

Verwerking van mest en zuiveringsslib: kansen voor synergie

Leon Korving (Wetsus), Nico Verdoes (Wageningen UR), Jan de Wilt (InnovatieNetwerk)

Bij de verwerking van menselijke en dierlijke mest kunnen meer nutriënten en energie worden teruggewonnen. Waterzuiveraars en mestverwerkers kunnen elkaar versterken door samen in onderzoek en praktijk te werken aan nieuwe verwerkingsmethoden.

Menselijke uitwerpselen en dierlijke mest lijken qua samenstelling veel op elkaar. Toch is de wijze waarop we ermee omgaan totaal verschillend. Tot eind jaren negentig werd zuiveringsslib nog wel gebruikt als meststof, maar vanwege de verontreinigingen met metalen is dit in Nederland niet meer toegestaan. Het slib wordt daarom steeds vaker verbrand. Hierbij wordt weliswaar de energie-inhoud van de organische stof benut, maar verdwijnen de nutriënten als gas (stikstof) of vastgelegd in de as (fosfor).

Door de grootschalige importen van veevoer en kunstmest is bovendien een overschot aan dierlijke mest ontstaan. Hierdoor is de praktijk gegroeid om overschotmest te verwerken en buiten de Nederlandse landbouw te benutten. De focus ligt hierbij op het exporteren van fosfor in de vorm van gehygiëniseerde mest of mestkorrels. De verwerking van de dunne fractie is gericht op het terugwinnen van bruikbare stoffen (stikstof en kalium).

Groeiend fosfaat- en energietekort

Fosfor wordt geïmporteerd uit landen buiten Europa (vooral de VS, Rusland en Marokko). Schattingen geven aan dat bij het huidige gebruik van fosfor in de landbouw, de economische fosfaatvoorraad in de wereld over 30 tot 90 jaar uitgeput is. De moeilijker toegankelijke fosforvoorraden zullen naar verwachting nog een halve eeuw tot ruim twee eeuwen kunnen voorzien in onze behoefte, afhankelijk van de ontwikkeling van het gebruik van fosfaat [1]. De toenemende schaarste is nu al merkbaar in stijgende fosforprijzen. Het hergebruik van mineralen in zuiveringsslib en mest wordt daarmee aantrekkelijker.

Op dezelfde termijn raken ook de voorraden fossiele brandstoffen op. Bovendien vraagt de maatschappij om omschakeling naar duurzame energie. Het wordt dus interessant om de organische stof in zuiveringsslib en mest te benutten als energiebron, bijvoorbeeld via vergisting, pyrolyse of verbranding.

Mestsamenstelling en -kwantiteit

Menselijke en dierlijke mest hebben beide een vergelijkbare oorsprong: het zijn de overblijfselen van het verteren van voedsel. Menselijke mest komt terecht in het riool en vervolgens in zuiveringsslib. De volumes en gehalten aan stikstof, fosfaat, kalium en organische stof in verschillende soorten mest en in zuiveringsslib zijn vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Vergelijking volume en samenstelling zuiveringsslib en dierlijke mest

(Bron: CBS, 2012 en [2]).

	Volume in NL 2011 (mln kg)	Droge stof (%)	Organische stof (%)	N-totaal (g/kg)	N-NH ₃ (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)	K ₂ O (g/kg)
vleesvarkensmest	6.496	9,3	4,3	7,1	4,6	4,6	5,8
zeugenmest	5.326	6,7	2,5	5,0	3,3	3,5	4,9
rundveedrijfmest	55.611	8,5	6,4	4,1	2,0	1,5	5,8
zuiveringsslib	1.322	25,2	16,8	14,2	geen data	19,2	1

Uitgedrukt in P en N is het volume aan mest in Nederland een factor vijf groter dan het volume aan zuiveringsslib.

Op zoek naar gezamenlijke kennis en samenwerking

Waterzuivering en (dierlijke) mestverwerking vertonen opvallende parallellen én verschillen in organisatie en techniek. Mogelijkheden voor wederzijdse inspiratie en samenwerking kunnen bijvoorbeeld liggen op het vlak van technologische ontwikkeling, organisatie en financiering, marktontwikkeling en het gezamenlijke gebruik van infrastructuur.

Medio 2012 organiseerden Wetsus en InnovatieNetwerk een workshop over dit onderwerp met deelnemers uit de wereld van de waterzuivering en de mestverwerking. Dit artikel bouwt voort op de resultaten van die workshop. We geven een aanzet voor een gezamenlijke kennis- en innovatie-agenda van beide sectoren. Daarbij ligt het accent op samenwerking bij de technologische ontwikkeling, van fundamenteel onderzoek tot pilots in de praktijk.

In dit artikel gaan we eerst wat dieper in op de overeenkomsten en verschillen tussen humane en dierlijke mest. Vervolgens schetsen we de belangrijkste ontwikkelingen in de watertechniek en in de mestverwerking. Daarna geven we aan op welke punten beide sectoren van elkaar kunnen leren.

Ontwikkelingen in de waterzuivering

Bij de rioolwaterzuivering verandert de kijk op nutriënten en organische stof. Lange tijd zag men deze vooral als probleemstoffen. Tegenwoordig realiseert men zich dat het waardevolle grondstoffen zijn.

Energie- en Grondstoffenfabriek

Een eerste stap zetten de waterschappen enkele jaren geleden door de introductie van het concept 'Energiefabriek'. De achterliggende gedachte is dat er voldoende energie in het rioolwater aanwezig is om de eigen rioolwaterzuivering van energie te voorzien en het surplus te leveren aan het elektriciteitsnet. Er is hernieuwde aandacht voor processen die de gasproductie van de gisting verhogen. Er zijn diverse projecten gestart waarbij men het slib eerst thermisch en onder druk hydrolyseert om zo meer biogas te winnen. Ook streeft men niet langer in de eerste plaats naar minimale slibproductie maar zoekt men nu juist naar processen die de slibproductie vergroten, zodat de vergisting ervan meer energie oplevert.

Deze nieuwe aanpak zorgde voor veel enthousiasme en nieuwe ideeën bij de waterschappen. De Energiefabriek wordt nu opgevolgd door de Grondstoffenfabriek. In dit project onderzoekt men de mogelijkheden om waardevolle grondstoffen uit het rioolwater te winnen, te beginnen bij fosfaat. Bij enkele rioolwaterzuiveringen worden installaties gerealiseerd die het fosfaat als struviet winnen uit het rioolwater, bijvoorbeeld in Amsterdam, Apeldoorn, Tilburg en Venlo. Ook zijn er goede mogelijkheden om na slibverbranding fosfor terug te winnen uit de as. Deels gebeurde dit al bij Slibverwerking Noord-Brabant door geschikte, ijzerarme slibben apart te verbranden en de as af te zetten naar fosforproducent Thermphos. Door het faillissement van Thermphos is dit gestopt, maar er lopen proeven voor inzet van de as bij ICL Fertilizers.

Cellulosewinning

Een andere interessante ontwikkeling is de winning van cellulosevezels uit het rioolwater. Deze cellulose is vooral afkomstig van wc-papier. Pilotonderzoek met een microzeef op de rwzi Blaricum heeft aangetoond dat het mogelijk is een relatief goed gedefinieerde stroom biomassa met interessante volumes te krijgen uit rioolwater [2]. Voor gebruik in de

papierindustrie is de cellulose waarschijnlijk te vervuild, maar met specifieke behandelingen kan het mogelijk geschikt worden gemaakt voor biobased grondstoffen.

Productie van bioplastics

Een recent ontwikkelde techniek maakt het mogelijk bioplastics te maken uit rioolwater. De bacteriën voor de zuivering van het afvalwater zetten onder bepaalde omstandigheden vetzuren om in polyhydroxyalkanoaat (PHA). Dit is een soort plastic, verwant aan polymelkzuur (PLA), dat nu al veel gebruikt wordt diverse toepassingen. Door de juiste omstandigheden te creëren gaan de bacteriën PHA produceren (als energiereserve voor slechtere tijden), waardoor uiteindelijk meer dan 90% van de celmassa uit het polymeer bestaat. Dit kan vervolgens uit het slib worden geëxtraheerd. Na langdurig onderzoek is de techniek nu rijp om in de praktijk te testen. In de rioolwaterzuivering van Brussel produceert Veolia Water nu al enkele kilogrammen bioplastic per maand. De waterschappen onderzoeken de toepassing van deze techniek in Nederland.

Gescheiden sanitatie

In (zieken)huizen en bedrijfspanden worden nieuwe concepten voor sanitatie getest. De hogere concentraties aan de bron maken het mogelijk meer energie en grondstoffen te winnen. Bovendien wordt hierdoor kruisvervuiling met bijvoorbeeld industriële afvalwaterstromen vermeden. De concepten voor decentrale sanitatie vertonen veel overeenkomsten met de verwerking van dierlijke mest, die ook decentraal plaatsvindt.

In het SOURCE-project is dunne mest verwerkt samen met de urine uit een ziekenhuis. Een nieuwe ontwikkeling is de gescheiden behandeling van faeces en urine. Het zwarte water met faeces biedt goede mogelijkheden voor anaerobe energieproductie. De urine is interessant als bron van fosfaat en stikstof. Wetsus heeft een techniek ontwikkeld om bacteriën stroom te laten produceren uit urine en daarbij tevens ammoniak en struviet terug te winnen.

Overige technieken

Ook voor de verwerking van industriële afvalwaterstromen worden technieken ontwikkeld om zuiver water te maken en grondstoffen te winnen. Deze technieken kunnen relevant zijn voor de verwerking van mest. Zo wordt er bij Wetsus veel onderzoek gedaan naar het gebruik van membraantechnieken voor het maken van schoon drinkwater. Vooral de vervuiling (fouling) van deze membranen vormt in de praktijk een probleem. Er zijn inmiddels verschillende mogelijkheden om dit probleem te beheersen of zelfs te voorkomen. Ook zijn technieken in opkomst om met relatief weinig energie waterige stromen in te dikken en zouten terug te winnen. Interessant in dit verband is eutektische vrieskristallisatie. Momenteel lopen de eerste praktijkproeven met deze techniek voor de behandeling van Reverse Osmosis-concentraat afkomstig van de behandeling van de dunne fractie van mest.

Ontwikkelingen in de mestverwerking

De eerste initiatieven op het gebied van mestverwerking dateren van 20-30 jaar geleden. Door scheiden, (de)nitrificatie, vergisten en drogen werd de mest verwerkt tot energie en een gekorrelt eindproduct [4]. Met name vanwege de onzekerheid in de aanvoer van mest bij schommelende marktprijzen zijn deze initiatieven nooit echt van de grond gekomen.

In dezelfde tijd is ook voorzichtig gestart met het scheiden van dierlijke drijfmest in een dunne en een dikke fractie op de boerderij. Inmiddels wordt mestscheiding regelmatig toegepast, vooral op rundveebedrijven, omdat de dunne fractie op het eigen bedrijf ingezet kan worden

als N-meststof. De dikke fractie wordt als meststof en bodemverbeteraar afgevoerd naar de akkerbouw. Dit levert een besparing op in transportkosten.

Vergisting

De laatste jaren heeft vergisting een hoge vlucht genomen, mede door overheidssubsidies voor duurzame energie. Momenteel zijn circa 140 vergistingsinstallaties in bedrijf. Vanwege de slechte vergistbaarheid van mest worden in deze installaties meestal ook andere organische stromen (zoals mais, gras, glycerine) meevergist om zo meer biogas te kunnen produceren. Het biogas wordt ter plaatse omgezet in elektriciteit en warmte of het wordt geleverd aan het gasnet. De vergisting van mest samen met andere producten stagneert momenteel vanwege de stijgende grondstofprijzen van de co-producten en vanwege de stijging van het mestaanbod. Daarom komt mono-vergisting - van uitsluitend mest - meer in de belangstelling. De hiervoor noodzakelijke investeringen zijn echter nog relatief hoog ten opzichte van de opbrengsten. Er zijn verschillende technieken in ontwikkeling – verhitting, drukverhoging of enzymatische behandeling – om het rendement te verhogen door ontsluiting van het vezelrijke materiaal in de mest. Elektriciteitsproductie door verbranding van biogas in een gasmotor heeft als voordeel dat het digestaat met de vrijkomende warmte kan worden gedroogd en gehygiëniseerd, wat een vereiste is voor afzet van het eindproduct als meststof.

Mineralen verwaarden

Stikstof en kalium bevinden zich overwegend in de urine, terwijl het fosfaat en de organische stof overwegend in de vaste mest zitten. De huidige marktwaarde van de mineralen (N, P en K) en de organische stof in mest bij toepassing als bodembemester is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Gehalten en waarden van mineralen en organische stof in mest [5]

	Gehalte (kg/m ³)	Prijs (€/kg)	Waarde (€/m ³)
Stikstof, anorganisch (N)	3	0,34	1,0
Kalium (K ₂ O)	8	0,21	1,7
Fosfaat (P ₂ O ₅)	3,7	0,39	1,4
Organische stof (vast)	40	0,10	4,2
Totaal			8,3

Er zijn verschillende routes mogelijk om deze mineralen te benutten. Voor N en K is de productie van mineralenconcentraten uit de dunne fractie een optie. Zulke concentraten zijn bruikbaar als kunstmestvervanger. Hiervoor is wel aanpassing van de regelgeving noodzakelijk. Vanaf 2009 zijn, met instemming van de Europese Commissie, in een achttal pilots de landbouwkundige, economische en milieukundige effecten van productie en gebruik van verschillende mineralenconcentraten als kunstmest onderzocht. Gegevens uit het onderzoek [6] dienen voor overleg met de Europese Commissie over een wettelijke erkenning van het mineralenconcentraat als kunstmest. Een belangrijke bottleneck bij de praktische toepassing zijn de lage gehalten in de 'concentraten': minder dan 10 gram N en K per kg. Hierdoor zijn de kosten voor de toediening van deze meststoffen relatief hoog.

Voor het winnen van fosfaat uit mest is verbranding een mogelijke route. Momenteel wordt de as – met fosfaat – na vergassing en verbranding gebruikt in asfalt voor snelwegen, wat een onomkeerbaar verlies van de nutriënten betekent. Bij de verbranding van pluimveemest is een

meer duurzame weg gekozen: calciumfosfaat wordt teruggewonnen en geleverd aan de kunstmestindustrie. Nieuwe technieken bieden goede mogelijkheden om het fosfaat na de verbranding terug te winnen uit de as met behoud van de biologische beschikbaarheid, zoals bij de verbranding van zuiveringsslib is aangetoond.

Parallellen met watersector

Al enkele decennia wordt de mest van vleeskalveren grotendeels centraal verwerkt. De verwerkingstechnieken zijn vergelijkbaar met die in de waterzuivering: scheiden en (de)nitrificeren. Het effluent wordt geloosd en het slib wordt afgezet naar de landbouw. Mestverwerking Gelderland produceert hierbij in Putten al enige jaren ook kaliumstruviet als bijproduct.

In 2012 zijn er enkele proeven met mestraffinage gestart. De mest wordt daarbij na vergisting omgezet in bijvoorbeeld organische mestkorrels, struviet, N en K-concentraten en effluenten. Als dit positieve resultaten oplevert kunnen deze technieken ook op rioolwater worden toegepast. Mogelijk kan het effluent van de raffinage via een rwzi verder behandeld worden.

Net als bij menselijke mest is vooral in de varkenshouderij, maar ook steeds meer in de rundveehouderij, onderzoek verricht naar het gescheiden opvangen van urine en faeces. De technieken zijn inmiddels beschikbaar (mestbanden, sleuvenvloer, mestschuiven) maar nog wel storingsgevoelig. De verwachting is dat een verdere doorontwikkeling plaatsvindt, gekoppeld aan kleinere mestplaatsen voor varkens, de zogenaamde varkenstoiletten.

Samenwerking tussen de sectoren

In 2011 is een studie gedaan in opdracht van de STOWA, het Productschap Vee en Vlees en Waterschapsbedrijf Limburg naar de mogelijke synergie tussen rioolwaterzuivering en mestverwerking [7]. Deze studie richt zich vooral op de verwerking van mest op rioolwaterzuiveringen en concludeert dat de meeste kansen daarvoor liggen in de verwerking van de dunne fractie van de mest. Gezamenlijke verwerking van ruwe mest en rioolwater is moeilijker want dat leidt vooralsnog tot te hoge kosten voor de mestverwerking.

Knelpunten

Lozing van het effluent van mestverwerking op een rwzi is niet vanzelfsprekend. Ten eerste dient de rwzi voldoende capaciteit te hebben en bij voorkeur te kunnen lozen op groot open water. De waterschappen gaan scherpe eisen aan de lozingen stellen in verband met de Kaderrichtlijn Water. Daarbij komen vanuit de maatschappij vragen over ziektekiemen, hormonen, zware metalen en antibiotica in dit effluent. Nader onderzoek naar deze stoffen is noodzakelijk. Alleen dan kunnen oplossingen worden geformuleerd en kunnen garanties worden afgegeven over deze lozingen.

Momenteel worden proeven gedaan bij Slibverwerking Noord-Brabant met het meeverbranden van dierlijke mest bij de verwerking van zuiveringsslib. Dit is interessant nu het mogelijk blijkt te zijn om het fosfaat uit de as van de slibverbrandingsinstallatie terug te winnen. Toch valt ook deze route relatief duur uit voor de verwerking van mest omdat zuiveringsslib nu eenmaal vuiler is dan mest. Hierdoor is de verwerking van slib duurder en ditzelfde tarief zal ook toegepast moeten worden op de verwerking van mest. Een ander punt is dat de hoeveelheden mest en slib niet vergelijkbaar zijn. Uitgedrukt in P en N is het volume aan mest in Nederland een factor vijf groter dan het volume aan zuiveringsslib. Daardoor vormt eventuele restcapaciteit in de slibverbranding of de rioolwaterzuivering maar een klein deel van de noodzakelijke verwerkingscapaciteit van mest.

Een praktische samenwerking tussen de watersector en mestverwerking is ook om andere redenen moeilijk. Zo is de watersector sterk centraal en publiek georganiseerd in enkele relatief grote waterschappen, terwijl de mest geproduceerd wordt bij een groot aantal kleine ondernemers. Hierdoor is de wereld van de mestverwerking sterk gericht op praktische, kleinschalige en goedkope oplossingen die zich in zeer korte tijd kunnen terugverdienen. De watersector heeft juist veel geïnvesteerd in installaties met een lange levensduur en is daardoor minder flexibel. De grotere mate van centralisatie in de waterzuivering biedt anderzijds de mogelijkheid om zaken met een zekere schaalgrootte aan te pakken. Een goed voorbeeld zijn de centrale slibverbrandingsinstallaties in Moerdijk en Dordrecht die al in de jaren '90 zijn gerealiseerd. Dit terwijl een centrale kippenmestverbranding pas na een lange aanloop in 2008 in bedrijf kon worden genomen omdat het zeker stellen van voldoende aanvoer voor problemen zorgde.

Een andere mogelijkheid is om slib en mest apart te verwerken in een unit en synergie te halen uit bijvoorbeeld het gezamenlijk winnen en inzetten van warmte en het toepassen van dezelfde technieken in de verschillende stromen.

Kansen

De meeste kansen voor samenwerking tussen de mest- en de waterwereld liggen in de ontwikkeling van nieuwe technieken voor de verwerking van rioolwater en mest. Juist op dit punt kunnen de sectoren elkaar inspireren en daardoor komen tot geheel nieuwe concepten. Vervolgens kan doorontwikkeling plaatsvinden op een manier die past bij de eigen sector. De mestverwerking kan baat hebben bij de langetermijnnoriëntatie van de watersector, die ruimte biedt voor compleet nieuwe technieken. De watersector kan juist baat hebben bij praktische en goedkope toepassingen in mestverwerking en de daar aanwezige flexibiliteit om technieken op kleinere schaal uit te proberen.

De ontwikkelingen in decentrale behandeling van rioolwater kunnen bijvoorbeeld interessant zijn voor de behandeling van mest en omgekeerd. Juist hier vertonen de te behandelen stromen de meeste overeenkomsten. Vanwege de bestaande, goede riolerings-infrastructuur blijkt het moeilijk om de technieken voor decentrale behandeling van afvalwater door te laten breken. Toepassing van deze technieken bij de decentrale verwerking van mest kan de ontwikkeling versnellen. Voor de verwerking van menselijke uitwerpselen in ontwikkelingslanden is grote behoefte aan nieuwe technieken die niet een uitgebreide riolering en bijbehorend waterverbruik vergen.

In de toekomst zijn tekorten te verwachten aan bestanddelen in mest zoals stikstof, fosfor en bepaalde (zware) metalen. Terugwinning van fosfaat en andere nutriënten uit zuiverings-slib krijgt al veel aandacht in huidige onderzoeksprogramma's [8]. De mestverwerking kan hiervan leren, vooral om producten uit mest te maken met een geborgde constante samenstelling.

Onlangs zijn in een studie innovatieve technieken voor stikstofterugwinning vergeleken met het gangbare HaberBosch-proces voor kunstmestproductie [9]. Vanwege het hoge directe en indirecte energiegebruik (input aan hulpstoffen) is hergebruik van stikstof nog niet economisch interessant. Hier ligt een gemeenschappelijke opgave voor de water- en mestverwerkings-sector.

Een ander logisch gebied voor samenwerking is het ontzouten van waterstromen en het winnen van nutriënten uit de dunne fractie. Bij beide processen worden vergelijkbare technieken ingezet, zoals membraantechnieken. De behandeling van de dunne mestfractie kan baat hebben bij onderzoek naar het voorkomen van fouling en de ontwikkeling van ion-selectieve membranen. Ook ontzoutingstechnieken zoals electrospray, superkritisch ontzouten

en eutektische vrieskristallisatie kunnen interessant zijn voor het behandelen van de dunne mestfractie. Nieuw voor de watersector is daarbij de focus op de waarde van de zoute fractie.

Voor de gewenste transitie naar een bio-based economie is het benutten van alle biomassa-stromen van belang. Zuiveringsslib en mest vertegenwoordigen gezamenlijk een interessant volume. Tot nu toe ligt de focus vooral op de (gedeeltelijke) omzetting van de organische stof in biogas. Voorbeelden uit de rioolwaterzuivering laten zien dat er ook hoogwaardigere stoffen gemaakt kunnen worden, zoals bioplastics, vetzuren en cellulose. Deze technieken zijn niet zonder meer te gebruiken bij de verwerking van mest omdat mest meer vezelrijk materiaal bevat. Toch kunnen deze technieken een aanzet geven tot nieuwe onderzoeksrichtingen bij de behandeling van mest. In alle gevallen zal na winning van de meest waardevolle stoffen een organisch residu overblijven. Thermische verwerkingsmethoden als superkritisch vergassen of een hydrothermische omzetting in een verkoold nutriëntrijk residu (biochar) zijn geschikt voor dergelijke natte stromen. Een gezamenlijke ontwikkeling van dergelijke technieken ligt voor de hand.

Conclusie

Menselijke en dierlijke mest vertonen grote overeenkomsten in samenstelling (N, P, K, organische stof). Bij de verwerking van zuiveringsslib en mest streeft men steeds meer naar het terugwinnen en optimaal benutten van de hierin aanwezige grondstoffen.

De wijze van verwerking is echter nogal verschillend, met enerzijds de grootschalige centrale verwerking van zuiveringsslib en anderzijds de kleinschalige scheiding en vergisting van mest op boerderijen. Juist deze verschillen kunnen wederzijds inspireren: bij de ontwikkeling van decentrale sanitatie kan men voortbouwen op de eenvoudige en relatief goedkope technieken uit de veehouderij. Andersom kan grootschalige mestverwerking profiteren van de ervaringen met meer geavanceerde, duurere technieken bij centrale verwerking van zuiveringsslib. Ook kunnen waterzuiveraars en mestverwerkers gezamenlijk investeren in de ontwikkeling van nieuwe technieken, bijvoorbeeld voor de terugwinning van mineralen en de productie van bioplastics, vetzuren en cellulose.

Naast de samenwerking bij de technologische ontwikkeling ligt ook gezamenlijke verwerking van de fysieke stromen voor de hand. Dit geldt met name voor de dunne fractie van mest, die mogelijk in een rwzi kan worden gezuiverd tot een losbaar effluent.

Zuiveringsslib en mest worden beide beschouwd als een afvalproduct, ook in juridische zin. Zolang ook de grondstoffen die hieruit worden gewonnen als afval worden bestempeld, is het vrijwel onmogelijk om deze volledig tot waarde te brengen. De verwerking van mest en zuiveringsslib blijven hierdoor onnodig duur. Op dit punt is aanpassing van wet- en regelgeving noodzakelijk. En tenslotte, om gezamenlijke verwerking van deelstromen uit beide sectoren te bevorderen is een harmonisatie en ontschotting van wet- en regelgeving voor zuiveringsslib en mest vereist. Alleen op deze wijze kan een levensvatbare, duurzame bedrijfstak ontstaan, die niet primair drijft op subsidies of heffingen en een belangrijke bijdrage levert aan de overheidsdoelen op het gebied van de productie van duurzame energie en het hergebruik van eindige grondstoffen.

Literatuur

1. De Wilt, J.G. en O. Schuiling, 2011. Fosfaat in balans. Urgentie en opties voor onderzoek en beleid. SPIL 271-274, p 31-36.
2. http://www.bemestingsadvies.nl/bemestingsadvies/1-Bemestingsplan/132-Samenstelling%20organische%20meststoffen_%202012.pdf

3. STOWA, Influent fijnzeven in rwzi's. Rapportnummer 2010-19, ISBN 978.90.5773.477.9.
4. Melse, R.W, F.E. de Buisonjé, N. Verdoes en H.C. Willers, Quick Scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest, november 2004. ASG/PV rapport nummer 1390938000.
5. Schoumans, O.F., W.H. Rulkens, O. Oenema, P.A.I. Ehlert, 2010. Phosphorus recovery from animal manure. Technical opportunities and agro-economical perspectives. Alterra report 2158.
6. G.L. Velthof, 2011. Synthese van het onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten. Alterra-rapport 2211, Wageningen UR
7. STOWA, "Synergie rwzi en mestverwerking", Rapportnummer 2011-10, ISBN 978.90.5773.511.0
8. Huber, I., 2008. Forschungs- und Entwicklungs-Aktivitäten beim Phosphor-Recycling, Wasser und Abfall, jrg. 10, Nr.1/2, 2008, seite 11-13.
9. Eekert, M. van, J. Weijma, N. Verdoes, F.E. de Buisonje, B.A.H. Reitsma, J. van den Bulk, 2012. Explorative research on innovative nitrogen recovery, Rapport STOWA, ISBN 978.90.5773.585.1