

# Verwerking van mestoverschotten

## 1. Inleiding

De mestoverschotten kunnen beschouwd worden als nevenverschijnselen van de industrialisatie tendens in de dierveredelingssector. De omvang van de bedrijven wordt niet langer bepaald door de beschikbare grond, doch eerder door de produktiviteit van massaproductie. De situering van de bedrijven is voor een groot deel nog in de traditionele gebieden voor varkens en kalvermesterijen. Hierdoor ontstaan er regionaal mestoverschotten waarvan de verwerking belemmerd kan worden door de kwaliteit en hoedanigheid van de mest (vaste mest of drijfmest, runder- of varkensmest) en de transportafstanden naar gebieden met een mestbehoefte [1, 2]. Het grootste probleem wordt gevormd door de varkensdrijfmest. Dit vindt zijn oorzaak in:

1. het grote volume van de drijfmest ( $\pm 6\%$  droge stof);
2. de stankhinder bij het uitrijden van onbehandelde mest;
3. de slechte resultaten van een biologische zuivering;
4. de grote foksnelheid van varkens waardoor deze dierveredeling bij uitstek geschikt is om aan de noodzakelijke grotere vleesproductie te voldoen.

Bovenstaande aspecten zijn voor de Grontmij aanleiding geweest een onderzoek uit te voeren naar de verwerkingsmogelijkheden van varkensdrijfmest.

## 2. Verwerkingsmogelijkheden van varkensdrijfmest per bedrijf

a. *Directe toepassing in de landbouw*  
Juist in de geschetste probleemgebieden is deze toepassing onmogelijk geworden door grondgebrek en stankhinder.

Er is op dit moment een tendens te bespeuren van het aankopen of pachten door veredelingsbedrijven van land voor het verwerken van de drijfmest overschotten.

Deze methode houdt het gevaar in dat snel tot overbemesting overgegaan zal worden. Vooral de hierdoor veroorzaakte grondwaterverontreiniging is een moeilijk te overzien probleem [3].

## b. Gehele of gedeeltelijk biologische zuivering

Een anaerobe zuivering zal zelfs onder optimale omstandigheden niet meer kunnen zijn dan een voorzuivering.

De in het buitenland wel toegepaste methode van anaerobe lagoons zal in Nederland vanwege de strengere gerege-

menteerde ruimtelijke ordening moeilijk uitvoerbaar zijn. Een aerobe zuivering in oxydatiesloten is lange tijd gezien als een mogelijke oplossing voor de mestoverschotten van incidentele bedrijven.

TABEL I - Zuiveringsresultaat van varkensdrijfmest in oxydatiesloten [4].

Reduktie BOD <sub>5</sub>	95 %—99 %
Rest. BOD <sub>5</sub> in effluent	100 mg/l
Reduktie tot, stikstof	80 %
Reduktie fosfaat	30 %
Droge stof reductie	30 %

Gezien de geringe gewichtsreductie, de hoge rest BOD en de restwaarden van voedingszouten in het effluent kan gesteld worden dat speciaal de zuivering van varkensdrijfmest met behulp van oxydatiesloten in feite neerkomt op het stankvrij maken van de mest door beluchting.

## 3. Regionale mestverwerking [5]

Een regionale mestverwerking, die gepaard zal gaan met een aanmerkelijke schaalvergroting levert de mogelijkheden om een optimale combinatie te ontwerpen van mechanische, chemische/fysische en biologische zuivering. Ook aan de hogere eisen voor bediening en onderhoud voor dit soort installaties kan in regionaal verband makkelijker voldaan worden dan door incidentele kleinere installaties.

Dit systeem heeft ten doel om middels een mechanische ontwatering een groot deel van de vaste stof, stikstof en fosforverbindingen uit de mest te verwijderen, waardoor de mogelijkheden voor een voldoende biologische zuivering vergroot worden. Tevens zijn er dan mogelijkheden om het verkregen zuiveringsslib al of niet gecombineerd met drijfmest mechanisch te ontwateren.

Het regionale verwerkingssysteem kan in de volgende essentiële facetten verdeeld worden.

### Transport

Het transport van de drijfmest van de bedrijven naar de centrale zuiveringsinstallatie kan binnen het beheerste gebied op economische gronden per as of persleiding geschieden.

Enige opslagcapaciteit per bedrijf blijft wenselijk. Een goede raming van deze transportkosten is in dit stadium moeilijk te verwezenlijken. Afstand, frequentie en transportcapaciteit hebben een zeer grote invloed op deze kostenfactor.

### Ontwatering

De aangevoerde drijfmest wordt, simul-

taan met het spuislib uit de beluchtingsruimte, middels mechanische ontwateringsapparatuur gescheiden in een droge mestkoek en een vloeibare fase. De mestkoek wordt gedumpt op een goed gecontroleerde stortplaats bij de installatie. Het percolatiewater kan via een drainagesysteem worden afgevoerd naar de beluchtingsruimte waar het met de vloeibare fase wordt gezuiverd. Van belang bij de ontwatering zijn de reducties van droge stof, BOD, COD, P en N.

### Oxydatief biologische zuivering

In de oxydatief biologische zuivering worden de resterende verontreinigingen afgebroken en omgezet in nieuw celmateriaal (slib). In eerste instantie lijkt een laag belaste actief slib installatie te prefereren. Het is echter zinvol om ook een tweetraps actiefslib systeem in overweging te nemen.

### Effluent behandeling

Een effluent behandeling zal moeten bestaan uit defosfatering en stikstofverwijdering, terwijl chlorering incidenteel tot de mogelijkheden kan behoren. Vooral de stikstofverwijdering is nog een onzekere factor. Een combinatie van nitrificatie en denitrificatie lijkt een zinvolle oplossing te zijn, nader onderzoek is echter nog noodzakelijk.

### Afzet van de ontwaterde mest

De ontwaterde mest + zuiveringsslib heeft voldoende bemestingswaarde om toepassing in de landbouw te overwegen. De verwerking van de mest kan droog geschieden, waarbij opslag en transport stankvrij geregeld kan worden. Bovendien zijn de transportkosten tot een minimum teruggebracht. Het moet daarom mogelijk zijn de afvoer van de ontwaterde mest tenminste kosteloos te laten geschieden. Het laat zich aanzien dat de mestbanken hierin een actieve rol kunnen spelen.

## 4. Ontwateringsproeven

### 4.1. Algemeen

Omdat nog weinig bekend was over mechanische ontwatering van drijfmest, zijn hiervoor een aantal proeven met ontwateringsapparatuur opgezet. Beproefd zijn de volgende installaties:

- vacuumbandfilter van Pannevis, effectief filteroppervlak is 1,12 m<sup>2</sup> [6];
- vacuümtrummelfilter van Dorr-Oliver, effectief filteroppervlak 0,22 m<sup>2</sup> [7, 8];
- decanteercentrifuge van Flottweg, type Z 3 L [9, 10].

Op de werking van de machines wordt in de vermelde literatuur uitvoerig ingegaan.

#### 4.2. Eisen

Naar onze mening zal de ontwaterings-apparaat aan de volgende eisen moeten voldoen:

- droge stofgehalte in filtraat of centrifugaat < 3,0 gr/l, om de zuiveringsinstallatie zo min mogelijk te belasten;
- droge stof reductie > 60 %;
- reductie in COD- en BOD-waarden > 40 %;
- geringe slijtage;
- eenvoudige bediening;
- geringe benodigde ruimte;
- laag energieverbruik.

Men dient zich te realiseren dat deze eisen betrekking hebben op de mechanische ontwatering zonder toevoeging van flocculatiehulpmiddelen.

#### 4.3. Resultaten varkensdrijfmest ontwatering

##### a. Vacuumsystemen

Met het bandfilter is voornamelijk verdunde drijfmest ontwaterd, aangezien dit nodig was om een goede spreiding op het doek te verkrijgen. Met het trommelfilter is naast de drijfmest slib uit een oxydatiesloot voor varkensdrijfmest en een mengsel van slib en mest ontwaterd. De gegevens van deze apparaten zijn vermeld in tabel II en III en wat betreft de droge stof in afb. 1 en 2 weergegeven. Uit de resultaten valt geen wezenlijk verschil tussen de twee machines af te leiden. De indruk bestaat dat verkorting van de verblijftijd onder vacuum, met als gevolg een grotere capaciteit, bij het bandfilter niet verder mogelijk is, terwijl gebleken is dat dit bij het trommelfilter zonder problemen kan.

##### b. Decanteercentrifuge

De resultaten zijn vermeld in tabel IV en V.

In vergelijking tot de vacuumsystemen blijkt het bij de centrifuge mogelijk te zijn een hoger droge stof percentage in de koek te bereiken, terwijl het droge stof gehalte in het centrifugaat ongeveer gelijk is. COD- en BOD-redukties zijn vergelijkbaar. Aangezien bij verhoging van het toerental van 2000 naar 3000 omw./min. de droge stof reductie weinig stijgt terwijl het energieverbruik met ruim het dubbele toeneemt, is voor deze centrifuge een toerental van 2000 omw./min. aanbevelingswaardig. Door flocculatiemiddelen toe te passen stijgen de reducties van alle parameters tot ruim 90 %. Toegepaste flocculatiemiddelen Praestol 444 K, Nalco 61D25 en VB61A.

##### 5. Kostenvergelijking

De samenstelling van de varkensdrijfmest is bij het dimensioneren van de

TABEL II - Droge stof balans vacuumsystemen.

soort	uitgangsmateriaal		filtraat dr. st. gr/l	koek dr. st. gew. %	reductie %	verblijftijd onder vacuum sec.	maaswijdte doek $\mu$
	dr. st. gr/l	cap. kg/m <sup>2</sup> /h					
<b>Bandfilter</b>							
1 m	68	22	29	20,3	67	245	190—310
2 m	44	19	21	23,9	57	245	190—310
3 m	30	15,5	19	23,1	40	245	190—310
4 m	27	16,5	18	22,0	36	245	150
<b>Trommelfilter</b>							
5 m	108	11	41	23	71,5	625	190—310
6 m	108	36,6	37,7	21,2	75	220	190—310
7 s	24	3,3	11,3	20,9	55,7	625	190—310
8 m + s	66	7,3	26,4	21,8	65,6	625	190—310
9 m	123,6	9	39	23,7	74,5	625	500
10 m	123,6	44	43,3	21	77,2	220	500
11 m	117,5	77	44	20,9	74,5	120	500
12 s	28,5	4,1	16	19,7	44,3	625	500
13 m + s	69	7,8	27,7	22	62	625	500

m = mest, s = slib

TABEL III - COD- en BOD-balans bij vacuumsystemen.

	uitgangsmateriaal		filtraat		redukties %	
	COD gr/l	BOD gr/l	COD gr/l	BOD gr/l	COD	BOD
1	56,5	20,9	36,1	15,0	50,0	44,3
2	40,8	10,6	34,1	7,4	25,0	37,8
3	35,1	6,5	24,1	3,9	34,5	43,4
4	29,0	4,1	18,9	3,4	38,1	23,8
5	86,9	16,9	51,0	12,9	62,0	50,5
6	86,9	16,9	47,8	12,3	63,3	51,6
7	22,5	1,6	10,7	0,9	58,3	50,5
8	67,4	7,7	35,2	6,2	58,5	36,1
9	82,2	15,2	51,1	15,2	62,0	38,5
10	82,2	15,2	55,3	15,2	66,0	49,5
11	77,3	14,5	53,7	12,7	60,1	49,8
12	27,9	2,0	16,4	1,0	43,7	52,0
13	58,4	7,9	36,3	5,1	47,3	45,3

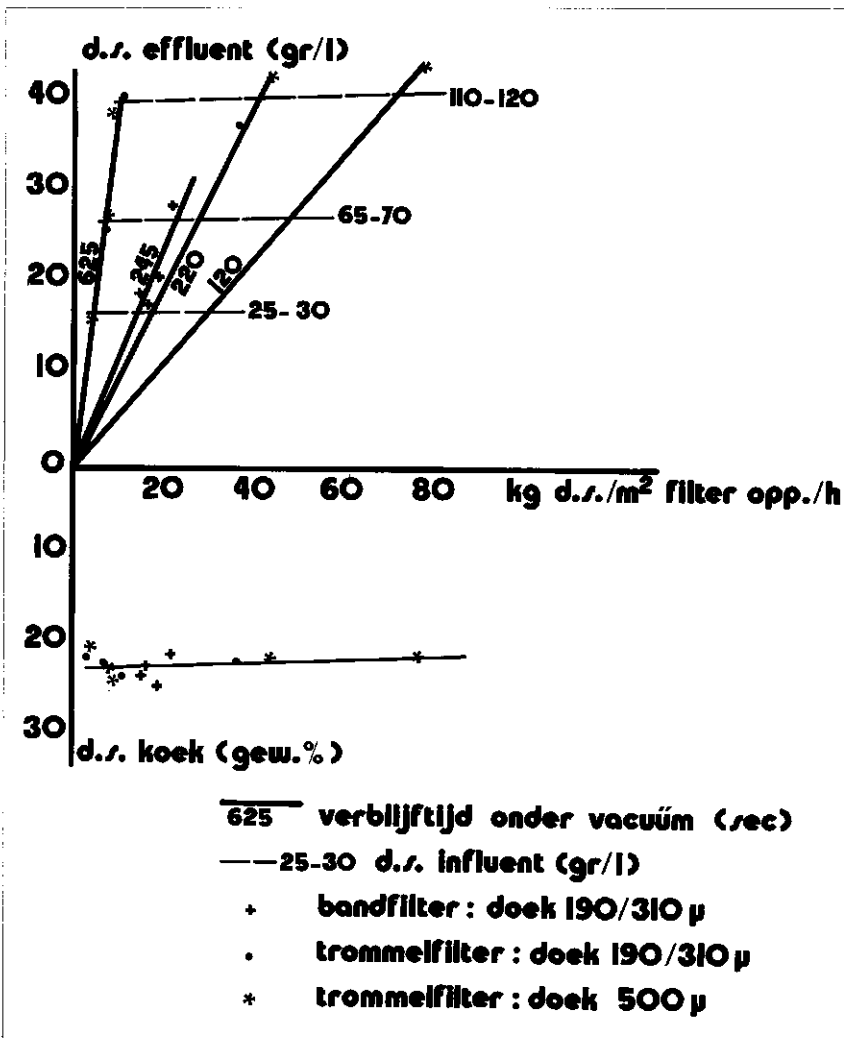
TABEL IV - Droge stof balans van de decanteercentrifuge.

soort	influent		effluent		koek dr. st. gew. %	reductie %	flocculant hoeveelheid g/m <sup>3</sup>	toerental omw./min.	
	dr. st. gr/l	cap. m <sup>3</sup> /h	dr. st. gr/l	dr. st. gr/l				hoofd	schroef
1 m	102	1,6	33	25,7	77,6	—	2000	2022	
2 m	123	5,3	40	29,8	78,0	—	2000	2022	
3 m	123	8,7	42	30,3	76,5	—	2000	2022	
4 m	133	2,4	3	19,9	98,8	300	2000	2022	
5 m	132	3,0	3	22,4	99,0	300	2000	2022	
6 m	132	4,5	2	22,4	99,0	260	2000	2022	
7 m	132	4,5	39	32,2	80,5	—	3000	3020	
8 m	132	8,8	30	35,0	84,5	—	3000	3020	
9 s	43	8,6	9	21,9	82,5	—	2000	2019	
10 s	102	4,4	2	24,1	98,8	170	3000	3020	

m = mest, s = slib

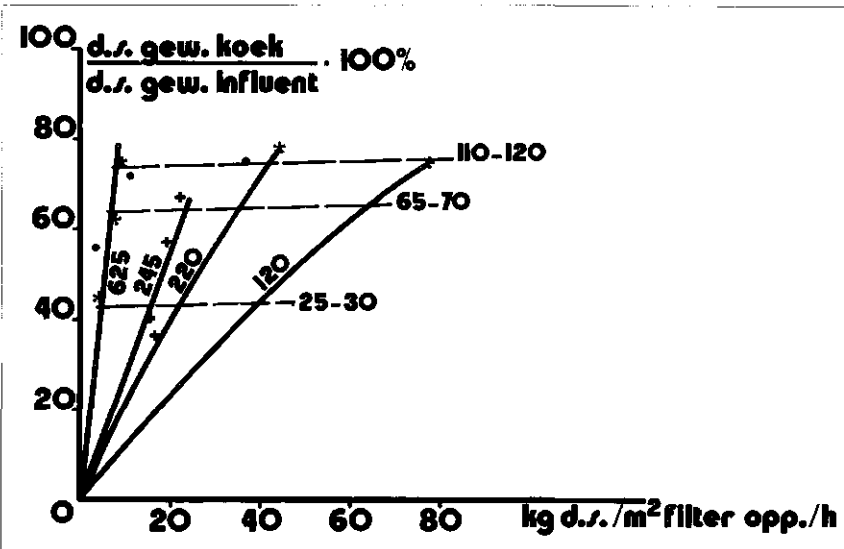
TABEL V - COD-, BOD- en totaal N balans van de decanteercentrifuge.

	influent (gr/l)			effluent (gr/l)			redukties %		
	COD	BOD	tot N	COD	BOD	tot N	COD	BOD	tot N
1	96,7	27,2	4,3	58,1	20,2	3,4	58,8	49,0	45,6
2	82,3	25,4	—	63,6	17,4	—	47,5	53,5	—
3	82,3	25,4	4,6	63,6	18,2	3,8	46,8	50,5	44,0
4	—	—	4,5	—	—	0,8	—	—	91,2
5	75,8	22,3	4,5	4,3	3,0	0,7	97,7	94,5	93,5
6	75,8	22,3	4,5	3,3	3,0	0,6	97,2	91,3	91,7
7	75,8	22,3	4,5	58,0	17,7	3,3	49,1	47,2	50,7
8	75,8	22,3	4,5	53,5	18,0	2,7	51,9	45,5	59,2
9	—	3,3	—	—	2,2	—	—	44,3	—
10	16,0	—	—	1,0	—	—	96,4	—	—



Afb. 1 - Het droge stofgehalte in het effluent en de koek bij de vacuumsystemen, afhankelijk van het droge stofgehalte van het influent en de verblijftijd onder vacuüm.

Afb. 2 - De droge stofreductie bij de vacuumsystemen, afhankelijk van het droge stofgehalte van het influent en de verblijftijd onder vacuüm.



installatie en dus ook bij een kostenvergelijking een belangrijk gegeven. Enkele cijfers zijn vermeld in tabel VI.

Deze hebben betrekking op een Engels onderzoek, gegevens van Ten Have en gegevens verkregen bij het onderzoek van de Grontmij. Uit de resultaten van de proeven is een keuze van een apparaat niet zonder meer mogelijk. Daarom is een kostenvergelijking opgesteld bij toepassing van de verschillende apparaten. Er is uitgegaan van een niet geheel fictief gebied in Nederland met een straal van 6 km, waarbinnen 50.000 varkensplaatsen aanwezig zijn.

De aanname dat de produktie 115.000 varkens per jaar (2,3 varkens per varkensplaats) bedraagt, houdt wel in dat wanneer deze produktie hoger dan wel lager is, de uiteindelijke kostprijs van de zuivering van de mest per afgeleverd varken lager resp. hoger uitkomt dan de hierna genoemde prijs. De werkweek voor de centrale verwerkingsinstallatie wordt op 5 dagen van 16 uur per dag gesteld.

Alle geproduceerde varkensdrijfmest wordt op de installatie aangevoerd en samen met het ontstane zuiverings-slib ontwaterd.

Het droge stofgehalte van het mengsel van mest en slib is 65 gr/l, terwijl de te verwerken hoeveelheid 24 m<sup>3</sup>/h is. Uit de kostenvergelijking tussen de ontwateringsapparaten, tabel VII, volgt als eerste keuze een decanteercentrifuge, waarbij gesteld kan worden dat er een zeer klein verschil bestaat tussen het trommelfilter en de centrifuge.

De grote reductie in droge stof, COD, BOD en totaal — N door toepassing van flocculatie-middelen hebben geleid tot een kostenvergelijking per installatie met een centrifuge zonder en met flocculatiemiddelen, weergegeven in tabel VIII. Het verschil tussen de twee oplossingen is zeer gering.

In de kostenraming is geen rekening gehouden met de kosten van de organisatie, de eventuele effluent heffing en de mogelijke opbrengst van het droge produkt. Evenmin zijn de transportkosten erin betrokken aangezien deze sterk afhankelijk zijn van het transportsysteem en de lengte van de af te leggen weg. De voordelen van toepassing van flocculatiemiddelen zijn vooral de grote reducties in BOD, stikstof en fosfor.

Het is niet onmogelijk dat hierdoor aparte defosfatering en denitrificatie overbodig wordt, terwijl de biologische zuivering in zijn geheel aanmerkelijk kleiner gedimensioneerd kan worden. Het economisch voordeel van dit systeem wordt vooral bepaald door de prijsontwikkeling van de flocculanten.

## 6. Samenvatting en conclusie

Er wordt wel gesteld dat er over geheel Nederland thans nog geen mestover-

TABEL VI - Gemiddelde samenstelling varkensdrijfmest.

auteur (literatuurlijst)	O'Callaghan e.a. [11]	O'Callaghan e.a. [11]	Ten Have [4]	Grontmij
gem. gewicht dier kg	55	60	—	—
mest kg/dier. etm.	3,5 <sup>1)</sup>	6,5 <sup>2)</sup>	4 <sup>3)</sup>	—
ds gg/dier. etm.	330	430	240	—
BOD g/dier. etm.	77	138	100	—
COD g/dier. etm.	262	416	—	—
tot N g/dier. etm.	32,5	41	20	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g/dier. etm.	16,5	23,4	16	—
K <sub>2</sub> O g/dier. etm.	10,5	15	16	—
ds g/l	95	66	60	120 (102—136)
BOD l g/l	22	21,2	25	22,5 (14,0—36,5)
COD g/l	75	64	—	92,3 (75,8—143)
tot N g/l	9,3	6,3	5	4,5 (4,3—4,7)
P <sub>2</sub> O g/l	4,7	3,6	4	—
K <sub>2</sub> O g/l	3	2,3	4	—

1) Brijvoeding - water; meel = 2,5 : 1, geen spoelwater.

2) Brijvoeding - water; meel = 4 : 1, geen spoelwater.

3) Inclusief spoelwater.

TABEL VII - Vergelijkende kostenraming voor de ontwateringsapparaten.

aantal en type	vacuumsystemen bandfilter	trommelfilter	decanteercentrifuge
	3 filters van 39,2 m <sup>2</sup>	2 filters van 40 m <sup>2</sup>	b.v. 1 x Z 5 L
investering <sup>1)</sup>	1.058.400,—	259.000,—	208.000,—
jaarlijkse kosten <sup>2)</sup>	255.000,—	75.800,—	53.000,—
jaarlijkse kosten per afgeleverd varken	2,20	0,65	0,45

1) Excl. montage, elektrische aansluiting, BTW.

2) Afschrijving 10 jaar, rente 8 %, onderhoud: bandfilter 8 %, trommelfilter 2 %, dec. centrifuge 8 %.

TABEL VIII - Kostenraming installatie met decanteercentrifuge, zonder en met flocculant.

	zonder flocculant	met flocculant
<b>Investering</b>		
bouwkundig	f 915.000,—	f 710.000,—
mech./elektr.	f 980.000,—	f 738.000,—
	f 1.895.000,—	f 1.448.000,—
per afgeleverd varken	f 16,50	f 12,60
<b>Jaarlijkse kosten</b>		
per afgeleverd varken	f 619.500,—	f 600.000,—
	f 5,40	f 5,20

## Literatuur

- Scheltinga, ir. H. M. J. *Bio-industrie*. H<sub>2</sub>O (3) 1970, no. 22, blz. 569.
- Ketelaars, ir. E. M. *Maatregelen vanuit de landbouw om de vervuiling van het oppervlaktewater in Noord-Brabant tegen te gaan*. De Ingenieur, sept. 1972, blz. A 805.
- De La Lande Cremer, ir. L. C. M. *Gebruik de drijfmest, maar misbruik hem niet!* Bedrijfsvoorlichting 1972.
- Have, ir. P. ten. *Ervaringen met zuiveringsinstallaties voor mest en gier*. H<sub>2</sub>O (4), 1971, no. 5, blz. 98.
- Verwerking van mestoverschotten van dierveredelingsbedrijven*. Grontmij intern 1972.
- Karper, ir. R., Melick, ing. L. van, Zanten, G. D. van. *Slibontwatering met een vacuum-bandfilter*. H<sub>2</sub>O (5) 1972, nr. 2, blz. 31.
- Pallasch, O., Triebel, W. *Lehr und Handbuch der Abwassertechnik*. Bd. III, 1969.
- Zellem, ing. J. van, Wouda, D. *De zimpro-installatie in Apeldoorn*. H<sub>2</sub>O (5) 1972, nr. 7, blz. 131.
- Karper, ir. R., Melick, ing. L. van, Zanten, G. D. van. *Slibontwatering door centrifugeren*. H<sub>2</sub>O (3), 1970 nr. 2, blz. 22 en *Slibontwatering door centrifugeren bij verlaagd toerental*. H<sub>2</sub>O (3), 1970, nr. 23, blz. 612.
- Onstwedder, ir. H., Pepping, ir. R. en Man, A. de. *Toepassingsmogelijkheden van centrifuges voor het ontwateren van aeroob gemineraliseerd slib*. H<sub>2</sub>O (3), 1970, no. 19, blz. 460.
- O'Callaghan, J. R., Dodd, V. A., O'Donoghue, P. A. J., Pollock, K. A. *Characterization of Wast Treatment Properties of Pig Manure*. J. agric. Engng Res. 1971, 16, blz. 399.

schotten zijn, maar niet te ontkennen valt dat er zich regionaal wel problemen voordoen. Aangezien het transport over lange afstand en het zuiveren van varkensdrijfmest nog op moeilijkheden van economische- en technische aard stuit, ligt het voor de hand een aangepaste drijfmestverwerkingsinstallatie te ontwerpen voor een mestoverschotgebied.

Proeven met ontwateringsapparatuur hebben aangetoond dat een interessante droge stof COD, BOD en Kjeldahl stikstof reductie mogelijk is. Uit deze proeven is gebleken dat hiervoor de decanteercentrifuge nu het meest geschikt geacht moet worden. Opslag en transport van de vaste mest, verkregen uit de ontwateringsapparatuur, is, nagenoeg stankvrij, gemakkelijker en goedkoper uit te voeren dan van drijfmest. De gier kan na gezuiverd te zijn, geloosd worden op het oppervlakte water. Het gevormde slib wordt simultaan met de mest ontwaterd. De kosten per afgeleverd varken, voor de gehele regionale installatie gebaseerd op 50.000 varkensplaatsen zijn geraamd op 5 à 6 gulden.

Het transport van de mest wordt, afhankelijk van de afstand, geschat op 1,5 tot 3 gulden per afgeleverd varken.

Door de Technologische Dienst Oost-Brabant worden in samenwerking met een aantal instanties, waaronder de Grontmij, verdere mestontwateringsproeven uitgevoerd onder wisselende praktijkomstandigheden.