

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

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

EEN ONDERZOEK NAAR DE KWALITEIT VAN GROND- EN
OPPERVLAKTEWATER IN DE VIJFHEERENLANDEN

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

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

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	1
2. GEBIEDSBESCHRIJVING	2
3. OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK	3
3.1. Algemeen	3
3.2. Beschrijving monsterplaatsen	4
4. RESULTATEN EN DISCUSSIE	8
4.1. Oppervlaktewater	9
4.2. Grondwater	15
4.3. Kwelwater	17
4.4. Relatie grond- en oppervlaktewater	18
5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	19
6. LITERATUUR	21

1. INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

Bij ruilverkavelingen spelen in veel gebieden meerdere belangen een rol die soms tegenstrijdig zijn, zoals onder andere landbouw en natuurbescherming. Ten behoeve van de landbouw probeert men door bepaalde maatregelen een betere bedrijfsvoering mogelijk te maken. Deze maatregelen kunnen inhouden een ingreep in de waterhuishouding door peilverlaging, de verplaatsing van boerderijen, enz. Van de zijde van de natuurbescherming wordt wel eens bezwaar gemaakt tegen peilverlagingen uit het oogpunt van de waterkwantiteit (grondwaterstand, slootpeil) of van de waterkwaliteit. Dit laatste geldt met name voor peilverlagingen in veen- of klei-veengebieden in verband met de toename van de mineralisatie van het veen. Bovendien kan een diepere ontwatering leiden tot een intensiever agrarisch gebruik van het grasland, waardoor de toevoer van mineralen naar het oppervlaktewater mogelijk nadelig wordt beïnvloed.

In het gebied van de Vijfheerenlanden is een ruilverkaveling in voorbereiding, waarbij de hiervoor beschreven problematiek zich voordoet. In dit gebied is plaatselijk een peilverlaging gepland van maximaal 15 à 20 cm ten opzichte van de huidige situatie.

Het waterkwaliteitsonderzoek in de Vijfheerenlanden is gericht geweest op de mogelijke gevolgen voor de waterkwaliteit van:

- peilverlaging
- bewoning
- intensivering van de landbouw
- de grootte van de kwel en de samenstelling van het kwelwater

2. GEBIEDSBESCHRIJVING

De Vijfheerenlanden beslaat een oppervlakte van ruim 12 000 ha. De grenzen worden gevormd door de Lek in het noorden, de Nieuwe Zederik, de Oude Zederik en het Merwedekanaal in het westen, de Linge in het zuiden en de Diefdijk in het oosten.

De Vijfheerenlanden ligt in het overgangsgebied van de Betuwse rivierklei naar het Hollands-Utrechts veenweidegebied. Het gebied bestaat voornamelijk uit k o m k l e i-gronden op veen. De dikte van het kleipakket varieert van 0,30-1,00 m en wigt van de rivier de Lek en de Linge uit naar het middengedeelte. Het gebied is doorsneden met v e e n s t r o o m-ruggen. Deze zijn ontstaan door verlanding van de oorspronkelijke veenstroompjes in het gebied. Een brede strook o e v e r w a l l e n bevindt zich langs de Lek en de Linge. Ze worden gekenmerkt door het ontbreken van veen in de ondergrond en de aanwezigheid van kalkrijke kleiprofielen, rustend op grof rivierzand. De peilen in de polders zijn in het algemeen zodanig ingesteld, dat de gronden een drooglegging hebben van 30-60 cm. Deze geringe drooglegging heeft tot gevolg dat in natte perioden de grondwaterstand vrij spoedig tot aan het maaiveld stijgt.

De verkaveling in dit gebied is dat van een slagen- of strokenverkaveling met bebouwing langs de weg. De kavels hebben een vrij regelmatige structuur maar zijn echter vrij lang en smal. De gemiddelde slootlengte per ha is ca. 300 m.

De verschillende vormen van bodemgebruik worden in grote mate bepaald door de hoogteligging. Van de 11 000 ha aan cultuurgrond is 82 % grasland, 11 % boomgaard, 3 % bouwland en 4 % griend.

De rundveehouderij is de voornaamste produktierichting. De veebedrijven zijn gericht op de melkproduktie. Het aantal melkkoeien steeg in de periode van 1963-1968 met ongeveer 7 % en in de periode van '68-'74 met ongeveer 12 %.

De veredelingsproduktie is in dit gebied van beperkte betekenis (tabel 1). De varkenshouderij neemt hierin de belangrijkste plaats in. De bedrijven met één of meer veredelingstakken is groot, hoewel de omvang echter zeer beperkt is.

De totale veebezetting in de Vijfheerenlanden is niet hoog. In 1963 was deze 1,8 v.g.e., in 1968 1,9 v.g.e. en in 1974 2,2 v.g.e. (STULM-Zuid-Holland).

Tabel 1. Bedrijven met 'grote eenheden' in de veredelingsproductie (S-bedrijven) in 1968 en 1973

Veredelingstak	Aantal eenheden	Aantal bedrijven		Aantal eenheden	Aantal bedrijven	
		1968	1973		1968	1973
Fokzeugen	> 20	-	12	> 40	-	8
Mestvarkens	> 100	2	3	> 200	1	1
Mestkalveren	> 20	-	6	> 50	-	5
Leghennen	> 1000	2	2	> 2 500	2	2
Slachtkuikens	> 4000	-	2	> 10 000	-	2

3. OPZET EN UITVOERING ONDERZOEK

3.1. A l g e m e e n

De problemen tussen landbouw en natuurbescherming doen zich hoofdzakelijk voor in het graslandgebied, dat 82 % van de cultuurgrond omvat. Het onderzoek naar de invloed van de landbouw op de waterkwaliteit heeft daarom ook voornamelijk in graslandgebieden plaatsgevonden. Daarnaast zijn ook enkele natuurterreinen (griend, blauwgrasland) bij het onderzoek betrokken, die kunnen dienen als vergelijkingsobject.

In de periode van 22 tot 25 september 1974 heeft éénmalig een uitvoerig onderzoek plaatsgehad naar de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater. Bij het o p p e r v l a k t e w a t e r is onderzoek gedaan naar:

- de kwaliteitsverschillen in een aantal kavelsloten bij verschillend bodemgebruik, namelijk: grienden, blauwgrasland en grasland, dat in verschillende mate gebruikt wordt voor landbouwkundige exploitatie.

Eveneens is de invloed nagegaan van een vrij grote peilverlaging van ca. 0,5 m op de kwaliteit. Langs de sloten kwam geen bebouwing voor;

- de kwaliteitsverschillen tussen weteringen met en zonder bewoning;
- de kwaliteitsverschillen in kavelsloten met bewoning (boerderij) tussen de kop, het midden en het eind van de kavelsloten.

Bij het g r o n d w a t e r-onderzoek is nagegaan:

- de invloed van het bodemgebruik op de kwaliteit. Hiertoe is onderscheid gemaakt tussen grienden, blauwgrasland en grasland, dat in verschillende mate in gebruik is voor landbouwkundige exploitatie;
- de invloed van een extra ontwatering van ca. 0,5 m.

De bemonstering van het grondwater heeft plaatsgevonden op twee diepten door middel van pvc-buizen met filters op 0,5-1,5 m en 2,5-3,5 m beneden de grondwaterspiegel.

Een apart onderwerp is de grootte van de kwel en de chemische samenstelling van het k w e l w a t e r. De grootte van de kwel is berekend door de afdeling Onderzoek van Landinrichting Zuid-Holland. Het kwelwater wordt voornamelijk geleverd door de Lek, zodat de samenstelling van het Lekwater een eerste indruk geeft. In de oeverwal bij Hagestein is tot + 6 m beneden de grondwaterspiegel een boring uitgevoerd, waarbij om de meter het chloridegehalte en het geleidingsvermogen gemeten is, terwijl op 4 en 6 m diepte een uitvoerige chemische analyse van het grondwater (kwelwater) is uitgevoerd. Om na te gaan hoe groot de invloed is van de kwel op de kwaliteit, is op een aantal plaatsen in het oppervlaktewater langs de Lek en de Linge het chloridegehalte en geleidingsvermogen gemeten.

Een beschrijving van de monsterplaatsen wordt gegeven in 3.2.

3.2. B e s c h r i j v i n g m o n s t e r p l a a t s e n

Bij de graslandpercelen die in landbouwkundige exploitatie zijn, is onderscheid gemaakt tussen arme graslanden en normale graslanden. Deze onderverdeling is gebaseerd op verschillen in bemestingsniveau. De natuurterreinen kan men onderscheiden in grienden en blauwgrasland en schraallanden.

G r i e n d e n worden niet bemest. De onderzochte grienden zijn zowel in eigendom van het Zuidhollands Landschap (Z.H.L.) als van particulieren.

De onderzochte b l a u w g r a s l a n d e n zijn reeds 10 jaar in eigendom van het Z.H.L. De percelen worden extensief gebruikt. Meestal wordt er 1 x gehooïd en vindt een nawei met schapen of paarden plaats (runderen weiden is niet mogelijk in verband met de aanwezigheid van heermoes). Bemesting is niet toegestaan.

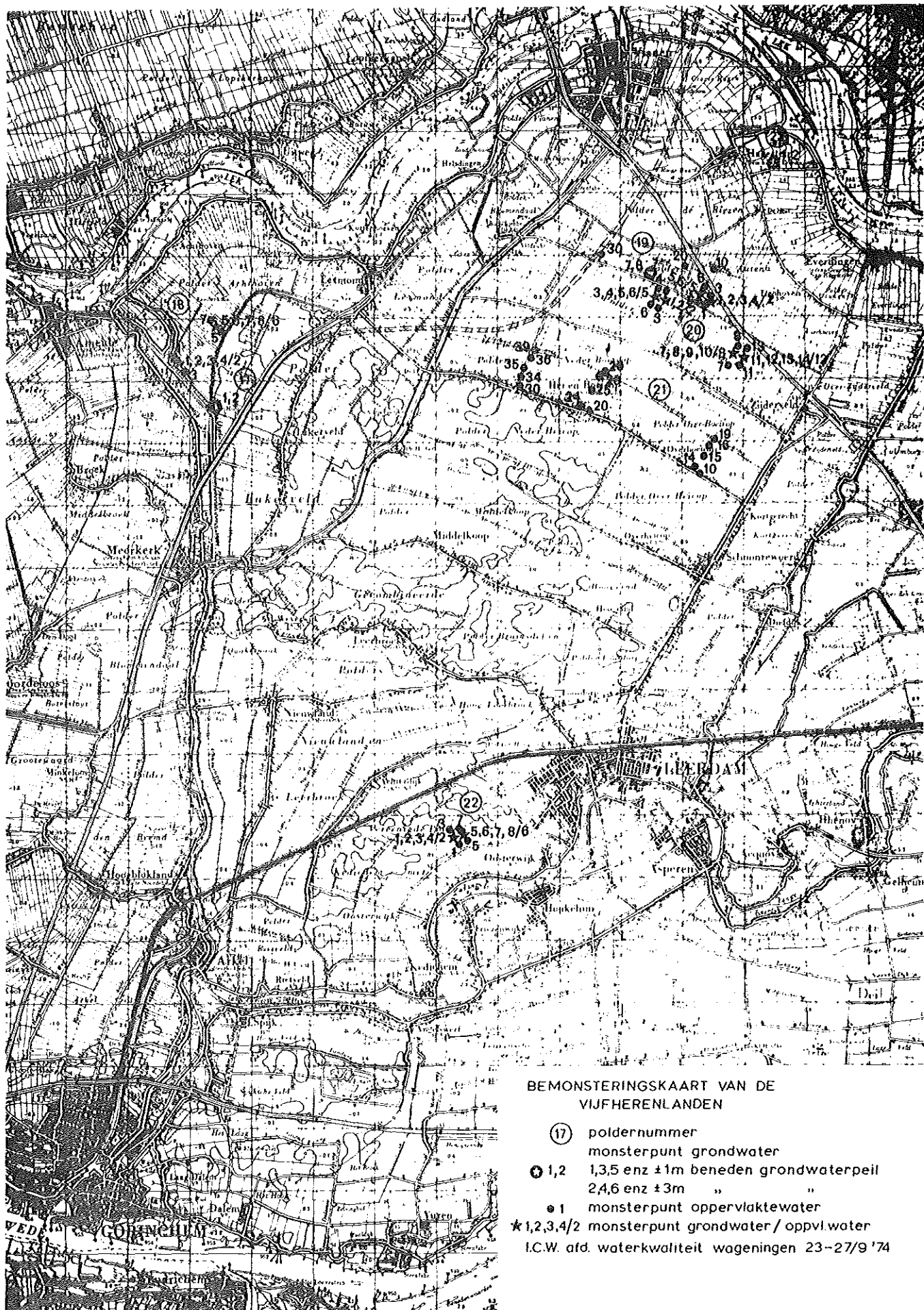
De onderzochte s c h r a a l l a n d e n zijn sinds enkele jaren in het bezit van het Z.H.L. Ze hebben in het verleden weinig bemesting gehad. Sinds de schraallanden in het bezit zijn van het Z.H.L., is bemesting niet meer toegestaan. Het beheer is toegewezen aan particulieren.

De onderzochte a r m e g r a s l a n d e n zijn in particulier eigendom en worden extensief gebruikt. In het voorjaar wordt enige stikstof gegeven. Het gehele jaar is er vee op aanwezig (vetweiderij).

De 'vette' graslanden, het n o r m a l e g r a s l a n d, worden bemest met 125-150 kg N per ha. per jaar in de vorm van kalkammonsalpeter. Via de organische mest wordt ± 100 kg N en ± 100 kg K_2O per ha toegediend. Fosfaatgiften worden toegediend in de vorm van Thomasslakkenmeel, waarmee dan ± 60 kg P_2O_5 per ha wordt gegeven en via de organische mest jaarlijks ± 40 kg P_2O_5 per ha. Kali-kunstmeststoffen worden niet gegeven. Het weideplan bestaat uit 1 x maaien en 4 x weiden. De veebezetting bedraagt ongeveer 2 v.g.e. per ha. In het onderbemaalde gebied is het waterpeil $\pm 0,5$ m lager dan normaal.

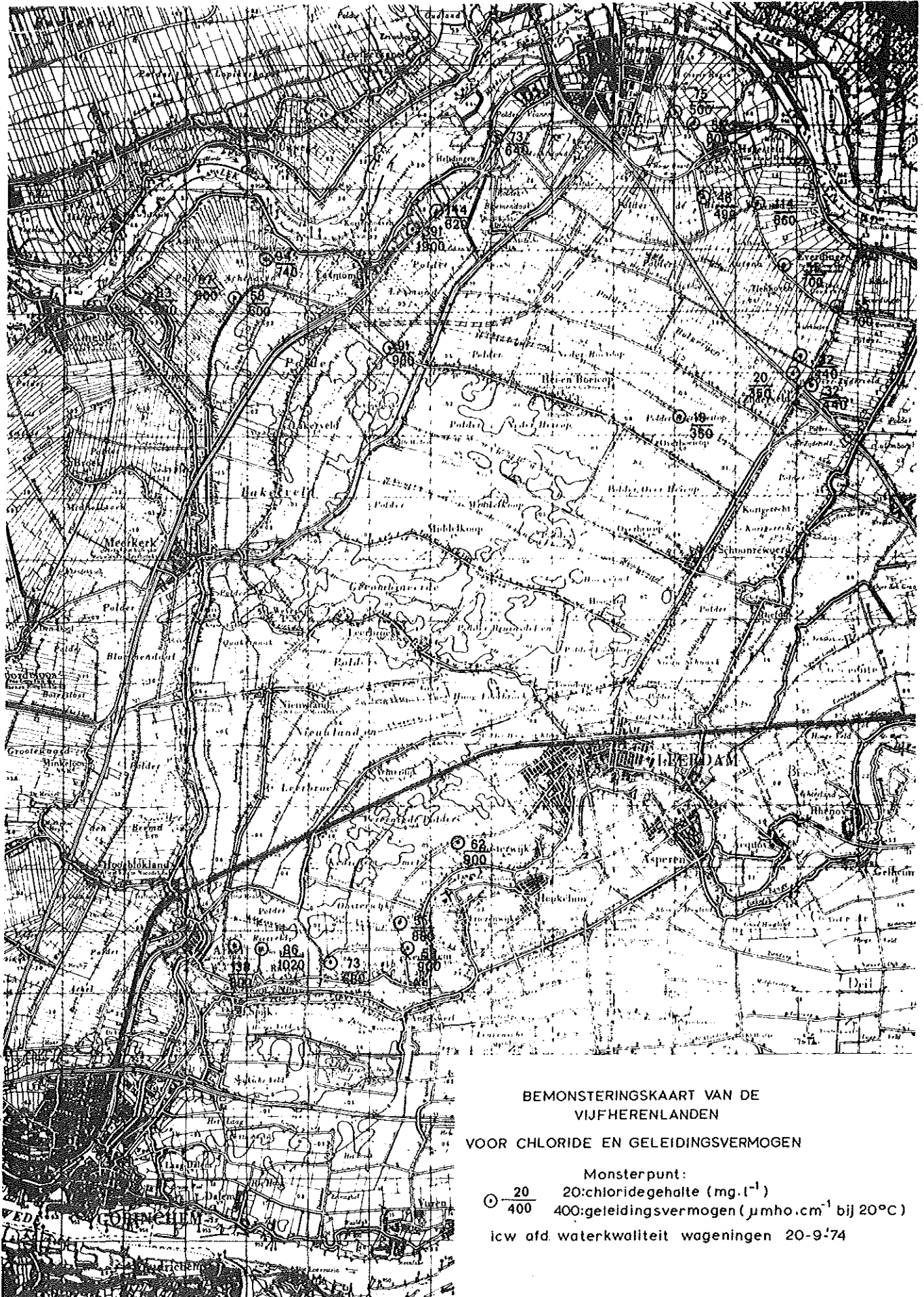
Invloed van de bewoning is onder andere aanwezig langs de wetering ten noorden van de Hei- en Boeicopperweg. Naar het westen neemt de bewoning toe. De kavelsloten, die naar achteren lopen hebben nauwelijks of geen transportfunctie van de voornoemde wetering naar de meer landinwaarts gelegen Over- en Nederboeicopperwetering. Deze doet dan ook voornamelijk dienst als afwatering van het landbouwgebied. De Middewetering stroomt door een agrarisch gebied met veel grienden, waar vrijwel geen bebouwing aanwezig is (Polder Autena).

De monsterpunten voor het oppervlaktewater met volledige analyse zijn (fig. 1):



BEMONSTERINGSKAART VAN DE
VIJFHERENLANDEN

- ⑰ poldernummer
 - monsterpunt grondwater
 - 1,2 1,3,5 enz ±1m beneden grondwaterpeil
 - 2,4,6 enz ±3m " "
 - 1 monsterpunt oppervlaktewater
 - * 1,2,3,4/2 monsterpunt grondwater / oppvl.water
- I.C.W. afz. waterkwaliteit wageningen 23-27/9 '74



BEMONSTERINGSKAART VAN DE
VIJFHERENLANDEN
VOOR CHLORIDE EN GELEIDINGSVERMOGEN

Monsterpunt:

- 20 20:chloridegehalte (mg. l^{-1})
- 400 400:geleidingsvermogen ($\mu\text{mho. cm}^{-1}$ bij 20°C)

icw afd. waterkwaliteit wageningen 20-9-74

- grienden 1904/5/6, 2001/2/3, 2004/5/6
- blauwgrasland 1901/2/3
- schraalland 1801/2/3
- arm grasland 2201/2/3
- normaal grasland:
 - niet onderbemalen 1805/6/7, 2011/12/13, 2205/6/7
 - onderbemalen 2007/8/9
- wetering ten noorden van de Hei- en Boeicopperweg 2110/20/30
- 3 kavelsloten 2114/15/16, 2124/25/26, 2134/35/36
- Over- en Nederboeicopperwetering 2119/29/39
- Middelwetering 1910/20/30

De monsterpunten waar in het oppervlaktewater alleen het chloordegehalte en het geleidingsvermogen gemeten zijn, zijn weergegeven in fig. 2.

De monsterpunten voor het grondwater zijn (fig. 1):

- grienden 1905/6, 2003/4/5/6
- blauwgraslanden 1901/2/3/4
- schraallanden 1701/2, 1801/2/3/4, 1907/8, 2001/2
- arme graslanden 2201/2/3/4
- normale graslanden:
 - niet onderbemalen 2205/6/7/8, 1805/6/7/8, 2011/12/13/14
 - onderbemalen 2007/8/9/10
- Het monsterpunt voor het kwelwater is:
 - kwelwater 2301/2

4. RESULTATEN EN DISCUSSIE

De bemonstering van grond- en oppervlaktewater heeft slechts éénmaal plaats gehad. De resultaten van de chemische analyses zijn dus voor een deel bepaald door de omstandigheden die in de betreffende periode zich in grond- en oppervlaktewater voordeden. Een kenmerk van deze periode is bijvoorbeeld geweest de relatief grote neerslaghoeveelheid in de weken voorafgaande aan de bemonstering, zodat de

invloed van het grondwater op de samenstelling van het oppervlaktewater over het algemeen groot zal zijn geweest.

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in enkele polders van de Vijf heerenlanden en is gericht geweest op de mogelijke invloed van verschillende vormen van bodemgebruik en op de mogelijke gevolgen van bepaalde ingrepen voor de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. De resultaten geven dus geen overzicht van de waterkwaliteit in het gehele gebied van de Vijfheerenlanden.

4.1. O p p e r v l a k t e w a t e r

In de kavelsloten bij de grienden was het water vervuild door kroos en afgevallen bladeren. Aangezien het wel of niet mee bepalen van één kroosje een grote invloed kan hebben op de resultaten van enkele analyses, zijn alle oppervlaktewatermonsters gefiltreerd over een grof filter voordat de analyses plaatsvonden.

De intensiviteit van het b o d e m g e b r u i k neemt toe van griend en blauwgrasland via schraal- en arm grasland tot normaal grasland. Uit de analyses (tabel 2) blijkt niet, dat een toename van de intensiviteit van het bodemgebruik invloed heeft op de gehalten van de stoffen, die vooral van belang zijn voor de eutrofie van het oppervlaktewater, namelijk orthofosfaat en anorganische stikstof (NO_3 , NO_2 , anorg. NH_4). Ook als de hoeveelheid totaal-N en totaal-P beschouwd wordt blijkt niet duidelijk, dat de kwaliteit afneemt bij een intensiever bodemgebruik. Als het onderbemalen grasland buiten beschouwing wordt gelaten, kan geconstateerd worden, dat er vrijwel geen verschillen zijn tussen de analyseresultaten van enerzijds de natuurgebieden (griend, blauwgrasland, schraalland) en anderzijds de gebieden met een agrarisch gebruik (grasland). De schommelingen, die optreden in de gehalten bij de twee groepen zijn van dezelfde grootte-orde.

De invloed van p e i l v e r l a g i n g op de kwaliteit van het oppervlaktewater is afhankelijk van de verbinding die men in beschouwing neemt (tabel 2). Er is een duidelijk effect op de gehalten aan calcium, sulfaat en op het geleidingsvermogen. De oorzaak hiervan is,

Tabel 2. Enkele analyses van het oppervlaktewater in de Vijfheerenlanden bij verschillend bodemgebruik
(bemonstering: 23 sept. 1974)

Bodemgebruik Bepaling	Griend	Blauw- grasland	Schraal- land	Arm- grasland	Normaal grasland	
					niet onder- bemalen	onder- bemalen
BOD ₅ ²⁰ (mg O ₂ .l ⁻¹)	4	5	5	5	2	5
Chemisch zuurstof- verbruik (mg O ₂ .l ⁻¹)	35	52	50	28	32	32
NO ₃ (mg N.l ⁻¹)	< 0,22	< 0,33	< 0,37	< 0,22	0,26	< 0,37
NO ₂ "	0,007	< 0,006	0,006	< 0,006	< 0,006	0,006
N-tot.* (kjeld.) "	18	2,7	2,7	1,8	1,4	1,5
NH ₄ -anorg. "	0,7	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5
Tot. -N "	2,0	3,0	3,1	2,0	1,7	1,9
ortho-P (mg P.l ⁻¹)	0,03	0,14	0,12	< 0,07	< 0,02	< 0,02
Tot. -P "	0,20	0,34	0,96 ¹⁾	0,79 ²⁾	0,14	0,64 ³⁾
Ca (mg.l ⁻¹)	67	57	83	82	50	183
Mg "	7	7	9	12	8	16
Na "	12	26	38	19	32	12
K "	6	4	4	2	2	2
HCO ₃ "	215	158	245	243	145	90
SO ₄ "	16	21	20	30	40	439
Cl "	19	52	64	37	44	21
Tot. -Fe (mg.l ⁻¹)	3,2	3,6	1,1	3,0	1,3	0,8
Geleidingsvermogen (umho.cm ⁻¹ bij 20°C)	440	482	646	536	500	1056
Zuurgraad (pH)	7,3	7,2	7,1	7,3	7,8	6,8
SiO ₂	9	5	12	7	4	18
Aantal monsterpunten	9	3	3	3	9	3

* N-tot. = NH₄-organisch + NH₄-anorganisch

1) Van monster 1802 was het tot. -P-gehalte: 2,28 mg. P.l⁻¹

2) " " 2201 " " " : 1,88 "

3) " " 2007 " " " : 1,19 "

Tabel 3. Gehalten in het grondwater ($\pm 0,5$ tot $1,5$ m onder het grondwaterpeil) op enkele percelen met een verschillend bodemgebruik in de Vijfheerenlanden, gehalten in het kwelwater (bemonstering: 22-25 sept. 1974) en gem. gehalten in Lekwater

Bodemgebruik Bepaling	Griend	Blauw- grasland	Schraal- landen	Arm- grasland	Normaal grasland		Kwelwater		Lekwater 1973 bij Bergam- bacht 2)
					niet onder- bemalen	onder- ¹⁾ bemalen	± 4 m diepte	± 6 m diepte	
KMnO ₄ -verbruik(mg O ₂ l ⁻¹)	-	-	-	-	-	-	3	3	5
Chemisch zuurstof- verbruik (mg O ₂ ·l ⁻¹)	40	45	52	70	61	60	15	10	15
NO ₃ (mg N.l ⁻¹)	< 0,22	< 0,22	0,79	0,55	0,83	< 0,22	< 0,22	< 0,22	2,6
NO ₂ "	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,012	< 0,006	0,12
N-tot.* (kjeld.) "	1,2	1,3	2,5	4,0	6,5	9,1	2,1	2,2	3,4
NH ₄ -anorg. "	0,5	0,7	2,4	2,5	5,0	3,6	1,09	0,86	2,0
Tot.-N "	1,4	1,5	3,3	4,6	7,4	9,3	2,3	2,4	6,1
ortho-P (mg P.l ⁻¹)	< 0,04	< 0,05	0,36	0,40	0,71	0,54	0,01	0,28	0,21
Tot. -P "	0,29	0,28	0,71	1,35	1,80	1,49	0,36	0,53	0,50
Ca (mg.l ⁻¹)	91	53	78	139	100	374	89	93	83
Mg "	11	6	8	17	12	42	11	10	11
Na "	17	12	17	18	22	23	57	57	103
K "	1	1	2	< 1	1	3	3	3	8
HCO ₃ (mg.l ⁻¹)	334	189	264	529	357	145	266	262	158
SO ₄ "	13	19	12	5	8	960	40	40	88
Cl "	32	14	29	24	37	28	110	109	191
Tot. -Fe (mg.l ⁻¹)	3,3	4,0	1,8	2,2	0,58	1,6	5,7	3,8	-
Geleidingsvermogen (umho. cm ⁻¹ bij 20°C)	555	320	473	767	539	1630	703	685	978
Zuurgraad (pH)	6,9	6,7	6,8	7,1	7,0	6,5	7,4	7,5	7,6
SiO ₂ (mg.l ⁻¹)	16	15	33	28	38	41	8	8	5
Aantal monsterpunten	3	2	5	2	6	2	1	1	1
Aantal bemonsteringen	1	1	1	1	1	1	1	1	50

* N-tot. = NH₄-organisch + NH₄-anorganisch

1) peilverlaging $\pm 0,5$ m

2) Rijncommissie Waterleidingbedrijven, Jaarverslag 1973

Tabel 4. Gehalten in het grondwater ($\pm 2,5$ m tot $3,5$ m onder het grondwaterpeil) op enkele percelen met verschillend bodemgebruik in de Vijfheerenlanden (bemonstering: 22-25 sept. 1974)

Bodemgebruik Bepaling	Griend	Blauw grasland	Schraal- landen	Arm grasland	Normaal grasland	
					niet onder- bemalen	onder- bemalen
Chemisch zuurstof- verbruik ($\text{mg O}_2, \text{l}^{-1}$)	36	60	40	45	70	60
NO_3 ($\text{mg N}, \text{l}^{-1}$)	< 0,22	< 0,22	0,57	< 0,33	1,72	< 0,22
NO_2 "	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	0,027	< 0,006
N-tot.* (kjeld.) "	2,8	1,8	8,7	16,6	18,1	1,4
NH_4 -anorg. "	1,8	1,0	5,5	1,4	11,4	9,2
Tot. -N "	3,0	2,0	9,3	1,7	19,8	14,6
ortho-P ($\text{mg P}, \text{l}^{-1}$)	0,08	0,08	0,54	1,78	1,79	2,20
Tot. -P "	0,29	0,30	2,02	2,67	3,85	2,90
Ca (mg, l^{-1})	75	48	97	146	127	114
Mg "	10	5	11	12	15	14
Na "	9	7	14	14	16	13
K "	4	1	4,2	2	9	8
HCO_3 "	286	160	415	568	502	458
SO_4 "	10	20	6	3	15	38
Cl "	12	8	27,6	17	31	15
Tot. -Fe	2,2	1,6	5,5	2,2	2,4	3,8
Geleidingsvermogen ($\mu\text{mho. cm}^{-1}$ bij 20°C)	438	287	595	828	807	724
Zuurgraad (pH)	7,2	7,0	6,8	7,2	6,9	6,9
SiO_2 (mg, l^{-1})	16	16	30	29	39	36
Aantal monsterpunten	3	2	5	2	6	2

* N-tot. = NH_4 -organisch + NH_4 -anorganisch

Tabel 5. Enkele analyses van het oppervlaktewater in de polders Over-, Neder-boeicop en Antena (bemonstering: 23 sept. 1974)

Monsterpunt Bepaling	Wetering ten N. van Hei- en Boeicopperweg ²⁾	kavelsloten			Over- en Neder- boeicopper- wetering ³⁾	Middel- wetering ³⁾
		kop ²⁾	midden	eind		
BOD ₅ ²⁰ (mg O ₂ .l ⁻¹)	3	2	13	11	1	2
Chemisch zuurstof- verbruik (mg O ₂ .l ⁻¹)	28	152 ¹⁾	45	55	36	23
NO ₃ (mg N.l ⁻¹)	< 0,22	< 0,22	< 0,22	< 0,22	< 0,22	< 0,44
NO ₂ "	< 0,02	< 0,013	< 0,006	< 0,006	< 0,04	< 0,02
N-tot.* (kjeld.) "	1,8	12,5 ¹⁾	3,0	0,98	1,1	1,2
NH ₄ -anorg. "	0,7	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4
Tot. -N "	2,0	12,7 ¹⁾	3,2	1,2	1,3	1,6
ortho-P (mg P.l ⁻¹)	0,34	0,38	0,28	< 0,03	< 0,07	< 0,08
Tot. -P "	1,17	1,93 ¹⁾	0,90	0,14	0,27	0,20
Ca (mg.l ⁻¹)	63	88	-	82	71	92
Mg "	8	8	-	9	8	10
Na "	14	21	-	15	12	39
K "	7	5	-	3	3	4
HCO ₃ (mg.l ⁻¹)	205	205	-	244	209	207
SO ₄ "	26	83 ¹⁾	-	30	32	67
Cl "	27	50	38	24	21	79
Tot. -Fe (mg.l ⁻¹)	1,2	11,8 ¹⁾	-	1,0	0,78	2,0
Geleidingsvermogen (umho. cm ⁻¹ bij 20°C)	549	1267 ¹⁾	609	493	459	750
Zuurgraad (pH)	7,5	7,5	-	7,6	7,8	7,4
SiO ₂	5	5	-	8	5	7
Aantal monsterpunten	3	3	3	3	3	3

* N-tot. = NH₄-organisch + NH₄-anorganisch

1) Van monster 2134 waren de analyseresultaten als volgt:

N-tot: 35 mg N.l⁻¹; tot-N: 35,2 mg N.l⁻¹; tot-P: 4,95 mg P.l⁻¹; 196 mg SO₄.l⁻¹; 46 mg Fe.l⁻¹ en 2970 umho. cm⁻¹
COD: 410 mg O₂.l⁻¹

2) met bewoning

3) zonder bewoning

dat door de grondwaterstandsverlaging een bodemlaag, die tot voor kort anaeroob was, beter bereikbaar wordt voor de luchtzuurstof waardoor oxydatieprocessen intensief gaan optreden. Met name de oxydatie van zwavelhoudende mineralen (waarschijnlijk pyriet, FeS_2) is van belang. Hierbij ontstaat zwavelzuur, waardoor de zuurgraad enigszins daalt, calcium in oplossing gaat en het bicarbonaatgehalte daalt. De invloed van peilverlaging op de andere verbindingen lijkt gering of is geheel afwezig. In het algemeen kan gesteld worden, dat een invloed van peilverlaging op de produktiviteit van het water, die vooral bepaald wordt door ortho-P en anorganisch N, niet uit de analyse-resultaten naar voren komt. Er is met name geen ongunstige invloed te constateren op het NO_3 -gehalte van grond- en oppervlaktewater, ondanks de verhoogde mineralisatie als gevolg van de peilverlaging (SIEBEN, 1974). Als belangrijkste oorzaak hiervan moet ongetwijfeld een verhoogde droge-stofproduktie worden aangemerkt. Uit onderzoeken in enkele veenweidegebieden kwam naar voren, dat bij een peilverlaging van 0,5 m de bruto-produktie toenam met ongeveer 2,5 ton droge stof per ha (SCHOTHORST, 1975). Deze produktie is equivalent met een kunstmestgift van ca. 160 kg N per ha. Het gevaar voor NO_3 -uitspoeling uit grasland is over het algemeen gering, vooral vergeleken met bouwland (KOLENBRANDER, 1971). Bovendien zijn de omstandigheden voor denitrificatie in het grondwater meestal gunstig (OOSTEROM en STEENVOORDEN, 1974). De NO_3 -concentratie ligt dan ook op een zeer laag niveau.

De invloed van b e w o n i n g op de kwaliteit van het oppervlaktewater blijkt met name uit de incidenteel hoge waarden die in een kavelsloot geconstateerd zijn voor het chemisch zuurstofverbruik, het geleidingsvermogen en de gehalten aan N, P, SO_4 en Fe (tabel 5). Bij vergelijking van de wetering ten noorden van de Hei- en Boeicopperweg (mèt bewoning) met de Over- en Nederboeicopperwetering en de Middelwetering (zonder bewoning) blijkt dat alleen de gehalten aan fosfaat in de wetering met bewoning duidelijk veel hoger liggen dan in de weteringen zonder bewoning. Voor stikstof is dit in mindere mate het geval. Bij de overige analyses treden geen duidelijke verschillen naar voren.

De invloed van de kwel vanuit Lek en Linge, komt tot uiting in hogere chloridegehalten en een hoger geleidingsvermogen (fig. 2). Op basis van bemesting en neerslag kunnen maximaal chloridegehalten verwacht worden van ca. 20 à 50 mg/l. Op sommige plaatsen zijn echter chlorideconcentraties gemeten van ca. 100 mg/l en meer. Een stijging van het chloridegehalte gaat ook meestal gepaard met een stijging van het geleidingsvermogen. Zeer hoge chloridegehalten in bermsloten van wegen, zoals langs de autoweg Vianen-Gorinchem (391 mg/l), zullen waarschijnlijk veroorzaakt worden door strooizout. Het hoge chloridegehalte in de Middelwetering (tabel 4) kan zeer goed samenhangen met de kwel in het gebied.

4.2. Grondwater

Om beïnvloeding van de chemische analyses door bij bemonstering meegekomen bodemdeeltjes te voorkomen, zijn alle grondwatermonsters gefiltreerd door een grof filter voordat de analyses werden uitgevoerd.

Bij de interpretatie van de grondwateranalyses is de richting van de grondwaterstroming van belang. Het optreden van kwel of wegzijging kan de resultaten beïnvloeden doordat bijvoorbeeld het kwelwater in veengebieden rijk kan zijn aan N en P. Hoe hoger het niveau in het grondwater waarop bemonsterd is, hoe geringer de invloed van de kwel zal zijn. Aangezien uit berekeningen van C.D. Zuid-Holland blijkt dat in het gehele gebied kwel kan optreden, kunnen de analyses van het grondwater op ca. 1 m beneden de grondwaterspiegel het beste gebruikt worden als indicatie voor de invloed van het bodemgebruik op de chemische samenstelling van het grondwater (tabel 3).

Invloed van de intensiviteit van het bodemgebruik op de componenten, die vooral van belang zijn bij de eutrofiëring, namelijk anorganisch N en ortho-P lijkt duidelijk aanwezig te zijn. Van de N-verbindingen is met name het gehalte aan anorganisch ammonium bij intensiever bodemgebruik verhoogd vergeleken met het griend en blauwgrasland. Indien het onderbemalen grasland buiten beschouwing wordt gelaten, kan gesteld worden dat alleen bij Ca en SiO_2 nog een gering effect geconstateerd kan worden tengevolge van de intensiviteit

van bodemgebruik.

In welke mate zijn nu de verhoogde N- en P-gehalten afkomstig van bemesting of verwerking van het bodemmateriaal zelf? Op basis van dit onderzoek is hierover niets met zekerheid te zeggen. Aangezien kleigrond een groot fosfaatvastlegend vermogen heeft en omdat in de Vijfheerenlanden in het grootste deel van het gebied een kleidek aanwezig is van enkele decimeters, lijkt het op basis van drainwateronderzoek door HENKENS (1971) en DE JONG (1971) en van lysimeteronderzoek door KOLENBRANDER (1971) zeer onwaarschijnlijk dat bemestingsfosfaat uitspoelt. De oorzaak van de verhoogde P-gehalten bij intensiever grondgebruik zou dan vooral gezocht moeten worden in de afbraak van het bodemmateriaal zelf.

Voor de uitspoeling van N-verbindingen is voornamelijk het NO_3 -ion van belang, omdat het NH_4 -ion sterk geadsorbeerd wordt door bodemdeeltjes. De extra NO_3 -uitspoeling van grasland door bemesting is zeer gering, vooral vergeleken met de uitspoeling van bouwland. De afvoer naar het grondwater bedraagt voor grasland bij een bemesting met 200 kg kunstmest N per ha slechts ca. 2 kg N (KOLENBRANDER, 1971). De concentratie van NO_3 in grond- en oppervlaktewater wordt echter mede beïnvloed door denitrificatie tijdens het transport. Bij dit proces wordt NO_3 gereduceerd en omgezet in gasvormige stikstofverbindingen. Voor dit proces zijn de omstandigheden in het grondwater meestal gunstig (STEENVOORDEN, 1974). De zeer lage NO_3 -gehalten in het grondwater (tabel 3) zijn een aanwijzing voor het optreden van dit proces.

De invloed van grondwaterpeilverlaging op de chemische samenstelling van het grondwater op ca. 1 m beneden grondwaterpeil komt naar voren bij de gehalten aan Ca, Mg, SO_4 , bij de zuurgraad en het geleidingsvermogen (tabel 3). Bij een diepte van ca. 3 m in het grondwater (tabel 4) is geen effect te constateren. Effect op het NO_3 -gehalte bij 0,5 m peilverlaging is afwezig. Door verbetering van de zuurstofhuishouding vindt oxydatie plaats van S-verbindingen tot zwavelzuur, waardoor de zuurgraad in geringe mate daalt, Ca- en Mg-verbindingen in oplossing gaan en het geleidingsvermogen stijgt.

Op de percelen waar geen peilverlaging is toegepast liggen de concentraties van de verbindingen in het diepere grondwater op ± 3 m beneden de grondwaterspiegel (tabel 4) over het algemeen op hetzelfde niveau als bij het grondwater op ± 1 m (tabel 3) met uitzondering voor N en P. De stikstofgehalten liggen op 3 m diepte vrijwel overal hoger, terwijl de fosfaatgehalten bij de onderzochte schraallanden, arme graslanden en normale graslanden eveneens duidelijk zijn toegenomen. Het lijkt zeer waarschijnlijk, dat de venige samenstelling van de ondergrond hiervan de oorzaak is. Invloed van kwelwater bij de onderzochte percelen is waarschijnlijk niet aanwezig gezien de lage chloridegehalten in het grondwater vergeleken met die in het kwelwater (tabel 3).

4.3. K w e l w a t e r

In de Vijfheerenlanden is kwel in kwantitatief opzicht voor sommige gebieden een belangrijke factor. Uit berekeningen van Afdeling Onderzoek van de Dienst Landinrichting in Zuid-Holland blijkt dat de kwel varieert van ca. $0,2 \text{ mm} \cdot \text{etm}^{-1}$ langs de Oude Zederik tot ca. $4 \text{ mm} \cdot \text{etm}^{-1}$ langs de Lek in de omgeving van de stuw bij Hagestein. De kwaliteit van het kwelwater is daarom ook van groot belang voor de kwaliteit van het oppervlaktewater in het onderzoeksgebied.

De kwelwatermonsters zijn onttrokken aan het grondwater in een oeverwal ter hoogte van Hagestein. Dat het grondwater beïnvloed wordt door Lekwater blijkt uit de hoge Cl-gehalten (tabel 3 en 6). Ook de Na- en SO_4 -gehalten zijn hoger dan normaal in het grondwater voorkomen. De zuurgraad is iets hoger, terwijl de N- en P-gehalten vrij gunstig afsteken. Het lage chemische zuurstofverbruik wordt veroorzaakt doordat veen in het profiel ontbreekt.

Tabel 6. Chloridegehalte en geleidingsvermogen (bij 20°C) van het grondwater in een oeverwal langs de Lek

Diepte in het grondwater	Chloridegehalte (mg.l ⁻¹)	Geleidingsvermogen (μmho.cm ⁻¹)
0,50 m	67	320
1,50 m	78	700
2,00 m	89	700
3,00 m	103	700
4,00 m	110	700
5,00 m	114	800
6,00 m	115	800

4.4. R e l a t i e g r o n d- e n o p p e r v l a k t e w a t e r

De invloed van de grondwaterkwaliteit op die van het oppervlaktewater dient het duidelijkst naar voren te komen in de kavelsloten zonder de bewoning (tabel 2 en tabel 3). Voor een aantal verbindingen tonen de gehalten in grond- en oppervlaktewater inderdaad een goede overeenkomst, met name is dit duidelijk bij het onderbemalen grasland. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het onderbemalen grasland afgesloten is van het overige polderwater. De andere kavelsloten kunnen eventueel beïnvloed worden door vanuit het Merwedekanaal ingelaten water. Ook de invloed van kwelwater kan aanwezig zijn, zoals geconcludeerd moet worden uit de hoge Cl-gehalten in de Middewatering (tabel 5) en in andere watergangen (fig. 2). Zeer opmerkelijk is, dat in het oppervlaktewater van de kavelsloten geen effect terug te vinden is van de hogere N- en P-gehalten in het grondwater bij een intensiever bodemgebruik. Aangezien de periode, die voorafging aan de bemonstering zeer regenrijk was, kan worden aangenomen dat de invloed van het grondwater op de kwaliteit van het oppervlaktewater groot is geweest. Dit blijkt ook duidelijk uit de hoge Ca- en SO₄-gehalten, die in het grond- en in het oppervlaktewater worden aangetroffen van het onderbemalen grasland (tabel 2 en 3). Dat lage N- en P-gehalten in het oppervlaktewater worden aangetroffen kan ver-

oorzaakt worden doordat het NH_4 -ion en de organische N- en P-verbindingen nauwelijks aan het transport deelnemen als gevolg van interacties met de bodemdeeltjes.

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In de Vijfheerenlanden is éénmalig een onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke invloed van menselijke activiteiten op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Onderzoek is gedaan naar:

- de gevolgen van een intensiever bodemgebruik voor de chemische samenstelling van het grondwater en van het oppervlaktewater in de aangrenzende kavelsloten;
- de invloed van bewoning op de kwaliteit van het water in weteringen en kavelsloten;
- de samenstelling van het kwelwater;
- de gevolgen van een peilverlaging voor de waterkwaliteit.

Het onderzoek is uitgevoerd in een regenrijke periode, zodat verondersteld mag worden dat het grondwater een grote invloed heeft gehad op de samenstelling van het oppervlaktewater.

Bij een intensiever bodemgebruik blijken de mineralen, die vooral van belang zijn voor de eutrofie van het oppervlaktewater, namelijk ortho-P en de anorganische N-verbindingen in grotere concentraties in het grondwater voor te komen (tabel 3 en 4). Waarschijnlijk hangen de hogere gehalten samen met de verwerking van het veen. In het oppervlaktewater kan echter geen invloed geconstateerd worden van het bodemgebruik (tabel 2). De verklaring hiervoor kan zijn, dat ortho-P en het ammonium-ion vrijwel niet betrokken zijn bij uitspoeling als gevolg van interacties met andere verbindingen en bodemdeeltjes. Bij de andere verbindingen zijn verschillen in concentratie als gevolg van verschillen in bodemgebruik niet of slechts zeer zwak aanwezig.

De gevolgen van een vrij grote peilverlaging, namelijk ongeveer 0,5 m, op de chemische samenstelling van grond- en oppervlaktewater zijn gelegen in sterk verhoogde Ca-, Mg- en SO_4 -gehal-

ten en geleidingsvermogen, een geringe daling van de zuurgraad en een afname van het HCO_3 -gehalte (tabel 2 en 3). Voor de produktiviteit van het betreffende oppervlaktewater hebben deze veranderingen, voor zover bekend, geen consequenties. Voor de N-uitspoeling is vooral het NO_3 -ion van belang. De grote peilverlaging blijkt op de NO_3 -concentratie van het oppervlaktewater geen invloed te hebben, ondanks de verhoogde mineralisatie als gevolg van de peilverlaging. Het gevaar voor NO_3 -uitspoeling is blijkbaar gering door de verbeterde groei-omstandigheden voor het gras en de gunstige omstandigheden voor denitrificatieprocessen in het grondwater. De fosfaatgehalten van het oppervlaktewater worden door peilverlaging niet ongunstig beïnvloed.

De invloed van bebouwing komt tot uiting in de verhoogde P-gehalten in de wetering waar veel bebouwing langs aanwezig is, en in de incidenteel hoge gehalten aan N, P, SO_4 , Fe en organisch materiaal in het voorste deel van de kavelsloten met bebouwing (tabel 5).

Het kwelwater in de Vijfheerenlanden is van origine Lekwater. Dit blijkt bij vergelijking van de samenstelling van het Lekwater met die van de kwelmonsters (tabel 3). De concentratie van sommige verbindingen in het kwelwater ligt wat hoger dan van het overige grondwater. Dit is het geval bij Na, Cl en SO_4 . De overige analyses tonen een vrij grote overeenkomst tussen het kwelwater en het grondwater.

Voor het waterkwaliteitsbeheer in het gebied van de Vijfheerenlanden kunnen op basis van het uitgevoerde onderzoek enige voorlopige conclusies worden getrokken:

1. Transport van oppervlaktewater uit de bebouwde zone naar schone delen van het polderwater moet zoveel mogelijk worden voorkomen, in verband met mogelijke verontreiniging door lozingen van afvalwater.
2. Aanvulling van watertekorten in de zomerperiode in sommige delen van de Vijfheerenlanden zou plaats kunnen vinden met de wateroverschotten van kwelpolders, indien dit water in de polders en tijdens het transport niet te veel verontreinigd wordt.

3. Gevolgen van een intensiever bodemgebruik voor de produktiviteit van het oppervlaktewater zijn in dit onderzoek niet gebleken. Afvoer van neerslagoverschotten uit agrarische gebieden naar natuurgebieden lijkt daarom uit het oogpunt van de waterkwaliteit niet schadelijk.
4. Een peilverlaging heeft wel consequenties voor de gehalten van enkele zouten in het oppervlaktewater, niet echter voor de verbindingen die een rol spelen bij de eutrofie van het oppervlaktewater.

6. LITERATUUR

- HENKENS, Ch.H. 1971. Bemesting en de kwaliteit van het oppervlaktewater. Stikstof 69, 360-371.
- JONG, G.J. DE, 1971. De betekenis van bodem- en bemestingsfosfaat voor de milieuhygiëne. Stikstof 69, 373-375.
- KOLENBRANDER, G.J. 1971. De eutrofiëring van oppervlaktewater door de landbouw en de stedelijke bevolking. Stikstof 69, 384-396.
- OOSTEROM, H.P. en J.H.A.M. STEENVOORDEN, 1974. Chemische en fysische samenstelling van grond- en oppervlaktewater in enkele gebieden. ICW nota 810.
- SCHOTHORST, C.J. 1975. The process of subsidence of peat soils in the western Netherlands. Geoderma (nog niet gepubliceerd).
- SIEBEN, W.H. 1974. Over de invloed van de ontwatering op de stikstoflevering en op de opbrengst van jonge zavelgronden in de IJsselmeerpolders. Van Zee tot Land 51. Rijksdienst IJsselmeerpolders.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. 1974. De kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in landelijke gebieden. Waterschapsbelangen 24: 443-449.