

NN31050.88-7

**stora**

88-07

**Verwerking van dierlijke meststoffen  
op rioolwaterzuiveringsinrichtingen**  
Oriënterend onderzoek

32/1000 (1-50)

BIBLIOTHEEK  
STARINGGEBOUW



postbus 80200, 2508 GE den haag  
johan van oidenbarneveldlaan 5

☎ 070-512710

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

Verwerking van dierlijke meststoffen  
op rioolwaterzuiveringsinrichtingen  
Oriënterend onderzoek



	<b>Inhoud</b>	1
	<b>Ten geleide</b>	2
1	<b>SAMENVATTING</b>	3
2	<b>INLEIDING</b>	4
3	<b>DOEL VAN DE STUDIE</b>	5
4	<b>HET MESTOVERSCHOT</b>	6 - 9
5	<b>MESTSTOFFEN OP RWZI'S</b>	10 - 12
5.1	Algemeen	10
5.2	Eisen aan de samenstelling van het effluent	10 - 12
6	<b>BEREKENINGEN</b>	13 - 19
6.1	Uitgangspunten	13
6.2	Voorgezuiverde kalvergier	13 - 15
6.3	Aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest	16 - 18
6.4	Filtraat van ontwaterde varkensdrijfmest	16 - 19
7	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	20
8	<b>LITERATUUR</b>	21

**Bijlagen:**

1.	Berekening van de kosten per m <sup>3</sup> mest op basis van de zuurstofvraag	22
2.	Emissie-eisen bij lozing op zoet oppervlaktewater	23
3.	Uitgangspunten bij de mestverwerking op rwzi's	24
4.	Samenstelling van de meststoffenfracties	25

## Ten geleide

Dit rapport gaat na in welke mate behandeling van mest(fracties) op rioolwaterzuiveringsinrichtingen invloed heeft op het zuiveringsproces, de slibsamstelling en de effluentkwaliteit.

Hoewel dierlijke meststoffen doorgaans geen verontreinigende stoffen bevatten die in huishoudelijk afvalwater niet voorkomen, zijn de concentraties ervan zeer hoog en is hun onderlinge verhouding duidelijk verschillend. Beïnvloeding van het zuiveringsproces lijkt daardoor niet uitgesloten.

Verkenning van de problematiek laat zien dat restricties als gevolg van het chloride- en kaliumgehalte van het effluent slechts mestbelastingen < 10% toelaten, waarbij geen significante problemen voor de bedrijfsvoering zullen optreden.

Het onderzoek werd door het algemeen bestuur van de STORA op advies van de Onderzoekadviescommissie\* opgedragen aan DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V. en namens de STORA begeleid door een commissie bestaande uit ing. D. Wouda (voorzitter), ir. P.J.W. ten Have, ir. A. Kiestra, ir. J.M.J. Leenen, ir. T. Meijer, ing. J. van der Plicht en ir. W. van Starckenburg.

Den Haag, december 1988

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

\*

De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit:  
prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en  
ir. J. Boschloo, ir. R. den Engelse, prof.dr. P.G. Fohr, ir. A.E. van Giffen, ir. J.J.  
de Graeff, dr.ir. P.J. Huiswaard, drs. S.P. Klapwijk, prof.ir. J.H. Kop, ir. Tj. Meijer,  
ir. L.P. Savelkoul, dr.ir. D.W. Scholte Ubink, wijlen ir. H.M.J. Scheitinga en ir. M.  
Tiessens (leden).

## SAMENVATTING

In Nederland wordt door op landbouwbedrijven gehouden vee momenteel 90 - 100 miljoen ton mest per jaar geproduceerd. Daarvan kan volgens de landbouwkundige norm ongeveer 70 miljoen ton door de bedrijven zelf als meststof worden gebruikt. De resterende 20 - 30 miljoen ton moet buiten de bedrijven worden afgezet.

Daarom is nagegaan met welke gevolgen rekening moet worden gehouden als nog beschikbare capaciteit van rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) wordt gebruikt voor de verwerking van mest(-fracties). Daarbij is vooral aandacht besteed aan de verhoging van het chloride- en het kaliumgehalte van het effluent.

Daarnaast zijn verschillende scenario's voor CZV, BZV, Kjeldahlstikstof en fosfaat doorgerekend en is aandacht aan de kosten besteed.

Hoewel kalvergier en varkensdrijfmest doorgaans geen verontreinigende stoffen bevatten, die in huishoudelijk afvalwater niet voorkomen, is de concentratie van deze stoffen in mest zeer hoog en hun onderlinge verhouding duidelijk verschillend van die in huishoudelijk afvalwater. Verwerking van aanzienlijke hoeveelheden mest(-fracties) zal derhalve significante gevolgen hebben voor de bedrijfsvoering van rwzi's, de kwaliteit van het geproduceerde slib en het effluent.

In dit rapport worden de mogelijkheden voor de verwerking van een aantal voorbewerkte mestfracties op rwzi's beschreven. De volgende meststromen zijn nader bestudeerd:

- aëroob voorgezuiverde kalvergier
- aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest
- filtraat van mechanisch ontwaterde varkensdrijfmest.

Uit tot nu toe verkregen ervaringen op praktijkschaal is gebleken, dat mestbelastingen tot ongeveer 10% van de totale belasting van een rwzi geen significante problemen voor de bedrijfsvoering hoeven op te leveren. Uit berekeningen blijkt echter dat het chloride- en kaliumgehalte van het effluent bij aanvoer van mest(-fracties) aanzienlijk zullen toenemen.

Dit in zodanige mate, dat zelfs laboratoriumonderzoek naar de effecten van behandeling van interessante hoeveelheden meststoffen op rwzi's niet zinvol is, zolang geen richtlijnen c.q. richtwaarden voor chloride en kalium in effluenten en/of oppervlaktewateren zijn vastgesteld.

Deze richtlijnen zullen bepalend zijn voor de mate van aanvoer van voorbehandelde mest op rwzi's. Praktijkonderzoek op de Veluwe en in Noord-Limburg zal richting kunnen geven aan verdere standpuntbepaling op dit terrein.

## INLEIDING

In gebieden met intensieve veehouderij (Gelderland, Oost-Utrecht, Oost-Brabant en Noord-Limburg) bereiken de waterkwaliteitsbeheerders verzoeken tot verwerking van dierlijke meststoffen. Het gaat daarbij meestal om relatief dunne mest, zoals kalvergier en (fracties van) dunne varkensmest.

De zuiveringsschappen in Gelderland hebben reeds in 1983 op een aantal grote rwzi's een beperkte hoeveelheid kalvergier verwerkt. In 1985 werd op de Veluwe gestart met de bouw van vijf kalvergierzuiveringsinrichtingen met een totale capaciteit van 700.000 kubieke meter per jaar, waarvan het effluent wordt nabehandeld in de rwzi's van het zuiveringsschap Veluwe.

Verwacht wordt dat de meststoffenproblematiek zal toenemen door stijging van de mestproduktie en een strengere regelgeving voor de afzet van mest.

In dat verband kunnen waterkwaliteitsbeheerders op grotere schaal om medewerking worden verzocht voor de verwerking van agrarische meststoffen(-fracties). Hoewel kalvergier en varkensmest doorgaans geen verontreinigende stoffen bevatten, die in huishoudelijk afvalwater niet voorkomen, is de concentratie van deze stoffen in mest zeer hoog en hun onderlinge verhouding duidelijk verschillend ten opzichte van die in huishoudelijk afvalwater. Op voorhand kan dan ook worden onderkend, dat aanvoer van aanzienlijke hoeveelheden mest (-fracties) significante gevolgen kan hebben voor de bedrijfsvoering van rwzi's en de kwaliteit van het geproduceerde slib en effluent.

Sommige stoffen worden met de gebruikelijke technieken voor de zuivering van stedelijk afvalwater niet of in onvoldoende mate verwijderd. Wijziging van de samenstelling van het slib kan de verwerking en afzet beïnvloeden, terwijl verandering van de samenstelling van het effluent de kwaliteitsdoelstelling van het ontvangende water raakt. Tenslotte zal ter voorkoming van overlast voor de omgeving door aanvoer, opslag en verwerking van meststoffen(-fracties) de bedrijfsvoering van de rwzi speciale aanpassingen behoeven.

## DOEL VAN DE STUDIE

In Nederland worden veel soorten dierlijke mest geproduceerd. De (voor)bewerkingen die daarop worden toegepast zijn gegeven in figuur 1; andere systemen zijn nog onderwerp van studie en onderzoek. Een aantal van deze laatste is gericht op hergebruik van in mest en gier aanwezige componenten.

Doel van deze studie was het bepalen van de technische, milieuhygiënische en economische mogelijkheden en randvoorwaarden voor het verwerken van dierlijke meststoffen op rwzi's. Daarbij is uitgegaan van de gier- en meststromen in figuur 1.

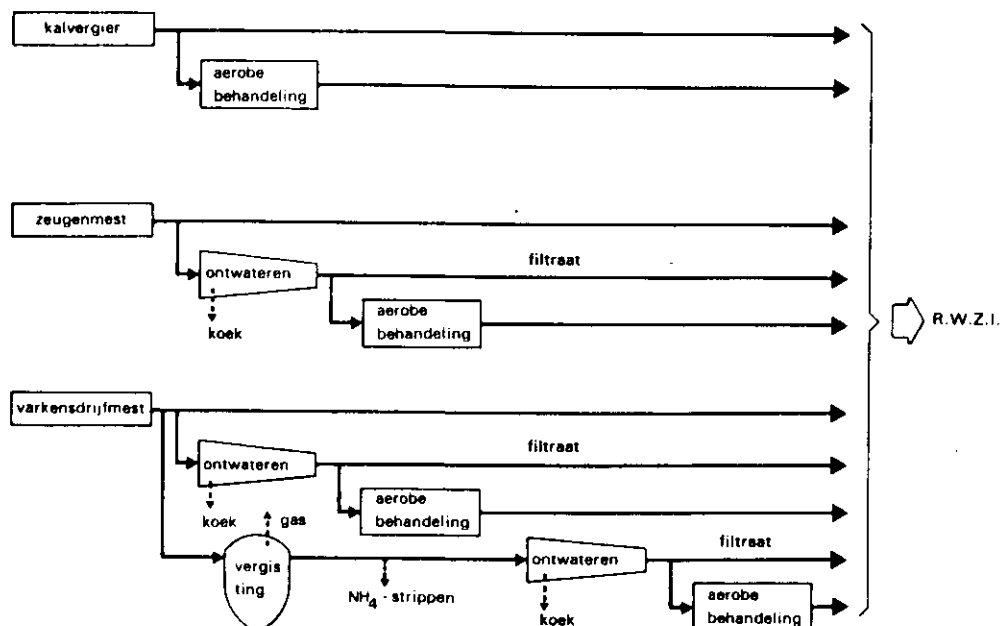
Er is op voorhand van uitgegaan, dat de verwerking van ruwe gier of mest op rwzi's als niet-realistisch kan worden beschouwd. Het CZV en het BZV zijn namelijk zo hoog, dat zelfs bij een aanzienlijke biologische overcapaciteit van de rwzi slechts een geringe hoeveelheid gier of mest kan worden verwerkt. Bovendien zouden de heffingen bij de vigerende tarieven zo hoog zijn, dat ook daarom de verwerking van ruwe gier of mest niet realistisch is (zie ook bijlage 1).

De studie is beperkt tot een evaluatie van de mogelijkheden voor een aantal voorbereekte mestfracties. Bij de keuze daarvan is in eerste instantie geen onderscheid gemaakt tussen zeugen- en varkensdrijfmest en/of tussen verse mest en vergiste mest. De volgende meststromen zijn nader bestudeerd:

- aëroob (voor-)gezuiverde kalvergier
- aëroob (voor-)gezuiverde varkensdrijfmest
- filtraat van mechanisch ontwaterde varkensdrijfmest.

In deze studie is onderkend, dat de mestproblematiek door meerdere instanties is bestudeerd. In reeds verschenen rapporten werd slechts zijdelings aandacht besteed aan het onderhavige onderwerp.

In september 1987 publiceerde het ministerie van Verkeer en Waterstaat een notitie "Mestverwerking en Waterkwaliteit", waarin aandacht wordt besteed aan de verwerking van dierlijke mest in relatie tot de grote oppervlaktewateren (2). Een aantal van de in dit rapport gebruikte gegevens is hieraan ontleend.



Figuur 1. Typen mest(fracties) (excl. omgekeerde osmose en defosfatering)

## HET MESTOVERSCHOT

Bij de berekeningen van mestoverschotten kunnen landbouwkundige- of milieuhygiënische normen worden gehanteerd.

Bij de landbouwkundige norm (IB-methode) bepaalt opbrengstdepressie of overschrijding van normen voor volksgezondheid de maximaal toelaatbare hoeveelheid.

Bij de milieuhygiënische benadering wordt uitgegaan van het principe dat niet meer voedingsstoffen op het land worden gebracht dan door de verbouwde gewassen worden opgenomen. Bij deze benadering kan verder onderscheid worden gemaakt naar voedingsstoffen, zoals nitraat en fosfaat.

Volgens het PEIO/RIVM-rapport(1) wordt in Nederland door rundvee, varkens en kippen op landbouwbedrijven momenteel 90 - 100 miljoen ton mest per jaar geproduceerd. Daarvan kan volgens de IB-norm circa 68 miljoen ton als meststof worden gebruikt door de bedrijven zelf. De resterende 20 - 30 miljoen ton moet elders, in veel gevallen buiten de eigen regio, worden afgezet.

In een notitie(3) (hierna te noemen "de notitie") van de minister van Landbouw en Visserij wordt uitvoerig ingegaan op:

- de omvang van de produktie van dierlijke mest (tabel 1);
- de hoeveelheid af te zetten mest (tabel 2);
- de factoren die van invloed zijn op de af te zetten hoeveelheid;
- de hoeveelheid mest die nu al wordt afgezet;
- een schatting van de afzetmogelijkheden;
- de voorzieningen die getroffen zullen worden.

De berekeningen in de notitie zijn uitgevoerd door het Landbouw Economisch Instituut (LEI).

	mestvolume in mln. tonnen	%
rundvee	72,0	77
vleeskalveren	1,8	2
vleesvarkens	10,8	12
fokvarkens	6,9	7
legkippen (natte mest)	1,8	2
legkippen (droge mest)	0,2	0
slachtkuikens	0,3	0
kalkoenen	0,0	0
totaal	93,8	100

Tabel 1. De samenstelling van de mestproduktie in 1985 (Bron: LEI 1986).

De ontwikkeling van het mestoverschot op bedrijfsniveau is van vele factoren afhankelijk (3):

- veranderingen in omvang en samenstelling van de veestapel;
- wijziging in het grondgebruik;
- fosfaatproduktie per dier (door verandering in het fosforgehalte van het veevoer);
- volume van de mestproduktie per dier (door vermindering van het waterverbruik);
- ontwikkeling in de richting van de produktie van meer droge mest;



- ontwikkelingen op het gebied van mestscheiding;
- beperkingen van het gebruik van dierlijke mest op fosfaatverzadigde gronden en in grondwater- en bodembeschermingsgebieden.

	in 1000 tonnen	%	in mln. kg	
			P205	%
rundvee	452	3,3	0,8	1,1
mestkalveren	1.014	7,4	1,3	1,9
mestvarkens	6.931	50,3	30,4	43,1
fokvarkens	3.334	24,2	13,3	18,8
legkippen (nat)	1.588	11,5	14,0	19,7
mestkuikens	294	2,1	7,0	9,9
<b>totaal</b>	<b>13.772</b>	<b>100,0</b>	<b>70,7</b>	<b>100,0</b>

Tabel 2. Mestoverschot op bedrijfsniveau (Bron: LEI 1986).

Op dit moment is het echter niet mogelijk aan te geven in welke mate deze ontwikkelingen de hoeveelheid af te zetten mest zullen beïnvloeden; 13,8 miljoen ton (tabel 2) is daarom slechts een indicatie.

Ten aanzien van de afzet van dierlijke mest wordt gesteld (3) dat de Nederlandse landbouw de belangrijkste mogelijkheid is. Daarnaast wordt echter ook aandacht besteed aan:

- verwerking van mest;
- export van mest;
- afzet buiten de landbouw.

In hoofdstuk 3 is aangegeven dat enkele voorbewerkte mest(fractie-)stromen nader worden bestudeerd. In dit kader zijn vooral de passages over mestverwerking in de notitie van belang:

"De verwerkingscapaciteit betreft momenteel ongeveer 175.000 ton kalvermest per jaar en circa 22.000 ton varkensmest. Voorts wordt jaarlijks in Nederland circa 12.000 ton gedroogde mest geproduceerd: ongeveer 11.000 ton gedroogde koemest en 1.000 ton van andere diersoorten (voornamelijk kippen). Op vele plaatsen bestaan bij het bedrijfsleven plannen voor uitbreiding van de verwerkingscapaciteit.

Hierbij kunnen genoemd worden: proeffabrieken voor mestverwerking in Helmond en Ede van elk 100.000 ton per jaar, scheiding van fokzeugenmest en zuivering van dunne fractie in Eibergen/Groenlo (24.000 m<sup>3</sup> per jaar), plannen voor uitbreiding van de zuivering van kalvergiel op verscheidene lokaties op de Veluwe (Ede, Barneveld, Harderwijk) en in Noord-Brabant (2 lokaties van elk 100.000 ton) en plannen voor de zuivering van kalvermest en varkensmest in Horst (100.000 à 250.000 ton). Op het totaal van de af te zetten hoeveelheid dierlijke mest van bijna 14 miljoen ton is de bestaande verwerkingscapaciteit nog zeer gering (circa 2%). In hoeverre de plannen voor uitbreiding al op korte termijn een bijdrage zullen leveren aan de afzetmogelijkheden is afhankelijk van de snelheid waarmee ze ook daadwerkelijk tot stand komen. Realisering van al deze plannen komt overeen met 10% van de af te zetten hoeveelheid in de eerste fase van de normering. Verwerking van mest geeft weliswaar restprodukten, doch het volume ervan is relatief klein. Transport naar een plaats waar het produkt kan worden gebruikt, kost veel minder dan transport van onverwerkte mest".

Opvallend is, dat nog relatief geringe hoeveelheden worden verwerkt en dat veel plannen bestaan om de verwerkingscapaciteit uit te breiden. Voor wat betreft het volume reststoffen zal het duidelijk zijn dat bij biologische (voor)zuivering van kalvergier of varkensdrijfmest nauwelijks of geen volumereductie optreedt.

Aan het rapport "Mestverwerking en Waterkwaliteit"(2) is tabel 3 ontleend. Deze tabel berust op gegevens uit rapporten van de Rijksuniversiteit Utrecht, het Landbouwkundig Economisch Instituut en de Werkgroep Intensieve Veehouderij.

	landbouwkundige (IB) benadering	milieuhygiënische benadering	
		nitraat- benadering	fosfaat- benadering
varkensdrijfmest (8% d.s.)	9.500.000	11.800.000	11.500.000
kippedrijfmest (16% d.s.)	2.600.000	2.700.000	2.600.000
rundveedrijfmest (9,5% d.s.)	250.000	19.900.000	3.500.000
mestkalverdrijfmest (2% d.s.)	150.000	300.000	300.000
afgedragen champignonmest	450.000	500.000	200.000
totaal O, Z en C	13 miljoen*	35 miljoen*	18 miljoen* 27 miljoen**
landelijk overschot***	18 miljoen		40 miljoen

Tabel 3. Mestoverschotten in de drie zandgrondgebieden in tonnen (Oost, Zuid en Centraal).

\* bron rapport RUU

\*\* bron rapport Werkgroep Intensieve Veehouderij

\*\*\* bron rapport LEI

Uit tabel 3 blijkt dat het om bijzonder grote hoeveelheden gaat. Verwerking van meststoffen op rwzi's kan dus alleen een significante bijdrage aan de oplossing van de mestproblematiek leveren, als relatief grote hoeveelheden kunnen worden verwerkt.

In tabel 4 is de samenstelling van een aantal mestsoorten weergegeven.

De cijfers voor onbehandelde mest zijn ontleend aan de nota "Mestverwerking en Waterkwaliteit"(2).

parameter	rundvee- drijf- mest	kalver- drijf- mest	varkens- drijf- mest	fok- zeugen- drijf- mest	kippe- drijf- mest	aëroob gezuiv- erde kalver- gier	aëroob gezuiv- erde varkens- drijf- mest	filtraat ontwaterde varkens- drijf- mest
droge stof (%)	9,5	2,0	8,0	± 3	16,0	-	-	-
CZV (mg/l)	100.000	16.000	100.000	30.000	33.800	750	2.800	20.000
BZV (mg/l)	25.000	7.500	25.000	10.000	15.000	50	125	10.000
N <sub>tot</sub> (mg/kg mest)	4.500	3.000	6.000	3.000	11.000	50	150	3.400
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg mest)	1.800	1.300	4.700	2.500	9.400	900	225	450
Cl (mg/l)	3.000	2.300	1.600	1.000	2.000	2.500	2.000	2.000
K <sub>2</sub> O (mg/l)	5.000	2.400	6.500	3.000	4.500	3.600	5.400	5.400
SO <sub>4</sub> (mg/l)	180	180	180	180	180			
Cd (mg/kg)	0,07	0,03	0,09	0,03	0,25			
Cu (mg/kg)	4,3	1,8	50	20	20			
Zn (mg/kg)	16	26	42	20	64			

Tabel 4. Samenstelling van enkele mestsoorten.

De cijfers voor behandelde mest hebben vooral betrekking op het effluent van de kalvergierzuiseringen op de Veluwe en de proefinstallatie te Sterksel. Uit deze cijfers blijkt, ondermeer, dat in mest en gier grote hoeveelheden chlo-ride en kalium aanwezig zijn.

Tenslotte moet nog worden opgemerkt, dat de biologische zuivering van kalvergier op de Veluwe niet altijd naar tevredenheid verloopt; de problemen moeten worden toegeschreven aan de eenzijdige samenstelling van kalvergier. Met name de lage CZV/N-verhouding maakt een speciale bedrijfsvoering noodzakelijk.

## 5 MESTSTOFFEN OP RWZI'S

### 5.1 Algemeen

Mest bevat stoffen die door de, in Nederland toegepaste zuiveringssystemen niet uit afvalwater worden verwijderd. De concentratie van deze stoffen wordt bij behandeling op rwzi's alleen verlaagd (door verdunning met stedelijk afvalwater).

Door behandeling van verdunde en/of voorgezuiverde mest kan de chloridenorm voor effluent worden overschreden, omdat relatief geringe hoeveelheden aëroob voorgezuiverde kalvergiër een grote hoeveelheid chloride bevatten. Dit geldt ook voor kalium dat met name in varkensdrijfmest in relatief hoge concentraties voorkomt.

Uit de praktijk blijkt dat "mest" en "gewoon afvalwater" in de verhouding 1:10 probleemloos op rwzi's verwerkt kunnen worden.

Vrijwel onverdunde mest kan in slechts zeer kleine hoeveelheden worden verwerkt vanwege de hoge CZV- en BZV-waarden.

### 5.2 Eisen aan de samenstelling van het effluent

Er zijn geen eenduidige normen of richtlijnen voor de maximaal toelaatbare concentratie van chloride en kalium in het effluent van rwzi's.

In de hierna volgende beschouwingen en berekeningen wordt uitgegaan van een grenswaarde van 300 mg/l voor chloride in het effluent van rwzi's. Deze keuze is overigens niet ontleend aan concrete normen. In het IMP-water 1985 - 1989(4) is chloride ingedeeld in groep 2: stoffen waarvan het voorkomen behalve door verontreiniging ook kan worden bepaald door natuurlijke omstandigheden. Voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater wordt voor chloride een waarde < 200 mg/l genoemd. Voor gebruik van water in de landbouw worden voor het chloridegehalte vier niveaus onderscheiden:

- niveau 1:

waarden gericht op het gebruik van oppervlaktewater in de substraatteelt en de glastuinbouw (gevoelige gewassen).

elektrisch geleidingsvermogen < 50 mS/m

en/of chloride < 50 mg/l Cl

- niveau 2:

waarden gericht op het gebruik van oppervlaktewater in de glastuinbouw (minder gevoelige gewassen) en in de vollegrondtuinbouw (gevoelige gewassen)

chloride < 200 mg/l Cl

waarden gericht op het gebruik van oppervlaktewater voor veedrenking

chloride < 250 mg/l Cl

- niveau 3:

waarden gericht op het gebruik van oppervlaktewater in de vollegrondtuinbouw (minder gevoelige gewassen)

chloride < 500 mg/l Cl

- niveau 4:

waarden gericht op het gebruik van oppervlaktewater in akker- en weidebouw

chloride < 1000 mg/l Cl .

Het chloridegehalte in het effluent van rioolwaterzuiveringsinrichtingen kan sterk variëren, bijvoorbeeld door het gebruik van wegzout voor gladheidsbestrijding (door gemengde rioolstelsels wordt een groot deel bij dooi naar de rwzi afgevoerd). Daarnaast lozen sommige industrieën grote hoeveelheden chloride; deze lozingen zijn in veel gevallen bepalend.

Aan kalium wordt in het IMP-water 1985-1989 geen aandacht besteed. In de EG-richtlijnen voor de kwaliteit van oppervlaktewater, dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater en/of waaraan de functies zwemwater en/of water voor

zalm- en karperachtigen en schelpdieren zijn toegekend, worden evenmin normen voor kalium genoemd.

Een zeer globaal literatuuronderzoek leverde weinig gegevens over de toxiciteit van kalium. Enkele bronnen melden, dat het met kalium aanwezige anion veelal een grotere toxiciteit heeft dan het kaliumion zelf.

In "Paramètres de la Qualité des Eaux" van P. Bremond en R. Vuichard(5) wordt vermeld, dat water met een kaliumconcentratie > 1000 mg/l een purgerend effect heeft op de mens. De smaakgrens varieert per individu, maar bedraagt ongeveer 340 mg KCl/l. De lethale concentratie voor stekelbaarsjes bedraagt 50 mg K<sup>+</sup>/l.

Voor de macrofauna worden de volgende concentraties toxisch genoemd:

- 200 mg K<sup>+</sup>/l voor vlokreeften
- 700 mg K<sup>+</sup>/l voor vedermuggen
- 1000 mg K<sup>+</sup>/l voor kokerjuffers.

Het kaliumgehalte in een aantal Europese oligotrofe en/of mesotrofe meren bedraagt 0,4 à 1,5 mg/l, terwijl in eutrofe meren gerekend mag worden met 5 à 6 mg/l.

De relatief geringe toxiciteit in relatie tot de gewoonlijk lage concentraties gaf tot nu toe kennelijk geen aanleiding om bijzondere aandacht aan kalium te besteden.

In het voorwoord bij de "Aanbevelingen 1984" van de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland (VEWIN) wordt expliciet vermeld dat vooral aandacht is geschonken aan de relatie tot de wetgeving en in het bijzonder aan het gewijzigde waterleidingbesluit(8); aan kalium wordt echter geen aandacht besteed.

Deze wijziging was het gevolg van het feit dat door de Raad van Ministers van de EG op 15 juli 1980 de "Richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water" werd vastgesteld. In die richtlijn wordt wél aandacht aan het element kalium besteed. Als richtniveau wordt 10 mg/l genoemd, terwijl als maximaal toelaatbare concentratie 12 mg/l is vastgesteld. Het is overigens niet waarschijnlijk dat deze waarden zijn gebaseerd op toxicologisch onderzoek.

Het kaliumgehalte in mestfracties is dermate hoog, dat het een significante invloed op de concentratie in het ontvangende water kan hebben, wanneer aanzienlijke hoeveelheden mest op een rwzi worden verwerkt.

In het voorgaande is uitgegaan van gegevens die gebaseerd zijn op de huidige gang van zaken in de intensieve veehouderij.

In principe is het echter mogelijk om door een gerichte keuze van de grondstoffen voor veevoeders het kalium- en chloridegehalte in mest en gier te verlagen. Dat is voor het element koper reeds eerder gebeurd. De hoeveelheid koper die aan veevoeders wordt toegevoegd, is in de beginjaren tachtig aanzienlijk verminderd(6).

Chloride wordt soms extra toegevoegd, meestal in de vorm van keukenzout. Nagegaan zou kunnen worden of de hoeveelheid zout die wordt toegevoegd, kan worden verminderd.

Kalium wordt niet extra aan veevoeders toegevoegd, maar is van nature in de ruwe grondstoffen voor mengvoeders aanwezig. Voor de verschillende graansoorten kan het kaliumgehalte variëren van 0,8-5,2 g/kg (7).

Het kaliumgehalte van veevoeders kan in principe dus worden gevarieerd. Het is echter niet zeker of in de praktijk een aanzienlijke verlaging mogelijk is.

Naast chloride en kalium spelen nog andere factoren een rol bij de beoordeling van de kwaliteit van effluent. Aan een aantal van deze factoren wordt in

hoofdstuk 6 aandacht besteed. Voor de BZV-, CZV-, Kjeldahlstikstof- en fosfaatreductie zijn daarin verschillende mogelijkheden doorgerekend, omdat niet bekend is hoe deze stoffen zich gedragen; daarvoor is experimenteel onderzoek nodig.

Mestfracties kunnen een bruine of zelfs zwarte kleur hebben. Het is niet zeker dat de kleurstoffen in de rwzi worden verwijderd. Ook daarvoor is experimenteel onderzoek nodig.

Met mestfracties kunnen ook ziekteverwekkende organismen worden aangevoerd. Het is echter niet bekend of deze in het zuiveringsproces worden verwijderd. Ze kunnen in principe dus zowel in het effluent als in het slib terecht komen. In deze studie wordt daaraan verder geen aandacht besteed; dat zal wel moeten gebeuren als concrete voornemens bestaan om mestfracties op een rwzi te gaan verwerken.

In de nota "Mestverwerking en Waterkwaliteit"(2) wordt uitvoerig aandacht besteed aan de eisen, die moeten worden gesteld aan het effluent van mestverwerkingssystemen. Men heeft zich daarbij beperkt tot effluënten die direct op rijkswateren worden geloosd. Een resumé van de eisen voor lozing op zoet oppervlaktewater is gegeven in bijlage 2.

## 6 BEREKENINGEN

### 6.1 Uitgangspunten

Bij de berekeningen is uitgegaan van een rwzi met een biologische capaciteit van 100.000 i.e. Daarbij is aangenomen, dat bij dwa 121 l water per i.e. per dag wordt aangevoerd. Alleen zeer laagbelaste (oxydatiesloot) en laagbelaste actief-slibsystemen zijn in de berekeningen betrokken. De uitgangspunten voor de ontwerpgrondslagen, de samenstelling van de mestfracties, en de verwijderingsrendementen in de voorbezinktank zijn gegeven in de bijlagen 3 en 4.

Het is niet zinvol de berekeningen uit te voeren voor verschillende capaciteiten (aangezien het om verhoudingen gaat) en andere zuiveringssystemen (daarvan zijn er te weinig).

De cijfers voor de samenstelling van de mestfracties hebben vooral betrekking op het effluent van de kalvergierzouiveringen op de Veluwe en de proefinstallatie te Sterksel. Bij de berekeningen is er van uitgegaan dat kalium en chloride in de rwzi niet uit het afvalwater worden verwijderd, maar uitsluitend worden verdund.

"Overcapaciteit" van de rwzi is gedefinieerd als biologische capaciteit. Bij de berekeningen is er van uitgegaan dat de overcapaciteit steeds volledig wordt gebruikt voor de verwerking van mest. Een percentage mest van nul betekent dus, dat de zuiveringsinrichting 100% is belast met "gewoon" afvalwater.

Het is niet bekend hoe CZV, BZV, Kjeldahlstikstof en fosfaat uit mest zich precies gedragen in het zuiveringsproces. Omdat dit alleen experimenteel kan worden bepaald, zijn daarom steeds verschillende mogelijkheden doorgerekend.

### 6.2 Voorgezuiverde kalvergier

CZV, BZV en Kjeldahlstikstofgehalte van aëroob voorgezuiverde kalvergier zijn laag, de chloride-, kalium- en fosfaatgehalten hoog.

In de tabellen 5 en 6 zijn de berekeningsresultaten voor zeer laagbelaste en laagbelaste systemen gegeven.

Uit tabel 5 blijkt dat de voor chloride gekozen grenswaarde van 300 mg/l in beide gevallen reeds bij een mestbelasting van 6% wordt bereikt. Dit percentage komt overeen met ongeveer 900 m<sup>3</sup>/dag voor een rwzi van 100.000 i.e. en is zo gering dat geen bijzondere problemen met de werking van de rwzi worden verwacht (ter vergelijking: de capaciteit van een kalvergierzouiveringsinrichting zoals de "Kleine Kolonie" te Elspeet bedraagt 250 m<sup>3</sup>/dag). Experimenteel onderzoek wordt bij een dergelijk klein mestaandeel in de totale belasting van de rwzi niet zinvol geacht.

Bij een mestgehalte van 6% stijgt het kaliumgehalte van het effluent met een factor 20 tot ruim 210 mg/l voor zeer laagbelaste systemen en met een factor 16 tot circa 160 mg/l voor laagbelaste systemen. Daarnaast moet worden gerekend op verhoging van het fosfaatgehalte, CZV, BZV en Kjeldahlstikstof in het effluent (zie hiervoor de tabellen 5 en 6).

Om te komen tot een structurele oplossing voor het kalvergieroverschot op de Veluwe is op initiatief van de Provincie Gelderland een plan ontwikkeld voor de bouw van zuiveringsinrichtingen te Elspeet-Uddel, Putten, Ede, Barneveld en Harderwijk. Deze zullen in 1990 per jaar 576.500 m<sup>3</sup> kalvergier reinigen. Dit komt overeen met ongeveer 1600 m<sup>3</sup>/dag.

Bij voldoende overcapaciteit kan verwerking op rwzi's dus een aanzienlijke bijdrage aan de oplossing van het kalvergierprobleem leveren, mits verhoging van kaliumgehalte van het effluent milieuhygiënisch aanvaardbaar is.

Mest (% van de O <sub>2</sub> -vraag)	zeer laagbelast systeem				laagbelast systeem			
	0	2	4	6	0	2	4	6
<u>Debiet (m<sup>3</sup>/d)</u>								
- afvalwater	12.100	11.858	11.616	11.374	12.100	11.858	11.616	11.374
- mest	0	278	556	834	0	212	424	636
- totaal	12.100	12.136	12.172	12.208	12.100	12.070	12.040	12.010
- percentage van ontwerp	100	100	101	101	100	100	100	99
<u>Zuurstofvraag (kg O<sub>2</sub>/d)</u>								
- afvalwater	13.604	13.332	13.060	12.788	10.364	10.157	9.949	9.742
- mest	0	272	544	816	0	207	415	622
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (normaal proces)								
- CZV	94	94	94	95	274	275	276	278
- BZV	44	43	42	42	119	117	115	113
- Nkj	9	9	9	9	35	34	34	34
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (adsorptie stof aan slib)								
- CZV	94	92	90	88	274	269	263	258
- BZV	44	43	42	41	119	117	114	112
- Nkj	9	9	9	9	35	34	33	32
<u>Invloed op CZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	50	50	50	50	57	67	67	67
- adsorptie 50%	50	57	64	72	67	72	77	82
- verdunning	50	56	62	67	57	67	72	77
<u>Invloed op BZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	5	5	5	5	9	9	9	9
- adsorptie 50%	5	5	6	6	9	9	9	10
- verdunning	5	6	7	8	9	10	10	11
<u>Invloed op Nkj (mg/l)</u>								
- normaal proces	7	7	7	7	16	16	16	16
- adsorptie 50%	7	7	7	8	16	16	16	16
- verdunning	7	8	9	9	16	17	17	18
<u>Invloed op P<sub>tot</sub> (mg/l)</u>								
- normaal 40%	11	17	22	27	9	13	17	21
- verdunning	11	20	29	38	9	16	23	30
<u>Invloed op Cl<sup>-</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	150	204	257	311	150	191	233	274
<u>Invloed op K<sup>+</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	10	79	147	214	10	62	115	168

Tabel 5. Berekeningen aan aëroob voorgezuiverde kalvergier.



Mest (% van de O <sub>2</sub> -vraag)	zeer laagbelast systeem				laagbelast systeem			
	0	10	20	30	0	10	20	30
<u>Debiet (m<sup>3</sup>/d)</u>								
- afvalwater	12.100	10.890	9.680	8.470	12.100	10.890	9.680	8.470
- mest	0	1.390	2.781	4.171	0	1.059	2.118	3.178
- totaal	<u>12.100</u>	<u>12.280</u>	<u>12.461</u>	<u>12.641</u>	<u>12.100</u>	<u>11.949</u>	<u>11.798</u>	<u>11.648</u>
- percentage van ontwerp	100	101	103	104	100	99	98	96
<u>Zuurstofvraag (kg O<sub>2</sub>/d)</u>								
- afvalwater	13.604	12.244	10.884	9.523	10.364	9.328	8.291	7.255
- mest	0	1.360	2.721	4.081	0	1.036	2.073	3.109
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (normaal proces)								
- CZV	94	95	96	97	274	280	286	291
- BZV	44	40	37	33	119	109	100	90
- Nkj	9	9	9	9	35	33	32	31
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (adsorptie stof aan slib)								
- CZV	94	85	75	66	274	247	219	192
- BZV	44	40	35	31	119	107	95	83
- Nkj	9	8	7	6	35	31	28	24
<u>Invloed op CZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	50	50	50	51	67	67	68	68
- adsorptie 50%	50	86	120	154	67	93	119	147
- verdunning	50	128	204	278	67	126	186	249
<u>Invloed op BZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	5	5	4	4	9	9	8	8
- adsorptie 50%	5	7	9	11	9	10	11	12
- verdunning	5	10	14	19	9	12	16	19
<u>Invloed op Nkj (mg/l)</u>								
- normaal proces	7	6	6	6	16	16	15	15
- adsorptie 50%	7	9	11	12	16	17	17	18
- verdunning	7	11	16	21	16	19	22	25
<u>Invloed op P<sub>tot</sub> (mg/l)</u>								
- normaal 40%	11	37	62	87	9	30	51	72
- verdunning	11	55	98	140	9	44	79	116
<u>Invloed op Cl<sup>-</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	150	416	674	925	150	358	572	791
<u>Invloed op K<sup>+</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	10	349	677	997	10	275	547	826

Tabel 6. Berekeningen aan aëroob voorgezuiverde kalvergiel (vervolg)

### 6.3 Aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest

BZV en CZV van aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest zijn hoger dan van aëroob voorgezuiverde kalvergiër, terwijl het chloridegehalte aanzienlijk lager is.

Voor beide systemen wordt de gekozen grenswaarde voor chloride (300 mg/l) dan ook pas bij circa 20% mestbelasting bereikt (tabel 8). Bij deze mestbelasting bedraagt het kaliumgehalte van het effluent voor zeer laagbelaste systemen 345 mg/l en voor laagbelaste systemen 270 mg/l, een toename met een factor 34, respectievelijk 26.

Uit tabel 7 blijkt dat bij een mestbelasting van 6% nog circa 100 mg kalium per liter effluent mag worden verwacht, terwijl de door sommige waterkwaliteitsbeheerders gehanteerde norm van 100 mg CZV per liter effluent wordt overschreden, indien allen verdunning van het mest-CZV optreedt.

De noodzaak voor experimenteel onderzoek - in eerste instantie op laboratoriumschaal - naar hoge mestbelastingen (>10%) wordt bepaald door de maximaal toelaatbare kaliumconcentratie van het effluent.

### 6.4 Filtraat van ontwaterde varkensdrijfmest

Het filtraat van ontwaterde varkensdrijfmest wordt gekenmerkt door een zeer hoog BZV en CZV. De grenzen worden in dit geval dan ook niet bepaald door de verhoging van het chloride- en/of kaliumgehalte van het effluent.

In tabel 9 zijn de resultaten van de berekeningen voor zeer laagbelaste en laagbelaste systemen bij een mestbelasting van 0, 10, 20 en 30% weergegeven.

Gezien het verschil tussen het filtraat van varkensdrijfmest en aëroob voorbehandelde varkensdrijfmest mag worden aangenomen dat voor de verwijdering van BZV en CZV kan worden uitgegaan van een "normaal proces". Toevoer van filtraat van varkensdrijfmest zal dus geen of slechts kleine verschillen voor deze parameters in het effluent veroorzaken.

Vanwege het hoge BZV en CZV van het filtraat van varkensdrijfmest kunnen slechts geringe volumes worden geaccepteerd.

Aangezien de heffingen gebaseerd zijn op BZV gaat de verwerking van deze kleine hoeveelheden gepaard met extreem hoge kosten. Verwerking van het filtraat van ontwaterde varkensdrijfmest op een rwzi is daardoor niet reëel. Experimenteel onderzoek aan deze mogelijkheid is derhalve niet zinvol.

Mest (% van de O <sub>2</sub> -vraag)	zeer laagbelast systeem				laagbelast systeem			
	0	2	4	6	0	2	4	6
<u>Debiet (m<sup>3</sup>/d)</u>								
- afvalwater	12.100	11.858	11.616	11.374	12.100	11.858	11.616	11.374
- mest	0	78	156	234	0	59	119	178
	<u>12.100</u>	<u>11.936</u>	<u>11.772</u>	<u>11.608</u>	<u>12.100</u>	<u>11.917</u>	<u>11.735</u>	<u>11.552</u>
- totaal								
- percentage van ontwerp	100	99	97	96	100	98	97	95
<u>Zuurstofvraag (kg O<sub>2</sub>/d)</u>								
- afvalwater	13.604	13.332	13.060	12.788	10.364	10.157	9.949	9.742
- mest	0	272	544	816	0	207	415	622
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (normaal proces)								
- CZV	94	94	95	95	274	276	277	279
- BZV	44	43	42	42	119	117	115	113
- Nkj	9	9	9	9	35	34	34	34
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (adsorptie stof aan slib)								
- CZV	94	92	90	88	274	269	263	258
- BZV	44	43	42	41	119	117	114	112
- Nkj	9	9	9	9	35	34	33	32
<u>Invoed op CZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	50	50	50	50	67	67	67	67
- adsorptie 50%	50	59	67	77	67	73	80	87
- verdunning	50	68	86	105	67	80	94	108
<u>Invoed op BZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	5	5	5	5	9	9	9	9
- adsorptie 50%	5	5	5	6	9	9	9	10
- verdunning	5	6	6	7	9	10	10	11
<u>Invoed op Nkj (mg/l)</u>								
- normaal proces	7	7	7	6	16	16	16	16
- adsorptie 50%	7	7	7	8	16	16	17	17
- verdunning	7	7	8	9	16	17	17	18
<u>Invoed op P<sub>tot</sub> (mg/l)</u>								
- normaal 40%	11	12	12	12	9	9	10	10
- verdunning	11	12	13	13	9	10	10	11
<u>Invoed op Cl<sup>-</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	150	162	175	187	150	159	169	179
<u>Invoed op K<sup>+</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	10	39	70	101	10	32	56	79

Tabel 7. Berekeningen aan aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest.

Mest (% van de O <sub>2</sub> -vraag)	zeer laagbelast systeem				laagbelast systeem			
	0	10	20	30	0	10	20	30
<u>Debiet (m<sup>3</sup>/d)</u>								
- afvalwater	12.100	10.890	9.680	8.470	12.100	10.890	9.680	8.470
- mest	0	390	781	1.171	0	279	595	892
- totaal	<u>12.100</u>	<u>11.280</u>	<u>10.461</u>	<u>9.641</u>	<u>12.100</u>	<u>11.187</u>	<u>10.275</u>	<u>9.362</u>
- percentage van ontwerp	100	93	86	80	100	92	85	77
<u>Zuurstofvraag (kg O<sub>2</sub>/d)</u>								
- afvalwater	13.604	12.244	10.884	9.523	10.364	9.328	8.291	7.255
- mest	0	1.360	2.721	4.081	0	1.036	2.073	3.109
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (normaal proces)								
- CZV	94	96	97	99	274	281	289	296
- BZV	44	40	36	32	119	109	98	88
- Nkj	9	9	9	8	35	33	31	30
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (adsorptie stof aan slib)								
- CZV	94	85	75	66	274	247	219	192
- BZV	44	40	35	31	119	107	95	83
- Nkj	9	8	7	6	35	31	28	24
<u>Invoed op CZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	50	50	51	51	67	68	68	68
- adsorptie 50%	50	95	148	210	67	101	140	188
- verdunning	50	144	253	380	67	138	221	322
<u>Invoed op BZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	5	5	4	4	9	9	8	8
- adsorptie 50%	5	7	9	11	9	10	11	13
- verdunning	5	9	13	19	9	12	15	19
<u>Invoed op Nkj (mg/l)</u>								
- normaal proces	7	6	6	6	16	16	15	15
- adsorptie 50%	7	9	11	14	16	17	19	20
- verdunning	7	11	17	24	16	19	23	28
<u>Invoed op P<sub>tot</sub> (mg/l)</u>								
- normaal 40%	11	13	15	17	9	10	12	14
- verdunning	11	14	18	22	9	12	14	18
<u>Invoed op Cl<sup>-</sup> (mg/l)</u> (verdunning)								
	150	214	288	375	150	199	257	326
<u>Invoed op K<sup>+</sup> (mg/l)</u> (verdunning)								
	10	165	345	555	10	129	270	438

Tabel 8. Berekeningen aan aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest.(vervolg)

Mest (% van de O <sub>2</sub> -vraag)	zeer laagbelast systeem				laagbelast systeem			
	0	10	20	30	0	10	20	30
<u>Debiet (m<sup>3</sup>/d)</u>								
- afvalwater	12.100	10.890	9.680	8.470	12.100	10.890	9.680	8.470
- mest	0	38	77	115	0	29	58	87
- totaal	<u>12.100</u>	<u>10.928</u>	<u>9.757</u>	<u>8.585</u>	<u>12.100</u>	<u>10.919</u>	<u>9.738</u>	<u>8.557</u>
- percentage van ontwerp	100	90	81	71	100	90	80	71
<u>Zuurstofvraag (kg O<sub>2</sub>/d)</u>								
- afvalwater	13.604	12.244	10.884	9.523	10.364	9.328	8.291	7.255
- mest	0	1.360	2.721	4.081	0	1.036	2.073	3.109
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (normaal proces)								
- CZV	94	92	91	89	274	271	268	265
- BZV	44	43	43	42	119	119	119	120
- Nkj	9	10	10	10	35	35	36	37
<u>Slibbelasting (g/kg.d)</u> (adsorptie stof aan slib)								
- CZV	94	85	75	66	274	247	219	192
- BZV	44	40	35	31	119	107	95	83
- Nkj	9	8	7	6	35	31	28	24
<u>Invloed op CZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	50	50	50	49	67	67	67	66
- adsorptie 50%	50	84	125	179	67	92	123	162
- verdunning	50	119	204	312	67	118	182	265
<u>Invloed op BZV (mg/l)</u>								
- normaal proces	5	5	5	5	9	9	9	9
- adsorptie 50%	5	22	44	72	9	22	39	60
- verdunning	5	40	83	138	9	36	69	111
<u>Invloed op Nkj (mg/l)</u>								
- normaal proces	7	7	7	7	16	16	17	17
- adsorptie 50%	7	13	20	30	16	21	27	34
- verdunning	7	19	34	53	16	25	37	51
<u>Invloed op P<sub>tot</sub> (mg/l)</u>								
- normaal 40%	11	12	12	13	9	9	10	10
- verdunning	11	12	13	14	9	10	10	11
<u>Invloed op Cl<sup>-</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	150	156	165	175	150	155	161	169
<u>Invloed op K<sup>+</sup> (mg/l)</u> (verdunning)	10	26	45	70	10	22	37	56

Tabel 9. Berekeningen aan filtraat ontwaterde varkensdrijfmest.

## CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dierlijke meststoffen kunnen worden verwerkt op rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) met biologische overcapaciteit. Zij bevatten echter veel chloride en kalium, elementen die in rwzi's niet of nauwelijks uit het afvalwater worden verwijderd.

Richtlijnen of richtwaarden voor chloride- en kaliumgehalte van effluent en/of oppervlaktewater moeten nog worden geformuleerd; zolang dit niet het geval is, is verder onderzoek niet zinvol.

Voor zulk onderzoek\* komen aëroob voorgezuiverde kalvergiervast en -varkensdrijfmest in aanmerking. Daarbij zal aandacht moeten worden besteed aan CZV, BZV en Nkj, omdat niet zeker is dat het gedrag van zuurstofvragende stoffen uit mest en "gewoon" stedelijk afvalwater hetzelfde is; afhankelijk van de mate van afbraak kunnen emissie-eisen worden overschreden. Bij mestbelastingen tot 10% zijn er echter nog geen problemen.

Ook de kleur van het effluent en het fosfaatgehalte zullen in dergelijk onderzoek moeten worden betrokken, het laatste vanwege de fosfaatproblematiek en de sterke relatie met de slibverwerking.

Verwerking van het filtraat van varkensdrijfmest op rwzi's is niet aantrekkelijk vanwege de hoge kosten die daarvoor in rekening moeten worden gebracht. Verder onderzoek aan deze mogelijkheid is daardoor niet zinvol.

\*Op de Veluwe wordt aëroob voorgezuiverde kalvergiervast op rwzi's verwerkt, terwijl in Noord-Limburg plannen bestaan om datzelfde te gaan doen met aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest. Onderzoek op praktijkschaal behoort derhalve tot de mogelijkheden

## LITERATUUR

1. "Afzetmogelijkheden buiten de landbouw van produkten uit verwerking van vergiste mest", september 1986. Nationaal Onderzoekprogramma Hergebruik van Afvalstoffen.  
Heidemij Adviesbureau te Arnhem, rapportno. 680/3714/R007.
2. "Mestverwerking en Waterkwaliteit", september 1987. Verwerking van dierlijke mest in relatie tot de grote oppervlaktewateren.  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
3. "De afzetmogelijkheden van dierlijke meststoffen".  
Tweede Kamer, vergaderjaar 1986-1987, 19883 nrs. 1-2.
4. "De Waterkwaliteit in Nederland".  
Indicatief meerjarenprogramma Water 1985-1989.  
Staatsdrukkerij, 's-Gravenhage, 1986.  
ISBN 90 12 05358 7.
5. Bremond, R. en Vuichard, R.  
"Paramètres de la Qualité des Eaux".  
Ministère de la protection de la nature et de l'environnement.
6. Mndstat. landb. (CBS) 86/6 blz. 37.
7. Veevoedertabel 1982.
8. KB 220, Staatsblad 1984.

Berekening van de kosten per m<sup>3</sup> mest op basis van zuurstofvraag

Bij de berekeningen is er vanuit gegaan dat de mest regelmatig verdeeld over het jaar wordt aangeboden en dat de heffing fl. 50,-- per heffingsequivalent per jaar bedraagt.

Alle berekeningen zijn uitgevoerd op basis van CZV en Kjeldahlstikstof.

Voor aëroob voorgezuiverde mestsoorten is bovendien de heffing op basis van BZV en Kjeldahlstikstof berekend.

De bij de berekeningen gebruikte formule luidt als volgt:

$$\text{prijs per m}^3 = \frac{\text{CZV} \left( v = \frac{10}{3} \text{ BZV} \right) + 4,57 * \text{Kj.N} * 50}{365 * 136} \text{ in guldens}$$

1. Kalverdrijfmest:

$$\frac{15.000 + 4,57 * 2.700}{365 * 136} * 50 = f 27,53 \text{ per m}^3$$

2. Varkensdrijfmest:

$$\frac{90.000 + 4,57 * 6.800}{365 * 136} * 50 = f 121,95 \text{ per m}^3$$

3. Aëroob voorgezuiverde kalvergiert:

op basis van CZV

$$\frac{750 + 4,57 * 50}{365 * 136} * 50 = f 0,99 \text{ per m}^3$$

op basis van BZV

$$\frac{10/3 * 50 + 4,57 * 50}{365 * 136} * 50 = f 0,40 \text{ per m}^3$$

4. Aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest:

op basis van CZV

$$\frac{2.800 + 4,57 * 150}{365 * 136} * 50 = f 3,51 \text{ per m}^3$$

op basis van BZV

$$\frac{10/3 * 125 + 4,57 * 150}{365 * 136} * 50 = f 1,11 \text{ per m}^3$$

5. Filtraat varkensdrijfmest:

$$\frac{20.000 + 4,57 * 3.400}{365 * 136} * 50 = f 35,80 \text{ per m}^3$$



Emissie-eisen bij lozing op zoet oppervlaktewater

Bij de formulering van de eisen werd uitgegaan van de functies en waterkwaliteitsdoelstellingen en de huidige kwaliteit van een aantal grote oppervlaktewateren.

In onderstaande tabel zijn de resultaten samengevat.

watersysteem	minimum inspanning	indicatieve emissiewaarden, gezien vanuit de toegepaste technieken
Maas	hyperfiltratie of vergelijkbaar	$K^{\max} = 400 \text{ mg/l}$ $Cl^{\max} = 150 \text{ mg/l}$ $P^{\max} = 2 \text{ mg/l}$ $N^{\max} = 20 \text{ mg/l}$ $X_{j\max}$
Waal	biologisch gezuiverd met defosfatering	$P^{\max} = 20 \text{ mg/l}$
Lek	hyperfiltratie of vergelijkbaar	$K^{\max} = 400 \text{ mg/l}$ $Cl^{\max} = 150 \text{ mg/l}$ $P^{\max} = 2 \text{ mg/l}$ $N^{\max} = 20 \text{ mg/l}$ $X_{j\max}$
IJssel	biologisch gezuiverd met vergaande defosfatering/hyperfiltratie of vergelijkbaar	$P^{\max} = 10 \text{ mg/l}$
Randmeren	biologisch gezuiverd met zeer vergaande defosfatering of vóórdefosfatering en lozing via defosfaterende communale rwzi	$P^{\max} = 0,2-0,5 \text{ mg/l}$

influent		g/i.e.d	mg/l
- CZV		94	777
- BZV		44	363
- Nkj		9,2	76
- Ptot		2,3	19
- Cl <sup>-</sup>		18	150
- K <sup>+</sup>		1,2	10
zuurstofvraag (kg O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	1,1		
i.e.'s/m <sup>3</sup>	8,3		
<b>afloop voorbezinktank</b>			
- CZV	verwijdering 30%	66	544
- BZV	verwijdering 35%	29	236
- Nkj	verwijdering 10%	8	68
- Ptot	verwijdering 20%	1,8	15
- Cl <sup>-</sup>	verwijdering 0%	18	150
- K <sup>+</sup>	verwijdering 0%	1,2	10
zuurstofvraag (kg O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	0,9		
i.e.'s/m <sup>3</sup>	4,8		
<b>beschouwde systemen<sup>1)</sup></b>			
grootheid	dimensie	zeer laagbelast actief-slibstelsysteem	laagbelast actief-slib met voorbezinktank
volume per i.e. <sup>2)</sup>	l/i.e.	250	80
volume aëratie	m <sup>3</sup>	25.000	8.000
beluchttingscap. <sup>3)</sup>	kg O <sub>2</sub> /d	13.604	10.364
slibgehalte	kg/m <sup>3</sup>	4	3

Tabel 10. Uitgangspunten bij de mestverwerking op rwzi's

- 1) de capaciteit van de rwzi bedraagt 100.000 i.e.
- 2) gerekend is met 121 l per inwonerequivalent
- 3) berekend op 136 en 104 g O<sub>2</sub> g/i.e. voor het zeer laagbelaste respectievelijk laagbelaste actief-slibstelsysteem

	I	II	III
- CZV	750	2800	20000
- BZV	50	125	10000
- Nkj	50	150	3400
- NH <sub>4</sub>	10	15	2800
- NO <sub>2</sub>	50	10	0
- NO <sub>3</sub>	0	250	0
- P <sub>tot</sub>	400	100	200
- SO <sub>4</sub>	500	200	200
- Cl <sup>-</sup>	2500	2000	2000
- K <sup>+</sup>	3000	4500	4500
O <sub>2</sub> -vraag*	1,0	3,5	35,5
i.e.'s/m <sup>3</sup>	7	26	261

Tabel 11. Samenstelling van de meststoffenfracties (mg/l)

- I = aëroob voorgezuiverde kalvergier  
 II = aëroob voorgezuiverde varkensdrijfmest  
 III = filtraat van mechanisch ontwaterde varkensdrijfmest  
 \* in kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>