

EINDRAPPORT
VALORISATIE VAN RESTEFFLUENTEN AFKOMSTIG VAN DE
MESTVERWERKING

SAMENVATTING

ONDERZOEKSPERIODE : 01/12/2002 – 30/11/2004

Colofon

Projecttitel: Valorisatie van resteffluënten afkomstig van de mestverwerking,
Samenvatting

Projectnummer: P/OO/012

Opdrachtgever: Vlaamse Landmaatschappij, afdeling Mestbank

Publicatiedatum: April 2005

Uitvoering: Bodemkundige Dienst van België (promotor), West-Vlaamse Proeftuin voor
Industriële Groenten vzw (partner), Interprovinciaal Proefcentrum voor de
Aardappelteelt vzw (partner)



Bodemkundige Dienst van België vzw
Afdeling Onderzoek en Ontwikkeling
W. de Croylaan 48
3001 Leuven-Heverlee



Inhoud

Inhoud -----	2
Coördinaten van de uitvoerders van het project -----	3
Achtergrond en doelstelling van de studie -----	4
Aanpak van de studie -----	5
Deel 1: Literatuurstudie -----	7
Het gebruik van resteffluenten: landbouwkundige aspecten-----	7
Het gebruik van resteffluenten: bodemkundige aspecten-----	8
Het gebruik van resteffluenten: milieukundige aspecten-----	8
Deel 2: Chemische samenstelling van de resteffluenten -----	10
Deel 3: Proefveldonderzoek -----	16
Grasproefveld-----	17
Maïsproefveld-----	20
Groenteproefveld-----	22
Aardappelproefveld-----	26
Deel 4: Code van Goede Landbouwpraktijken -----	28

Coördinaten van de uitvoerders van het project

Promotor:

Bodemkundige Dienst van België vzw

W. De Croylaan 48

3001 Heverlee

Projectverantwoordelijke: Greet Verlinden

Tel: 016 31 09 22

e-mail: gverlinden@bdb.be

Projectpartners:

West-Vlaamse Proeftuin voor Industriële Groenten vzw

Ieperseweg 87

8800 Rumbeke-Beitem

Projectverantwoordelijke: Danny Callens

Tel: 051/26 14 14

e-mail: danny.callens@west-vlaanderen.be

Interprovinciaal Proefcentrum voor de Aardappelteelt vzw

Ieperseweg 87

8800 Rumbeke-Beitem

Projectverantwoordelijke: Kürt Demeulemeester

Tel: 051/26 14 27

e-mail: kurt.demeulemeester@west-vlaanderen.be

Het project werd opgevolgd door een stuurgroep bestaande uit:

VLM (S. Ducheyne, J. Casaer, A. Goossens, F. Stuyckens, D. Struyf, E. Gouthals, M. Peeters, J. Deprez, B. Paeshuysse, R. Van Mol, O. Goedertier, T. Van Craenem, S. Verplaetse)

VMM (S. Overloop)

AMINAL-Land (H. Neven)

AMINAL-Water (G. Janssen, L. Van Craen)

AMINAL-Milieuvergunningen (J. Opdebeek)

ALT (P. Gabriëls, D. Van Gijseghe)

VCM (I. Vermander, M. Devrome, K. Van Rompu)

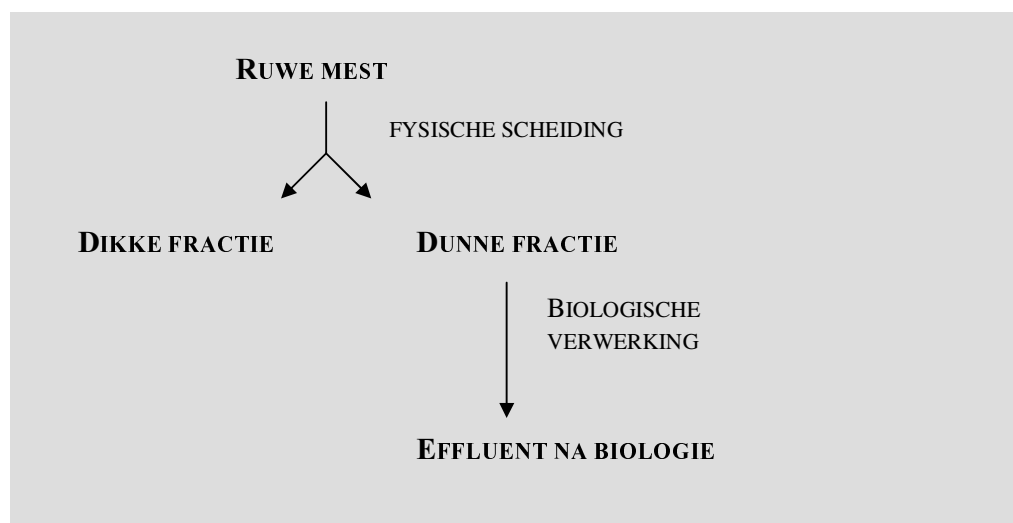
Achtergrond en doelstelling van de studie

Het wegwerken van de mestoverschotten in Vlaanderen vraagt een doelgerichte aanpak. De Vlaamse overheid volgt hiervoor een driesporenbeleid binnen de mestwetgeving dat stoelt op de peilers ‘aanpak aan de bron’, ‘oordeelkundige bemesting’ en ‘mestverwerking’. Binnen de mestverwerkingspeiler worden de laatste jaren meer en meer operationele projecten gerealiseerd, die elk een specifieke graad van verwerking inhouden. Een belangrijke eerste stap in de meeste verwerkingstechnieken is de scheiding van de mest in een dunne en dikke fractie, waarbij de dunne fractie vervolgens verder wordt verwerkt tot een al dan niet losbaar product. In het geval het gaat om een niet losbaar product dient het te worden afgezet conform de bepalingen van het mestdecreet. Bij aanvang van de studie was slechts weinig bekend omtrent de valorisatie van deze resteffluenten in de landbouw. De algemene doelstelling van de studie houdt dan ook in kennis omtrent de landbouwkundige waarde van de resteffluenten samen te brengen en te genereren. Gezien de specifieke eigenschappen van de resteffluenten (relatief hoog zoutgehalte) dienen ook de bodemkundige en milieukundige effecten bij toepassing van de resteffluenten te worden onderzocht.

Beredeneerd gebruik zal voor de resteffluenten, net zoals voor elke bemesting, van groot belang zijn. Aangezien het mestdecreet voor een aantal resteffluenten geen afdoend instrument is om overmatig gebruik te vermijden, wordt binnen deze studie een Code van Goede Landbouwpraktijken omtrent de toepassing van resteffluenten opgesteld. Indien de richtlijnen van deze Code van Goede Landbouwpraktijken goed opgevolgd worden, zullen bijkomende wettelijke maatregelen met betrekking tot het gebruik van resteffluenten kunnen vermeden worden.

Aanpak van de studie

Deze studie behandelt enkel die technieken welke resteffluenten produceren die afgezet worden in de landbouw. In de studie wordt nagegaan wat de samenstelling is van de resteffluenten en op welke manier ze het best worden aangewend binnen de huidige landbouwcondities. In grote lijnen kunnen we stellen dat deze resteffluenten bekomen worden via het schema dat weergegeven is Figuur 1. In vele systemen wordt in een eerste stap een fysieke scheiding uitgevoerd op de ruwe mest. Er ontstaat op die manier een dikke fractie, waarin het grootste deel van de droge stof en de niet-opgeloste ionen terecht komen, en een dunne fractie (= resteffluent) die voornamelijk water en oplosbare ionen bevat. Deze dunne fractie kan als bemesting uitgereden worden op het land of nog verdere bewerkingen ondergaan. Een veel voorkomende techniek is dat de dunne fractie wordt behandeld in een 'biologie-installatie', waar micro-organismen de hoeveelheid stikstof in de dunne fractie verder reduceren. Dit resteffluent noemen we verder het 'effluent na biologie'. Technieken die de resteffluenten zodanig behandelen dat ze geloosd kunnen worden, vallen buiten de doelstellingen van dit project.



Figuur 1: Schematische weergave van het ontstaan van de resteffluenten 'dunne fractie' en 'effluent na biologie'

De betrokken resteffluenten hebben na de respectievelijke behandelingen een samenstelling die danig verschilt van de samenstelling van de ruwe mest. Vooral de verhoogde kali-, natrium- en chloorgehalten verdienen extra aandacht. Door de mogelijke toepassing van hogere dosissen resteffluent worden ook hogere zoutgehalten aangebracht op de landbouwgrond.

Het eindrapport bestaat uit 4 deelrapporten. In Deel 1 van het eindrapport werd in de literatuur nagegaan wat het mogelijke effect is van de toepassing van deze resteffluenten op de gewasgroei, de bodemstructuur en het milieu. In dit hoofdstuk worden ook andere studies met betrekking tot het gebruik van resteffluenten in de landbouw geëvalueerd en besproken.

De evaluatie van het gebruik van resteffluenten in de landbouw vraagt een goed beeld van de gemiddelde samenstelling van de resteffluenten en van de variatie hierop. Daarom werd in deze studie een screeningscampagne uitgevoerd, waarvan de resultaten Deel 2 van het eindrapport vormen. In dit deelrapport werden eveneens vroegere beschikbare ontledingsresultaten samengezet en verwerkt.

Een belangrijk deel van de studie werd gewijd aan proefveldonderzoek. Hier werden in praktijk de mogelijkheden en beperkingen van het gebruik van resteffluenten in de landbouw aangetoond. Om een zo breed mogelijk beeld te krijgen, werd een doordachte keuze gemaakt in de combinatie effluent-bodem-gewas. De resultaten van het proefveldonderzoek vormen Deel 3 van het eindrapport.

De informatie uit Deelrapport 1, 2 en 3 stelde de projectuitvoerders in staat richtlijnen (Code Goede Landbouwpraktijk) uit te werken voor het gebruik van resteffluenten afkomstig van de mestverwerking in de landbouw. Deze Code Goede Landbouwpraktijk vormt Deel 4 van het eindrapport.

Deel 1: Literatuurstudie

Het gebruik van resteffluenten op landbouwgrond heeft niet alleen landbouwkundige implicaties. Bij het gebruik van resteffluenten moeten ook de gevolgen voor de bodem en het milieu bekeken worden. Hieronder worden de landbouwkundige, bodemkundige en milieukundige aspecten van het gebruik van resteffluenten samengevat.

Het gebruik van resteffluenten: landbouwkundige aspecten

In de resteffluenten treft men, zowel na fysische scheiding als na biologische verwerking, nog zeer hoge gehalten van de goed oplosbare ionen K^+ , Na^+ en Cl^- aan. Overmatig gebruik van dunne fractie zal afgeremd worden door de stikstofbemestingsnorm; overmatig gebruik van het effluent na biologie is reëel, gezien de zeer lage stikstof- en fosforgehaltes in het effluent. Bij frequente hoge dosissen van het effluent na biologie kunnen er op twee niveaus effecten afspelen:

- een osmotisch effect, waarbij de totale zoutconcentratie (saliniteit) telt.
- een specifiek effect van de ionen, m.a.w. een nutritioneel en mogelijk toxisch effect.

De tolerantie van planten ten opzichte van zouten verschilt tussen de soorten, maar ook tussen de verschillende groeistadia van eenzelfde plant. Zouttolerantie ligt veel lager tijdens het kiemen en bij jonge zaailingen. Tabel 1 geeft de relatieve zouttolerantie van verschillende gewassen.

Tabel 1: Relatieve zouttolerantie van verschillende gewassen (Maas,1984)

<i>Zouttolerantie</i>	<i>Granen</i>	<i>Akkerbouwgewassen</i>	<i>Groentes</i>	<i>Fruitbomen</i>
<i>Tolerant</i>	Gerst	Suikerbiet	Asperge	
<i>Matig tolerant</i>	Rogge Tarwe		Courgette Spinazie	
<i>Matig gevoelig</i>	Maïs	Aardappel	Kool Komkommer Paprika Radijs Selderij Sla Tomaat	
<i>Gevoelig</i>			Boon Erwt Ui Wortel	Appel Kers Peer Pruim

Gezien de resteffluenten nog hoge gehalten aan kalium, natrium en chloride bevatten, moet bekeken worden welke de gevolgen zijn indien zij in overmaat zouden worden aangevoerd. Een overmaat aan kalium heeft een negatief effect op de opname van

magnesium en natrium. Bij grasweides is een goede verhouding tussen kalium en magnesium belangrijk om kopziekte bij het grazende vee te vermijden. Een overmaat aan natrium kan de natrium/kaliumbalans in de plantencellen verstoren en zo problemen veroorzaken in het plantmetabolisme. Mogelijk kan het wortelstelsel onderontwikkeld blijven bij teveel natrium in de bodem. Een overmaat aan chloride tenslotte, kan leiden tot schade aan het gewas en opbrengstverliezen. Vooral bonen en aardappelen zijn chloorgevoelig, maar ook maïs is vrij chloorgevoelig.

Het gebruik van resteffluenten: bodemkundige aspecten

Het is belangrijk om in deze context niet enkel te kijken naar de directe gevolgen voor de planten en de gewasopbrengst, maar ook de gevolgen voor de omgeving in rekening te brengen. De opbouw van een zekere zoutconcentratie en de aanwezigheid van bepaalde ionen kan immers ook gevolgen hebben voor de bodem waarin het gewas groeit, en zo later zijn weerslag hebben op de groei van de gewassen. De snelheid van verzouting en ontzouting van de bodem hangt af van de zoutconcentratie in het effluent en de karakteristieken van de bodem. Indien in de bodem veel natriumzouten aanwezig zijn, kan verslemping van de bodem optreden: de structuur zakt in elkaar en de bodem voelt kleverig aan. Een verslepte bodem bemoeilijkt de opkomst van kiemplanten en de wortelgroei wat de plantengroei uiteindelijk ernstig zal belemmeren. Naast een verhoging van het globale zoutgehalte in de bodem, kunnen ook specifieke ionen accumuleren in de bodem. Het effect op de kaliumtoestand in de bodem kan aanzienlijk zijn door de grote aanvoer van kalium bij hogere dosissen effluent na biologie.

Daarnaast kan veelvuldig gebruik van hoge dosissen effluenten ook andere gevolgen hebben voor de bodem. Er wordt door de resteffluenten ook zeer weinig organische stof aangebracht (vooral het effluent na biologie). Indien men gedurende lange tijd enkel resteffluenten zou gebruiken als organische bemesting kan dit gevolgen hebben voor het bodemorganische stofgehalte. Momenteel heeft reeds 20 tot 40 % van de Vlaamse akkerbouwpercelen al een koolstofgehalte 'lager dan normaal', waaruit blijkt dat extra aandacht voor voldoende aanvoer van organische stof in de bodem noodzakelijk is.

Het gebruik van resteffluenten: milieukundige aspecten

Zowel chloride, kalium, natrium en nitraat zijn mobiel in de bodem en dus uitspoelingsgevoelig. Bij overmatige toediening van deze elementen kan er een aanrijking van het oppervlakte- en grondwater optreden. Voor elk van deze parameters is er een

maximaal toelaatbare concentratie vastgelegd in water dat bestemd is voor menselijke consumptie. Ook de geleidbaarheid van het water, als parameter voor de totale aanwezigheid van ionen in water, is genormeerd. De grens voor de basiskwaliteit van het oppervlaktewater en voor oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterproductie is 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (immissiebesluit van de Vlaamse Executieve van 21/10/1987, gewijzigd bij Besluit van de Vlaamse Regering van 01/06/1995 en 19/01/2001).

Een ander aspect dat bekeken werd in het kader van milieuaspecten bij gebruik van resteffluenten is de ammoniakvervluchtiging bij toediening. In het algemeen hangt ammoniakvervluchtiging bij toediening van dierlijke mest af van vele factoren, zoals bodem- en klimaatsomstandigheden, mestsamenstelling, toedieningstechniek en de bodembedekking (Pollet *et al.*, 1996). De factoren bodem- en klimaatsomstandigheden en bodembedekking wijzigen niet wanneer er dunne fractie of effluent na biologie wordt uitgereden in plaats van drijfmest. De mestsamenstelling en de toedieningstechniek kunnen echter wel wijzigen. De grootste wijziging in de beïnvloedende parameters voor ammoniakvervluchtiging is de verlaging van het droge stofgehalte in de dunne fractie ten opzichte van de ruwe drijfmest. Doch deze wijziging is niet voldoende om voor de dunne fractie van de mest een andere toedieningsstrategie te volgen dan voor de ruwe mest. Dunne fractie dient dus net zoals de ruwe drijfmest op emissiearme wijze te worden toegediend. Omwille van de specifieke eigenschappen van effluenten na biologie (zeer lage stikstofgehalten) krijgen zij een aparte behandeling in de mestwetgeving met betrekking tot ammoniakvervluchtiging. Effluenten van be- of verwerking van dierlijke mest met laag gehalte aan ammoniakale stikstof ($\text{N} < 1 \text{ kg NH}_4\text{-N}/1000 \text{ liter}$) moeten niet worden ingewerkt, mits hiervoor een attest van de Mestbank werd bekomen.

Een andere vraag is of er een aanrijking optreedt van de bodem met zware metalen bij toediening van resteffluenten. Eventuele aanrijking met zware metalen is vooral te verwachten voor de metalen koper en zink, die vaak in grotere hoeveelheid aanwezig zijn in varkensdrijfmest. Uit de screeningsresultaten van Deel 2 van het onderzoek blijkt dat de hoeveelheid koper en zink die aanwezig is in de ruwe mest bij een gewone fysische scheiding grotendeels teruggevonden wordt in de dunne fractie. Het effluent na biologie daarentegen bevat veel lagere concentraties aan koper en zink. Een aanrijking van koper en zink in de bodem kan zich voordoen bij het veelvuldig gebruik van maximale dosissen dunne fractie en deze aanrijking is grotendeels afhankelijk van de inhoud van de dunne fractie en de opname door de gewassen. Bij het gebruik van effluent na biologie zal een aanrijking zich veel minder voordoen.

Deel 2: Chemische samenstelling van de resteffluenten

Om te komen tot gefundeerde richtlijnen in de ‘Code Goede Landbouwpraktijk’ voor het gebruik van resteffluenten afkomstig van mestverwerking, is het van groot belang een duidelijk beeld te hebben van de gemiddelde samenstelling van de resteffluenten en welke variatie kan optreden in deze samenstelling.

In de ‘screening’ van de resteffluenten werd uitsluitend gewerkt met mestverwerkingssystemen welke een resteffluent produceren dat afgezet wordt op landbouwgrond. We onderscheiden als belangrijkste producten de dunne fractie na mestscheiding, de dunne fractie die na scheiding nog een verdere behandeling heeft ondergaan (bv. een ammoniakstripping of een biologie-behandeling) en effluenten die nog verdere behandeling hebben ondergaan, maar toch nog niet geloosd kunnen worden in het oppervlaktewater. De nadruk in dit project lag op de eerste 2 soorten effluenten, aangezien de laatste groep van resteffluenten zeer variabel is, afhankelijk van voor welke parameter de lozingsnorm niet gehaald wordt.

De chemische samenstelling van resteffluenten werd in de eerste plaats bepaald door zelf gecontroleerde staalnames uit te voeren van verschillende mestfracties bij uiteenlopende mestverwerkingsinitiatieven. Er werd steeds een analyse uitgevoerd op de ingaande mest, de dikke fractie en het uiteindelijke resteffluent. Deze analyses omvatten de standaard chemische parameters voor mesten, aangevuld met chloriden, zwavel en zware metalen.

Naast de opvolging van de geselecteerde mestverwerkingsinitiatieven door de Bodemkundige Dienst, werd van elk van de geselecteerde installaties ook de ontledingsresultaten (van verschillende mestfracties) uit het verleden verzameld en verwerkt. Deze werkwijze heeft als voordeel ten opzichte van de voorgaande methode dat uitspraken omtrent de gemiddelde samenstelling van resteffluenten in Vlaanderen, van de gemiddelde scheidingsefficiëntie per systeem en de scheidingsefficiëntie in functie van de ruwe mest gebaseerd zijn op een grotere groep data. Het nadeel ten opzichte van de voorgaande methode is dat de details omtrent de bemonstering van de verschillende mestfracties niet gekend zijn. De verzamelde ontledingsresultaten werden tezamen met algemene gegevens over de mestverwerking en het mestverwerkingssysteem opgenomen in een databank.

In Tabel 2 worden de verschillende mestverwerkingsinstallaties weergegeven die opgevolgd werden door de Bodemkundige Dienst van België in het kader van dit project.

Tabel 2: Opgevolgde mestverwerkingsinstallaties in het project

Installatie	Mestverwerkingsysteem
A	Scheiding, Centrifuge, Westfalia
B	Scheiding, Centrifuge, Westfalia
c	Scheiding, Centrifuge, Perialisi
d	Scheiding, Centrifuge, Perialisi
e	Scheiding, Centrifuge, Alfa Laval
f	Scheiding + NH ₃ -stripping
g	Scheiding + biologie
h*	Scheiding + biologie
i	Scheiding + biologie

*Deze installatie was op het moment van staalname nog in opstartfase.

Dit verklaart de hogere percentages voor stikstof die teruggevonden worden in het effluent in Tabel 3.

In Tabel 3 wordt per opgevolgd mestverwerkingsysteem de gemiddelde samenstelling weergegeven van de mestfracties voor en na mestverwerking op basis van de grote groep gegevens uit de databank. De berekeningen voor de samenstelling zijn uitsluitend gebaseerd op mestfracties afkomstig van varkens. Hierbij gaat het in de meeste gevallen over mestvarkens. Slechts in enkele gevallen werd er zeugendrijfmest gescheiden of een mengeling van zeugen- en mestvarkensdrijfmest. De samenstelling van deze ‘andere’ mesten valt echter wel volledig binnen de variatie van de mestvarkensdrijfmest.

De waarnemingen voor de samenstelling van de dunne fractie en de effluenten na biologie zijn gelijkaardig voor de eigen uitgevoerde metingen en voor de metingen uit de databank. Na scheiding wordt in de *dunne fractie* vooral een verlaging waargenomen van de droge en organische stofgehalten evenals van het fosfaat-, calcium- en magnesiumgehalte. De verlaging van het stikstofgehalte is iets minder groot, terwijl er praktisch geen verlaging wordt waargenomen van het kalium- en natriumgehalte. Uit de resultaten blijkt dat de vijzelpersen heel wat minder effectief zijn dan de centrifuges en de zeefbandpers bij het afvoeren van fosfaat (en calcium en magnesium) naar de dikke fractie. De *effluenten na biologie* hebben een laag tot zeer laag gehalte aan droge stof en organische stof en zeer lage gehalten aan stikstof, fosfor, magnesium en calcium. De kalium-, natrium- en chloridegehalten blijven omwille van de hoge oplosbaarheid op een hoog niveau liggen. Wat betreft de stikstofcomponenten in de mestfracties zijn er duidelijke verschillen tussen de ruwe mest en de dunne fractie enerzijds en de effluenten anderzijds. In de ruwe mest en de dunne fractie is het aandeel van nitraat ten opzichte van ammonium steeds zeer klein. Bij de effluenten is er geen eenduidige lijn, soms is het nitraatgehalte het hoogst, soms het ammoniumgehalte.

Tabel 3: Gemiddelde samenstelling (+ standaardafwijking) van de verschillende mestfracties voor en na mestverwerking op basis van de databankgegevens. Opdeling per mestverwerkingsysteem.

	<i>Centrifuge</i>		<i>Vijzelpers</i>		<i>Zeebandpers</i>		<i>NH₃-stripping</i>		<i>Biologie</i>	
	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>
<i>Gehaltes in de oorspronkelijke ruwe mest (kg/1000 l)</i>										
n	72		6		2		4		11	
pH	7,9	0,20	7,9	0,12	7,8	0,00	7,8	0,39	8,0	0,15
d.s.	76,64	26,22	86,23	20,31	86,19	18,22	84,44	26,39	66,08	17,70
o.s	51,26	19,20	56,72	13,30	57,43	13,34	57,06	22,86	43,36	11,27
N tot	7,94	2,10	7,65	1,46	7,42	0,50	8,97	2,11	7,16	1,73
N min	4,82	1,74	4,57	1,08	4,54	0,85	5,48	2,22	4,91	1,96
P₂O₅	3,67	1,34	4,36	1,47	4,14	1,40	3,83	1,00	4,65	2,00
K₂O	5,69	1,35	6,38	1,31	6,42	0,09	5,77	1,78	4,07	1,20
Na₂O	1,49	0,75	1,73	0,29	1,91	0,01	1,65	0,11	1,12	0,32
CaO	2,99	1,25	3,63	1,18	3,41	1,18	3,07	1,12	3,30	1,21
MgO	1,74	0,63	2,10	0,63	2,00	0,61	1,85	0,47	2,14	1,01
<i>Gehaltes in de dunne fractie (kg/1000 l)/effluent (kg/1000l)</i>										
n	79		9		2		10		9	
pH	8,0	0,19	8,0	0,14	8,2	0,21	9,0	0,57	7,9	0,43
d.s.	34,00	11,41	58,59	18,47	20,29	0,04	40,06	14,84	15,47	3,94
o.s	19,32	7,77	32,10	8,57	8,50	0,93	25,62	12,18	6,01	3,41
N tot	6,16	1,80	7,39	2,07	3,60	0,72	3,39	1,13	0,78*	0,53
N min	3,93	1,30	4,75	1,48	2,54	0,34	1,53	0,97	0,69*	0,50
P₂O₅	0,85	0,41	3,47	1,25	0,36	0,09	0,69	0,29	0,67	0,38
K₂O	5,45	1,42	6,21	1,55	5,63	0,62	5,32	1,37	3,49	1,26
Na₂O	1,33	0,41	1,51	0,41	1,71	0,21	1,53	0,14	1,05	0,32
CaO	0,85	0,38	2,62	1,02	0,14	0,02	0,52	0,20	0,45	0,47
MgO	0,20	0,16	1,70	0,58	0,05	0,00	0,14	0,10	0,25	0,14
<i>Gehaltes in de dikke fractie (kg/1000 kg)</i>										
n	92		12		2		3		7	
pH	7,5	0,27	7,6	0,30	7,5	0,28	7,6	0,07	7,2	0,19
d.s.	288,0	36,1	266,4	48,1	239,7	37,2	311,7	40,9	309,6	25,5
o.s	210,9	26,7	223,1	42,8	179,8	28,2	210,6	27,9	242,8	34,6
N tot	13,86	2,13	10,74	1,78	14,21	2,38	13,75	3,23	13,41	3,50
N min	7,73	1,74	5,71	1,18	6,33	1,75	8,27	1,18	6,14	1,74
P₂O₅	16,99	4,05	5,93	2,01	11,82	5,25	19,52	3,65	14,53	4,51
K₂O	6,00	5,81	5,68	0,95	5,18	5,67	5,91	1,69	4,71	0,90
Na₂O	1,23	0,32	1,19	0,39	1,41	0,33	1,42	0,26	1,08	0,23
CaO	12,93	3,30	7,35	3,09	10,12	3,62	13,81	1,60	13,36	3,50
MgO	9,05	2,35	3,12	0,93	6,21	2,90	10,96	1,44	6,22	1,84

n = aantal stalen

*Deze gehaltes kunnen mogelijk een vertekend (te hoog) beeld geven van het werkelijke stikstofgehalte in het effluent aangezien mogelijk een aantal van de installaties ten tijde van de staalname nog niet optimaal werkten.

Naast de standaardontledingen werden ook chloride, zwavel en zoutconcentratie gemeten. Over het algemeen liggen de chloridegehalten van de dunne fractie en het effluent na biologie respectievelijk op hetzelfde niveau en iets lager dan de gehalten in de ruwe mest. Zwavel wordt bij de scheidingssystemen met ongeveer dezelfde efficiëntie verwijderd als stikstof. Bij de effluënten stellen we een verdere reductie van het zwavelgehalte vast, maar deze verlaging is niet zo groot als bij stikstof. De zoutconcentratie van de vloeibare mesten wordt weergegeven door de elektrische geleidbaarheid (EC). Er worden weinig verschillen waargenomen in de EC's van de ruwe mesten en dunne fracties; zij liggen in beide gevallen zeer hoog (tussen +/- 30 en 100 mS/cm). De EC's van de effluënten na biologie liggen een stuk lager en schommelen tussen 7 en 24 mS/cm.

Voor 5 mestverwerkingsinstallaties werden voor verschillende mestfracties ook de zware metalen opgemeten. De meetresultaten tonen aan dat de zware metalen bij een gewone fysische scheiding in de dunne fractie achterblijven. In de biologie-installaties worden de zware metalen echter afgezet tijdens de verschillende bezinkingsmomenten, zodat het effluent na biologie een laag gehalte aan zware metalen heeft.

Om een betere vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende mestverwerkingssystemen, werd per systeem de gemiddelde scheidingsefficiëntie voor elke opgemeten parameter berekend. De term scheidingsefficiëntie duidt aan wat het percentage is van een bepaald nutriënt dat na verwerking achterblijft in het resteffluent ten opzichte van het gehalte in de ruwe mest. Tabel 4 en 5 geven de scheidingsefficiënties weer per opgevolgd mestverwerkingssysteem, respectievelijk voor de eigen metingen en de meetresultaten uit de databank.

De centrifuges hebben een goede efficiëntie, vooral wat betreft de fosfaatverwijdering naar de dikke fractie. Elk type van centrifuge (Westfalia, Pieralisi en Alfa Laval) heeft ongeveer dezelfde scheidingscapaciteit. Gemiddeld wordt er na scheiding 80 % van stikstof teruggevonden in de dunne fractie en nog slechts 24 % van de fosfaat. De zeefbandpers vertoont zeer goede scheidingscapaciteiten: hier wordt nog slecht 48 % van de totale stikstof en 9 % van de fosfaat teruggevonden in de dunne fractie. Hier dient wel opgemerkt te worden dat er slecht 2 waarnemingen voorhanden waren. De vijzelpersen hebben een te lage scheidingsefficiëntie om gebruikt te worden als zuiver scheidingssysteem. Zij worden wel met succes ingezet in de biologie-installaties.

Tabel 4: Scheidingsefficiënties per mestverwerkingssysteem (staalnamecampagne tijdens de maand februari en maart 2003)

	<i>Mestverwerkingsinstallatie</i>								
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>
<i>Gehaltes in de oorspronkelijke mest (kg/1000 l)</i>									
pH	8,1	7,7	7,9	8,2	8,1	8	7,9	8	8,1
d.s.	55,02	67,57	118,67	117,31	109,09	83,45	53,24	61,06	78,10
o.s	33,06	46,56	84,99	81,96	74,40	53,06	33,91	39,79	51,21
N tot	7,21	8,54	10,63	12,40	11,87	9,54	6,94	7,28	9,54
N min	4,55	6,01	6,44	10,03	8,51	6,23	5,00	5,47	5,75
P₂O₅	2,64	3,07	5,44	4,35	4,32	4,25	3,03	3,20	4,62
K₂O	4,86	5,06	6,57	8,10	7,57	7,08	3,90	4,36	5,24
Na₂O	1,10	1,28	1,32	1,42	1,64	1,53	1,33	0,87	1,44
CaO	2,39	1,62	4,28	3,54	4,01	3,10	1,80	2,62	3,90
MgO	1,11	1,52	3,04	2,13	2,23	1,99	1,40	1,47	1,74
S	0,65	0,47	0,92	0,95	0,97	0,99	0,51	0,49	0,65
Cl	1,45	2,52	3,96	4,64	4,09	2,46	1,70	1,54	2,43
<i>Percentages van de parameters nog aanwezig in dunne fractie (%)</i>									
pH	100	104	104	100	101	103			104
d.s.	54	48	31	46	48	50			25
o.s	49	41	27	40	41	44			15
N tot	91	80	58	81	78	84			60
N min	94	88	59	52	80	86			71
P₂O₅	29	21	10	28	31	25			16
K₂O	101	100	79	88	98	95			91
Na₂O	103	99	82	92	99	92			91
CaO	25	41	22	27	40	25			8
MgO	14	10	7	15	20	11			10
S	78	77	52	86	72	34			34
Cl	110	92	78	89	71	95			95
<i>Percentages van de parameters nog aanwezig in effluent (%)</i>									
pH						118	103	98	89
d.s.						69	17	31	19
o.s						72	8	21	7
N tot						34	12	27	4
N min						15	15	29	5
P₂O₅						25	7	6	13
K₂O						92	67	89	88
Na₂O						92	66	120	88
CaO						27	9	8	4
MgO						11	13	5	10
S						82	31	16	38
Cl						88	61	89	86

Tabel 5: Scheidingsefficiënties per mestverwerkingssysteem (op basis van de databankgegevens)

	<i>Centrifuge</i>		<i>Vijzelpers</i>		<i>Zeebandpers</i>		<i>NH₃-stripping</i>		<i>Biologie</i>	
	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>	<i>gem</i>	<i>stdev</i>
<i>Percentages van de parameters nog aanwezig in de dunne fractie/effluent (%)</i>										
n	72		5		2		4		3	
pH	102	3,1	101	1,3	104	2,7	116	4,9	95	5,1
d.s.	47	13,6	73	13,2	24	5,0	48	17,6	19	0,4
o.s	40	14,4	60	10,3	15	5,2	44	22,0	7	0,6
N tot	80	15,8	92	8,7	48	6,4	47	11,4	5	2,1
N min	87	24,3	98	9,0	56	2,9	35	15,9	7	3,2
P₂O₅	24	10,9	86	12,4	9	0,9	23	4,4	16	3,4
K₂O	96	11,7	99	5,5	88	8,3	95	8,3	86	2,1
Na₂O	96	14,8	95	11,2	89	10,7	94	6,3	92	5,8
CaO	31	13,5	80	15,9	4	2,0	23	3,3	4	0,6
MgO	12	9,1	86	12,3	3	0,9	11	5,5	13	4,6

Voor de biologie-installaties, waren er op het moment van de studie nog maar weinig ontledingsresultaten van optimaal functionerende systemen beschikbaar. Een effluent na biologie bevat op basis van de beschikbare resultaten gemiddeld nog 19 % van de droge stof, 5 % van de totale stikstof en 16 % van de fosfaat van de oorspronkelijke ruwe mest. De resultaten van de scheiding plus bijkomende ammoniakstripping liggen voor fosforverwijdering op het niveau van de centrifuges en voor stikstofverwijdering tussen deze van de zuivere scheidingsinstallaties en de biologie-installaties in.

Er werd nagegaan of de scheidingsefficiëntie kon gerelateerd worden aan de samenstelling van de ruwe mest. Op basis van zowel de eigenlijke projectontledingen als de ontledingsresultaten uit de databank bleek dat er slechts een beperkte (negatieve) relatie bestond tussen de stikstofscheidingsefficiëntie en het droge stofgehalte van de mest. De fosfaatscheidingsefficiëntie kon met geen enkele gemeten parameter in verband gebracht worden.

Het voedersysteem bij varkens (brijbakvoeding, niet-brijbakvoeding) heeft zoals gekend een invloed op de mestsamenstelling. Het hogere droge stofgehalte en stikstofgehalte in de ruwe mest bij brijbakvoeding ten opzichte van niet brijbakvoeding wordt ook waargenomen in de dunne fractie van de mest.

Deel 3: Proefveldonderzoek

Om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de landbouwkundige, milieukundige en bodemkundige aspecten die gepaard gaan met het gebruik van resteffluenten, werd een doordachte keuze gemaakt in de combinatie effluent-bodem-gewas voor de proefvelden. Op deze manier werd waardevolle informatie bekomen voor de richtlijnen in de Code Goede Landbouwpraktijk.

Net zoals bij de screening van de samenstelling van de resteffluenten ging in het proefveldonderzoek de aandacht ook voornamelijk naar dunne fractie en effluent na biologie. Binnen het tijdsbestek van de studie werden 2 groeiseizoenen opgevolgd.

Tijdens het eerste jaar werden 3 proefopzetten gerealiseerd:

- Dunne fractie op maaiweide (zand)
- Effluent na biologie bij maïs (zand)
- Dunne fractie en effluent na biologie bij bloemkool (zandleem)

Tijdens het tweede jaar werden 4 proefopzetten gerealiseerd:

- Effluent na biologie op maai-/grasweide (zand)
- Effluent na biologie bij maïs (zand)
- Dunne fractie en effluent na biologie bij stamslaboon (zandleem)
- Dunne fractie en effluent na biologie bij aardappelen na tarwe en groenbemester (polder)

Het gras- en maïsproefveld werd opgevolgd door de Bodemkundige Dienst van België, het groenteproefveld door de West-Vlaamse Proeftuin voor Industriële Groenten en het aardappelproefveld door het Interprovinciaal Proefcentrum voor de Aardappelteelt.

Er werd voor alle proefpercelen een zo uniform mogelijk proefopzet nagestreefd, om onderlinge vergelijkingen mogelijk te maken en duidelijke conclusies te kunnen trekken naar de land- en tuinbouwpraktijk. De toegediende dosissen van de verschillende effluenten waren afhankelijk van het bemestingsadvies voor de specifieke teelt per proefperceel. Het bemestingsadvies voor kalium speelde een cruciale rol in de verschillende behandelingen.

Grasproefveld

Het grasproefveld was gelegen op een zandbodem te Loenhout (provincie Antwerpen).

In 2003 werd dunne fractie aangewend op het proefveld en werd er op het proefveld een maairegime gehanteerd. In Tabel 6 worden de behandelingen weergegeven die werden aangelegd op het proefveld in 2003.

Tabel 6: Behandelingen op het grasproefveld te Loenhout in 2003

<i>Object</i>	<i>Omschrijving</i>
1	Geen kali-bemesting, andere nutriënten volgens advies via minerale meststoffen
2	Adviesdosis kali via dunne fractie in 1 voorjaarsdosis (meest advies benaderende en technisch haalbare dosis, 50 ton/ha)*
3	Adviesdosis kali via dunne fractie in 2 fracties (voorjaarsdosis, 37 ton/ha + dosis na 1ste snede, 37 ton/ha)*
4	Adviesdosis kali via dunne fractie in 3 fracties (voorjaarsdosis, 37 ton/ha + dosis na 1ste snede, 20 ton/ha + dosis na 2de snede, 17 ton/ha)*
5	Adviesdosis kali via minerale meststoffen, andere nutriënten volgens advies via minerale meststoffen

*De overige nutriënten worden per snede ingevuld volgens het advies, rekening houdend met de werkzame elementen in de toegediende dunne fractie.

In 2004 werd een effluent na biologie aangewend en wordt eerst twee keer gemaaid en daarna een begrazingsregime toegepast. In Tabel 7 worden de behandelingen weergegeven die werden aangelegd op het proefveld in 2004.

Tabel 7: Behandelingen op het grasproefveld te Loenhout in 2004

<i>Object</i>	<i>Omschrijving</i>
1	Geen kali-bemesting, andere nutriënten volgens advies via minerale meststoffen
2	Zodebemesting van 60 ton effluent/ha in het voorjaar*
3	Zodebemesting van 60 ton effluent/ha in het voorjaar, tweede bemesting van 40 ton effluent/ha na de eerste snede*
4	Zodebemesting van 60 ton effluent/ha in het voorjaar, tweede bemesting van 40 ton effluent/ha na de eerste snede, derde bemesting van 40 ton effluent/ha na de tweede snede*
5	Adviesdosis kali via minerale meststoffen, andere nutriënten volgens advies via minerale meststoffen

*De overige nutriënten worden ingevuld volgens het advies, rekening houdend met de werkzame elementen in het toegediende effluent.

Groeiseizoen 2003

Door een late eerste maaibeurt en de uitzonderlijk droge omstandigheden in 2003 was het maairegime van het ganse groeiseizoen opgeschoven, zodat er slechts 4 snedes hebben kunnen plaatsvinden op het proefveld in 2003. Toch geven de opbrengstresultaten van de 4 uitgevoerde snedes aan dat een vervanging van de minerale bemesting in het voorjaar door een organische bemesting met dunne fractie goede opbrengsten geeft. Indien de tweede en derde minerale bemestingen ook (gedeeltelijk) ingevuld worden door dunne

fractie zijn de resultaten minder goed, zeker in vergelijking met de extra inspanningen die moeten geleverd worden door de extra injectiebeurten.

De resultaten van het eerste proefjaar toonden aan dat de werkingscoëfficiënten van varkensdrijfmest voor kalium, fosfor en magnesium kunnen behouden worden voor de dunne fractie. De werkingscoëfficiënten voor stikstof kunnen ook overgenomen worden, hoewel ze misschien wat aan de hoge kant liggen, hoewel dit natuurlijk ook van de weersomstandigheden afhangt. Er dient steeds voor gezorgd te worden dat de nutriënteninhoud van de dunne fractie gekend is en in rekening wordt gebracht in de nog toe te dienen minerale bemesting.

De dosissen die in deze proef tijdens het eerste proefjaar werden toegepast, veroorzaakte in het eerste jaar na toediening geen ongeoorloofde nutriëntengehaltes in het gras, geen merkbaar verhoogde zoutconcentratie in de bodem en geen hoge uitspoeling van minerale elementen. Ook de norm voor het nitraatresidu werd gerespecteerd voor de behandelingen met inpassing van dunne fractie.

Groeiseizoen 2004

Het groeiseizoen 2004 werd over het algemeen gekenmerkt door goede groeicondities voor het gras. In 2004 werd het gras op het proefveld eerst twee maal gemaaid en vervolgens begraasd. Indien we het totale groeiseizoen van 2004 beschouwen, dan hebben de perceeltjes met behandeling 5 (volledig minerale bemesting volgens het advies) de hoogste totale opbrengst opgebracht, gevolgd door de perceeltjes met behandeling 4, 3 en 2 waar respectievelijk drie, twee en één keer een dosis effluent na biologie werd toegediend. De verschillen tussen de vier behandelingen zijn evenwel niet significant. Behandeling 1 (zonder kaliumbemesting) heeft wel een significant lagere grasopbrengst gedurende het ganse groeiseizoen. Er valt op te merken dat de nawerking van de toediening van dunne fractie in 2003 nog heeft gespeeld bij de eerste snede, maar minder bij de volgende snedes. Een tweede bemerking is dat het gras na een recente toediening van het effluent na biologie minder goed begraasd wordt dan gras dat reeds langer geleden is bemest met het effluent.

Effluenten na biologie bevatten zeer weinig stikstof en fosfor, zodat deze elementen in de praktijk en ook op het proefveld voornamelijk via minerale meststoffen werden toegediend. Hierdoor konden de werkingscoëfficiënten voor stikstof en fosfor (en ook voor magnesium en calcium) moeilijk geëvalueerd worden. De kalium die aanwezig was in het effluent na biologie werd goed benut door het gras, waardoor een hoge

werkingscoëfficiënt te verantwoorden is. De extra toegediende natrium en chloride via het effluent na biologie werd goed opgenomen door het gras. Hierdoor was er op het grasproefveld weinig uitspoeling of zoutophoping.

Indien de effluentdosis beperkt bleef tot 100 ton/ha over het ganse groeiseizoen werd de norm voor het nitraatresidu van 90 kg NO₃-N/ha gehaald. Bij de hogere dosis lag het nitraatresidu boven de norm. Na twee jaar toediening van verschillende dosissen dunne fractie en effluent na biologie konden geen duidelijke verschillen in zoutgehalte in de bodem aangetoond worden. Deze effecten zijn evenwel op langere termijn te bekijken.

Conclusie

Uit de proefresultaten kunnen we concluderen dat dunne fractie en effluent na biologie goed kunnen opgenomen worden in de bemesting van gras, mits goede kennis van de inhoud van de resteffluenten en beredeneerde dosering.

Er werden goede opbrengstresultaten bekomen indien enkel de voorjaarsbemesting of zowel de voorjaarsbemesting als de tweede bemesting ingevuld werden door middel van dunne fractie. Hierbij kunnen voor de werking van de nutriënten aanwezig in de dunne fractie dezelfde coëfficiënten gehanteerd worden als voor de ruwe varkensdrijfmest. Ook bij de invulling van de bemesting met verschillende dosissen effluent na biologie werden goede opbrengstresultaten bekomen. Na recente toedieningen van effluent na biologie werd het gras evenwel minder goed begraasd. Aangezien effluent na biologie weinig stikstof en fosfor bevat, moet dit effluent vooral aanzien worden als een kaliummeststof. De werkingscoëfficiënt voor de aanwezige kalium in het effluent is gelijk aan deze van de ruwe varkensdrijfmest. Aangezien gras de aanwezige nutriënten goed opneemt is beredeneerde dosering noodzakelijk om luxeconsumptie en antagonisme tussen verschillende nutriënten te vermijden.

Door de hoge benutting van de aanwezige nutriënten is er op grasproefveld weinig uitspoeling en zoutophoping opgetreden. De norm voor het nitraatresidu werd voor alle behandelingen met dunne fractie en effluent gerespecteerd, uitgezonderd de behandeling met toepassing van de hoogste effluentdosis van 140 ton/ha.

Maisproefveld

Het maisproefveld was gelegen op een zandbodem in Tielen (provincie Antwerpen). In 2003 en 2004 werden de behandelingen aangelegd, die weergegeven zijn in Tabel 8. In beide jaren werd een effluent na biologie toegediend.

Tabel 8: Behandelingen op het maisproefveld te Tielen

<i>Object</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>2003 ton/ha</i>	<i>2004 ton/ha</i>
1	Geen kali-bemesting, andere nutriënten volgens advies via minerale meststoffen	0	0
2	Adviesdosis kali – 40 % via effluent na biologie	43	48
3	Adviesdosis kali via effluent na biologie	72	80
4	Adviesdosis kali + 40 % via effluent na biologie	100	112
5	Adviesdosis kali via minerale meststoffen, andere nutriënten volgens advies via minerale meststoffen	0	0

Bij behandeling 2, 3 en 4 worden de andere hoofdelementen volgens het advies aangevuld met minerale meststoffen.

Groeiseizoen 2003

De opbrengstgegevens van het groeiseizoen 2003 tonen aan dat de behandelingen met toediening van het effluent na biologie hogere opbrengsten geven in vergelijking met de mineraal bemeste perceeltjes. Deze verschillen zijn wel niet significant. Een echt duidelijke verklaring is niet te geven, maar mogelijk heeft, in het droge groeiseizoen van 2003, de extra vochttoevoer door het effluent een positieve rol en het oppervlakkig toedienen van de chloriderijke minerale meststof (met als gevolg een hoog zoutgehalte in de oppervlakkige bodemlaag) een negatieve rol gespeeld.

De kalium in het effluent werd even efficiënt benut dan de minerale kalimeststof, waaruit blijkt dat een hoge werkingscoëfficiënt voor kali verantwoord is. Over de werkingscoëfficiënten van de andere nutriënten kon geen uitspraak gedaan worden wegens het zeer lage gehalte in het effluent, waardoor zij mineraal bijbemest werden. De toegediende hoeveelheid natrium door het effluent werd niet in verhouding opgenomen door de maïs en bij de oogst ook niet meer in de bodem teruggevonden, zodat deze natrium waarschijnlijk onderhevig is geweest aan uitspoeling. De toegediende hoeveelheden chloride via het effluent lagen in dezelfde grootorde als de hoeveelheid chloride toegediend via de minerale bemesting. De hogere chlorideaanvoer werd niet opgenomen door de maïs. Hierdoor was er bij de oogst een verhoging van het Cl-gehalte in de bodem bij de hoogste effluentdosis en de mineraal bemeste perceeltjes. In het algemeen werden bij de oogst door de droogte hoge zoutconcentraties gemeten die tijdens de winter weer uitspoelden. Het nitraatresidu van de behandeling met effluenttoediening volgens het kali-advies en de behandeling met een 40 % lagere effluenttoediening voldoen

aan de norm van 90 kg NO₃-N/ha. Voor de andere behandelingen wordt een lichte overschrijding van de norm vastgesteld.

Groeiseizoen 2004

De opbrengstgegevens van 2004 geven dezelfde trends weer als de opbrengstgegevens van 2003. In beide jaren werd de hoogste maïsofbrengst genoteerd bij de perceeltjes met de hoogste dosis effluent (100 ton/ha in 2003 en 112 ton/ha in 2004). De volledig mineraal bemeste perceeltjes scoorden steeds minder goed. Waarschijnlijk was dit te wijten aan de verhoogde zoutconcentratie in de bovenste bodemlaag door het gebruik van KCl als minerale meststof.

Door de mindere opbrengst op de mineraal bemeste perceeltjes zijn de toegediende nutriënten minder efficiënt benut zodat het evalueren van de werkingscoëfficiënten voor het effluent bemoeilijkt werd. De kali in het effluent werd efficiënt opgenomen, maar in 2004 waren de hoge werkingscoëfficiënten van de drijfmest voor kalium misschien toch wat hoog, aangezien de behandeling 'invulling kali-advies + 40 %' steeds betere resultaten gaf dan de behandeling 'invulling kali-advies'.

De norm voor het nitraatresidu werd in 2004 voor alle behandelingen gerespecteerd. De beste resultaten werden behaald voor de behandelingen waar de volledige bemesting werd toegediend volgens het bemestingsadvies. De evolutie van de minerale elementen in de bodem toont aan dat vele zouten (vooral chloriden) die achterblijven in het bodemprofiel uitspoelen tijdens de winter. Dit geldt ook voor de behandeling met minerale meststoffen.

Conclusie

Uit deze proefresultaten kunnen we concluderen dat het effluent na biologie in de maïsbemesting goed kan aangewend worden als kaliumbemesting. Er werden goede opbrengstresultaten gehaald bij invulling van het kali-advies en de 40% hogere dosis. De gebruikte doseringen in deze proef leverden op tweejarige termijn geen problemen op voor de maïs. Toch moeten we bij de zoutgevoelige maïs, meer dan bij gras, voorzichtig zijn met zoutophoping in de bouwlaag tijdens het groeiseizoen en met uitspoeling van zouten tijdens de winter. Indien zowel landbouwkundige als bodem- en milieukundige parameters in rekening worden gebracht, is het op basis van deze proefresultaten een goede keuze om het effluent na biologie toe te dienen aan een dosis die overeenkomt met invulling van het kali-advies.

Groenteproefveld

Het proefveld was gelegen op een zandleembodem te Pittem (provincie West-Vlaanderen). In Tabel 9 worden de behandelingen weergegeven die op het proefveld zouden worden aangelegd in 2003. Tijdens de eindverwerking van de proef werd een spijtige vergissing vastgesteld tijdens de proefopzet. De dunne fractie en het effluent werden verwisseld bij het toedienen van de dosissen. Hierdoor werd uiteraard een totaal andere proefopzet bekomen dan oorspronkelijk vooropgesteld zodat de gegevens in deze gewijzigde context moeten worden geïnterpreteerd. Door het feit dat het effluent verkeerdelijk werd toegediend als dunne fractie en omgekeerd, werden uiteindelijk de behandelingen zoals voorgesteld in Tabel 10 gerealiseerd.

Tabel 9: Oorspronkelijk bedoelde behandelingen op het bloemkoolproefveld in 2003

<i>Object</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>K E/ha</i>	<i>Ton/ha</i>
1	nulbemesting met betrekking tot kalium	0	-
2	minerale kaliumbemesting	250	-
3	dunne fractie aan dosis K-advies -40%	150	24
4	dunne fractie aan dosis K-advies	250	40
5	dunne fractie aan dosis K-advies +40%	350	56
6	effluent na biologische zuivering aan dosis K-advies -40%	150	42
7	effluent na biologische zuivering aan dosis K-advies	250	70
8	effluent na biologische zuivering aan dosis K-advies +40%	350	98

Tabel 10: Gerealiseerde behandelingen op het bloemkoolproefveld in 2003

<i>Object</i>	<i>Omschrijving m.b.t. K</i>	<i>K E/ha</i>	<i>Ton/ha</i>	<i>Beschrijving m.b.t. de toegediende N</i> <i>(1)</i>
1	nulbemesting met betrekking tot kalium	0	-	230
2	minerale kaliumbemesting	250	-	230
3	effluent na biologische zuivering aan dosis K-advies -67%	82	24	208
4	effluent na biologische zuivering aan dosis K-advies -45%	137	40	160
5	effluent na biologische zuivering aan dosis K-advies -23%	192	56	133
6	dunne fractie aan dosis K-advies	249	42	406
7	dunne fractie aan dosis K-advies + 67%	416	70	490
8	dunne fractie aan dosis K-advies +133%	582	98	575

(1) De aanvulling met minerale stikstof gebeurde op basis van het schema in tabel 4.1., rekening houdend met de reeds aangevoerde hoeveelheden uit dunne fractie of effluent en de werkingscoëfficiënt en rekening houdende met het advies van 180 + 50 EN/ha; door de omwisseling van effluent met dunne fractie werden de objecten 6 tot 8, die al een zware dosis dunne fractie hadden gekregen, nog eens extra bijbemest met ammoniumnitraat. De objecten 3 tot 5, waar oorspronkelijk de dunne fractie zou worden aangebracht, kregen uiteindelijk te weinig stikstof.

In overleg met de stuurgroep werd besloten om in 2004 het advies bij het minerale object als basis te nemen voor de behandelingen op het bonenproefveld aangevuld met trappen van -50% en +50%.

Tabel 11 Gerealiseerde behandelingen op het bonenproefveld in 2004

Object	Omschrijving	Aantal ton/ha volgens object
1	nulbemesting m.b.t. kalium	-
2	minerale kaliumbemesting	-
3	effluent aan dosis K 80 E	17
4	effluent aan dosis K 160 E	33
5	effluent aan dosis K 240 E	49
6	dunne fractie aan dosis K 80 E	15
7	dunne fractie aan dosis K 160 E	30
8	dunne fractie aan dosis K 240 E	45

Groeiseizoen 2003: bloemkool

De resultaten van het eerste proefjaar werden doorkruist door de omwisseling van de dunne fractie met het effluent. Visuele verschillen naar gewasstand hadden meer te maken met een stikstofdosiseffect dan met nadelige invloeden van bepaalde nutriënten die door toediening van effluent of dunne fractie in hogere hoeveelheden werden toegediend dan voor de gewasbehoefte strikt noodzakelijk was. Er kan eveneens gesteld worden dat met betrekking tot de invloed van de toegediende doses nutriënten op de opbrengst en de kwaliteit van bloemkool geen nadelige invloeden werden vastgesteld na het gebruik van dunne fractie of effluent. De kalium uit effluent en dunne fractie werd evengoed benut als de kalium afkomstig van minerale bemesting. Ondanks de hoge bodemvoorraad bij de start van de teelt, had de kaliumbemesting wel een positief effect op de opbrengst.

De minerale samenstelling van de geoogste kool werd beïnvloed door de toegediende hoeveelheden dunne fractie en effluent na biologie: bij de hogere dosissen dunne fractie nam het nitraatgehalte in het gewas toe, bij de lage effluentdosissen (gebrek aan stikstof) was er een laag nitraatgehalte, maar een hoog chloridegehalte. Het natrium gehalte in de kool steeg eveneens bij hogere toegediende dosissen. Het gehalte aan kalium in de kool was niet direct meetbaar gecorreleerd met de toegediende hoeveelheden.

Naar bodemkundige en milieukundige effecten kan gesteld worden dat de gemeten nutriëntengehaltes in de bodem toenamen naarmate de toegediende hoeveelheden via

dunne fractie of effluent toenamen: dit was meetbaar voor wat betreft minerale stikstof, chloriden, natrium en zout. Zowel nitraatstikstof, chloriden en natrium zijn in onze klimatologische omstandigheden (neerslagoverschot tijdens de winter) onderhevig aan uitspoeling. Dit geldt evenwel ook voor de zouten aangebracht via minerale meststoffen. De afname van de concentraties werd duidelijk waargenomen bij de beschouwing over de twee proefjaren heen. Voor de proeffactor kalium werd een lichte stijging waargenomen na gebruik van zeer hoge dosis dunne fractie, doch het effect was minder dan oorspronkelijk verwacht, wellicht door het bufferend vermogen van de bodem. Voor de elementen calcium, fosfor en magnesium waren de verschillen in de bodem minder relevant.

Groeiseizoen 2004: stamslaboon

Voor wat betreft de landbouwkundige aspecten werden tussen de verschillende toegediende organische bemesting en dosissen geen visuele gewasverschillen waargenomen. Dunne fractie of effluent hadden geen negatieve effecten op het gewas, ondanks de behoorlijke zoutgevoeligheid van stamslaboon. Naar opbrengst toe gaf het kaliumvrije object een lagere opbrengst dan de met kalium bemeste percelen, zonder duidelijk verschil tussen de kalium afkomstig uit minerale meststof of kalium afkomstig uit effluent of dunne fractie; de laagste dosis effluent of dunne fractie gaf hierbij telkens de beste opbrengst, hoewel niet significant. Naar opname van nutriënten toe blijkt dat er meer chloriden en minder nitraten aanwezig zijn in de peul naarmate er meer effluent of dunne fractie werd toegediend. Voor de andere elementen werd geen duidelijk effect waargenomen.

Voor wat betreft de bodemkundige en milieukundige aspecten werd aan de hand van de bodembalans een duidelijke toename van het chloridegehalte in de bodem verwacht bij toepassing van het effluent na biologie: dit kwam inderdaad duidelijk tot uiting in de bodemmetingen. Mogelijk is dit verhoogde gehalte aan chloride in de bodem tijdens de volgende winter onderhevig aan uitspoeling. Hetzelfde kan gesteld worden ten aanzien van natrium; wellicht was een deel van de hogere gemeten concentraties in de bodem nog een gevolg van de te hoge toediening van dunne fractie in 2003, gelet op de nog hogere gehalten in de bodem begin 2004, bij de start van het tweede proefjaar. Voor fosfor en magnesium werden geen bodemeffecten waargenomen. Voor fosfor duidt de balans op een lichte toename in de bodem. Ook voor kalium, waarvan de toegediende hoeveelheden ruim verschilden, wijzen de balansen op een duidelijke toename in de bodem, doch deze toename en de verschillen tussen de objecten weerspiegelen zich niet in de

bodemmetingen. Dit kan te wijten zijn aan uitspoeling of het bufferend vermogen van de bodem.

Conclusie

Naar de landbouwkundige aspecten toe werden voor bloemkool en stamslaboon geen nadelige invloeden vastgesteld bij het gebruik van dunne fractie of effluent, ondanks de zoutgevoeligheid van stamslaboon. De resultaten van het eerste proefjaar werden door een vergissing bij de toediening wel doorkruist door een stikstofdosiseffect. De kaliumbemesting via de dunne fractie of het effluent na biologie had een positieve invloed op de opbrengst van de bloemkool en de stamslaboon (niet significant), waarbij de kalium uit effluent of dunne fractie als evenwaardig met minerale kalium werd bevonden.

Betreffende de bodemkundige en milieukundige aspecten blijkt uit de bodemanalyses dat een hoge aanvoer van kalium na twee jaar nog niet resulteerde in een meetbare stijging van het kaliumgehalte in de bodem, wellicht door uitspoeling en het buffereffect van de bodem ten aanzien van het element kalium. Wel waren er tijdelijke verschillen merkbaar met betrekking tot de gehalten aan stikstof, chloriden (vooral bij het effluent), natrium en totaal zout: er werd een toename van de nutriënten vastgesteld tijdens het groeiseizoen bij de hogere dosissen dunne fractie en effluent na biologie. De concentraties lagen merkbaar hoger naarmate er meer effluent werd toegediend zodat na herhaald gebruik van hoge dosissen effluent hier wel een effect op langere termijn kan worden verwacht. De oplosbare zouten zijn tijdens een natte winter of bij een hoge beregeningsintensiteit tijdens het groeiseizoen echter ook onderhevig aan uitspoeling, zodat de ophoping van zouten in de bodem vaak snel gereduceerd wordt. Belangrijk hierbij te vermelden is dat dit ook optreedt bij het toedienen van minerale meststoffen, aangezien er bijvoorbeeld bij een kaliumbemesting onder vorm van de courante meststof KCl (60%) ook heel wat chloride wordt aangevoerd die aan dezelfde processen onderhevig is.

Uit de proefresultaten kunnen we concluderen dat dunne fractie binnen de limieten van het MAP goed kan opgenomen worden in de bemesting van vollegrondsgroenten. Het effluent na biologie wordt best aanzien als een (chloorhoudende) kali-meststof en de toegediende dosis wordt bij voorkeur afgestemd op het kali-bemestingsadvies. Bij zeer hoge kaliumbemestingsadvies wordt er een beperking van de hoeveelheid effluent aangeraden. In situaties waar zoutophoping problemen kan geven voor de teelt (zoutgevoelige groenten) of de kans op uitspoeling van zouten te hoog is, wordt het gebruik van effluent na biologie best beperkt of vermeden.

Aardappelproefveld

Het aardappelproefveld is gelegen in de Oudlandpolders te Eggewaartskapelle (Veurne). Het proefperceel werd gedurende 1 groeiseizoen opgevolgd (2004). In Tabel 12 worden de behandelingen weergegeven die worden aangelegd op het proefveld. Aangezien een voorjaarstoediening van dierlijke mest in de polders doorgaans niet mogelijk is, werden de resteffluenten toegediend in het najaar van 2003 op de tarwestoppel (met inzaai van gras als groenbemester).

Tabel 12: Behandelingen op het aardappelproefveld

<i>Object</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>Ton/ha</i>
01	Nulbemesting met betrekking tot kalium	
02	Minerale kaliumbemesting	
03	Dunne fractie: -40 %	24
04	Dunne fractie: praktijkdosering	40
05	Dunne fractie: +40 %	56
06	Effluent na biologische zuivering: K-advies -40%	42
07	Effluent na biologische zuivering: K-advies	71
08	Effluent na biologische zuivering: K-advies +40%	99

In het voorjaar 2004 werden de objecten mineraal bijbemest worden volgens analyse vóór de aardappelteelt.

De resteffluenten werden eind augustus 2003 geïnjecteerd op de tarwestoppel en in het voorjaar 2004 werd voor alle behandelingen stikstof bijbemest met minerale meststoffen volgens het N-indexstikstofbemestingsadvies. Kalium werd in het voorjaar niet via minerale meststoffen toegediend op de objecten met toediening van resteffluenten. Van de aangevoerde mineralen in het najaar via de resteffluenten werd na de winter in de bodem schijnbaar weinig teruggevonden.

De opkomst, ontwikkeling en opbrengst van de aardappelen wordt niet nadelig beïnvloed door de aanbreng van dunne fractie of effluent. Op het proefveld werd weliswaar veel doorwas waargenomen, waardoor de netto-opbrengsten voor alle behandelingen relatief laag uitvielen. De kwaliteit werd wel beïnvloed door de resteffluenten. Ondanks het feit dat de toegediende kalium via de resteffluenten niet direct werd teruggevonden in de bodemmetingen na de winter, kwam deze in de loop van het groeiseizoen toch ter beschikking van de aardappelen, waardoor er een positief effect was op de blauwverkleuring van de aardappelen. De frietkleur werd in deze proef eerder nadelig beïnvloed door de aangevoerde nutriënten in tegenstelling tot vroegere proefresultaten. Mogelijk liggen hier de uitzonderlijke groeiomstandigheden in de polder in 2004, met doorwas als gevolg, aan de basis van deze degradatie van de frietkleur.

Wat de bodembalansen betreft, zien we een surplus voor de elementen Na en Cl na het toedienen van resteffluenten in vergelijking met de minerale bemesting. Deze zouten waren onderhevig aan uitspoeling tijdens de winter (vanaf december), temeer omdat de ingezaaide groenbemester slecht ontwikkeld was. Aanbrengen van dunne fractie leidt tot een surplus in de bodembalans voor N en P, zij het bij (te) hoge dosissen. Bij het rooien bleef er echter niet meer minerale stikstof achter na gebruik van dunne fractie in vergelijking met de minerale objecten, zodat dit surplus mogelijk uitgespoeld is tijdens de winter of het groeiseizoen. De hoogste dosis van het effluent na biologie zorgde voor een duidelijk positieve balans voor het element K, wat zich echter niet weerspiegelde in het bodemmetingen na de oogst. Dit wijst erop dat deze kalium al was uitgespoeld in de winter of gebufferd zat in de kaliumpool in de bodem.

Specifiek voor het gebruik van resteffluenten bij aardappelen in de polders dienen nog enkele bedenkingen gemaakt te worden bij het toedieningstijdstip en –wijze. Het aanwenden van dunne fractie en effluent in het voorjaar is uit den boze op poldergronden, daar het injecteren in het voorjaar tot sterk structuurbederf kan leiden. Dit kan omzeild worden door bijv. te injecteren in het najaar op een tarwestoppel. Deze methodiek is vanuit milieukundig standpunt misschien minder aangewezen, voornamelijk voor elementen die gemakkelijk kunnen uitspoelen tijdens de winterperiode. Het beregenen in het voorjaar kan enkel een optie zijn voor effluent na biologie, dat slechts zeer lage concentraties NH₃ bevat, waardoor emissie-arm toedienen geen noodzaak is. Vanuit landbouwkundig standpunt is dit echter geen evidente toepassingstechniek: door de hoge zoutconcentratie kan het beregenen enkel vóór de teelt bovenstaat, daar aardappelen een zoutgevoelig gewas zijn. Ook logistiek is dit niet de meest evidente toepassing: weinig aardappeltelers beschikken over een beregeningsinstallatie, en bovendien zou de installatie moeten gebruikt worden in een periode waarin zaaien en planten prioriteit krijgen, en het inzetten van de beregeningsinstallatie nog niet aan de orde is.

Conclusie:

Uit de proefresultaten kunnen we concluderen dat dunne fractie binnen de limieten van het MAP kan opgenomen worden in de bemesting van aardappelen, mits een voorjaarstoediening mogelijk is zonder (teveel) structuurschade te veroorzaken. Het effluent na biologie wordt best aanzien als een (chloorhoudende) kali-meststof: de toegediende dosis wordt afgestemd op het kali-bemestingsadvies en in functie van de verbouwde variëteit (chloorgevoelig of niet). Ophoping en uitspoeling van zouten moet zoveel mogelijk vermeden worden.

Deel 4: Code van Goede Landbouwpraktijken

De Code van Goede Landbouwpraktijken met betrekking tot 'de valorisatie van resteffluenten afkomstig van mestverwerking' vormde het einddoel van het project en kwam tot stand door samenvoeging van de resultaten van de verschillende studies binnen dit project. Aangezien deze Code reeds een samenvatting van richtlijnen is op zich, verwijzen we hiervoor naar Deel 4 van het eindrapport. Hieronder wordt de samenvattende tabel uit de Code betreffende de mogelijke inpassing van resteffluenten in de bemesting van grasland, maïs, vollegrondsgroenten en aardappelen opgenomen.

Teelt	Dunne fractie	Effluent na biologie
Grasland	Maaiweide	Goede landbouwpraktijk
	Graasweide	Goede landbouwpraktijk
Maïs	Goede landbouwpraktijk	Goede landbouwpraktijk mits het resteffluent aan te wenden als kaliummeststof volgens het bemestingsadvies (max. 100 ton/ha, gefractioneerd toe te dienen)
Groenten	zoutgevoelig	Goede landbouwpraktijk. (Advies: max. de helft van de stikstofbehoefte invullen via dunne fractie)
	minder zoutgevoelig	Goede landbouwpraktijk. (Advies: max. de helft van de stikstofbehoefte invullen via dunne fractie)
Aardappelen	Goede landbouwpraktijk mits voorzorgsmaatregelen genomen worden om structuurschade en uitspoeling van nutriënten te voorkomen. (Advies: max. 2/3 van de stikstofbehoefte invullen via dunne fractie om hoge nitraatresidu's te vermijden)	Goede landbouwpraktijk mits het resteffluent aan te wenden als kaliummeststof volgens het bemestingsadvies én maatregelen te nemen om ophoping en uitspoeling van zouten tegen te gaan (groenbemester, geen jaarlijkse effluenttoediening op hetzelfde perceel, ...)
	Geen goede landbouwpraktijk indien een voorjaarstoediening onmogelijk is (bv. in de polders).	Geen goede landbouwpraktijk bij chloorgevoelige aardappelvariëteiten en indien geen voorjaarstoediening mogelijk is. In andere gevallen: goede landbouwpraktijk mits het effluent aan te wenden als kaliummeststof volgens het bemestingsadvies én maatregelen te nemen om ophoping en uitspoeling van zouten tegen te gaan (geen jaarlijkse effluenttoediening op hetzelfde perceel). Bij hoge kaliumadviezen: toch niet meer dan 70 ton/ha toedienen.
Toedieningswijze	Dunne fractie steeds emissie-arm toedienen.	Effluent na biologie kan op niet emissie-arme wijze worden toegediend indien het ammoniumgehalte < 1 kg NH ₄ -N/1000 liter (aantoonbaar via analyse) en na toelating van de Mestbank.