

november 1979

NOTA 1150

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA

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

EERSTE RESULTATEN VAN DE VERREGENING VAN HET AFVAL-
WATER VAN EEN CONSERVENBEDRIJF OP KLEIGROND

A. van den Toorn

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemidde-
len, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een een-
voudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discus-
sie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de con-
clusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet
is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in
aanmerking.

I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. DOELSTELLING VAN DE VERREGENING EN VERREGENINGSPLAN	2
2.1. Bufferbassin	2
2.2. Verregeningsinstallatie	3
2.3. Beregeningsgift	3
3. SAMENSTELLING VAN HET AFVALWATER	4
4. AFVALWATER EN BEMESTING OP DE BEREGENDE PERCELEN	6
5. WATERHUISHOUDING VAN DE BEREGENDE PERCELEN	10
5.1. Inleiding	10
5.2. Grondwaterstand	11
5.3. Verdamping	16
5.4. Waterbalans over de periode 1 april 1978- 1 april 1979	17
6. ZUIVERING VAN HET VERREGENDE AFVALWATER IN DE GROND	21
7. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	24
8. LITERATUUR	25

ALTERRA

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

1. INLEIDING

Baltussen conservenfabriek bv te Driel verwerkt groenten en fruit tot conserven in glas. Het produktieproces in het bedrijf bestaat uit het wassen, het sorteren, het blancheren en het steriliseren van de produkten. Tijdens het produktieproces komt een hoeveelheid afvalwater en koelwater vrij. Tot mei 1978 werd het afvalwater via een persleiding op de Rijn gepompt en werd het koelwater op een sloot geloosd. Ingevolge de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren moet voor de lozing op de Rijn een heffing worden betaald en moet de temperatuur van het water in de sloot beneden 30^oC blijven. De heffing wordt opgelegd door het Zuiveringsschap Rivierenland.

In verband met deze heffing heeft de directie van het conserverbedrijf contact opgenomen met een veehouder in de directe omgeving van de fabriek, met als doel het afvalwater op het grasland te verregenen. Het bodemprofiel van het grasland bestaat uit komklei, deze grond levert in droge zomers onvoldoende vocht voor het gewas. De betreffende veehouder heeft dan ook veel belangstelling voor deze verregening, echter onder de voorwaarde dat de verregening wordt begeleid door deskundigen in verband met de samenstelling van het afvalwater en de mogelijke effecten op het gras, de bodem en het grondwater.

De directie van het conservenbedrijf is met name geïnteresseerd in het verregenen van het afvalwater in het hoogseizoen van het bedrijf. In die periode (juni t/m oktober) worden de meeste produkten

geogst en direct verwerkt. Dit levert een piekhoeveelheid op. Buiten deze periode zijn de hoeveelheden afvalwater aanzienlijk geringer en is verregenen niet nodig.

2. DOELSTELLING VAN DE VERREGENING EN VERREGENINGSPLAN

De technische installatie voor de verregening is in het voorjaar van 1978 gereed gekomen. De verregening is gestart in de eerste week van juli 1978 en heeft geduurd tot eind november 1978. In deze nota zijn de eerste resultaten gegeven van de metingen die het ICW tijdens het eerste beregeningsjaar heeft uitgevoerd.

2.1. B u f f e r b a s s i n

Het primaire doel van de verregening van het afvalwater op grasland is de afbraakprocessen van de organische verontreinigingen in de grond te laten plaatsvinden. De minerale bestanddelen worden vervolgens door het absorptiecomplex van de grond gebonden en, afhankelijk van de bemestingsomstandigheden, tijdens het groeiseizoen door de plant opgenomen. Het secundaire doel is in droge perioden het vochttekort aan te vullen. Het laatste is voor de veehouder een belangrijk argument om aan deze verregening zijn medewerking te verlenen. Hij accepteert dat de verregening ook plaats vindt in perioden dat voor de groei van het gras voldoende vocht beschikbaar is.

Het afvalwater uit het bedrijf wordt op een trilzeef gebracht, waar deeltjes met een diameter groter dan 0.7 mm worden uitgezeefd. Het resterende water wordt in een buffelbassin gepompt. Het bassin bestaat uit een aardenwal en is bekleed met een kunststofdoek. Voor de aardenwal is puin gestort en aangevuld met uit het bassin gegraven klei. De inhoud van het bassin is ca. 3200 m³.

Het afvalwater in het bassin wordt belucht met een mechanische beluchter. Er wordt niet meer zuurstof ingebracht dan nodig is voor het zuurstofrijk houden van het water. Dit betekent dat er geen volledige afbraak van de organische verontreinigingen plaatsvindt, maar het afvalwater in het bassin stankvrij wordt gehouden.

2.2. V e r r e g e n i n g s i n s t a l l a t i e

Het afvalwater wordt met een electromotorpomp uit het bassin in een ondergrondse hogedrukleiding gepompt. De pomp levert 80 m^3 per uur bij een opvoerhoogte van 7 ato.

De hogedrukleiding bestaat uit hogedrukpolyethyleenbuizen met een inwendige diameter van 150 mm. Via deze leiding wordt het water naar een aantal aftappunten in het terrein getransporteerd. Deze aftappunten zijn voorzien van hydranten waar de mobiele beregeningsinstallatie op wordt aangesloten.

De beregening wordt uitgevoerd met een beregeningsinstallatie van het type "Systeem Baars". Dit systeem bestaat uit een hogedrukslang waarop om de 25 m sproeiers zijn gemonteerd die uitklapbaar zijn. Voor het verplaatsen wordt de slang met de sproeiers op een haspel gewonnen, hierbij loopt de slang leeg. Het belangrijke voordeel hiervan is dat het te verplaatsen gewicht nu gering is. Het werk kan dan ook worden uitgevoerd met een lichte landbouwtrekker. De haspel hangt aan de hefinrichting van de trekker en wordt aangedreven door het hydraulische systeem. De geleverde installatie bestaat uit ruim 400 m slang waarop 16 sproeiers met een diameter 7 mm zijn gemonteerd. Bij een druk van 5 ato op de 1^e sproeier en 4 ato op de laatste wordt 64 m^3 afvalwater per uur verwerkt. De beregeningsintensiteit is 7 mm per uur. Het drukverlies in de toevoerleiding is maximaal 3,5 mwk (meter waterkolom).

2.3. B e r e g e n i n g s g i f t

Voor een aerobe afbraak van de organische verontreinigingen, die met het afvalwater in de grond worden gebracht, is zuurstof nodig. Als gevolg van een hoog vochtgehalte en daardoor een gering luchtgevuld poriënvolume is de gasdiffusiecoëfficiënt in kleigronden laag en daarmee de reaëratiesnelheid vrij klein. Dit betekent dat de zuurstofhuishouding in de grond snel kan worden verstoord. Het is daarom belangrijk de beregeningsgift per dosering klein te houden en de regeninstallatie frequent te verplaatsen. In verband hiermee wordt de installatie om de twee uur verplaatst; de gift bedraagt dan 14 mm.

De hoeveelheid afvalwater die per dag beschikbaar komt varieert vrij sterk. De maximale dagproduktie in het hoogseizoen is 400 m^3 , maar deze kan, afhankelijk van de aard en de hoeveelheid te verwerken produkt, belangrijk lager zijn.

Met het afvalwater wordt op de beschikbare oppervlakte van 25 ha. maximaal 1,6 mm per dag gegeven gedurende 5 dagen per week. In zeer droge perioden kan de verdamping oplopen tot 4 à 5 mm per dag. In dergelijke perioden is het afvalwater dus niet toereikend voor de dekking van het vochttekort. In principe is het mogelijk ook het koelwater (max. 400 m^3 per dag) van het bedrijf te verregenen, zodat nog eens 1,6 mm per werkdag beschikbaar komt. Met beide soorten afvalwater kan in niet te extreem droge perioden het vochttekort in het groeiseizoen worden gedekt.

3. SAMENSTELLING VAN HET AFVALWATER

Het conservenbedrijf verwerkt een groot aantal soorten fruit en groente. Als gevolg hiervan is er een grote variatie in de hoeveelheid afvalwater en de samenstelling ervan.

Zo worden bv. wortelen en loog geschild en daarna afgespoten, waardoor het afvalwater een hoog gehalte aan Na bevat.

Voor het vaststellen van de gemiddelde samenstelling is een met de verregende hoeveelheid afvalwater evenredig monster genomen. Voor deze bemonstering is aan de perszijde van de pomp een ventiel geplaatst dat tijdens de verregening een kleine hoeveelheid water doorlaat. Het monster wordt in een vat verzameld. Ter conservering is het monster met geconcentreerd H_2SO_4 aangezuurd. Uit het verzamelvat is één keer per week een mengmonster genomen en geanalyseerd op een aantal chemische parameten. In tabel 1 zijn de analyseresultaten gegeven van deze wekelijkse monsters. In deze tabel is verder aangegeven hoeveel water in de desbetreffende week is verregend en welke produkten zijn verwerkt. De verregende hoeveelheid water is afgeleid van het opgegeven aantal draaiuren van de pomp.

Tabel 1. Gemiddelde chemische samenstelling (mg. l^{-1}) per week van het verregende afvalwater van een conservenbedrijf over de periode 7-8-1978 tot en met 30-11-1978 (32^{e} t/m 48^{e} week). De verwerkte producten en de verregende hoeveelheid afvalwater in die week

Week no	Verr. hh. afvalwater (m^3)	Verwerkte produkten	COD $\text{mg. O}_2/\text{l}$	Kj-N	ΣP	Ca	Mg	Na	K	Cl^-
26-31	4608	diverse soorten	1142	52.6	12.5	45.0	9.4	83.8	75.5	136
32	768	tuinbonen	941	75.9	21.8	49.5	9.8	49.0	120.0	91
33	1536	doperwten, wortelen	1130	76.0	18.6	48.8	9.2	42.0	131.0	111
34	1152	tuinbonen	1446	63.6	22.9	51.8	10.0	148.0	141.0	152
35	1472	doperwten, wortelen	1837	76.0	17.2	50.5	9.8	204.0	147.0	199
36	1152	sperciebonen, boterbonen	1253	70.8	13.1	44.8	9.8	18.2	10.7	144
37	768	snijbonen, bruine bonen, boterbonen	672	55.5	10.4	49.3	9.2	15.0	8.8	206
38	768	idem	608	48.2	9.8	46.8	9.0	12.1	8.0	156
39	832	idem	492	25.4	7.5	47.3	8.3	8.6	7.0	119
40	768	idem	496	24.6	5.0	40.6	7.6	10.7	8.0	103
41	1536	idem, boerenkool	485	26.3	4.4	49.4	9.0	64.0	79.0	90
42	1152	diverse soorten bonen	1173	45.0	13.4	55.6	9.8	60.0	75.0	81
43	800	boerenkool	782	48.3	4.4	57.4	9.8	69.0	87.0	91
44*	1024	boerenkool	782	48.3	4.4	57.4	9.8	69.0	87.0	91
45*	1088	wortelen	2579	57.3	15.8	15.8	9.8	140.0	136.0	187
46	1120	spruiten, appelmoes, wortelen	1504	56.0	13.4	57.4	9.9	153.0	154.0	160
47	640	wortelen	2579	57.3	15.8	15.8	9.8	140.0	136.0	187
48	320	doperwten, wortelen	1727	39.5	9.5	9.5	9.3	139.0	144.0	148

* In deze weken was de bemonsteringsapparatuur kapot, voor de berekeningen zijn voor de 44e week de gehalten van de 43e week aangehouden en voor de 45e week die van de 47e week.

In de 26^e t/m 31^e week werd er wel verregend, maar de bemonsteringsapparatuur was toen nog niet gereed. Voor deze periode is de samenstelling van het verregende afvalwater geschat door hiervoor het rekenkundig gemiddelde van de analyses van de resterende weken in te voeren.

Uit de cijfers in tabel 1 blijkt dat de samenstelling van het afvalwater sterk wisselt. Het hoge gehalte aan Na ($> 100 \text{ mg. l}^{-1}$) in een aantal weken is een gevolg van het loogschillen van wortelen. De met het spoelwater afgevoerde schillen, wortelharen, en andere betekenissen tevens een hoge COD-waarde in deze periode. Aangezien het bassin een bufferende invloed heeft op de samenstelling komt het hoge Na-verbruik in de 33^e week tot uiting in de 34^e week. Een nauwkeurige relatie tussen produkt en vermelde chemische samenstelling is als gevolg van deze bufferwerking niet te leggen. Wel blijkt dat relatief schone produkten als bonen minder vuil water geven dan produkten met veel schilresten (appelmoes, wortelen).

De totale hoeveelheid afvalwater die in de periode 1-7-'78 tot 1-12-'78 is verregend op 25 ha. grasland bedraagt 21504 m^3 . Deze hoeveelheid komt overeen met gemiddelde $0,53 \text{ mm}$ per dag.

4. AFVALWATER EN BEMESTING OP DE BEREGENDE PERCELEN

Zoals uit de gegevens in tabel 1 blijkt, wordt met het afvalwater een hoeveelheid plantenvoedingsstoffen aangevoerd. De meeste van deze stoffen zijn in opgeloste vorm aanwezig of komen snel in oplossing na mineralisatie van de goed afbreekbare organische verontreinigingen. De verregening vindt plaats aan het eind van het groeiseizoen en in de herfst. Dit houdt in dat in deze periode niet alle voedingsstoffen door planten kunnen worden opgenomen. Het deel dat aan de plant ten goede komt is berekend met behulp van werkingscoëfficiënten, die voor het afvalwater van een conservenbedrijf zijn benaderd (Drent, 1979). Deze werkingscoëfficiënten zijn in tabel 2 aangegeven.

Het totale bedrijfsoppervlak van het bij de berekening betrokken graslandbedrijf is 39 ha. Hiervan wordt 25 ha. met afvalwater beregend. De organische mest van het vee wordt over het totale oppervlak

verspreid. De veebezetting is 80 melkkoeien, 30 stuks jongvee en 30 paarden. De samenstelling van de organische mest van de verschillende diersoorten is in tabel 3 gegeven, de vermelde cijfers zijn afgeleid van tabellen die het Consulentschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw (1974) heeft opgesteld. De organische mest wordt voor een belangrijk deel gedurende het najaar, de winter en het voorjaar uitgereden, zodat een deel van de voedingsstoffen met het neerslagoverschot uitspoelt. Het deel dat aan de plant ten goede komt is weer berekend met werkingscoëfficiënten die voor organische mest zijn bepaald (Commissie van de Europese Gemeenschappen, 1978). In tabel 2 zijn deze werkingscoëfficiënten gegeven.

Tabel 2. Werkingscoëfficiënten van stikstof, fosfaat en kali uit het afvalwater van een conservenfabriek en uit organische mest voor grasland op kleigrond.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
afvalwater conservenfabriek	0,6	1,0	1,0
organische mest	0,6	1,0	1,0

Tabel 3. Produktie (kg. jaar⁻¹) en gemiddelde samenstelling van rundveedrijfmest per grootvee-eenheid (Consulentschap 1974) en paardenmest per volwassen paard (De la Lande Cremer, 1979)

	kg per jaar	N °/oo	P ₂ O ₅ °/oo	K ₂ O °/oo	CaO °/oo	MgO °/oo	Na ₂ O °/oo
Rundveedrijfmest	20.200	4.4	2.0	5.0	2.0	1.0	1.0
Paardenmest	7.000	6.5	3.0	6.3	0.3	1.8	1.8

Tijdens het groeiseizoen wordt naast de organische mest totaal ca. 400 kg. stikstof per ha. gegeven in de vorm van kalkammonsalpeter. Met deze kunstmest wordt tevens ca. 328 kg. CaO per ha. gegeven, vanwege het feit dat CaCO₃ het voornaamste nevenbestanddeel is in de genoemde kunstmest.

Op basis van de samenstelling van het afvalwater, de samenstelling

van de organische mest en rekening houdend met de respectievelijke werkingscoëfficiënten is in tabel 4 de totale effectieve bemesting per ha. berekend. In tabel 4 is tevens de hoeveelheid kunstmest vermeld die aanvullend is gegeven.

tabel 4. Meststoffengift (kg. ha^{-1}) op de beregende graslandpercelen, verdeeld naar herkomst: organische mest, kunstmest en afvalwater.

	organische mest	kunstmest	afvalwater
stikstof (N)	161.3	400	27.8
fosforzuur (P_2O_5)	121.3	-	24.8
kalium (K_2O)	296.7	-	90.1
calcium (CaO)*	122.3	328	55.4
magnesium (MgO)*	62.8	-	13.6
natrium (Na_2O)*	62.8	-	94.2

* aangenomen is 100% effectief

Uit de cijfers in tabel 4 kan worden afgeleid hoe groot het aandeel is van de met het afvalwater verregende hoeveelheden voedingsstoffen in de totale bemesting. Uit de gegevens in de eerste twee kolommen van tabel 4 blijkt dat op het grasland een aanvullende stikstofbemesting noodzakelijk is. Volgens informatie van de veehouder zijn de hoeveelheden P_2O_5 , K_2O , MgO en Na_2O , die met de organische mest worden gegeven, in de praktijk voldoende voor de groei van het gras. Hoe moet in dit verband de hoeveelheid meststoffen die met het afvalwater worden gegeven, worden beoordeeld?

Stikstof: de stikstof uit het afvalwater (4,7% van het totaal) is te verwaarlozen ten opzichte van de totale hoeveelheid die met de overige meststoffen wordt gegeven.

Fosfaat: op een graslandbedrijf met een veebezetting van 3 g.v.e. per ha. is de fosfaatbehoefte ca. 120 kg. per ha., bij een goede fosfaattoestand van de grond (Commissie van de Europese Gemeenschappen, 1978). De geringe overdosering (hier 20%) met fosfaat zal op langere termijn tot gevolg hebben, dat de fosfaattoestand van de grond

wordt verhoogd. Een hoge fosfaattoestand wordt op bouwland als gunstig voor het gewas ervaren (Van der Paauw, 1960). Voor blijvend grasland is op langere termijn bij abnormale hoge fosfaatbemesting voorzichtigheid gewenst (Commissie Onderzoek Minerale Voeding TNO, 1970).

Kalium : bij een veebezetting van 3 g.v.e. per ha. is de kalibehoeftte van grasland 300 kg. K_2O per ha., bij een goede kalitoestand van de grond. Deze kalibehoeftte wordt door de organische mest op het bedrijf gedekt. De overdosering aan K_2O met het afvalwater heeft een verhoging van de kalitoestand van de grond tot gevolg, hetgeen bezwaarlijk kan worden in verband met het gevaar voor hypomagnesemie (kopziekte). Dit gevaar is met name groot na hoge stikstofgiften in het voorjaar. In deze periode neemt het gras relatief veel stikstof op (gevolg: hoog gehalte aan ruw eiwit (re)), waarbij de minerale samenstelling van het gras ten aanzien van Mg en Ca ongunstig kan worden beïnvloed. Een tekort aan magnesium kan dan leiden tot hypomagnesemie bij rundvee. In de praktijk worden preventieve maatregelen tegen deze ziekte genomen door het bijvoeren van bijvoorbeeld Mg-koeken. In dit verband lijkt het gewenst de kali-toestand van de beregende percelen regelmatig vast te stellen door bemonstering en chemische analyse.

Calcium : de hoeveelheid CaO die met het afvalwater wordt gegeven is klein ten opzichte van de hoeveelheid die met de meststoffen wordt gegeven.

Magnesium : een goede magnesiumvoorziening op grasland is van belang in verband met de minerale samenstelling van het grasland. Naast de Magnesiumtoestand van de grond moet rekening worden gehouden met de kalitoestand en het ruw eiwitgehalte van het gras. Hoge gehalten aan ruw eiwit en een hoge kalitoestand vragen om een hoge MgO -bemesting. In dit verband heeft de extra gift aan MgO (ca. 20%) met het afvalwater een gunstig effect op de mineralenvoorziening van het gras op de beregende percelen.

Natrium : voorzover bekend is een lichte overdosering aan natrium niet schadelijk voor de samenstelling van het gras, mits voldoende Ca en Mg wordt gegeven. Wel is het van belang dat het Natriumgehalte in het bodemvocht voldoende laag blijft in verband met de doorlatendheid van de grond. In dit verband is de SAR-waarde (Sodium-Adsorption-Ratio) berekend.

$$\text{SAR} = \frac{C_o(\text{Na})}{C_o(\text{Ca}) + C_o(\text{Mg})} = 2.9$$

Indien de SAR-waarde van irrigatiewater kleiner is dan 7 bestaat er geen gevaar voor verzouting van de grond. SAR = 2.9, dus ruim binnen de gestelde grenswaarde. De in tabel 3 vermelde gemiddelde samenstelling van dierlijk mest in Nederland heeft betrekking op slechts globale cijfers. In de praktijk kan de werkelijke samenstelling belangrijk afwijken als gevolg van verschillen in voeding van de dieren, bewaringsmethode, bewaartijd van de mest, tijdstip van verwerking op het land, etc. Gegeven de betrekkelijk lage overdosering met meststoffen uit het afvalwater en de spreiding in de samenstelling van de dierlijke mest mag worden aangenomen dat de bemestingstoestand van de beregende gronden na één jaar beregenen, niet nadelig is beïnvloed. Het is echter op langere termijn gewenst, dat bij continuering van de beregening de gronden regelmatig op de gehalten aan Fosfaat, Kalium, Magnesium en Natrium worden onderzocht.

5. WATERHUISHOUDING VAN DE BEREGENDE PERCELEN

5.1. I n l e i d i n g

Gegeven het feit dat komkleigronden in droge perioden onvoldoende vocht leveren voor de verdamping van het gewas is het interessant de invloed van de verregende hoeveelheden afvalwater op de watervoorzie-

ning te kennen van het gewas over de periode juli-oktober 1978. In par. 5 is hier een berekening van gemaakt. De met het afvalwater aangevoerde stoffen, worden in de grond gebracht en, voor zover ze niet worden afgebroken of vastgelegd, met het grondwater getransporteerd. In een gebied met een kwelstroming wordt het neerslagoverschot en de kwel afgevoerd via greppels en sloten. In een gebied met wegzijging stroomt een deel van het neerslagoverschot naar diepere lagen. In het laatste geval kan een eventuele beïnvloeding van de kwaliteit van het bovenste grondwater gevolgen hebben voor de kwaliteit van het diepere grondwater. In dit verband is het nodig te weten of er op de beregende percelen sprake is van kwel of wegzijging.

5.2. G r o n d w a t e r s t a n d

In de direkte omgeving van de beregende percelen komen de volgende peilbuizen van de Dienst Grondwater Verkenning TNO voor, die door de waterleidingsmaatschappij Gelderland worden gepeild: RW10, RW16, RW21. Een vierde peilbuis RW22 was verwaarloosd maar kon worden hersteld. Een situatieschets van de ligging van de vier punten is in fig. 1 gegeven. In deze laatste figuur zijn ook de filterdieptes per buis vermeld. In genoemde peilbuizen is 1x per 14 dagen de grondwaterstand van het diepe en het ondiepe grondwater gemeten. De gemeten waarde zijn in fig. 2 gegeven.

Met een lineaire regressieberekening zijn de onderlinge correlaties berekend, die hoog blijken te zijn. Omdat de Rijn op relatief geringe afstand ca. 1000m van het terrein stroomt, zijn in figuur 2 ook de waterstanden van de Rijn bovenstrooms van de stuw bij Driel opgenomen en wel op dezelfde meetdata als die van de peilbuizen. Een nadere analyse van het verloop van de verschillende grondwaterstanden in figuur 2 levert het volgende op:

- de peilen van de diepe filters zijn onderling sterk gecorreleerd (zie ook fig. 3)
- er is enige correlatie tussen de waterstanden van de Rijn en de peilen van de diepe filters. Naarmate de afstand tot de Rijn groter wordt, neemt de correlatie af.
- Gemeten in NAP cijfers neemt de grondwaterstand in de richting Rijn → RW21 → RW16 af.

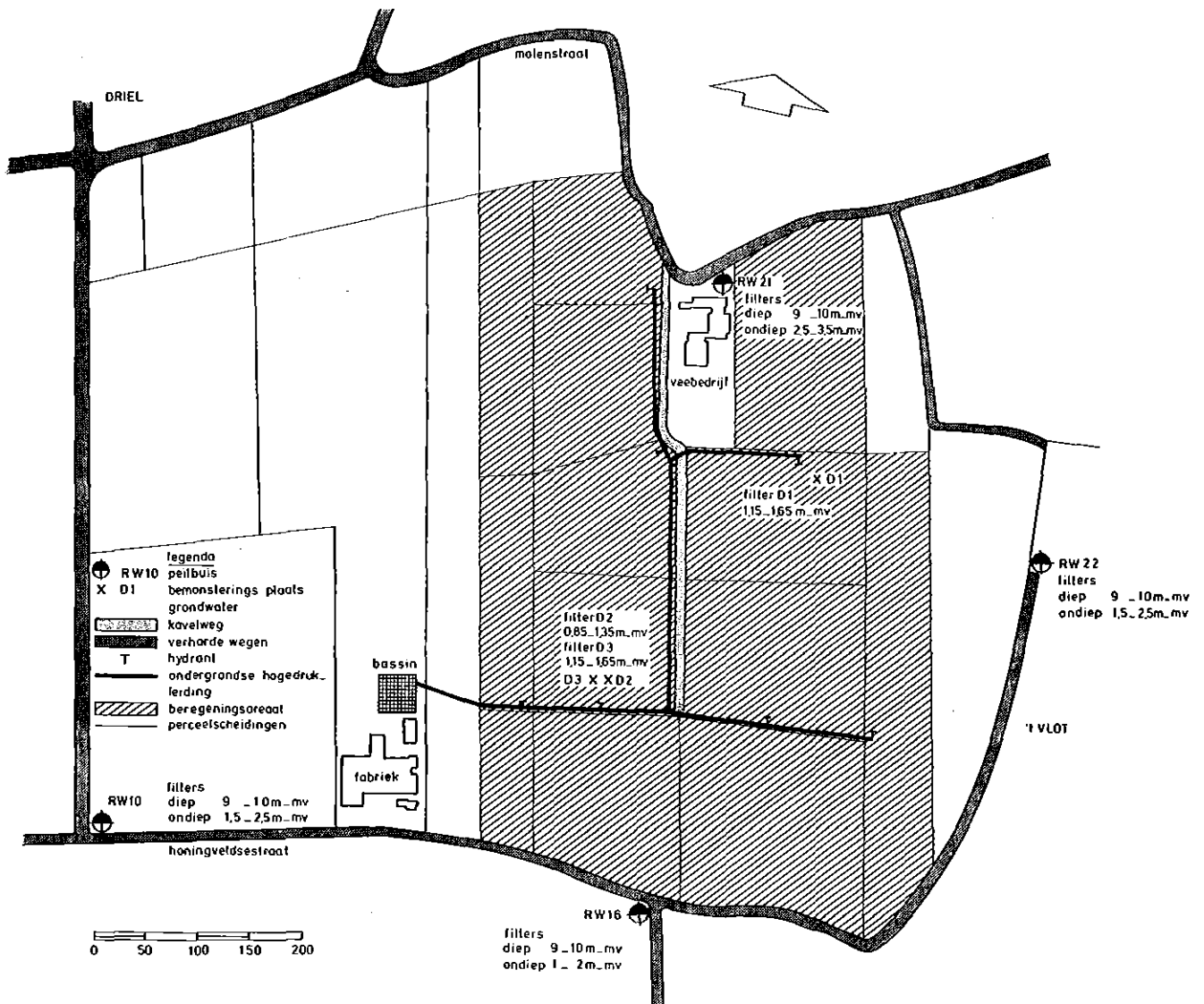


Fig. 1 Overzicht van de waarnemingspunten met filterdieptes op en rondom een areaal grasland waarop afvalwater van een conserverbedrijf wordt verregend. Situering leidingnet van de verregening.

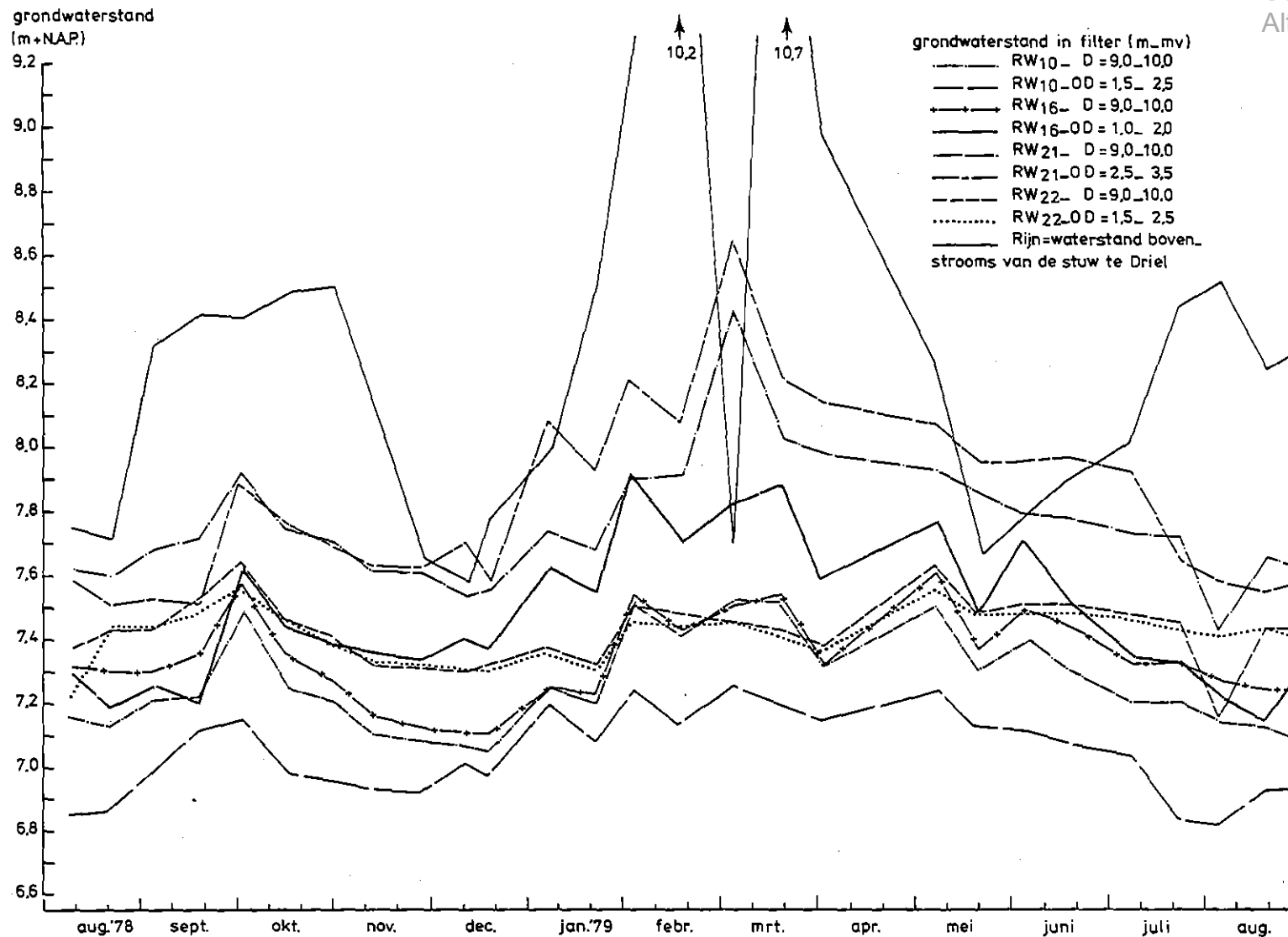


Fig. 2 Verloop van de grondwaterstanden in ondiepe en diepe filters in de peilbuizen R W 10 , 16, 21, en 22 over de periode 1 augustus '78 t/m augustus '79 (m+NAP). Ter vergelijking het verloop van de waterstanden van de Rijn op dezelfde meetdata bovenstrooms van de stuw te Driel.

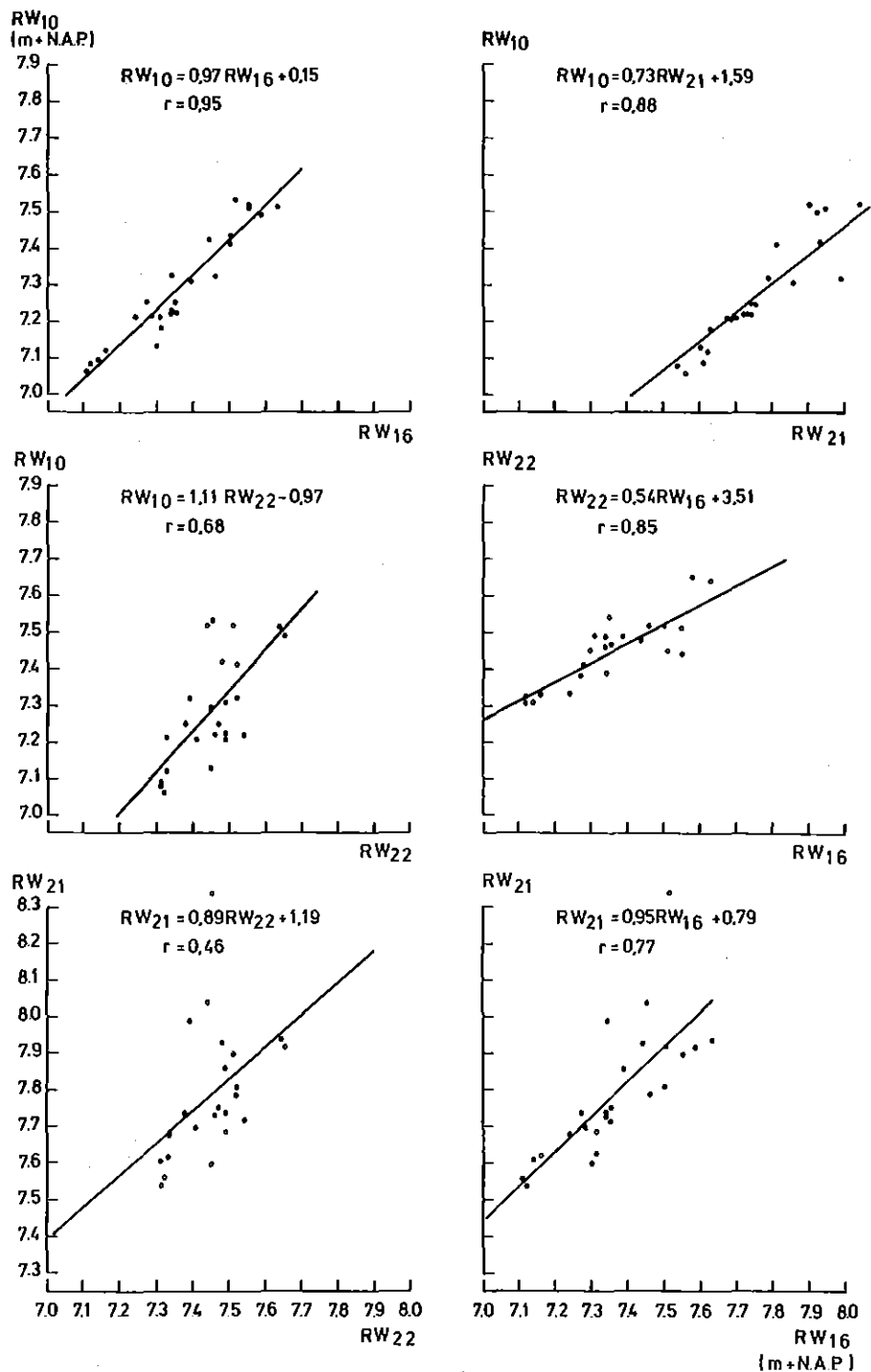


Fig. 3 Het onderlinge verband tussen de grondwaterstanden (m + NAP) in de diepe filters van de peilbuizen RW10, 16, 21 en 22, over de periode augustus '78 t/m augustus '79. De correlaties zijn berekend met lineaire regressie.

In figuur 3 zijn de peilen waargenomen in de peilbuizen RW10, 16, 21 en 22 onderling tegen elkaar uitgezet. Tussen de waterstanden van de Rijn en de diepe peilen van RW21 is met lineaire regressie het volgende verband berekend: $RW21 = 0.09 W_{Rijn} + 7028$. De correlatiecoëfficiënt r in deze relatie is 0,34, met andere woorden een geringe correlatie.

RW21 = grondwaterstand diepfilter in peilbuis RW21

W_{Rijn} = Waterstand Rijn bovenstrooms van de stuw te Driel.

In figuur 2 zijn ook de grondwaterstanden in de ondiepe filters gegeven. Uit de vergelijking van de grondwaterstanden in RW16 en RW21 blijkt dat gedurende het grootste gedeelte van het betreffende jaar de diepe peilen lager zijn dan de ondiepe peilen met uitzondering van een korte periode in het groeiseizoen. In RW22 is er weinig verschil tussen de diepe en de ondiepe peilen. RW10 vormt een uitzondering daar in deze peilbuis permanent het diepe peil hoger is dan het ondiepe. Hierbij moet worden opgemerkt dat RW10 gelegen is op korte afstand van een diep ontwaterde sloot. De meetgegevens in figuur 2 geven een globale indruk van de hydrologische situatie op en rondom de beregende percelen. Voor de vaststelling van de grootte van de kwel of wegzijging is het verschil tussen de gemiddelde diepe en ondiepe peilen voor RW16, 21 en 22 berekend.

De gemiddelde waarde voor de diepe peilen is	7530,65 mm + NAP
" " " " " ondiepe peilen is	7599,75 mm + NAP
gemiddeld peilverschil	69,10 mm

Het ondiepe peil is gemiddeld dus hoger dan het diepe met andere woorden er is sprake van wegzijging. De grootte hiervan kan worden berekend met:

$$V = \frac{\Delta P}{c} \quad 1$$

V = stroomsnelheid in mm. dag⁻¹

ΔP = peilverschil in mm.

c = verticale weerstand in etmaal.

N = Neerslag in mm.

S = beregende hoeveelheid water in mm.

K = Kwel in mm.

A = aanvoer via infiltratie uit de sloot of drains in mm.

Eact = werkelijke verdamping in mm.

In tabel 5 is per decade vanaf 1 april 1978 een waterbalans berekend. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd. Er is geen infiltratie uit de sloten daar de infiltratieweerstanden in het proefgebied zeer hoog zijn. De cijfers voor neerslag N en de verdamping Eo zijn afkomstig van het KNMI (respectievelijk van de meetstations Zetten en Andel). De waarden van S zijn berekend uit de door de fabriek opgegeven verregende afvalwaterhoeveelheid.

Voor K is de waarde $-0,23 \text{ mm.dag}^{-1}$ ingevuld (par. 5.2.). De werkelijke verdamping is maximaal indien er geen reductie in de verdamping optreedt. Deze maximale verdamping is berekend door de Eo-waarde te vermenigvuldigen met een omrekeningsfaktor f voor grasland, $f = 0,8$. De reductie in de verdamping is benaderd met:

$$\frac{100,7 - \Sigma \Delta V}{34,2} = \alpha \quad 3$$

α = reductiefaktor

$\Sigma \Delta V$ = de gesommeerde vochtonttrekking van 1 april in mm.

$\alpha = 1$ voor $\Sigma \Delta V = < 66,5 \text{ mm}$.

Zodra $\Sigma \Delta V$ de waarde 66,5 mm. overschrijdt is er sprake van verdampingsreductie. De hoeveelheid vocht die dan uit het profiel wordt onttrokken is berekend met:

$$\frac{\Delta V_{re}}{E_{act} - (N + K + S)} = \alpha \quad 4$$

ΔV_{re} = de hoeveelheid vocht die over de decade wordt onttrokken.

Aan het begin van een decade wordt een waarde voor $\Delta V (= V_f - V_i)$ voor de betreffende decade berekend. In geval dat er van reductie in de verdamping sprake is wordt aan het eind van de decade een kleinere

Tabel 5. Resultaten van de waterbalansberekeningen per decade op de met afvalwater van een conservenfabriek beregende percelen grasland over de periode april 1978 t/m maart 1979

Decade	0.8Eo	N	S	0.8Eo- (N + S)	K	ΣΔV	α	ΔVre	Eact.	
april	I	16.8	0.3	-	16.5	- 2.3	18.8	1	18.8	16.8
	II	16	13.8	-	2.2	- 2.3	23.3	1	4.5	16.0
	III	22.4	23.6	-	- 1.2	- 2.3	24.4	1	1.1	22.4
mei	I	21.6	40.3	-	- 18.7	- 2.3	8.0	1	16.4	21.6
	II	24.8	9.8	-	15.0	- 2.3	25.3	1	17.3	24.8
	III	32.0	1.1	-	30.9	- 2.5	58.7	1	33.4	32.0
juni	I	33.6	17.4	-	16.2	- 2.3	74.3	0.69	15.6	30.7
	II	33.6	5.0	-	28.6	- 2.3	100.7	0	26.4	29.1
	III	25.6	49.7	2.6	- 26.7	- 2.3	76.3	-	- 24.4	25.6
juli	I	21.6	56.9	2.6	- 37.9	- 2.3	40.7	-	- 35.6	21.6
	II	25.6	6.4	6.1	13.1	- 2.3	56.1	1	15.4	25.6
	III	35.2	0.5	2.6	32.1	- 2.5	78.5	0.29	22.4	23.0
aug.	I	20.0	11.5	7.7	0.8	- 2.3	80.9	0.56	2.4	19.3
	II	25.6	5.0	7.2	13.4	- 2.3	89.7	0.12	8.8	18.7
	III	23.2	18.7	7.7	3.2	- 2.5	89.0	-	- 0.7	23.2
sept.	I	16.8	9.9	6.4	0.5	- 2.3	91.3	0.26	- 2.3	16.3
	II	17.6	10.4	4.9	2.3	- 2.3	93.9	0.14	2.6	15.6
	III	10.4	47.5	4.6	- 41.7	- 2.3	54.5	1	- 39.4	10.4
okt.	I	8.8	27.1	5.1	- 23.4	- 2.3	33.4	1	- 21.1	8.8
	II	6.4	5.3	8.7	- 7.6	- 2.3	28.1	1	- 5.3	6.4
	III	5.6	8.0	5.2	- 7.6	- 2.5	23.0	1	- 5.1	5.6
nov.	I	1.6	5.0	6.4	- 9.8	- 2.3	15.5	1	- 7.5	1.6
	II	3.2	5.8	4.5	- 7.1	- 2.3	10.7	1	- 4.8	3.2
	III	0.8	16.6	3.8	- 19.6	- 2.3	- 6.6	1	- 17.3	0.8
dec.	I	0.8	10.0	-	- 9.2	- 2.3	- 13.5	1	- 6.9	0.8
	II	0.8	45.0	-	- 44.2	- 2.3	- 55.4	1	- 41.9	0.8
	III	0.8	68.6	-	- 67.8	- 2.5	-120.7	1	- 65.3	0.8
jan.	I	-	18.6	-	- 18.6	- 2.3	-137.0	1	- 16.3	-
	II	-	11.8	-	- 11.8	- 2.3	-146.5	1	- 9.5	-
	III	0.8	21.5	-	- 20.7	- 2.5	-164.7	1	- 18.2	0.8
febr.	I	2.4	20.6	-	- 18.2	- 2.3	-180.6	1	- 15.9	2.4
	II	3.2	26.3	-	- 23.1	- 2.3	-201.4	1	- 20.8	3.2
	III	2.4	5.4	-	- 3.0	- 1.8	-202.6	1	- 1.2	2.4
mrt.	I	9.6	37.3	-	- 27.7	- 2.3	-228.0	1	- 25.4	9.6
	II	8.8	37.6	-	- 28.8	- 2.3	-254.5	1	- 26.5	8.8
	III	15.2	29.5	-	- 14.3	- 2.5	-266.3	1	- 11.8	15.2
Totaal	493.6	727.8	86.1	-320.3	-83.7	-	-	-266.3	463.9	

- Eo = open water verdamping in mm. decade⁻¹
 N = Neerslag in mm. decade⁻¹
 S = beregende hoeveelheid afvalwater in mm. decade⁻¹
 K = kwel in mm. decade⁻¹
 ΣΔV = gesommeerde vochtonttrekking uit het profiel in mm.
 α = reductiefactor
 ΔVre = werkelijke hoeveelheid vocht onttrokken aan het profiel in mm. decade⁻¹
 Eact = werkelijke verdamping in mm. decade⁻¹

waarde voor ΔV berekend. In de berekeningen is de werkelijke vochtonttrekking over een decade berekend door een gemiddelde waarde voor ΔV . Met het volgende voorbeeld wordt de rekenprocedure verduidelijkt.
 voorbeeld: 1^e decade juni '78.

$$\Delta V = V_f - V_1 = 17,4 - 2,3 - 33,6 = -18,5 \text{ mm.}$$

$$\Sigma \Delta V = 58,7 + 18,5 = 77,2 \text{ mm.} \quad \alpha < 1$$

$$\alpha = \frac{100,7 - 77,2}{34,2} = 0,69 \text{ mm.}$$

$$\Delta V^1 = \frac{\Delta V^1}{-18,5} = 0,69 \rightarrow \Delta V^1 = -12,8 \text{ mm.}$$

$$\Delta V_{re} = \frac{\Delta V + \Delta V^1}{2} = \frac{-18,5 - 12,8}{2} = -15,6 \text{ mm.}$$

Resultaat over deze decade:

$$E_{act}: \Delta V_{re} + N + K = 15,6 + 17,4 - 2,3 = 30,7 \text{ mm.}$$

$$\Sigma \Delta V: 58,7 + \Delta V_{re} = 74,3 \text{ mm.}$$

Uit de gegevens in tabel 5 blijkt dat gedurende het groeiseizoen 1978 in een aantal decaden reductie optreedt. De berekening van afvalwater blijkt weliswaar de verdampingsreductie te beperken maar kan deze niet opheffen. Er blijft ondanks de berekening een vochttekort aanwezig.

Over de balansperiode 1 april 1978 - 1 april 1979 is verondersteld dat op 1 april het vochtgehalte in evenwicht is met de grondwaterstand, die in het voorjaar op 100 cm-mv ligt. Dit betekent dat in vergelijking 2 over een periode van een jaar $V_f - V_1 = 0$

Invulling van de gesommeerde waarden uit tabel 4 in de vergelijking 2 geeft:

$$N + S + K - E_{act} = -A$$

$$727,8 + 86,1 - 83,7 - 463,9 = -A$$

$$A = -266,30 \text{ mm.}$$

Dat betekent dat uit het profiel 266,3 mm. water moet worden afgevoerd. Indien er op de proefpercelen geen greppelafvoer is, moet deze hoeveelheid water via de grondwaterstroming naar de sloten worden afgevoerd. De hoeveelheid water die dan door de bouwvoor en de bovenste grondwaterlaag moet worden getransporteerd bedraagt:

$$83,7 + 266,3 = 350 \text{ mm.}$$

In hoeverre in de praktijk op het proefgebied de veronderstelling opgaat dat er geen oppervlakkige afvoer optreedt is moeilijk te schatten. In de zomer kan de grond de neerslag en het beregeningswater goed opnemen, in de wintermaanden zijn er situaties denkbaar dat bij hoge neerslag intensiteiten en bij het smelten van sneeuw en ijs afvoer naar en via de greppels plaatsvindt.

6. ZUIVERING VAN HET VERREGENDE AFVALWATER IN DE GROND

Op het proefgebied zijn op 3 plaatsen met regelmatige tussenpozen grondwatermonsters genomen van het bovenste grondwater (zie fig. 1).

Monsterpunt D_1 ligt op een vlak perceel met een filter op 115-165 -mv.

Monsterpunt D_2 ligt in een greppel met een filter op 85-1,35-mv.

Monsterpunt D_3 ligt op 10 meter afstand van D_2 op de rug van het begreppelde perceel met een filter op 115-165-mv.

In tabel 6 zijn de waarden van de geanalyseerde parameters in de watermonsters gegeven. Ter vergelijking is de gemiddelde samenstelling van het verregede afvalwater gegeven over de periode 7/8-'78 t/m 4/12 -'78.

Voor een goede interpretatie van de cijfers in tabel 6 moet eerst worden vastgesteld tot welke diepte het verregende afvalwater na één jaar in het profiel is ingedrongen.

Tabel 6. Samenstelling (mg.l^{-1}) van het grondwater op met afvalwater van een conservenfabriek beregende percelen grasland in de meetpunten D₁, D₂ en D₃ op de gegeven data. Ter vergelijking is de gemiddelde samenstelling van het verregende afvalwater gegeven.

Datum		19/6 78	9/10	19/1 79	22/5	12/6
Parameter	Afvalwater	D ₁	D ₁	D ₁	D ₁	D ₁
COD (mgO_2/l)	1187	80	36	41	49	55
BOD ₅ (mgO_2/l)	-	10.6	6.4	-	6.6	-
ΣN	53.9	1.9	1.1	3.7	6.1	1.8
NH ₄ -N	-	1.3	0.1	0.4	0.2	0.1
NO ₂ -N	-	0.04	-	-	0.0	0.0
NO ₃ -N	-	0.2	7.6	0.9	0.2	0.0
ΣP	12.6	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
PO ₄ -P	-	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
K	87.3	1.0	0.1	1.7	4.5	6.1
Cl ⁻	135.1	21	29	24	23	24
gel. heid (μs)	-	874	700	800	820	880
p-H	-	7.7	8.3	8.0	7.8	7.6
		D ₂	D ₂	D ₂	D ₂	D ₂
COD (mgO_2/l)	1187	30	12	33	24	28
BOD ₅ (mgO_2/l)	-	3	3.3	-	7.3	-
ΣN	53.9	1.2	2.2	1.8	0.7	2.5
NH ₄ -N	-	1.0	0.3	0.4	0.1	0.0
NO ₂ -N	-	0.8	-	-	0.0	0.0
NO ₃ -N	-	5.9	13.6	18.5	11.2	7.6
ΣP	12.6	0.04	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
PO ₄ -P	-	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
K	87.3	1.0	0.1	1.0	0.4	1.0
Cl ⁻	135.1	32	52	52	43	40
gel. heid (μs)	-	863	800	840	800	700
pH	-	7.6	7.7	7.8	7.6	7.8
		D ₃	D ₃	D ₃	D ₃	D ₃
COD (mgO_2/l)	1187	30	9	28	30	33
BOD ₅ (mgO_2/l)	-	5.4	2.8	-	1.3	-
ΣN	53.9	1.3	0.8	1.8	0.8	1.3
NH ₄ -N	-	0.8	0.1	0.2	0.1	0.0
NO ₂ -N	-	0.1	-	-	0.0	0.0
NO ₃ -N	-	2.7	4.9	1.8	3.1	1.2
ΣP	12.6	0.03	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
PO ₄ -P	-	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
K	87.3	1	0.1	0.9	1.0	4.9
Cl	135.1	30	33	32	34	35
gel. heid (μs)	-	851	840	860	830	650
pH	-	7.5	7.8	7.8	7.7	7.7

In par. 5.4. is berekend dat tussen 1 april 1978 en 1 april 1979 350 mm. water via het grondwater moet worden afgevoerd indien er geen oppervlakkige afvoer is via de greppels. Niet al het bodemvocht neemt deel aan het transport. Het water dat met vochtspanningen groter dan pF 4,2 is gebonden wordt verondersteld niet mobiel te zijn. Uit de pF curve van komklei (Pankow, 1976) blijkt dat hiermee 28,9 vol% of 28,9 mm. per 10 cm bodemprofiel gemoeid is. Op 1 april bevindt zich tussen maaiveld en grondwater op 1 m-mv $10 \times (54,0 - 28,9) - 14,0 = 237,0$ mm. transporteerbaar water.

Beneden de grondwaterspiegel zit $54,0 - 28,9 = 25,1$ mm. water dat per 10 cm. bodemprofiel bij de transportprocessen betrokken is.

Indien er in de bodem sprake zou zijn van propstroming betekent 350 mm. waterverplaatsing een beïnvloeding in een profiel tot op een diepte van

$$100 + \frac{350 - 236,95}{25,1} \times 10 = 145,0 \text{ cm.}$$

Als gevolg van dispersieverschijnselen in de bodem zal de werkelijke beïnvloeding zich uitstrekken tot op een diepte van

$$145,0 + 0,5 \times 145,0 = 217,5 \text{ cm.}$$

Gegeven een bemonsteringsdiepte van 1,15 tot 1,65 m-mv en de berekende diepte voor wat de invloedssfeer van het afvalwater betreft, kan worden geconcludeerd dat een effect van de veregening van het afvalwater op de kwaliteit van het grondwater na één jaar beregenen in principe uit de analyse van het bemonsterde afvalwater kan worden afgeleid.

Beschouwing van de analysecijfers in tabel 5 levert de volgende conclusies op:

- a. Er vindt geen duidelijke verandering plaats, de gehalten van de geanalyseerde parameters met uitzondering van misschien een geringe toename van het kaligehalte.
- b. Het nitraatgehalte in D_2 is belangrijk hoger dan in D_1 en D_3 . Dit zou er op kunnen wijzen dat, als gevolg van toestroming van water

langs het oppervlak naar de greppel, via de greppel meer stikstofverbindingen infiltreren dan daarbuiten.

- c. Hetgeen voor nitraat is gesteld, blijkt ook voor chloride te gelden. Het chloridegehalte in D_2 is permanent wat hoger dan in D_1 en D_3 . De absolute verschillen zijn echter klein.
- d. Voor de overige parameters is een effect als dat van nitraat en chloride niet aantoonbaar.

De waarnemingen wijzen op een mogelijke oppervlakkige afvoer van water en opgeloste stof naar de greppel en infiltratie ervan in de greppel. Het afvalwater is verregend tijdens het groeiseizoen vanaf 1 juli tot en met november. In het najaar en in de wintermaanden wordt de organische mest uitgereden. Van het afvalwater zal relatief weinig oppervlakkig afstromen naar de greppels vanwege de relatief droge periode waarin de verregening plaatsvindt. Na het smelten van sneeuw en ijs in het voorjaar is het mogelijk dat een deel van de uitgereden organische mest met het smeltwater naar de greppels wordt afgevoerd. Een verhoging van het gehalte aan stikstof en chloride in het grondwater onder de greppel kan dan ook heel goed een gevolg zijn van de toevoer van stoffen uit organische mest. Een negatief effect van deze enkele belasting op de kwaliteit van het grondwater ter plaatse van de greppel is uit de gegeven analysecijfers in tabel 5 niet aantoonbaar.

7. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Het conservenbedrijf Baltussen te Driel heeft in de periode juli 1978 tot en met november 1978 op 25 ha. grasland (zware kleigrond) 21.504 m³ afvalwater beregend. Het afvalwater wordt in een bassin opgeslagen en belucht ter bestrijding van stankbezwaar.

De met het afvalwater gegeven hoeveelheden meststoffen N, P₂O₅, MgO en CaO bedragen slechts een fractie van de met organische mest en kunstmest gegeven hoeveelheden. Gegeven het hoge bemestingsniveau van de graslandpercelen en de gehalten aan Na en K in het afvalwater is

het op langere termijn gewenst, dat bij continuering van de verregening, de gronden regelmatig op gehalten aan fosfaat, kalium, magnesium en natrium worden onderzocht.

Uit een eenvoudige waterbalansberekening voor deze graslandpercelen, met als invoergegevens neerslag en verdamping (KNMI-cijfers), beregende hoeveelheden water en de vochtleverantie (capillaire opstijging) door het profiel, is afgeleid dat als gevolg van de verregening van het afvalwater, in een aantal decaden tijdens het groeiseizoen 1978, reductie in de verdamping van het gras is voorkomen.

De kwaliteit van het grondwater wordt niet waarneembaar beïnvloed door de verregening van het afvalwater. Uit milieu-oogpunt is deze verwerkingsmethode van het afvalwater van het conservenbedrijf dan ook aanvaardbaar.

8. LITERATUUR

COMMISSIE VAN DE EUROPESE GEMEENSCHAPPEN, 1978. De mest- en gierverspreiding op landbouwgrond in de EG. nr. 47, Brussel-Luxemburg.

COMMISSIE ONDERZOEK MINERALE VOEDING TNO, 1970. Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Nat. Raad. Landbouwk. Onderzoek, 2^e druk, blz. 45.

CONSULENTSCHAAP VOOR BODEMAANGELEGENHEDEN IN DE LANDBOUW, 1974. Samenvatting van organische meststoffen van dierlijke oorsprong, Wageningen.

DE LA LANDE CREMER, 1979. Mondelinge informatie.

DRENT, J. 1979. Bemestingswaarde afvalwater agrarische industrie. Hoofdstuk 7.2.3. in Handboek voor Milieubeheer, deel IV: Bodem. Vermande Zonen, IJmuiden.

PAAUW, F. van der, 1960. Die optimale Versorgung von Boden und Pflanze mit Phosphor. Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 14: 3-8.

PANKOW, J. 1976. Waterbalansonderzoek aan twee graslandpercelen bij het waterwinstation Fikkesdries. Nota ICW 926.

RIJTEMA, P.E. 1969. Soil Moisture Forecasting. Nota ICW 513.

WERKGROEP UITBREIDING WATERWINNING POMPSTATION FIKKESDRIES, 1978.

Rapport inzake het onderzoek naar de mogelijkheden en de eventuele gevolgen voor de omgeving van grondwaterwinning bij pompstation "Fikkedries". NV Waterleiding Maatschappij Gelderland, Velp.