 \text{ } \mu\text{mho.cm}^{-1}$ en 31%.
5. In de klei-veengebieden van West-Nederland worden geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte in het grond- en oppervlaktewater in hoofdzaak bepaald door de zoute kwel (bijlage 1B en 2).
6. Het geleidingsvermogen en het totaal-zoutgehalte van het grondwater op 0,5 m beneden de grondwaterspiegel in de klei-veengebieden zijn over het algemeen lager dan op 2,5 m door de verdunning van het zoute kwelwater met het zoutarme, percolerende regenwater. Incidenteel zijn geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte op 0,5 m juist hoger dan op 2,5 m als gevolg van een sterke toename van de Ca - en SO_4 -concentratie door de oxidatie van pyriet, onder andere in de Haarlemmermeerpolder.
7. Het geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte in het oppervlaktewater van de zand- en klei-veengebieden liggen lager dan in het grondwater (bijlage 13). In de Veenderpolder is dit minder uitgesproken door de invloed van een gasbron.
8. Er is een zeer goede correlatie ($r = 0,99$) tussen het totaal-zoutgehalte en het geleidingsvermogen, zowel voor het grond- als voor het oppervlaktewater van de zand- en de klei-veengebieden. Uit de regressielijn (fig. 7) blijkt, dat de gemiddelde verhoging van het geleidingsvermogen in het oppervlaktewater van de vijf onderzochte zandgebieden met $130 \text{ } \mu\text{mho.cm}^{-1}$ door de landbouw overeenkomt met een stijging in zoutgehalte van circa $3,25 \text{ meq.l}^{-1}$.

5. SAMENVATTING

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de voorlopige conclusies, die getrokken kunnen worden op basis van één jaar onderzoek naar de invloed van verschillende factoren op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Analyses zijn uitgevoerd op het gehalte aan organisch materiaal (BOD, COD en KMnO_4 -verbruik), zuurstofgehalte, temperatuur, stikstofverbindingen (anorganisch- en organisch- NH_4 , NO_2 en NO_3), fosfaatverbindingen (ortho-en totaal-P), Ca, Mg, HCO_3 , zuurgraad, Na, Cl, K, SO_4 , totaal-Fe, Mn en geleidingsvermogen. Het grondwateronderzoek is uitgevoerd op circa 0,5 en 2,5 m diepte onder het grondwaterpeil. De bemonstering ervan heeft plaatsgevonden in het najaar van 1971 en het voorjaar van 1972. Het oppervlaktewater is éénmaal in de vier weken bemonsterd.

Vijf gebieden zijn gelegen in Oost- en Zuid-Nederland. De bodem bestaat over het algemeen uit zand. Ongeveer 75 tot 95% van de grond is in gebruik als grasland en de veebezetting per ha varieert van 3 tot 7 groot-vee-eenheden. In drie van de zandgebieden zijn natuurterreinen gelegen, waarin eveneens grondwateronderzoek heeft plaatsgevonden. In de natuurterreinen was geen oppervlaktewater aanwezig. Vijf andere gebieden zijn gelegen in West-Nederland en hebben gemeenschappelijk, dat de bodem voor een belangrijk deel bestaat uit veen en klei. Het overheersend bodemgebruik is: glastuinbouw, grasland (2x), bouwland en natuur (blauwgrasland). De inwonerdichtheid in de onderzochte gebieden varieert van circa 0,1 tot circa 0,5 inwoner. ha^{-1} , uitgezonderd de glastuinbouw-polder waar de inwonerdichtheid 1,65 bedraagt.

Een globaal overzicht van de analyseresultaten is reeds gegeven in de verschillende paragrafen van hoofdstuk 4 onder de kop 'Conclusies'. Verder wordt verwezen naar bijlagen 1 en 2.

I n v l o e d b o d e m s a m e n s t e l l i n g

De organische stof in de bodem heeft invloed op het gehalte aan organische stof, stikstof en fosfaat van grond- en oppervlaktewater.

Bij een toename van het organische stofgehalte in het profiel is een toename geconstateerd van het KMnO_4 -verbruik (tabel 7), het totale stikstofgehalte (tabel 9) en het totaal-fosfaatgehalte (tabel 14) van het grondwater. De correlatie tussen het KMnO_4 -verbruik van het grondwater en het oppervlaktewater is zeer goed ($r = 0,99$), indien rekening wordt gehouden met de hydrologische situatie (kwel of wegzijging). Voor de invloed van het organische stofgehalte van de bodem op het organische stofgehalte van het water geeft de COD een betere indicatie dan het KMnO_4 -verbruik (tabel 2).

De minerale samenstelling van de bodem heeft een grote invloed op het SO_4^- , HCO_3^- , Ca^- , Mg^- en totaal-Fe-gehalte, het geleidingsvermogen en het totaal-zoutgehalte van grond- en oppervlaktewater. Van belang hierbij is de rijkdom van het moedermateriaal en de tijd, waarover het uitlogingsproces na de afzetting of vorming van de bodem heeft plaatsgevonden. In sommige natuurterreinen benaderen de gehalten in het grondwater die van het regenwater. Dit is het geval voor Ca, Mg, SO_4 en geleidingsvermogen in het bovenste grondwater van het dekzand- en hoogveen-natuurterrein (tabel 18, 25 en 30). Verrijking van het grondwater met Ca^- , Mg^- en SO_4^- -ionen kan plaats vinden door oxydatie van zwavelhoudende mineralen (b.v. pyriet) tot zwavelzuur waardoor Ca^- en Mg^- -verbindingen in oplossing gaan. Dit gebeurt in enkele onderzoeksgebieden in West-Nederland, hetgeen geïllustreerd wordt door de verschillen in de Ca/Cl^- , Mg/Cl^- en SO_4/Cl^- -verhouding in het grondwater op twee diepten (tabel 20).

De bodemchemische samenstelling zal in hoofdzaak bepalend zijn voor de pH van het grondwater. Tussen de zuurgraad van het grondwater en de HCO_3^- -concentratie is een zeer goed verband (fig. 3). Bij een toename van de pH zal de HCO_3^- -concentratie toenemen en eveneens de concentratie van sommige kationen met name van Ca. De aanwezigheid van ijzerhoudende mineralen in de bodem kan een verrijking van grond- en oppervlaktewater met ijzer tot gevolg hebben (pag.61). Relatief hoge ijzergehalten in het oppervlaktewater zijn met name geconstateerd in de hoogveen-ontginningen (bijlage 1A). Het lutumgehalte van de bodem is van invloed op het mangaan-gehalte van

het grondwater. Naarmate het lutumgehalte toeneemt is ook het mangaan-
gehalte van het grondwater hoger (pag. 64). Het geleidingsvermogen
en totaal-zoutgehalte van het grondwater in de zandgebieden is sterk
afhankelijk van de chemische rijkdom van de bodem (tabel 30). De
onderzochte gebieden kunnen op basis van het geleidingsvermogen en
totaal-zoutgehalte worden ingedeeld in de volgende bodemtypen:
hoogveen-ontginning, dekzand- en oude beekkleigebieden (pag. 63).
In deze volgorde nemen geleidingsvermogen en totaal-zoutgehalte toe.

I n v l o e d n e e r s l a g

Het Na- en Cl-gehalte van het grondwater in de natuurgebieden,
waar geen invloed is van zoute kwel, wordt bepaald door het gehalte
in het regenwater en de grootte van de verdamping (tabel 21). In de
onderzochte natuurgebieden bleek ook het K-gehalte overeen te komen
met de concentratie in het regenwater (pag. 54). Indien in de loop
van de tijd uitloging van de bodem heeft plaatsgevonden, worden ook
het Ca-, Mg- en SO_4 -gehalte, het geleidingsvermogen en het totaal-
zoutgehalte overwegend door de neerslag bepaald zoals dit het geval
is bij het dekzand- en hoogveen-natuurterrein (tabel 18, 25 en 30).
Bij natuurterreinen die in een evenwichtssituatie verkeren, kan
worden aangenomen dat de stikstoftoevoer via het regenwater maatgevend
is voor de stikstof uitspoeling naar het grondwater. Mogelijk geldt
dit voor de terreinen op dekzand en lemig zand (tabel 9).

I n v l o e d l a n d b o u w

Als indicatie voor de zwaarte van de bemesting is uitgegaan
van de gemiddelde chloridegehalten van het grondwater, omdat behalve
via de neerslag alleen door de bemesting nog toevoer van chloride
naar het grondwater plaats vindt. Bovendien is het chloride-ion
niet betrokken bij biologische of chemische processen in grond- en
oppervlaktewater.

In het g r o n d w a t e r van de agrarische zandgebieden is bij
een toename van het gemiddelde chloridegehalte onder andere een
toename geconstateerd van het totale stikstof-gehalte (tabel 10).

Verhoging van het stikstofgehalte op circa 0,5 m beneden het grondwaterniveau is voornamelijk het gevolg van toename van het nitraatgehalte. Door microbiologische omzettingen tijdens het transport van het grondwater zijn de nitraat-gehalten op 2,5 m beneden grondwaterniveau weer sterk gereduceerd, terwijl het ammoniumgehalte iets is toegenomen ten opzichte van 0,5 m. Zowel bij natuurterreinen als bij agrarisch benutte percelen is het aandeel van nitraat in het totale stikstofgehalte van het diepere grondwater minder dan 35%.

Ook bij andere analyses zijn in het grondwater van de agrarische percelen hogere waarden aangetroffen dan bij de natuurterreinen (tabel 10). Voor sommige verbindingen is de landbouwkundige invloed duidelijk, omdat naast de neerslag alleen bemesting de toevoer van deze verbindingen naar het grondwater in de zandgebieden kan veroorzaken. Dit geldt voor Na en K. Bij andere verbindingen zoals Ca, Mg, SO_4 en bij het geleidingsvermogen spelen gebiedsverschillen een dermate belangrijke rol, dat op deze wijze geen juist beeld verkregen kan worden van de invloed van de bemesting. Een indruk van de invloed van bemesting op de concentratie van deze verbindingen is verkregen uit correlatieberekeningen tussen chloride en een aantal andere verbindingen in het ondiepe grondwater van het stroomgebied van de Diepenloop. Hiervoor waren de gegevens van twee jaar grondwateronderzoek beschikbaar. Omdat de samenstelling van de organische mest en de aanwending van kunstmest per bedrijf kan variëren, kunnen geen hoge correlatie coëfficiënten verwacht worden. De hoogste coëfficiënt ($r = 0,81$) is gevonden voor het geleidingsvermogen (tabel 11). Uit de regressielijn volgt, dat bij een stijging van het chloridegehalte met 10 mg.l^{-1} het geleidingsvermogen toeneemt met circa $57 \text{ } \mu\text{mho.cm}^{-1}$. Het totaal-zoutgehalte stijgt dan met circa $1,4 \text{ meq.l}^{-1}$. Minder hoge correlatie coëfficiënten zijn gevonden voor Na ($r = 0,72$), Mg (0,69) en Ca (0,62), terwijl lage tot zeer lage waarden berekend zijn voor SO_4 (0,41), Kjeldahl-N (0,44), totaal-N (0,32) en K (0,14). Vooral de zeer lage correlatie coëfficiënten zijn een indicatie, dat de betreffende verbindingen zeer intensief betrokken zijn bij microbiologische en/of fysisch-chemische processen in de bodem en het grondwater. Hoewel de correlatie over het algemeen

niet goed genoemd kan worden, geven de berekende regressielijnen toch een indruk van de invloed van bemestingsactiviteiten op het grondwater (tabel 11).

Bij de fosfaatgehalten van het grondwater speelt de samenstelling van de bodem een zeer belangrijke rol (tabel 16). Er blijkt geen duidelijk verband te zijn tussen de grootte van de bemesting en het fosfaatgehalte van het grondwater (tabel 10). Indirect zou de landbouw een rol kunnen spelen bij de ortho-fosfaatconcentratie van het grondwater, die sterk afhankelijk is van de zuurgraad. Enerzijds kan pH-verhoging plaatsvinden door onder andere bekalking, anderzijds pH-verlaging door de verzurende werking van ammoniumhoudende meststoffen tijdens het nitrificatieproces ($\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_3$). De situatie kan dan ook per perceel verschillen, zoals blijkt uit de zeer slechte correlatie ($r = -0,12$) tussen pH en log Cl (tabel 11).

Beïnvloeding van de kwaliteit van het oppervlaktewater door landbouwkundige activiteiten vindt voornamelijk plaats via het toegevoerde grondwater. De zouten, die in het grondwater op 0,5 en 2,5 m diepte zijn aangetroffen, worden in het oppervlaktewater over het algemeen in dezelfde grootte-orde gemeten (bijlage 3 t/m 14). Van sommige van deze verbindingen verandert tijdens het transport door de grond de concentratie als gevolg van microbiologische of fysisch-chemische processen. De verhouding tussen de chlorideconcentratie en het geleidingsvermogen voor het oppervlaktewater van de zandgebieden komt over het algemeen goed overeen met die van het grondwater (tabel 31). Op basis van de hiervoor vermelde resultaten van het grondwateronderzoek is berekend, dat de gemiddelde bijdrage door landbouwkundige activiteiten aan het geleidingsvermogen van het oppervlaktewater in de zandgebieden circa $130 \mu\text{mho} \cdot \text{cm}^{-1}$ en $3,25 \text{ meq} \cdot \text{l}^{-1}$ bedraagt. Dit komt overeen met circa 31% van de via het oppervlaktewater afgevoerde zouten. Voor het oppervlaktewater in West-Nederland is deze bijdrage te verwaarlozen in verband met de overheersende invloed van het zoute kwelwater. Wel kan daar de concentratie van een bepaald ion sterk veranderen onder invloed van het landbouwkundig gebruik. Dit doet zich voor bij NO_3 in de Woudse Droogmakerij, als gevolg van het hoge stikstofverbruik in de glastuinbouw (bijlage 1B).

Door lozing van agrarisch afvalwater kan eveneens verontreiniging van het oppervlaktewater plaatsvinden. Dit doet zich voor in het bovenstroomse gedeelte van de Diepenloop. Tijdens het transport door de leidingen naar het hoofdmonsterpunt vinden verdunning en zuivering plaats, waardoor de op het hoofdpunt gemeten concentraties nog slechts weinig en soms niets verschillen van de concentraties in de leidingvakken, waarin geen lozingen plaatsvinden (tabel 12, 17, 24 en 28). Op basis van het KMnO_4 -verbruik van het oppervlaktewater is berekend dat circa 1% van de door mestvarkens en mestkalveren geproduceerde mest uit het stroomgebied van de Diepenloop wordt afgevoerd.

I n v l o e d h y d r o l o g i e

Door de aanwezigheid van een slecht doorlatende bodemlaag op geringe diepte kan de verblijftijd van het grondwater bij grote neerslagintensiteiten kort zijn. In het oppervlaktewater komt dit tot uiting in een verhoogde concentratie van het nitraat-ion. Dit doet zich voor in het gebied van de Oude Leerinkbeek (tabel 13).

De waterkwaliteit in de gebieden van West-Nederland wordt in belangrijke mate beïnvloed door de toevoer van zout grondwater als gevolg van kwel. Vrijwel alle ionen die van belang zijn voor de ionenbalans komen in hoge concentraties in het kwelwater voor, uitgezonderd SO_4 en NO_3 . De gehalten aan NH_4 en totaal-P zijn eveneens bijzonder hoog (bijlage 1B). Door menging met door de bodem percolerend regenwater zijn de gehalten in het bovenste grondwater (0,5 m) lager dan op grotere diepte. Een uitzondering hierop vormen Ca en Mg. Het percolerende regenwater is namelijk zuurstofhoudend, waardoor oxidatieprocessen (o.a. oxidatie van pyriet tot zwavelzuur) plaats kunnen vinden en Ca en Mg in oplossing kunnen gaan. De invloed van deze oxidatieprocessen blijkt uit de verschillen in de Ca/Cl-, Mg/Cl- en SO_4 /Cl-verhouding van het grondwater op de verschillende diepten (tabel 20).

De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt door vele factoren beïnvloed zoals lozingen van afvalwater, uitspoeling van mineralen die afkomstig zijn van meststoffen en het bodemmateriaal zelf, inlaat

van water, neerslag enz. De relatieve bijdrage van deze bronnen aan de stikstof- en fosfaat-belasting van het polderwater in West-Nederland blijkt per polder te verschillen (tabel 15).

I n v l o e d z u u r s t o f h u i s h o u d i n g

De zuurstofhuishouding van water is van belang voor een aantal chemische en biochemische processen, zoals de reductie en oxidatie van stikstof-, ijzer-, mangaan- en zwavelverbindingen. In het oppervlaktewater en in het onverzadigde deel van het bodemprofiel zullen door de aanwezigheid van zuurstof oxidatieprocessen plaatsvinden. In het grondwater zijn de omstandigheden over het algemeen gunstig voor reductie vanwege het vrijwel ontbreken van zuurstof (bijlage 1A en 1B). De verlaagde NO_3^- -concentratie in het grondwater op 2,5 m ten opzichte van 0,5 m kan waarschijnlijk aan denitrificatie worden toegeschreven (tabel 10). In een bodem, die zwavelhoudende verbindingen (o.a. pyriet) in het profiel heeft, kan oxidatie optreden tot sulfaat. Dit zal voornamelijk in de onverzadigde zone (aerob) plaatsvinden. Door de zuurvorming bij deze oxidatie kunnen eventueel aanwezige Ca- of Mg-zouten in oplossing gaan. Deze processen spelen een belangrijke rol in de onderzochte gebieden in West-Nederland. In de zandgebieden vindt plaatselijk SO_4^- -vastlegging of mogelijk -reduktie plaats in het grondwater. Voor SO_4^- -reduktie zijn de omstandigheden plaatselijk gunstig (o.a. lage O_2^- en NO_3^- -gehalten). Een indicatie voor deze omzettingen levert de $\text{SO}_4^-/\text{Cl}^-$ -verhouding in het grondwater op 0,5 en 2,5 m beneden de grondwaterspiegel (tabel 26).

Het zuurstofarme grondwater bevordert de omzetting van aanwezige ijzer- (Fe^{3+}) en mangaan (Mn^{4+})-zouten in beter oplosbare gereduceerde verbindingen. In het aerobe oppervlaktewater zullen deze verbindingen weer oxideren en bezinken, waardoor bijvoorbeeld het ijzergehalte van het oppervlaktewater ongeveer 70 à 80% lager is dan van het grondwater (bijlage 12).

LITERATUUR

- BON, J., 1973. De grondwaterstroming in een vijftal kleine stroomgebieden. Nota 770 ICW-Wageningen
- DIEST, A. VAN, 1971. Syllabus 'Bodemvruchtbaarheid' Landbouwhogeschool, Wageningen. p.p.
- HOEKS, J., 1972. Effect of leaking natural gas on soil and vegetation in urban areas. Verslag Landbouwkundig onderzoek 778. Pudoc, Wageningen
- KOLENBRANDER, G.J. en L.C.N. DE LA LANDE CREMER, 1967. Stalmest en gier, waarde en mogelijkheden. H. Veenman en Zn. N.V., Wgn.-188 pg.
- NEN, (Nederlands Normalisatie Instituut). Onderzoekingsmethoden voor afvalwater nr. 3235
____ (Nederlands Normalisatie Instituut). Methoden voor het fysisch en chemisch onderzoek van drinkwater. Nr. 1056
- OOSTEROM, H.P., 1974. Waterkwaliteit en kwaliteitsparameters. Nota 791. ICW-Wageningen
- SCHARRER, K. en H. LINSER, 1966. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Springer-Verlag, Wien-New York
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. en H.P. OOSTEROM, 1973. Stikstof, fosfaat en organisch materiaal in het grond- en oppervlaktewater van enkele gebieden. Cultuurtechn. Tijdschrift 12-6-1973
____ en C.G. TOUSSAINT, 1974. Stikstof-, fosfaat- en chloridebalans van enkele polders in Midden-West-Nederland. Nota 793 ICW-Wageningen
- STICHTING VOOR BODEMKARTERING. Bodemkaart van Nederland. Wageningen
- WIT, K.E., 1974. Hydrologisch onderzoek Midden-West-Nederland. Nota 792. ICW-Wageningen

BIJLAGEN

T a b e l l e n

- 1A. Gehalten aan organisch- en anorganisch materiaal in het oppervlakte-, grond- (op 0,5 m en 2,5 m) en greppelwater van enkele zandgebieden
- 1B. Gehalten aan organisch- en anorganisch materiaal in oppervlakte-, grond- (op 0,5 m en 2,5 m) en drainwater van enkele klei-veen-gebieden
2. Gehalten (minimum, gemiddeld, maximum) aan organisch en anorganisch materiaal in het oppervlaktewater van enkele zand- en klei-veen-gebieden

F i g u r e n

3. BOD ₂₀ ⁵ en COD	(oppervlaktewater)	pag. 84
KMnO ₄ -verbruik	(grond- en oppervlaktewater)	"
4. Zuurstofgehalte	(oppervlaktewater)	pag. 85
Zuurstofverzadiging	(")	"
Temperatuur	(grond- en oppervlaktewater)	"
5. Totaal-stikstof	(oppervlaktewater)	pag. 86
Totaal-stikstof	(grond- en oppervlaktewater)	"
6. Totaal-fosfaat	(oppervlaktewater)	pag. 87
Totaal-fosfaat	(grond- en oppervlaktewater)	"
7. Calcium	(")	pag. 88
Magnesium	(")	"
8. Bicarbonaat	(")	pag. 89
pH	(")	"
9. Bicarbonaat hardheid	(")	pag. 90
Totale hardheid	(")	"
10. Natrium	(")	pag. 91
Chloride	(")	"
11. Kalium	(")	pag. 92
Sulfaat	(")	"
12. Totaal-ijzer	(")	pag. 93
Mangaan	(grondwater)	"

Vervolg BIJLAGEN

Figuren

13. Geleidingsvermogen (grond- en oppervlaktewater) pag. 94

Tabelen

14. Ionenbalans (grond- en oppervlaktewater) pag. 95-98

Figuren

15. Stiff diagrammen pag. 99

- zandgebieden (grond- en oppervlaktewater)

16. Stiff diagrammen

- klei-veen-gebieden (") pag. 100

17. Stiff-diagrammen

- Haarlemmermeerpolder (") pag. 101

Gehalten aan organisch en anorganisch materiaal in het oppervlakte-, grond- (op 0,5 en 2,5 m), greppelwater van enkele zandgebieden

81

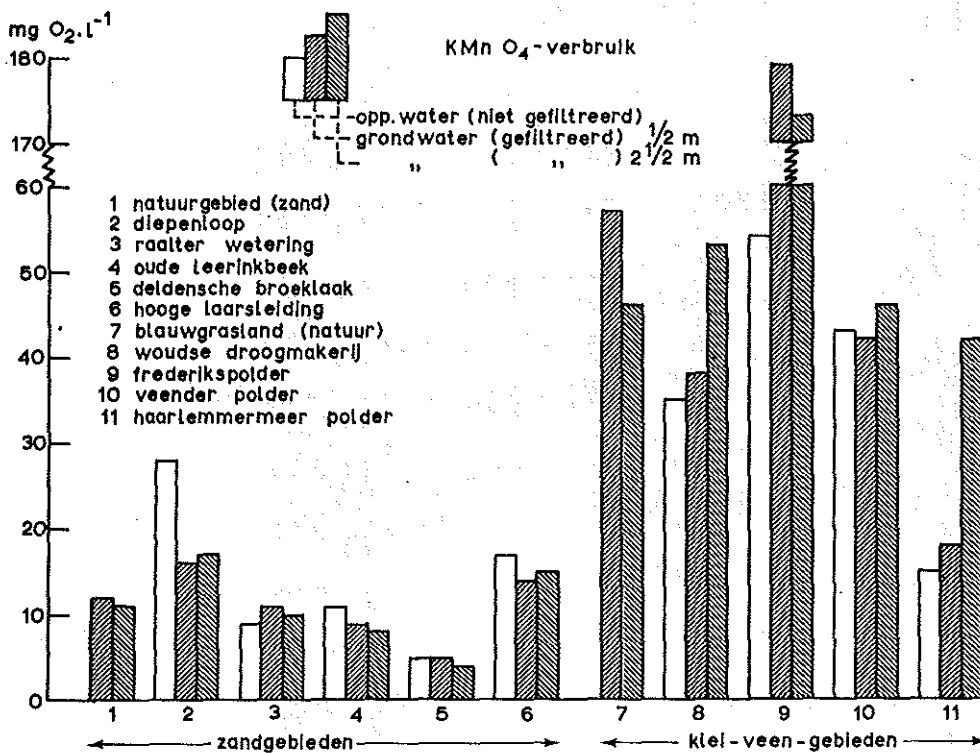
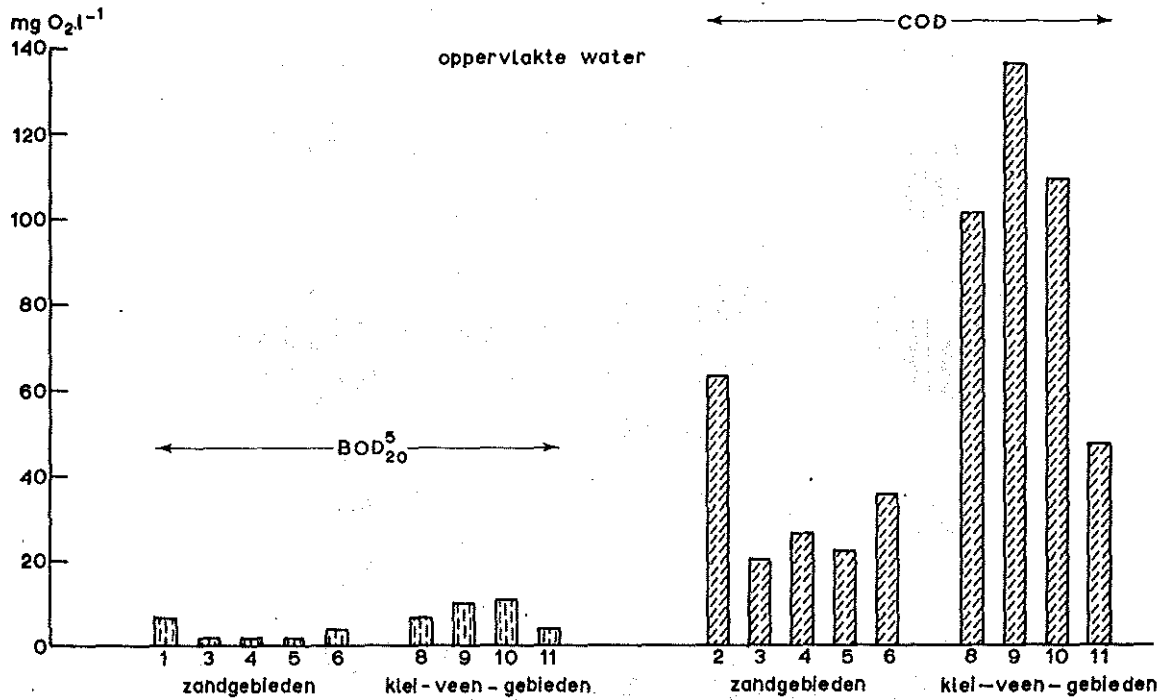
B e p a l i n g	Gebied 1		Gebied 2			Gebied 3				Gebied 4				Gebied 5			Gebied 6		
	Natuurgebied (zand)		Diepenloop			Raalterwetering				Oude Leerinkbeek				Deldense Broeklaak			Hooge Laarsleiding		
	grondwater		oppvl.	grondwater		oppvl.	grondwater		grop-	oppvl.	grondwater		grop-	oppvl.	grondwater		oppvl.	grondwater	
	0,5 m	2,5 m	water	0,5 m	2,5 m	water	0,5 m	2,5 m	water	water	0,5 m	2,5 m	water	water	0,5 m	2,5 m	water	0,5 m	2,5 m
BOD ₅ ²⁰ (mg O ₂ ·l ⁻¹)	-	-	7	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	4	-	-
COD	-	-	63	-	-	20	-	-	-	26	-	-	-	12	-	-	35	-	-
KMnO ₄	12	11	28	16	17	8	11	10	7	11	9	8	30	5	5	4	17	14	15
NO ₃ (mg N·l ⁻¹)	0,3	0,3	1,1	1,9	0,6	0,4	3,0	0,2	0,2	2,0	0,2	0,3	0,9	0,5	2,8	0,3	0,4	0,3	0,2
NO ₂	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,07	0,01	0,02	0,03	0,03	0,08	0,01	0,02	0,02	0,01
N-tot. (Kjeld.)	1,0	1,8	3,2	3,1	5,0	1,3	1,8	1,5	1,5	1,9	1,1	2,1	1,9	1,2	0,6	0,5	1,4	3,3	3,3
NH ₄ -anorg.	0,7	1,4	1,7	2,2	4,2	0,5	0,8	0,7	0,8	0,9	0,5	1,3	1,1	0,6	0,2	0,2	0,5	2,4	2,5
Tot.-N	1,3	2,1	4,3	5,0	5,6	1,7	4,8	1,7	1,7	3,9	1,8	2,4	2,8	1,7	3,5	0,8	1,8	3,6	3,5
Ortho-P (mg P·l ⁻¹)	0,05	0,07	0,27	0,06	0,11	0,05	0,04	0,16	0,05	0,14	0,11	0,24	0,14	0,10	0,04	0,08	0,05	0,06	0,10
Tot.-P	0,08	0,10	0,54	0,19	0,21	0,16	0,16	0,19	0,06	0,25	0,13	0,27	0,20	0,22	0,09	0,17	0,19	0,08	0,12
Ca (mg·l ⁻¹)	21,7	48,7	23,2	30,0	27,8	95,9	91,5	109,5	139	89,6	82,5	115,8	51	105,2	146,0	134,2	72,6	36,2	97,2
Mg	3,2	4,8	4,1	13,0	16,1	5,1	6,3	7,8	9	6,0	4,2	4,5	1	5,7	10,7	10,8	3,9	6,8	10,3
Na	5,7	6,7	13,5	20,3	19,7	21,6	17,7	18,5	20	27,2	15,9	19,5	25	15,9	18,3	18,0	13,9	11,3	15,7
K	1,5	2,0	6,4	8,6	4,5	3,2	5,8	3,0	2	7,5	8,2	1,8	10	3,8	3,2	3,0	2,9	6,2	6,3
HCO ₃ (mg·l ⁻¹)	27,1	83,0	27,6	34,8	28,4	257,2	127,0	250,2	276	195,6	177,0	220,5	26	279,9	298,3	341,3	176,3	26,7	146,0
SO ₄	45,3	75,8	46,6	85,6	85,8	40,5	92,0	82,3	68	82,9	84,7	79,7	104	51,7	137,7	88,0	37,4	73,3	166,8
Cl	11,7	12,6	29,3	57,1	58,6	40,6	34,2	42,3	45	46,4	25,8	33,5	51	32,0	38,2	33,2	26,3	44,8	33,2
Tot.-Fe (mg·l ⁻¹)	2,0	4,3	5,2	20,9	27,4	1,1	3,4	8,2	2,6	1,2	6,1	7,8	0,6	1,3	2,2	3,9	2,6	7,0	9,2
Mn	0,32	0,84	-	0,46	0,56	-	0,54	0,98	0,6	-	0,73	1,3	-	-	0,80	0,78	-	0,65	1,0
O ₂ -geh.	0,35	0,26	8,9	0,61	0,19	8,4	2,13	0,23	4,5	9,8	0,58	0,13	0,7	6,9	0,47	0,64	10,5	0,42	0,33
O ₂ -verz. (Z)	-	-	86,6	-	-	82,1	-	-	-	90,0	-	-	-	57,1	-	-	94,4	-	-
Geleidingsvermogen (µmho·cm ⁻¹ bij 20°C)	113	216	229	424	424	528	544	579	674	566	549	707	367	552	749	694	387	431	683
Hardheid totaal (°D)	3,4	8,0	4,2	6,9	7,6	14,6	14,2	17,2	21,7	14,0	12,5	17,3	7,5	16,1	21,2	21,2	11,0	6,6	16,6
bicarbonaat hardh (°)	1,3	5,7	1,3	1,3	1,5	11,8	5,9	11,7	12,7	9,0	8,1	12,7	1,2	12,9	13,7	15,7	8,4	1,3	6,7
Zuurgraad (pH)	5,3	6,1	6,5	5,2	5,4	7,7	6,1	7,1	7,2	7,5	6,8	7,0	6,2	7,6	7,3	7,3	7,7	5,5	6,7
Temp. (°C)	9,4	9,5	12,4	9,5	10,0	11,5	8,6	9,0	-	11,3	9,0	9,3	-	10,3	9,6	9,8	11,6	8,4	8,9
Bemonsteringsfrequentie	2	2	13	2	2	14	2	2	1	13	2	2	1	14	2	2	14	2	2
Aantal monsterplaatsen	3	3	1	7	7	1	3	3	1	1	2	2	1	1	3	3	1	2	2

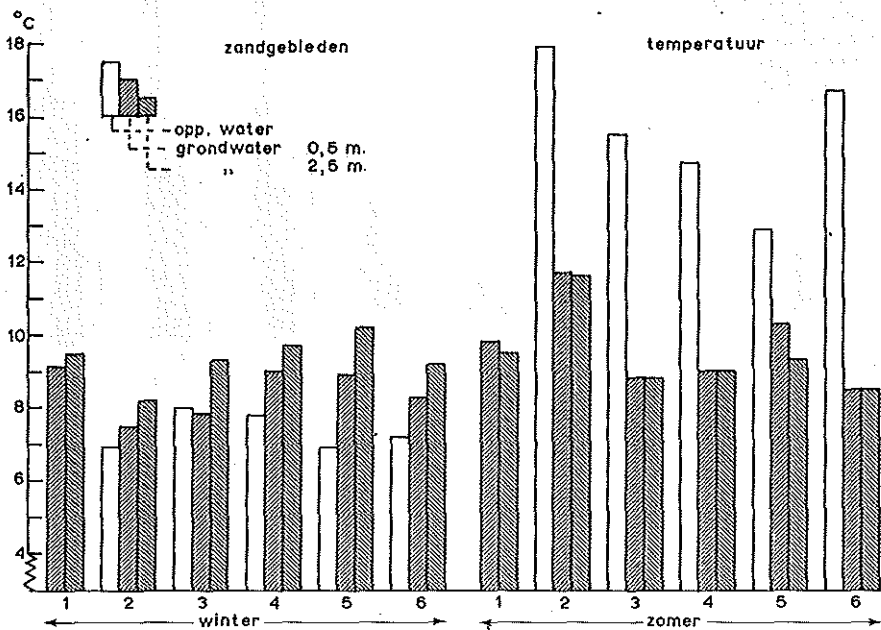
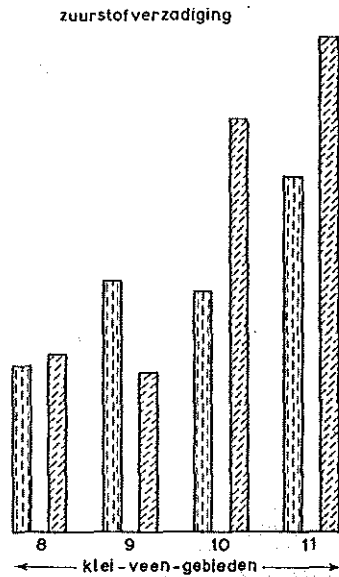
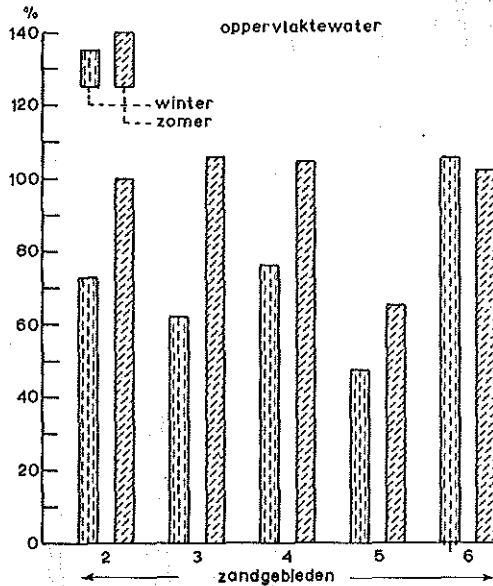
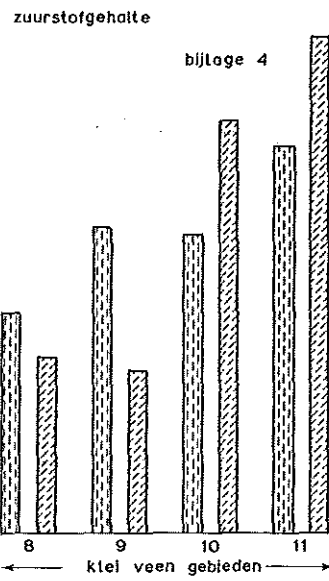
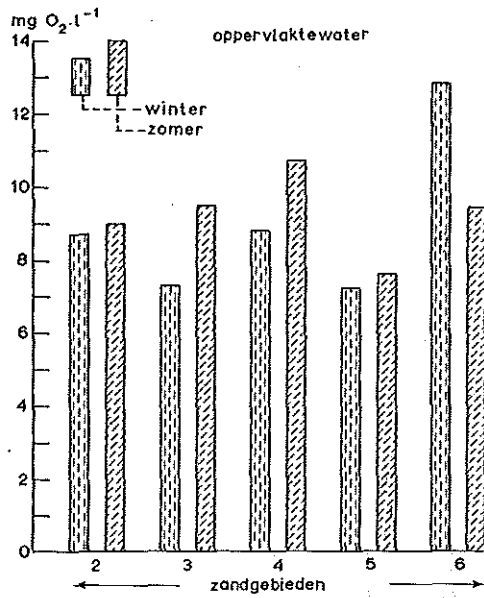
Bijlage 1a

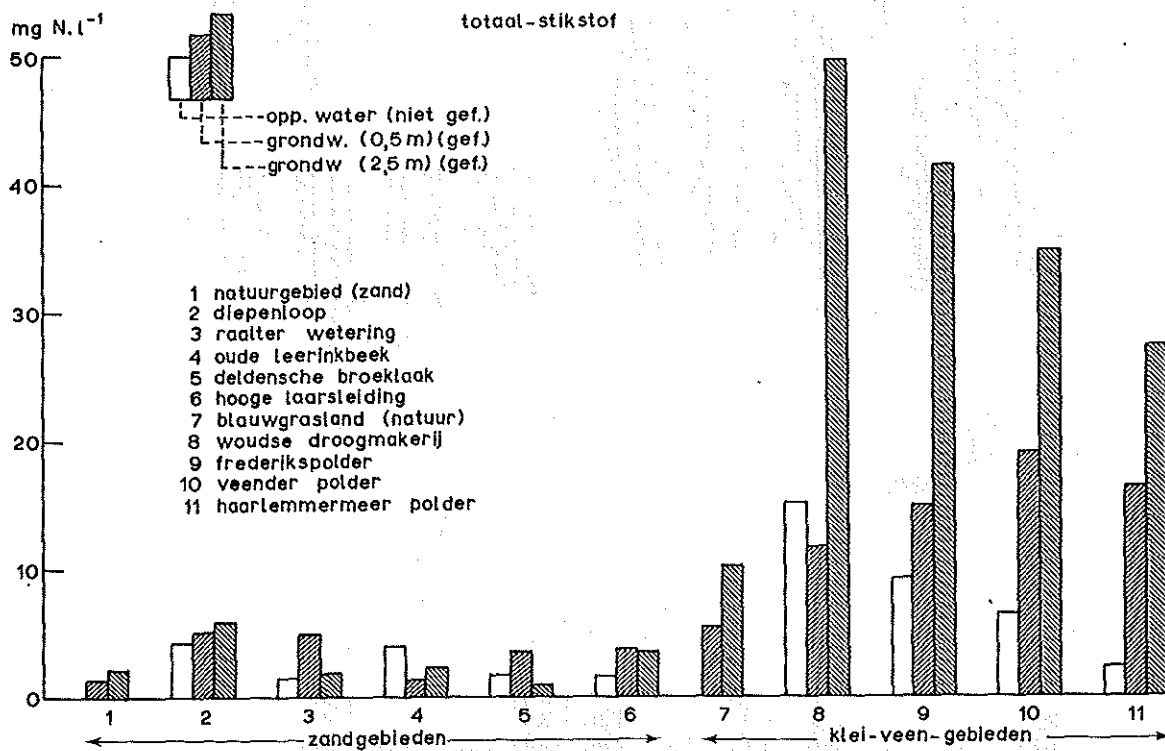
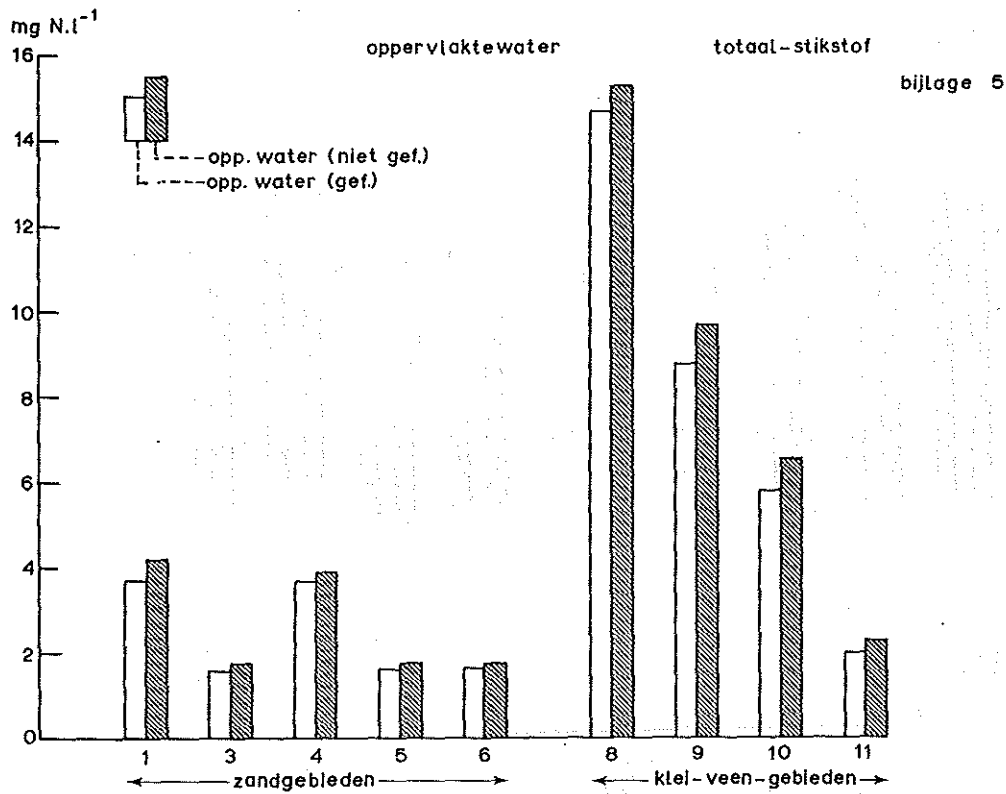
Gehalten aan organisch en anorganisch materiaal in het oppervlakte-, grond- (op 0,5 m en 2,5 m), en drainwater van enkele klei-veengebieden

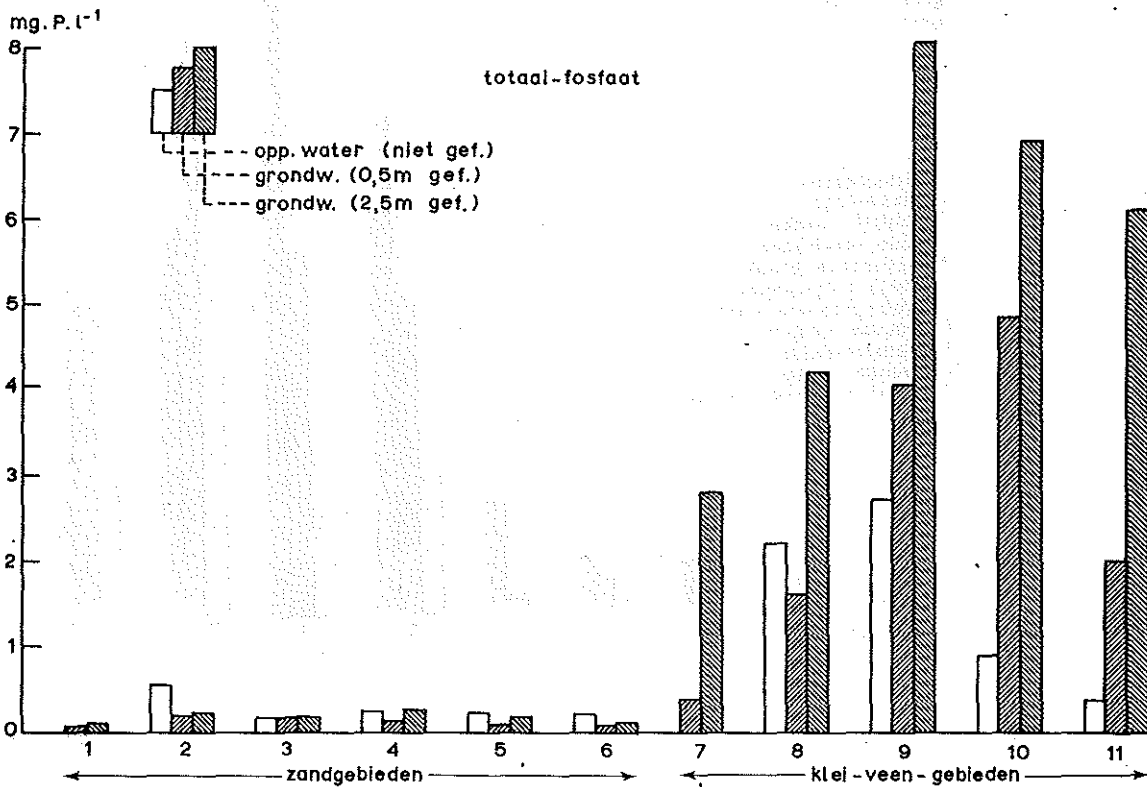
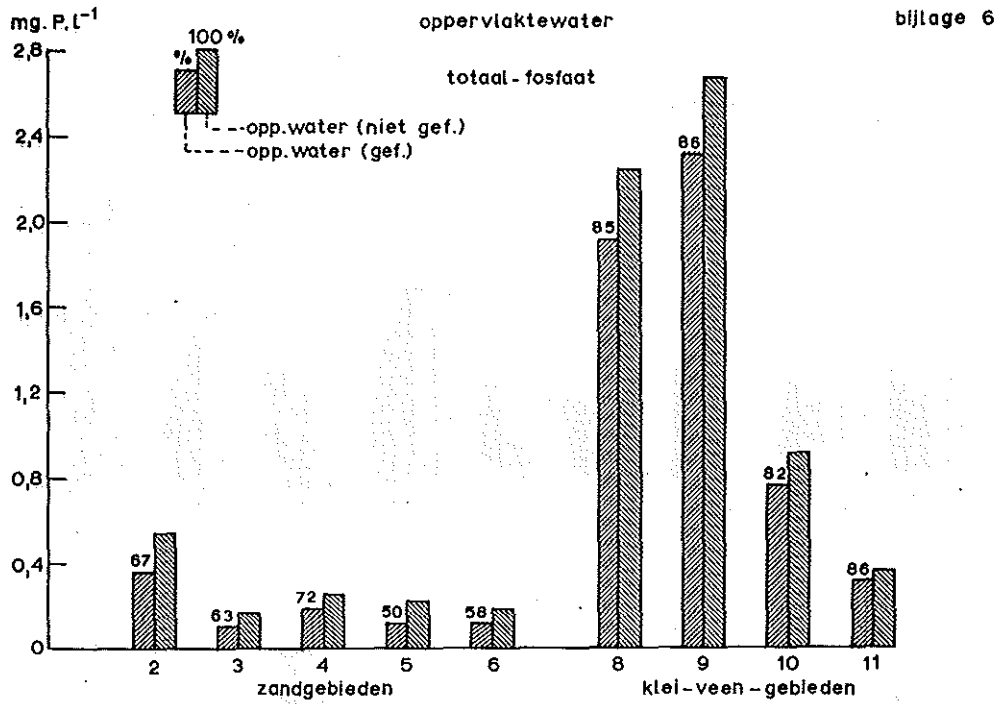
B e p a l i n g	Gebied 7		Gebied 8				Gebied 9			Gebied 10				Gebied 11			
	Blauwgrasland (natuur)		Woudse Droogmakerij				Frederikspolder			Veenderpolder				Haarlemmermeerpolder			
	grondwater		oppvl. water	grondwater		drainwater	oppvl. water	grondwater		oppvl. water	grondwater	gasbronwater	oppvl. water	grondwater		drainwater	
	0,5 m	2,5 m		0,5 m	2,5 m			0,5 m	2,5 m					0,5 m	2,5 m		0,5 m
BOD ₅ ²⁰ (mg.O ₂ .l ⁻¹)	-	-	8	-	-	-	10	-	-	11	-	-	-	4	-	-	0
COD "	-	-	101	-	-	-	136	-	-	109	-	-	57	47	-	-	52
KMnO ₄ "	57	46	35	38	53	30	54	179	173	43	42	46	72	15	18	42	17
NO ₃ (mg.N.l ⁻¹)	0,4	0,2	8,1	0,4	0,4	8,8	1,0	0,7	0,4	1,5	0,3	0,3	0,2	0,6	0,3	0,4	4,4
NO ₂ "	0,01	0,01	0,6	0,6	0,02	0,16	0,07	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
N-tot. (Kjeld.)	4,9	9,9	6,6	10,5	49,0	3,2	8,1	14,0	41,0	5,0	18,5	34,3	27,0	1,6	15,9	26,7	2,0
NH ₄ -anorg. "	3,1	6,9	3,4	7,7	39,3	0,6	3,9	9,0	33,5	2,0	14,9	27,3	22,6	0,5	10,5	21,1	0,6
Tot.-N "	5,4	10,1	15,3	11,5	49,4	12,2	9,6	14,7	41,5	6,6	18,8	34,6	27,2	2,2	16,2	27,1	6,4
Ortho-P (mg P.l ⁻¹)	0,33	0,83	1,7	1,0	3,3	0,80	1,9	2,2	4,7	0,5	2,7	4,1	2,8	0,22	1,5	4,1	0,02
Tot.-P "	0,40	2,9	2,2	1,6	4,5	0,93	2,7	4,1	8,0	0,9	4,8	6,9	5,6	0,36	2,0	6,1	0,12
Ca (mg.l ⁻¹)	53	118	230	249	202	369	118	114	142	180	209	129	256	353	355	209	598
Mg "	4	26	32	74	116	37	21	85	168	57	135	90	140	31	73	81	6
Na "	13	20	139	182	610	200	114	230	960	359	156	385	1300	52	55	145	30
K "	1	2	38	26	53	29	35	10	42	29	25	35	77	16	99	36	9
HCO ₃ (mg.l ⁻¹)	115	331	318	669	1731	456	271	522	1839	313	623	1217	744	266	677	966	261
SO ₄ "	66	123	431	390	33	662	151	270	38	274	697	178	20	745	715	175	1196
Cl "	19	44	227	305	738	300	203	320	1144	665	168	328	2600	88	111	228	53
Tot.-Fe (mg.l ⁻¹)	3,3	0,5	0,61	0,5	0,5	0,48	0,6	2,1	1,1	1,3	1,4	2,6	32	0,46	5,8	8,4	0,2
Mn "	0,07	0,03	-	0,95	0,80	0,19	-	0,78	1,37	-	3,45	2,23	0,05	-	3,38	2,07	-
O ₂ -geh. "	-	-	5,4	0,23	0,0	3,2	6,0	0,0	0,0	9,8	-	-	-	13,0	0,82	0,31	5,7
O ₂ -verz. (%)	-	-	47,7	-	-	-	51,7	-	-	91,3	-	-	-	117,0	-	-	-
Geleidingsvermogen (µmho.cm ⁻¹ bij 20°C)	340	729	1636	2163	4019	2540	1182	1785	5150	2594	2208	2666	7200	1599	2007	1899	2350
Hardheid totaal (°D)	84	22,5	30,7	52,0	55,3	60,3	21,3	35,8	59,0	38,3	60,9	39,1	68,8	68,2	65,5	48,5	85,1
Bicarbonaat hardh(")	3,3	15,2	14,7	30,8	55,3	20,9	12,5	3,3	15,2	14,4	24,0	59,0	34,2	10,3	29,3	39,1	12,0
Zuurgraad (pH)	6,2	6,5	7,6	7,1	7,3	7,1	7,6	6,7	7,0	8,1	7,2	7,3	6,5	7,9	7,1	7,3	7,0
Temp. (°C)	-	-	11,1	-	-	-	10,5	-	-	11,9	-	-	-	11,4	11,3	11,5	-
Bemonsteringsfrequentie	1	1	13	2	2	1	13	2	2	13	2	2	1	12	2	2	1
Aantal monsterplaatsen	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3	3	1

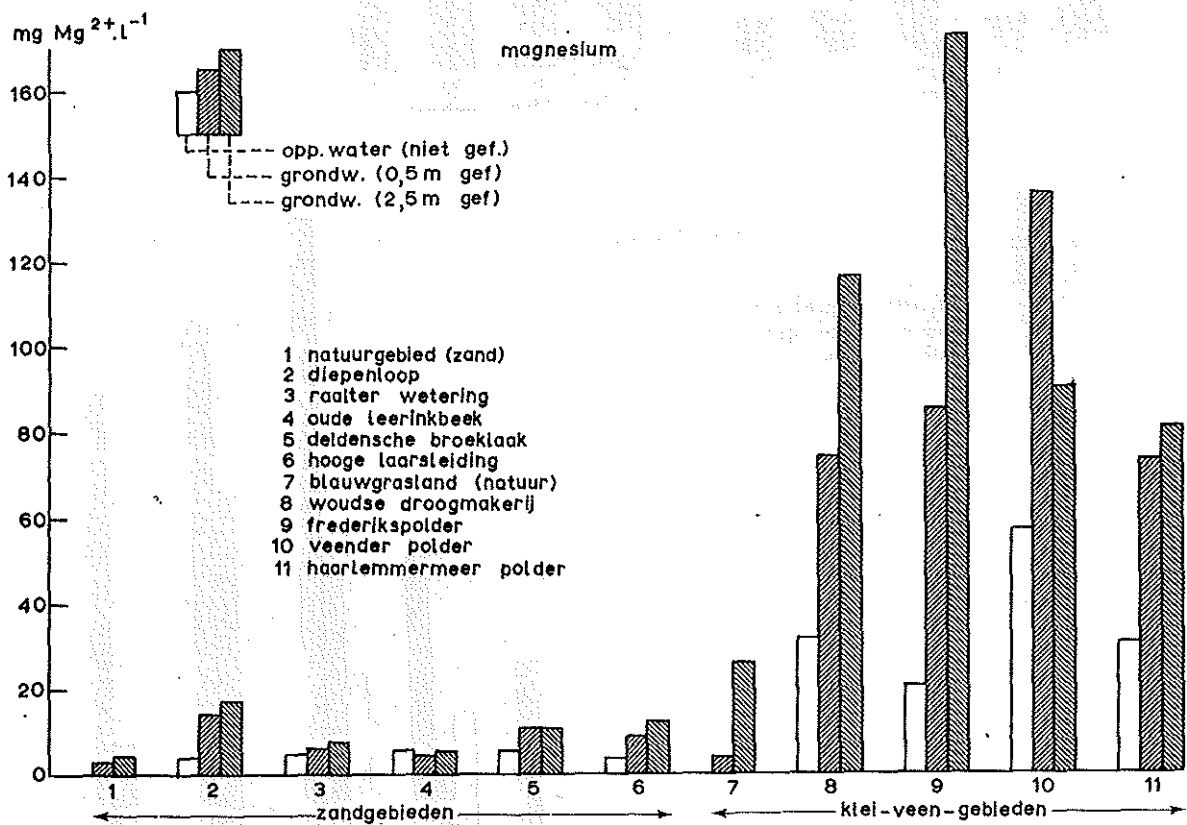
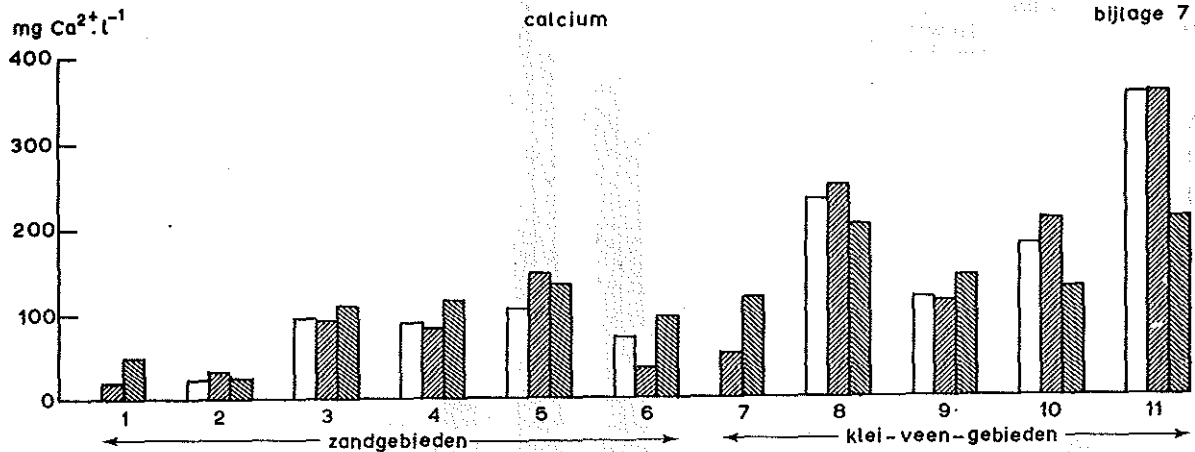
Bepaling	Gebied 2			Gebied 3			Gebied 4			Gebied 5			Gebied 6			Gebied 8			Gebied 9			Gebied 10			Gebied 11		
	Diepenloop			Raalterwetering			Oude Leerinkbeek			Deldense Broeklaak			Hooge Laarsleiding			Woudse Droogmakerij			Frederikspolder			Veenderpolder			Haarlemmermeerpolder		
	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.
BOD ₅ ²⁰ (mg O ₂ ·l ⁻¹)	1	7	28	1	2	8	1	2	5	1	2	4	1	4	9	3	8	15	2	10	14	2	11	18	1	4	11
COD	28	63	109	4	20	58	21	26	63	5	12	34	16	35	137	63	101	294	68	136	310	45	109	196	12	47	167
KMnO ₄	21	28	42	5	8	14	5	11	34	3	5	8	13	17	21	17	35	55	17	54	75	20	43	59	7	15	22
NO ₃ (mg N·l ⁻¹)	0,2	1,1	5,3	0,2	0,4	1,1	0,4	2,0	7,7	0,2	0,5	1,3	0,2	0,4	0,9	2,9	8,1	16,3	0,2	1,0	2,9	0,2	1,5	5,5	0,2	0,6	5,1
NO ₂	0,01	0,02	0,1	0,01	0,02	0,11	0,01	0,07	0,27	0,01	0,03	0,06	0,01	0,02	0,11	0,06	0,64	2,16	0,01	0,07	1,62	0,01	0,07	0,22	0,01	0,03	0,06
N-tot. (Kjeld.)	1,4	3,2	5,1	0,6	1,3	3,1	0,9	1,9	4,3	0,8	1,2	1,5	1,0	1,4	2,8	3,0	6,6	14,0	4,3	8,5	13,0	1,7	5,0	9,9	0,7	1,6	5,1
NH ₄ -anorg.	0,4	1,7	3,5	0,2	0,5	0,9	0,3	0,9	2,2	0,2	0,6	1,0	0,1	0,5	1,2	0,3	3,4	8,6	1,6	4,6	8,6	0,5	2,0	5,4	0,2	0,5	1,5
Tot.-N	1,6	4,3	10,5	0,8	1,7	4,3	1,3	3,9	12,2	1,1	1,7	2,9	1,2	1,8	3,8	6,0	15,3	32,5	4,5	9,6	17,5	1,9	6,6	15,6	0,9	2,2	11,3
Ortho-P (mg P·l ⁻¹)	0,03	0,27	0,66	0,01	0,05	0,14	0,05	0,14	0,59	0,01	0,10	0,36	0,01	0,05	0,13	0,86	1,7	4,3	0,46	1,9	3,4	0,06	0,5	1,2	0,01	0,22	2,34
Tot.-P	0,16	0,54	1,08	0,05	0,16	0,43	0,07	0,25	0,86	0,06	0,22	1,12	0,03	0,19	1,06	1,12	2,2	5,3	1,09	2,7	5,1	0,43	0,9	2,0	0,10	0,36	2,87
Ca (mg·l ⁻¹)	18	23,2	30	73	95,2	105	57	89,6	115	94	105,2	120	50	72,6	82	104	230	300	48	118	144	119	180	321	132	353	527
Mg	2	4,1	6	3	5,1	9	4	6,0	8	3	5,7	12	1	3,9	8	6	32	101	5	21	58	36	57	89	1	31	127
Na	9	13,5	17	16	21,6	25	18	27,2	46	8	15,9	20	10	13,9	19	48	139	195	75	114	145	236	359	580	26	52	160
K	4	6,4	12	3	3,2	4	4	7,5	17	2	3,8	6	2	2,9	6	13	38	56	18	35	60	20	29	40	3	16	53
HCO ₃ (mg·l ⁻¹)	18	27,6	49	192	257,2	280	122	195,6	277	260	279,9	304	89	176,3	214	140	318	411	189	271	395	178	313	398	76	266	456
SO ₄	23	26,6	59	33	40,5	50	56	82,9	140	24	51,7	66	19	37,4	53	128	431	668	70	151	318	67	274	831	226	745	1368
Cl	24	29,3	33	37	40,6	46	40	46,4	64	26	32,0	36	22	26,3	28	68	227	290	154	203	304	435	665	1045	23	88	178
Tot.-Fe (mg·l ⁻¹)	3,0	5,2	8,6	0,3	1,1	1,9	0,35	1,2	4,3	0,32	1,3	3,90	0,42	2,6	7,7	0,30	0,61	1,90	0,21	0,60	1,70	0,64	1,26	2,90	0,13	0,46	1,10
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O ₂ -geh.	4,5	8,9	17,2	3,7	8,4	15,6	1,0	9,8	17,2	1,2	6,9	11,5	3,8	10,5	18,5	0,0	5,4	13,0	0,0	6,0	16,5	2,6	9,8	29,1	6,0	13,0	19,9
O ₂ -verz. (Z)	48,8	86,6	200,0	30,1	82,1	171,4	10,6	90,0	172,0	12,4	57,1	118,8	45,2	94,4	139,1	0,0	47,7	91,5	0,0	51,7	120,4	26,5	91,3	319,8	57,1	117,0	197,7
Gel. verm. (lumbo·cm ⁻¹)	193	229	281	435	528	570	447	566	689	479	552	678	275	387	419	680	1636	2210	1005	1182	1341	2088	2594	3530	1041	1599	2400
Hard.tot. (°D)	3,5	4,2	5,0	12,0	14,6	15,4	9,4	14,0	17,3	14,3	16,1	18,6	8,1	11,0	12,3	14,0	39,7	49,3	18,0	21,3	25,3	25,9	38,3	59,6	22,8	68,2	93,8
Bicarb.bardh.	0,8	1,3	2,2	8,8	11,8	12,8	5,7	9,0	12,7	11,9	12,9	14,0	5,9	8,6	9,1	6,4	14,7	18,9	8,2	12,5	18,1	8,9	14,4	20,8	5,3	10,3	20,9
Zuurgraad (pH)	6,0	6,5	8,0	7,3	7,7	8,0	7,1	7,5	7,8	7,5	7,6	7,8	7,2	7,7	8,1	7,3	7,6	8,2	7,1	7,6	8,1	7,6	8,1	8,8	7,3	7,9	8,7

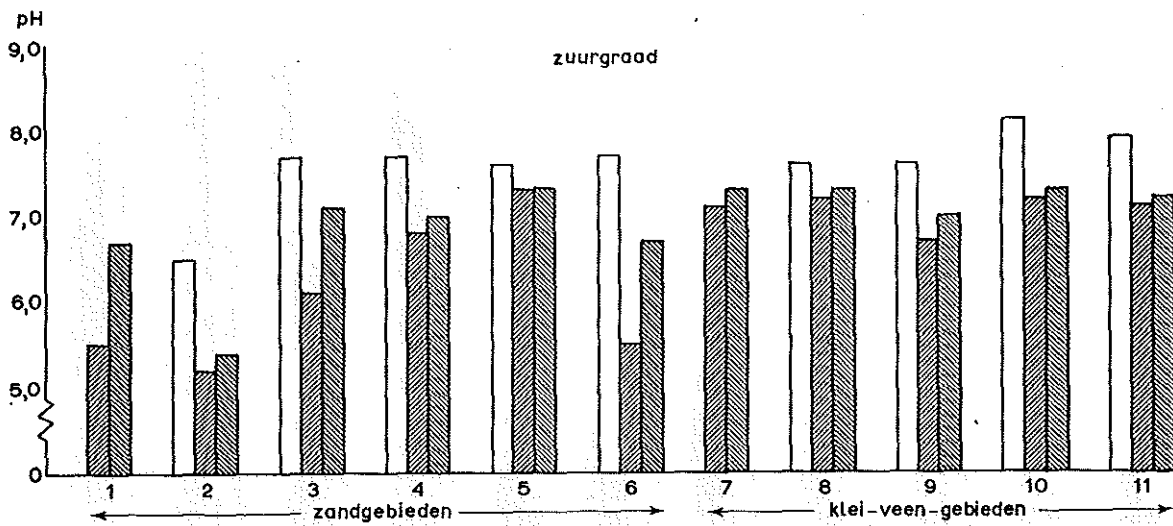
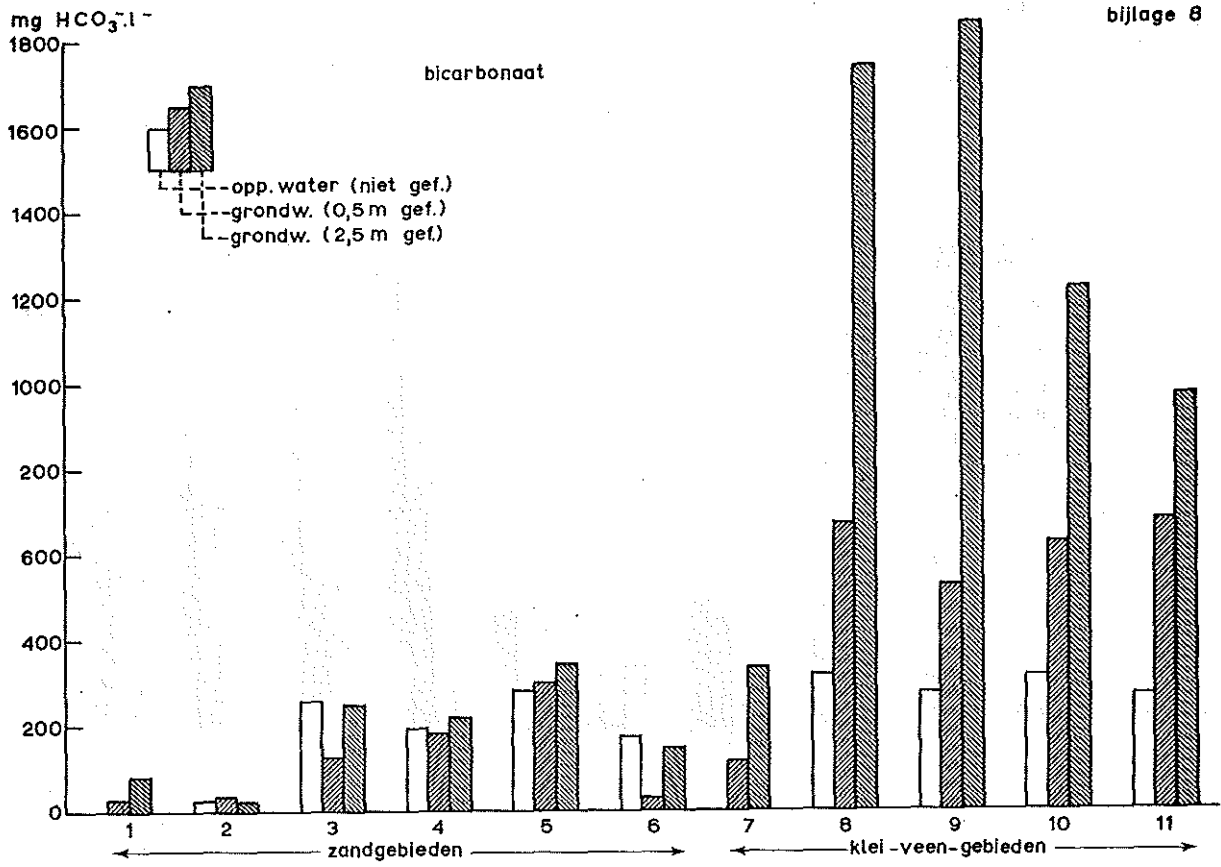


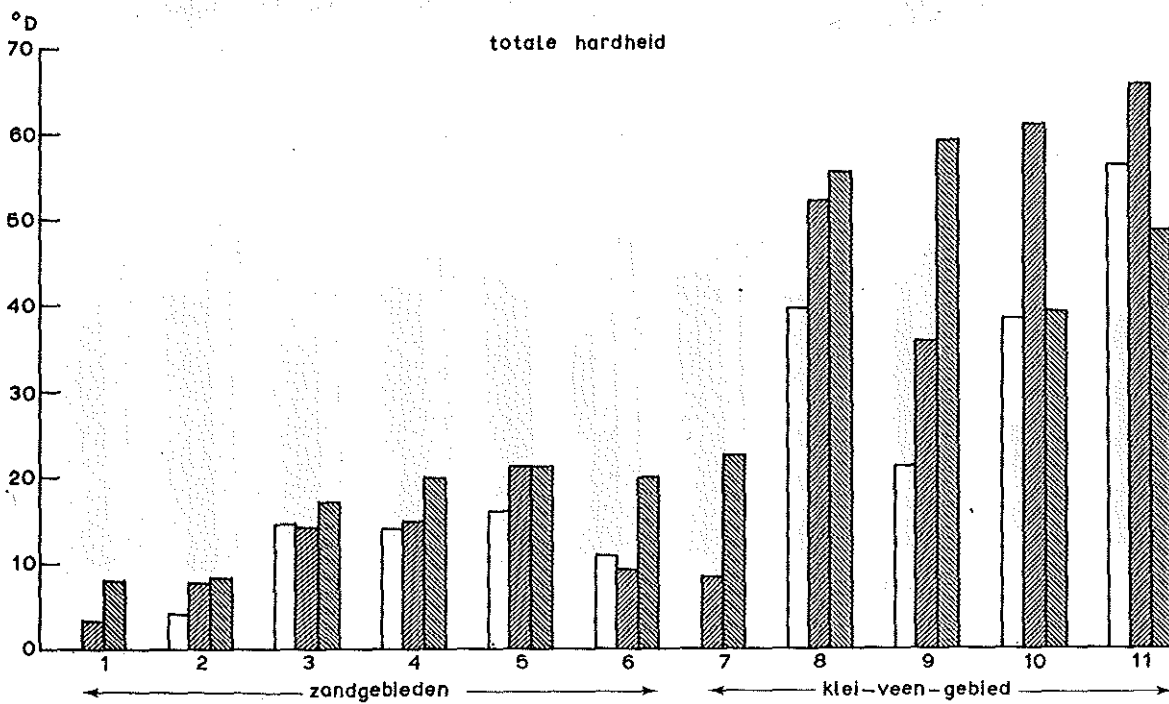
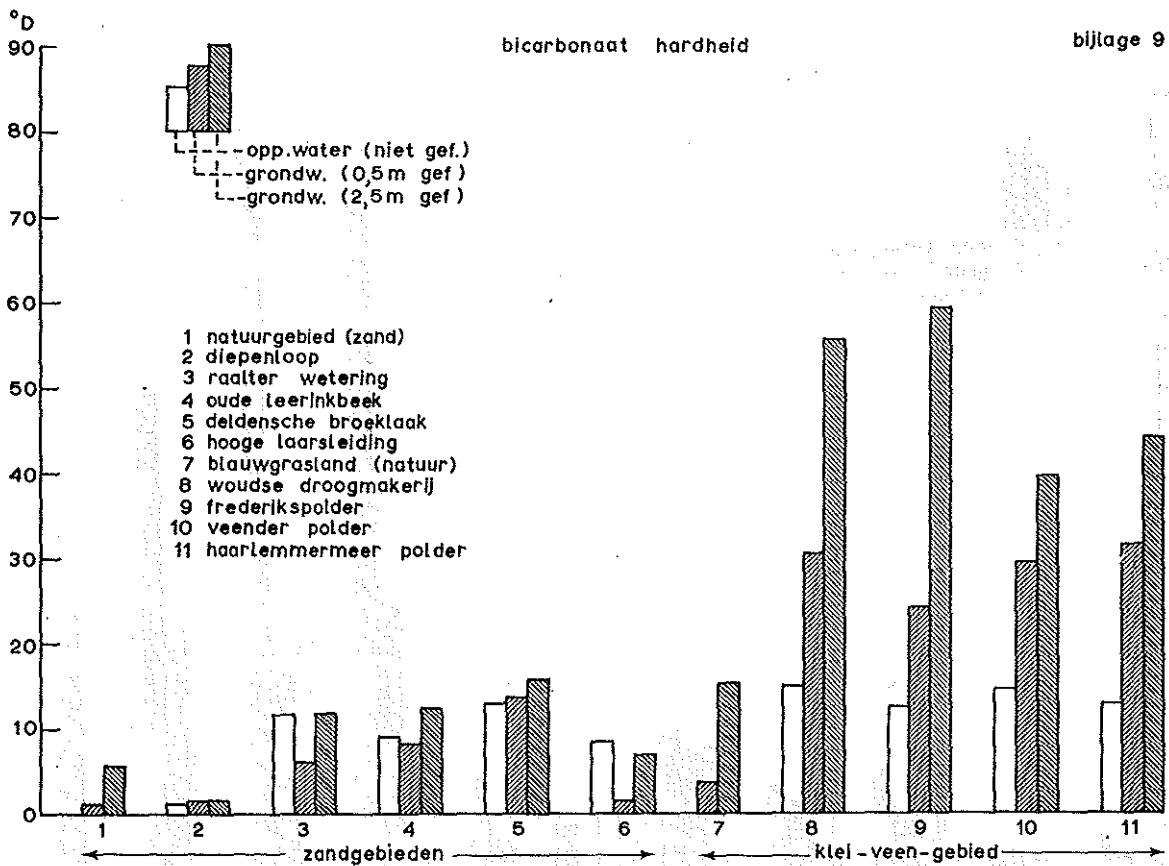


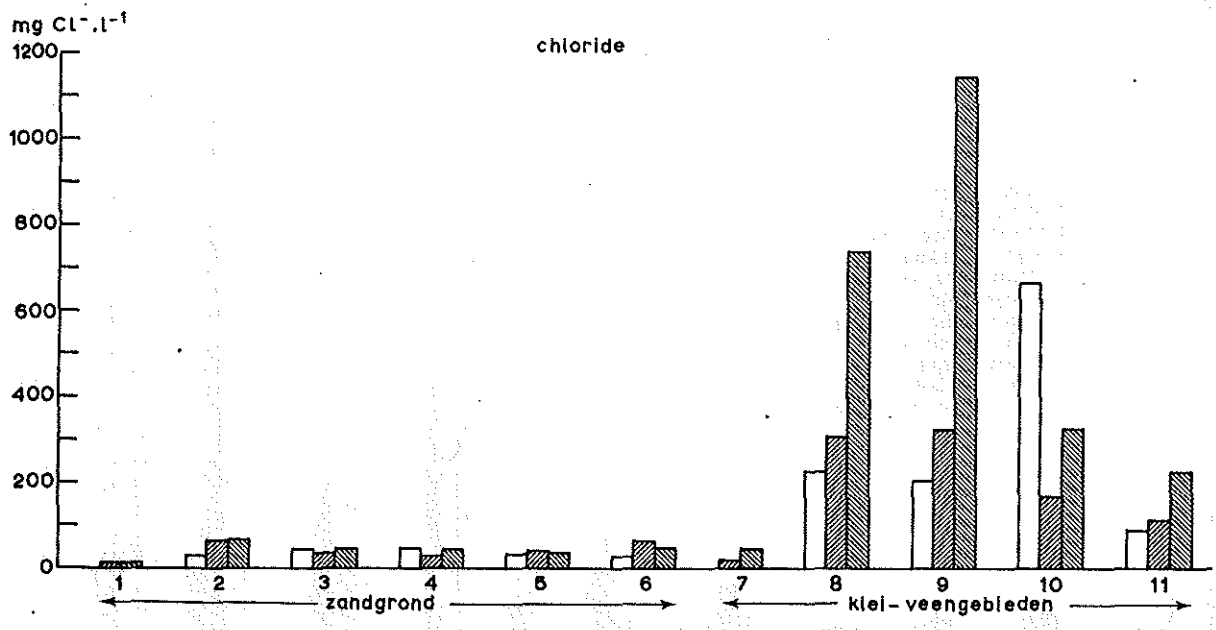
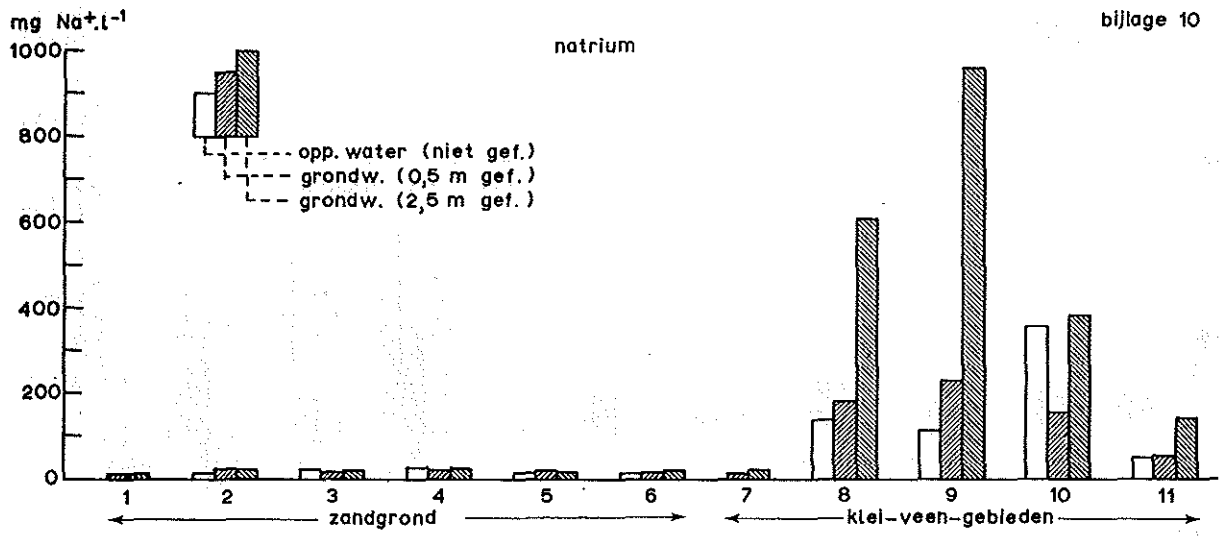


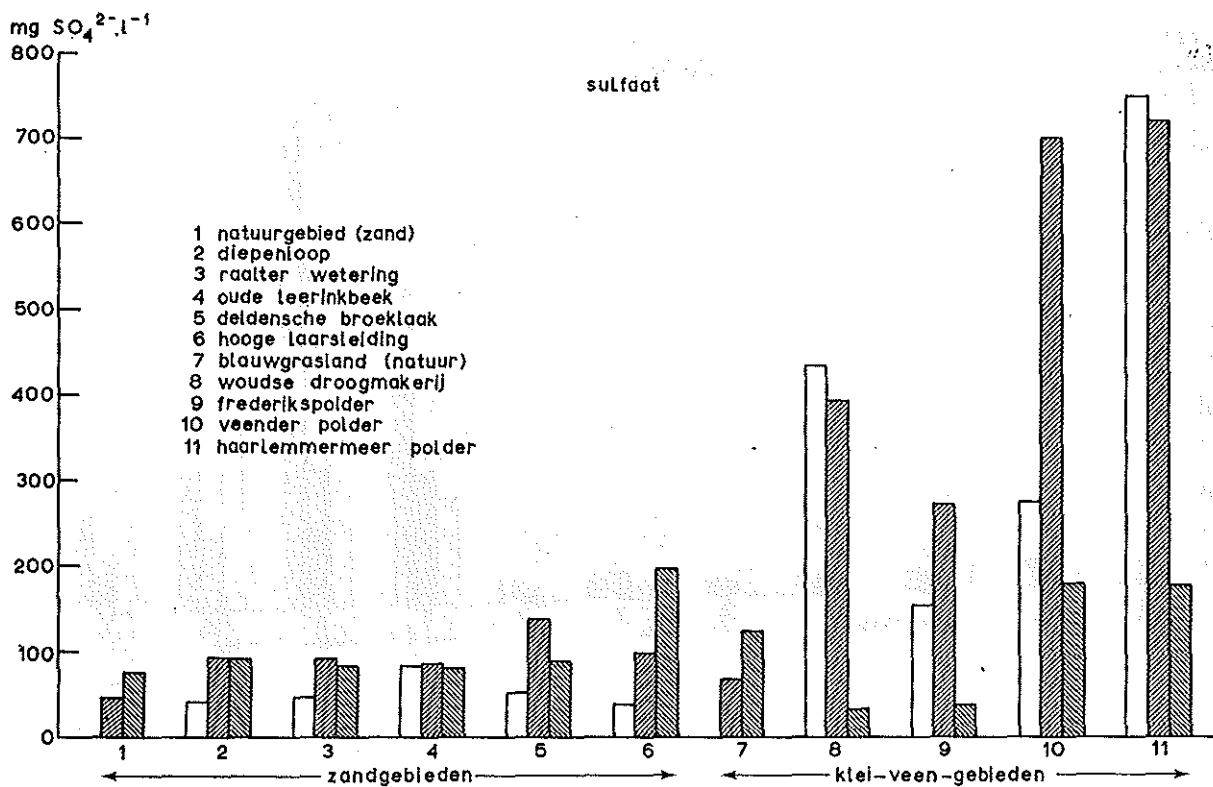
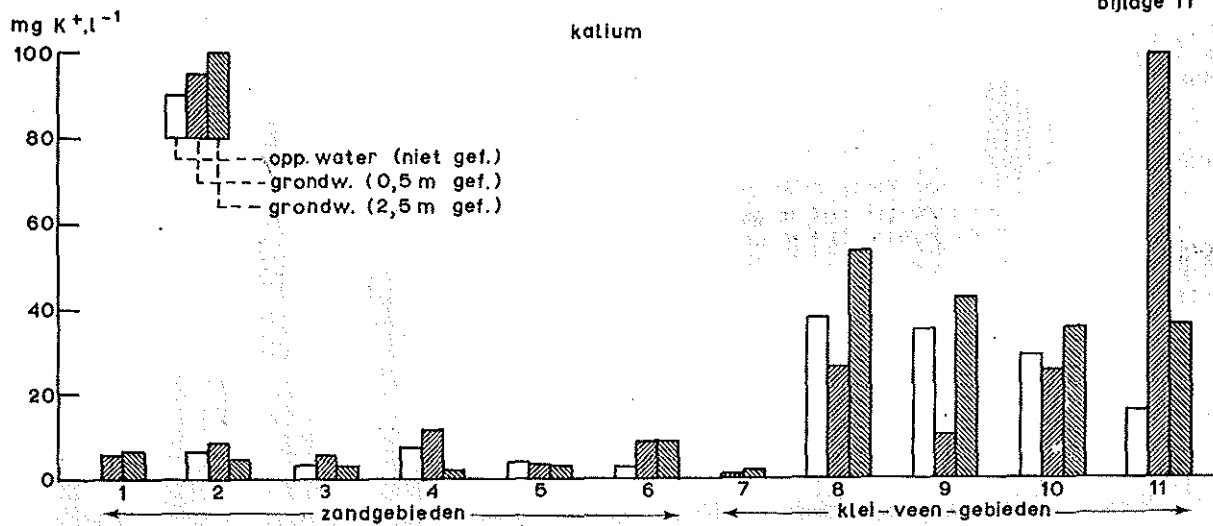


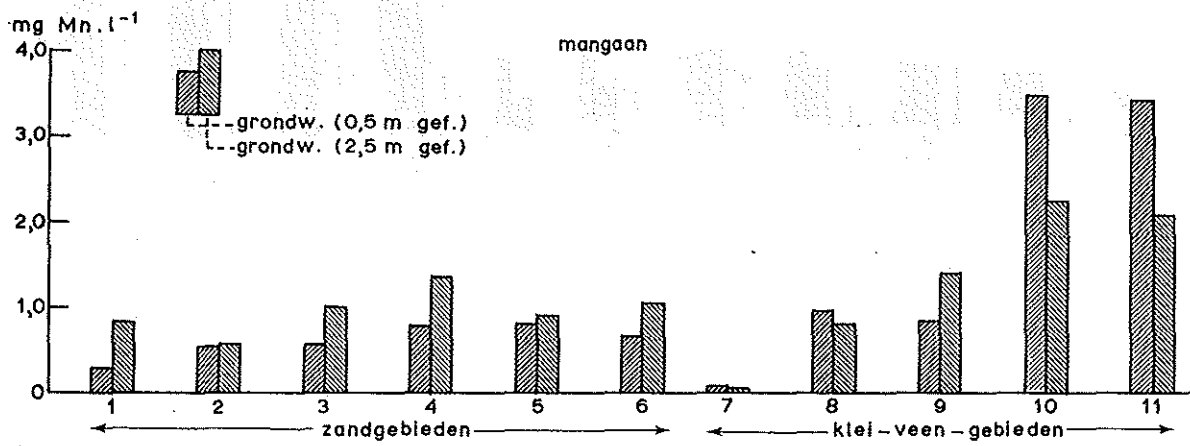
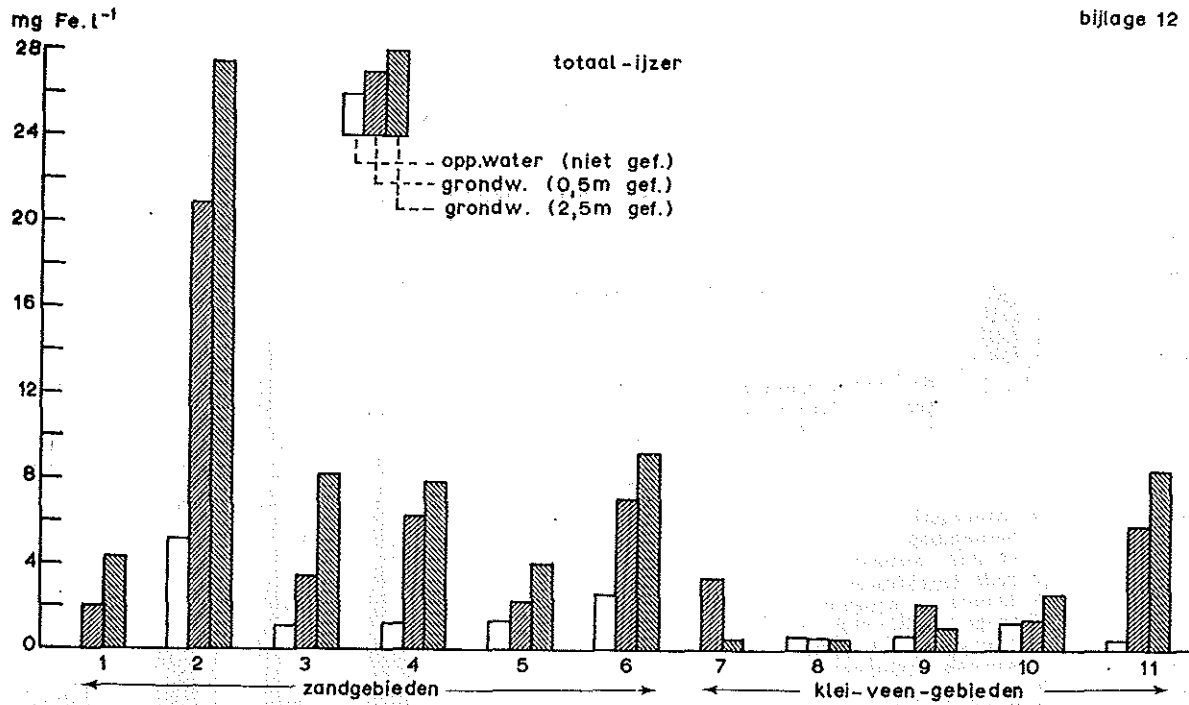


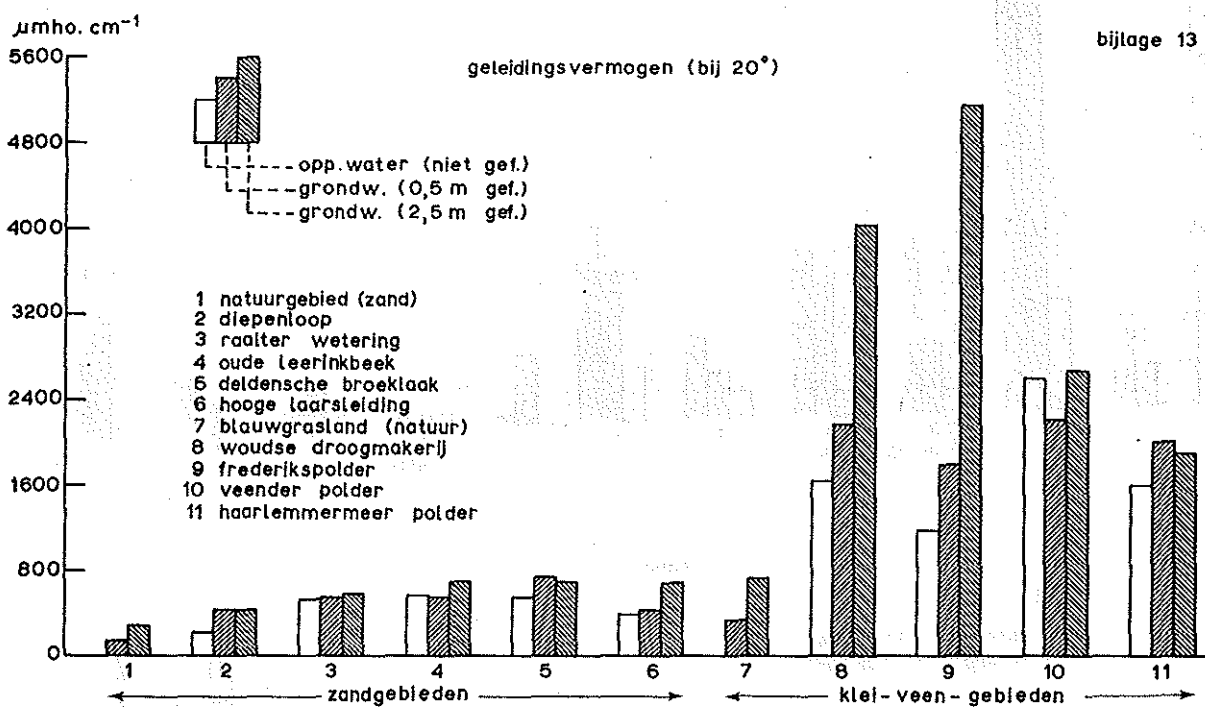












Ionenbalans van het oppervlaktewater n het grondwater op + 0,5 m en + 2,5 m onder het grondwaterpeil in enkele zand- en klei-veengebieden

Gebied 1 natuurgebied-zand	Ca			Mg			Na			K			NH ₄			Totaal kationen		
	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen
Oppervlaktewater	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grondwater ½ m	21,7	1,09	32,0	3,2	0,26	7,6	5,7	0,25	7,3	1,5	0,04	1,2	0,70	0,04	1,2	32,8	1,68	49,3
Grondwater 2½ m	48,7	2,44	37,3	4,8	0,40	6,1	6,7	0,29	4,4	2,0	0,05	0,8	1,39	0,08	1,2	63,6	3,26	49,8
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grondwater ½ m	27,1	0,43	12,6	45,3	0,95	27,8	11,7	0,33	9,7	1,33	0,02	0,6	85,4	1,73	5,07	118,2	3,41	100,0
Grondwater 2½ m	83,0	1,33	20,3	75,8	1,59	24,3	12,6	0,35	5,3	1,17	0,02	0,3	172,6	3,29	50,2	236,2	6,55	100,0

Gebied 2 Diepenloop																		
Oppervlaktewater 108	23,2	1,16	24,7	4,1	0,34	7,3	13,5	0,59	12,6	6,4	0,16	3,4	1,92	0,11	2,4	49,1	2,36	50,4
Grondwater ½ m	36,9	1,85	21,7	15,0	1,23	14,4	22,1	0,97	11,3	8,6	0,22	2,6	2,82	0,16	1,9	85,4	4,43	51,9
Grondwater 2½ m	29,9	1,50	17,6	17,8	1,46	17,1	20,6	0,91	10,7	4,9	0,13	1,5	5,39	0,30	3,5	78,6	4,30	50,4
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 108	27,6	0,44	9,4	46,6	0,98	20,9	29,3	0,82	17,5	5,00	0,08	1,7	108,5	2,32	49,5	157,6	4,68	99,9
Grondwater ½ m	25,4	0,41	4,8	100,0	2,10	24,6	52,2	1,46	17,1	8,64	0,14	1,6	186,3	4,11	48,1	271,7	8,54	100,0
Grondwater 2½ m	34,4	0,55	6,5	89,9	1,89	22,2	62,2	1,74	20,4	2,68	0,04	0,5	189,2	4,22	49,6	267,8	8,52	100,0

Gebied 3 Raalterwetering																		
Oppervlaktewater 204	95,9	4,76	38,4	5,1	0,42	3,4	21,6	0,95	7,7	3,2	0,08	0,6	0,64	0,04	0,3	125,7	6,25	50,4
Grondwater ½ m	91,5	4,58	38,0	6,3	0,52	4,3	17,7	0,78	6,5	5,8	0,15	1,2	0,99	0,05	0,4	122,2	6,08	50,4
Grondwater 2½ m	109,5	5,48	39,2	7,8	0,64	4,6	18,5	0,81	5,8	3,0	0,08	0,6	0,83	0,05	0,4	139,6	7,06	50,6
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 204	257,2	4,12	33,3	40,5	0,85	6,9	40,6	1,14	9,2	1,82	0,03	0,2	340,1	6,14	49,6	465,8	12,39	100,0
Grondwater ½ m	127,0	2,03	16,8	92,0	1,93	16,0	34,2	0,96	8,0	66,30	1,06	8,8	319,5	5,98	49,6	441,7	12,06	100,0
Grondwater 2½ m	250,0	4,00	28,6	82,3	1,73	12,3	42,3	1,18	8,4	1,00	0,02	0,1	375,6	6,93	49,4	515,2	13,99	100,0

Gebied 4	Ca			Mg			Na			K			NH ₄			Totaal kationen		
	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen
Oude Leerinkbeek																		
Oppervlaktewater 304	89,6	4,48	35,1	6,0	0,49	3,8	27,2	1,20	9,4	7,5	0,20	1,6	1,28	0,07	0,6	131,6	6,44	50,5
Grondwater ½ m	98,7	4,94	38,2	4,5	0,37	2,9	20,0	0,88	6,8	11,5	0,30	2,3	0,61	0,03	0,2	135,3	6,52	50,4
Grondwater 2½ m	132,7	6,64	40,2	5,5	0,45	2,7	24,5	1,08	6,5	2,0	0,05	0,3	1,67	0,09	0,6	166,4	8,31	50,3
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 304	195,6	3,13	24,5	82,9	1,74	13,6	46,4	1,30	10,2	9,55	0,15	1,2	334,5	6,32	49,5	466,1	12,76	100,0
Grondwater ½ m	241,5	3,86	29,7	84,7	1,78	13,8	27,3	0,76	5,9	1,00	0,02	0,2	354,5	6,42	49,6	489,8	12,94	100,0
Grondwater 2½ m	333,3	5,33	32,3	80,0	1,68	10,2	41,8	1,17	7,1	1,27	0,02	0,1	456,4	8,20	49,7	622,8	16,51	100,0
Gebied 5																		
Deldensche Broeklaak																		
Oppervlaktewater 406	105,2	5,26	40,2	5,7	0,47	3,6	15,9	0,70	5,3	3,8	0,10	0,8	0,90	0,05	0,4	131,6	6,58	50,3
Grondwater ½ m	146,0	7,30	40,5	10,7	0,88	4,9	18,3	0,81	4,5	3,2	0,08	0,4	0,22	0,01	0,1	178,4	9,08	50,4
Grondwater 2½ m	134,2	6,71	40,1	10,8	0,89	5,3	18,0	0,79	4,7	3,0	0,08	0,5	0,19	0,01	0,1	166,2	8,48	50,7
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 406	279,9	4,48	34,2	51,7	1,09	8,3	32,0	0,90	6,9	2,27	0,04	0,3	365,9	6,51	49,7	497,5	13,09	100,0
Grondwater ½ m	298,3	4,77	26,5	137,7	2,89	16,0	38,2	1,07	5,9	12,73	0,20	1,1	486,9	8,93	49,5	308,5	18,01	100,0
Grondwater 2½ m	341,3	5,46	32,6	88,0	1,85	11,0	33,2	0,93	5,6	1,18	0,02	0,1	463,7	8,26	49,3	629,9	16,74	100,0
Gebied 6																		
Hooge Laarsleiding																		
Oppervlaktewater 503	72,6	3,63	40,1	3,9	0,32	3,5	13,9	0,62	6,8	2,9	0,06	0,7	1,03	0,06	0,7	94,3	4,68	51,8
Grondwater ½ m	51,5	2,58	29,6	8,7	0,71	8,1	14,5	0,64	7,4	8,5	0,22	2,5	3,08	0,17	1,9	86,3	4,32	49,5
Grondwater 2½ m	117,7	5,89	35,9	12,2	1,00	6,1	20,5	0,90	5,5	8,7	0,23	1,4	3,21	0,18	1,1	162,3	8,20	50,0
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 503	176,3	2,82	31,1	37,3	0,79	8,7	26,3	0,74	8,2	1,36	0,02	0,2	241,4	4,37	48,2	335,7	9,06	100,0
Grondwater ½ m	35,8	0,57	6,5	97,5	2,05	23,6	63,0	1,76	20,2	1,27	0,02	0,2	197,6	4,40	50,5	283,9	8,72	100,0
Grondwater 2½ m	177,0	2,83	17,2	194,5	4,09	25,0	45,0	1,26	7,7	1,00	0,02	0,1	417,5	8,20	50,0	579,8	16,40	100,0

Gebied 7	Ca			Mg			Na			K			NH ₄			Totaal kationen		
	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen
Blauwgrasland (natuur)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oppervlaktewater	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grondwater ½ m	53,0	2,65	35,0	4,0	0,33	4,4	13,0	0,57	7,5	1,0	0,03	0,4	3,10	0,17	2,2	74,1	3,75	49,5
Grondwater 2½ m	118,0	5,90	31,9	26,0	2,13	11,5	20,0	0,88	4,8	2,0	0,05	0,3	6,90	0,38	2,0	172,9	9,34	50,5
	HCO ₃			SO ₄			Cl ⁻			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grondwater ½ m	115,0	1,84	24,3	66,0	1,39	18,3	19,0	0,53	7,0	0,44	0,07	0,9	200,4	3,83	50,5	274,5	7,58	100,0
Grondwater 2½ m	331,0	5,30	28,7	123,0	2,58	14,0	44,0	1,23	6,6	0,22	0,04	0,2	498,2	9,15	49,5	671,1	18,49	100,0
Gebied 8	Ca			Mg			Na			K			NH ₄			Totaal kationen		
Woudse Droogmakerij	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oppervlaktewater 603	230,8	11,54	27,1	31,5	2,58	6,1	139,4	6,13	14,4	37,5	0,98	2,3	2,44	0,13	0,3	441,6	21,36	50,2
Grondwater ½ m	249,0	12,45	22,5	74,0	6,07	11,0	182,0	8,01	14,5	26,0	0,68	1,2	10,77	0,59	1,1	541,8	27,80	50,3
Grondwater 2½ m	202,0	10,10	10,1	116,0	9,51	9,5	610,0	26,84	26,9	53,0	1,38	1,4	50,39	2,77	2,8	1031,4	50,60	50,7
	HCO ₃			SO ₄			Cl ⁻			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 603	318,3	5,09	12,0	431,0	9,15	21,4	227,1	6,39	15,0	36,82	0,59	1,4	1013,2	21,22	49,8	1454,8	42,58	100,0
Grondwater ½ m	669,0	10,70	19,4	390,0	8,19	14,7	305,0	8,54	15,5	1,77	0,03	0,1	1365,8	27,46	49,7	1907,6	55,26	100,0
Grondwater 2½ m	1731,0	27,70	27,8	33,0	0,69	0,7	738,0	20,66	20,7	2,00	0,03	0,1	2504,0	49,08	49,3	3535,4	99,68	100,0
Gebied 9	Ca			Mg			Na			K			NH ₄			Totaal kationen		
Frederikspolder	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oppervlaktewater 701	117,8	5,89	21,8	20,7	1,70	6,3	113,9	5,01	18,5	34,7	0,90	3,3	5,51	0,30	1,1	292,6	13,80	51,0
Grondwater ½ m	113,5	5,68	12,2	95,0	6,97	14,9	230,0	10,12	21,7	10,0	0,26	0,6	11,54	0,64	1,4	671,5	23,67	50,8
Grondwater 2½ m	142,0	7,10	5,5	167,5	13,74	10,7	960,0	42,24	32,8	42,0	1,09	0,8	42,95	2,36	1,8	1354,5	66,53	51,6
	HCO ₃			SO ₄			Cl ⁻			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 701	271,3	4,34	16,0	150,9	3,17	11,7	202,7	5,68	21,0	4,55	0,07	0,3	629,5	13,26	49,0	922,1	27,06	100,0
Grondwater ½ m	521,5	8,34	17,8	270,0	5,67	12,1	320,0	8,96	19,2	3,00	0,05	0,1	1114,5	23,02	49,2	1786,0	46,69	100,0
Grondwater 2½ m	1838,5	29,42	22,8	38,0	0,80	0,6	1144,0	32,03	24,9	2,00	0,03	0,1	3022,8	62,28	48,4	4377,0	128,81	100,0

Gebied 10 Veenderpolder	Ca			Mg			Na			K			NH ₄			Totaal kationen		
	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen	mg/l	meq./l	% tot. ionen
Oppervlaktewater 803	179,5	8,98	15,1	57,1	4,68	7,9	359,1	15,80	26,4	28,8	0,75	1,3	1,67	0,09	0,2	641,2	30,30	50,9
Grondwater ½ m	209,0	10,45	17,6	135,3	11,09	18,6	155,5	6,84	11,5	25,0	0,65	1,1	19,10	1,05	1,8	543,9	30,08	50,6
Grondwater 2½ m	128,8	6,44	9,9	90,0	7,38	11,3	385,0	16,94	26,0	35,0	0,9	2,7	35,00	1,93	3,0	673,8	32,78	50,3
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 803	313,1	5,01	8,4	273,6	5,75	9,7	665,0	18,38	30,8	6,36	0,10	0,2	1315,3	29,24	48,1	1956,5	59,54	100,0
Grondwater ½ m	623,0	9,97	16,8	697,3	14,64	24,6	167,8	4,70	7,9	1,50	0,03	0,1	1489,6	29,34	49,4	2033,5	59,42	100,0
Grondwater 2½ m	1217,0	19,47	29,9	177,5	3,73	5,7	327,8	9,18	14,0	1,27	0,02	0,1	1723,6	32,40	49,7	2397,4	65,18	100,0
Gebied 11 Haarlemmermeer	Ca			Mg			Na			K			NH ₄			Totaal kationen		
Oppervlaktewater 901/2/3	353,4	17,70	38,9	30,5	2,50	5,5	51,5	2,30	5,1	15,5	0,40	0,9	1,41	0,08	0,2	465,0	23,00	50,6
Grondwater ½ m	355,2	17,76	30,6	73,0	5,99	10,3	55,3	2,43	4,2	90,6	2,36	4,1	8,85	0,49	0,8	583,0	29,03	50,0
Grondwater 2½ m	209,2	10,46	20,3	80,8	6,63	12,9	145,3	6,39	12,4	35,5	0,92	1,8	27,05	1,49	2,9	497,9	25,89	50,3
	HCO ₃			SO ₄			Cl			NO ₃			Totaal anionen			Totaal		
Oppervlaktewater 901/2/3	265,9	4,30	9,5	745,1	15,60	34,3	87,8	2,50	5,5	3,64	0,06	0,1	1102,4	22,50	49,4	1567,4	45,50	100,0
Grondwater ½ m	676,5	10,82	18,6	714,8	15,01	25,9	111,2	3,11	5,4	1,50	0,02	0,1	1504,0	28,96	50,0	2087,0	57,99	100,0
Grondwater 2½ m	965,7	15,45	30,0	175,0	3,68	7,2	227,8	6,38	12,4	1,68	0,03	0,1	1370,2	25,54	49,7	1868,1	51,43	100,0

