

Zuivering van zuivelafvalwater door verregening

De verregening van zuivelafvalwater is primair te beschouwen als één der methoden welke ter beschikking staan om het afvalwaterprobleem op te lossen.

Wanneer de omstandigheden voor het verregenen van het zuivelafvalwater geschikt zijn is deze methode, financieel gezien, het meest aantrekkelijk. De belangrijkste voorwaarde is wel dat een voldoende groot oppervlak doorlatende grond binnen enkele kilometers van het bedrijf moet liggen.

In principe vinden bij alle methoden dezelfde processen plaats, namelijk de biochemische oxydatie of mineralisatie van organische stoffen.

Bij het verregenen van zuivelafvalwater worden de grove organische bestanddelen die in het afvalwater voorkomen aan het oppervlak door filtratie tegengehouden.

In de periode tussen twee beregeningstijdstippen worden deze stoffen door micro-organismen afgebroken en geoxydeerd. Het fijne organische materiaal wordt door middel van het sproeiwater door de grond verdeeld en met behulp van de luchtzuurstof die in de bodemporiën aanwezig is, door micro-organismen afgebroken. Het merendeel van deze afbraakproducten kan zonder bezwaar naar het grondwater afvloeien.

Onderzoek naar de zuivering van verregend zuivelafvalwater

In 1965 werd bij het Nederlands Instituut voor Zuivel Onderzoek (NIZO) te Ede een beregeningsinstallatie aangelegd waarmee het afvalwater van de proeffabriek wordt verregend op een complex grasland op een, gedeeltelijk pas in 1964 in cultuur gebrachte, hoge bosgrond. Van oktober 1966 t/m oktober 1969 werd door het Proefstation voor de Akker- en Weidebouw (PAW) in samenwerking met de Rijks Zuivel-Agrarische Afvalwaterdienst (RAAD) op genoemd terrein een onderzoek ingesteld naar de mate waarin het versproeide afvalwater werd gezuiverd. Daartoe werden twee zogenaamde lysimeters in de grond aangebracht waarbij het percolatiewater in een reservoir kon worden opgevangen. De diepte van de lysimeters bedroeg 60 cm en de oppervlakte was ruim 1 m². Eén lysimeter werd geplaatst op de oude bosgrond (OB) en de andere op de jonge bosgrond (JB). Het grasland wordt normaal geëxploiteerd.

Het afvalwater wordt het gehele jaar door over het land versproeid. Tijdens vorstperioden wordt echter, als vanouds weer op de gemeentelijke riolering geloosd.

Het gehele complex heeft een zodanige omvang dat er een voldoende lange rustperiode tussen twee sproeiwatergiften kan worden gehandhaafd. Gemiddeld worden ruim acht sproeiwatergiften per jaar toegediend met een intensiteit van gemiddeld 123 mm per keer.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de sproeiwatergift per keer zeer groot is. Dit is echter geen bezwaar omdat de beregening geregeld wordt onderbroken doordat de pompinstallatie automatisch wordt bediend door een vlotter in het vergaarbassin.

De grond

De grond waarop het afvalwater wordt versproeid is bij het in cultuur brengen niet geëgaliseerd en ligt zeer ongelijk. Voor de beregening is dat geen bezwaar, hoewel bij grote regengiften per keer het water nog wel eens bovengronds afvloeit naar lager gelegen gedeelten.

De verticale doorlatendheid bij OB was 109 mm per uur en bij JB 12 mm per uur.

De pF-curve van de grond is in afb. 1 weergegeven.

Daaruit blijkt dat we met een zeer lichte grond te maken hebben. Het vochthoudend vermogen bij veldcapaciteit (pF 2,0) is circa 20 volumeprocenten en het poriënvolume van de

grond bedraagt circa 33 volumeprocenten. Bij veldcapaciteit zijn er dus circa dertien volumeprocenten lucht in de grond aanwezig.

De analysecijfers van het onderzoek zijn in tabel I vermeld.

TABEL I - Analysecijfers grondonderzoek

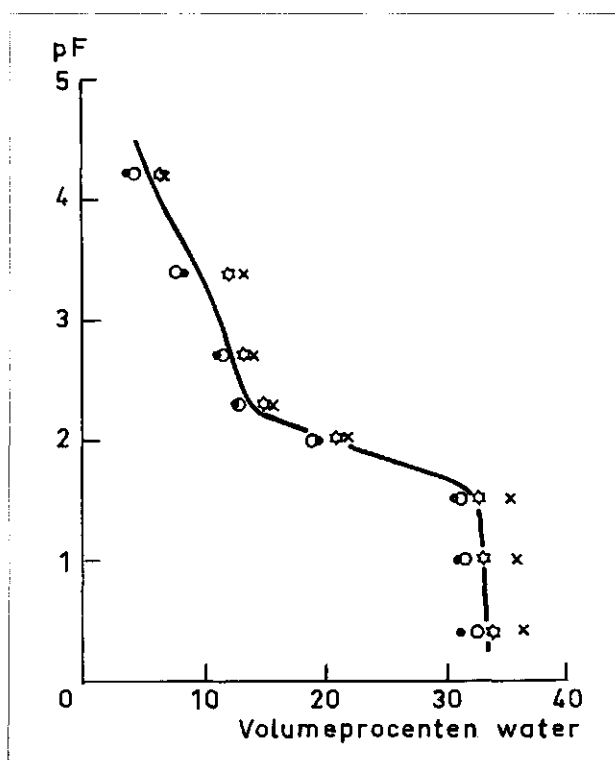
	OB		JB	
	mrt. '68	mrt. '69	mrt. '68	mrt. '69
pH-K Cl	5,2	5,5	4,4	4,6
humus %	2,5	2,4	3,7	3,5
afslibbaar %	6		3	
grof zand %	63		74	
totaal zand %	92		93	
P-Al	59	71	11	17
K-geh. mg/100 g	10	5	5	4
MgO mg/kg	63	69	52	52
N totaal %	0,08	0,09	0,08	0,08
NaCl mg/100 g	4	2	4	2
Co mg/kg	0,06	0,06	0,13	0,14
Cu mg/kg	7,6	7,1	3,1	2,6

De grond bestaat voor 63 tot 74 % uit grof zand terwijl tevens nog een klein percentage afslibbaar materiaal voorkomt. Het humusgehalte is laag en schijnt in een jaar tijds ook nog te zijn gedaald. De pH en P-Al zijn van 1968 tot 1969 iets gestegen. Opvallend is dat het K- en NaCl-gehalte in deze periode zijn gedaald, evenals het Cu-gehalte. De grondwaterstand was steeds dieper dan twee meter.

Samenstelling afval- en percolatiewater

De samenstelling van het afvalwater is in tabel II vermeld. De BOD₅ (Biochemical Oxygen Demand) is de biochemische

Afb. 1 - Vochtkarakteristiek.





Het verzamelde percolatiewater wordt met een handpompje opgepompt. Met een speciale regenmeter wordt een afvalwatermonster verzameld en de neerslag gemeten.

zuurstofbehoefte, bepaald bij 20 °C en gedurende vijf ertmalen. Voor de afbraak van de totale organische stof is anderhalf à twee keer zoveel zuurstof nodig.

Bij lozing van afvalwater op open water mag de BOD₅ niet hoger zijn dan 20 mg per liter.

De COD (Chemical Oxygen Demand) is de totale zuurstofbehoefte voor de chemische oxydatie.

De pH van het afvalwater was gemiddeld 6,7 (5,9 tot 7,2).

TABEL II - Samenstelling afvalwater in mg per liter

	Gemiddeld	Spreiding
BOD ₅	175	12 tot 353
COD	334	120 tot 604
NH ₄	5,4	0 tot 18,8
NO ₂	1,1	0 tot 14,7
NO ₃	0,2	0 tot 0,9
N tot.	11,6	0 tot 22,8
K ₂ O	12,7	6,0 tot 21,5
P ₂ O ₅	21,4	2,0 tot 116,6

Bij de methyleenblauwproef werd een ontcleuringstijd verkregen van gemiddeld ruim 15 uren (½ tot 96 uren). Hierbij wijst een korte ontcleuringstijd op een snel rottingsproces. Als bij de methyleenblauwproef na 96 uren nog geen ontcleuring was opgetreden werd de waarneming gestaakt omdat de oxydeerbaarheid van het aanwezige organisch materiaal dan toch zeer gering is.

Uit tabel II blijkt dat er een grote spreiding voorkwam in de samenstelling van het afvalwater. Dit werd hoofdzakelijk veroorzaakt door het feit dat tijdens droogteperioden tegelijk met het afvalwater ook koelwater moest worden verspreid om in de vochtbehoefte van het grasland te voorzien. Normaal wordt het koelwater op de gemeentelijke riolering geloosd. Verder wordt de samenstelling van het afvalwater ook beïnvloed door de wisselende toevoeging van wei.

In tabel III is de samenstelling van het percolatiewater vermeld, gemiddeld voor de periode oktober '66 t/m oktober '69. De pH van het percolatiewater was gemiddeld voor OB 6,9

TABEL III - Samenstelling percolatiewater in mg per liter

	Gemiddeld		Spreiding	
	OB	JB	OB	JB
BOD ₅	8	7	3 tot 22	1 tot 38
COD	116	71	8 tot 231	7 tot 392
NH ₄	6,2	4,1	0 tot 16,8	0 tot 16,2
NO ₂	0,6	0,3	0 tot 3,6	0 tot 2,5
NO ₃	31,7	11,2	0 tot 98,0	0 tot 74,4
N tot.	7,2	5,5	0 tot 15,4	0 tot 19,5
K ₂ O	26,6	18,2	20,0 tot 46,0	5,0 tot 75,5
P ₂ O ₅	7,2	4,5	0 tot 36,8	0 tot 14,0

(6,4 tot 8,0) en voor JB 6,5 (6,1 tot 7,2). De ontcleuringstijd bij de methyleenblauwproef was bij OB in alle gevallen 96 uren en bij JB gemiddeld bijna 84 uren (24 tot 96 uren).

Vanwege de grote spreiding, ook op korte termijn, zijn in tabel III geen gemiddelde cijfers over kortere perioden gegeven. Een duidelijke aanwijzing dat de samenstelling van het percolatiewater, bijvoorbeeld gemiddeld per jaar, zich na verloop van tijd zou wijzigen kon niet worden verkregen.

De grote spreiding in de samenstelling van het percolatiewater is een gevolg van de grootte van de sproeiwatergift per keer en van de natuurlijke neerslag. De verschillen tussen OB en JB kunnen het gevolg zijn van het verschil in de hoeveelheid toegediend afvalwater. Bij OB werd namelijk gemiddeld 1322 mm afvalwater per jaar toegediend en bij JB gemiddeld 809 mm per jaar. Gemiddeld werd bij OB per keer beregenen 153 mm afvalwater gegeven en bij JB gemiddeld 93 mm.

De BOD₅ van het percolatiewater ligt gemiddeld op een zodanig niveau dat gesteld kan worden dat door het verregen van het afvalwater een voldoende zuivering is verkregen, te meer daar de nog in het percolatiewater aanwezige organische stof een geringe oxydeerbaarheid heeft, gezien de lange ontcleuringstijd bij de methyleenblauwproef.

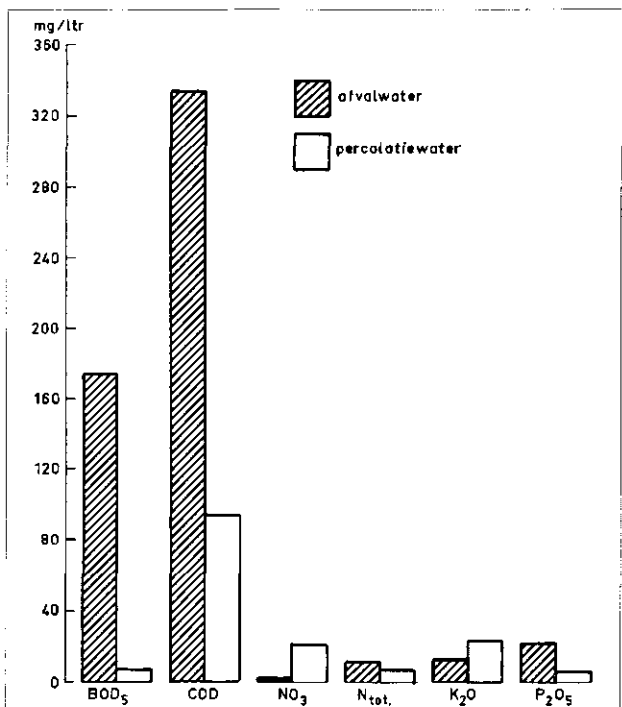
In afb. 2 is de samenstelling van het afval- en percolatiewater grafisch weergegeven. Daaruit blijkt duidelijk dat de BOD₅ en ook de COD van het percolatiewater belangrijk lager waren dan die van het toegediende zuivelafvalwater. Opvallend is het hoge NO₃-gehalte van het percolatiewater ten opzichte van het afvalwater. Dit wijst erop dat de met het afvalwater aangevoerde organische stof vrij gemakkelijk en waarschijnlijk ook vrij spoedig werd afgebroken, waarbij de gevormde NO₃ dan weer gemakkelijk uitspoelde. Voor deze afbraak van de organische stof was kennelijk voldoende zuurstof in de grond aanwezig.

Opmerkelijk is verder het hoge K₂O-gehalte en het lage P₂O₅-gehalte van het percolatiewater. Dit ligt echter wel voor de hand, want kalium spoelt gemakkelijk uit terwijl fosforzuur gemakkelijk in de grond wordt vastgehouden.

Door de grote hoeveelheden afvalwater die worden toegediend spoelt ook veel aan de grond gebonden kalium uit, waardoor het K-gehalte van de grond daalt (zie tabel I).

Het P-gehalte van de grond neemt snel toe (tabel I) en het is

Afb. 2 - Gemiddelde gehalten van de voornaamste bestanddelen van het afval- en percolatiewater.





Deze waarschuwing is voor vele passanten wel terecht. Het grasland kan echter normaal worden geëxploiteerd.



Het gras en het vee gedijen uitstekend. Op de achtergrond de sproeiers in bedrijf.

de vraag of na verloop van tijd niet een zeker verzadigingspunt wordt bereikt waardoor het P_2O_5 -gehalte van het percolatiewater dan zou stijgen. Een hoog K_2O - en P_2O_5 -gehalte van het percolatiewater zal op de duur, hoewel het bezwaarlijk is, onvermijdelijk zijn.

Totale aan- en afvoer

In tabel IV is de gemiddelde jaarlijkse aanvoer op het land, inclusief de toegediende organische- en anorganische bemesting, en de afvoer naar het grondwater vermeld alsmede de totale zuurstofbehoefte voor de afbraak van de met het afvalwater aangevoerde organische stof.

De totale wateraanvoer bij OB was 21.430 m³ per ha per jaar en bij JB 16.300 m³ per ha per jaar. Van deze gemiddelde jaarlijkse aanvoer is 30 % resp. 16 % naar het grondwater afgevoerd. Met deze percolatie werd gemiddeld per jaar mede afgevoerd een hoeveelheid N, K₂O en P₂O₅ van resp. 8 %, 47 % en 9 % van de totale jaarlijkse aanvoer. Vooral de toegediende K₂O werd voor een groot deel weer met het percolatiewater afgevoerd. Voor het grasland is dit een voordeel, omdat anders bij zo'n grote K₂O-aanvoer de minerale samenstelling van het gras ongunstig wordt beïnvloed.

Naast de grote hoeveelheden organisch materiaal die jaarlijks met het afvalwater werden toegediend werd er verder ook veel organische stof aangevoerd via organische bemesting.

TABEL IV - Gemiddelde jaarlijkse aan- en afvoer en totale gemiddelde zuurstofbehoefte

	Aanvoer		Afvoer	
	OB	JB	OB	JB
afvalwater mm	1322	809	—	—
afvalwater m ³ /ha	13220	8090	—	—
regen mm	821	821	—	—
percolatiewater mm	—	—	636	260
percolatiewater m ³ /ha	—	—	6360	2600
totale zuurstofbehoefte kg/ha	4627	2832	—	—
N kg/ha	389	361	46	14
K ₂ O kg/ha	256	202	169	47
P ₂ O ₅ kg/ha	371	281	46	12

TABEL V - Chemische samenstelling van het gras van de eerste snede. Gemiddeld 1967 t/m 1969

ds %	% van de droge stof										
	ruwe celstof	ruw eiwit	ZW	K	Na	Ca	Mg	Cl	P	S	
OB	13,4	26,2	20,8	58	3,39	0,46	0,57	0,19	1,48	0,50	0,37
JB	14,2	27,3	18,5	58	3,05	0,51	0,49	0,19	1,54	0,45	0,42

Gemiddeld werd per jaar 12 ton per ha rundveemengmest gegeven en bovendien bij OB 4 ton kippenmest per ha en bij JB 3 ton kippenmest en 4 ton varkensmest per ha. Verder werd bij OB gemiddeld 600 kg kalkammonsalpeter per ha per jaar toegediend en bij JB 650 kg per ha per jaar.

Samenstelling van het gras

De botanische samenstelling van het grasland was vrij goed. Bij de drooggewichtsanalyse in 1968 werden bij OB 94 % goede grassen gevonden en bij JB 98 % waarbij resp. 82 % en 60 % Engels raaigras. De hoedanigheidsgraad was resp. 9,5 en 9,2.

Van 1967 t/m 1969 werden elk jaar in mei grasmonsters genomen van de eerste snede voor bepaling van de chemische samenstelling. De analysecijfers zijn in tabel V vermeld.

Zoals was te verwachten is het droge-stofgehalte laag, wat ongunstig is in verband met de grasopname door het vee. Het Mg-gehalte is aan de krappe kant.

Omdat daarbij echter het ruw-eiwit- en K-gehalte vrij normaal zijn is het gevaar voor het optreden van kopziekte bij het vee slechts gering. Dat er in bepaalde perioden, vooral bij OB, toch kopziektegevallen zijn voorgekomen is een gevolg van het waarschijnlijk hogere ruw-eiwit- en K-gehalte van gras dat in een jonger stadium werd beweiden.

Door het gras in een ouder stadium te beweiden of het toepassen van de juiste preventieve maatregelen kan kopziekte echter wel worden voorkomen.

Verder hebben zich geen abnormale verschijnselen bij het vee voorgedaan. Ook de grasopname door het vee heeft geen bijzondere moeilijkheden gegeven.

De verschillen in chemische samenstelling van het gras van OB en JB zijn niet groot, toch is echter wel de tendens aanwezig dat de totaal versproeide hoeveelheid afvalwater van invloed is geweest op de chemische samenstelling van het gras.

Conclusies

Door verregening van zuivelafvalwater op grasland, gelegen op een hoge bosgrond werd een voldoende zuivering verkregen. De kleine hoeveelheid nog in het percolatiewater

● *vervolg op pag. 175, 2e kolom*

moelijk uitvoerbaar. Wellicht kan in sommige gevallen het „merken” van olieprodukten een oplossing bieden.

E. *Moderne methoden en maatregelen ter bestrijding van verontreiniging van grond- en oppervlaktewater door aardolieprodukten, ook bij calamiteiten.*

(Rapporten van M. Negulescu, Roemenië, H. Billib, W.-Duitsland, en P. C. Blokker, G. P. Liedmeier, H. C. Hopper en H. J. Marcinowski, CONCAWE.)

Door gebrek aan tijd kwam dit uitgebreide onderwerp op de vergadering niet volledig tot zijn recht.

Aandacht werd besteed aan het gebruik van barrières om olie tegen te houden in stromend water. De heer Wordley-Smith (Engeland) rapporteerde, dat het hem met een 120 m lange barrière gelukt was olie tot een stroomsnelheid van circa 1,20 m per sec. tegen te houden, door te zorgen dat de positie van de barrière zoveel mogelijk haaks op de oevers bleef.

De heer Pierau (W.-Duitsland) berichtte, dat oliehoudende afval op vuilstorten vrij snel biologisch wordt afgebroken. Door polymerisatie vormt de olie een harde substantie. Hij toonde van deze vuilstorten enige weerzinwekkende plaatjes. De heren Hubbard en Jagger (CONCAWE) bepleitten het inschakelen van de brandweer bij alarmoefeningen, omdat veelal deze dienst het eerst met een calamiteit zal worden geconfronteerd.

De heer Somers (Nederland) gaf een uiteenzetting over zijn ervaringen in het TNO-laboratorium.

De heer Toms (Engeland) bekritiseerde het gebruik van detergenten voor het verwijderen van olie van oppervlaktewater. Hij bepleitte centrale meldingsposten, die dag en nacht bereikbaar moeten zijn.

Hij achtte olie-afval zeer gevaarlijk voor het grondwater. In de omgeving van Londen zijn veel stortplaatsen in oude afgravingen.

De heer Mendia (Italië) bepleitte recirculatie van raffinaderijen-afvalwater ter vermindering van de lozing. Hij wees op de mogelijkheid van *elektrolytische* zuivering van oliehoudend afvalwater.

Hierover werd nadere informatie gevraagd.

De heer Bauer (W.-Duitsland) was van mening, dat de meeste ongelukken voorkomen bij de opslag van olie (1000 van de 1500 meldingen; de overige 500 meldingen hadden betrekking op ongevallen bij transport).

● *vervolg van pag. 172*

Zuivering van zuivelafvalwater door verregening

aanwezige organische stof had een zeer geringe oxydeerbaarheid. De BOD₅ van het percolatiewater was gemiddeld 8 mg per liter.

Gemiddeld werd per jaar 1065 mm afvalwater toegediend met een BOD₅ van gemiddeld 175 mg per liter.

De totale zuurstofbehoefte voor de afbraak van de met het afvalwater aangevoerde organische stof was gemiddeld 3730 kg per ha per jaar.

Een duidelijke aanwijzing dat de samenstelling van het percolatiewater zich na verloop van tijd zou wijzigen kon niet worden verkregen. Het K₂O-gehalte van het percolatiewater was gemiddeld 22,4 mg per liter, en het P₂O₅-gehalte 5,9 mg per liter. Verwacht kan worden dat het P₂O₅-gehalte van het percolatiewater in de toekomst zal stijgen.

Van de totaal per jaar aangevoerde hoeveelheid afvalwater, inclusief de natuurlijke neerslag (gemiddeld 18.865 m³ per ha) werd gemiddeld 24 % naar het grondwater afgevoerd. Met deze percolatie werd gemiddeld per jaar en per ha mede afgevoerd 30 kg N, 108 kg K₂O en 29 kg P₂O₅.

De grasopname door het vee heeft geen bijzondere moeilijkheden gegeven. Wel is er in bepaalde perioden, door onvoldoende preventieve maatregelen kopziekte opgetreden doch verdere abnormale verschijnselen hebben zich niet voorgedaan.

De indruk werd verkregen dat de totaal per jaar toegediende hoeveelheid afvalwater van invloed is geweest op de chemische samenstelling van het gras.

Literatuur

Baars, C. en Keuning, J. A., 1956. Verslag van de beregeningsproeven met zuivelafvalwater in 1955. Mededeling nr. 19 van het CILO.

Baars, C., Graaf, A. W. de en Keuning, J. A., 1960. *Landbouwkundige en technische aspecten van het verregenen van zuivelafvalwater op grasland*. Publicatie nr. 14 van het PAW.

Schaafsma, J. H. A., 1949. *Het vraagstuk van de afvalwateren der zuivelindustrie*. Ned. Melk- en Zuiveltijdschrift, Jg. 3, nr. 2.

Schaafsma, J. H. A., 1953. *Reiniging en utilisatie van zuivelafvalwater door beregening van wei- en bouwland*. Landbouwkundig tijdschrift, Jg. 65, nr. 4.

Scheltinga, H. M. J., 1969. *Afvalwaterproblemen in de moderne zuivelfabriek*. Officieel Orgaan van de Koninklijke Nederlandse Zuivelbond FNZ, Jg. 61, nr. 1.