Kringen rondom fosfaat

Een socio-technische analyse van het Nederlandse actor-netwerk rondom fosfaatterugwinning uit afvalwater en hergebruik in de fosfaatindustrie.

Joost Lommen

MSc-scriptie
Augustus, 2010
Environmental Policy Group
Wageningen Universiteit and Research Centre

Colofon

Kringen rondom fosfaat
Een socio-technische analyse van het Nederlandse actor-netwerk rondom fosfaatterugwinning uit afvalwater en hergebruik in de fosfaatindustrie.

Studie
Master scriptie
Environmental Policy Group
Social Sciences Group
Wageningen UR
Augustus 2010

Auteur
Joost Lommen
joostlommen@hotmail.com

Scriptiebeleider
Dr. ir. Bas J.M. van Vliet

Tweede lezer
Prof. dr. ir. Arthur P.J. Mol

Voorwoord

De scriptie die voor u ligt is geschreven voor de Environmental Policy Group en vormt een onderdeel van mijn MSc-studie Environmental Sciences aan de Wageningen Universiteit.

Graag wil ik een aantal mensen bedanken die bij hebben gedragen om deze scriptie te realiseren.

Als eerste gaat mijn dank uit naar Bas van Vliet die als afstudeerbegeleider van de Milieubeleidvakgroep mij attendeerde op dit afstudeeronderwerp. Tijdens het afstudeerproces heeft hij mij ondersteund met contacten, wetenschappelijke artikelen, constructieve op- en aanmerkingen en deelde interessante zienswijzen. Bovenal liet hij mij vrij zodat ik mijn eigen koers kon varen. Na besprekingen met Bas fietste ik enthousiast en met nieuwe ideeën terug naar huis om zodoende een energieke start te kunnen maken met een nieuw hoofdstuk. Bedankt voor de prettige samenwerking Bas.

Ten tweede dank ik alle 21 geïnterviewden voor hun tijd en energie die zij voor mij hebben vrij gemaakt om talloze vragen te beantwoorden. De gesprekken die vaak twee uur duurden en in enkele gevallen ruim 3 uur resulteerden in 160 pagina's transcripties. Zonder jullie medewerking was dit rapport niet tot stand gekomen. Dankzij deze contacten voelde ik mij op seminars ook betrokken - en zelfs onderdeel uitmaken - van het actor-netwerk. Tijdens dergelijke bijeenkomsten, een NS-cursus en de interviews vonden interessante discussies plaats, die mij tal van nieuwe inzichten hebben verschaft.

Als laatste, maar daardoor zeker niet minder belangrijk dank ik Heleen Broier voor haar tekstuele opmerkingen, stimulerende woorden en geduld. Mijn familie dank ik voor hun adviezen en ondersteuning.

Wageningen, 19 augustus 2010

Abstract

Circles around phosphate: *A socio-technical analyses of the Dutch actor-network around phosphate recovery from waste water and re-use in the phosphate industry.*
Phosphate (P) is a finite resource (depleted in 60 to 90 year) and a major nutrient to sustain life of plants, animals and human beings. In the Dutch conventional sanitation- and waste water system, P is hardly being recycled. Just a relatively small number of proactive actors have been working on alternative P-recycling techniques during the last decade. This issue is researched. Eighteen actors are interviewed, five seminars are visited and a desk research is done. The data is analysed with Actor Network Theory (ANT), Transition Theory (TT) and Transition Management (TM). This research identifies and analyses the aspects which slow down or speed up the socio-technical developments in the Dutch actor-network around P-recycling. Furthermore the research determines to what extent the combination of ANT, TT and TM is valid and functional for analysing the actor-network and the transition. Also the research provides instruments for the actors which could stimulate the transition process.

An important result of this research is the absence of a real problem. Until now P-scarcity is never experienced by any actor such as agriculturists and the phosphate industry, furthermore the conventional sanitation- and waste water system is working soundly. The individual drivers for P-recycling projects like energy-, CO_2- and water savings are weak; the sum is a bit stronger but a real trigger is missing. The Dutch and European government have no policy about P-recycling; incentives from this level are absent. The current socio-technical developments of the alternative system could be characterized as the pre-development phase: a dynamic equilibrium where the status quo does not visibly change. This phase is characterized by uncertainty; actors have many different thoughts about the optimal socio-technological P-recycling path. Furthermore the actor-network pays little attention to the crucial end-users (perspectives) of the recovered P. Another main finding is the fact that the alternative actor-netwerk is relatively small, fragmentised and suffers coordination and steering. For a successful transition 'broad and deep learning' is needed like it is the case in the NFTG sub actor-network but is not in the STOWA sub actor-network. This research shows that ANT and TT are valid and functional for analysing and indentifying the aspects which positively or negatively influence the transition process. 'TM-steering framework' is rather speculative and tendentious. Therefore this framework turned out to be unusable for this research. The transition arena (TA) puts a lot of emphasis on technology; more attention should be paid to the sociological part of socio-technical experiments, like Conceptual Niche Management (CNM) theorises. CNM is a method which focuses on concepts; the technology is only a mean to accomplish a concept like 'closing the P-cyclus'. It is also advisable to broaden and differentiate the TA. Actors like the fertilizer- and P-using industry, supplying companies, agriculturist, stock farmer, ministries of VROM, LNV and EZ and (potential) struvite producers like food and feed companies, organic waste processers and water purists should be more involved in or become part of the TA. In the next decade a significant part of the conventional sanitation- and waste water system has to be replaced which offers the alternative actor-network a chance to step out of the current lock-in situation of the regime.

Key words: Actor Network Theory, Transition Theory, Transition Management, socio-technical developments, sanitation- and waste water system, DESAR, phosphate recycling, re-use, recovery.

Samenvatting

Fosfaat (P) is een eindige grondstof die volgens schattingen van wetenschappers binnen 60 tot 90 jaar uitgeput is. Zonder fosfaat kunnen planten, dieren en mensen niet leven. In het Nederlandse conventionele sanitatie- en afvalwatersysteem wordt P niet gerecycled. Sinds tien jaar wordt door een relatief klein aantal actoren gewerkt om op decentraal niveau uit zwart en geel water fosfaten terug te winnen. Ook wordt op RWZI's en AWZI's P teruggewonnen die bijvoorbeeld benut kan worden als een kunstmest in de landbouw of als grondstof kan dienen voor de overige fosfaatgebruikende industrie. Naast alternatieve technologieën is ook een sociale organisatie vereist. Nieuwe vormen van beheer, samenwerking, organisatie, cultuur, dominante praktijken, heuristieken en actoren (zoals agrariërs, kunstmestindustrie overige fosfaatgebruikende industrie) zijn noodzakelijk om te komen tot een transitie richting meer fosfaatrecycling.

Om een steentje bij te dragen aan een succesvolle transitie en om de transitie arena (TA) ofwel actor-netwerk te verkennen zijn voor het empirische deel van dit onderzoek 18 actoren geïnterviewd, zoals: waterschap, gemeente, toelevert bedrijfsleven, (on)afhankelijke kennisinstituten, kunstmestindustrie, fosfaatverwerkende industrie, agrariërs en huiseigenaren. Ook is deelgenomen aan een vijftal bijeenkomsten. In dit onderzoek is nader gekeken naar de volgende vragen: I). Welke aspecten hebben – en waarom hebben zij – een remmend of stimulerend effect op de socio-technische ontwikkelingen binnen het Nederlandse actor-netwerk gericht op P-terugwinning uit huishoudelijk en industrieel afvalwater, en het P-hergebruik in de landbouw of fosfaatverwerkende industrie? II). Welke handvatten kunnen de actoren gegeven worden zodat zij het transitieproces positief kunnen beïnvloeden? III). In hoeverre is de combinatie van Actor-Netwerk Theorie (ANT), Transitie Theorie (TT) en Transitie Management (TM) geldig en functioneel om het actor-netwerk te analyseren?

De voornaamste conclusies en aanbevelingen zijn:

- Het 'probleem' fosfaatschaarste wordt door geen enkele Nederlander ervaren en er is dan ook geen sterke driver voor fosfaatrecycling. Er is ook geen noodzaak om het huidige sanitatie- en afvalwatersysteem radicaal te veranderen. De secundaire drivers voor projecten zijn divers: energie-, CO_2- en waterbesparing, fosfaat en nitraat verwijdering/ terugwinning, verwachte strengere Europese effluent-, medicijn- en hormooneisen, mogelijk kosteneffectiever en bedrijfscontinuïteit op langer termijn. Landbouwers hebben geen incentive om secundaire fosfaten te gebruiken. De overheid creëert geen incentives voor fosfaatrecycling.
- Het alternatieve systeem bevindt zich in de voorontwikkelingsfase; een status quo. Deze 'ontwikkelingen' gaan gepaard met onzekerheid; er is volop discussie welke socio-technologische route naar fosfaatrecycling de beste is. Het technologisch potentieel is grotendeels voor handen, de maatschappelijke inbedding is voornamelijk de horde die genomen moet worden.
- Er is te weinig aandacht voor de afzet van fosfaten; zonder afzet vindt geen recycling plaats. Op decentraal niveau is de hoeveelheid P zo klein dat de afzet naar de kunstmest- of overige P-verwerkende industrie geen optie is. Op centraal niveau zijn de hoeveelheden groter en hebben de industrieën belangstelling, zij het mondjesmaat. Het is onduidelijk of de Nederlandse landbouw een afzetmarkt kan worden, het buitenland is

dit zeker wel. De gerecyclede meststoffen moeten concurreren met reguliere kunstmest en met de dikke fractie dierlijke mest. De prijs, P-oplosbaarheid, nutriëntensamenstelling en zuiverheid van de meststof spelen een rol bij de aanschaf van de landbouwer. Regulatie vormt nog een belemmering voor gerecyclede struvieten. Dit geldt niet voor gerecyclede kunstmeststoffen, zij hoeven alleen te voldoen aan certificeringeisen.

- Het alternatieve actor-netwerk is relatief klein, gefragmenteerd, coördinatie en sturing vindt onvoldoende plaats. De Nederlandse overheid en agrariërs zijn nauwelijks betrokken, de kunstmestindustrie, overige fosfaatverwerkende industrie, organische reststroomverwerkers en huiseigenaren zijn minimaal tot enigszins betrokken. Waterschappen en gemeenten zijn al wat meer bezig met alternatieven, wetenschappers zijn zeer betrokken bij de transitie arena (TA). In de twee subactor-netwerken verkeren STOWA en NFTG in de positie van potentiële volwaardige vertaler-woordvoerders momenteel zijn zij niet sterk genoeg om het gehele actor-netwerk te sturen en coördineren. De NFTG is daarvoor nog onvoldoende ontwikkeld en STOWA beperkt zich tot NS.
- Binnen het NFTG platform vindt zowel ‘broad’ als ‘deep learning’ plaats, dat noodzakelijk is voor een paradigmaverschuiving. In het STOWA-netwerk vindt de combinatie van deze leerprocessen niet plaats, hierna zou wel gestreefd moeten worden.
- ANT en TT zijn geldig en functioneel om het actor-netwerk te analyseren en de remmende en stimulerende aspecten te identificeren. Zij versterken elkaar door zowel vanuit een actor- als procesperspectief naar de casus te kijken. TM tracht socio-technologische ontwikkelingen te ‘sturen’, echter is de theorie tendentieus en speculatief en daarom niet bruikbaar gebleken voor dit onderzoek.
- In de TA gaat de meeste aandacht uit naar technologieën. Meer aandacht zou besteed kunnen worden aan de socio-technologische experimenten. Zoals Conceptueel Niche Management (CNM) stelt zou gestreefd kunnen worden naar een concept. Uit de variatie aan technologieën kan dan het beste middel(en) gekozen worden waarmee het concept bereikt kan worden.
- Het is belangrijk om de TA te verbreden en differentiëren. Actoren als kunstmest- en fosfaatverwerkende industrie, (potentiële) struvietproducenten waaronder organische afvalinzamelaars of waterzuiveraars, toeleverende industrie, landbouwers, veetelers (UASB-reactor), ministeries van VROM, LNV en EZ moeten deel of meer deel gaan uitmaken van de TA. Ook zou meer rekening gehouden kunnen worden met de eindgebruiker zijn wensen.
- De Nederlandse overheid zou maatregelen kunnen treffen zoals het verplicht recyclen van de fosfaten uit afvalwater of een heffing zetten op het gebruik van niet gerecyclede fosfaten. Gemeenten (als eigenaar van de riolering) en provincies (als bevoegd gezag) zouden meer experimenteerruimte kunnen creëren voor fosfaatrecyclingprojecten om zodoende meer ervaring op te doen en eventueel een verdere ‘lock-in’ situatie voorkomen. Omdat de komende jaren veel riolering vervangen moet worden staat de overheid voor een fundamentele keuze tussen het conventionele en alternatieve sanitatie- en afvalwatersysteem.

Inhoudsopgave

Voorwoord ..... **ii**
Abstract ..... **iv**
Samenvatting ..... **vi**
Lijst met afkortingen ..... **xii**
1. Inleiding **1**
1.1 Probleembeschrijving en achtergronden 1
1.1.1 Het grotere geheel *1*
1.1.2 Nederland *2*
1.1.3 Herstel van P-kringloop *3*
1.1.4 Hardware *3*
1.1.5 Software *4*
1.2 Doelstelling 5
1.3 Onderzoeksvragen 5
1.4 Afbakening en reikwijdte 6
1.5 Onderzoeksmethodiek en strategie 6
1.6 Leeswijzer 8
2. Theoretisch kader **9**
2.1 Inleiding 9
2.2 Technologie versus de maatschappij 9
2.2.1 Technologisch determinisme *9*
2.2.2 Economische theorie op technische ontwikkeling *10*
2.3 Technologie met haar sociale context 11
2.3.1 Het Nelson-Winter/ Dosi model *11*
2.3.2 Sociale constructie van technologie *12*
2.3.3 De technieksysteembenadering *13*
2.4 Actor-netwerk theorie 14
2.4.1 Inleiding *14*
2.4.2 Actor-netwerk theorie *14*
2.4.3 Translatie van de actor-wereld *15*
2.4.4 Actor-netwerken *17*
2.4.5 Succesvolle translaties *19*
2.4.6 Kritiek op ANT *19*
2.5 Theorieën van transitie 19
2.5.1 Inleiding *19*

2.5.2 Theorieën van transitie 20
2.6 Transitie Management 24
2.6.1 Inleiding 24
2.6.2 Sturingsraamwerk 25
2.6.3 Rol van de overheid als speciale actor 27
2.6.4 Kritiek op transitie management 28
2.6.5 Strategisch en conceptueel niche management 29
2.7 Een evenwichtig theoretisch kader 33
2.8 Operationalisering van de theorie 34
3. Technische achtergronden 35
3.1 Inleiding 35
3.2 Het conventionele afvalwatersysteem 35
3.3 Vernieuwende mogelijkheden tot P-terugwinning 36
3.4 Decentrale terugwinning en toepassing als meststof 38
3.4.1 Inleiding 38
3.4.2 Decentrale terugwinning uit urine 38
3.4.3 Decentrale terugwinning uit zwart water of feces 39
3.4.4 Toepassing P-meststof afkomstig van urine (SaNiPhos) 41
3.4.5 Toepassing P-meststof afkomstig van excreta (Sneek I) 44
3.5 Centrale terugwinning en toepassing als meststof 45
3.5.1 Inleiding 45
3.5.2 Samenwerking SNB en Thermphos 45
3.5.3 Samenwerking SNB en ASH-DEC 46
3.5.4 Terugwinning op RWZI's 47
3.6 Conclusies 48
4. Resultaten: actoren, probleemdefinitie, alternatiefpercepties 49
4.1 Inleiding 49
4.2 Introductie van de actoren en het actor-netwerk(en) 49
4.2.1 Europese en Nederlandse overheidsorganisaties 49
4.2.2 Onderzoeksinstituten 51
4.2.3 Adviesbureaus 52
4.2.4 Toeleverende industrie 52
4.2.5 Potentiële fosfaatterugwinners 53
4.2.6 Potentiële fosfaathergebruikers 54
4.2.7 Netwerkorganisaties 54

4.2.8 Overige *55*
4.3 Probleemdefinitie, drivers en belemmeringen 55
4.3.1 Fosfaatschaarste; wordt het probleem wel gevoeld? *55*
4.3.2 Drivers van recyclinginitiatieven *56*
4.3.3 Ontbreken van stimulerend beleid *61*
4.4 Alternatieve technologieën voor P-terugwinning en hergebruik 63
4.4.1 Onzekerheid *63*
4.4.2 Terugwinning: centraal versus decentraal, urine versus zwart water *64*
4.4.3 Voor- en nadelen fosfaatrecyclingroutes *67*
4.4.4 Afzetmarkt: meer aandacht gewenst voor de afzet van struvieten *68*
4.4.5 Afzetmarkt: belangstelling & afzetmogelijkheden struvieten kunstmestindustrie *71*
4.4.6 Afzetmarkt: belangstelling & afzetmogelijkheden struvieten in de landbouw *73*
4.5 Conclusies 74
5. Resultaten en analyse: actor-netwerken 76
5.1 Inleiding 76
5.2 Contacten en samenwerking in het alternatieve actor-netwerk(en) 76
5.2.1. Inleiding actor-netwerk(en) *76*
5.2.2. Eén of meerdere actor-netwerk(en) volgens ANT? *79*
5.2.3 Eén of meerdere actor-netwerk(en) in de praktijk? *80*
5.3 Mate van betrokkenheid vanuit een actor- en transitieperspectief 80
5.3.1 Betrokkenheid van de geïnterviewden en actoren *81*
5.4 Actor-netwerk analyse met behulp van ANT 83
5.4.1 Subactor-netwerk 1 ..... *83*
5.4.2 Subactor-netwerk 2 ..... *86*
5.4.3 Ontbreken van coördinatie en leiders in het actor-netwerk *87*
5.5 Conclusies 88
6. Resultaten en analyse: het transitieproces 90
6.1 Inleiding 90
6.2 De transitieniveaus 90
6.2.1 Het macro-niveau - landschap *90*
6.2.2 Het meso-niveau – regime *92*
6.2.3 Het micro-nveau - niche *95*
6.3 Transitiefase, vertrouwen en toekomstvisies 97
6.3.1 Transitiefase; waar bevinden we ons? *97*
6.3.2 Vertrouwen in de transitie? *99*

6.3.3 Toekomstvisies 101
6.4 Wat wordt er geleerd? 104
6.5 Sturing of beïnvloeding van het transitieproces? 107
6.5.1 Is de transitie te managen en hoe? 107
6.5.2 De transitiearena 109
6.5.3 De Nederlandse overheid en haar transitiebeleid 110
6.6 Conclusie 111
7. Conclusies, theoretische evaluatie en aanbevelingen. 114
7.1 Inleiding 114
7.2 Conclusies 114
7.2.1 Co-evolutie van technologie en sociologie 114
7.2.2 Probleemdefinitie, drivers en belemmeringen 114
7.2.3 Transitiefase, onzekerheid en toekomstperspectief 115
7.2.4 De afzetmarkt 116
7.2.5 Fragmentatie en gebrek aan sturing in het alternatieve actor-netwerk 117
7.2.6 Invloeden vanuit het landschap, regime en microniveau 117
7.2.7 Leerprocessen binnen de alternatieve transitie arena 118
7.3 Theoretische evaluatie 118
7.3.1 Inleiding 118
7.3.2 Evaluatie 118
7.4 Aanbevelingen 121
7.4.1 Meer aandacht voor de sociologische kant van socio-technische experimenten. 121
7.4.2 Verbreden en differentiëren van de transitie arena 122
7.4.3 Hoe de transitie arena te verbreden en te differentiëren? 122
7.4.4 Aanbevelingen voor de Nederlandse overheid 124
Referenties 125
Bijlage 1: Overzicht interviews 132
Bijlage 2: Semigestructureerde interviewvragen (topiclist) 133
Bijlage 3: Overzicht deelgenomen bijeenkomsten en cursussen 136
Bijlage 4: Toelichting kritiek op TM behorende bij §2.6.4 137
Bijlage 5: Quickscan relevante technische projecten 140

Lijst met afkortingen

ANT	Actor Netwerk Theorie
AWZI	Afvalwaterzuiveringsinstallatie
CNM	Conceptueel Niche Management
CTA	Constructive Technology Assessment
DeSaH	Decentrale Sanitatie en Hergebruik B.V.
EPN	Energie Prestatie Norm
GMB	GMB Slibverwerking B.V.
GTS	Grootschalige Technische Systemen
ICL	Israel Chemical Ltd. (kunstmestproducent)
IPO	Inter Provinciaal Overleg
K	Kalium
KBA	Kosten-Baten Analyse
KRW	KaderRichtlijn Water
LeAF	Lettinga Associates Foundation
LGT	Lange-Golven Theorie
LTO	Landbouw- en Tuinbouworganisatie
MAP	Magnesium Ammonium Fosfaat
MCP	Magnesium Calcium Fosfaat
MMF	Minerale Meststoffen Federatie
MT	MegaTon (10^6)
N	Stikstof
NFTG	Nutrient Flow Task Group
NMP4	Nationaal Milieubeleidsplan vier
NS	Nieuwe Sanitatie
NWP	Nederlands Water Platform
P	Fosfor
P_2O_5	Fosfaat
PRI	Plant Research International
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SEI	Stockholm Environment Institute
SNB	Slibverwerking Noord-Brabant
SNM	Strategisch niche management
STA	Stuurgroep Technology Assessment
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
TA	Transitie Arena
TD	Technologisch Determinisme
TM	Transitie Management
TT	Transitie Theorie
UASB	Upflow anaerobic sludge blanket, anaerobe vergister
UvW	Unie van Waterschappen
VKP	Vereniging van Kunstmest Producenten
VNG	De Vereniging van Nederlandse Gemeenten
WUR	Wageningen Universiteit en Researchcentrum
Wvo	Wet verontreiniging oppervlaktewater
ZLTO	Zuidelijke Landbouw- en Tuinbouworganisatie

1. Inleiding

1.1 Probleembeschrijving en achtergronden

Fosfor (P) is als element van fosfaatverbindingen een essentieel nutriënt voor al het leven op aarde. Zowel planten, dieren als mensen hebben fosfaat (P_2O_5) nodig om te kunnen groeien. Er bestaat geen alternatief voor fosfaat[1]! De meeste berekeningen geven aan dat de bekende en met de huidige technieken te delven wereldvoorraad fosfaaterts nog voor 60 tot 90 jaar aan onze behoefte kan voldoen (Cordell, 2008; Smit *et al.*, 2009; Cordell & White, forthcomming). Daarna is het zo goed als op. Het dreigend fosfaatprobleem vormt 'the second inconvenient truth' (Rosemarin, 2009).

1.1.1 Het grotere geheel

Van nature is het fosfaatgehalte in de bodem laag en vormt bijna overal op aarde de beperkende factor voor plantengroei. Voor de industriële revolutie werd er fosfaat aangeleverd via sedimentatie door overstromingen, door het weiden van vee en door hergebruik van menselijke fecaliën. Rond 1850 vond een 'doorbraak' plaats. In Zuid-Amerika begonnen ze met het extern toedienen van fosfaatrijke guano[2], spoedig gevolgd door Slakkenmeel[3] en ten slotte door het toedienen van P gewonnen uit fosforerts. Deze externe toediening van P zorgde en zorgt voor een grotere beschikbaarheid van vrije fosfaten in de bodem zodat planten harder kunnen groeien en een hogere gewasopbrengst opleveren. De toepassing van NPK-kunstmest heeft onder andere geleid tot de mondiale bevolkingstoename van ongeveer 1 miljard mensen in 1850 naar de huidige 6,8 miljard (de Haes *et al.*, 2009; Smit *et al.*, 2009). Deze externe toediening heeft echter ook een nadeel; lokale gebiedsgebonden fosfaatkringlopen zijn verbroken. Tegenwoordig kan ook niet meer worden gesproken over een mondiale gesloten kringloop, aangezien in de hele productie- en consumptieketen fosfaten onnodig verloren gaan. In figuur 1.1 is dit schematisch weergegeven, de pijlen geven de P-stroom aan tussen de verschillende schakels in de keten.
Na het jaar 2033 overstijgt volgens modellen de mondiale vraag naar fosfaat het aanbod. Dit leidt waarschijnlijk tot geopolitieke conflicten; de fosfaten worden immers schaarser en zijn voor steeds meer mensen onverkrijgbaar. Uiteraard is er nu al een onevenredige verspreiding en toegankelijkheid van P tussen ontwikkelingslanden en ontwikkelde landen. Deze onevenredigheid wordt in kort samengevat veroorzaakt door de prijs die voor kunstmest betaald moet worden, import van krachtvoer door ontwikkelde landen en de hoge mate van consumptie van vlees- en melkrijk voedsel[4] door ontwikkelde landen (Cordell & White, forthcomming). De dreigende fosforschaarste kan leiden tot voedselschaarste, hongersnoden en zelfs oorlog. De relatief hoge prijs leidt onder andere al tot een tekort aan fosfaten in ontwikkelingslanden en economieën in opkomst. Zoals in de Sub-Sahara waar mimimaal 30% van de populatie ondervoed is omdat (kunst)mest amper voor handen is

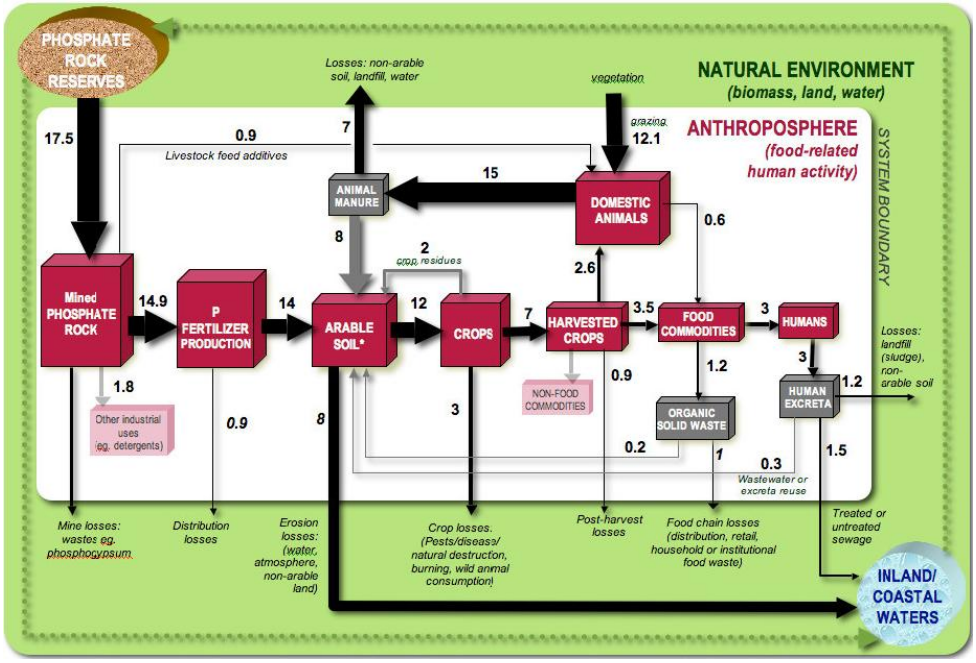
[1] De termen 'fosfaat' (P_2O_5) en 'fosfor' (P) worden ogenschijnlijk in dit rapport door elkaar gebruikt, maar hun gebruik is afhankelijk van de context. P staat voor het chemische element fosfor en wordt gebruikt in de context van beschrijvingen van de mineralenhuishouding van plant, dier, bodem en water. Fosfor komt in de natuur het meest voor in fosfaatverbindingen. Dit zijn verbindingen van fosfor met zuurstof. Fosfaat wordt veelal gebruikt in de context van bodemkundige aspecten (fosfaatrots), bemestingsadviezen (toepassing in kunstmest) en het mestbeleid (zoals fosfaatgift en fosfaattoestand van de bodem). Omrekenen van het aantal kilogrammen P naar kilogrammen P_2O_5 kan door te vermenigvuldigen met factor 2,29, en uiteraard visa versa (Schoumans *et al.*, 2008).

[2] Guano is vogel- en vleermuisuitwerpselen.

[3] Slakkenmeel is een afvalproduct van de staalindustrie.

[4] Op vlees en melk gebaseerde diëten verbruiken tot wel driemaal zoveel fosfaten als een vegetarisch dieet (Fraiture, 2007; Cordell *et al.*, press).

waardoor de fosfaatconcentratie in 75% van de landbouwgronden ontoereikend is (IFDC, 2006; Smaling *et al.*, 2006).



Figuur 1.1 De belangrijkste fosforstromen door het voedsel productie en consumptie systeem wereldwijd.
De dikte van de pijlen geeft de grootte van de P-flux weer. Eenheden zijn in MT P/jaar (Cordell & White, forthcomming).

Het feit dat ruwe fosfaaterts zich bevindt in een handjevol (instabiele) landen kan ook bijdragen tot geopolitieke conflicten. Vooral China, Marokko & Westelijke Sahara, Zuid-Afrika, Verenigde Staten en Jordanië bezitten ruwe fosfaaterts. Binnen Europa bezit alleen Finland en Rusland een relatief kleine hoeveelheid ruwe fosforerts. Illustratief voor de dreigende geopolitieke problemen is het feit dat China circa twee jaar geleden besloten heeft om een 135% exporttarief in te stellen voor haar fosfaten. Zo werd[5] effectief de export voorkomen. Een ander voorbeeld is dat de prijs van 'Marokkaanse' fosforerts in de periode van 2007 tot 2008 met maar liefst 700% is gestegen! Dit komt overigens niet alleen vanwege de schaarste maar ook omdat de kwaliteit van het erts afneemt (Cordell & White, forthcomming).

1.1.2 Nederland

In tegenstelling tot alle andere landen op de aardbol heeft Nederland een dierlijk mestoverschot van circa 4.000 ton mest per jaar. In het totaal wordt er in Nederland door de intensieve veehouderij 70.000 ton mest geproduceerd. De veehouders moeten betalen om hun mest af te zetten en zullen daarom de maximale toegestane hoeveelheid P en stikstof (N) per hectare jaarlijks op hun gronden uitrijden. Omdat vanaf de vorige eeuw al enorme hoeveelheden mest op de gronden wordt toegediend zijn grote delen van de Nederlandse landbouwgronden verzadigd met fosfaat[6]. Geschat wordt dat circa 45.000 ton P als overschot aanwezig is in landbouwgronden. In Nederland wordt naast de dierlijke mest jaarlijks nog eens circa 18.000 ton P in de vorm van kunstmest toegediend. Deze P is afkomstig van ruwe fosforerts (Vergouwen, 2009).

[5] Inmiddels is het exporttarief weer opgeheven.
[6] Nederland streeft om in 2015 te voldoen aan evenwichtsbemesting (LNV, 2010)

Er komen aanzienlijke hoeveelheden fosfaten vanuit landbouwgronden en van industrieel en huishoudelijk afvalwater via rioolzuiveringsinstallaties (AWZI's) en afvalwaterinstallaties (RWZI's) terecht in onze oppervlakte wateren. Dit leidt tot eutrofiëring. Ook vindt een gigantische energieverspilling plaats bij de winning, productie en transport van niet fosfaten gewonnen uit groeves of mijnen[7]. Tevens komt bij de productie van P verontreinigd afval vrij; per geproduceerde ton P komt 5 ton met cadmium, radium, radioactief uranium en zware metalen vrij. (Cordell, 2008; Smit *et al.*, 2009)
Negentig procent van de fosfaten wordt gebruikt voor de voedselproductie. Zoals figuur 1.1 laat zien consumeert de wereldbevolking 3 MT P per jaar, maar we mijnen ongeveer 5 keer zoveel (14.9 MT P). Geconcludeerd mag worden dat ontzettend veel fosfaten verloren gaan op de route van het ontmijnen naar de mens. Gelukkig zijn er allerlei mogelijkheden om de verliezen te beperken. Dit onderzoek gaat alleen in op de terugwinning van fosfaten uit afvalwater en laat de andere ketens buiten beschouwing. Dat neemt niet weg dat in die ketens ook gewerkt moet worden aan een duurzamere fosfaatbenutting.

1.1.3 Herstel van P-kringloop

Op wereldschaal bedraagt het P-verlies door de afscheiding van de mens ongeveer 12% van het totale verlies aan P in de rest van de keten (Smit *et al.*, 2009). Een dergelijk percentage is voor Nederland niet bekend, deze percentages kunnen per continent of zelfs per land aanzienlijk verschillen. Wel kan het nut en de grootte van de potentiële winst in Nederland aangetoond worden met een eenvoudige rekensom en andere cijfers. De uitkomst van deze som[8] laat zien dat 67% van de P in het jaarlijks Nederlandse kunstmestverbruik, vervangen kan worden door de P aanwezig in het zuiveringsslib van de RWZI's terug te winnen. Daarnaast is deze herwinbare 12.000 ton P ruimvoldoende om aan de jaarlijkse vraag van 10.500ton P van de Nederlandse fosfaatindustrie te kunnen voldoen (Vergouwen, 2010). Met andere woorden, fosfaatrecycling uit afvalwater of slib kan een significante bijdrage leveren aan het herstel van de P-kringloop.
Het Nederlandse conventionele sanitatie- en afvalwatersysteem laat zich kenmerken door het niet scheiden van waterstromen terwijl de P-concentraties maar ook andere concentraties in de stromen aanzienlijk van elkaar verschillen. Daarnaast worden de fosfaten die voor 80% in de geconcentreerde anderhalve liter menselijke excreta zitten dagelijks verdund met 35L toiletspoelwater, 90L ander huishoudelijk afvalwater en eventueel nog met regenwater. Het systeem is overigens wel hygiënisch, betrouwbaar en goedkoop. Alleen wordt er niet of nauwelijks P-gerecycled.

1.1.4 Hardware

Om fosfaten te kunnen recyclen is hardware en software (volgende paragraaf) nodig. Sinds de 21ste eeuw hebben technologen een variatie aan centrale en decentrale technieken ontwikkeld om fosfaten terug te winnen en/of her te gebruiken. Op decentraal gebied zijn verschillende Nieuwe Sanitatie (NS) technologieën die uit zwart water (urine en feces) of geel water (urine) fosfaten terugwinnen variërend van enkele huishoudens tot een project waarop 250 huishoudens aangesloten worden.
Op RWZI's en AWZI's zijn er ook mogelijkheden om fosfaten te recyclen. Het slib met daarin de fosfaten kan bijvoorbeeld verbrand worden en de vrijkomende fosfaatrijke assen kunnen

[7] Wereldwijd wordt er 30 MT jaar^{-1} aan fosforerts en kunstmest getransporteerd, dit is één van grootste hoeveelheden getransporteerde goederen ter wereld!
[8] P aanwezig in zuiveringsslib / P behoefte aan kunstmest = 12.000 / 18.000 ton P jaar^{-1} = 2/3 (Vergouwen, 2010).

door de fosfaatverwerkende industrie als grondstof benut worden. Met een ander centraal proces (ASH-DEC) kan uit het slib kunstmest geproduceerd worden. Ook bestaat de mogelijkheid om op RWZI's of AWZI's fosfaten neer te slaan en deze P-meststof kan eventueel na bijmenging van N,K-componenten als complete meststof aan de landbouw afgezet worden. Tenslotte kan urine apart ingezameld worden en kunnen de fosfaten herwonnen worden en eventueel afgezet worden als een meststof.

1.1.5 Software

Meestal is het vinden van een technologische oplossing in een laboratorium niet het probleem. De uitdaging is de implementatie van een volwaardige technologie in zijn complexe sociale omgeving; de inbedding in het regime. Met de term 'regime' wordt verstaan een intergerelateerde set van elementen bestaande uit economische, culturele, institutionele elementen maar ook technologieën, heuristieken en dominante principes van de actoren.

Nu duidelijk is dat met name sociale maar ook technische ontwikkelingen noodzakelijk zijn om te komen tot meer fosfaatrecycling, rechtvaardigt dit het voorliggende socio-technologisch onderzoek.

De transformatie van het conventionele sanitatie- en afvalwatersysteem naar het alternatieve systeem kan een transitie[9] genoemd worden. Hieronder verstaat Rotmans *et al.* (2001a): "Transities zijn fundamentele lange termijnveranderingen op meerdere niveaus in de maatschappij, resulterend uit een dynamisch samenspel van ontwikkelingen in verschillende gebieden zoals economie, technologie, instituties, cultuur, ecologie, gedrag en geloofsystemen."

Voor een transitieproces is een breed palet aan actoren nodig; de zogenaamde transitie arena (TA). Deze actoren maar ook niet-actoren hebben interacties met elkaar en vormen zo een actor-netwerk(en). Ter voorbereiding op dit onderzoek vernam[10] ik dat een aantal actoren niet of nauwelijks vertegenwoordigd waren in het actor-netwerk. Het zijn agrariërs, de kunstmestindustrie en overige fosfaatgebruikende industrieën. Zij zijn een essentiële schakel om te komen tot fosfaatrecycling. Terugwinning van fosfaten heeft geen nut als zij vervolgens niet hergebruikt worden. De fosfaten gaan dan alsnog verloren. Ook was niet duidelijk in welke mate de betrokken actoren momenteel betrokken zijn bij de TA; zoals waterschappen, gemeenten, provincies, rijksoverheid, bedrijfsleven, kennisinstituten en huiseigenaren. Weinig is ook bekend over de verwachtingen en visies die leven bij de niet-betrokken en in mindere mate betrokken actoren. In het overgrote deel van de publicaties, websites en documenten van de betrokken actoren wordt geen rekening gehouden met de rol van de niet-betrokken actoren. Tevens wordt aangenomen dat zij het eindproduct wel zullen accepteren en wel bereid zijn om in de toekomst alsnog deel uit te gaan maken van de transitie arena/ actor-netwerk. Hier kleeft het gevaar aan dat de niet-betrokken actoren zich buiten gesloten voelen en mogelijk niet meer deel willen nemen aan het actor-netwerk. Momenteel hebben de betrokken actoren zelfstandig al probleemdefinities, heuristieken, dominante praktijken en socio-technologische oplossingen (deels) ontwikkelt. Kan een gezamenlijke transitie arena nog gerealiseerd worden?

[9] In dit onderzoek neem ik niet aan dat we nu aan het begin staan van een daadwerkelijke transitie van het conventionele systeem naar een alternatief systeem of dat het (gewenste) resultaat van de transitie een specifiek alternatief technologie is.

[10] Dit vernam ik in gesprekken met Bas van Vliet, Grietje Zeeman en Oene Oenema, en las ik in publicaties (Geurts & de Bruijne, 2003; J. van Vliet, 2006) en op diverse websites zoals (STOWA, 2009; NFTG, 2010; SNB, 2010).

1.2 Doelstelling

De doelstelling van mijn onderzoek is drieledig:

- Het *eerste* doel van het onderzoek is de identificatie en analyse van de remmende en stimulerende aspecten op de socio-technische ontwikkelingen binnen het Nederlands actor-netwerk(en) gericht op I) alternatieve centrale en decentrale P-terugwinning uit excreta, urine of overig huishoudelijk- of bedrijfsafvalwater en II) P-hergebruik als meststof in de landbouw of als grondstof voor de fosfaatgebruikende industrie. De identificatie en analyse wordt uitgevoerd met behulp van drie theorieën, namelijk: actor-netwerk theorie (ANT), transitie theorie (TT) en transitie management (TM).
- Het *tweede* doel is om te testen en analyseren in hoeverre de combinatie van ANT, TT en TM geldig en functioneel zijn op/ voor het actor-netwerk(en).
- Als *derde* wil ik de actoren, op basis van de theorieën, publicaties en interviews handvatten geven om het transitieproces beter te kunnen besturen/ coördineren zodat in de toekomst meer fosfaten uit het Nederlandse afvalwater gerecycled kunnen worden.

1.3 Onderzoeksvragen

Hieronder staan de onderzoeksvragen met het hoofdstuk waarin zij beantwoord worden:

- **Wat zijn actor-netwerken en hoe functioneren zij volgens de theorieën?** *(Hfst. 2)*
  - Uit welke heterogene elementen zijn actor-netwerken opgebouwd volgens ANT?
  - Via welke mechanismes verlopen socio-technische ontwikkelingen in actor-netwerken, welke aspecten beïnvloeden deze ontwikkelingen volgens ANT, TT, TM?
- **Wat is de stand der techniek omtrent centrale en decentrale P-terugwinning en P-hergebruik in het actor-netwerk(en)?** *(Hfst. 3)*
  - Waar zijn de alternatieve centrale en decentrale technologieën toe in staat en wat zijn momenteel nog de beperkingen, en waarnaar wordt onderzoek verricht?
- **Wat zijn de probleemdefinities, drivers en belemmeringen volgens de actoren en wat is hun perceptie op de alternatieve technologieën?** *(Hfst. 4)*
  - Welke probleemdefinitie hebben de verschillende actoren en waarom?
  - Wat zijn de drivers voor het initiëren van (pilot)projecten op centraal en decentraal niveau en waarom?
  - In hoeverre zijn er en wat zijn de belemmeringen voor (pilot)projecten op centraal en decentraal niveau?
  - Wat zijn de voor- en nadelen van de huidige en in ontwikkeling zijnde alternatieve technologieën volgens alle actoren?
  - In hoeverre is er een afzetmarkt voor gerecyclede fosfaten en hoe ziet zij eruit?
- **Hoe ziet het actor-netwerk(en) rondom fosfaatrecycling er momenteel uit?** *(Hfst. 5)*
  - Uit welke mensen en niet-mensen zijn zij opgebouwd?
  - Welke in- en externe interacties vinden er plaats en wat is hiervan de reden?
  - In hoeverre ontbreken er actoren/ rollen in het actor-netwerk en waarom?
- **Hoe zit het transitieproces van het actor-netwerk rondom P-recycling eruit?** *(Hfst. 6)*
  - Welke invloeden hebben verschillende transitieniveaus op de transitie richting meer fosfaatrecycling?
  - In welke transitiefase bevinden de socio-technische ontwikkelingen zich en in hoeverre hebben de actoren vertrouwen in de transitie?

- Wat wordt er geleerd door de actoren en is er aandacht voor de sociale organisatie rondom projecten?
- In hoeverre kan het transitieproces gestuurd worden?

1.4 Afbakening en reikwijdte

In dit onderzoek heb ik niet gekeken naar de rol die de burger-consument heeft in het transitieproces. Dit neemt niet weg dat de burger-consument bij decentrale projecten een cruciale rol speelt; zonder hun medewerking zullen NS-projecten nooit functioneren. Zo heb ik niet gekeken of de alternatieve toiletten en (vacuüm)systemen voldoende functioneren en geaccepteerd worden door de burger-consument en de huiseigenaar (projectontwikkelaar/ verhuurder). Maken de toiletten bijvoorbeeld niet te veel lawaai, stinken zij niet, zijn zij wel leverbaar in de gewenste kleur, enzovoorts. Voor de Nederlandse situatie is dit onder andere al onderzocht door Hegger (2007) en in Zwitserland hebben Pahl-Wosl *et al.* (2003) er onderzoek naar gedaan.
Ten tweede heb ik niet gekeken in hoeverre nieuwe innovaties de relatie tussen de burger-consument een aanbieder van de dienst (gemeente en waterschap) elkaar beïnvloeden. De burger-consument kan mogelijk in de toekomst vanwege de aanbieder en projectontwikkelaar/ verhuurder voor de keuze komen te staan om een woning te kopen of te huren die wel of niet is aangesloten op een alternatief systeem. Dit aspect is onderzocht door van Vliet (2002).

ANT, TT en TM die *ex ante* op de eventuele transitie zijn toegepast om de socio-technische ontwikkelingen van een sanitatie- en afvalwatersysteem te identificeren, te analyseren of te besturen (conclusie en aanbevelingen) kunnen met uitzondering van TM eveneens *ex post* toegepast worden op een dergelijk systeem. Ze kunnen ook toegepast worden op alle andere socio-technische systemen. Zoals al gedaan is voor transities van zeilschip naar stoomschip of van kolen naar aardgas (Verbong, 2000; Geels, 2002; Correlje & Verbong, 2004). Logischerwijs kunnen de aanbevelingen voor de theorie en de praktijk (theoretische evaluatie) zowel *ex ante* (TM) als *ex post* (ANT en TM) getest worden op hun validiteit en functionaliteit van alle andere (grootschalige) socio-technische systemen. De reikwijdte van dit onderzoek is in potentie daarom zeer breed.

1.5 Onderzoeksmethodiek en strategie

Het onderzoek is kwalitatief van aard. Ik ben namelijk op zoek gegaan naar zeer gedetailleerde informatie die bovendien per actor verschilt. Hierdoor leent het onderzoek zich niet tot kwantificatie, waar mogelijk zijn sommige antwoorden gecategoriseerd gepresenteerd op basis van theoretische classificaties. Gedurende het onderzoek is ongeveer even veel tijd gespendeerd aan het theoretische als empirische deel van het onderzoek. Beiden aspecten vind ik even waardevol.
Tijdens de oriënterende fase, voorafgaand aan het opstellen van het onderzoeksvoorstel, heb ik ter voorbereiding gespreken gevoerd met Bas van Vliet (socioloog), Grietje Zeeman (technoloog) en Oene Oenema (deskundige meststoffen(wet)). Dankzij de gesprekken werd mij duidelijk waar de kennisleemten en nieuwe onderzoeksmogelijkheden lagen en welke sectoren/ actoren interessant zijn om te interviewen.

Tijdens het construeren van het onderzoeksvoorstel heb ik op basis van een literatuurstudie mij verdiept in verschillende theorieën en er uiteindelijk drie geselecteerd die mij op dat moment bruikbaar leken voor het empirische gedeelte van mijn onderzoek. Door middel van deze 'theoretisch bril' bestaande uit inzichten, concepten en vocabulaire zijn de remmende en stimulerende aspecten geïdentificeerd en geanalyseerd. Om meer te weten te komen wat zich in de praktijk afspeelt heb ik door middel van een desktopstudie informatie verzameld omtrent NS-projecten en centrale fosfaatrecyclingprojecten. Ook is ter voorbereiding op 7 oktober 2009 het mini-seminar 'Phosphorus Shortage: European challanges' van NFTG bezocht om te ervaren welke actoren vertegenwoordigd waren en wat er allemaal speelt in dat actor-netwerk. Op basis van deze verzamelde praktische en theoretische informatie heb ik het oorspronkelijke idee verfijnd en vertaald naar een onderzoeksvoorstel.
In de uitvoerende fase heb ik dankzij enkele ingangen telefonisch of per email een aantal mensen uitgenodigd voor een interview. Voor een overzicht van alle 21 geïnterviewden zie bijlage 1, zij kunnen op één na beschouwd worden als koplopers/ 'gelovers'. Na de uitnodiging heb ik hen per e-mail het onderzoeksdoel en de semigestructureerde vragenlijst (zie bijlage 3), waarop vragen stonden die zij zoal konden verwachten, toegestuurd. Het is een gegeneraliseerde vragenlijst die diende als checklist zodat er ruimte ontstond voor een open gesprek. Zodoende bestond de mogelijkheid om zaken uit te diepen en konden de actoren gevolgd worden zonder bij voorbaat al gebonden te zijn aan bepaalde veronderstellingen. Zoals Latour, Callon en Machiavelli aanbevelen en uitgevoerd hebben: volg gewoon de actoren! (Machiavelli, 1950, 1961; Callon, 1986; Latour, 1987) Voordat ik afreisde naar de geïnterviewde spitste ik de vragenlijst toe op de rol en technologie van desbetreffende geïnterviewde in het actor-netwerk. Vaak verifieerde ik eerder opgedane nieuwe inzichten (hypotheses) bij de geïnterviewde. Het was dus geen standaard vragenlijst maar bepaalde elementen kwamen altijd aanbod tijdens een gesprek. De vaste elementen werden zoveel mogelijk besproken door middel van open vragen. Alle interviews hebben 'face-to-face' plaatsgevonden en duurden gemiddeld twee uur. Nadat ik gesproken had met de eerste paar geïnterviewden heb ik gebruik gemaakt van hun contacten (sneeuwbalmethode) of op bijeenkomsten contacten gelegd. Ik heb een afspraak gemaakt met die actoren waarvan de visies nog ontbraken. Bepaalde personen waarop ik geattendeerd werd heb ik bewust geen afspraak mee gemaakt omdat ik niet verwachtte veel nieuwe informatie van hen op te doen. Alle gesprekken zijn met toestemming van de geïnterviewden opgenomen en verwerkt in transcripties die de basis vormde voor dit rapport.
In dit onderzoek is geen duidelijk onderscheid te maken tussen de fases dataverzameling (interviews, bijeenkomsten, documenten en websites) en data-analyse. Na de eerste globale analyse van een interview heb ik de vragenlijst regelmatig verfijnd en aangepast. Ook riepen nieuwe theoretische inzichten en andere documenten regelmatig nieuwe vragen bij mij op die ik vervolgens verwerkt heb in de vragenlijst. Zowel het theoretische als empirische deel van het onderzoek verliep dus iteratief.
Naast de interviews en NFTG-seminar heb ik deel genomen aan de zesde STOWA-platformdag, het 'Mini-seminar Phosphorus Shortage: European challanges' onder andere georganiseerd door NFTG en de tweedaagse PAO-cursus 'Nieuwe Sanitatiesystemen, een perspectief voor de 21ste eeuw?'. Zie bijlage 3 voor een overzicht. Mijn deelname had als doel om te kijken welke actoren present waren en wat er speelt bij iedere actor en in de actor-wereld als geheel. Uiteraard werden hier ook nieuwe contacten gelegd.

1.6 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 presenteert het theoretische kader bestaande uit ANT, TT en TM. Zodoende is de theoretische bril geconstrueerd die opgehouden wordt in het verloop van het onderzoek.
Hoofdstuk 3 beschrijft de technische achtergronden die bedoeld zijn voor lezers die technische kennis omtrent dit onderwerp ontberen. Deze kennis is noodzakelijk om het onderzoek te kunnen begrijpen en kan ook als 'naslagwerk' benut worden.
Hoofdstuk 4, 5 en 6 is het empirische deel van het rapport. Hoofdstuk 4 stelt de actoren en hun betrokkenheid bij het actor-netwerk voor. Ook geeft het hun probleemdefinities, drivers en belemmeringen weer. Daarnaast geeft het ook hun percepties op de conventionele en alternatieve technologieën en afzetmarkt voor fosfaten.
Hoofdstuk 5 opent vanuit een actorperspectief (ANT) de zwarte doos van het actor-netwerk(en). Welke rollen worden vervuld of ontbreken juist; vindt er voldoende coördinatie en sturing plaats?
Hoofdstuk 6 beschrijft vanuit een systeemperspectief (TT) het transitieproces. Ook wordt met onder andere TM ingegaan op hoe mogelijkerwijs het proces beïnvloed kan worden en welke actoren dit zouden kunnen gaan doen vanuit de transitie arena. Dit resulteerde uiteindelijk in aanbevelingen
Hoofdstuk 7 presenteert de conclusies, theoretische evaluatie en aanbevelingen. De conclusies zijn gebaseerd op inzichten afkomstig van de theorie en de praktijk casus. De waarde (functionaliteit en geldigheid) van het theoretisch kader op voorliggende praktijksituatie en enkele aanbevelingen voor de wetenschappers die zich bezig houden met de socio-technologische theorieën staan beschreven in de theoretische evaluatie. De aanbevelingen zijn gegenereerd op basis van de praktijk en theorie, zij bieden de actoren suggesties waarmee zij het transitieproces positief kunnen beïnvloeden.

2. Theoretisch kader

2.1 Inleiding

De theorieën die in dit hoofdstuk aan bod komen vallen onder de noemer: Wetenschap en technologie studies. Deze theorieën doen hoofdzakelijk afstand van technologisch determinisme en erkennen dat maatschappelijke en technologische ontwikkelen co-evolueren. Om te komen tot dit co-evoluerend inzicht gaan een aantal wetenschappelijke theorieën aan vooraf, deze zijn beschreven in §2.2 en 2.3. Deze theorieën vormen de geschiedkundige context en leveren de bouwstenen aan om het theoretisch kader beter te kunnen begrijpen.
Mijn theoretisch kader is opgebouwd uit drie theorieën: actor-netwerk theorie (ANT), transitie theorieën (TT) en transitie management (TM). In §2.4, 2.5 en 2.6 worden respectievelijk ANT, TT en TM beschreven; wat houdt de theorie in en waar bestaat de academische kritiek op de theorieën uit. Deze combinatie van theorieën is zover ik weet uniek en evenwichtig. Éénmaal eerder heeft van Vliet (2006b) een combinatie van ANT en TM toegepast en uit haar onderzoek blijkt dat beide theorieën bruikbare inzichten geven in de analyse van het Nederlandse sanitatie- en afvalwatersysteem. De combinatie van de drie theorieën is venwichtig in die zin dat het de transitie in het actor-netwerk(en) bekijkt vanuit een actorperspectief (ANT), procesperspectief (TT), en een combinatie van beide perspectieven met een focus op het 'besturen' van transities (TM). Daarnaast houden ze alle drie rekening met de karakteristieken van het huidige grootschalige Nederlandse afvalwatersysteem. Hierdoor ontstaat een evenwichtige vocabulaire **(vetgedrukte woorden)** als is toegelicht in §2.7. In §2.8 is toegelicht op welke wijze mijn theoretisch raamwerk waardevol kan zijn voor het empirische gedeelte van het onderzoek.

2.2 Technologie versus de maatschappij

2.2.1 Technologisch determinisme

De eerste theorie die een lange tijd een belangrijke plaats heeft ingenomen bij het verklaren van technologische ontwikkelingen is technologisch determinisme (TD). Deze theorie gaat ervan uit dat technologie zich autonoom ontwikkelt. Technologie kan alleen één koers volgen; **een lineair pad** van ontwikkeling wat wordt gedicteerd door zijn vraag naar maximale efficiency (van den Belt, 2001).
Dezelfde interne dynamiek en logica van wetenschap en technologie beschrijft Mol als volgt: "De ontwikkeling van wetenschap en de ontwikkeling van technologie … zouden een natuurwetmatigheid volgen en reeds vastliggen in de constructie van de natuur. Er is dan ook slechts versnelling of vertraging mogelijk in de ontwikkeling van technologie" (Mol, 1991). Dus de technologie voedt zich zelf. Als deze theorie waar mag zijn brengt dit de consequentie met zich mee dat de technologische aspecten niet te sturen zijn. Actoren zouden geen handvatten hebben om het ontwikkelingsproces te kunnen optimaliseren.
Een sociale consequentie van de technologische ontwikkeling is volgens deze theorie dat de samenleving wel beïnvloed wordt door de technologische ontwikkeling. De samenleving volgt de techniek passief, zij dient zich aan te passen. Zoals de slogan beschrijft: 'machines make history' (Heilbroner, 1994).

Er is ook kritiek op TD. Volgens Mol (1991) blijkt dat de technologie ontwikkeling niet een vast, natuurwetmatig traject volgt, maar dat er steeds keuzemomenten tussen alternatieve

technologieën bestaan. De keuze tussen alternatieven zijn niet eenduidig volgens technisch rationele criteria. Het tweede punt van kritiek is dat bij het constructie- en ontwikkelingsproces altijd ook niet-technologische factoren een rol spelen. De richting waarin technologie zich ontwikkelt wordt in belangrijke mate beïnvloed door een samenspel van economische, sociale, politieke en culturele factoren. (Mol, 1991)
Belt (2001) licht hetzelfde punt van kritiek toe met de term '**efficiëntie**'. Efficiëntie wordt door het TD onterecht beschouwd als een neutrale, context vrije, universele norm die de technische ontwikkeling stuurt. Efficiëntie is altijd gebonden aan een bepaalde context of situatie. Efficiëntie voor wie en in welke situatie?

2.2.2 Economische theorie op technische ontwikkeling

De theorie is ontwikkeld door economen omdat zij op zoek zijn naar de verklarende factor achter technologische innovaties. Net zoals TD zien de aanhangers van de '**technology-push**' theorie de ontwikkelingen binnen wetenschap en techniek als de belangrijkste factor voor technologische innovaties (Mol, 1991). De '**demand-pull**' theoretici zien de vraag vanuit de markt als een centrale verklaring van de innovaties. Na verloop van tijd zijn beide stromingen dichter tot elkaar gegroeid en een aantal economen zien dat beide (technologiedruk en marktvraag) de verklaring is achter technologische veranderingen (Schmookler, 1966; Nordhaus, 1969). Processen van variatie en selectie binnen het spanningsveld van **technologiedruk** en **marktvraag** leiden tot technologische veranderingen (Mol, 1991). Deze neoklassieke economen hebben TD niet vervangen maar enigszins genuanceerd.
Technologiedruk en marktvraag sluiten aan bij de kritiek dat technologen soms onvoldoende onderzoeken of de burger-consument wel behoefte heeft aan een techniek en deze techniek accepteert, zoals urinescheidingstoiletten of groenten gekweekt met behulp van P-meststof afkomstig van menselijke uitwerpselen.

Ook is de Lange-golventheorie (LGT) interessant voor milieu-innovaties, zeker in deze tijd van economische crisis. Economische ontwikkeling op lange termijn vindt plaats in de vorm van een op- en neergaande golfbeweging, waarbij technologische veranderingen als een van de belangrijkste verklarende factoren worden beschouwd voor de regelmatige afwisseling van economische depressies en oplevingen (Kondratieff, 1926). Dit werd aangevuld met de stelling dat belangrijk innovaties plaatsvinden aan het begin van een opgaande beweging (Schumpeter, 1939). In een economische crisis zijn bedrijven bereid om risico's te nemen en zodoende nieuwe technologische wegen in te slaan. In zwakke tijden worden **basisinnovaties/ sleuteltechnologieën/ exemplaartechnologieën** ontwikkeld. Als de economie weer aantrekt worden deze innovaties doorontwikkeld om uiteindelijk tot marktverzadiging en economische teruggang te leiden.
De LGT signaleert een relatie tussen economische en technologische ontwikkeling, maar geeft geen verklaring. Het TD lijkt daarmee vervangen door economisch-technologisch determinisme (Mol, 1991).

De economen Nelson en Winter (1977 en 1982) en Dosie (1982 en 1988) zijn het geweest die, vanuit de 'push-pull' theorie en de verfijning die Schumpeter had op de neoklassieke economie, de aandacht hebben weten te vestigen door middel van hun model op de rol die sociaal-culturele en institutionele factoren spelen in de processen van innovatie en diffusie van technologie. Ook sociale wetenschappers zoals Pinch en Bijker (1987), Hughes (1987) en

Callon (1987) begonnen hun eigen theoretische perspectieven over technologische ontwikkeling in een sociale context te beschrijven. Pinch en Bijker ontwikkelde de 'sociale constructie van technologie'; Hughes kwam met 'grootschalige technische systemen'; en Callon ontwikkelde de actor-netwerk theorie. Deze theorieën worden aangeduid met de term 'contextuele benadering' (Mol, 1991) en staan beschreven in het vervolg van dit onderzoek. Vanaf de 21ste eeuw kunnen TT en TM ook beschouwd worden als een contextuele benadering omdat zij voortbouwen op het Nelson-Winter/ Dosi model en grootschalige technische systemen.

2.3 Technologie met haar sociale context

2.3.1 Het Nelson-Winter/ Dosi model

Volgens de veelvuldig gearticuleerde evolutionaire theorie van Nelson en Winter (1977) kan technologieontwikkeling worden opgevat als een voordurende opeenvolging van **variatie- en selectieprocessen** die gericht zijn op het oplossen van technologisch gedefinieerde problemen. Variatie en selectie van nieuwe technologieën vinden niet aselect plaats, maar ze zijn duidelijk gestructureerd binnen een technologisch **regime** (Nelson-Winter) of **paradigma** (Dosi). "Een technologisch paradigma of regime is de dominante culturele matrix van technologie-ontwikkelaars en omvat een beperkte hoeveelheid wetenschappelijke principes, inzichten en **heuristieken** (zoekregels) en een beperkte hoeveelheid materiële technologieën." (Mol, 1991) Op grond van de basistechniek vinden verdere ontwikkelingen en aanpassingen plaats. Vanuit die basistechnologie wordt de zoekrichting van de variatieprocessen binnen het technologisch traject vormgegeven door de heuristieken. Op een bepaald probleemveld vindt de ontwikkeling van technologie gedurende lange tijd plaats binnen de grenzen van een dergelijk technologisch regime en is als zodanig voorgestructureerd. Onder het 'voorgestructureerde' wordt het technologisch traject verstaan. Dit zijn namelijk de veranderingen in de technologie die binnen het kader van een specifiek regime dan wel paradigma plaatsvinden ofwel de '**vooruitgangsrichting**' binnen een regime.

Een regime heeft twee kanten in relatie met nieuwe ontwikkelingen. Enerzijds kan het bestaande regime een technologische verandering snel **faciliteren** binnen zijn grenzen omdat het regime al de benodigde principes, inzichten, objecten en heuristieken heeft. Van de andere kant **beperkt** dit het regime ook voor veranderingen. Het dominante regime is voorgestructureerd en daardoor *tot zekere hoogte inert*. Het regime volgt met zijn technische ontwikkeling zijn eigen, zoals Nelson en Winter dit benoemen, '**natuurlijke trajecten**'. Grote doorbraken in de aanpak van problemen, te begrijpen als verandering in het regime, komen zeer sporadisch voor. Veranderingen van het regime houden bijna altijd veranderingen van het technologisch traject in. Andere heuristieken en basistechnologieën worden toegepast en de dominante culturele matrix van technologieontwikkelaars verschuift, waardoor andere oplossingsrichtingen ineens mogelijk blijken te zijn (Mol, 1991).

Binnen de evolutionaire theorie wordt duidelijk (weliswaar complex) dat het selectieproces bij technische ontwikkeling kan plaatsvinden tussen paradigma's, tussen trajecten en binnen een traject. De '**selectieomgeving**' bestaat uit een geheel van factoren; actoren, structuren en instituties die de technische ontwikkeling beïnvloeden, bestaande uit drie dimensies of typen van factoren:

- Wetenschap en technologie; betreffende stand van kennis en technologie, aanwezige artefacten, de soort en omvang van de onderzoeksinstellingen etc.;
- Economie; betreffende de factorprijzen, consumentenvraag, hoeveelheid aan competitie tussen bedrijven, subsidiemogelijkheden etc.;
- Socio-culturele en politieke basis; betreffende de macht- en eigendomsverhoudingen, de juridische constellatie, overheidsbeleid en – ingrijpen etc. (Mol, 1991; van Vliet, 2002).

Er is ook kritiek op het Nelson-Winter/ Dosi model. Van der Belt en Rip (1984) signaleren dat de selectieomgeving niet alleen de technologieontwikkeling beïnvloedt maar ook visa versa. Technologische ontwikkelingen stellen eisen aan, en veranderen de selectieomgeving. Bijvoorbeeld daar waar veranderingen in het productieproces (factortype) directe gevolgen hebben voor de organisatie van het arbeidsproces (selectieomgeving) (Mol, 1991).

2.3.2 Sociale constructie van technologie

Waar de technologische deterministen en de theorieën afkomstig van economen een duidelijk onderscheid maken tussen technische, economische en sociaal-culturele domeinen doen de aanhangers van de sociale constructie dit niet. De domeinen vloeien in elkaar over als een '**naadloos web**' (Hughes, 1986).
Pinch en Bijker (1987) ontwikkelden de visie dat bij technologische ontwikkeling, variatie en selectie, gericht op het oplossen van problemen, niet één richting (lineair) maar **multi-directioneel** is. Alleen achteraf kan een lijn geconstrueerd worden, zodat de variatie die niet binnen de geconstrueerde lineaire ontwikkelingen horen verloren gaan. De mislukte innovaties en niet gekozen opties verdwijnen uit beeld en krijgen geen aandacht meer. Pinch en Bijker vinden dat technologische ontwikkeling de uitkomst is van een (ongelijke) strijd van relevante sociale groepen, die ook artefacten ontwikkelen op basis van verschillende probleemdefinities. In de beginfase hebben technologieën een hoge graad van '**interpretatieve flexibiliteit**'. Hieronder wordt verstaan dat verschillende actoren, verschillende betekenissen toekennen aan een artefact. Het 'probleem' is opgelost als de meest relevante sociale groepen vinden dat de problemen zijn verdwenen, zodat er stabiliteit heerst. Machtsverhoudingen spelen dus een belangrijke rol bij Pinch en Bijker, zoals zij ook centraal staan in het werk van Callon.

Callon (1980; 1986; 1987) is één van de grondleggers van de ANT en richt zijn aandacht voornamelijk op de (macht)verhoudingen tussen diverse sociale groepen en de invloed van die verhoudingen op de technologieontwikkeling. Callon baseert zijn inzichten op een interessante *ex ante* casestudie naar de ontwikkeling van de elektrische auto. Het idee was dat de nog te ontwikkelen elektrische auto, de auto met brandstofmotor zou moeten gaan vervangen in Frankrijk. Hij analyseert waarom (welke socio-technologische elementen) de brandstofmotor niet vervangen is door een elektrische auto. Volgens Callon zijn sociale, economische en technische factoren zo sterk met elkaar in een netwerk verstrengeld, dat ze **onderling uitwisselbaar** zijn. Vandaar dat ANT deels voortborduurt op het werk van de sociale constructiebenadering. Er bestaat geen onderscheid meer tussen technologisch en sociaal; wat de ene persoon als technologisch definieert ziet de ander als een sociaal fenomeen. In andere woorden of een probleem nu economisch, technisch of sociaal is, in feite is het een resultaat van sociale constructie.

Technologie-ontwikkelaars (technologen) en sociale groepen zijn niet meer te onderscheiden van elkaar bij (het oplossen van) problemen. Callon ziet geen onderscheid tussen actoren en artefacten, het vormt samen een (actor)netwerk. "… dat netwerk tracht niet alleen een technologie te ontwikkelen en te introduceren, maar is tegelijkertijd bezig met het (her)definiëren van maatschappelijke problemen. De uitkomst van het proces van technologieontwikkeling wordt uiteindelijk bepaald door de macht van een bepaalde groep samenwerkende actoren die erin slaagt om met haar ideeën de maatschappij te transformeren door technologische verandering" (Mol, 1991).
Een in dit kader relevant verschil tussen de inzichten van Pinch & Bijker en Callon is dat de eerst genoemden technologische verandering geheel los zien van elke bestaande technologische infrastructuur. Zij zien de technische ontwikkeling puur als een uitkomst van een (ongelijke) strijd tussen relevante sociale groeperingen. Callon kijkt niet alleen naar de actoren maar ook naar de relatie tussen de actoren en artefacten.

2.3.3 De technieksysteembenadering

Een aanvulling van deze theorie is dat er wordt gekeken naar netwerkachtige structureren die rondom artefacten zijn ontstaan en de intensieve wisselwerking tussen en onderlinge afhankelijkheid van materiële en niet-materiële elementen (Mol, 1991).
Hughes (1983 en 1987), Weingart (1989), Callon (1987), Summerton (1994) benaderen nu niet afzonderlijke artefacten (fietsen, scheidingsurinoirs) maar nemen **technieksystemen** (elektriciteitsnetwerk, riolering- en afvalwatersystemen) als uitgangspunt. Een technieksysteem bestaat uit vele menselijke en niet-menselijke entiteiten die verbonden zijn aan elkaar zoals actoren die het systeem managen, gebruiken en reguleren (Hughes, 1987; Mol, 1991; van Vliet, 2002). Netwerkgebonden systemen, zoals het Nederlands sanitatiesysteem (van Vliet, 2002) zijn een specifieke categorie van grootschalige technieksystemen. Grootschalige technische systemen (GTS) zijn vaak gekarakteriseerd door de aanwezigheid van een dominante technologie, brede implementatie van de technologie en een gecentraliseerde en hiërarchische organisatie (Guy, 2001).
GTS-theorieën verklaren de stabiliteit of inertie van bestaande systemen aan de hand van het feit dat radicale veranderingen naar competitieve systemen maar weinig plaatsvinden. Dit komt omdat GTS langzaam neigen te evolueren in hun eigen trajecten (Hughes, 1987). Van Vliet (2002) voegt daaraan toe; "Technologische trajecten lijken nergens zo evident als bij de netwerkgebonden systemen, waar grootschalige investeringen over de jaren zijn geaccumuleerd en dit belemmert fysieke veranderingen of alternatieven van de basiseigenschappen van het systeem."
Volgens Hughes, Weingart, Callon en Summerton zijn de krachten die leiden tot technologische verandering **intern** aan het technologisch systeem. Zij zien geen aparte 'omgeving' (zoals omschreven in het Nelson-Winter/ Dosi model) dat dwingt tot technologische verandering, maar de omgeving is onderdeel van het systeem (Callon, 1980; Hughes, 1983; Callon, 1986; Summerton, 1994; Mol, 1995). Met andere woorden de economie, sociaal-cultureel en technische factoren die de evolutie van het technologisch systeem beïnvloeden, zijn tegelijkertijd beïnvloed door deze evolutie (Hughes, 1987).

2.4 Actor-netwerk theorie

2.4.1 Inleiding

De Franse geleerden Michel Callon en Bruno Latour bestudeerden wetenschap en technologie. De socioloog Callon en filosoof en antropoloog Latour zijn de grondleggers van de actor-netwerk theorie (ANT). Callon en Latour beschrijven ANT ieder op hun eigen wijze, maar er is behoorlijk veel consensus tussen de werken van beiden. Ik baseer deze paragraaf hoofdzakelijk op het werk van de socioloog Callon, op sommige elementen vind ik de beschrijving van Latour duidelijker of verder uitgewerkt, en dan zal ik zijn werk als leidraad gebruiken. Het doel is niet om het werk van beide wetenschappers met elkaar te vergelijken maar om interessante concepten/ vocabulaire voor dit onderzoek te selecteren.

2.4.2 Actor-netwerk theorie

Het boek 'Mapping the dynamics of science and technology' van Callon, Law en Rip (1986) begint met een statement: "wetenschap en technologie zijn sterke krachten in de moderne geïndustrialiseerde maatschappij en zijn van direct en indirect vitaal belang voor vele actoren." Callon stelt in zijn bekende werk 'The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicle' zich de vraag hoe de ideeën en geschriften van onderzoeksinstituten in staat zijn tot (stapsgewijse) revoluties. Revoluties in de zin van grote veranderingen in werkcondities in de industrie en in het universum van consumentenproducten en levensstijlen van mensen.

Callon concludeert net zoals andere wetenschappers in zijn inleidende paragraaf, dat de ontwikkeling van wetenschappelijke kennis en technische systemen niet begrepen kan worden zonder dat tegelijkertijd sociale contexten waarvan zij onderdeel uit maken gereconstrueerd moet worden (Callon, 1980, 1981; Latour, 1984; Pinch & Bijker, 1984; Law, 1987). Met andere woorden; er is een relatie tussen wetenschap, technologie en de maatschappij. Callon (1986) noemt dit **'co-evolutie'** van de maatschappij, technologische artefacten en kennis van de natuur. Deze drie domeinen worden in ANT geanalyseerd.

Callon (1986) stelt dat wetenschappers en techneuten constant de kennis en competenties van sociale actoren onderschatten. Dit komt omdat techneuten hun macht halen uit het constant herbouwen van de maatschappij door het introduceren van onvoorspelbare variaties en nieuwe associaties. Techneuten, ook wel '**agenten**' genoemd, kunnen meer dan welke actor dan ook de wereld construeren, hun wereld wel te verstaan. Zij bepalen uit welke elementen het is opgebouwd en voor welke tijd en ruimte het geleverd wordt. Zij bepalen de geschiedenis, zij plaatsen zich zelf vooraan in de sequentie om deelproblemen op te lossen (Hughes, 1983; Latour, 1984). Van Hengel noemt technologen dan ook 'undercover agent of social change'. Callon laat deze eigenschap van de technologen zien aan de hand van een fascinerende en interessante casestudy in Frankrijk gedurende de vroege jaren zeventig. Het idee was dat de benzineauto vervangen zou worden door een elektrische auto. Uit deze verhelderde studie (1980) construeert hij later ANT (1986).

Een element van ANT is dat er van te voren geen onderscheid wordt gemaakt tussen bijvoorbeeld micro en macro, lokaal en globaal, wetenschap en technologie, wetenschap en politiek, natuur en cultuur, natuur en maatschappij, mensen en niet-mensen. Zoals van den Belt (2001) het in één motto samenvat: "**away with all *a priori* distinctions!**" Een van Latours (1987) belangrijkste aanbevelingen is ook: volg de actoren. Callon beschrijft dat uit

het werk van Machiavelli (1950 en 1961) het een en ander in dit kader geleerd kan worden. De **locatie** (Italië) en **tijd** (halverwege de 20ste eeuw) is wel veranderd, maar de methode blijft hetzelfde: beschrijf zonder vrees of voorkeur, wat het is wat de actoren doen. Dat er geen onderscheid gemaakt mag worden, wordt ook '**symmetrisch principe**' genoemd. Alles wat je probeert te verklaren of beschrijven zou op dezelfde symmetrische manier uitgevoerd moeten worden. Met evenveel aandacht voor menselijke als niet-menselijke entiteiten. De heterogene entiteiten resulteren in een product of zijn een effect van een ordeningsproces (Law, 1994).
Omdat binnen deze theorie geen scheiding bestaat of essentieel verschil is in activiteiten tussen technologen en wetenschappers, spreekt Latour over '**technoscientists**'. Het zelfde principe geldt voor het geloof in feiten en artefacten (ook wel '**actanten**' genoemd). Latour zegt dat als de gebruikers de feiten/ artefacten accepteren zonder erover na te denken of verder aan te passen dan worden ze beschouwd als echte feiten of succesvolle artefacten. (van den Belt, 2001) Dit komt overeen met wat Latour en Woolgar (1979, 1986) verstaan onder feiten. Volgens hen zijn beweringen pas feiten als verwijzingen naar omstandigheden waaronder zij tot stand zijn gekomen ontbreken, het spoor van 'auteurschap' is gewist. Gebruikers van de feiten accepteren ze dus zonder erover na te denken.
Voordat in de volgende paragraaf wordt uitgelegd welke processen er plaats vinden bij socio-technische ontwikkelingen wil ik uitleggen wat aanhangers van ANT proberen te onderzoeken. Zij onderzoeken de middelen hoe associaties ontstaan en hoe rollen en functies van onderwerpen, objecten, actoren, intermediairs, mensen en niet-mensen worden toegeschreven en gestabiliseerd. Zij zijn geïnteresseerd in hoe deze en andere categorieën ontstaan vanuit het proces van het creëren van een netwerk (Duim, 2005).

2.4.3 Translatie van de actor-wereld

Translatie betekent letterlijk 'beweging, verplaatsing en (her)interpretatie of aanpassing'. Gebruikers accepteren dikwijls feiten of artefacten niet zoals ze zijn: elke beweging van een groep of persoon wordt gevolgd door een translatie. Vandaar dat ANT ook bekend is als de 'sociologie van translatie'. Callon (1986) beschrijft dat 'iets' wat in beweging komt bestaande uit actoren, instituten en artefacten met de term '**actor-wereld**'. De actor-wereld bepaalt hun identiteit, de rollen die ze zouden moeten spelen, de natuurlijke banden die ze met elkaar verbinden, hun relatieve maat en de geschiedenis waarin zij participeren.
Een voornaam idee van Callon wordt beschreven als een collectief van mensen en dingen. Een collectief is niet een verzameling van mensen die samen hebben besloten deel te worden van bepaalde soort van gezamenlijke organisatie. Het is een collectief ontstaan effect, gecreëerd uit de interacties van heterogene elementen waaruit het is opgebouwd (Callon en Law, 1995). Het gaat dus om de **relaties** en hun **heterogeniteit** dat belangrijk is en niet de dingen zelf (Verschoor 1997).
Volgens Ganzevles (2007) laveert de dagelijkse toestand van een nieuw technologisch object tussen fictie en werkelijkheid in de actor-wereld. Sommige actoren zijn al ingelijfd en sommige ideaaltypische representaties van actoren moeten nog ingelijfd worden.

De translatie bestaat volgens Callon uit drie componenten. Voordat ik uitleg wat de drie componenten zijn wil ik het begrip 'zwarte doos' toelichten en een voorbeeld geven van een actor-wereld.
Technoscientists proberen te voorkomen dat hun producten worden aangepast, daarom proberen zij het karakter **'zwarte doos'** mee te geven aan hun producten. Voor dit doel

creëren ze bondgenoten (mensen en niet-mensen) en bouwen netwerken van groot of klein formaat, waarin hun producten kunnen circuleren zonder aangepast te worden. Law noemt dit '**heterogeneous engineering**'.
Een **netwerkbouwer** van een actor-wereld was George Eastman, hij creëerde een speciale fotocamera en daarbij ook een nieuwe sociale groep van amateur fotografen. Deze fotografen vormden later een massale afzetmarkt voor zijn bedrijf. De Franse slogan: 'Clic, clac, merci Kodak' is daarvan bekend. De actor-wereld bestaat uit fotocamera's, fotorollen, chemicaliën, beschikbare bedrijven voor foto-ontwikkeling met betrouwbaar en vakkundig personeel, een goed functionerende postservice enzovoorts. Deze variëteit aan heterogene elementen vormt een netwerk. Een enkel element uit deze actor-wereld kan alleen niet bestaan.

Nu duidelijk is wat actor-wereld en zwarte doos is kan het eerste component van translatie worden beschreven: de '**vertaler-woordvoerder**'. De vertaler is de woordvoerder van de entiteiten die hij tracht te vormen tot een stabiel netwerk. De vertaler, vertaalt de wensen van het netwerk, haar geheime gedachten, haar belangen, haar manier van handelen. Als het waar is voor collectieve of individuele menselijke entiteiten dan is het ook waar voor de andere elementen waaruit de actor-wereld bestaat. De vertaler, bijvoorbeeld George Eastman, stelt de identiteit van de entiteiten vast (noodzakelijkheid van filmrollen die weer ontwikkeld moeten worden met behulp van chemicaliën en deskundig personeel) en reguleert hun gedrag en evolutie. Het is dus de kunst voor een vertaler-woordvoerder om een actor-wereld te construeren en die vervolgens in stand te houden zodat entiteiten geen verraad plegen op de actor-wereld. De woordvoerder plakt als het ware bepaalde karakteristieken aan entiteiten en bereikt min of meer een stabiele relatie tussen en met hen. Hughes (1987) zegt over de woordvoerder, die ook gezien kan worden als een netwerkbouwer: "Is the ability to construct or to force unity for diversity, centralization in the face of pluralism, and the coherence for chaos. The construction often involves the destruction of alternative systems."
Het probleem is dat andere actoren, met andere zaken bezig zijn. Elke actor jaagt zijn eigen doelen na. Om bondgenoten voor je te winnen zul je er in moeten slagen om andere actoren zover uit hun koers te krijgen dat ze hun belangen gaan zien in termen van je eigen belangen; je zult ze moeten '**translateren**'. Als iemand voor hen (zowel mensen als niet-mensen) kan spreken dan is diegene in staat om ze te 'blackboxen' (Ganzevles, 2007).

Translatie is een definitie van rollen, een verdeling van rollen en de afbakeningen van een scenario. De woordvoerder spreekt voor anderen in zijn eigen taal. Callon zegt dat entiteiten niet makkelijk te bewegen zijn, het lot van vele woordvoerders is dan ook om entiteiten brutaal tegen te spreken en zodoende een leider voor ze te zijn. Het is de kunst om in beproevingen andere actoren in hun rol te krijgen. Latour spreekt in dit verband over **'trails of strength'**. Een succesvolle translatie hang af van de capaciteit van de actor-wereld om entiteiten te bepalen/aan te wijzen en binnen de actor-wereld te halen terwijl deze entiteiten misschien de definities en hun rol binnen de actor-wereld betwijfelen/ uitdagen. Soms zijn actoren bezig met het construeren van meerdere actor-werelden, die soms onverenigbaar zijn (Callon, 1986).

Een **'geografie van verplichte punten van passage'**, zo noemt Callon het tweede component van translatie. Deze punten moeten gepasseerd worden wil een translatie een succes

worden. Met andere woorden hoe kan een actor-wereld succesvol worden, wat is de strategie waardoor een actor-wereld zichzelf onontbeerlijk maakt? Het idee is dat alle entiteiten zich verplicht voelen de weg, uitgestippeld door de actor-wereld te volgen. Bijvoorbeeld in het geval van Eastman zijn het onder andere de fotorollen, amateur fotograven en fototoestellen die geen ander toekomst buiten de actor-wereld om zouden hebben. Om ervoor te zorgen dat de entiteiten deel blijven uit maken van de actor-wereld kunnen verschillende methodes toegepast worden. Deze methodes bevinden zich in het **spectrum van verleiding tot puur geweld**, **onderhandelen** maakt ook onderdeel uit van dit spectrum. Een veel gebruikte strategie is genaamd '**problematisering**'. Een voorbeeld hiervan is dat als je van plan bent een fototoestel te maken het alleen commerciële winst oplevert als mensen de fototoestellen willen gebruiken en dit heeft alleen zin als je de foto's ook kunt ontwikkelen. Deze ketting van elementen heeft dus alleen zin als alle deelproblemen worden opgelost. Dus een fototoestel heeft er niet zoveel aan om te bestaan als er geen foto afgedrukt kan worden. In de voorgestelde oplossingsstrategie moeten deelproblemen in een bepaalde volgorde worden aangepakt, waardoor een geografie van verplichte punten van passage ontstaan.
Onderzoeksinstellingen spelen een belangrijke rol, omdat zij bijvoorbeeld mogelijk de kennis hebben of kunnen ontwikkelen om bijvoorbeeld een foto af te drukken. In dit geval is voor de translatie een laboratorium en wetenschappers nodig. Zij zijn dus een verplicht geografisch punt van passage voor die elementen die wensen te bestaan en zich verder willen ontwikkelen. Dit geeft ook direct de kracht/ macht van een geïsoleerd laboratorium aan (Callon, 1986). Latour en Woolgar laten zien dat actor-netwerken in het lab alleen kunnen overleven door verbindingen te bouwen met actor-netwerken in de buitenwereld (Ganzevles, 2007).

Het derde element is volgens Callon '**translatie als vervanging**'. Er is een link nodig om entiteiten bepaalde woordvoerders en punten van passage te laten accepteren. "translatie kan niet effectief zijn (leidt niet tot stabiele constructies) als het niet verankerd is in fysieke en sociale vervangingen" (Latour, 1985; Law, 1986). Entiteiten worden vervangen/vertaald/getransformeerd in **inscripties** zoals wetenschappelijke artikelen, maar ook door de beweging van mensen, materialen, geld, instituten, organisaties en pilot-projecten. Latour beschrijft dit met het idee '**centrums van calculatie**', dit kunnen ook punten van passage worden. Zulke fysieke (bijvoorbeeld inscripties) en sociale vervangingen kunnen zo krachtig (machtig, slim, handig) zijn dat ze op afstand kunnen reageren (Ganzevles, 2007). De actor-wereld accumuleert zaken wat hen duurzaam maakt.

2.4.4 Actor-netwerken

Callon (1986) gebruikt de termen **actor-netwerk** en actor-wereld uitwisselbaar. Eigenlijk zijn het twee aspecten van hetzelfde fenomeen. Met actor-wereld benadrukt hij de manier waarop deze werelden, gebouwd rondom entiteiten die hen gecreëerd hebben, beide verenigd en zelfvoorzienend zijn. Met de term actor-netwerk benadrukt hij dat ze een structuur hebben, en dat deze structuur vatbaar is voor verandering. De actor en het netwerk zijn aaneengeschakeld en kunnen niet gedefinieerd worden zonder elkaar.

Als eerste beschrijft Callon '**simplificatie**' in zijn concept actor-netwerk. Simplificatie is nodig in de organisatie van een netwerk: het is een onvermijdelijk resultaat van translatie. In theorie is de realiteit oneindig. In de praktijk is simplificatie een resultaat van oneindig veel

translaties. Een actor-wereld is begrensd tot een serie van discrete entiteiten van wie de karakteristieken of attributen goed gedefinieerd zijn. Met simplificatie wordt de oneindige complexe wereld gereduceerd. In dit onderzoek kunnen gemeenten, waarin bijvoorbeeld nieuwe sanitatie wordt toegepast, entiteiten zijn in een actor-wereld. De gemeenten bestaat uit/ heeft meer belangen dan alleen nieuwe sanitatie, ze willen bijvoorbeeld ook hun oude dorpkernen behouden. De gemeenten verschillen ook ten opzichte van elkaar qua populatiegrootte, historie en geografische ligging. De entiteit 'gemeente', die onderdeel uitmaakt van de actor-wereld bedekt een verborgen leven waarin zich van alles kan afspelen. Een ander voorbeeld is urinescheidingstoilet dat samengesteld is uit onderdelen maar ook functioneert volgens natuurkundige principes en ontwikkeld is door onderzoekers. De onderdelen, principes en onderzoekers hebben ook 'geheime' relaties met elkaar die achter de gesimplificeerde noemer van de entiteit 'urinescheidingstoilet' schuil gaan. Deze definitie van de werkelijkheid blijft geldig zolang de vereenvoudiging niet door andere entiteiten te niet wordt gedaan doordat zij de wereld anders zien (misschien zetten zij in op centrale terugwinning van fosfaten) of complexer maken door de voorgestelde realiteit te veranderen. Degene die het veranderen worden '**verraders**' genoemd van het desbetreffende actor-netwerk.
Simplificatie kan dus ook gezien worden als ´**blackboxing**´. Zo noemt Latour het. Er wordt namelijk een eigen wereld (zwarte doos) gecreëerd, met een eigen taal, waartoe entiteiten wel of niet behoren.
Als student van de wetenschap moet ik, volgens Callon waken voor het gevaar wat simplificatie met zich meebrengt. Het gevaar is wat Machiavelli omschrijft als '**antireductionisme**': "is het niet verleidelijk om de evolutie van maatschappijen te reduceren tot acties van enkele prinsen die hun kracht uitoefenen. Of alternatievelijk, om prinsen te beschouwen als marionetten zonder substantie, aan wiens touwtjes getrokken mag worden door zulke machtige sociale actoren als mensen of nobele? Machiavelli vermijdt beide verleidingen. Hij laat ons een prins zien die begaafd is in de kunst van het managen van variabele en onverwachte sociale krachten. … Wetenschapsstudenten en technologen zijn niet altijd zo wijs geweest" (Callon, 1986).

Het tweede belangrijk punt van Callon is ´**juxtaposition**´. Vrij vertaald als 'een positie daarnaast' of 'horende bij'. Hiermee bedoelt hij dat elke actor zijn eigen netwerk vanuit zijn eigen gezichtpunt simplificeert. Callon zegt hierover: "Er is dus een dubbel proces: dat van simplificatie en juxtapositie. De simplificaties zijn alleen mogelijk als elementen juxta gepositioneerd zijn in een netwerk van relaties; maar de juxtapositie van elementen benodigt omgekeerd dat zij gesimplificeerd worden" (Callon, 1986). Een actor simplificeert bijvoorbeeld zijn buren, de buren simplificeren weer hun actor, zo ontlenen ze aan elkaar kracht in de vorm van een netwerk.
Technologen kunnen simplificaties eenvoudig volhouden zolang er sprake is van een toekomstbeeld. De vereenvoudiging wordt pas op de proef gesteld wanneer de heterogene entiteiten uit dat toekomstbeeld hun materiële vorm moeten gaan krijgen. Om dit te bereiken moeten technologen weerstandsgradiënten in de buitenwereld overwinnen. Zij moeten uit hun veilige laboratorium kruipen, willen zij anderen tot verandering aanzetten. Het transleren van anderen gaat vaak niet samen met het getranslateerd worden door anderen. Met andere woorden, iedereen heeft zijn eigen belangen en streeft zijn eigen doelen na. Het gevolg zijn onzekere uitkomsten wat leidt tot onzekerheid bij actoren. Translaties van technologen om ruimte te creëren voor hun nieuwe technologie hebben dus

een aanzienlijke kans tot falen (Ganzevles, 2007). Volgens Latour (1985) is het hard werken om alle elementen samen te brengen en op zijn plaats te houden.

2.4.5 Succesvolle translaties

Uit bovenstaande paragrafen zou onder andere samengevat kunnen worden dat een succesvolle of volledig translatieproces bestaat uit vier fases, gezien vanuit een actorperspectief. Deze fases kunnen elkaar overlappen (Woods, 1997):

- **Problematisering**: een potentiële vertaler-woordvoerder probeert een project (actor-wereld) onontbeerlijk te maken voor andere actoren, door de aard van de problemen te bepalen. De vertaler-woordvoerder suggereert dat het probleem door het volgen van een pad van deelproblemen op te lossen is.
- **Interesseren**: de vertaler-woordvoeder probeert andere entiteiten te interesseren, erbij te betrekken of translateren naar een stabiel actor-netwerk.
- **Lid worden van de actor-wereld**: als het interesseren succesvol is worden entiteiten lid van de actor-wereld. Doordat zij onderdeel uitmaken van de actor-wereld zijn de rollen vastgesteld en verdeeld door de actor-wereld. Hun gedrag is gekanaliseerd in de gewenste directie van de actor-wereld.
- **Mobilisatie**: een succesvolle translatie naar een actor-wereld bestaande uit entiteiten. (Callon, 1986; Verschoor, 1997; van der Duim, 2005).

2.4.6 Kritiek op ANT

De voornaamste kritiek op ANT is dat er *geen* verschil wordt gemaakt tussen actoren en actie. In het actor-netwerk bestaande uit entiteiten wordt geen verschil gemaakt tussen menselijke actoren en fysieke artefacten. Een actor is dus alles dat 'act' of ontvangt activiteit van anderen (Jensen, 2001). Callon gaat er niet op in dat deze twee verschillende entiteiten ook verschillende rollen bekleden bij translaties. Artefacten kunnen niet bepalen om te handelen, actoren wel. Bijvoorbeeld een nieuwe sanitatievoorziening heeft er niet voor gekozen om een dergelijke voorziening te worden. Deze artefacten spelen wel een rol maar dit komt omdat mensen hen deze rol gegeven hebben. Een artefact is gecreëerd door mensen om een bepaald probleem voor hen op te lossen. Van Vliet (2002) voegt hieraan toe dat de evaluatie van technologische verandering implausibel zou zijn als aangenomen mag worden dat artefacten andere rollen zouden spelen dan aan hen toegewezen door actoren.

Ik onderschrijf deze kritiek, echter neemt dit niet weg dat ANT voor dit onderzoek waardvolle inzichten genereert om de remmende en stimulerende aspecten te identificeren en te analyseren.

2.5 Theorieën van transitie

2.5.1 Inleiding

Nageschakelde en schone technologieën waren en zijn erg belangrijk om onze ergste milieuvervuiling tegen te gaan en om onze consumptie- en productieprocessen minder milieu vervuilend te maken. Alleen zijn dit vaak kleine veranderingen via bestaande paden en trajecten, die niet afdoende zullen zijn op langer termijn. Er zijn radicale veranderingen nodig om een substantiële winst in de vorm van eco-efficiëntie te behalen, en alleen technologieën zijn niet genoeg (Geels, 2005). Daarvoor zijn radicale veranderingen in complete socio-technische productie- en consumptiesystemen nodig, omringt door

elementen zoals technologieën, instituten, culturele waarden en gebruikerspraktijken, wet- en regelgeving (Rotmans *et al.*, 2001a). Vanaf de 21ste eeuw hebben transitie theorieën (TT) en transitie management (TM) steeds meer aandacht gekregen (van den Burg & Spaargaaren, 2006) en zijn een leidend motief geworden in het vierde Nationaal Milieubeleidsplan (VROM, 2001).

2.5.2 Theorieën van transitie

Transities zijn fundamentele lange termijnveranderingen (over één generatie of meer) op meerdere niveaus in de maatschappij, resulterend uit een dynamisch samenspel van ontwikkelingen in verschillende gebieden zoals economie, technologie, instituties, cultuur, ecologie, gedrag en geloofsystemen (Rotmans *et al.*, 2001a). De overgang in de afgelopen 30 jaar van een technocratisch wetenschappelijke stijl naar een integraal en participerende stijl qua Nederlands Water Management is een transitie die momenteel in de take-off fase zit en bijna is aangekomen in de versnellingsfase (van der Brugge *et al.*, 2005). Ook de overgang van kolenenergie naar duurzame energievormen kan gezien worden als een transitie.

Landschap, regime en niche

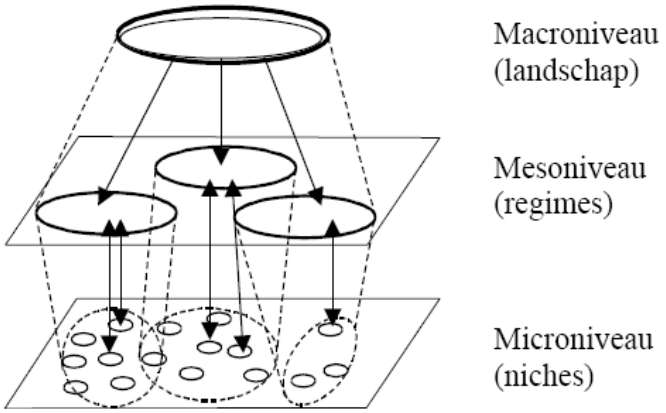
Er zijn drie analytische concepten ontwikkeld door Rip en Kemp (1998) om de dynamiek van transities inzichtelijk te maken, zie figuur 2.1. Het eerste concept is het socio-technische **landschap** dat bestaat uit materiële en immateriële elementen op het **macroniveau**. De elementen bestaan uit materiële infrastructuur, politieke cultuur en coalities, macrobeleid, sociale waarden, wereldbeelden en paradigma's, de macro-economie, demografie en het natuurlijke milieu (Rip & Kemp, 1998). Het landschap is een metafoor voor zijn relatieve hardheid. Het landschap is moeilijk te veranderen doordat de maatschappij is doordrongen met macrofactoren (Geels, 2002). Het zijn diep gestructureerde trends. Als het verandert door invloeden uit het meso- of microniveau verandert het maar erg langzaam, zoals rivieren het landschap langzaam kunnen veranderen (Rotmans *et al.*, 2001a).

Het **meso-niveau** is in de loop van de jaren verbreed van de term technologische regime (Nelson & Winter, 1977) of paradigma (Dosi, 1982) naar socio-technologisch **regime**[11] (Geels, 2002). Rip en Kemp (1998) verbreden het technologisch regime met sociologische 'regels'. "Een technologisch regime is de 'rule-set' of taal vastgelegd in complexe technologische praktijken, productieproces van technologieën, productkarakteristieken, vaardigheden en procedures, manier van handelen met artefacten en personen, manier van problemen vaststellen; allemaal ingebed in instituten en infrastructuren" (Rip & Kemp, 1998). Rotmans (2001) voegt eraan toe dat belangen, regels en geloven die het politieke beleid onderbouwen voor het grootste deel zijn ingepast om het systeem te optimaliseren dan het te transformeren. Ook constateert hij dat in de vroege periode van een socio-technische transitie het regime handelt als een remmende factor. Het regime zal proberen bestaande technologieën te verbeteren en past strategieën toe om tegen nieuwe ontwikkelingen te vechten. Later, als het technologisch systeem één maal voet aan de grond krijgt kan het regime een faciliterende rol vervullen door het investeren van grote hoeveelheden kapitaal (geldelijke als menselijk kapitaal) en innovatie (Rotmans *et al.*, 2001a).

Het **niche-niveau** ofwel **micro-niveau** relateert aan individuele actoren, technologieën en lokale praktijken. Op dit niveau kunnen variaties op, en afwijkingen van de status quo plaatsvinden. Zoals nieuwe technieken, alternatieve technologieën en sociale praktijken waarbij ook ander gedrag en aangepaste organisaties horen (Rotmans *et al.*, 2001a). Niche-

[11] Zie voor een compleet feitenrelaas van deze verbreding Geels, 2002.

projecten worden beschermd en geïsoleerd van de economische marktselectie. Zij functioneren als incubatiekamers voor radicale noviteiten (Schot, 1998). Dit wordt mogelijk gemaakt door subsidies van de overheid of bedrijven die het risico nemen om te investeren in mogelijk succesvolle socio-technische projecten. Niches zijn belangrijk omdat zij een locatie bieden aan leerprocessen, zoals **leren door te doen, leren door het te gebruiken en leren door onderlinge contacten** (Rosenberg, 1976; Lundvall, 1988; Von Hippel, 1988). Een resultaat ervan is dat sociale netwerken gebouwd worden die innovaties ondersteunen (Geels, 2002). Deze nicheprocessen worden verder beschreven in §2.6.5; strategisch niche management.



Figuur 2.1 De verschillende schaalniveaus van transities (Rip & Kemp, 1998).

Als er een evenwicht is binnen de drie niveaus en in verschillende domeinen dan is dit een **dynamisch-statisch evenwicht**. Er is namelijk **geen status quo**, er verandert tegelijkertijd van alles onder het oppervlak. Innovaties vinden plaats maar stapsgewijs. Een transitie heeft drie systeemdimensies:

- de snelheid van verandering;
- de mate van verandering;
- de tijdsperiode van verandering.

Deze variabelen kunnen verschillende paden construeren die leiden naar hetzelfde evenwichtsniveau (configuratie). Het kan ook zo zijn dat hetzelfde transitiepatroon op verschillende manieren gerealiseerd wordt. Met andere woorden elke transitie of dynamisch-statisch evenwicht is verschillend geconstrueerd uit een set van heterogene elementen.
Elk domein heeft zijn eigen dynamiek. Culturele en ecologische systemen veranderen maar langzaam. Economische veranderingen kunnen snel plaatsvinden en zijn meestal bepaald door de levensduur van kapitale goederen. Institutionele en technologische veranderingen zitten er tussen in. Dit resulteert in een melange van snelle en langzame dynamiek, het tempo en directie wordt uiteindelijk bepaald door de langzaamste processen (Rotmans *et al.*, 2001a).

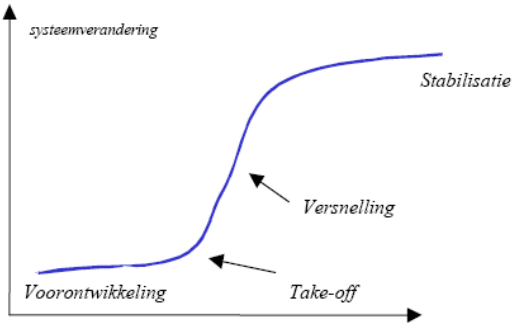
Patronen en mechanismen in transitieprocessen
Nu duidelijk is dankzij de drie systeemdimensies dat er een dynamisch-statisch evenwicht is, en welke niveaus en domeinen invloed hebben op een transitie wordt gekeken bepaalde patronen en mechanismen in transitieprocessen.

Veranderingen kunnen beginnen vanuit elk niveau en vanuit elk domein, maar het multi-level aspect van transities impliceert dat verandering alleen doorbreekt als ontwikkelingen op één niveau samengaan (**matchen**) met ontwikkelingen in andere domeinen en dat er interactie is tussen de ontwikkelingen of micro-, meso- en macro-niveau (Rotmans *et al.*, 2001a).
Regimes genereren normaliter **stapsgewijse innovaties**, **radicale innovaties** worden gegenereerd uit niches. Elementen uit het regime zijn stabiel omdat ze een relatie hebben met elkaar. Deze verbanden of relaties worden onderhouden en gereproduceerd door de afstemming en coördinaties van verschillende actorgroepen. In stabiele situaties is innovatie meestal stapsgewijs en gaat naar beneden door het hiërarchische niveaus. Als het regime geconfronteerd wordt met problemen en er ontstaan spanningen dan verslechteren of lossen de verbanden/relaties in de configuratie op. Callon (1998) zou zeggen dat de configuratie 'warm' wordt. Er wordt door de regimes een '**window of opportunity**' geboden aan de niches. Nu kunnen radicale innovaties ontsnappen van het niche-level en zich ontvouwen tot een socio-technische reconfiguratie op regimeniveau. Als nieuwe elementen worden geïntroduceerd in het regime, kunnen zij verdere veranderingen stimuleren als ook veranderingen in het landschap, druk en nieuwe kansen creëren. Reconfiguratie vindt plaats als ontwikkelingen op multi-level elkaar verbinden en elkaar versterken. (Geels, 2002).
Rotmans (2001) onderscheidt drie houdingen die het regime ten opzichte van een transitie kan aannemen. Een **defensieve houding** (probeert andere actoren in diskrediet te brengen), **een reactieve houding** (probeert het systeem te verbeteren) en **een innovatieve houding** door actief bij te dragen aan een transitie.
Het is dus niet zo dat de verandering van niche naar regime niveau ineens gebeurt. Ze volgen stapsgewijse trajecten van **niche-accumulatie**. Telkens een relatief kleine verandering leidt uiteindelijk tot grote doorbraken. Zoals van Geels (2002) laat zien dat de radicale transitie van zeilschip naar stoomschepen eigenlijk bestaat uit vele kleine veranderingen op verschillende niveaus, zoals de eerste oceaanstoomschepen eigenlijk zeilschepen waren met een toegevoegde stoommotor. Een specifiek mechanisme in de doorbraak van radicale innovaties is technologische '**add-on and hybridisation**'. Met dit mechanisme wordt verstaan dat nieuwe technologieën in hun vroege fase zich fysiek verbinden met gevestigde technologieën, vaak om bepaalde problemen op te lossen. De oude en nieuwe technologie strijden niet direct met elkaar maar werken samen in de vorm van een soort symbiose. Een tweede mechanisme is dat nieuwe technologieën uit niches breken door mee te liften op/ aan te sluiten bij de groei van bepaalde markten. Zoals in het begin van de 20ste eeuw de elektrische motoren zich sterk ontwikkelde en uitbreiden doordat er een sterke groei was van grote fabrieken. De stoommachines en molenwerken gaven problemen als zij toegepast werden in dergelijke grote fabrieken en zodoende ontstond er ruimte voor de elektrische motoren (Geels, 2002).

Net zoals vanuit het actorperspectief vier translatiefases onderscheiden worden, onderscheidt Rotmans (2001) vanuit het systeemperspectief vier verschillende transitiefases, zoals ook weergegeven is in figuur 2.2:

- Een **voorontwikkelingsfase** van een dynamisch evenwicht waar de status quo niet zichtbaar verandert;
- Een **opstartfase** (take-off) waar het veranderingsproces ingezet wordt omdat de status van het systeem begint te verschuiven;

- Een **versnellingsfase** (Geels (2001), spreekt over de doorbraakfase) waar zichtbare structurele verandering plaatsvinden door een accumulatie van sociaal-culturele, economische, ecologische en institutionele veranderingen die op elkaar reageren. Gedurende deze fase zijn er collectieve leerprocessen, diffusie en inbeddingprocessen;
- Een **stabilisatiefase** waarin de snelheid van sociale verandering afneemt en een nieuw dynamisch evenwicht is bereikt.



Figuur 2.2 De verschillende fase van transitie (Rotmans et al., 2001a).

De snelheid en versnelling in de verschillende fases van het translatieproces zijn variabel. Een onverwachtse verandering door bijvoorbeeld een economische of fosfaatcrisis, oorlog of grote rampen kunnen de inertie en stabiliteit van een gevestigd evenwicht verstoren en daardoor een verandering mogelijk versnellen (Rotmans *et al.*, 2001a).

Ook Hughes (1983, 1987) heeft zich beziggehouden met het ontwikkelen van een evolutiepatroon van grootschalige technische systemen. Aan de hand van *ex post* analyses rondom systemen als het elektrisch licht en stroom tussen 1870 en 1940. Hij erkent een zevental concepten waarvan hij de activiteit benoemt die op dat moment domineert in het transitieproces: uitvinding, ontwikkeling, innovatie, transfer, groei, competitie en consolidatie. Deze concepten zijn wat uitgebreider dan de vier fases die Rotmans (2001) onderscheidt, er zijn wel enkele parallelle.
Hughes introduceert onder andere de begrippen ‘reverse salients’ en ‘momentum’. **Reverse salients** komen in beeld als een systeem groeit. Een salient is letterlijk een uitstulping van een geometrisch figuur. Als een systeem groeit, ontwikkelen reverse salients zich. Het zijn technische of sociale componenten die achter zijn gebleven of uit fase zijn met andere elementen van het systeem. Het kan zoals al eerder in dit hoofdstuk opgemerkt is, gezien worden als elementen die voorkomen dat er binnen een systeem maximale efficiëntie wordt behaald of als een element dat verraad pleegt. Hughes geeft als voorbeeld van een reverse salient dat een technoloog de efficiëntie van een generator verbetert in een elektrisch systeem. Van een ander component zoals de motor moeten de eigenschappen aangepast worden (weerstand, voltage, ampère) zodat de motor optimaal functioneert met de generator. De zwakste schakel bepaalt dus de efficiëntie van het systeem. Als een reverse salient niet kan worden gecorrigeerd binnen de context van een bestaand systeem (door systeemexperts) dan wordt het een radicaal probleem (hierdoor worden er ontwikkelaars van buiten het systeem aangetrokken). De oplossing kan een nieuw en competitief systeem zijn. Hier wordt dus ook een verschil gemaakt tussen **interne dynamiek** (confrontatie met problemen) en **externe dynamiek** (invloeden van buiten het systeem). Deze dichotomie van systemen wordt ontweken door Callon (Hughes, 1987).

Volgens Hughes worden technologische systemen, zelfs na groei en consolidatie niet autonoom; ze krijgen **momentum**. Hiermee doelt hij op de zekere starheid of inertie en dat de ontwikkelingen niet zomaar in willekeurige richting verandert. Duurzame artefacten als onderdelen van technieksystemen projecteren hun in het verleden sociaal geconstrueerde karakteristieken naar de toekomst en hebben invloed op de ontwikkelingsrichting van die artefacten en technieksystemen in de toekomst (Mol, 1991). Organisaties en mensen met allerlei belangen in het systeem voegen momentum toe, ze bezitten een bepaalde richting of doelen en ze laten een groei zien die snelheid suggereert. Fabrieksondernemingen, publieke en private diensten, industrie, (overheid) onderzoekslaboratoria, uitvinders/ ontwikkelaars, managers, bezitters, investeerders en politici hebben vaak gevestigde belangen in de groei(richting) en duurzaamheid van een systeem. Deze elementen houden zoals onderhoudsmonteurs het systeem in stand en zorgen zodoende ervoor dat het niet afbrokkelt. Het momentum van een systeem komt dichtbij het begrip technische trajecten, afkomstig van het Nelson-Winter/ Dosi model. Hughes bewijst dat momentum niet gelijk is aan systeemautonomie omdat hij voorbeelden geeft waarbij momentum is gebroken door reverse salients gedurende systeemontwikkelingen (Hughes, 1987).

Grootschalige systemen

Ook actor-netwerken dragen bij aan systeemmomentum, daarbij horen ook de concepten gerelateerd aan **gevestigde belangen**, **vaste activa** en geaccumuleerde dan wel **verzonken kosten**. In het geval van grote technieksystemen (zoals een duurzamer Nederlands afvalwatersysteem) is de rol van bestaande infrastructuur en technologie (zoals het huidige Nederlandse afvalwatersysteem) niet te verwaarlozen in het proces naar verandering. Technologische trajecten lijken nergens zo evident als bij gefixeerde netwerken, waar grote investeringen over de jaren zijn geaccumuleerd en fysieke verandering (alternatieven) worden belemmerd door de basiseigenschappen van het grootschalige systeem (van Vliet, 2002). Zo ontstaat een '**lock-in**' situatie, waarin grootschalige systemen nieuwe socio-technische innovaties 'inpakken', en als het ware geen kans geven om zich te ontwikkelen.

2.6 Transitie Management

2.6.1 Inleiding

TM combineert de inzichten (multi-fase, multi-level) verkregen uit de TT tot een managementstrategie voor publieke beleidsmakers en private actoren. Het is gebaseerd op een sociale procesgeoriënteerde filosofie. Het richt zich niet alleen op de kwantitatieve milieunormen maar benadrukt de sociale processen die gepaard gaan met **onzekerheid** en **complexiteit** (Rotmans *et al.*, 2001a). Het waterprobleem kan beschouwd worden als een **persistent probleem** (Dirven *et al.*, 2002) omdat water vele manifestaties heeft, multi-functies en multi-waarden; als een resultaat hiervan zijn vele actoren betrokken met verschillen belangen en hoge inzetten, dit maakt het complex en moeilijk om te managen (van der Brugge *et al.*, 2005). TM is samen te vatten in de volgende uitgangspunten:

- Maatschappelijke verandering verloopt grillig en sterk non-lineair en omvat per definitie verrassingen en discontinuïteiten;
- Complexiteit en onzekerheid zijn geen probleem of obstakel, maar juist aangrijpingspunt voor het sturen van maatschappelijke verandering;
- Sturing van maatschappelijke verandering is een reflectief proces van zoeken, leren en experimenteren;

- Iedereen stuurt, vanuit het besef van enerzijds de mogelijkheden maar anderzijds ook de beperkingen en begrenzingen ervan;
- De samenleving is niet volledig maakbaar maar wel gedeeltelijk en gedeeld maakbaar;
- Controle en beheersing van maatschappelijke veranderingsprocessen is illusoir: Het hoogst haalbare is coördinatie en beïnvloeding ervan (Rotmans *et al.*, 2005).

2.6.2 Sturingsraamwerk

TM is een concept waar ook een sturingsraamwerk aan gekoppeld is, waarop de volgende vuistregels van toepassing zijn (Rotmans *et al.*, 2001a; Rotmans *et al.*, 2005):

- Integraal beleid (multi-domein);
- Multi-actor benadering;
- Multi-level coördinatie;
- Lange-termijndenken (minimaal 25 jaar) als een afwegingskader voor korte-termijnacties;
- Sturing op leerprocessen en experimenten;
- Het lang openhouden van een scala aan opties binnen de afgebakende richting.

Volgens het raamwerk vindt sturing centraal plaats vanuit de transitiearena (TA): "een door het reguliere beleid gelegitimeerde experimenteerruimte waarin de betrokken actoren door middel van een **sociaal leerproces** nieuwe kennis en inzichten verwerven die leiden tot een nieuw perspectief op een transitievraagstuk". Het nieuwe perspectief bestaat uit een gedeelde probleemperceptie, een langtermijn toekomstoriëntatie met gezamenlijke toekomstdoelen en streefbeelden, een gezamenlijke agenda en strategische acties en experimenten. Dit perspectief kan gevormd worden in een cyclisch proces, van vier iteratieve ontwikkelingsrondes (die qua gewicht per ronde kunnen verschillen), zie figuur 2.3. De activiteiten in de rondes lopen (deels) volgtijdelijk, (deels) parallel en (deels) door elkaar heen. De cijfers in het figuur verwijzen naar de in de volgende alinea beschreven ronden.



Figuur 2.3 Cyclus van TM (Rotmans et al., 2005).

De eerste ontwikkelingsronde, de **transitie arena** (TA) is van **strategisch niveau** (visievormend). In de TA komen actoren rond een specifiek thema of probleem bijeen, waarbinnen verschillende opvattingen bewust met elkaar worden geconfronteerd en vervolgens worden getracht te integreren. De TA heeft als doel verschillende probleempercepties bij elkaar te brengen en gezamenlijke probleemdefinities en lange-termijn duurzaamheidvisies te ontwikkelen. Via een interactief proces[12], waarbij een denkomslag of perspectiefwijziging plaats kan vinden worden de mogelijk verschillende

[12] In de vorm van een participatieve integrale systeembenadering (Hisschemoller, 1993)

probleemdefinities hergedefinieerd en zo wordt er een duurzaamheidvisie bepaald. De visie is van kwalitatieve aard en bevat ook inspirerende toekomstbeelden.

In de tweede ronde, de **transitie-agenda** is vooral **tactisch** (onderhandelend) van aard. De denkomslag, min of meer vastgelegd in de visie en toekomstbeelden moet verschillende netwerken, organisaties en andere actoren gaan beïnvloeden en zodoende gaat de TA steeds meer invloed krijgen. De visie wordt in het ontwikkelde transitienetwerk door coalities verder vertaald in transitietrajecten die een combinatie van deelstrategie en scenario's omvatten. Het pad schetst via tussendoelen de routes naar het toekomstbeeld, naar ze dichtbij komen worden ze kwantitatiever geformuleerd. In deze fase komen de belangen en het beleid van verschillende actoren steeds meer op tafel en beginnen de onderhandelingen over investeringen, afstemming van individuele plannen en strategieën. In deze fase is het ook van belang dat actoren de capaciteit hebben om de transitievisie en de weerslag daarvan in de transitieagenda te kunnen 'vertalen' naar hun eigen organisatie. Als de actoren en organisaties hun beleid en handelen gaan aanpassen zullen er spanningen ontstaan tussen de TA en de dagelijkse beleidsarena's. Op een dergelijk moment bestaat de kans dat op strategisch niveau (ronde 1) opnieuw de richting wordt bediscussieerd en eventueel een nieuwe arena met deels dezelfde actoren moet worden ingericht. De dichotomie tussen het huidige beleid en het beleid van de TA worden weergegeven in tabel 2.1.

Huidig beleid	**Transitiebeleid**
Korte tijdshorizon (5-10 jaar)	Lange tijdshorizon (25-50 jaar)
Gericht op systeemoptimalisatie	Gericht op duurzame systeeminnovaties
Gangbare sturingsvormen	Mix van oude en nieuwe sturingsvormen
Complexiteit en onzekerheid als probleem	Complexiteit en onzekerheid als uitgangspunt
Reguliere beleidsarena's	Transitiearena's
Lineaire kennisontwikkeling en kennisverspreiding	Al-doende-leren, al-lerende-doen en al-lerende-leren
Facetbenadering: • Beperkt aantal actoren • Een schaalniveau • Een domein	Integrale systeembenadering: • Multi-actor • Multi-level • Multi-domein

Tabel 2.1 Dichotomie tussen 'huidige' beleid en transitiebeleid (Rotmans et al., 2005).

De **derde transitieronde** is **operationeel** (uitvoerend) van aard. Een transitie vraagt om andere denk- en handelwijze en deze worden geoperationaliseerd binnen transitie-experimenten. Er zijn talloze actoren bij betrokken, met talloze eigen perspectieven die verschillende transitiepaden bewandelen. Deze experimenten kunnen elkaar concurreren of complementeren, met als doel om voldoende variatie aan opties te genereren en zodoende een gunstig klimaat te laten ontstaan waarin ze elkaar kunnen versterken en tot zelforganiserende opschaling kunnen leiden. Bij de verschillende soorten transitie-experimenten (gericht op technologische, institutionele of culturele innovaties) gaat het expliciet om het ontwikkelen van nieuwe samenwerkingsverbanden, integratie van beleidsvelden en maatschappelijke domeinen en het zoeken naar nieuwe oplossingen. Dus de **leereffecten** staan centraal en dit is direct ook **transitieronde vier**. De ervaringen vanuit TA of experimenten zouden kunnen leiden tot aanpassingen in het dagelijks beleid van de

verschillende actoren. De verspreiding van innovaties zal hiermee versnelt en versterkt doorzetten (Rotmans *et al.*, 2005).

2.6.3 Rol van de overheid als speciale actor

Ondanks dat TM en theorieën van transitie voornamelijk het innovatieproces beschrijven, analyseert TM ook de rol van de overheid. Actoren zijn in staat om een transitie te blokkeren of te vertragen. De overheid kan en zou een leidende rol moeten hebben in TM. Niet dat ze moeten handelen als een grote commandeur die verandering forceert, de zogenaamde 'command- and control' mode. Maar de overheid zou kunnen inspireren tot een collectief leerproces en andere actoren kunnen aanmoedigen om mee te denken en mee te doen. Niet alleen geldt dit voor de nationale overheid, maar ook voor de gemeentelijk en provinciaal bestuur. Zij zijn in bepaalde mate afhankelijk van de rijksoverheid maar verkeren ook in een speciale positie. Ze staan dichter bij de burgers dan de nationale overheid en hebben hun eigen taken op gebieden als planologie (bestemmingsplannen), milieu en afval. Lokale overheden kunnen aan radicale experimenten ruimte geven waarvoor geen breder politiek mandaat nodig is. Zoals autovrije centra of decentrale terugwinning van fosfaten uit afvalwater. Overheden hebben ook de plicht om wet- en regelgeving te creëren dat eerlijke markten mogelijk maakt zonder monopolie[13] of oligopolie. Ook kunnen overheden initiatieven nemen om markten meer aantrekkelijk te maken voor nieuwkomers door middel van belastingen (korting op de gemeentelijke rioolrechten wanneer de burger participeert in decentrale sanitatie). Zij kunnen ook met bijvoorbeeld subsidies niche-projecten stimuleren, nieuwe partnerschappen ontwikkelen en discussies stimuleren over de vraag waar de maatschappij op zou moeten afstevenen. De rol van de overheid is afhankelijk van de fase waarin het transitieproces zich bevindt en is meervoudig: faciliteerder, stimuleerder, controleerder, stuurder.

De meest effectieve, maar minst zichtbare rol van de overheid is de begeleider /katalysator in de voorontwikkelingsfase en wat minder effectief in de take-off fase. Ze moeten in de eerste fase het speelveld breed houden om variatie te promoten. In de volgende fase is het belangrijk om momentum goed te gebruiken. Moeilijker voor de overheid is het om de versnellingfase te begeleiden omdat de ontwikkelingsrichting (traject) voornamelijk gedetermineerd wordt door reacties van entiteiten die elkaar verzwakken of versterken en leiden tot autonoom-dynamisch proces, wat versnelt. Het is mogelijk om tijdens de versnellingsfase de ontwikkelingsrichting bij te stellen maar het is bijna onmogelijk om het om te keren.

Uiteraard is de overheid ook beperkt door externe factoren (landschap), zoals de ontwikkeling van de energie prijs en sociale waarden, waar de overheid alleen maar een beperkende invloed op heeft. Ook is de politieke structuur in Europa en geliberaliseerde EU markt en externe factor. Ook zijn er culturele factoren die de overheid beïnvloeden. Sociale ontwikkelingen zijn in toenemende mate het resultaat van multi-actor processen en via een top-down manier kunnen regering niet eenvoudig bepaalde ontwikkelingen doordrukken zonder weerstand van de bevolking. De overheid heeft een inhoudsrol (vaststellen milieureducatiepercentages) en een procesrol (zorgen dat het variatie-selectie mechanisme goed kan werken). De procesrol heeft als doel het stimuleren en organiseren van het transitieproces, mobiliseren van de sociale actoren, kansen en uitdagingen creëren voor participanten van het transitieproces en het creëren van beschermende condities waarin het transitieproces kan opereren (Rotmans *et al.*, 2001a).

[13] 'Natuurlijke monopolie' valt niet altijd te voorkomen.

2.6.4 Kritiek op transitie management

Voordat de kritiek op TM wordt beschreven maak ik eerst nog een algemeen punt van kritiek wat van toepassing is op zowel TT als TM. Er is namelijk weinig attentie voor de correlatie/interactie tussen de structuur en acties. Weinig aandacht gaat ook uit naar de individuele actoren en hun intenties (Grin *et al.*, 2003). Dit is een vorm van determinisme.

Shove en Walker hebben kritiek op TM van Rotmans en Kemp. Zo is er een interessante en voor dit onderzoek relevante discussie ontstaan tussen deze vier wetenschappers (Shove & Walker, 2007; Rotmans & Kemp, 2008; Shove & Walker, 2008) in hoeverre transities te managen zijn, aangezien transities in bepaalde mate ook autonome processen zijn. Deze kritiek heeft ertoe geleid dat ik gekozen heb om TM en TT te beschouwen als twee afzonderlijke concepten.

Het hoofdargument van de kritiek wordt in deze alinea beschreven, de uitgebreide uitwerking is te lezen in bijlage 4. Transities worden gekenmerkt door een combinatie van **onzekerheid** en **complexiteit.** De aanhangers van de TT hebben de systeemdynamiek geconceptualiseerd, vaak door *ex post* studies van de opkomst en val van socio-technische systemen, zoals van zeil- naar stoomschip en van kolen naar aardgas (Verbong, 2000; Geels, 2002; Correlje & Verbong, 2004). Deze aanhangers nemen niet aan dat een beter begrip leidt tot een vergrootte managementcapaciteit. De uitdaging van deze aanhangers is het begrijpen van de co-evolutie van complexe systemen waarin de rol van zelfgedefinieerde netwerkbouwers noodzakelijkerwijs is begrensd (simplificatie) en waardoor de uitkomst van opzettelijk interventie (managen) inherent onvoorspelbaar is. Een consequentie is dat dergelijke studies van transitiesystemen een afstand behouden; ze maken weinig claims over hoe individuen en organisaties kunnen, mogen, of moeten handelen om de processen in kwestie te beïnvloeden of trajecten te sturen naar voorgedefinieerde, normatieve doelen.

Voornamelijk Rotmans en Kemp veronderstellen in hun TM dat extreme complexe processen (multi-actor, multi-level, multi-factor[14]) opzettelijke interventie in navolging van specifieke doelen zoals duurzaamheid of meer fosfaatrecycling mogelijk en potentieel effectief is (Shove & Walker, 2007).

Shove en Walker concluderen (zie bijlage 4) net zoals Rip (2006) dat agenten die kunnen managen een illusie zijn. De uitkomsten van acties zijn onbekend, het systeem is onstuurbaar en de effecten van opzettelijke interventie zijn inherent onvoorspelbaar (Shove & Walker, 2007).

De centrale vraag is en blijft in mijn beleving onbeantwoord; in hoeverre zijn transitieprocessen te managen? Ook al vinden Shove en Walker (2007) dat deze processen niet te managen zijn. Ook de vraag hoe en door wie deze transities eventueel te managen zijn, is en blijft onduidelijk. De toekomst zal het uitwijzen.

Rotmans en Kemp (2008) reageren en weerleggen elementen van het commentaar van Shove en Walker. Shove en Walker veronderstellen dat TM een soort van sociaal engineering is (ondanks verwijzingen naar reflectief bestuur), waarbij verondersteld wordt dat individuen en organisaties complexe systemen van levering en consumptie naar een gewenste doel (normatieve doelen) kunnen sturen. Sociaal engineering is afkomstig van de klassieke systeem theorie die grotendeels onzekerheid en complexiteit ontweken. Rotmans en Kemp geven toe dat TM misschien sociaal engineering suggereert maar het is een bestuursconcept om nieuwe paden op een reflectieve manier te ontdekken en dit geeft onvoorspelbare uitkomsten. Wel staat vast dat TM een 'contradictio in terminis' is (Elzen *et al.*, 2004). Omdat

[14] Extreem complexe processen definieert Elzen & Wieczorek (2005) op deze wijze.

socio-technische systemen complex zijn en daardoor niet gemanaged of gestuurd kunnen worden door één centrale actor. Hierdoor wordt er gedebatteerd of transitie 'management' beperkt moet worden tot modulatie van dynamiek die gaande is in allerlei sociale actoren (Kemp & Loorbach, 2003).
TM definieert managen als 'adjusting, adapting en influencing rather that the command-and-control mode' (Rotmans *et al.*, 2001a; Rotmans *et al.*, 2001b; Loorbach, 2007). Ik ben het eens met Shove en Walker (2008) dat deze labels afkomstig van Rotmans en Kemp (2001) en later verfijnd zijn in management principes (Rotmans *et al.*, 2005; van der Brugge *et al.*, 2005), nauwelijks expliciet gekarakteriseerd zijn, zoals ook onduidelijk is welke actoren bestuurd worden in wat zij later de transitie arena noemen. "Because of the reflexive and shape-shifting nature of transition management, the details of what this definitional work actually consists of, and the range of actor-managers involved are necessarily fluid (changing as coevolutionary processes coevolve). It is precisely because of this aspect that crucial questions of politics and governance have to do not only with selection and variation, but also with boundary making and definition." (Shove & Walker, 2008) Hierdoor is TM soms nogal warrig en verduistert het zaken. TT kan ook warrig zijn (inherent aan complexiteit) en misschien bepaalde zaken over het hoofd zien, alleen tracht TT het transitieproces zo inzichtelijk mogelijk te maken zonder dat zij claimen processen te kunnen managen. Ik volg Shove en walker (2008) in hun argumentatie dat TM een apart 'merk' is, vandaar dat TT (procesperspectief) en TM (actorperspectief) als twee verschillende concepten in het onderzoek worden gezien. TM is een eigen concept "… setting it apart from other, less reflexive, approaches and positioning it against and in relation to linear, top-down approaches of the silver bullet variety." De zilveren kogel is een metafoor en van toepassing op "… any straightforward solution perceived to have extreme effectiveness. The phrase typically appears with an expectation that some new technology or practice will easily cure a major prevailing problem." (Shove & Walker, 2008) Met andere woorden vinden zij, en daar schaar ik mij achter dat TM 'suggereert' transities te managen vanuit een 'top-down' positie (anders kun je ze niet als centrale actor managen in mijn beleving) maar tegelijkertijd is TM tegen 'top-down' bestuur omdat zij graag een breed speelveld behouden, waar veel verschillende actoren aan mee kunnen doen. Rotmans en anderen hebben het besef dat TM "…niet dwingend en top-down kan, maar wel subtiel en co-evolutionair, middels een visionair proces van agenderen, leren, instrumenteren en experimenteren (Rotmans *et al.*, 2005). Als de managers eventueel verdeeld zouden zijn over vele actoren (elke actor is een manager), dan is een transitie niet meer te sturen naar een gewenste richting. Dit is het hiaat van TM. Dit hiaat wordt wel erkend door Rotmans en anderen: "controle en beheersing van maatschappelijke veranderingsprocessen is illusoir: het hoogst haalbare is coördinatie en beïnvloeding ervan." (Rotmans *et al.*, 2005) Maar het woord transitie 'management' suggereert anders.

2.6.5 Strategisch en conceptueel niche management[15]

Een concept wat uitgaat van bottom-up processen is strategisch niche management (SNM) dat onderdeel uit maakt van TM. SNM richt zich met name op 'open-ended' of bottom-up benaderingen. In TM spelen 'top-down' benaderingen ook een belangrijke rol zoals Shove en

[15] Er zijn verschillende concepten binnen TM, zoals: strategisch niche management (Verheul & Vergragt, 1995; Kemp *et al.*, 1998; van Mierlo, 2002), 'bounded' socio-technische experimenten, CNM (Hegger *et al.*, 2007). Deze concepten zijn in detail verschillend, maar proberen alle factoren die van invloed zijn op socio-technische ontwikkelingen in niches inzichtelijk te maken en te doorgronden.

Walker benadrukken. Top-down speelt in Nederland een grote rol omdat experimenten onderling gecoördineerd worden en dat daarom in bepaalde mate overheidsbemoeienis noodzakelijk is. 'Sociale experimenten' zijn typisch bottom-up experimenten met milieutechnologieën door burgers en/of non-gouvernementele organisaties (NGO's), opererend buiten de institutionele structuren van bedrijven of overheidsdiensten. Omdat ze daarbuiten opereren zijn de betrokken mensen intrinsiek gemotiveerd, ze hebben een meer dan gemiddelde milieubesef. Hierdoor omarmen ze andere criteria waarmee ze nieuwe technologie en toekomstige winst voor hen minder belangrijk is dan voor markt gebonden actoren. Deze initiatieven richten zich niet op de implementatie van een zekere technologie maar baseren zich vaker op een bredere visie omtrent duurzame ontwikkeling. Ze zijn meer 'open-minded' (van Vliet & Stein, 2004).
Het verschil tussen top-down en bottom-up benaderingen geeft aan dat socio-technische transities plaats vinden in verschillende contexten. De context is afhankelijk van bijvoorbeeld de mate van coördinatie tussen uitgevoerde acties (veel of weinig coördinatie) en de herkomst van de ingezette middelen (in- of extern ten opzichte van het regerende regime) (Smith, 2005). Wat betreft coördinatie van niche-projecten kan er een onderscheidt gemaakt worden tussen alleenstaande initiatieven en initiatieven die onderling in enige mate gecoördineerd worden.

Succesvolle niche experimenten
Ondanks dat we de fases benoemd hebben die een transitie moet doorlopen om succesvol te kunnen zijn, is er weinig consensus over de precieze focus en gewenste criteria wanneer een kleinschalige experiment of niche-project als succesvol beschouwd mag worden. Dit is van belang om de stimulerende en remmende aspecten te kunnen benoemen. Het varieert van het aantonen dat een specifieke socio-technische configuratie werkt of dat er 'geleerd'[16] wordt zodat in de toekomst innovaties op een grotere schaal geïmplementeerd worden. De niches dienen dan als springplank ('stepping stone') voor regime verandering. Een belangrijke constatering, zoals al bekent, is dat experimenten op het nicheniveau gemiddeld beschouwd mogen worden als experimenten met technologieën (functioneert de technologie), in plaats van het experimenteren met verschillende vormen van sociale organisatie.

Conceptueel niche management (CNM) is een nieuw concept wat de attentie verlegt van technologie naar duurzaamheidconcepten en de bijhorende leidende principes (Hegger *et al.*, 2007). Deze verschuiving is van belang omdat ten eerste sociale ontwikkelingen nu gezien worden als afgeleiden van technologische ontwikkelingen. Technologische ontwikkeling blijven het startpunt van niche experimenten (Hoogma *et al.* 2002). Men kan erover debatteren dat als serieuze sociale en institutionele verandering verwacht wordt op de weg naar duurzame socio-technische systemen, dat de 'software' haar eigen experimenten verdient. Ten tweede is het dikwijls zo dat verschillende actoren die een rol kunnen spelen in het gewenste systeem (nog) niet betrokken zijn bij de ontwikkeling ervan. Daarom is het wijzer om zulke actoren er bij proberen te betrekken dan (technische) experimenten op te zetten met alleen al betrokken actoren. Het derde argument dat pleit voor een dergelijke verschuiving is dat het werkelijke idee of het concept, zoals nieuwe sanitatie, waarop het experiment gebaseerd is belangrijker kan zijn dan de eigenlijke

[16] Voor een verdere toelichting met betrekking tot. 'leren' zie vierde alinea van deze subparagraaf.

technische oplossing die ontwikkeld wordt. Meerdere alternatieve technologieën kunnen geschikt zijn om hetzelfde concept te realiseren (Hegger *et al.*, 2007).
De CNM-benadering bestaat concreet uit de volgende vijf iteratieve stappen. Ten **eerste** wordt een concept voor duurzame transformatie van socio-technische systemen gedefinieerd door een actor, dat dient als niet meer dan een vertrekpunt. Als **tweede** wordt de sociale inbedding van het concept verkend. Concreet wordt gekeken welke actoren potentieel interesse hebben in het concept en waarom zij wel of niet betrokken willen zijn; wat is hun individuele belang? Dit kan door middel van een grondige netwerk- dan wel stakeholderanalyse. Zo kan *a priori* worden voorkomen dat de kans om een verbintenis aan te gaan met actoren uit bijvoorbeeld de kunstmestindustrie of landbouw gemist wordt. Als **derde** stap worden gesprekken opgestart met deze 'nieuwe' actoren. Via 'Constructive Technology Assessment' (CTA) methoden als bijvoorbeeld workshops, expert meetings en consensus conferences wordt het vertrekpunt 'gekneed', door zowel vertrekkende als nieuwe actoren, tot een vorm die voldoet aan een zekere tijd-ruimte gebonden realiteit. Het doel is om een wederzijds geaccepteerd concept van duurzame transformatie te vormen dat volgens de betrokken actoren 'echt' potentieel heeft. Een procesmanager/ netwerkbouwer is de meest geschikte actor om deze stap uit te voeren. Er is ruimte voor 'interpretative flexibiliteit'. Deze stap voorkomt (in tegenstelling tot het TM-sturingsraamwerk) dat cruciale niche-actoren die de technologieën geïnitieerd hebben zich niet meer bij het actor-netwerk thuis voelen en 'hun netwerk' verlaten. Simpelweg omdat de technologische experimenten nog niet zijn uitgevoerd. Het proces verloopt dus gedeeltelijk andersom. Na deze sociale inbedding van het concept volgt **stap vier**: het opzetten van de experimenten waarbij technologische experimenten gecombineerd worden met vormen van sociale organisatie. Bijvoorbeeld kan geëxperimenteerd worden met beheersaspecten zoals taken en verantwoordelijkheden van de actoren. Wie beheerst bijvoorbeeld de lokale unit (energiemaatschappij, kunstmestindustrie, gemeente, waterschap?), blijft de gemeente verantwoordelijk voor de riolering en het waterschap voor de verwerking? Is het mogelijk en wat voor consequenties heeft het als de riool- en zuiveringsheffing naar beneden wordt gebracht. Wie mag het struviet verkopen, waar naar toe wordt het afgezet, is er wel vraag naar? Dit soort sociale aspecten worden expliciet getest net zoals de innovatieve technologie. In de afsluitende **vijfde stap** vindt de evaluatie van de leerprocessen plaats. Deze kan dienen als vertrekpunt voor een nieuw sociologisch experiment (Hegger *et al.*, 2007). De technologen zijn in CNM nu eens 'in dienst van' de sociologen.

Een andere vraag in het licht van succesvolle transities vanuit niche-projecten is of en in welke mate een niche-experiment radicaal zou moeten verschillen met het regerende regime (Smith, 2005). Om aandacht (en eventueel geld te ontvangen) van beleidsmakers en andere actoren te krijgen op kansen die radicale innovaties zouden kunnen brengen, moeten niches radicaal verschillen van de alledaagse praktijken. Dit compliceert wel de translatie naar het regime niveau. In enige mate is er overeenkomst/ verenigbaarheid met het regerend regime noodzakelijk om vervolgprojecten te faciliteren of om toepassingen in een nieuwe omgeving te vinden (Webber *et al.*, 1999). Het kan voorkomen dat de socio-technische context van een niche te veel verschilt van het regime, die compliceert de verdere toepassing van de innovatie (Lovell, 2005). Maar het zou kunnen zijn dat niche-ontwikkelaars zich gedwongen voelen om veel aandacht te wijden aan radicale innovaties met beperkte ontwikkelingsmogelijkheden, omdat deze radicale innovaties grotere kansen met zich meebrengen op publiciteit en het verkrijgen van fondsen. Om dezelfde reden

kunnen actoren die niche-projecten uitvoeren een drang hebben om alleen de positieve ervaringen te uiten en dus de negatieve ervaringen te verbergen. Niche-experimenten kunnen voor overheden ook een doel op zichzelf worden, in de vorm van 'green-washing'. Geld geven aan niches legitimeert overheden om te verkondigen dat zij actie ondernemen tegen problemen. Het is voor hen eenvoudiger om geld te investeren in niche-experimenten dan om druk uit te oefenen op het regime, dat waarschijnlijk leidt tot meer politieke weerstand (Lovell, 2007). Deze voorbeelden maken duidelijk dat niches zelf momentum ontwikkelen, zonder ooit een diepgaande invloed op het regimeniveau te hebben (Hegger *et al.*, 2007).

Leren zou dus ook een doel kunnen zijn van niche-experimenten, en het wel dan niet bereiken van dit doel kan het succes of falen van dergelijke experimenten besproken worden. Leerprocessen zijn cruciaal en ook is de manier waarop deze leerprocessen georganiseerd zijn belangrijk. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen het leeronderwerp (wie leert?), leerobject (wat is geleerd) en de leerresultaten (welk effect treedt op?) (Bennett & Howlett, 1992). Het leeronderwerp kan iedere actor zijn, ook beleidsmakers en wetenschappers. Hun leerervaringen kunnen eerste en tweede orde leerprocessen zijn. De eerste orde beslaat nieuwe inzichten qua beleidsopties in het geval van een gegeven beleidsprobleem en context. De tweede orde van leerprocessen gaat niet alleen over de oplossingen van een zeker probleem maar ook over het probleem zelf en de verschillende beleidsvelden waarin beslissingen genomen worden (Webber, 2006). Het tweede orde inzicht gaat veelal over het normatieve analyseniveau. Modificatie van instrumenten (resultaat van eerste orde leren) of een paradigma verschuiving (resultaat van tweede orde leren) kan plaatsvinden naar aanleiding van leerprocessen. Zowel 'broad leerning' (implicerend dat een brede variëteit aan actoren betrokken raakt bij het innovatieproces) als 'deep learning' is noodzakelijk, dit betekent dat zowel eerste als tweede orde leren plaatsvindt (van de Kerkhof & Wieczorek, 2005). Met behulp van deze leerconcepten kan bekeken worden of niche projecten wel of niet succes- of zinvol zijn geweest aan de hand van de volgende twee criteria: 1) het speelveld zo breed en open mogelijk houden; veel verschillende actoren moeten erbij betrokken worden en 2) zij zouden aangemoedigd moeten worden om de visie van een duurzame toekomst aan te vullen en uit te breiden, ook als zijn zij niet de initiators en ook al is het nog steeds onduidelijk of en in welke mate bepaalde actoren er een belang bij hebben (Hegger *et al.*, 2007).

Het begrip interpretatieve flexibiliteit is al meerdere malen aanbod gekomen in dit hoofdstuk. Duidelijk is geworden dat het belangrijk is om een zo lang mogelijk een breed speelveld te behouden zodat nieuwe actoren de (vage) visie of probleemdefinitie kan modificeren, zodat hun belangen ook mogelijk gehoord worden. Actoren kunnen namelijk verschillende belangen hebben om deel te nemen aan een technologisch experiment (Hoogma *et al.*, 2002). Dit sluit aan bij de term 'engineering perspectief' (Shove, 1998). Shove beschrijft dat een zeker patroon van technologische ontwikkeling de voorkeur krijgt op basis van 'objectieve' criteria (volgens de technologen), zonder dat zij rekening houden met anderen, die even relevante maar andere criteria hebben. Dit brengt het risico met zich mee dat doelen en belangen van technologen de discussie in een niche domineren. Daardoor wordt het minder aannemelijk dat technologen kritisch commentaar van andere actoren ontvangen en zodoende worden ze ook niet aangemoedigd om hun eigen normatieve zienswijze kritisch te onderzoeken (Genus & Coles, 2005). Het risico bestaat dat

deze actoren institutionele toepassingen van hun eigen moderniteit als zelfevidente routines van gedachte aan boord brengen in plaats van bevrijdende gedachten. De duivel zit hem in het detail en zogenaamd evident lijkende aannames en anticipaties moeten kritisch onderzocht worden op momenten van onsamenhangende formatie, gebaseerd op de heuristieken. Hieraan gerelateerd is het belangrijk dat niet alleen technologen maar ook andere actoren in staat zijn visies te herdefiniëren in verband met zakelijke kansen (bedrijven), iets om mee te pronken (van Vliet & Stein, 2004), verhogen van de comfort, hygiëne en gemak (Shove, 2003).

2.7 Een evenwichtig theoretisch kader

Om uit de actor-netwerk(en) rondom de terugwinnen en hergebruik van fosfaten de remmende en stimulerende aspecten te kunnen bepalen is het van belang om een evenwichtig theoretisch kader te hebben. Een evenwichtig kader houdt rekeningen met alle mogelijke bekende elementen die van invloed kunnen zijn op de transitieprocessen. Het moet vanuit een actor- en procesperspectief naar de actor-wereld(en) kijken, ook dient het rekening te houden met specifieke karakteristieken van het huidige Nederlandse afvalwatersysteem als grootschalig netwerkgebonden systeem.
Via technologisch determinisme, de economische theorieën, Nelson-Winter/ Dosi model, sociale constructie benadering en de techniekSysteembenadering zijn de ingrediënten voor ANT, TT en TM opgediend. Zodoende zijn deze drie theorieën beter te begrijpen en te plaatsen in hun theoretische context.
Met ANT kijkt Callon voornamelijk naar de actorgroepen en technologische entiteiten om een verklaring van socio-technische ontwikkelingen te geven. Het werk van Callon lijkt daarom meer voort te bouwen op het werk van de sociale constructiebenadering (Mol, 1991). Ook grootschalige techniekSystemen spelen een rol binnen ANT, al kijkt Callon niet specifiek naar grootschalige techniekSystemen. Hij zou zeggen dat technologische verandering, onafhankelijk van zijn schaal, een systeemverandering is. Latour beschrijft eveneens dat er geen fundamenteel verschil is tussen micro en macro actoren, alleen zijn sommige groter gegroeid (van den Belt, 2001). Latour en Callon geven in hun ANT veel aandacht aan de rol van actoren, hun intenties en relaties met andere entiteiten. Zij zetten de actie in het centrum van hun analyses. ANT wordt meestal gebruikt om achteraf bepaalde gebeurtenissen te bestuderen zoals in het geval van de elektrische auto en George Eastman.
TT richt zich niet zozeer op actoren en hun intenties. TT richt zich meer op hoe transities plaatsvinden (patronen en mechanisme) en er wordt geprobeerd het kantelpunt van actie te identificeren. Dit alles vanuit een meer procesmatig perspectief. Binnen TT wordt wel expliciet onderscheid gemaakt tussen micro-, meso- en macro-niveaus, wat kan helpen bij het verklaren van de aspecten. Ook spelen techniekSystemen een rol bij TT.
In het begin van de 21ste eeuw zijn het wetenschappers zich bezig gaan houden met TM binnen grootschalige techniekSystemen. TM is een relatief jonge discipline en is nog niet uitontwikkeld. TM is opgebouwd uit TT, maar verschilt in die zin dat TM transities in bepaalde mate tracht te sturen. Zij richten zich niet expliciet op de rol van actoren en hun intenties zoals ANT maar besteden er wel meer aandacht aan dan TT. TM geeft inzichten in het transitieproces zodat beleidsmakers, managers en andere actoren handvatten krijgen om transities te kunnen sturen of tot op bepaalde hoogte kunnen beïnvloeden (Rotmans *et al.*, 2001a). Onder TM valt ook nog niche-management, en daarin is expliciet aandacht voor niche-experimenten en de focus op leerprocessen en het uittesten van sociale configuraties.

De nadruk ligt niet alleen op technologische experimenten maar ook op het behalen van duurzaamheidconcepten.

ANT, TT en MT bieden samen een zeer evenwichtige analyse op het gebied van actoren, processen en grootschalige systemen en construeren een uitgebreid vocabulaire zodat de remmende en stimulerende aspecten van de actor-wereld(en) beschreven kunnen worden en de theorieën in de praktijk getest kunnen worden.

2.8 Operationalisering van de theorie

Tot nu toe is beschreven dat de theorie bouwstenen en inzichten genereert om de remmende en stimulerende aspecten te identificeren en te analyseren. In deze paragraaf wordt de theorie geoperationaliseerd. Inzichtelijk wordt gemaakt op welke wijze de theorie waardevol kan zijn voor het empirische vervolg van dit onderzoek.

Een deel van de bouwstenen en inzichten is al verwerkt in de doelstelling en onderzoeksvragen. Daarnaast genereert de theorie additionele vragen en inzichten die in het empirische gedeelte van dit onderzoek worden nagegaan. Zoals wie de technoscientists zijn en of die al dan niet rekening houden met de sociale inbedding van hun technologische toepassingen? In welke fase bevindt de transitie zich momenteel, en welke faciliterende, stimulerende, controlerende of sturende rol speelt de Nederlandse overheid hierin? Richten pilotprojecten zich voornamelijk op het functioneren van de technologie of worden andere doelen zoals leren, niche-accumulatie of het behalen van een duurzaam concept nagestreefd? Tracht de overheid door middel van het investeren in pilotprojecten, gericht op een duurzaam Nederlands afvalwatersysteem, zich te ‘green-washen’? Is er een lock-in situatie ontstaan vanwege de karakteristieken (verzonken kosten, gevestigde belangen, vaste activa) van het regulieren Nederlandse afvalwatersysteem als grootschalige technieksysteem? Wie zijn eventueel de reverse salients in of buiten de actor-wereld(en) gericht op terugwinning van fosfaten in het Nederlandse afvalwatersysteem en hergebruik van P-meststof in de Nederlandse landbouw of overige fosfaatverwerkende industrie? Deze en nog veel meer vragen en bijhorende inzichten gericht op de actor-wereld(en), afkomstig van ANT, TT en TM slaan de brug tussen de theorie en de praktijk. Uiteraard moet hun functionaliteit en geldigheid nog wel getest worden.

3. Technische achtergronden

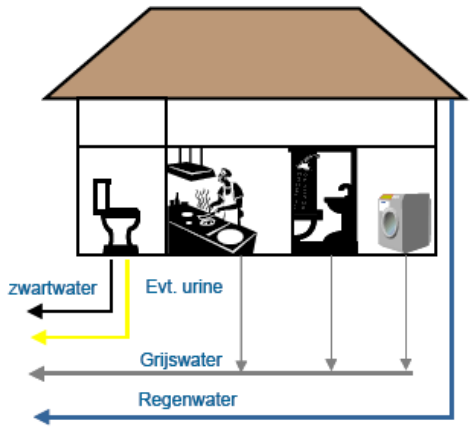
3.1 Inleiding

Het theoretisch raamwerk mag nu duidelijk zijn, maar welke vernieuwende technische concepten zijn er? In dit hoofdstuk staat informatie over waarom een transitie van het conventionele afvalwatersysteem (§3.2) naar een nieuw afvalwatersysteem (§3.3) zinvol kan zijn. Er wordt technische achtergrondinformatie gegeven over decentrale (§3.4) en centrale terugwinning (§3.5) en/of hergebruik van fosfaten. Enkele toonaangevende projecten zijn beschreven. Ook geef ik een overzicht (quickscan) van de relevante projecten in Nederland. Tevens wordt een beeld gegeven over de onzekerheden, persoonlijke voorkeuren en aandachtspunten die momenteel leven onder de geïnterviewden. Zoals over allerlei aspecten als transport, energie, watergebruik, effectiviteit van een meststof als urine of struviet, beleidsmaatregelen in het buitenland enzovoorts. Dit hoofdstuk is met name bedoeld voor de lezer die niet of onvoldoende op de hoogte is van de laatste technische ontwikkelingen in de Nederlandse fosfaatwereld. In de afsluitende paragraaf (3.6) staan de deelconclusies gegeven.

3.2 Het conventionele afvalwatersysteem

Het eerste afvalwatersysteem in Nederland ontstaat rond 1870, genaamd het 'tonnetjessysteem'. Dit systeem moest voorkomen dat drinkwater vervuild werd met infectieziekten zoals cholera. Met karren werden de tonnetjes, met daarin de urine en fecaliën van de mensen, in stedelijke gebieden ingezameld en dikwijls gebruikt als meststof op het land. Vanwege het toenemend aantal drinkwatervoorzieningen, de uitvinding van het Water Closet en een groeiende bevolking, kregen de steden meer last van een afvalwaterprobleem. Het water bleek lastig af te voeren te zijn, grachten en drinkwaterbronnen raakten daardoor steeds meer vervuild. Vanwege verschillende cholera uitbraken werd aan de eind van de 19de eeuw in veel Nederlandse steden een rioleringssysteem aangelegd, zoals we dat tot op de dag van vandaag kennen.

Vanaf 1920 worden, ter bescherming van het oppervlakte water, rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) gebouwd. In 1958 werd het afvalwater van ongeveer 2 miljoen mensen gezuiverd. Dankzij de invoering van de Wet verontreiniging oppervlaktewater (Wvo) in 1970 wordt de watervervuiling grootschaliger aangepakt. Anno 2004 wordt 98,6% van het geproduceerde afvalwater in Nederland behandeld voordat het geloosd wordt op het oppervlaktewater (Mels, 2005; V&W, 2006).



Figuur 3.1 Verschillende huishoudelijke afvalstromen (Mels, 2005).

In figuur 3.1 is te zien dat het huishoudelijk afvalwater bestaat uit zwart water (urine en feces), grijs water (afkomstig van bad, douche, wasbak, wasmachine en keuken) en regenwater. In het conventionele systeem worden deze afvalstromen gemengd afgevoerd[17].

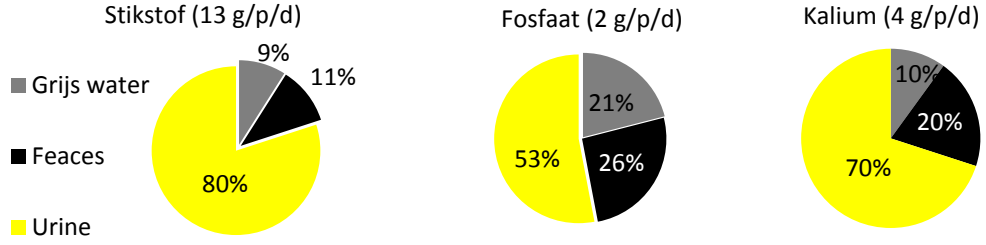
[17] In toenemende mate wordt regenwater lokaal afgevoerd naar bijvoorbeeld wadi's zodat het lokale oppervlakte- en grondwater aangevuld wordt, de zuiveringskosten lager zijn en bij hevige regenval geen overstorten hoeven plaatst te vinden.

De afvalstroom wordt via de riolering getransporteerd naar een RWZI. De stromen verschillen aanzienlijk in volume en samenstelling. Het zwarte water bestaat gemiddeld uit 1,5 L/persoon/dag excreta wat verdund wordt met gemiddeld 35L toiletspoelwater. Daarnaast wordt deze stroom gemengd in het riool met 90L grijs water en eventueel met 100L regenwater (Mels, 2005; Swart, 2008).
Via de riolering komt het afvalwater terecht bij één van de ongeveer 375 RWZI's in Nederland. Het RWZI moet 75% van het fosfaat (ook van het stikstof) uit het afvalwater halen voordat het geloosd mag worden. Anno 2004 bedroeg het zuiveringsrendement qua fosfaat 80,8%. De hoeveelheid fosfaten in het afvalwater is sinds de negentiger jaren (dankzij de opkomst van de fosfaatvrije wasmiddelen) sterk afgenomen (V&W, 2006).
Op het RWZI wordt door middel van zeven, bezinken en beluchten (biologische zuivering met bacteriën) het water gereinigd. De fosfaten worden in conventionele RWZI's via chemische defosfatering (de helft, 48% van de RWZI op basis van capaciteit anno 2004), biologische defosfortering (circa een kwart, 23%), combinatie van chemisch en biologisch (16%) of zelfs niet (13%) uit het afvalwater gehaald (Schipper *et al.*, 2004; Geraats *et al.*, 2007; Reltsma *et al.*, 2008). Bij chemische defosfortering wordt ijzer of aluminium toegevoegd en het fosfaat precipiteert tot ijzer- of aluminiumfosfaat, dat neerslaat en afgevoerd wordt met het slib. Bij biologische P-verwijdering halen bacteriën de fosfaten uit het afvalwater en komen zij samen in het slib terecht. Naast fosfaten zitten in het slib allerlei zware metalen, medicijnresten, hormonen, pathogenen en overige organische vervuilingen. Het slib wordt per vrachtwagen van het RWZI naar een slibverwerkingsbedrijf gebracht.
Ongeveer de helft (48%) van het slib in Nederland wordt verbrand in Moerdijk en Dordrecht, waarna het as wordt gebruikt in de wegenbouw of cementindustrie. De andere helft van het slib wordt mee verbrand met huisvuil of na droging of compostering mee verbrand in kolencentrales of cementovens (Reltsma *et al.*, 2008).

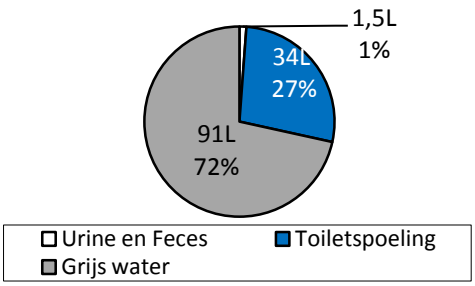
Het conventionele systeem laat zich karakteriseren door de behandeling van grote hoeveelheden samengevoegde stromen, end-of-pipe technologie, gericht op verwijdering van nutriënten (en biologisch/ chemisch zuurstofverbruik), centraal, robuust, bedrijfszeker, hygiënisch, betrouwbaar en uniform (omgevingsonafhankelijk).

3.3 Vernieuwende mogelijkheden tot P-terugwinning

Urine bevat het merendeel aan de nutriënten uit het stedelijk afvalwater, zoals te zien is in figuur 3.2.



Figuur 3.2 Herkomst van mineralen in stedelijk afvalwater (Mels, 2005).



Urine bevat ongeveer 50% van de totale hoeveelheid fosfaat in het stedelijk afvalwater voor stikstof[18] en kalium[19] is dit respectievelijk 80% en 70%. De feces bevat 26% van de fosfaten. In het zwarte water zit dus bijna 80% van de fosfaten. Dit percentage is aanzienlijk, zeker als men zich realiseert dat de urine samen met feces ongeveer 1 volumeprocent van het totale huishoudelijk afvalwater bedraagt, zie fig. 3.3.

Figuur 3.3 Verschillende huishoudelijke afvalstromen en hun omvang in liter/persoon/dag (Mels, 2005).

Vanwege het verschil in concentratie en samenstelling is aparte behandeling van grijs, regen- en zwartwater (of geelwater (urinestroom)) vanuit procestechnologisch perspectief logischer (Meulman *et al.*, 2008). Er bestaat een variatie aan technieken die samen totaalconcepten (decentrale verwerking van alle afvalwaterstromen) kunnen generen om deze stromen van elkaar gescheiden te houden en te zuiveren.

Het scheiden aan de bron, op decentraal niveau, heeft verschillende voordelen ten opzichte van het conventionele afvalwatersysteem. Het waterschap dat het RWZI beheert zal vanwege het minder vervuilde influent in principe makkelijker kunnen voldoen aan effluentnormen opgenomen in de Kaderrichtlijn Water. Omdat het influent minder vervuild is hoeft er minder belucht te worden om de stikstoffen uit het water te halen, dat energie en ruimte bespaart op het RWZI (Wilsenach, 2005). Ook het verpompen van grote hoeveelheden verdund afvalwater over relatief lange afstanden van de vervuiler naar het RWZI kost veel energie en vraagt om dure behandelingsfaciliteiten (Meulman *et al.*, 2008). Omdat het zwarte water en urine geconcentreerd is en bijna alle medicijnresten, hormonen, menselijke pathogenen en nutriënten bevat is het in principe kosteneffectiever om deze zo dicht mogelijk bij de bron te verwijderen. Nieuwe Sanitatie (NS) en Decentrale Sanitatie en Hergebruik (DESAR) kunnen als totaalconcept in een toekomstige situatie leiden tot infrastructurele besparingen, simpelweg omdat een riolering naar een RWZI, over vaak vele kilometers lengte, niet meer nodig is. Dit levert aanzienlijke besparingen op zeker als men zich realiseert dan 80% van de totale investeringkosten in de afvalwaterketen gemaakt worden voor de riolering, tegenover 20% voor afvalwaterzuivering (Mels, 2005). Wel moet er bij NS of DESAR concepten nog aan gedacht worden dat bijvoorbeeld de ingezamelde urine per as vervoerd moet worden naar een plek waar het verwerkt wordt. Daarnaast is het niet alleen mogelijk om energie te besparen maar ook drinkwater (Kujawa-Roeleveld *et al.*, 2006). De toepassing van urinescheidingstoiletten of vacuümtoiletten levert circa 10-25% waterbesparing op van het huishoudelijk verbruik (Mels, 2005; Meulman *et al.*, 2008). Doordat er een kleiner volume door het riool hoeft te worden afgevoerd, vermindert bij hevige regenval het aantal overstorten wat het milieu ten goede komt. Tevens hoeft er in het geval van chemische P-verwijdering minder ijzer of aluminium gedoseerd te worden op de RWZI's als men daar het fosfaat uit het afvalwater wil halen.
Uit het organische materiaal in het zwarte water kan door middel van een anaerobe vergister biogas geproduceerd worden en struviet gewonnen worden. De urine kan ook puur op het land gebracht worden of omgezet worden naar struviet, beiden kunnen dienen als een meststof voor gewassen.

[18] Stikstof is niet een eindige grondstof, maar liefst 80% van de lucht bestaat uit stikstofgas. Of stikstofgas om te zetten via het Haber-Boschproces naar stikstof kost enorm veel energie (aardgas).
[19] Kalium is net zoals fosfor een eindige grondstof, maar op dit moment is er nog geen sprake van schaarste.

NS en DESAR maar ook 'Urban Sanitatie' en 'Resource-Oriented Sanitation' zijn concepten waarin brongerichte scheiding en hergebruik van grondstoffen een centrale plaats in nemen. NS en DESAR zijn concepten die vanaf ongeveer 2005 (NS, te Meppel) en 2006 (DESAR, Sneek I) op pilotschaal worden toegepast in Nederland.

Decentrale concepten laten zich verder kenmerken door flexibiliteit (omgevingsafhankelijk) en vermaatschappelijking van de keten (brengen de sanitatie en bijhorende kosten weer dichter bij de burger), beide aspecten komen uitvoering terug in hoofdstuk 5. Verder worden decentrale concepten gekenmerkt door terugwinning van nutriënten, energie- en waterbesparing. Voorliggend onderzoek concentreert zich op het terugwinnen en hergebruik van fosfaten uit zwart- en geelwater en dus niet op het grijze en hemelwater.

Naast decentrale terugwinning kan ook op centraal niveau via nieuwe concepten fosfaat uit afvalwater teruggewonnen worden. Deze concepten hebben voordelen ten opzichte van het conventionele systeem omdat zij de nutriënten uit het afvalwater terugwinnen en beschikbaar maken voor recycling. Er zijn een aantal bestaande technieken en technieken in ontwikkeling. Zo kan op RWZI's struviet uit het afvalwater geproduceerd worden. Ook kan het slib wat vrijkomt bij RWZI's verbrand worden en uit het as kan kunstmest geproduceerd worden of het as kan als grondstof dienen voor de productie van fosfor.

3.4 Decentrale terugwinning en toepassing als meststof

3.4.1 Inleiding

De in deze paragraaf beschreven technologieën staan over het algemeen nog in de kinderschoenen. Veel projecten zijn dan ook pilotprojecten op een relatieve kleine schaal en de deelnemers behoren tot de koplopers in hun werkgebied. Fosfaten kunnen, via een scala aan technieken, op decentraal niveau teruggewonnen worden uit de afvalstromen: urine, feces en excreta zoals hieronder te lezen valt.

3.4.2 Decentrale terugwinning uit urine

Op jaarbasis produceert een persoon gemiddeld tussen de 440 en 550L urine, waarin ongeveer 365 gram P zit. Op jaarbasis kunnen van de nutriënten uit urine een equivalente hoeveelheid kunstmest met een waarde van 3 à 4 euro geproduceerd worden (Mels, 2005). Urine bevat relatief veel P en ook een groot deel van de restanten van hormonen en medicijnen. De menselijke nieren werken als een omgekeerd osmose systeem waardoor urine over het algemeen steriel is en geen pathogenen (behalve als de afscheider een blaasontsteking heeft) bevat. Wel bestaat het gevaar dat uitgescheiden het via de toiletpot gecontamineerd raakt met pathogenen afkomstig van de feces (Swart, 2008).

Het centrale idee is om de urine zo puur mogelijk in te zamelen, dus zonder vermenging met feces en met zo min mogelijk spoelwater. Er zijn verschillende type urinescheidingstoiletten en urinoirs van diverse fabrikanten op de markt. Ze verschillen qua ontwerp, functioneren en waterverbruik. Alle toiletten hebben een pot met twee compartimenten, zie figuur 3.4 voor een foto. De urine wordt via de opening aan de voorzijde van de toilet appart ingezameld, de feces valt (als het goed gaat) rechtstreeks in het andere compartiment en kan via het reguliere riool naar het RWZI getransporteerd worden of via een andere aparte leiding naar



Figuur 3.4 scheidingstoilet van het merk Sealskin

een decentrale technologie afgevoerd worden. De urine vermengt zich nog wel met het toiletspoelwater, het waterverbuik bedraagt per persoon/dag circa 5-14 liter, afhankelijk van het type toilet. Dit is aanzienlijk minder dan de 35 liter die een conventioneel toilet gebruikt. Echter er valt nog winst te halen (kleinere verdunningfactor en minder vervuiling met pathogenenn) en hier ligt dan ook een uitdaging voor de toiletontwerpers.

Urinescheidingstoiletten worden in Nederland op diverse plekken gebruikt, zie bijlage 5 voor een overzicht voor alle relevante decentrale en centrale projecten in Nederland. Op decentraal niveau gaat het vaak om pilot- of demonstratieprojecten, waar demonstratie aan actoren (zowel binnen als buiten het actor-netwerk) en ervaring opdoen in het socio-technische gebruik en beheer centraal staan. In Nederland zijn er nog maar weinig scheidingstoiletten geplaatst. Het absolute aantal is niet bekend, maar per project varieert het tussen de 3 en 125. In Zweden worden ze op een al wat grotere schaal toegepast. Zo zijn er anno 2004 ongeveer 10.000 toiletten geplaatst in Zweden (Mels *et al.*, 2005).

De ingezamelde urine wordt vervolgens via leidingen getransporteerd en tijdelijk in een tank opgeslagen. Verdunningfactoren van 10-20 worden weleens in de tank gemeten, wat tegen het centrale idee van zo geconcentreerd mogelijke inzamelen van urine in druist. Voor een deel ligt de verdunning aan het gebruik, beheer, verdunningfactor toilet(spoeling) en de inrichting van het totale systeem. Onder andere vanwege het relatief beperkte volume aan water bestaat het gevaar dat urine als urinesteen neerslaat in de leidingen waardoor in het ernstigste geval de leiding verstopt kan raken.

Technisch zijn er niet of nauwelijks nog problemen met de toiletten. Het is nog wel de vraag of dergelijke toiletten geaccepteerd worden door de maatschappij. Onder andere hebben producenten[20], gebruikers[21], woningbouwcoöperaties[22], binnenhuisarchitecten[23] ermee te maken en zij bepalen of decentrale technologie de kans krijgt om zich op grotere schaal te gaan ontwikkelen.

3.4.3 Decentrale terugwinning uit zwart water of feces

Zoals bekend is zitten er in urine en feces een geconcentreerde stroom aan fosfaten. In tabel 3.1 is te zien dat de mens jaarlijks gemiddeld 40kg feces en 550kg urine produceert. In de

[20] Op de NS platformdag vertelden meerdere personen dat scheidingstoiletten momenteel niet meer geleverd kunnen worden. Leveringszekerheid is toch wel cruciaal voor het transitieproces (Platformdag, 2010).

[21] Een persoon die werkzaam is op Windesheim te Zwolle vertelde op de NS platformdag dat het Windesheim College er sterk over zit te denken om de 125 scheidingstoiletten, die sinds ongeveer halverwege januari 2010 in bedrijf zijn genomen, weer te gaan vervangen voor reguliere toiletpotten omdat de acceptatie vanwege de hygiëne een groot punt van zorg is (NS, 2010).

[22] Bert Dunker van het pro-actieve Woonconcept wil graag scheidingtoiletten plaatsen maar stuit op praktische problemen zoals dat een scheidingstoilet niet zomaar vervangen kan worden door een regulier toilet i.v.m. specifieke aansluitingseisen en onbekendheid bij installateurs waardoor er soms wat fout gaat (Platformdag, 2010).

[23] Het model toiletpot dat er toch wat anders uit ziet dan een reguliere pot moet aan de eisen voldoen van een binnenhuisarchitect zowel qua kleur (momenteel alleen in het wit verkrijgbaar) als qua design (beperkt aantal modellen op de markt).

tabel staat verder de hoeveelheid aan fosfaten, nitraten en kalium dat zich in urine, feces en grijs water[24] bevindt. Feces is in tegenstelling tot pure urine wel besmet met menselijke pathogenen (Swart, 2008).

Parameter	Urine	Feces	Grijs water
Volume (kg)	550	40	40.000
Droge stof (kg)	21,9	18	29,2
N (g)	4.015	548	460
P (g)	365	183	110

Tabel 3.1 Hoeveelheden aan nutrieten en zware metalen per persoon/jaar van Zweedse huishoudelijk afvalwater en huishoudelijk organische afval (Vinnerås, 2001).

Naast de urinescheidingstoiletten bestaan er droogtoiletten (waaronder composttoiletten) en vacuümtoiletten. Droogtoilleten spoelen niet met water. Meestal wordt feces en urine apart gehouden en in containers opgeslagen, waarna ze dikwijls lokaal worden gecomposteerd. Ze worden veelal toegepast op plaatsen die afgelegen zijn, niet aangesloten op de centrale watervoorziening of op locaties die hoge ecologische doelstelling nastreven. Een voorbeeld is de NONOLET van de stichting 'De twaalf Ambachten', deze toilet concentreert de feces. De excreta wordt bedekt met een paar papieren tissues en vervolgens aangedrukt met een platte ronde stamper. Het gevolg is dat de nog achtergebleven urine wegloopt en apart verwerkt kan worden. Het reukloos pakketje wat overblijft kan in de gft-bak, op de lokale composthoop of aangeboden worden aan een composteerbedrijf (Ambachten, 2010). In 1993 zijn voor het pilotproject 'Het Groen Dak' in Utrecht 10 composttoiletten geïnstalleerd. In 2000 zijn de toiletten vervangen door waterbesparende toiletten. Dit omdat de urine niet altijd goed gescheiden kon worden van de feces. Hierdoor ontstonden anaerobe in plaats van aerobe omstandigheden waardoor de compostering verstoord raakte, dat leidde tot grote stank- en vliegenoverlast (Mels *et al.*, 2005). Vanwege de over het algemeen negatief opgedane ervaringen met diverse soorten droogtoiletten hebben ze in Nederland nauwelijks navolging gekregen.

Met vacuümtoiletten zijn wel positieve ervaringen opgedaan. Ze scheiden niet de urine en feces van elkaar maar gebruiken in verhouding tot conventionele en scheidingstoiletten erg weinig water. De toiletten verbruiken ongeveer 1L water per spoelbeurt om de toiletpot schoon te houden. Als transportmiddel wordt lucht gebruikt. Ze worden veel toegepast in vliegtuigen, schepen en treinen om het volume afvalwater, dat opgeslagen en gezuiverd moet worden, zo beperkt mogelijk te houden. In ziekenhuizen hebben ze voor patiënten die via hun excreta milieuschadelijke stoffen uitscheiden zoals contrastvloeistof ook vacuümtoiletten. Uit het kleinere volume zijn de schadelijke stoffen efficiënter uit het afvalwater te verwijderen. Deze vacuümtoiletten worden toegepast in het in aanbouw zijnde ziekenhuis te Boxmeer. Ook zijn vacuümtoiletten geïnstalleerd in woningen. In Deventer is dat gedaan in 38 appartementen, alleen wordt de geconcentreerde afvalwaterstroom niet apart verwerkt (Bouwwereld.nl, 2007). In Sneek zijn sinds 2005, 32 woningen uitgevoerd met vacuümtoiletten aangesloten op een vacuümsysteem (Swart, 2008). Voorlopige resultaten van het project geven weer dat het overgrote deel van de gebruikers positief is over de vacuümtoiletten. 17 procent is niet tevreden en zou als zij nu mochten kiezen gaan

[24] Hemelwater is niet opgenomen in de tabel omdat de omvang en samenstelling van situatie tot situatie zeer sterk varieert.

voor een conventioneel toilet. Het systeem bespaart bijna 50% water ten opzichte van het landelijke gemiddelde/persoon/dag (LandustrieB.V., 2010).

3.4.4 Toepassing P-meststof afkomstig van urine (SaNiPhos)

Voordat men het 'vloeibaar goud' als meststof op het land kan toepassen moet de urine getransporteerd worden van de plaats van inzameling/ productie – meestal de bebouwde kom – naar de plaats van gebruik – meestal landbouw[25]. Dit kan in de vorm van pure urine (direct) of na een bewerkingsstap waarbij de urine wordt geconcentreerd of omgezet naar een kunstmeststof (indirect). Het is voordeliger om bij de toepassing van directe urine als meststof, om de 6 maanden opslag van urine plaats te laten vinden bij de gebruiker. Het is namelijk goedkoper om opslagcapaciteit te realiseren bij een landbouwbedrijf dan in de bebouwde kom. Een tweede reden die ook voor opslag bij de gebruiker pleit is dat voor het transport van gehygiëniseerde urine van de opslagtank naar de gebruiker absoluut schone tankwagens (of aparte pijpleidingen of via regulieren riolering (Spörri *et al.*, in preparation)) vereist zijn in verband met de hygiëne. Vervoer van gehygiëniseerde urine moet dus zoveel mogelijk beperkt worden.

De urine moet voor tenminste 6 maanden opgeslagen worden, bij 20 graden Celsius, om er voor te zorgen dat pathogenen en prionen[26] niet meer schadelijk zijn voor de voedselgewassen en de mensen (Hölund *et al.*, 2000). Er vindt dan hydrolyse plaats van ureum, waardoor de pH stijgt tot boven de 9 zodat eventueel aanwezige ziektekiemen onschadelijk gemaakt worden (Höglund *et al.*, 1998).

Verder blijkt dat het vervoer van urine via leidingen over langere afstand lastig is in verband met afzetting en eventueel uiteindelijke blokkering van urinesteen in de leidingen. In Zwitserland en op het Windesheim in Zwolle wordt hier onderzoek naar verricht (Larsen & Lienert, 2007; STOWA, 2009). Wel is bekend hoe gladder het oppervlak en hoe groter de waterafstotendheid is hoe minder neerslag zich kan vormen. Voor vrij-vervalleidingen binnen woonwijken wordt een hellingshoek van tenminste 1% geadviseerd en een minimale diameter van de leiding van 75mm, om stilstand van urine in de leiding en dus neerslaan van urinesteen te voorkomen (Stockholm Vatten, 2001). Voor het vlakke Nederland is de hellingshoek een beperking van de transportafstand, aangezien de leiding per 100 meter, één meter dieper uitkomt. Dit heeft niet alleen gevolgen voor het transport maar ook voor de opslag van urine op wijkniveau. Bijvoorbeeld het aantal huizen wat maximaal aangesloten kan worden op relatief één kostbare tank. Meestal wordt enkele malen per jaar met een tankwagen de urine vervoerd van de opslag naar de eindgebruiker.

Een vraag die in het verlengde ligt van transport is hoe het staat met de energiebalans als gebruik van urine afgezet wordt tegen het gebruik van conventionele meststoffen. Een totale Levens Cyclus Analyse (LCA) is nog niet uitgevoerd, voor zover bekend zijn er wel twee andere onderzoeken Uit Zweeds onderzoek is gebleken dat de toepassing van urine direct op het land, in een omtrek kleiner dan 30-40km vanaf het inzamelingspunt, de bemestingwaarde van urine overeenkomt met de besparing in energie qua transport en

[25] Afhankelijk van de schaal en plaats (ontwikkelingslanden) zijn hier ook weer uitzonderingen op, zoals het maken van struviet in een Petfles uit urine en zeewater (Gell, 2010).

[26] Prionen zijn onnatuurlijke eiwitten die niet meer door eiwit afbrekende enzymen worden afgebroken. Een ziekte die dit enzym mogelijk kan veroorzaken is de ziekte van Creutzfeldt-Jacob.

toepassing van de urine ten opzichte van reguliere kunstmest (Johansson & Nykvist, 2001). In een ander onderzoek wordt met enig voorbehoud geconcludeerd dat er maximaal 500km afgelegd mag worden met urine wil de energiebalans in het voordeel blijven van urine ten opzichte van de uitgespaarde energie voor kunstmestproductie (Swart & Faber, 2008). Beide onderzoeken tonen globaal aan dat er naast nutriënten ook nog eens energie bespaard kan worden met urinebemesting. Gedetailleerder onderzoek is op dit punt nog wel gewenst.
Een andere mogelijkheid tot efficiëntieverhoging is om het volume (veel urine en spoelwater ten opzichte van nutriënten) voor transport te reduceren met technieken zoals indampen onder vacuüm, uitvriezen, omgekeerde osmose (Maurer *et al.*, 2006) en 'Urea Harvesting Device' (STOWA, 2009). Ook kan op wijkniveau struviet worden geproduceerd. Alleen de eerste en laatste techniek zijn bewezen, de rest verkeert in de laboratoriumfase.

Urine kan als meststof direct op het land gebracht worden[27], zoals op zeer kleine schaal gedaan wordt in Heino. De NPK concentraties in menselijke urine is laag. In verhouding zit in urine wel veel N ten opzichte van kunstmest en is dus vooral geschikt voor stikstofbehoeftige gewassen, zoals spinazie, bloemkool, sierbloemen en maïs (Jönsson *et al.*, 2004) maar ook graslanden. Een aandachtspunt bij hergebruik van urine vormt de aanwezigheid van medicijnresten en hormonen op het land (grondwater) en in/ op de gewassen. Over de eventuele risico's voor het milieu en de mens bij landbouwkundig gebruik is weinig bekend. Wel is aangetoond dat de meeste van deze stoffen biologisch afgebroken kunnen worden, weliswaar zeer langzaam. Opname door planten is onwaarschijnlijk; plantwortels vormen een effectieve (osmotische) barrière tegen grotere moleculen (Mels, 2005). Voor dierlijke organisme kan het wel problematisch zijn, medicijnen en hormonen kunnen eventueel accumuleren in de dierlijke voedselpiramide, dat mogelijk een effect kan hebben op het voedsel van de mens (Larsen & Lienert, 2007). Via een rekenmodel is wel aangetoond dat urine als meststof in vergelijking met dierlijke mestsoorten weinig zware metalen, antibiotica en hormonen bevatten. Maar medicijnresiduen vragen nog wel speciale aandacht (Hammer & Clemans, 2007). Ozon, UV-licht, warmte, druk, omgekeerde osmose en biologische behandelingen zijn in principe geschikt om medicijn en hormoonresten te verwijderen uit geconcentreerde stromen. Deze technieken zijn voor urine nauwelijks onderzocht dan wel gebruikt (Swart, 2008). Ongeveer 70% van de hormonen en medicijnresten zitten in de urine (Kujawa-Roeleveld *et al.*, 2009).
Om vervluchting van ammoniak te voorkomen kan urine ook zuurder gemaakt worden. Om vervliegen tegen te gaan kan het geïrrigeerd, geïnjecteerd of onder gewerkt worden op het land of biedt druppelirrigatie of beregening uitkomst. Wel moet er op gelet worden dat de plant (wortels en bladeren) niet gevoelig (zoals verbranding) is voor urine. Ook dient te worden voorkomen dat urine aërosolen op de bladeren of andere delen van de plant komen in verband met hygiënische risico's (Jönsson *et al.*, 2004).
Verschillende onderzoeken op verschillende gewassen geven aan dat pure urine, over het algemeen, dezelfde opbrengsten generen (soms iets beter, soms iets slechter) als de reguliere kunstmesten (Jönsson *et al.*, 2004; Heinonen-Tanski & van Wijk-Sijbesma, 2005; FWR, 2006; ScienceDaily, 2007). Ook is in sommige onderzoeken vastgesteld dat het geen significante hygiënische bedreiging is of dat verschil in smaak is vastgesteld (FWR, 2006; ScienceDaily, 2007).

[27] Urine heeft ook andere toepassingsmogelijkheden: als toeslagstof bij compostering, dosering van N en P bij industriële waterzuiveringsprocessen zoals bij een papierindustrie (Mels, 2005).

Ook kan urine omgezet worden tot een P-meststof in de vorm van struviet[28] door magnesiumverbindingen (MgO, Mg(OH)2, MgCl2) met de urine te vermengen. Afhankelijk van de verdunningsfactor van urine wordt 98% van de fosfaat uit de urinestroom gezuiverd en omgezet naar struviet. Struviet is een vaste korrelvormige meststof en geeft langzaam (slow releasing fertilizer) de voedingsstoffen (P en N) af. Er zit hoofdzakelijk veel fosfaat en magnesium in. De zware metaalconcentraties zijn lager dan de conventionele kunstmestsoorten. De struviet is grotendeels vrij van medicijn- en hormoonresten en er zitten nauwelijks (minder dan in conventionele kunstmestsoorten) of geen zwarte metalen in (Ronteltap *et al.*, 2007).
Onderzoeken tonen aan dat struviet geschikt is als meststof. Zo toont een pilotonderzoek op Nederlandse sportgrasvelden aan dat het gebruik van struviet geen verschil toont in de kwaliteit en opbrengst van het gras ten opzichte van conventionele kunstmest (Reijerink, 2008). Ook bij veldproeven met graan en bonen als potproeven met Chinese kool, gras en klaver worden positieve resultaten bereikt met struviet als meststof (Larsen & Lienert, 2007; ScopeNewsletter69, 2007; ScopeNewsletter70, 2008).

Pure urine bevat minder nutriënten per volume-eenheid dan struviet en kunstmest en heeft dus hogere opslag-, transport-, en aanwendkosten. Indikken kan de kosten drukken. Ook zijn de meeste machines niet ontworpen om urine te verspreiden, de korrelvormige struviet zou geen probleem hoeven te vormen omdat het qua grootte en vorm veel lijkt op reguliere korrelvormige kunstmest. Verder kunnen kunstmesten specifieke ratio N:P:K bevatten. Bij urine en struviet liggen de verhoudingen in principe vast. Dat bemoeilijkt de verkoopbaarheid, omdat landbouwers graag met deze verhoudingen spelen, afhankelijk van de grond en de gewassen waarvoor de kunstmest wordt aangewend.

Momenteel wordt urine en struviet in Nederland gezien als afvalstof en wordt het in de Meststoffenwetgeving niet erkend als meststof. Een specifieke soort struviet is wel in Oostenrijk en Duitsland erkend. Meer informatie omtrent de wettelijke erkenning is gegeven in §4.4.4.

De Nederlandse overheid heeft, naast dat deze meststoffen niet erkend worden, net zoals de Europese unie nog geen beleid, doelstellingen en uiteindelijk wetgeving geformuleerd ten aanzien van het recyclen van fosfaten en andere nutriënten uit het afvalwater. In Zweden bijvoorbeeld ligt dit anders, daar heeft de overheid als doel voor 2015 geformuleerd dat minimaal 60% van P in afvalwater heropgeslagen moet worden in productieve grond, waarvan de helft op landbouwgronden (SwedischEnvironmentalProtectionAgency, 2002). Momenteel wordt 20% van de P daar gerecycled (Rosemarin, 2010a), waarvan een kwart van het slib op het land gebracht wordt, de rest wordt verwerkt in compost (25%), gebruikt om vuilstortplaatsen mee af te dekken (20%), en ruime overige kwart daarvan is onbekend waar het slib blijft (Gårdstam, 2010).

[28] Urevit is een minder gebruikelijke vloeibare meststof, gemaakt via ultrafiltratie en electrodialyse van urine. Het is stabieler en bevat een viervoudige concentratie aan N, P, K ten opzichte van zuivere urine. Er zitten geen bacteriën, virussen en microverontreinigingen in. Urevit is in Zwitserland gecertificeerd als meststof (Swart & Faber, 2008). Veldtesten op maïs hebben uitgewezen dat het een geschikte meststof is met overeenkomstige resultaten (opbrengsten) als reguliere kunstmeststoffen (Larsen & Lienert, 2007).

Mocht in de toekomst wel urinebemesting worden toegestaan op voedselgewassen[29], dan rijst de vraag of mensen producten hiervan wil eten. Uit twee Zwitserse en twee Nederlandse onderzoeken (steekproefgrootte 44, 501, 16, 108) blijkt dat de acceptatiegraad van het voedsel varieert tussen de 60-80%. Bij niet voedselproducten is de acceptatie groter dan 80%. Bij twee onderzoeken hebben ze ook gevraagd naar het verschil tussen direct (urine) of indirect gebruik van de meststof. Bij één onderzoek was er nauwelijks verschil, bij het andere was er lichte voorkeur voor indirect gebruik (90-100% indirect en 70-90% direct). Verder lijkt informatieverschaffing van belang om zo nodig de perceptie van de mensen te kunnen veranderen. Ook mogen producten niet duurder worden en consumenten zetten nog wel hun vraagtekens bij de aanwezigheid van medicijn- en hormoonresten (Pahl-Wostl *et al.*, 2003; Mels, 2008; Swart & Faber, 2008).

Voordat de mensen het kunnen eten moeten boeren bereid zijn om over te stappen van reguliere kunst- of dierlijke mest. Een onderzoek onder 127 Zwitserse boeren maakt duidelijk dat 57% van de boeren het een goed tot zeer goed idee vindt om op urine gebaseerde kunstmesten te gaan gebruiken. 42% wilt de kunstmest zelfs aankopen om te gebruiken voor het produceren van voedsel. Net zoals bij de burgers is het voor de boeren ook essentieel dat de kunstmest geen vervuilingen met zich meebrengen, 30% van de boeren heeft zorgen omtrent microvervuilingen. Tevens werd nu vastgesteld dat boeren inderdaad granulaat (korrels) prefereren boven vloeibare meststoffen voor toepassing in de akkerbouw (Lienert *et al.*, 2003).

SaNiPhos

Omdat het pilotproject Betuwse Kunstmest (nov. 2008 – mei 2009) een succes was heeft GMB Watertechnologie besloten om met de technologie door te gaan. Rond de zomer van 2010 wil GMB op hun terrein in Zutphen een grotere installatie gebouwd hebben. Onder andere via 'Moeders voor moeders', op evenementen (plaszuil) en via andere NS-projecten wil GMB pure urine inzamelen en hieruit de N en P terugwinnen. Dit project heet SaNiPhos en wil maximaal 5.000 m^3/jaar aan urine verwerken. De P wordt teruggewonnen door Magnesium dosering en zodoende wordt een MAP-struviet gemaakt. De teruggewonnen N kan mogelijk bijgemengd worden (Wilschut, 2010).

3.4.5 Toepassing P-meststof afkomstig van excreta (Sneek I)

Over de toepassing van excreta als meststof gelden in principe dezelfde aandachtpunten als genoemd in de bovenstaande paragraaf over toepassing urine en struviet als meststof, met dien verstanden dat er minder onderzoek naar verricht is. Onduidelijkheden over microverontreinigingen, energiebalans, transport, geen wettelijke erkenning van menselijke excreta als meststof of beleid om fosfaten te recyclen. Wat betreft acceptatie door de burgers en boeren van een P-meststof afkomstig van excreta, en voor welke gewassen de meststof het beste geschikt is ligt het misschien even wat anders.

[29] Een rapport uit 2003, uitgevoerd in opdracht van WASTE, concludeert dat vanwege de voedselveiligheid de toepassing van niet-steriele urine en fecaliën als meststof in de landbouw voor niet-voedselgewassen meer potentie op korte termijn heeft dan de toepassing op voedselgewassen in de land- of tuinbouw. De onderzoekers zien door scheiding van fecaliën en urine meer mogelijkheden tot hergebruik van de steriele urinestroom (Geurts & de Bruijne, 2003).

Sneek I

In Nederland is Sneek I momenteel het enige pilotproject waarbij excreta in de vorm van zwart water apart ingezameld en verwerkt wordt tot een meststof. In Sneek wordt het zwarte water via vacuümtoiletten en een vacuümriolering naar een anaerobe vergister (UASB-reactor) geleid. De vergister produceert biogas. Het biogas levert relatief iets meer energie op dan het totale behandelingsproces kost. Ter indicatie kunnen de deelnemende 32 huishoudens het aardgas wat zij gebruiken om op te koken vervangen door het gewonnen methaangas. Het effluent van de vergister bevat nog veel nutriënten die uit het water gezuiverd moeten worden. Deze nutriënten worden niet alleen gezuiverd maar ook herwonnen. Dit gebeurt door magnesiumzouten toe te voegen aan het effluent van de vergister. In een tank van 750L wordt het effluent en magnesiumzout samen geroerd. Zo precipiteert het magnesium met fosfaat en stikstof tot Magnesium-Ammonium-Fosfaat ($MgNH_4PO_4$ ofwel MAP). Dit struviet wordt gescheiden van het effluent met een nabezinker. Meer dan 80% van de fosfaten wordt teruggewonnen op deze wijze. Ook ongeveer 80% van de stikstof wordt teruggewonnen, hiervoor moet extra chemisch fosfaat aan het afvalwater toegevoegd worden. Wel moet hierbij opgemerkt worden dat in de vergister ongeveer 30-40% van de fosfaten zich binden aan het organisch materiaal, dit fosfaat blijft dus aanwezig in het slib. Het afvalwater dat geloosd wordt bevat minder fosfaten en nitraten dan het effluent van een conventionele RWZI. Sneek I dient als pilotproject voor Sneek II en Harinxmaland waar respectievelijk 232 en 1.300 woningen worden uitgerust met DESAR. Zodat deze huishoudens geheel zelfstandig hun afvalwater zuiveren waardoor de RWZI's ontlast worden. Vanaf ongeveer 250 woningen is het systeem economisch rendabel. (Meulman *et al.*, 2008; Elzinga *et al.*, 2009; Spörri *et al.*, in preparation).

3.5 Centrale terugwinning en toepassing als meststof

3.5.1 Inleiding

Momenteel vinden op centraal niveau drie volwaardige projecten plaats in Nederland om fosfaten terug te winnen uit het slib dat vrij komt bij de zuivering van het afvalwater. Het vier project is een nieuwe technologie, waarmee op pilotschaal al succesvolle resultaten zijn behaald. Momenteel wordt gezocht naar investeerders die het aandurven om het 'risico' te nemen om geld te steken in een duurzaam en vernieuwend concept. Naast deze vier projecten wordt een project in het buitenland beschreven die interessant kan zijn voor de Nederlandse situatie.

Een eenvoudige, centrale – of eigenlijk semicentrale – en voor de hand liggende manier om de nutriënten uit het afvalwater te recyclen is het direct uitrijden van RWZI's zuiveringsslib als meststof in de landbouw. In Groot-Brittannië werd in 2005 bijvoorbeeld 70% van het slib verspreid over landbouwgronden. Dit kwam overeen met circa 40% van het totale gebruik aan P-kunstmest van dat land (ScopeNewsletter73, 2009). Zij zijn niet het enige Europese land waar dit gebeurt, het mag ook vanuit de Europese wetgeving. In Nederland wordt dit sinds 1995 niet meer gedaan omdat het milieuhygiënisch gezien verre van optimaal is (V&W, 2006).

3.5.2 Samenwerking SNB en Thermphos

Evenals P-terugwinning op decentraal niveau, hergebruiken Slibverwerking Noord-Brabant (SNB) te Moerdijk en Thermphos te Vlissingen sinds 2008 samen op centraal niveau fosfaat

uit een geconcentreerde afvalwaterstroom. Het slib wat SNB van haar waterschappen ontvangt bevat veel P (>80%) afkomstig van excreta. SNB verbrandt het slib zodat as overblijft met daarin P. Vervolgens gebruikt Thermphos dit as in haar proces en produceert fosfor.
In 2007 zijn beide partijen een groeicontract overeengekomen. Momenteel levert SNB aan Thermphos jaarlijks 6.000 ton slibverbrandings-as, met daarin P. Voor 2013 streven ze naar 18.000 ton (SNB, 2009a). De maximale hoeveelheid as dat SNB leverde bedroeg in mei 2009 8.700 ton as/jaar. Deze hoeveelheid staat gelijk aan de hoeveelheid P afkomstig van de excreta van 1.9 miljoen mensen/jaar (Korving, 2010). Met andere woorden de P van 1.9 miljoen mensen kan in Nederland al gerecycled worden.
SNB ontvangt van haar waterschappen 27% van al het ingedikte slib (al dan niet vergist) dat op de Nederlandse RWZI's overblijft als reststof (SNB, 2009c). De RWZI's in Nederland zuiveren 80 à 90% van de fosfaten uit het afvalwater, al deze fosfaten komen in het slib terecht. Ongeveer de helft tot driekwart van de Nederlandse RWZI's doen dit door ijzerzouten aan het zuiveringsproces toe te voegen, de fosfaten slaan vervolgens samen met het ijzer neer in het slib (Reltsma *et al.*, 2008). Dit slib wordt vervolgens via 3 van de 4 proceslijnen van SNB verbrand. Het as dat overblijft is ongeschikt voor Thermphos vanwege het te hoge ijzergehalte. Het ijzer is niet alleen afkomstig van doseringen op het RWZI maar kan ook via andere bronnen in het riool terecht komen (Reltsma *et al.*, 2008). Sinds 2008 doseren waterschappen in plaats van ijzerzouten steeds vaker aluminiumzouten. De kostprijs van aluminium is weliswaar hoger, echter bestaat de mogelijkheid, en een aantal waterschappen doen dit al, om aluminium als reststof van de metaalindustrie in te kopen en zodoende her te gebruiken. Ook is er de laatste 20 jaar een sterke stijging waar te nemen in het aantal RWZI's die biologische hun fosfaten verwijderen (Reltsma *et al.*, 2008). Daarnaast wil SNB met de gelden die verdiend worden met de verkoop van ijzerarm as aan Thermphos de waterschappen financieel ondersteunen om de meerkosten van aluminium te drukken. Een tweede alternatief voor zuivering met ijzerzouten is biologische reiniging. Steeds meer waterschappen stappen bij modernisering of vervanging van hun RWZI hierop over. Momenteel is 20%[30] van het slib dat aan SNB wordt geleverd ijzerarm en dit wordt apart verbrand op de vierde verbrandingslijn en gaat vervolgens naar SNB. SNB spant zich in op dit percentage de komende vijf jaar naar 50% te krijgen (SNB, 2010). In samenwerking met haar waterschappen streeft SNB erna om een tweede verbrandingslijn voor ijzerarm slib in te kunnen zetten als zij genoeg ijzerarm slib van haar waterschappen ontvangt. (SNB, 2009a).
Het geleverde as aan Thermphos beslaat momenteel 1 of enkele procenten van het totaal aan fosfaten die zij gebruiken in haar productieproces. Voor het grootste deel gebruiken zij ruwe fosforerts en in kleine maar toenemende mate andere reststoffen zoals kaliumstruviet afkomstig van de Kalver Gier Bewerkings Installatie van de Stichting Mestverwerking Gelderland te putten. Thermphos produceert fosfor die gebruikt wordt in fosforderivaten voor voornamelijk herbicides, smeermiddeladditieven, brandvertragers maar ook de voedselindustrie (o.a. koolzuur in frisdranken) en kunstmestindustrie (een specifieke kunstmest, wat geproduceerd wordt in een verwaarloosbaar klein volume).

3.5.3 Samenwerking SNB en ASH-DEC

Van eind 2005 tot eind 2008 heeft het Europese onderzoeksproject 'Sustainable and Safe Re-use of Municipal Sewage Sludge for Nutrient Recovery' (SUSAN) plaatsgevonden. Het onderzoeksproject, met de bijhorende thermo-chemische proefinstallatie (in Loebe te

[30] SNB spant zich in om dit percentage in vijf jaar (2013) omhoog te brengen tot 50%.

Oostenrijk), leverde de deelnemende partijen waaronder SNB en ASH-DEC (Oostenrijks bedrijf) het voornemen op om op het terrein van SNB Moerdijk de grootste Europese thermo-chemische installatie te gaan bouwen. Het idee is dat SNB al het slib (ook ijzerrijk slib) afkomstig van de RWZI's verbrandt via de al bestaande installatie. Tijdens het verbrandingsproces worden de organische verontreinigingen vernietigd. De volgende stap is het thermo-chemisch proces, waarbij een groot deel van de zware metalen verwijderd wordt. Ook worden in deze stap nieuwe mineralen gevormd die voor planten opneembaar zijn. Wat overblijft is schone kunstmest (granulaat), zonder pathogenen of medicijnresten, met daarin fosfor (P) en stikstof (N). Zie tabel 3.2 voor een vergelijking van de hoeveelheid zware metalen in het as na verbranding, ASH-DEC/ SNB granulaat, kunstmest en de maximaal toegestane waarde in Oostenrijk. Hieruit blijkt dat dit granulaat, net zoals struviet uit urine of excreta, minder zware metalen bevat dan reguliere kunstmest. Het granulaat voldoet ook aan de Oostenrijkse eisen.

Element (mg/kg)	As afkomstig van verbranding rioolslib	ASH-DEC granulaat	Mineraal kunstmest	Maximaal toegestane waarde
Cd	3,5	1,3	4,3	13
Cr	79	44	350	333
Cu	450	73	15	-
Hg	0,6	<0,1	0,1	1
Mo	11,8	7,9	-	-
Ni	55	18	30	-
Pb	224	11	3	100
Zn	1.588	99	100	1.667

Tabel 3.2 Hoeveelheden vervuiling zware metalen (mg/kg) in verschillende meststoffen (AshDecUmweltAG, 2010)

In Oostenrijk en Duitsland zijn succesvolle veldproeven gehouden met dit granulaat. Eind 2008 is de eerste partij innovatieve kunstmest op de markt gebracht, de kunstmest is officieel erkend in Oostenrijk en Duitsland. SNB werkt samen met ASH-DEC en het Louis Bolk Instituut aan de erkenning van de kunstmest in Nederland. Hetzelfde instituut heeft een markverkenning gedaan voor deze meststof waarin geconcludeerd wordt dat de Nederlandse markt niet de meest geschikte markt is, omdat hier meer dan genoeg dierlijke mest aanwezig is. In andere landen in Europa, maar met name ook in Afrika, is echter een flink tekort aan fosfaat (SNB, 2009c, 2009b, 2010).

3.5.4 Terugwinning op RWZI's

In Nederland wordt in kleine mate bij RWZI's indirect via de route SNB en Thermphos fosfaat teruggewonnen en hergebruikt. Voor zover bekent worden er bij de RWZI Geestmerambacht en bij de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) van 2 aardappelverwerkers struviet geproduceerd uit het afvalwater. Dit is dus een directe manier van struviet productie op RWZI's of AWZI's. Er zijn wel ontwikkelingen gaande op RWZI in Deventer (BCFS-proces) en er zijn mogelijkheden om op het RWZI in Dinther uit een geconcentreerde deelstroom fosfaten terug te winnen in de vorm van struviet. Dergelijke mogelijkheden bestaan in principe bij vele RWZI maar deze worden niet toegepast.

Op het RWZI van Geestmerambacht wordt P gewonnen van 230.000 i.e. door het neer te slaan als calciumfosfaat. Dit kan met een Korrelreactor (korrelreactor) die sinds 1993 operationeel is op het RWZI van Geestmerambacht. Op deze wijze wordt 75% van de fosfaten uit het afvalwater gehaald. Het fosfaat wordt eerst uit het slib vrijgemaakt via het

Phostrip-proces (met azijnzuur), waarna calciumfosfaatkorrels worden gevormd. Het product van de korrelreactor wordt door Thermphos afgenomen. Het proces is relatief duur vanwege de vele chemicaliën die worden toegevoegd en daarom is dit proces sinds 2004 beperkt tot de RWZI Geestmerambacht. Tussen 1993 en 2004 is de korrelreactor tijdelijk toegepast op een aantal RWZI's (Schipper *et al.*, 2004; Reitsma & Kuipers, 2005; SNB, 2009a; Darmstadt, 2010).

Zowel aan het afvalwater van de aardappelindustrie in Steenderen als van de aardappelverwerker Lamb Weston Meijer in Kruiningen wordt magnesiumoxide (MgO) gedoseerd, waarbij struviet wordt gevormd. Hierbij moet worden opgemerkt dat de concentratie aan fosfaat vijfmaal zo hoog is als gemiddeld rioolwater. Een verwerkingsbedrijf maakt van de ruwe vorm van het struviet een bruikbare formulering en vorm, bijvoorbeeld een fijne korrel of poeder die afgezet kan worden als meststof (Neerslag, 2009).

Sinds mei 2007 wordt er op een RWZI in Canada van 700.000 mensen de P teruggewonnen en omgezet naar struviet. Het is een commerciële installatie die binnen 5 jaar terug verdiend zou moeten worden en tevens de eerste installatie ter wereld die struviet op dergelijke schaal produceert (500kg/dag). Gemiddeld wordt 80% van de fosfaten uit het afvalwater gehaald en omgezet naar struviet. Omdat urinesteen nu niet meer in de leidingen neerslaat, is de capaciteit van het RWZI weer voldoende. De struviet wordt gebruikt voor grasvelden (golfbanen), opkweken van planten en speciale agriculturele toepassingen. De struviet voldoet aan de Canadese wet- en regelgeving voor zware metalen en pathogenen en is schoner dan reguliere kunstmest. Ook kan het door de kunstmestindustrie vermengd worden om zodoende een specifieke kunstmest samen te stellen. Er zijn ontwikkelingen gaande dat deze installatie op andere plekken in Noord-Amerika en ook in Europa wordt gebouwd (Darmstadt, 2009; Ostara, 2010).

Dat er ook geld gekregen kan worden met de verkoop van struviet als meststof bewijzen ze in Canada, waar ze claimen 50 euro per ton te krijgen. In Japan waar, volgens het Phosnix-proces, calciumfosfaatkorrels ('green MAP', zeer geschikt voor de rijstteelt) afgezet worden voor een prijs uiteenlopend van 100 – 300 euro per ton product (Reitsma & Kuipers, 2005).

3.6 Conclusies

Momenteel is op decentraal niveau een grote variëteit aan technieken en concepten, op centraal niveau lijkt de variëteit wat kleiner te zijn. Op beide schaalniveaus vinden er nadrukkelijk allerlei ontwikkelingen plaats, de meesten in de vorm van onderzoeken en pilotprojecten. Er zijn nog veel onduidelijkheden, die nader onderzoek of pilotprojecten rechtvaardigen. Zo zijn van veel concepten de agronomische, economische en milieuhygiënische waarden nog niet helemaal bekend. Ook ontbreekt er in Nederland wetgeving die het toelaat om uit menselijke excreta gewonnen P-meststof in de landbouw toe te laten. Daarnaast is er ook geen overheidsbeleid dat stimuleert om acties te ondernemen om fosfaten te recyclen. Ook is het nog maar de vraag of er de bereidheid is onder landbouwers om deze P-meststof in Nederland op het land te brengen. De bereidheid van de boeren wordt waarschijnlijk ook beïnvloed door de prijs van de kunstmest, die sterk gekoppeld is aan de fosfaatprijs die de laatste jaren gestegen is.

4. Resultaten: actoren, probleemdefinitie, alternatiefpercepties

4.1 Inleiding

Nu het theoretisch kader, de technische achtergronden met relevante projecten helder zijn is het tijd voor het empirische gedeelte van mijn onderzoek. De resultaten heb ik beschreven in de komende drie hoofdstukken. Vanaf volgend hoofdstuk heb ik de resultaten geanalyseerd met behulp van de theorieën, in dit hoofdstuk maak ik hiervan nog geen gebruik. Als eerste wordt in §4.2 de sociale component geïntroduceerd: de geïnterviewden[31]. Zij vertegenwoordigen in principe de actorgroepen en weten in elk geval welke socio-technische factoren een rol spelen. Hun betrokkenheid bij centrale en decentrale fosfaatrecyclingprojecten wordt beschreven, net zoals hun rol, verantwoordelijkheid en betrokkenheid op welke wijze dan ook bij het actor-netwerk.

In §4.3 wordt vanuit een helicopterview gekeken of volgens wetenschappers, boeren, en de fosfaatindustrie er überhaupt wel een probleem is. Als er geen probleem mocht zijn waarom zouden zij zich dan inzetten voor fosfaatrecycling?! Wat zijn de redenen worden de verschillende actoren NS-projecten en centralere technieken initiëren? Vervolgens is gekeken of de overheid wel incentives afgeeft om te komen tot een oplossing voor het dreigende fosfaattekort.
In §4.4 heb ik de visies van de actoren beschreven omtrent centrale en decentrale fosfaatterugwinning. Met behulp van 'modernized mixture approach' is inzichtelijk gemaakt welke aspecten bij de geïnterviewden een rol spelen omtrent fosfaatterugwinning uit zwart water of urine, en welke optie hun voorkeur verdient. Ook is beschreven wat zij de voor- en nadelen vinden van bepaalde alternatieve recyclingroutes. Daarnaast wordt beschreven of de kunstmestindustrie en de boeren belangstelling hebben voor het hergebruik van struvieten en wat daarbij hun overwegingen zijn. Ten slotte is gekeken of en hoe struvieten als meststof maar ook als halffabricaat voor de kunstmestindustrie wettelijk erkend worden.
Afsluitend heb ik in §4.5 de voornaamste conclusies van dit hoofdstuk samengevat.

4.2 Introductie van de actoren en het actor-netwerk(en)

4.2.1 Europese en Nederlandse overheidsorganisaties

De *Europese Unie* is op tal van vlakken indirect bij de gehele fosfaatketen betrokken. Op basis van de Europese Nitraatrichtlijn (91/676/ EEG) werkt onder andere Nederland toe naar een evenwichtbemesting in 2015. Tevens is de Nederlandse Kader Richtlijn Water afkomstig van EU-wetgeving. De normen voortvloeiend uit deze wet- en regelgeving zullen in de toekomst verder aangescherpt worden wat consequenties heeft voor allerlei actoren. Zo zullen de waterschappen meer moeten investeren om hun RWZI's te laten voldoen aan strengere effluentnormen. Veehouders zullen zich bezig gaan houden met nieuwe ontwikkelingen zoals mestscheidingstechnieken om ervoor te zorgen dat zij hun meststoffen kunnen afzetten. De mestruimte van de akkerbouwer wordt steeds beperkter waardoor meer vraag ontstaat naar de specifieke deelstromen afgeleid van dierlijke mest. Zodoende kunnen ze hun nitraat en fosfaatruimte maximaal benutten.

[31] Zie bijlage 1 voor een overzicht van de geïnterviewden en hun organisatie. Als in onderstaande tekst een geïnterviewde een asterisk (*) boven zijn of haar naam heeft staan wilt dat zeggen dat diegene geïnterviewd is. Ook zijn twee seminars gemarkeerd met een asterisk, hieraan heb ik deelgenomen.

De EU heeft indirect grote invloed op de fosfaatloop. Maar als specifieker wordt ingezoomd op fosfaatrecycling dan heeft de EU hier geen direct beleid of doelstellingen voor. Met andere woorden; de EU doet niks actiefs aan het dreigende fosfaattekort. Het staat nog niet op hun agenda. Zo staat in het '6th EU Environment Action Programme' het woord 'phosphate' geen enkele maal (Commission, 2001). Op 4 mrt. 2010 is een eerste poging gewaagd om via de 'European Mini Conference'* te Brussel het dreigende fosfaattekort op de agenda te krijgen. Er waren verschillende Europarlementariërs en afgevaardigden uit verschillende Europese DG's aanwezig. Het directe resultaat van de bijeenkomst was nihil. Er werden geen toezeggingen gedaan of zaken opgepakt door DG's. Het is de vraag of in de toekomst het fosfaattekort door de EU structureel wordt aangepakt. Na een aantal op eigen initiatief uitgevoerde internationaal wetenschappelijk onderzoeken (Cordell, Rosemarin) die het probleem aan het daglicht gebracht hebben heeft de Europese Commissie één onderzoek uitgezet. Plant Research Institute (PRI), waaronder de geïnterviewde Jaap Schröder en het (SEI) gaan in 2010 een deskstudie doen naar 'Sustainable Use of Phosphorus'[32]. Daarnaast heeft de EU het SUSAN-project van 2005-2008 voor 1.2 miljoen euro gesubsidieerd. Dit project was erop gericht om uit slibben schone kunstmest te produceren. Voor zover bekend is de EU niet betrokken bij centrale en decentrale fosfaatrecyclingprojecten.

De *Nederlandse overheid* is anders betrokken bij fosfaatrecycling als de EU. In het vierde Nationaal Milieubeleidsplan is er geen beleid uitgezet omtrent fosfaathergebruik (VROM, 2001). De verantwoordelijke *ministeries VROM en LNV* hebben geen specifiek beleid op het gebied fosfaatrecycling. Wel subsidiëren ministeries via sommige potjes centrale en decentrale projecten zoals SOURCE (vanuit Innovatieprogramma Kaderrichtlijn Water), bepaalde projecten waarin Duynie en Orgaworld partij waren. Daarnaast hebben zijn een platform (NFTG) rondom fosfaatrecycling financieel gesteund.
Twee ontwikkelingen zijn gaande rondom de ministeries, weliswaar geïnitieerd door anderen, die erop gericht zijn om aandacht te vragen voor het dreigende fosfaattekort. Ten eerste heeft de onafhankelijke Stuurgroep Technology Assessment (STA) de voormalige Minister van LNV door middel van een adviesbrief (met ondersteunende beleidsnotitie) eind september 2009 geadviseerd en voornamelijk geattendeerd op het fosfaattekort (de Haes *et al.*, 2009; Weijden, 2009). Deze brief (en beleidsnotitie) is op basis van een door STA geïnitieerd en gefinancierd onderzoek geschreven. Het onderzoek is uitgevoerd door PRI (Smit *et al.*, 2009). Dit alles heeft op 7 oktober jl. geleid tot een seminar* georganiseerd door STA en de NFTG. Voorafgaand werd tijdens een persconferentie aandacht gevraagd voor de adviesbrief (en beleidsnotitie) aan Minister Verburg.
De tweede ontwikkeling komt voort uit de vraag die het Kabinet heeft gericht aan de projectgroep Schaarste&Transitie. In deze interdepartementale en multidisciplinaire werkgroep zitten onder andere vertegenwoordigers van LNV en VROM. Zij hebben een verkennend onderzoek verricht en eind 2009 uitgebracht. In het licht van biodiversiteit, klimaat en geopolitieke ontwikkelingen is gekeken naar (toekomstige) schaarste zoals voedsel, water, energie, mineralen en metalen. Het fosfaattekort wordt ook benoemd als toekomstig schaars mineraal. Daarnaast wordt in het rapport beschreven hoe transities in zijn algemeenheid versneld kunnen worden en zijn kennisvragen vastgesteld. Een van de

[32] Het onderzoek richt zich op de volgende 4 vragen: 1) huidige en voorziene aanbod van en vraag naar fosfaatmeststoffen op de niveaus van continenten, landen, regio's en bedrijven. 2) milieukundige effecten van fosfaatgebruik. 3) oplossingen (in mijn, in landbouwbedrijf, hergebruik uit 'afval'). 4) institutionele vereisten (zoals benodigde regels & stimuli).

kennisvragen is dat gepleit wordt voor een integrale fosfaatstudie[33] (Passenier & Lak, 2009). Naar aanleiding van dit rapport heeft begin 2010 een verdiepingssessie plaatsgevonden omtrent fosfaatschaarste, waarbij vertegenwoordigers van onder andere[34] VROM en LVN aanwezig waren. De conclusie van die sessie is dat er veel onderzoek is of loopt en dat er steeds meer aandacht is ook op beleidsmatig niveau door dit vraagstuk. De projectgroep Schaarste&Transitie heeft besloten, om op basis van het onderzoek dat gedaan is en wordt, advies te vragen aan de Raad Leefomgeving en Infrastructuur (behorende bij LNV, VROM, V&W) en de Adviesraad Internationale Vraagstukken. Deze adviesraden geven gevraagd en ongevraagd advies aan de Nederlandse regering die daar vervolgens binnen een vastgesteld termijn op dient te antwoorden. De werkgroep Schaarste&Transitie moet de adviesvraag met de verschillende departementen nog nader formuleren. Er staan geen bijeenkomsten van de werkgroep meer gepland (Koutstaal, 2010).
Kaj Sanders* is bij VROM werkzaam als beleidsmedewerker op de afdeling 'Natuurlijk hulpbronnen', cluster 'Mest en mineralen'. Hij houdt zich naast de Nitraatrichtlijn ook bezig met het project 'Kunstmestvervangers', dat gefinancierd wordt door VROM. Ook is hij namens VROM aanwezig geweest bij de verdiepingsessie fosfaatschaarste rondom het project 'Transitie&Schaarste'.

Provincies vervullen de rol als subsidieverstrekker zoals de provincie Noord-Brabant bij SOURCE, provincie Friesland bij Sneek II. Ze zijn niet of nauwelijks betrokken bij het dreigende fosfaattekort of fosfaatrecycling.

De *gemeenten* zijn verantwoordelijk voor het transport van het water van de perceelgrens van de woning naar de RWZI. Inherent als riooleigenaar is dat zij in de voorbereidingsfase (in overleg met projectontwikkelaar en waterschap) bepalen wat voor soort rioleringssysteem (vacuümsysteem, persleiding, traditionele riolering) aangelegd wordt in de wijk. Voor het onderhoud van de riolering int de gemeente jaarlijks rioolrecht. Alle gemeenten waar NS-projecten worden uitgevoerd of overwogen zijn direct betrokken, zoals de gemeente Sneek nauw betrokken is bij Sneek I en II. De Heer Scheltinga* is daar Technisch beleidsmedewerker bodem en water.

4.2.2 Onderzoeksinstituten

Wageningen Universiteit en Research Centre (WUR), vakgroep Milieutechnologie werkt al sinds de jaren zeventig aan anaerobe vergisting van afvalwater. Grietje Zeeman* is projectleider en één van de initiatiefnemers geweest van Sneek I. Daarnaast maakt zij deel uit van de Koepelgroep van STOWA.
Plant Research International (PRI), zowel Jaap Schröder* als Bert Smit zijn werkzaam voor PRI. Schröder houdt zich bezig met nutriëntstromen (mestbeleid, mestscheidingstechnieken) vanuit de landbouwkundige kant, is voorzitter CDM werkgroep gebruiksnormen en nauw betrokken bij de Nitraatrichtlijn. Samen met Bert Smit en onderzoekers van SEI hebben ze de

[33] Door de studie zou een meer politiek-beleidsmatige sturing van de fosfaatkringloop mogelijk worden. Deze studie zou moeten zijn gericht op het eenduidig in beeld krijgen van de vraag of het huidige beleid volstaat of dat nieuw beleid, nationaal en internationaal ontwikkeld moet worden. Wat zijn de (kwantitatieve) feiten, is er in de toekomst een serieus aanbodprobleem te verwachten, en wat zijn de mogelijkheden om binnen welke termijn fosfaat efficiënter te gebruiken of te hergebruiken?
[34] Ook waren er vertegenwoordigers van NFTG, STA, WUR, PRI, PBL en Thermphos aanwezig.

opdracht gekregen van EC om de fosfaatstromen in kaart te brengen[35]. Tevens waren zij allebei aanwezig op de verdiepingssessie fosfaatschaarste.
Alterra is een onderzoeksinstituut. Phillip Ehlert* is daar werkzaam en is naast deskundige in meststoffen ook secretaris van de CDM-werkgroep 'Toetsing stoffen'. In die hoedanigheid brengt hij mede een advies uit of een nieuwe afvalstof/ meststof (zoals struviet gewonnen uit afvalwater) als meststof in Nederland verhandeld mag worden.
Centre for Sustainable Water Technology (*Wetsus*) is een onderzoeksinstelling waarin het bedrijfsleven (zoals DeSaH, drinkwaterbedrijven), waterschappen en STOWA samenwerken met universiteiten waaronder WUR, TU Delft, TU Eindhoven en Universiteit van Twente. De EU en Ministerie van Economische Zaken financiert onder andere gedeeltelijk Wetsus. Wetsus onderzoekt en ontwikkelt duurzame watertechnologieën, waaronder NS. Grietje Zeeman begeleidt een aantal van deze AIO's met hun onderzoek. Daarnaast is eens per 3 maanden decentraal thema-overleg.
Lettinga Associates Foundation (*LeAf*) is een stichting die onderzoek van AIO's financiert naar onder andere anaerobische technologieën van afvalwaterzuivering.
Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer *(STOWA),* is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders in Nederland. Zij is geen onafhankelijke onderzoeksinstituut zoals eerder genoemden. Zij ontwikkelt, vergaart en verspreidt kennis vraaggestuurd door hun aandeelhouders (waterschappen). Voor dit onderzoek is gesproken met programmacoördinatoren Bert Palsma* (waterketenonderzoek) en Cora Uijterlinde* (afvalwatersysteemonderzoek). Bert Palsma houdt zich bezig met onderzoek omtrent NS, tevens initieert en mobiliseert hij ook projecten. Hij is voorzitter van de Koepelgroep, deze groep adviseert STOWA en bepaalt mede de strategie van STOWA. Daarnaast neemt hij of zijn collega Bjartur Swart* samen met deskundigen zitting in de Begeleidingscommissie. Deze commissie begeleidt en adviseert projectgroepen die onderzoek doen rondom bijvoorbeeld NS projecten. Swart is werkzaam bij Grontmij en vaak gedetacheerd bij STOWA, hij is secretaris van STOWA-koepelgroep. Hij spreekt in dit onderzoek namens STOWA. Eenmaal in de negen maanden organiseert STOWA voor haar leden (waterschappen, bedrijven, kennisinstituten etc.) een Platformdag Nieuwe Sanitatie waar presentaties worden gegeven en genetwerkt wordt. Cora Uijterlinde houdt zich onder andere bezig met fosfaatterugwinning en eventueel hergebruik van fosfaten op RWZI's. Zij is namens STOWA ook betrokken bij het project 'RWZI's 2030'. Vele partijen waaronder waterschappen en adviesbureaus hebben gebrainstormd over de vraag hoe kunnen we RWZI´s in 2030 duurzaam maken. Fosfaatrecycling heeft daarbij ook een zekere prioriteit, zie §4.3.2 voor de details.

4.2.3 Adviesbureaus
Adviesbureaus zoals Grontmij, Royal Haskoning, enzovoorts adviseren rondom NS-projecten. Voor Grontmij zitten Bjartur Swart[36] en Liedeke Vergouwen[37] dicht op het vuur.

4.2.4 Toeleverende industrie
DeSaH is een Nederlands bedrijf die zowel advies geeft en afvalwaterbehandelinginstallatie construeert zoals vacuümsystemen met bijhorende UASB vergister. In Sneek I en II worden

[35] Zie voetnoot 32 voor meer informatie omtrent dit onderzoek.
[36] Zie voor meer informatie over Swart §4.2.2
[37] Zij heeft de workshop 'fosfaat, van leegloop naar kringloop' georganiseerd op 20 mei 2009

op deze wijze fosfaten teruggewonnen in de vorm van struviet. Brendo Meulman* is technisch directeur.
Roederig, Paques en *Waterstromen* zijn bedrijven die in Nederland technologieën voor een breed scala aan waterbehandelingtechnologie (zoals fosfaatterugwinning op centraal en decentraal niveau, ook op AWZI's) leveren of exploiteren.

4.2.5 Potentiële fosfaatterugwinners

GMB Watertechnologie houdt zich naast onder andere watertechnologie, rioleringstechnieken en slibverwerking ook bezig met fosfaatrecycling. Zij bouwen een installatie te Zutphen, genaamd SaNiPhos (sept. 2010 operationeel). Daarmee wordt uit ingezamelde urine fosfaat (en stikstof) gewonnen voor de productie van kunstmest in de vorm van struviet. Martin Wilschut* is hiervan de projectleider
Slibverwerking Noord-Brabant (SNB) krijgt te Moerdijk een kwart van al het slib afkomstig van alle Nederlandse RWZI's aangeleverd en verbrandt dit. Het eindproduct is voor een deel ijzerarm as dat naar Thermphos per as getransporteerd wordt. Leon Korving* heeft als Manager Proces&Milieu dit recyclingproces opgezet. Tevens ligt het plan op tafel om in de toekomst al hun slib via het ASH-DEC concept te verwerken, dat als eindproduct een schone kunstmest oplevert. Hij is ook partner van de NFTG. Om draagvlak voor fosfaatrecycling te creëren heeft hij een website[38] opgericht. De website is mede opgericht om onder hun aandeelhouders (een aantal waterschappen) draagvlak te creëren zodat zij investeren en beslissen om hun bestaande verbrandingsinstallatie om te bouwen tot het ASH-DEC concept.
Duynie te Nijmegen neemt de reststromen van de levensmiddelenindustrie in en vermarkt die (eventueel na bewerking) als diervoerder aan de veehouderij. Mike Litjens* is Manager R&D en overweegt om samen met de Suiker Unie een vergister te gaan bouwen en eventueel de vrijkomende digistaat als meststof (misschien in de vorm van struviet) te gaan vermarkten. Ook nemen zij struviet af van aardappelverwerker Lamb Weston / Meijer te Kruiningen. Zij willen deze meststof (na erkenning) op de markt gaan brengen of als grondstof aanbieden aan de kunstmestindustrie. In de toekomst willen zij mineraalrijke afvalstoffen (zoals struviet) innemen van derde en na eventueel bewerking vermarkten.
Orgaworld onder andere gevestigd te Den Bosch en produceert uit organische reststoffen onder andere biogas, bio-ethanol, biostimulatoren en composten. In synergie met andere bedrijven (producent biodiesel, tankopslag, vetsmelterij) hebben zij het Greenmills concept te Amsterdam opgezet. Op verschillende plaatsen in dit concept winnen zijn onder andere fosfaten (in anaerobe vergister en AWZI) terug in de vorm van struviet. Samen met de teruggewonnen N (strippen), P (struviet) en kalium willen zij in hun 'nutriëntenfabriek' een organische NPK mestkorrel maken. Bart Raedts* is daar de directeur en Martijn Bovee* de Manager strategic accounts. Orgaworld is partner van NFTG.
Waterschappen zijn verantwoordelijk voor de waterkwaliteit en –kwantiteit in hun regio. De huiseigenaar is verantwoordelijk van het transport van het afvalwater naar de perceelgrens. Op het RWZI zuivert het waterschap het water en zorgt dat het effluent voldoet aan de lozingsnormen op het oppervlakte water. Hiervoor int het waterschap van de inwonende zuiveringsheffing. Waterschappen houden zich in toenemende mate bezig met NS-projecten en trachten fosfaten terug te winnen via allerlei technieken op hun RWZI's of uit hun ijzerarme slibben (zie hoofdstuk 3). Ferdinand Kiestra* werkt als Innovator bij Waterschap Aa en Maas en houdt zich bezig met R&D omtrent onder andere fosfaatverwijdering en -terugwinning op RWZI's. Ook is hij betrokken bij het NS-project omtrent het ziekenhuis te

[38] http://www.fosfaatrecycling.nl/

Boxmeer en bij het SOURCE-project, daarnaast heeft hij zitting in de Koepelgroep van STOWA.

4.2.6 Potentiële fosfaathergebruikers

Kunstmestfabrikanten kunnen in principe uit fosfaatrijke reststromen zoals assen en struvieten[39] fosfaten hergebruiken en zodoende verwerken in hun meststof. Assen die overblijven na de verbranding van RWZI slib (zoals SNB) of assen die vrijkomen bij de Biomassa-installaties (zoals houtsnipperverbranding in Engeland en BMC te Moerdijk die kippenmest verbranden) of de fosfaten uit beendermeel. Daarnaast kunnen ze in principe alle struvieten, na een voorbewerkingstap, gebruiken als grondstof voor P, K kunstmesten. Er zijn twee grote branchevereningingen: Minerale Meststoffen Federatie (MMF) en Vereniging van Kunstmest Producenten (VKP). Enkele grote kunstmestproducenten in Nederland zijn Compo Benelux, DSM Agro, K+S Nitrogen, Hi-Chem, ICL Fertilizers Europa, Zuid-Chemie (Rossier Nederland), Scotss Internationaal, Yara. De kunstmestindustrie onderscheidt zich in bedrijven die stikstof via het Haber-Boschproces uit de lucht halen en bedrijven die nu nog uit fosfaaterts het P2O5 element generen. Nadat de grondstoffen (NPK) door onder andere bovengenoemde bedrijven zijn geproduceerd worden ze dikwijls afgezet naar tussenhandelaren en coöperaties, die het vaak blanderen/ versnijden/ opmengen in de juiste samenstelling en vervolgens afzetten aan de landbouwers. Kees Langeveld* en Anthony Zanelli* houden zich bij ICL Fertilezers Europe te Amsterdam onder andere bezig met het onderzoeken en nastreven van mogelijkheden om secundaire fosfaten als grondstof te gebruik voor hun P, K meststof.

Thermphos produceert te Vlissingen vanuit hoofdzakelijk fosfaaterts fosfaatderivaten die in allerlei industrieën gebruikt worden. Enkele procenten van hun grondstof is het (vlieg)as afkomstig van SNB. Willem Schipper* is daar procestechnoloog en tracht steeds meer fosfaatreststromen als grondstof in te zetten. Ook hij was aanwezig bij de verdiepingssessie fosfaatschaarste en zijn zij partner van de NFTG.

Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO) vertegenwoordigt het merendeel van de agrarische ondernemers in Nederland waaronder veehouders en landbouwers. Deze sectoren respectievelijk produceren en benutten dierlijke of kunstmatige meststoffen. Misschien in de toekomst ook meststoffen afkomstig van de mens. Peter Brouwers* is naast melkveehouder, voorzitter ZLTO-werkgroep Mest&Mineralen ook bestuurder bij LTO. Op afstand is hij als bestuurder betrokken bij SOURCE. De betrokkenheid van LTO lijkt verder nog beperkt. Wel gaf de heer van Stralen (beleidsadviseur LTO Nederland) een presentatie of de STOWA-platformdag van 18 februari 2009.

4.2.7 Netwerkorganisaties

Nutrient Flow Task Group (NFTG) is een Nederlands netwerk rondom het thema fosfaatrecycling waarbij allerlei partijen zich kunnen aansluiten. De NFTG wil aandacht vragen rondom het dreigende fosfaattekort en wil het proces om oplossingen te vinden versnellen door van elkaar te leren. Het is ook gericht op het creëren van business oppertunities. Onder de vleugels van het Netherlands Water Partnership (NWP) en het WASH secretariaat is het opgestart in oktober 2008. Na anderhalf jaar van subsidiering vindt

[39] Uiteraard moeten assen en struvieten voldoen aan bepaalde eisen. Universele eisen zijn niet te formuleren omdat dit van het proces afhangt waarvoor zij als grondstof dienen. In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat aspecten zoals ijzergehalte, fosfaatconcentratie, hoeveelheid zwarte metalen, droge stof gehalte struviet, en ziektekiemen, medicijn- en hormoonresten. Thermphos heeft zijn eisen vastgelegd in (Schipper *et al.*, 2004).

momenteel het proces naar verzelfstandiging plaats, waarbij het idee is dat leden een financiële bijdrage leveren voor het bedruipen van het secretariaat en organiseren van activiteiten. Momenteel wordt een analyse uitgevoerd onder leden en mogelijke partnerts om tot een strategisch plan te komen. Dit plan moet antwoord geven op de vraag: hoe nu verder te gaan met de NFTG? Huidige leden zijn: LNV, VROM, lobbyorganisaties (zoals NWP, WASTE, Aqua for All), bedrijven (Grontmij, SNB, Thermphos, GMB watertechnologie, Orgaworld) en Waterschap de Dommel en WUR/PRI. Ger Pannekoek* is namens de NWP één van de grondleggers van NFTG. De NFTG heeft twee bijeenkomsten[40] (mede)georganiseerd rondom het dreigende fosfaatprobleem.
Verder zijn er wel een aantal eenmalige bijeenkomsten georganiseerd, maar hierachter staat geen blijvend platform of organisatie. Een uitzondering hierop is uiteraard de al beschreven en STOWA-platformdag.

4.2.8 Overige

De Wieren is een woningstichting te Sneek. Zij zijn (deels) eigenaar van de huizen van Sneek I en II en in die hoedanigheid een vooruitstrevende actor. Gertie Veluwenkamp* is Projectleider Nieuw Bouw bij De Wieren en nauw betrokken bij de bouw van het vacuümleidingen en -toiletten. Omdat er in Nederland nog niet zoveel grootschalige NS-projecten zijn, zijn woningstichtingen en andere vastgoedactoren nauwelijks betrokken bij fosfaatrecycling. Uitzonderingen als Woonconcept en Patrimonium daargelaten.

4.3 Probleemdefinitie, drivers en belemmeringen

4.3.1 Fosfaatschaarste; wordt het probleem wel gevoeld?

Wetenschappers zoals Cordell en Rosemarin benadrukken via publicaties, op seminars en andere bijeenkomsten dat een fosfaatprobleem opduikt ergens in de loop van de 21ste of in het tweede deel van de 22ste eeuw. Het exacte moment is moeilijk te voorspellen en is in deze ook niet zo belangrijk. Hun credo is: er komt een groot probleem aan en daartegen moeten wij als wereldburgers zo snel mogelijk maatregelen treffen. (Rosemarin, 2009; Cordell, 2010; Rosemarin, 2010b). Zoals uit de volgende alinea zal blijken speelt het fosfaatprobleem niet in Nederland maar wel op wereldschaal.

Vanuit het Nederlandse agrarische perspectief wordt het 'probleem' heel anders gezien dan hoe bovenstaande wetenschappers het probleem schetsen. In Nederland verkeren wij in een unieke positie, er is al geruime tijd een mestoverschot of beter gezegd een fosfaatoverschot. Dit overschot wordt gecreëerd dankzij het importeren van producten zoals veevoer, kunstmest en fosfaaterts. Hiermee produceren wij hoofdzakelijk plantaardig voedsel, melk en vlees. Als restproduct en surplus in de bodem blijft respectievelijk dierlijke mest dan wel fosfaatverzadigde gronden over. Voorlopig hebben wij in Nederland dus geen fosfaattekort maar juist een overschot. Dit staat haaks op de (mondiale) visie van de wetenschappers. Ehlert (Alterra en secretaris werkgroep 'toetsing stoffen' CDM) voegt hieraan toe: "Aan de ene kant moet de Nederlandse overheid werken aan het fosfaatoverschot[41] en aan de

[40] 'Mini seminar Phosphorus shortage' 7 oktober 2009 te Den Haag en 4 maart 2010 'Mini-seminar Phosphorus shortage: European challenges' te Brussel.

[41] Een voorbeeld dat de Nederlandse overheid en LTO zoeken naar een oplossing voor het mestoverschot is het project 'Kunstmestvervangers'. De overheid investeert in dit project miljoenen met als doel de dierlijke mest te scheiden in rijke N en P-stromen. Tevens willen ze het N-concentraat erkennen als meststof zodat het verhandeld en toegepast mag

andere kant aan het fosfaattekort. Het eerste punt legt meer dwingende zaken op dan het tweede punt."[42] Schröder (PRI, lid van CDM en voorzitter CDM-werkgroep 'gebruiksnormen') zegt: "Wij voelen dat het fosfaat uitsterft nog niet, de prikkel is er over 10 jaar ook nog niet. Er zijn dus op korte termijn ook nog geen drastische wijzigingen te verwachten." "Leon Korving (SNB) verwoordt het als volgt: "In Nederland wordt fosfaat gezien als een probleem niet als een schaarste. Daarom is het moeilijk om het op de agenda te krijgen en uit te leggen om zodoende draagvlak te creëren." Het Nederlandse beleid ten opzichte van het dreigende fosfaattekort wordt later beschreven in §4.3.3

Vanuit het perspectief van de kunstmestindustrie in Nederland, meer specifiek de uit fosfaaterts verwerkende bedrijven zoals Thermphos (Moerdijk) en ICL Fertilizers Europe (Amsterdam) is het een dreigend lange termijnprobleem. Bovenstaande bedrijven zien het probleem wel en zetten zich ook in voor fosfaatrecycling. Alleen het probleem krijgt nog niet alle aandacht die het zou kunnen krijgen omdat het nog relatief ver in de toekomst ligt en het de huidige bedrijfsvoering niet acuut bedreigt. De heer Langeveld (President en CEO van ICL) verwoordt het zo: "Je moet het fosfaattekort in perspectief zetten. Fosfaattekort is gerelateerd aan de marktprijs. Maak je fosfaat viermaal duurder dan zie je ineens dat je reserves gigantisch toenemen, want er ontstaan meer economisch winbare reserves. Een ding is zeker; hoge kwaliteit fosfaat wordt moeilijker toegankelijk. De kwaliteit zie je dalen in de loop van de tijd. Je moet meer leren omgang met verontreinigde fosfaat m.a.w. de prijs van fosfaat zal omhoog gaan. Dan wordt het aantrekkelijker om met fosfaatrecyclingprojecten erop in te springen. Die 70 jaar is op tijdschaal van de wereld niet zoveel. We moeten er toch naar gaan kijken als mensheid denk ik. Als je nog een aantal initiatieven op poten kunt zetten waarin je redelijk geconcentreerde bronnen kunt recyclen moet je het zeker niet laten."

4.3.2 Drivers van recyclinginitiatieven

Constaterende dat er in Nederland geen acuut fosfaatprobleem is roept logischerwijs de volgende vraag op: wat zijn de redenen/ drivers om fosfaatrecyclingprojecten te initiëren? Het is redelijkerwijs ondoenlijk om voor elk project (er zijn tientallen projecten) en elke actor (bij ieder project zijn vaak meerdere actoren betrokken) de reden te benoemen. Daarom zijn van dit kleurrijke palet de voornaamste redenen benoemd. Eerst worden de decentrale projecten beschreven, gevolgd door de meer centralere projecten.

Redenen voor initiëren lokale projecten

Zoals bekend is één van de drivers voor het scheiden aan de bron (NS) ten opzichte van het reguliere afvalwatersysteem, fosfaat terugwinning en hergebruik. Dit wordt benoemd door alle actoren. De andere redenen zijn energiebesparing, waterbesparing en de mogelijkheid om uit een geconcentreerde stroom afvalwater (logischerwijs kosteneffectief) medicijn- en hormoonresten te verwijderen. Bert Palsma (STOWA) zegt: "Die vier zijn krachtig, maar als je ze uit elkaar haalt krijg je al heel snel te horen van energie is zo groot niet, fosfaat is ook zo groot niet. Maar de som van alle vier de aspecten geven een duwtje in dezelfde richting. Dit is wel een sterk argument, sterker dan een single focus op één van de vier." Bjartur Swart

worden. Dit concentraat kan dan een deel van de kunstmeststoffen vervangen die nu worden gebruikt om de N-mestruimte volledig te benutten (Hoeksma *et al.*, 2009).

[42] In dit hoofdstuk geldt dat als geciteerd wordt zonder bronvermelding dan betreft de bron een interview met desbetreffend persoon.

(STOWA) zegt iets soortgelijks: “Er is niet duidelijk één trigger voor iets anders, er zijn vele kleine triggers. De meeste partijen doen niet mee om fosfaat maar vanuit onder andere fosfaat. Het is een en-en-en-en-verhaal.”

Grietje Zeeman geeft als reden: “Er is niet één definitie. Idee om iets te verdunnen en dan weer terug te winnen is inefficiënt. Meerdere aspecten spelen daarbij een rol: energie, nutriënten, medicijnen[43] en het is efficiënter om terug te winnen uit geconcentreerde stroom. Dat is de belangrijkste reden. De hoeveelheid energie die je terug kunt winnen is beperkt, je kan er alleen op koken.” Brendo Meulman van (DeSaH) nuanceert overigens net zoals Grietje Zeeman de methaangasopbrengsten van een vergister. Ook plaatst hij de twee redenen, waterbesparing en energiebesparing in perspectief. “We hebben voldoende water, 25% besparing is leuk maar levert qua geld niets op omdat water namelijk relatief weinig kost, daarnaast hebben we ook genoeg water in Nederland. We hebben zat energie, we bouwen gewoon een windmolen. Niemand voelt zich verantwoordelijk voor deze problemen en dat wordt gebagatelliseerd. Het zijn allemaal kleine deelproblemen. Bij elkaar wordt het een wat groter probleem. We moeten er ook wel wat aan willen doen en dat wordt lastig als niemand zich verantwoordelijk voelt.”

Grietje Zeeman, Bert Palsma en Bjartur Swart werken alle drie voor onderzoeksinstituten. Grietje als onafhankelijke wetenschapper ontwikkelt op labschaal allerlei nieuwe technieken om ze vervolgens op pilotschaal toe te passen in de praktijk. Dit is haar rol en ook de hoofdreden dat zij Sneek I (mede) heeft geïnitieerd. Een zelfde reden om bezig te zijn met NS-projecten heeft STOWA in de hoedanigheid van Swart en Palsma. Bjartur Swart zei: “STOWA heeft de opdracht om onderzoek uit te laten voeren dat in het belang is van meerdere waterschappen”. Vernieuwend onderzoek naar een alternatieve methode zoals NS is reden genoeg om bij dergelijke projecten nauw betrokken te zijn of ze te initiëren. Daarnaast voegt Swart toe ondanks dat het niet de taak is van waterschappen om fosfaten terug te winnen, past fosfaatterugwinning wel binnen STOWA, omdat de kosten mogelijk terugverdiend kunnen worden door de verkoop van fosfaten.”

De doelstelling van Brendo Meulman om samen met allerlei actoren waaronder Grietje Zeeman Sneek I op te zetten was: “… aantonen dat op decentraal niveau gelijk of meer vervuilende stoffen te verwijderen zijn dan op het RZWI, en op een duurzame wijze.” DeSaH heeft geld geïnvesteerd in het pilotproject Sneek I, maar naast bovenstaande redenen is de primaire reden van elk commercieel bedrijf natuurlijk het maken van winst. Dit zal bij DeSaH niet anders zijn. Daarnaast exploiteren zij de in Nederland opgedane kennis en ervaringen met dergelijke technieken naar het buitenland. Zo wordt er in Roemenie een NS-project aangelegd op dezelfde schaal en met hetzelfde systeem als in Sneek II.
Scheltinga (gemeente Sneek) heeft net zoals commerciële bedrijven een andere primaire reden: “Waterbesparing, energie en nutriënten waren niet de primaire drivers om mee te doen aan Sneek I en II. Want voor de meesten binnen deze organisatie was eindigheid van fosfaat niet bekend. Het heeft wel meegespeeld, zoals waterbesparing, maar zet geen zoden aan de dijk. Al zijn het wel de kleine dingen die het hem doen.” De primaire drivers van de

[43] Om nog iets verder in te gaan op de reden ‘medicijn- en hormoonrestenverwijdering’: momenteel is het bij wet- en regelgeving nog niet verplicht om dergelijke verontreinigende stoffen uit het afvalwater te zuiveren. NS biedt de mogelijkheid om actoren te laten inspelen op, naar verwachting, toekomstige wet- en regelgeving die het wel verplicht. Zoals bekend komt een groot percentage van de medicijn- en hormoonresten geconcentreerd voor in de urine van mensen.

gemeente zijn volgens Scheltinga “een enthousiast gemeentelijk bestuur en een enthousiaste ambtelijke organisatie. Een enthousiaste en ambitieuze wethouder die iets omtrent duurzaamheid in de watersector wilde doen. De wil was er zeker. Ook omdat het voorstel kwam vanaf een lokaal bedrijf (DeSaH), dat we kenden en stimuleren van een lokaal bedrijf is ook een belangrijke driver geweest.” Daarnaast geeft hij aan dat prioriteit voor de gemeente is om het water zo snel mogelijk en goedkoop mogelijk uit de wijk af te voeren. Deze prioriteit botst nog weleens met hun eigen duurzaamheids principes en met de waterschappen die graag het regenwater bergen in de wijk.
Ook geeft Scheltinga aan dat de “goede contacten en korte lijnen” met en tussen DeSaH, De Wieren, gemeente Sneek, Wetterskip Fryslân en Grietje Zeeman een driver is. Ze kenden elkaar, wisten elkaar te vinden en vertrouwende elkaar. Ook Martin Wilschut (GMB) noemt naast de vier bekende drivers ook soortgelijke reden waarom zij zijn begonnen met het project Betuwse Kunstmest. Waterschap en GMB zijn ‘buren’ in Tiel, er is bestaande samenwerking m.b.t. slibverwerking, ze hebben vertrouwen (in elkaar en in de techniek) en hij heeft er een ‘goed gevoel’ bij (Wilschut, 2010).

Een reden voor de gemeente Sneek, De Wieren (en misschien ook wel Wetterskip Fryslân) om mee te doen met Sneek I en II is mogelijke kostenbesparing die in toekomst te behalen is met NS-projecten. Het is echter nog maar sterk de vraag of NS de financiële balans (zoals zuiveringskosten, rioolkosten, waterbesparing, energiebesparing en nutriënten verkoop) ten opzichte van het reguliere afvalwatersysteem positief zal uitpakken. Dit verschilt ook per situatie, hierover in paragraaf 4.4.2 en 4.4.3 meer. Mochten de kosten lager zijn dan zou het waterschap in principe de zuiveringsheffing kunnen laten dalen, de gemeente de rioolheffing, en de verhuurder (in dit geval een woningcorporatie) de huurlasten (bestaande uit o.a. zuivering- en rioolheffing).
Aan Gertie Veluwenkamp (De Wieren) is gevraagd of zij bereid zijn om de meerkosten te betalen en een risico te lopen omdat Sneek I en II de grootste en eerste pilotprojecten van aanzienlijke omvang zijn dan wel worden. “Wij hebben het motto: ‘De Wieren voor Sneek’. Als woningcorporatie hebben wij de plicht, als dit mogelijk is, zulk soort projecten mede te ontwikkelen dan wel in te participeren. De gedachte erachter is dat je moet onderzoeken of de totale woonlasten van de bewoners op één of andere manier omlaag kunt brengen. Zij het door een energiebesparing, rioolasten etc. Maar het is ook de bedoeling dat zij kosten besparen omtrent het afvoeren van hun gf-container. Zij kunnen het gf-afval shredderen (zodat het afgevoerd wordt via het riool in plaats van met de container). Een coöperatie heeft, tenminste dat denken wij, de verplichting om aan zo’n onderzoek mee te werken. Je moet koploper zijn in Nederland. Dat wordt de laatste jaren echter wel moeilijker gemaakt met de financiële crisis. Ik weet niet of als wij nu deze keuze moesten maken of wij het weer gedaan hadden. We dragen hier aardig wat kosten aan bij.”

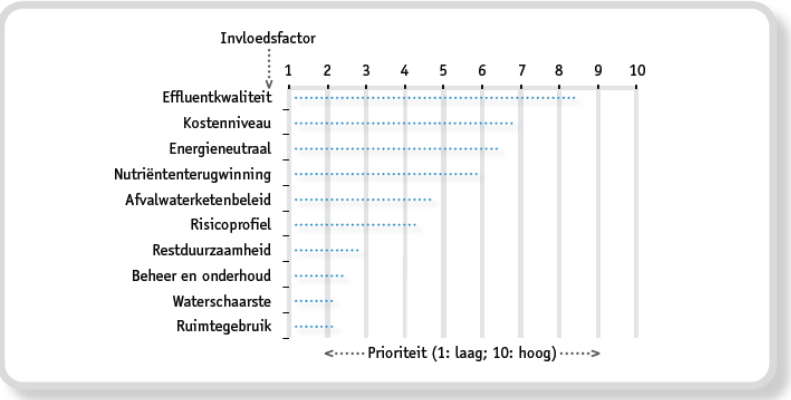
Waterschappen zijn ook bezig met NS, bij de ontwerpfase nemen ze dit volgens Ferdinand Kiestra (Waterschaap Aa en Maas) mee als alternatief scenario. Hij noemt ook dat NS ingegeven is door de dure rioleringvervanginggolf die nu aan de gang is in Nederland. “Veel riolering ligt er dadelijk 40, 50 of soms wel 60 jaar. De vraag is of we nu iets anders willen? Gaan we nu kiezen voor riool dan zitten we er weer 50 jaar aan vast. Dit is een mooi moment, er komt ‘swung’ in. Niet alles wordt direct vervangen maar werk-is-werk. Dan is het ook interessant om te kijken naar urine of zwart water. Het zijn heel geconcentreerde stromen die efficiënter te behandelen zijn.” Kiestra maakt ook de nuancering dat

“waterschappen niet altijd vinden dat NS de juiste richting is” en daarom ook kijken wat de mogelijkheden zijn om bijvoorbeeld fosfaten op de RWZI terug te winnen en her te gebruiken. Met andere woorden, er dient zich nu een kans voor waterschappen aan om hun tot nu toe gevoerde beleid aan te passen.
Als lid van de STOWA’s Koepelgroep, betrokken bij het SOURCE-project en NS-project bij het Ziekenhuis te Boxmeer is Kiestra nauw betrokken bij NS. “Het er midden inzitten (pilotprojecten) heeft vooral als doel om te snappen waar het over gaat, om zo een keuze te kunnen maken. De keuze kan twee kanten op vallen: dit is hem dus gaan met die banaan of dit is hem niet en we moeten iets anders gaan doen.“ Dit geldt zowel voor NS als voor fosfaatrecycling bij RWZI’s. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat het recyclen van fosfaten niet binnen het takenpakket van een waterschap valt. Zij zijn verantwoordelijk voor de kwaliteit en kwantiteit van de wateren in Nederland.
Geconstateerd is dat het dreigende fosfaattekort voor de LTO momenteel nog geen nijpend probleem is. Wat is dan de reden voor de agrarische sector om mee te doen met NS? De LTO is momenteel alleen betrokken bij het SOURCE-project. Peter Brouwers zegt hierover: “Het is een soort business case. Doel was om nieuwe technieken en procedés met elkaar te bekijken. Wat bij waterschappen algemeen goed is, is bij verwerking van dierlijke meststoffen nog niet aan de orde. Wij zitten niet verlegen om de grondstof, maar meer op de techniek. Door combinatie (dunne fractie dierlijke mest en menselijke urine) was het interessant om mee te liften.” Ook noemt hij dat zij meedoen “vanuit een maatschappelijke betrokkenheid, maar dat het SOURCE-project de wereld niet zal veranderen. SOURCE is een voorbijkomend spoor, we denken daar ook ons voordeel mee te kunnen doen, het breidt namelijk ons netwerk uit, je komt namelijk met andere organisaties in aanraking. Het hoofdspoor is helder, dat is het hele mestverhaal. Binnen LTO leeft wel de gedachte dat er een fosfaattekort aan zit te komen. Tijdens presentaties[44] spiegelen ze dit wel, dat dergelijke scenario’s denkbaar zijn. Alleen dan krijg je spanningsveld tussen het korte termijn (opbrengstprijzen die onderdruk staan, investeringen die je moet doen) en lange termijn. De oplossing hoeft niet vandaag of morgen gerealiseerd te zijn, mest gaat toch weg op dit moment. Met SOURCE maken we andere partijen deelgenoot van ‘ons’ probleem en zo zoeken we naar oplossingen en zo mobiliseer je een hoop kennis en kunde en kun je ook innovaties realiseren. Het SOURCE-project is ook een soort van mobilisatie. Als hier eenmaal geen fosfaten meer beschikbaar zijn dan zijn we te laat, dus we kunnen beter nu beginnen.”

Redenen voor initiëren van centrale projecten
Net zoals voor NS geldt aldus Kiestra, hebben waterschappen projecten omtrent het terugwinnen van fosfaten op RWZI’s (zie hoofdstuk 3) om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn om het systeem te verbeteren. Cora Uijterlinde werkt namens de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) ook aan dergelijke projecten. Zoals de naam al deels zegt is het hun taak om te voldoen aan de behoefte tot kennis die er onder waterschappers (zij doen dit ook voor andere actoren verbonden aan de watersector) leeft. Ze doen dit vanuit duurzaamheidoogpunt. Ook heeft STOWA het project ‘RWZI 2030’ (mede)geïnitieerd. In figuur 4.1 is te zien (uitkomsten van een workshop met allerlei actoren uit de watersector) dat ‘nutriëntenterugwinning’ een vierde plaats behaalde bij de factor ‘invloed’ omtrent toekomstscenario’s voor RWZI’s in 2030 (Roeleveld *et al.*, 2010). Hieruit

[44] Zoals op de STOWA-platformdag van 18 februari 2009 waarin Wiebren van Stralen (Beleidsadviseur LTO Nederland) het dreigende fosfaattekort inderdaad benoemde.

kan opgemaakt worden dat nutriëntenterugwinning volgens de actoren uit de watersector zeker in de toekomst een rol moet gaan spelen.



Figuur 4.1 Geprioriteerde invloedsfactoren voor de RWZI 2030 (Roeleveld et al., 2010).

Het enige fosfaatrecyclingproject wat gefunctioneerd heeft en waarschijnlijk opnieuw in werking wordt gesteld is de samenwerking tussen Thermphos en SNB (zie hoofdstuk 3). Willem Schipper geeft als reden voor dit initiatief: "Thermphos zet graag iets op rondom recycling en duurzaamheid, tenminste als het geen geld kost. Daarnaast maken wij ons minder afhankelijk van leveranciers, die nog weleens gekke dingen willen doen, dus het is aan alle kanten mooi meegenomen." Ze willen secundaire fosfaten graag innemen, zolang het product voldoet aan de scheikundige eisen[45] en kostentechnisch uit kan. Uiteraard hebben ze ook een eigen belang, namelijk dat zij als koploper inspelen op de dreigende fosfaatschaarste en de daaraan gekoppelde prijsstijging van fosfaaterts. Ook is de verwachting dat er meer fosfaatrijke reststromen op de markt zullen komen. Zo verzekeren zij zichzelf van bestaansrecht in de verre toekomst. In die zin heeft Thermphos voor de toekomst een belangrijke reden om te werken aan fosfaatrecycling.

ICL Fertilizers Europa gebruikt als input fosfaaterts en is daarmee eveneens als Thermphos afhankelijk van fosfaaterts. ICL bezit in tegenstelling tot Thermphos wel hun eigen fosfaatgroeve in de Negev Woestijn. Zoals ook te zien is in hoofdstuk 3 is ICL met allerlei pilotprojecten bezig of heeft ze uitgevoerd omtrent fosfaatrecycling. Zij kunnen na een technische aanpassing zowel assen als struvieten gebruiken in hun P, K productieproces. Kees Langeveld (president ICL en CEO) zegt: "Het moet wel economisch haalbaar zijn, we doen het niet uit idealistisch oogpunt. We willen best vergroenen en een functie vervullen in het hergebruik maar niet ten koste van onze economie." Net zoals Thermphos zouden zij ook best een centrum willen worden waar organisaties hun fosfaatrijke afvalstoffen kunnen inleveren voor hergebruik. Mits de afvalstoffen uiteraard voldoen aan hun eisen. "De ervaringen die we nu opdoen met de pilotprojecten zullen belangrijk worden in de toekomst. Als je puur naar deze locatie kijkt moet je realistisch zijn over de vraag of over 50 tot 70 jaar deze locatie nog bestaat op de huidige manier van opereren. Want Nederland is niet het goedkoopste land qua arbeidskrachten en milieumaatregelen. Dus als deze fabriek afgeschreven is kun je hem beter ergens anders opbouwen. Je moet dus eigenlijk een verzekeringspolis voor dit bedrijf opbouwen. Die polis kan zijn het herverwerken van lokaal

[45] Zie voor de scheikundige eisen het artikel 'Phosphate recycling in the phosphorus industry' (Schipper *et al.*, 2004).

fosfaatrijk afvalmateriaal." ICL en Thermphos hebben dus dezelfde reden om zich in te zetten voor fosfaatrecycling.

Bij SNB ligt dit anders. Zij hebben als input geen fosfaaterts maar slib van RWZI's dat zij verwerken. Als zij de fosfaatrijke assen niet afvoeren naar Thermphos kost hen het op dit moment meer geld om ze af te zetten naar andere industrieën waar de fosfaten verloren gaan. Dit vormt op dit moment geen economisch probleem voor SNB en is ook niet de primaire driver. Toch zijn zij op zoek naar duurzame alternatieven op het gebied van fosfaatrecycling. Een serieuze optie is het implementeren van het ASH-DEC concept te Moerdijk. Marcel Lefferts (directeur SNB) vat hun visie samen: "De hamvraag is hoe actief wij moeten zijn in alternatieve verwerkingsprocessen. Wij kunnen hier een installatie bouwen om slibas te verwerken tot kunstmestbestanddeel (bijvoorbeeld ASH-DEC), maar dat is niet zonder risico's. Je kan te maken krijgen met defecten aan de installatie en een stagnerende afzet. De vraag is of wij alleen onze nek moeten uitsteken. Wellicht is er een manier om de risico's te delen met andere partijen zoals het Ministerie van LNV. We hebben het immers over een probleem dat ons straks allemaal aangaat." (SNB, 2009b) Constateerbaar is dat SNB niet een hele sterke en primaire reden heeft om fosfaten te recyclen anders dan onder de noemer 'duurzaamheid'.

Over de reden dat Duynie als inkoper van reststromen uit de voedselindustrie fosfaatrijke afvalstromen wil hergebruiken zegt Mike Litjens het volgende. "We zien het primaire als een kans om ons servicepakket naar onze toeleveranciers uit te breiden. Daarnaast denken wij er geen of niet veel geld mee te verdienen en dit is ook van ondergeschikt belang, uiteraard werken wij naar een bedrijfsvoering met een positief resultaat. Het is beter als wij kunnen zeggen dat we alle reststromen kunnen afnemen dan dat we zeggen we willen alleen de mooie stromen hebben. Daarbij komt nog dat het voor de voedselindustrie geen 'core business' is om struviet af te zetten. De rol van Duynie in de afname en verwerking van struviet is belangrijk om deze route van P-hergebruik te laten slagen." Ze zien het dus als een extra service richting haar klanten en als een business oppertunity. Ze willen deze service in de toekomst ook aanbieden aan andere bedrijven zoals zuivel- en aardappelverwerkende industrieën. Ze willen graag een bedrijf worden waar bedrijven struvieten kunnen inleveren. Verder zegt Litjes: "Duurzaamheid is bij ons niet een echt groot issue. Het bedrijf is namelijk in 1968 opgericht als recyclingbedrijf." Met andere woorden Duynie heeft nooit iets anders gedaan dan recyclen en is daarom in principe een duurzame onderneming. Ook zij willen handelaars en eventueel een bewerkingscentrum worden van fosfaatrijke afvalstromen. Daarnaast kennen zij de aardappelverwerkende toeleverancier Lamb Weston / Meijer ook goed en hebben vertrouwen in elkaar.

Orgaworld wil als potentiële koploper met in hun Greenmills concept vanuit reststromen (uit vergister en AWZI) een organische NPK mestkorrel maken. Dit heeft twee hoofdredenen. Het is logischerwijs een business oppertunity en sluit aan bij de fosfaatrecyclinggedachte. Ook zij zijn bereid om in de toekomst fosfaatrijke afvalstromen van andere bedrijven in te nemen en te hergebruiken.

4.3.3 Ontbreken van stimulerend beleid

In §4.2.1 is beschreven dat de Nederlandse overheid en ook de EU geen doelstelling en beleid hebben ten aanzien van fosfaatrecycling. Mochten ze wel beleid of een doelstelling

opzetten dan kan dit dienen als incentive/ reden/ driver voor het versneld opzetten van fosfaatrecyclingprojecten.

Kaj Sanders (VROM) erkent dat er nog geen beleid is: “Het beleid op gebied van fosfaatrecycling staat nog in de kinderschoenen, er is nog geen visie.” De Nederlandse overheid zou een voorbeeld kunnen nemen aan de Zweedse doelstelling. Daar heeft de overheid een serieus doel geformuleerd. “Voor 2015 moet minimaal 60% van de fosfaten in afvalwater heropgeslagen worden in productieve grond, waarvan de helft op landbouwgronden.” (SEPA, 2002) Momenteel wordt ongeveer 20% van de fosfaten gerecycled (Rosemarin, 2010a) met dien verstande dat een deel van het RWZI-slib als meststof op landbouwgronden wordt gebracht. Nederland kan ook een voorbeeld nemen aan Deense en alweer Zweedse overheid. Zij verplichten de herwinning van fosfaat uit verbrandingsas van rioolslib (de Haes *et al.*, 2009). Dit advies is overgenomen in het beleidsadvies aan Minister Verburg (Weijden, 2009).
De meeste actoren kunnen zich vinden in een dergelijke overheidsdoelstelling, er zijn meerdere opties. Een aantal actoren komt met een andere mogelijke doelstelling of wetgeving. Swart (STOWA) oppert: “Bijvoorbeeld 10% van de fosfaten die in de landbouw worden gebruikt moet herwonnen zijn, dan komt er zowel een impuls voor NS als het winnen van fosfaat op RWZI’s.” Grietje Zeeman zegt dat het hergebruik van fosfaat sneller economisch haalbaar wordt als een financiële prikkel zit op het hergebruik van fosfaat. “Je verwacht wel dat de overheid een visie heeft op fosfaat. Kennisinstituten komen met nieuwe ideeën/technieken die aan zouden moeten sluiten op een overheidsvisie. De overheid had stappen moeten ondernemen.” Orgaworld zegt dat de overheid handelbevorderende maatregelen kan treffen om fosfaatrecycling onder de aandacht te brengen. Bart Raedts zegt: “Misschien kan de overheid de prijzen van reguliere kunstmest extra belasten.” Hetzelfde idee wordt geopperd door de studiegroep ‘Leefomgeving en natuur’ in het kader van een “brede heroverweging’ voor het Ministerie van Financiën. Deze studiegroep is één van de twintig commissies die hebben bekeken waar bespaard kan worden op de rijksbegroting. Ook zij pleiten voor een heffing op fosfaatkunstmest afkomstig van fosfaaterts (Natuur, 2010).

Wat opvalt bij bedrijven zoals SNB, ICL, Orgaworld, Thermphos is dat zij als koploper haar potentiële recyclingprojecten graag meer gefaciliteerd willen hebben door de overheid of banken. Kees Langeveld (ICL) verwoordt het als volgt: “Overal waar onze initiatieven op stuk gaan is op het feit dat als wij investeringen doen niemand een garantie geeft als er in kink in de kabel komt (bijvoorbeeld dat een bedrijf op een gegeven moment niet meer haar assen kan leveren). Dan zou de overheid een garantie kunnen geven voor het lange termijn. Ook lopen subsidieprogramma’s in Nederland vaak voor een relatief korte termijn en daarom komen er weinig initiatieven van de grond.” Uiteraard kan ICL ook met de industrie leveringsgaranties afsluiten, alleen loopt het hier vaak op stuk. De bedrijven durven dit niet aan voor een langere periode (zeg minmaal 10 jaar). ICL wil op zijn minst de investeringskosten (aanpassing productieproces) terug krijgen mocht een bedrijf niet kunnen voldoen aan het leveringscontract. Ook Leon Korving zou geholpen zijn met een overheidsgarantiefonds voor eventueel aanpassingen van de verbrandingsinstallatie aan het ASH-DEC concept om zodoende kunstmest te kunnen produceren. Als de overheid mede investeert draagt de koploper niet het volledige risico, ze steken ten slotte al hun nek uit terwijl de noodzaak daartoe er nog niet is.

Een ander punt dat bedrijven over het algemeen noemen is vergunningverlening. Zo neemt Thermphos tijdelijk geen ijzerarm as van SNB meer in omdat zij niet kunnen voldoen aan de emissie-eisen uit de Wm-vergunning. ICL kan geen assen innemen als grondstof omdat het de maximaal toelaatbare normen overschrijdt uit de Wm-vergunning. Uiteraard moet voldaan worden aan de milieuwetgeving, maar de actoren opereren ook dat het bevoegd gezag (provincie) wel wat meer mag meedenken in plaats van tegenwerken. Fosfaatrecycling draagt bij aan oplossing van een milieuvraagstuk en waarom zou het bevoegd gezag dan niet flexibeler/ pro-actiever mee kunnen denken?

Ondanks dat de Nederlandse overheid geen garantiefondsen ter beschikking stelt subsidiëren zij of provincies wel een aantal pilotprojecten. Zoals SOURCE, Betuwse kunstmest, project 'Kunstmestvervangers', (onderzoek)activiteiten van Orgaworld en Duynie. Dit geeft wel aan dat zij fosfaatterugwinning en eventueel hergebruik belangrijk vinden en in die zin ook erkennen. Er is echter geen structureel subsidieprogramma voor centrale of decentrale fosfaatrecyclingprojecten en spelen ze een financiële ondersteunende rol dan een proactieve. Hetzelfde geldt voor de EU. Ze heeft geen beleid maar steekt wel geld in onderzoeksprojecten rondom fosfaatrecycling zoals het SUSAN project, en het onderzoek in uitvoering van Smit, Schröder, Rosemarin en Cordell in opdracht van de EC.

Het is ook nog maar de vraag welke ministeries beleid gaan formuleren en ten uitvoer brengen. Het probleem heeft in eerste instantie raakvlakken met LNV en VROM. Maar zij zitten er allebei verschillend in, simplistisch zou gesteld kunnen worden dat LNV deels de veroorzaker is van het fosfaattekort door al hun veehouders en akkerbouwers. VROM is verantwoordelijk voor het milieuvraagstuk, waaronder het dreigende fosfaattekort zou kunnen vallen. Deze verdeling (wie is de probleemhouder?) wordt benoemd als een remmende factor door bijna alle geïnterviewden. Daarmee hangt samen 'verkokering', de geïnterviewden weten niet waar ze aan moeten kloppen voor subsidies.

4.4 Alternatieve technologieën voor P-terugwinning en hergebruik

4.4.1 Onzekerheid

De geïnterviewden zijn allemaal van mening dat fosfaatterugwinning en hergebruik nog in de kinderschoenen staan. De factor onzekerheid[46] speelt volgens de geïnterviewden in de beginfase van een transitieproces zeker een rol. In deze fase zijn nog een heleboel vragen zowel rondom het thema terugwinning als rondom het thema hergebruik, zoals:

- hoe groot zijn de kosten en baten voor NS-projecten afgezet tegen het huidige systeem, rekening houdende met verzonken kosten;
- kan fosfaat het beste gewonnen worden uit zwart water of zouden we ons moeten richten op urine;
- moet een waterschap nu inzetten op recycling bij RWZI's of NS-projecten of een mix hiervan;
- hoe zit het met de beheersaspecten rondom NS-projecten en ontstaat er een probleem als er in de toekomst veel NS-units gemanaged/onderhouden moeten worden;

[46] De onzekerheid wordt niet alleen gevoed door technische en sociale onzekerheden rondom alternatieven. Ook hangt het samen met het feit dat in de beginfase van een transitieproces iedereen zijn eigen belangen en doelen nastreeft. Het gevolg zijn onzekere uitkomsten wat leidt tot onzekerheid bij actoren.

- zouden we misschien niet gewoon vloeibare urine als meststof kunnen gebruiken;
- hoe ziet de afzetmarkt van fosfaatrijke meststoffen eruit;
- laat de meststoffenwetgeving handel in dergelijke meststoffen toe;
- in welke vorm kan de meststof het beste verhandeld worden;
- enzovoorts…..

Voor enkele actoren staat wel vast welk fosfaatrecyclingproject de juiste route is, dit zijn vooral actoren die zich bezig houden met en geloven in centrale projecten. De geïnterviewden die zich voornamelijk bezighouden met decentrale oplossingen laten beide opties over het algemeen nog open maar hebben toch voorkeur voor NS-projecten.

Er is volop discussie gaande over de vraag welke kant het nu op zou moeten gaan, alle scenario's zijn op dit moment nog mogelijk. Het is nu nog niet te zeggen welke van de mogelijke combinatie nu de beste (duurzaamste) oplossing is. Op deze vraag komt ook geen antwoord. Zoals Pannekoek (NWP/ NFTG) zegt: "Het is net zoals met de energiecrisis, er is niet één oplossing. Het is een combinatie van oplossingen die je in staat stelt om misschien het hele probleem op te lossen. Maar geen enkele oplossing kan op zichzelf het probleem fosfaatschaarste oplossen." Voor bedrijven geldt vaak dat als het economisch gewin oplevert ze het recyclingproject opzetten. De overheid heeft nog geen beleid dus zal voorlopig ook nog niet sturen in een bepaalde duurzame fosfaatrecyclingpad dat voor de maatschappij het beste is.

Iedere actor is het er wel over eens dat er weinig tot geen grote technische belemmeringen zijn. Dat betekent niet dat er geen technologisch onderzoek meer gedaan hoeft te worden. Organisaties zoals STOWA, kennisinstituten, ICL, DeSaH, Orgaworld en diverse waterschappen zijn volop bezig om technieken te optimaliseren of om te onderzoeken welke technologie of technologisch traject geschikt is.

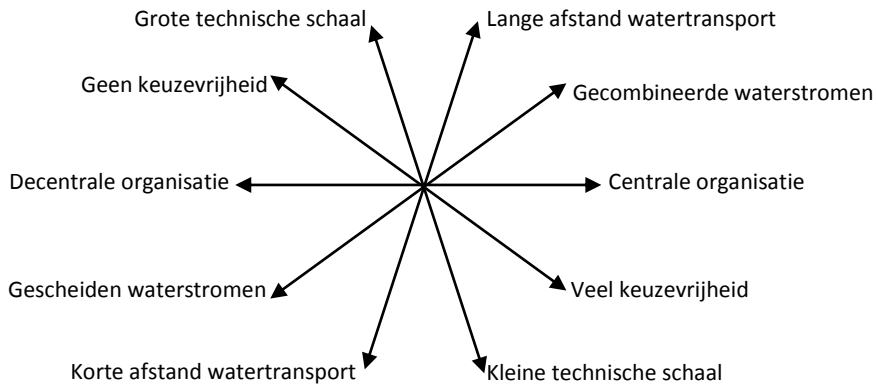
4.4.2 Terugwinning: centraal versus decentraal, urine versus zwart water

Uit de 'modernized mixture approach', en studies van van Vliet en Hegger zijn enkele variabelen geselecteerd en toegevoegd (B. van Vliet, 2006; Hegger, 2007). De sociale als technische variabelen zijn karakteristieken/ indicatoren waarmee gestructureerd gekeken kan worden naar de verschillen tussen centrale en decentrale systemen. In figuur 4.2. zijn de indicatoren schematisch weergegeven. Aan de hand van deze variabelen worden de voor- en nadelen genoemd door de geïnterviewden omtrent fosfaatterugwinning bekeken.

De eerste indicator is de technische schaal van een systeem. Deze is centraal, decentraal of er ergens tussen in. Tussen centraal en decentraal niveau zit geen harde scheidingslijn, het is een glijdende schaal. Zo kan de technische schaal (in de toekomst) variëren van een aantal huishoudens, een straat, een wijk of een hele stad.
Onder decentraal wordt in dit onderzoek in principe de NS-projecten verstaan. Centraal staat voor het alledaagse systeem maar ook voor moderne, op centraal niveau teruggewonnen fosfaatprojecten[47].
Het is niet zo belangrijk om te weten of een project nu centraal of decentraal is. Zoals verschillende geïnterviewden opmerken hoeft er niet gekozen te worden. De meeste

[47] De NS-projecten en fosfaatrecycling op centraal niveau zou beter 'moderne sanitatie' genoemd kunnen worden of 'gemoderniseerde mix'.

actoren zien als toekomstvisie een mix van centrale en decentrale technieken voor zich. Met als doel het selecteren en combineren van de beste eigenschappen uit centrale en decentrale systemen, dit is ook precies waar de 'modernized mixture approach' voor pleit.



Figuur 4.2 Schematische weergaven indicatoren voor zowel centraal als decentrale afvalwatersystemen.

Een tweede indicator is de afstand waarover water getransporteerd wordt. Bij centrale systemen moet het water over grote afstanden getransporteerd moet worden. Dit wordt door sommige geïnterviewden benoemd als een nadeel, het kost veel energie. Bij NS-projecten zijn de afstanden korter. Een bijkomend voordeel is dat NS-projecten energie opleveren in plaats van dat het energie kost.

De differentiatiegraad van waterstromen in het ontwerp van het systeem is de derde indicator variërend van een enkele waterbehandeling van alle stromen tot verschillende systemen/behandelingen voor verschillende waterkwaliteiten. De waterstromen kunnen als volgt gedifferentieerd worden: gecombineerd rioolwater; regenwater scheiden; regenwater en twee andere stromen scheiden zoals zwart en grijs water met aansluiting op riool (Sneek I); regenwater en twee stromen zonder rioolaansluiting (Sneek II); regenwater en drie aparte stromen (bijvoorbeeld bruin, geel en grijs water) zonder aansluiting op riolering. Onder de geïnterviewden is deze indicator een groot punt van aandacht. De vraag op decentraal niveau is complexer dan: uit welke stroom (urine, zwart water) kan op een efficiënte wijze fosfaat teruggewonnen worden? De vraag is complexer omdat uit de stroom ook bij voorkeur energie opgewekt wordt, eveneens als medicijn- en hormoon verwijdering. Meerdere aspecten hebben dus invloed op de keuze voor het afscheiden van een bepaalde stroom of stromen.
Op decentraal niveau kan gekozen worden tussen het scheiden van urine en zwart water. Als de geïnterviewden gevraagd wordt naar hun voorkeur dan hebben zij over het algemeen voorkeur voor de techniek waaraan ze werken. Grietje Zeeman zegt dan ook het volgende: "Als je een volledig decentraal concept wilt opzetten is het niet nuttig om urine af te scheiden. Als je urine en faeces samen inzamelt en anaerobe vergist dan haal je er uiteindelijk dezelfde hoeveelheid stikstof en fosfaat uit dan je met urinescheiding zal doen. En dan moet je twee behandelingslijnen hebben: één voor urine en één voor bruin water. Je kan dan ook nooit 100% scheiding tot stand brengen. Voorlopig zie ik binnen een totaal decentraal concept niet dat je daar urinescheiding in zou toepassen." Ook Scheltinga heeft een voorkeur voor het inzamelen van zwart water en dus ook het systeem waaraan hij een bedrage levert: "Ik geloof eigenlijk niet in gescheiden inzameling van urine. Qua NS geloof ik

in het DeSaH-systeem. Maar urine scheiden en de rest op het conventionele systeem, daar geloof ik niet in. Je gaat namelijk overal aparte leidingen voor aanleggen, dat kost ook een wereld aan materiaal. Dat is ook een duurzaamheidaspect wat je moet meenemen." Brendo Meulman is ook voor het inzamelen van zwart water: "Het nadeel van urine ten opzichte van zwart water is het transport per as. Dat is een probleem binnen woonwijken. In Zweden hebben ze per 6 woningen een opslagtank, die eens per half jaar geleegd moet worden. Daar zit een gemeente niet op te wachten. Je kunt wel zeggen dat de kosten niet hoog zijn, maar het gaat ook om de beeldvorming. In de jaren '50 hadden we een strontkar die door de wijk heen reed, en als we nu met urine moeten gaan slepen zijn we eigenlijk weer terug bij af. Het is een perceptie, dat beeld zit bij de mensen tussen de oren." Hij ziet ook wel enkele voordelen voor urine inzameling[48] en is er op zijn kantoor in Sneek ook mee bezig. "Een groot voordeel is dat je geconcentreerde urine hebt met veel fosfaat als je het inzamelt met bijvoorbeeld waterloze urinoirs in kantoorgebouwen. Bij zwart water verdun je eigenlijk je fecaliën met urine en de waterspoeling. De crux van het verhaal is dat het veel geconcentreerder had kunnen zijn." STOWA heeft tot Sneek I zich vooral bezig gehouden met aparte urine inzameling. Vanaf Sneek I ook met de verwerking van zwart water. Zij hebben überhaupt geen voorkeur voor een bepaalde techniek en dus ook niet voor één van de twee opties. Het is ook niet hun taak, hun taak is om de voor- en nadelen door middel van pilotprojecten inzichtelijk te maken. Ferdinand Kiestra houdt zich bezig met allerlei NS-projecten en ook met de terugwinning van fosfaten op RWZI niveau. Dankzij de kennis die hij nu op doet in allerlei projecten wordt zijn visie steeds helderder. Wat betreft fosfaten (en ook medicijnen) lijkt zijn voorkeur op dit moment uit te gaan om die terug te winnen op de zeven RWZI in zijn regio, in plaats van allerlei NS-projecten. Hij ziet mogelijkheden om 70-80% van de fosfaten terug te winnen op RWZI's en uit een analyse rondom een woonwijk in Heusden blijkt dat een nieuwe RWZI bouwen voor 800 woningen ongeveer 40% goedkoper is dan NS. In deze studie kijken ze uiteraard naar alle varianten binnen NS (studie is nog niet afgerond).

De vierde indicator van centrale en decentrale systemen is dat hoe decentraler het systeem wordt hoe meer units (gebouwen waar fosfaten teruggewonnen worden) nodig zijn ten opzichte van centralere systemen. Deze units, met daarin waterbehandelingstechnieken moeten onderhouden en gemanaged worden. Dit beheersaspect kost het waterschap veel meer mankracht en dus geld. Een groot RWZI voor bijvoorbeeld een flinke stad kan gedreven worden door een vijftal werknemers. Op de vraag of het voor het waterschap geen probleem is om zoveel units te onderhouden antwoord Kiestra: "Dat is volgens mij ook het probleem en de reden waarom ik niet voor NS of decentrale zuivering zou kiezen." De organisatie van een waterschap moet drastisch veranderd worden.

De vijfde en laatste indicator is dat het hebben van decentrale alternatieven keuzevrijheid biedt aan de actoren. De alternatieven geven de mogelijkheid om te profiteren van de lokale situatie. Zoals Bjartur Swart, die het voorbeeld geeft dat decentraal apart ingezamelde urine na hygiënisatie direct benut kan worden als meststof door de lokale akkerbouwer. Of dat het zwarte water van een straat of woonblok aangesloten kan worden op de bestaande vergister van een boerenondernemer. Of het wordt voor de boer nu interessant om er één te gaan

[48] Volgens de geïnterviewden bieden ziekenhuizen, stadions, kantoren, vliegvelden, winkelcentra en grootschalige evenementen goede mogelijkheden voor urinescheidingsprojecten omdat daar relatief veel urine per toilet ingezameld kan worden.

bouwen en zodoende zijn eigen dierlijke meststoffen te vergisten samen met het zwarte water. Zodoende produceert hij (kunst)meststoffen en energie die hij kan verkopen. Afgelegen dorpen (het is maar de vraag of dit voor Nederland geldt) zouden gebruik kunnen maken van een NS-totaalconcept. Hierdoor hoeft geen kilometers lange riolering of persleiding aangelegd te worden naar een RWZI en zodoende wordt ook het lokale milieu niet vervuild door bijvoorbeeld de nu aanwezige lekkende IBA's (Individuele Behandeling van Afvalwater). Met de bevolkingskrimp neemt in sommige regio's van ons land het debiet in de leidingen af waardoor het niet meer efficiënt is om over lange afstanden persleidingen in bedrijf te laten zijn. Uiteraard spelen de verzonken kosten van het bestaande systeem ook een rol. Zo is volgens Grietje Zeeman de kans klein dat de bestaande riolering op de schop gaat. Zij ziet ook kans om bij de aanleg van nieuwbouwwijken met een NS-totaalconcept te voorkomen dat een bestaande RWZI overbelast raakt. Zodoende kan de bouw van een extra RWZI of kostbare uitbreiding voorkomen worden. Geconstateerd kan worden dat het voordeel van de keuzevrijheid uit meerdere technologieën de kans geeft tot maatwerk. Maatwerk biedt voor lokale en specifieke situaties voordelen.

De voorkeuren voor de actoren in centrale, centrale/decentrale of decentrale technieken is weergegeven in tabel 4.1. Actoren hebben de voorkeur voor technologieën waaraan zij werken. Waterschap Aa en Maas neemt een speciale positie in, zij zijn bezig met NS-projecten als fosfaatterugwinning op RWZI's. Hun voorkeur lijkt uit te gaan naar terugwinning op RWZI's.

Actor	Decentraal	Tussen centraal en decentraal in	Centraal
Gemeente Sneek	X	X	
De Wieren	X	X	
DeSaH	X	X	
WUR	X	X	
Waterschaap Aa&Maas		X	
Orgaworld		X	
GMB		X	
Duynie		X	
Thermphos			X
SNB			X
ICL			X

Tabel 4.1 De voorkeuren van de actoren voor centrale, centrale/decentrale of decentrale technologieën[49].

4.4.3 Voor- en nadelen fosfaatrecyclingroutes

Er zijn tal van fosfaatrecyclingroutes zoals te lezen is in hoofdstuk 3, ook bestaat de mogelijkheid om elementen uit verschillende routes met elkaar te combineren. Er zijn legio mogelijkheden om fosfaten te recyclen uit afvalwater, struvieten assen of andere fosfaatverbindingen. Op decentraal niveau teruggewonnen struvieten kunnen op centraler niveau hergebruikt worden. Struvieten kunnen gewonnen worden uit zwart water, urine, op RWZI's en AWZI's. Daarnaast bestaat de route dat waterschappen op hun RWZI het fosfaat neerslaan met aluminium en de aluminiumfosfaten worden naar SNB getransporteerd. Zij kunnen het slib verbranden en de ijzerarme assen transporteren naar Thermphos die er fosfaatderivaten van maakt. In de toekomst gaat SNB misschien via het ASH-DEC concept

[49] Een viertal actoren hebben een X staan bij 'decentraal' en 'tussen centraal en decentraal in' omdat NS-projecten nu nog decentraal zijn maar in de toekomst de grote van een RWZI kunnen bereiken.

assen verwerken tot kunstmest. Thermphos gebruikt ook calciumfosfaat afkomstig van de kalvergierinstallatie te Putten en calciumfosfaat afkomstig van de korrelreactor te Geestmerambacht. ICL is eveneens geïnteresseerd in fosfaatrijke assen, struvieten en ander fosfaatrijke stromen om er een kunstmest van te maken. Duynie en Orgaworld zijn geïnteresseerd in struvieten en andere fosfaatrijke stromen. GMB wint struviet uit urine.

Vanuit fosfaatrecycling perspectief pleit Schipper (Thermphos) voor zijn routing. “Er zijn heel veel initiatieven zoals decentraal en de korrelreactor. Korrelreactor dat kost erg veel geld en heeft een relatief lage efficiëntie, ongeveer 60% van de fosfaten wordt teruggewonnen, via as is het meer dan 90%. Het vraagt investeringen, is minder efficiënt en vraagt operationele kosten. Terwijl als je dit vergelijkt met overgaan op RWZI’s van ijzerdosering op aluminium is dat een fractie van de kosten. Met de bestaande infrastructuur kan je alle rioolfosfaten zuiveren. NS en Korrelreactor zijn duurder dan dosering van aluminium wat ongeveer 30.000 euro per grote zuivering kost. NS kost verschrikkelijk veel aan infrastructuur, vanaf de wc tot waar je het wil gaan behandelen, plus het fosfaatrendement is lager. De assen worden dan ook voor Thermphos onbruikbaar en moeten dus gestort worden. Voor ons is nu wel duidelijk dat als je het voor fosfaatrecycling wil doen je niet moet inzetten op decentraal.“
Leon Korving pleit ook voor centraal of recycling op de RWZI’s: “Als het puur en alleen gaat om fosfaatrecycling dan moet je NS niet doen. Er zitten wel andere voordelen aan NS zoals je misschien stikstofverwijdering efficiënter kan doen en daardoor je zuivering goedkoper kan doen. Maar misschien kan je ook wel op de RWZI stikstof efficiënter zuiveren in de toekomst.” “Enerzijds belooft NS een kostenbesparing omdat je technisch efficiënter kunt zuiveren en van de andere kant loop je tegen kostenverhogingen aan omtrent beheers- en organisatiekosten.”
Andere voordelen van deze routing zijn de grote hoeveelheden fosfaten die in hoge concentraties aanwezig zijn. Bij NS-projecten en de recycling uit urine ontbreekt het aan die relatief grote hoeveelheden geconcentreerde fosfaten. Korving: “90% van de fosfaten in het afvalwater wordt gezuiverd en komt terecht in het slib op het RWZI en dus ook in ons as. Thermphos is een interessante route. In het afgelopen jaar hebben wij 6000 ton (= 600 ton P) as afgezet naar hen. Dit komt overeen met fosfaatuitscheiding van ongeveer 1 miljoen mensen. Ga maar eens kijken naar wat al die struviet-pilotprojecten hebben opgeleverd tot nu toe aan fosfaatrecycling. Door dat jaar productie hebben wij volgens mij het wereldrecord fosfaatrecycling in handen. Ook in Vancouver[50] heb ik niemand gehoord die zoveel fosfaatrecycling heeft bewerkstelligd. Ook al is het maar een klein gedeelte van onze omzet (10%), wij verwerken een kwart van alle afvalwater van Nederland. Dat is van 4 miljoen mensen plus 4 miljoen i.e. van de industrie dus bij elkaar verwerken wij 8 miljoen i.e. Stel voor dat ze op een grote RWZI een struvietinstallatie neer willen zetten, wat uniek zal zijn, dan nog zal het minder zijn dat wat wij hier doen. Sneek II is momenteel dus ook nog peanuts. Ook zit het fosfaat in ons as geconcentreerder dan in urine.“

4.4.4 Afzetmarkt: meer aandacht gewenst voor de afzet van struvieten

Fosfatenterugwinning is niet het einddoel, het einddoel is het recyclen van fosfaten. Dit aspect wordt bij NS-projecten momenteel nog weleens over het hoofd gezien. Grietje Zeeman ziet het als verschillende stappen die je in de loop van een ontwikkelingsproces moet maken. “Het is een heel nieuw concept en we zijn er in 2001 mee begonnen met bewust een beperkte groep en beperkte hoeveelheid aan insteken omdat we niet overal

[50] Korving doelt op de ‘International Conference on Nutrient Recovery From Wastewater Streams Vancouver, 2009’

mee konden beginnen. De technologie moest ontwikkeld worden en het moest gedemonstreerd worden. Momenteel worden de technieken verder geoptimaliseerd. Op een gegeven moment kom je bij het punt dat je producten gaat maken en dat je de landbouwpartijen erbij moet betrekken. Dat moment is nu aangebroken. Het zou goed zijn als we een traject kunnen opstarten waartussen we de relatie leggen tussen het product en de landbouw. Wat wil men nou, kunnen wij dat maken, en van welke kwaliteit moet het product zijn." Dezelfde vragen zouden gesteld kunnen worden voor de fosfaatindustrie. Brendo Meulman zegt: "Was het maar zo dat er veel meer aandacht is voor die afzetmarkt. Hoe die reageert en waarom die reageert zoals ze doen, wat zijn de echte redenen. Wat kun je straks met fosfaat en is daar überhaupt een markt voor? En zo niet hoe ontwikkel je die markt en waar is die allemaal van afhankelijk en dat is een enorm lastig verhaal." Ook Kiestra zegt hierover: "Uiteindelijk moet de afzet van struviet kunnen maar je moet beter aansluiten bij de marktbehoefte en dat doen we nog onvoldoende, volgens mij. We kijken wat we kunnen maken en dat doen we dan ook en dan vragen we; joh zou jij het willen hebben. Dat is verkeerd. Want wat je nu gaat doen is een nieuwe keten inrichten, dan moet je wel de laatste schakel, afzet naar de markt ook hebben. Anders sta je dadelijk voor een ravijn en gebeurt er niks. De landbouw missen we nog heel erg." Kees Langeveld (ICL) onderschrijft dat zij er graag meer bij betrokken zouden willen worden: "Volgens ons zou de industrie er meer bij betrokken moeten worden tijdens het voorveld; van wat kunnen jullie en waar kunnen we oplossingen vinden. Dit begint nu een beetje opgang te komen."

Hoge concentraties, grote volumes, constante samenstelling meststoffen

Omdat SNB de hoogste concentratie en volume aan fosfaatassen heeft liggen hebben zij kansen. Korving zegt: "Een van de grote problemen dat struviet niet doorbreekt is dat het op kleine schaal wordt toegepast, zeker als je het afzet tegen de kunstmestindustrie." Kees Langeveld (ICL) ziet de kleine schaal van NS-projecten als een nadeel: "Fosfaatherverwerking is geworden tot een soort hobbyisme van wetenschappers, met alle respect voor de wetenschappers. Wetenschappers hebben allerlei technologische oplossingen gevonden, ze zijn alleen vergeten naar één ding te kijken. Namelijk de vraag te stellen wat doen wij met het eindproduct en waar kunnen we het kwijt. We vinden het allemaal prachtige oplossingen, werkelijk om je vingers bij af te likken. Maar dan heb je producten die niet te vermarkten zijn of men heeft er helemaal niet over nagedacht. We zijn ook op fosfaatconferenties geweest, en dan hoor je het voorbeeld dat struviet een hartstikke waardevol product is zoals in Japan waarbij ze struviet gebruiken voor speciale orchideeënpotplanten, dan kunnen ze 10 ton per jaar afzetten, nou dikke mik. Maarja het probleem is veel groter, het bulk probleem zul je moeten oplossen in het bulkgebruik en niet in nichemarkten, want daar kom je er niet mee. Dat is een prijs die je ervoor moet betalen. Uiteraard zul je altijd wel een nichemarkt vinden waarvoor het product precies geschikt is en je gigantisch hoge prijs krijgt. Maar maak alstublieft niet je economische haalbaarheid op die basis want je gaat de mist in. Die fouten worden zoveel gemaakt."

Door de geïnterviewden wordt de constante samenstelling over tijd als voordeel van het terugwinnen van fosfaten op centraal niveau gezien. Bij NS wordt de fluctuerende samenstelling van struviet als nadeel beschouwd. Volgens de meststoffenwetgeving mag de samenstelling van een meststof niet te veel afwijken van bepaalde concentratiewaarden. Als struviet op grote schaal gewonnen wordt, is de samenstelling meestal ook constant of anders kan dat door menging bereikt worden. Kleine hoeveelheden struviet zijn lastiger af te zetten als meststof of halffabricaat omdat de samenstelling sterk fluctueert. Dit probleem

valt volgens sommige actoren op te lossen door het te vermengen/versnijden met andere struvieten of meststoffen om zo de juiste samenstelling te genereren.

Wettelijke erkenning struvieten

Een remmende factor is dat in Nederland struvieten nog niet verhandeld en gebruikt mogen worden als meststof. Tot op dit moment wordt struviet juridisch gezien als een afvalstof of reststof. In meer detail mag struviet niet in de EU en Nederland verhandeld en gebruikt worden als EG-meststof, omdat geen enkele struviet van een Nederlandse producent onder EU verordening 2003/2003 valt (hoofdstuk 1, bijlage 1). Men dient het vervolgens nationaal te regelen.

De eisen die aan meststoffen worden gesteld in Nederland zijn gedetailleerd vastgelegd in een protocol en in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet (Dijk *et al.*, 2009). Voor een achttal zware metalen en groot aantal (32) organische microverontreinigingen zijn maximaal toelaatbare gehalten vastgesteld per kilogram 'waardegevend bestanddeel' (hieronder worden NPK verstaan). Verder moet het productieproces en de samenstelling exact bekend zijn. Ook de landbouwkundige werking en milieuaspecten moeten wetenschappelijk aangetoond worden.

Litjens (Duynie) heeft oktober 2009 een verzoek ingediend bij Dienst Regelingen van LNV. Zij hebben het doorgespeeld aan de CDM werkgroep 'toetsing meststoffen'. Zij oordelen aan de hand van het protocol en de eisen positief of negatief. Bij een positief oordeel kan de directie van Agroketens en Visserij namens de Minister van LNV besluiten om deze meststof op te nemen in Bijlage Aa van Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Als deze stof hierop staat mag zij toegepast worden als meststof in Nederland. Voor de procedure staat 13 weken.

Het vervelende is dat niet elk struviet hetzelfde is. Struvieten worden onder andere gemaakt uit afvalwater met verschillende samenstelling en dus vervuilingen. Daarom is het nog onduidelijk hoe in de toekomst Bijlage Aa vorm gaat krijgen. Dit heeft op dit moment consequenties voor producenten van struvieten. Ten eerste is het nog onduidelijk of struviet wettelijk gezien gaat worden als meststof. Ten tweede is het nog de vraag of dat het struviet van Duynie erkend wordt als meststof en of het struviet van een andere producent (en dus afkomstig van ander productieproces) daaronder gaat vallen. Als dat niet zo is moeten zij zelf opnieuw een verzoek tot toevoeging aan bijlage Aa indienen. Deze procedure kost tijd en geld om de noodzakelijke wetenschappelijke onderbouwing rond te krijgen. Daarom zou het fijn zijn als andere bedrijven niet meer de procedure hoeven te doorlopen. Litjens (Duynie zegt: "Men is er wel blij mee dat wij de brug naar de landbouw (vermarkten) proberen te slaan. Wij gaan de regelgeving proberen te regelen ...." Dat voor andere bedrijven dit een rol speelt geeft Bovee (Orgaworld) aan, hij zegt: "Ook concurrenten effenen de weg/ het speelveld, we hebben gezamenlijke belangen. Hierdoor wordt het voor ons makelijker om het project op te zetten. Samen kunnen we misschien ook de kunstmest verdringen en dat is het grotere doel. Het is natuurlijk een gevestigde industrie van 100 jaar of ouder met hele grote installaties en ongelooflijk sterke lobby. Het proces gaat langzaam."

Als struvieten of andere fosfaatzouten worden gebruikt als halffabricaat voor de kunstmestindustrie, dan moet het eindproduct voldoen aan de normen betreffende kunstmesten. Als zij aan de normen voldoen is de kunstmest gecertificeerd. ICL voorziet hier in principe geen problemen, de vraag is of het economisch uit kan. In Duitsland en Oostenrijk zijn meststoffen gemaakt uit assen via het ASH-DEC proces al toegestaan voor gebruik in betreffende landen. SNB laat momenteel via het ASH-DEC concept hun assen verwerken tot kunstmest om zodoende de kunstmeststof gecertificeerd te krijgen.

4.4.5 Afzetmarkt: belangstelling & afzetmogelijkheden struvieten kunstmestindustrie

Struvieten kunnen dienen als eindproduct (meststof) en grondstof voor de kunstmestindustrie. Als struviet als meststof wordt toegediend is het belangrijk dat het product qua samenstelling redelijk constant is over tijd, droog, een landbouwkundige waarde heeft en geen milieukundige bezwaren zijn (omtrent de zware metalen concentraties en geen schadelijke verontreinigingen als pathogenen, medicijn- of hormoonresten). Als struviet gebruikt wordt als grondstof in de kunstmestindustrie dan zijn de eisen afhankelijk van het productieproces waarmee het verwerkt wordt. Het ASH-DEC concept stelt andere eisen aan de grondstof dan bijvoorbeeld ICL. ICL heeft het liefst ook dat het product aan bovenstaande eisen voldoet omdat het dan zo eenvoudig mogelijk en dus zo goedkoop mogelijk in hun productieproces past. Bij het ASH-DEC concept worden de zwarte metalen en andere verontreinigingen wel afgebroken.

Momenteel zijn op NS gebied nog maar kleine hoeveelheden struviet geproduceerd. In de toekomst zullen die hoeveelheden toenemen, maar ze blijven relatief klein. De route naar de kunstmestindustrie voor separate kleine partijen struviet is onrealistisch. De enkele kilo's struviet van Sneek I worden voor eigen gebruik gebruikt op tuinen of gemeentelijke plantsoenen. Meulman vraagt zich af: "Waarom zou je het samen willen doen met de kunstmestindustrie, wat is hun belang om 0,1% van hun eigen dagelijkse volume binnen te krijgen aan struviet? Waarom zouden ze daar iets voor willen optuigen? Misschien dat een Intratuin wel belangstelling heeft om het voor ons af te zetten. Ook als je om tafel zit met de kunstmestindustrie ben je feitelijk aan het concurreren met de prijs die zij betalen voor hun fosfaaterts. Dat heeft helemaal geen zin, want je maakt het voor een vele hogere prijs." De prijs heeft niet alleen te maken met het productieproces maar ook dat de kunstmestindustrie aan zijn winsten komt door bulkverkoop. Het draait om de verkoop van grote volumes, per ton hebben zij maar een relatief kleine winstmarge. Kleine hoeveelheden struvieten die geproduceerd worden op NS gebied worden op economische basis nog niet afgezet. Het staat nog in de kinderschoenen. In het SOURCE-project gaan ze ook kijken hoe ze hun struvietkorrel kunnen gaan afzetten. Kiestra zegt dat het afhangt van de kwaliteit. "Als je een mooie korrel hebt kun je daar waarschijnlijk wel geld voor krijgen, als je troep hebt (te nat) gaat er niemand voor betalen."

Voor struvieten (zoals MAP) of andere fosfaatrijke stromen (aluminiumfosfaten, calciumfosfaten, magnesiumfosfaten) die op grotere schaal gewonnen worden bij RWZI's of AWZI's hebben kunstmestindustrieën in principe wel interesse, tenminste volgens ICL. Langeveld: "Ja we hebben zeker interesse. We kunnen het bewijze van spreken morgen al gebruiken. Heel recent hebben we magnesiumfosfaat getest, mooi product, erg droog en daarvan zouden we in principe een goed percentage in kunnen zetten." Momenteel hergebruikt ICL nog geen struvieten of fosfaatrijke stromen om de reden die is genoemd in §4.3.3. Een enkele mestdeskundige is ook kritisch en ziet het lonken van de kunstmestindustrie (wat mogelijk eveneens kan gelden voor de fosfaatgebruikende industrie) als 'green-washing'. "Ik heb het gevoel dat de kunstmestindustrie op de rem willen trappen en geen enkele reden hebben om mee te denken over alternatieven voor kunstmest. Zij hebben alleen belang bij 'business as usual'. Ze zien het wel als een probleem maar verdienen nog steeds geld met de huidige methodiek. Ook de grondstofprijs is weer normaal, waarom dan een ingewikkeld proces? Het wordt pas interessant als het een dure of schaarse grondstof is."

Een concreet voorbeeld waaruit blijkt dat de kunstmestindustrie interesse heeft in struviet is het struviet wat gewonnen wordt in Steenderen uit het afvalwater van een aardappelverwerkende industrie. Het gewonnen struviet (MAP) wordt nu naar Duitsland geëxporteerd als 'afval' en wordt door een erkend verwerker als grondstof ingezet voor kunstmestproductie. Duynie is ook bezig om dergelijke struvieten in te kopen en te verkopen. Samen met Lamb Weston / Meijer zijn zij voornemens op de struvietslurry (2000ton) afkomstig van het afvalwater van de aardappelverwerkende industrie te Kruiningen ter plekke te drogen door middel van persing. Vervolgens naar Duynie te transporteren om verder te drogen en er een poeder of granulaat van te maken. Litjens zegt: "We zijn bezig om een gedeelte zelf te verkopen, dat is heel dichtbij maar op dit moment is de knoop hiervoor nog niet doorgehakt. We hebben contact met partijen uit de kunstmestindustrie die het willen kopen als ingrediënt om er een meststof van te maken. Dat zijn partijen uit de kunstmestindustrie. Ze zijn gefocust op duurzame meststoffen en de kunstmestindustrie vindt het van extra waarde dat ze een gerecycled product inkopen als grondstof in plaats van fosfaaterts. De hoeveelheid is dus wel interessant genoeg. De kunstmestindustrie heeft ook een aantal duurzame producten, waarvoor dit ook gebruikt kan worden. Zelf kunnen we het afzetten aan akkerbouw, sierteelt, bouwkwekerijen en tuincentra. Daarnaast kijken we zelf om er producten (korrels) van te maken, en we overwegen dat om in eigen beheer te verkopen. Wat voor ons de beste manier van afzet is moet nog onderzocht worden." Duynie, Orgaworld, ICL en Thermphos en misschien in de toekomst ook nog wel andere partijen zouden diverse struvieten (ook afkomstig van NS-projecten) kunnen gaan inzamelen, bewerken en verhandelen als meststof of als halffabricaat voor de kunstmestindustrie. Mits dit voldoet aan de certificering- en reguleringsvoorschriften. Diverse geïnterviewden waaronder Cora Uijterlinde opperen dat het een goed idee is, mocht de industrie dit zelf niet op poten zetten, om een dergelijk centrum in te richten die handelt in struvieten en eventueel andere fosfaatrijke stromen. Als voorbeeld zouden de Reststoffenunie en Vliegasunie kunnen dienen. Deze organisaties vermarkten respectievelijk namens de drinkwatersector en energiecentrales (kolencentrales) hun restproducten als grondstof voor producten.

Andere factoren die meespelen met de afzetmarkt van struvieten zijn de prijs, bekendheid met marketing, het hebben van de juiste contacten en opslagcapaciteit. Zanelli (ICL) merkt op dat zij bezig zijn met Waternet (Amsterdams waterschap en drinkwaterbedrijf) om magnesiumfosfaten af te gaan nemen en die als grondstof voor hun kunstmest te gebruiken. Ook zijn zij bezig met adviesbureau DLV die op kleine schaal droge struvieten kan leveren die zij eveneens kunnen inzetten. Zanelli zegt: "ICL zegt dat het product ons zoveel waard is en dit valt dan dikwijls tegen bij de producent. Diegene ziet gouden bergen verschijnen maar zo is het niet. Wij moeten eerst gaan investeren: spul transporteren en voorbewerken. Soms blijft dan nog wel een positieve prijs over maar dat zijn geen hele hoge. Langeveld merkt op: "Als zij zelf een afzet zouden vinden in de landbouw, dan zijn ze nog afhankelijk van de seizoensmatigheid in de landbouw. Wat doen zij in de tussentijd met hun product, ze hebben vaak geen ruimte om producten te bufferen. Ze moeten een afnemer hebben die de afnamecontinuïteit kan garanderen. Dat betekent dat je om afnamezekerheid vraagt en daar staat een prijs tegenover." Uiteraard is de kunstmestindustrie ook bekend met de afzetmarkt en hebben zij een verkoop en marketingafdeling. Bij NS-projecten is dit niet zo. Duynie en Orgaworld hebben wel een verkoop en marketingafdeling en ervaring om

producten in de markt te zetten en bepaalde contacten. Bij SNB ligt dat alweer anders. Geconstateerd kan worden dat de kunstmestindustrie in deze wel een voorsprong heeft.

4.4.6 Afzetmarkt: belangstelling & afzetmogelijkheden struvieten in de landbouw

Nederland als geheel heeft een mestoverschot, de veehouders raken hun mest niet altijd even makkelijk kwijt. In 2005 heeft Nederland 7 miljoen kilogram P aan mest (voornamelijk afkomstig van pluimvee) afgevoerd naar het buitenland. Brouwers (LTO) zegt dan ook: “Op nationale Nederlandse schaal is er feitelijk geen plaatsingsruimte maar er zijn wel regionale verschillen. In Zuid-Nederland is geen ruimte maar in Noord-Nederland wel. De markt is in zijn algemeenheid wel verzadigd. Struvieten afzetten in het zuiden wordt lastiger, in het noorden lukt dat misschien wel, maar ik zie ze eerder naar het buitenland gaan.” De P-mestruimte wordt al snel opgevuld met dierlijke mest, de N-ruimte wordt dikwijls maximaal aangevuld met en N,(K) kunstmeststof.

Naast dat struviet lokaal moet concurreren met dierlijke mest zijn de mestscheidingstechnieken die voor een deel al toegepast worden ook een concurrent voor struviet. Ehlert zegt hierover: “Er wordt hard gewerkt om het fosfaatoverschot op te lossen, onder andere door de pilot ‘Kunstmestvervangers’. De mest, hetzij na vergisting hetzij zoals die aangeleverd wordt door de dieren, wordt gescheiden in een dunne en dikke fractie. Die dunne fractie wordt verder bewerkt, waarbij een minerale concentraat ontstaat wat gezien wordt als kunstmest. Maar het bevat vooral stikstofalkali, dit minerale concentraat wordt gezien als kunstmest maar concurreert in belangrijke mate nooit met struviet omdat het hoofdzakelijk N-meststof is en struviet een P-meststof. De dikke fractie (die hoofdzakelijk uit P bestaat, kan een droge geconcentreerde korrel worden) en struviet kunnen elkaar wel bijten, want ze kunnen op dezelfde markt gebruikt worden. En dan is het maar net de vraag waar heeft de ondernemer behoefte aan. Past de nutriëntenbalans die in dikke fractie aanwezig is beter bij zijn bedrijfsvoering dan die in struviet aanwezig is. Dan gaan een aantal afwegingen spelen. In dikke fractie zit veel organische stof, heeft hij daar behoefte aan? Dikke fracties kunnen voor akkerbouwers erg goedkoop zijn of ze krijgen er zelfs geld bij. Dan is de keuze vrij makkelijk. De dikke fractie is bulkie, dus je kunt de dikke fractie maar enkele tientallen kilometers van je productielocatie afzetten. Maar struviet, zeker als je hem op maat kunt snijden, dan is het een normale kunstmest en kan die net zoals kunstmest over heel de wereld afgezet worden.”

De Nitraatrichtlijn[51] gaat in 2015 naar een evenwichtsbemesting toe. Dat betekent dat een boer minder fosfaat op zijn hectare grond mag uitrijden. In de toekomst wordt de kans op het gebruik van struviet, bij een constante mestproductie dus kleiner. Schröder zegt hierover het volgende: “Als je meer dan genoeg mest mag gebruiken dan kun je als ondernemer heel luchtig zijn over het feit of het voor de volle 100% werkt of niet. Maar als je geknepen wordt in je mestgebruikersruimte dan ga je je natuurlijk iets meer zorgen maken over datgene wat je koopt; werkt het wel effectief? Kunstmest werkt in principe voor 100%. Dierlijke mest is niet voor 100% beschikbaar, net zoals struviet wat ook een slow fertilizer is.” Brouwers zegt hierover: “Struviet moet altijd concurreren met P-kunstmest, dat is de referentie. Een akkerbouwer maakt een bouwplan en daarin rekent hij niet alles in met dierlijke mest omdat die fosfaten voor een groot deel gebonden zijn. Hij wil, vooral in het begin van het groeiseizoen snelle, vrije opneembare fosfaten hebben. Struviet is een slow realizer, maar je

[51] Ter opheldering: in de Nitraatrichtlijn zijn tegenwoordig ook fosfaatnormen opgenomen.

moet feitelijk wateroplosbare fosfaten hebben die snel ter beschikking komen. Van dat soort meststoffen blijft een akkerbouwer altijd gebruik maken, hij zal nooit alles inzetten op die slowstarters. Dus struviet moet concurreren met dikke fractie en P,K kunstmeststoffen." Een andere bedreiging in de afzet voor struviet is de verwachting dat in de toekomst door mestscheiding meer P-meststoffen gescheiden worden uit dierlijke mest.

Op de vraag of Brouwers zelf struviet op zijn land zou uitrijden afkomstig van menselijke afvalwater antwoordt hij: "Op dit moment nog niet, je moet toch wel alle risico's goed in beeld hebben. Bij struviet kan ik me wel voorstellen dat het misschien nog wel mee zal vallen. Dat geldt ook voor de andere meststoffen, je moet zeker zijn dat het niet tegen je kan werken." Op de vraag of hij struviet zou gebruiken als de kwaliteit goed is, geen verontreinigingen en de prijs gelijk is aan kunstmest antwoordt hij: "Dan is er geen beperking." Hij vraagt zich wel af of de consumenten en voedselindustrie de producten zullen accepteren, hier heeft hij geen visie op. Deze aspecten zijn beschreven in hoofdstuk 3.

Veldtesten en potproeven wijzen zoals eveneens te lezen is in hoofdstuk 3, uit dat vergelijkbare resultaten met struviet behaald kan worden als met reguliere kunstmest. In dit onderzoek is niet vastgesteld dat er belangstelling is bij akkerbouwers, sierteelt, boomkwekerij voor struviet. Litjens is echter wel bezig om te afzetmogelijkheden nader te bekijken. Binnen SOURCE bestaat ook een deelproject die specifiek kijkt naar afzetmogelijkheden van struvieten/ meststoffen.

4.5 Conclusies

Geconstateerd kan worden dat enkele wetenschappers, koplopers uit het bedrijfsleven en kennisinstituten het probleem fosfaatschaarste op de agenda proberen te zetten. Het wordt echter nog niet opgepakt door de overheid. De agrariërs, kunstmestindustrie en fosfaatindustrie erkennen wel het dreigende fosfaattekort maar het probleem is nog niet voelbaar voor hen. Het is kwart voor twaalf, en de wijzers van de klok geven nog niet vijf voor twaalf aan. Het momentum wint aan gewicht maar een algemene geaccepteerde probleemdefinitie ontbreekt.

De redenen waarom geïnterviewden pilotprojecten hebben opgezet zijn divers. Voor NS-projecten speelt niet alleen fosfaatrecycling een rol, maar ook energie- en waterbesparing en in toenemende maten medicijn- en hormoonverwijdering. Het is de som die het hem doet. Gemeenten en woningcorporaties worden primair gedreven door enthousiaste en gedreven leidinggevenden. Ook streven zij met NS-projecten naar toekomstige lastenverlaging. Bij bedrijven zijn (potentiële) financiële redenen de primaire drivers, secundaire drivers zijn duurzaamheid en bedrijfszekerheid op lange termijn. Waterschappen zijn zich vanuit kostenefficiëntie en duurzaamheid aan het oriënteren op alternatieven voor het reguliere afvalwatersysteem.

Omdat fosfaatschaarste niet op de Nederlandse overheidsagenda staat, is er ook geen beleid en zijn er geen instrumenten om het dreigende fosfaattekort aan te pakken. Overheidsimpulsen voor organisaties ontbreken. Het proactieve bedrijfsleven wil graag financiële garanties van bijvoorbeeld overheden of banken om samen risicovolle en vooruitstrevende investeringen te nemen die nodig zijn om het nog niet actuele probleem vroegtijdig aan te pakken.

Bij een aanzienlijk deel van de geïnterviewden heerst onzekerheid rondom vragen die te maken hebben met welke fosfaatterugwinning en/of fosfaathergebruik route(n) nu het beste is. Logischerwijs kan gesteld worden dat die alternatieve technologie de voorkeur krijgt waaraan de geïnterviewden werken. Zo hebben gemeente Sneek, De Wieren, DeSaH, WUR voorkeur voor decentraal. Waterschap Aa en Maas, Orgaworld, GMB en Duynie hebben de voorkeur voor een wat grotere schaalgrootte. Voor een nog grotere schaalgrootte (centraal) hebben SNB, Thermphos en ICL de voorkeur. Voordelen van NS-projecten zijn de geconcentreerde afvalstroom en dat het kan inspelen op lokale omstandigheden. Bij NS-projecten gaat de voorkeur uit naar zwart water behandeling boven het scheiden van urinebehandeling. Voor een wat meer centrale manier van fosfaatrecycling uit urine (zoals GMB) zien enkele geïnterviewden perspectief. De meer centralere recyclingroutes verkrijgen de voorkeur boven NS-projecten omdat centraal grote hoeveelheden fosfaten geconcentreerd voorkomen die makkelijker te vermarkten zijn, constante samenstelling, kosteneffectiever en minder beheers- en organisatieaspecten erbij komen kijken. De vervuilingsgraad van het product speelt ook een rol.

Alle geïnterviewden zijn van mening dat tot nu toe te weinig aandacht is geweest voor de afzetmarkt van struvieten en andere fosfaatrijke stromen.

De belangstelling voor fosfaathergebruik is wel aanwezig bij de Nederlandse kunstmestindustrie, en fosfaatindustrie. Zij kunnen het product in principe toepassen als grondstof in hun productieproces. Momenteel gebeurt dit in Nederland mondjesmaat. Landbouwers vergelijken het aanbod van gerecyclede meststoffen met de dikke fractie van dierlijke mest, en kunstmest. Aspecten die dan een rol spelen zijn de prijs, P-wateroplosbaarheid en nutriëntensamenstelling. Het is onduidelijk of vanwege het mestoverschot in Nederland afzetmogelijkheden zijn in de landbouw, momenteel vindt het nog niet plaats. Het buitenland waar dikwijls wel een fosfaattekort heerst behoort wel tot de mogelijkheden.

Momenteel is nog geen enkele gerecyclede struviet in Nederland gecertificeerd en gereguleerd als meststof. Juridisch is het momenteel nog een afvalstof. De regulatie zal moeten lopen via de meststoffenwetgeving. Het eerste verzoek tot toevoeging van een struviet op bijlage Aa van Uitvoeringsregeling Meststoffenwet is ingediend. Het zal een gunstige beslissing zijn als de struviet in Nederland vrij verhandeld en toegepast mag worden. Dit geeft potentiële recyclers de nodige dosis zekerheid zodat de weg naar fosfaatrecycling makkelijker begaanbaar zal worden.

5. Resultaten en analyse: actor-netwerken

5.1 Inleiding

Inmiddels is duidelijk welke actoren betrokken zijn bij het alternatieve systeem, welke probleemdefinities zij aanhangen en wat hun perceptie is omtrent de grote variatie aan innovatie technologieën. Nu wil ik graag de aandacht vestigen op de interacties tussen de actoren en hun betrokkenheid bij het actor-netwerk. Met behulp van Actor Netwerk Theorie (ANT) wordt de resultaten gepresenteerd en geanalyseerd. Is het een of zijn er meerdere actor-netwerken, is er coördinatie en leiding, zijn alle cruciale actoren aanwezig, hoe werken zij samen? Dergelijke vragen komen zoal aanbod in dit hoofdstuk.

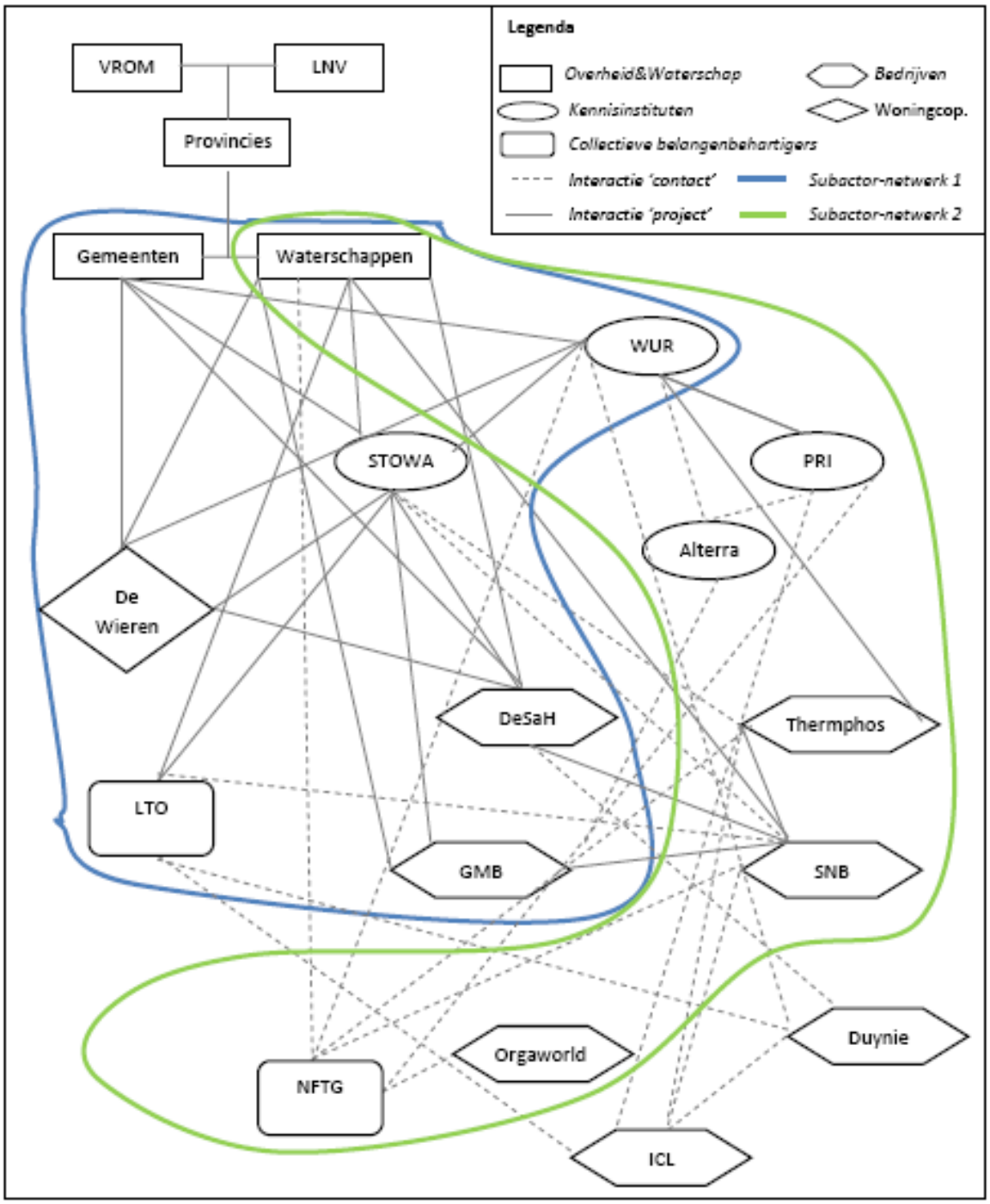
In §5.2 is met behulp van een schematisch overzicht van het alternatieve actor-netwerk inzichtelijk gemaakt met wie de actoren interacties hebben. De huidige situatie is vergeleken met de situatie van vijf jaar geleden. Is het aantal interacties, projecten, partijen toe- of afgenomen? Met andere woorden: breidt het actor-netwerk zich uit? In het overzicht zijn verschillende clusters van actoren onderscheiden als aparte actor-netwerken, de netwerken worden geïntroduceerd. Vervolgens wordt met behulp van ANT (geïntroduceerd in hoofdstuk 2) gekeken wat een actor-netwerk is, en of het hier wel gaat om actor-netwerken.
Vervolgens is in §5.3 gekeken naar de betrokkenheid van de geïnterviewden bij het actor-netwerk. Daarnaast is met een helicopterview gekeken in welke mate bepaalde actorcategorieën (bijvoorbeeld agrariërs) zich inzetten voor fosfaatrecycling vanuit een transitieperspectief.
In §5.4 wordt met ANT nader gekeken naar de te onderscheiden subactor-netwerken en welke rol diverse geïnterviewden hierin spelen en welke rollen hierin ontbreken. Zijn er eigenlijk wel netwerkbouwers/ vertaler-woordvoerders en coördineren zij het transitieproces in bepaalde mate? Welke rol spelen de technologen als geheime agenten van sociale verandering hierin? Op deze en andere vragen wordt ingegaan in de paragraaf.
De afsluitende §5.5 vat de belangrijkste resultaten en analyses uit dit hoofdstuk samen.

5.2 Contacten en samenwerking in het alternatieve actor-netwerk(en)

5.2.1. Inleiding actor-netwerk(en)

De organisaties van de geïnterviewden en hun onderlinge interacties zijn schematisch in een actor-netwerk rondom (potentiële) alternatieve fosfaatrecycling weergegeven, zie figuur 5.1. Er is voor gekozen om alleen die organisaties (met uitzondering van provincie en LNV) op te nemen in het schema die geïnterviewd zijn. Partijen zoals LeAf, Wetsus, Waterstromen, kunstmestproducenten of werkgroepen zoals STA, Transitie&Schaarste zijn niet opgenomen in het schema. Zij zijn niet geïnterviewd en daardoor kunnen hun interacties niet geverifieerd worden. In figuur 5.1 zijn de interacties van de afgelopen jaren opgesplitst tussen het hebben van ‘contact’ (onderbroken lijn) en het actief betrokken zijn bij een gemeenschappelijk ‘project’ (doorgetrokken lijn). Onder de noemer ‘contact’ valt: telefonisch contact, bedrijfsbezoeken, elkaar (informeel) spreken op bijeenkomsten (zoals onder de vlag van de NFTG of STOWA). Onder de noemer ‘project’ is verstaan: het samen uitvoeren van een onderzoek of project zoals Sneek I, SOURCE, samenwerking SNB en Thermphos, etc. Een doorgetrokken lijn geeft dus aan dat de onderlinge verbondenheid tussen de actoren sterker is dan een stippellijn. De interacties vinden allemaal plaats rondom fosfaatrecycling uit afvalwater of (slib)as. Daarom zijn de contacten tussen PRI en LTO

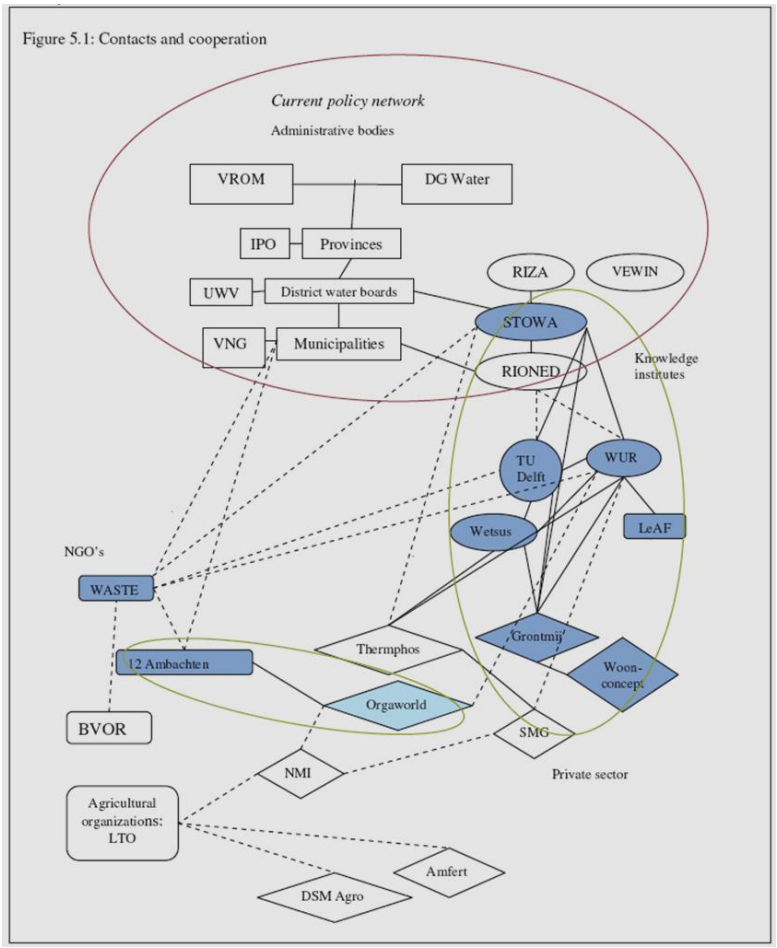
omtrent mestscheidingstechnieken niet opgenomen in het actor-netwerk. Eveneens is er voor gekozen om de interacties tussen actoren en een overheidsinstanties zoals VROM, LNV, provincie, Agentschap.NL niet weer te geven in de figuur omdat de rol van de overheid hoofdzakelijk faciliterend (verstrekken van subsidie) en volgend (agendalid) is. Het overzicht heeft als doel om de interacties tussen actoren zichtbaar te maken. De blauwe en groene lijn omcirkelen aparte actor-netwerken, hierover in de komende paragrafen meer.



Figuur 5.1 Schematische overzicht van de interacties tussen de actoren rondom fosfaatrecycling.

Opvallend in figuur 5.1 is het grote aantal interacties tussen de actoren. Zeker als dit vergeleken wordt met een referentiekader van circa vijf jaar geleden, zie figuur 5.2. Jenneke van Vliet heeft medio begin 2006 een soortgelijk onderzoek gedaan. Zij heeft de interacties

binnen een innovatienetwerk rondom ongeveer dezelfde materie in kaart gebracht (J. van Vliet, 2006).



Figuur 5.2 Schematisch overzicht van de interacties tussen actoren uit het innovatienetwerk 2005/2006

Hoewel van Vliet (2006b) voor een deel andere actoren geïnterviewd of toegevoegd heeft aan haar schema, is te constateren dat het aantal interacties sterk is toegenomen. Dat duidt er op dat mensen elkaar vaker spreker.

In lijn met het toenemende aantal interacties observeert Swart (STOWA) dat er ook meer partijen bij fosfaatrecycling betrokken zijn: "Er komen steeds meer partijen bij, dat is een kenmerk van een ontwikkeling/transitie. We moeten steeds kritischer zijn waarin we onze energie steken. Dus het aantal partijen neemt toe, maar ondertussen moeten we goed oppassen met wie we wat doen. We kunnen niet meer bij iedere gemeente komen opdraven om ons verhaal te vertellen. Er gebeuren nu ook dingen (zoals NS-projecten) waarvan ik niet meer op de hoogte ben."[52]

Naast de toename van het aantal interacties, betrokken partijen, is ook het aantal fosfaatrecyclingprojecten in de afgelopen vijf jaar toegenomen. Als we het aantal projecten dat van Vliet beschrijft vergelijken met het aantal projecten dat in hoofdstuk 3 beschreven is dan resulteert de score respectievelijk in 12 projecten tegen circa 30. Uiteraard is niet te garanderen dat de beide onderzoeken een compleet overzicht geven en dezelfde criteria zijn gebruikt om te beslissen of een project wel of niet opgenomen is in het projectenoverzicht.

[52] Net zoals in het vorige hoofdstuk geldt als in dit hoofdstuk geciteerd wordt zonder bronvermelding dan betreft de bron een interview met vermeld persoon.

Maar toch geeft het wel een indicatie die aansluit bij het beeld dat het aantal interacties en projecten toegenomen is tussen 2006 en 2010.
Over het aantal betrokken actoren is uit deze gegevens niks op te maken, hierover in §6.3.1 meer. Daaruit blijkt logischerwijs ook dat het aantal actoren de afgelopen 5 jaar is toegenomen.

5.2.2. Eén of meerdere actor-netwerk(en) volgens ANT?

In figuur 5.1 zijn de interacties binnen een actor-netwerk weergegeven. Het is een actor-netwerk omdat zij direct met elkaar in contact staan of dat actoren via elkaar in indirect contact staan rondom fosfaatrecyclingstechnieken. Zoals beschreven in het theoretisch kader bestaat een actor-netwerk uit niet-menselijke (hoofdstuk 3) en menselijke (hoofdstuk 4) actoren. Sociaal-technologische ontwikkeling kan volgens ANT en Callon (1986) beschreven worden als: "Een progressieve constitutie van een netwerk waarin zowel mensen als niet-menselijke actoren identiteiten aannemen volgens heersende strategieën van interactie." Om te komen tot een succesvolle technologische ontwikkeling moeten actor-bouwers of 'engineer-sociologist' een actor-netwerk op bouwen uit een heterogeen netwerk van tegengestelde belangen. Als actor-bouwers of 'engineer-sociologisten' hierin slagen bepaalt "De actor-wereld[53] hun identiteit, de rollen die ze zouden moeten spelen, de natuurlijke banden die ze met elkaar verbinden, hun relatieve maat en de geschiedenis waarin zij participeren." (Callon, 1986)

Te constateren is dat figuur 5.1 eigenlijk geen actor-netwerk of actor-wereld weergeeft. Omdat zoals in §5.4 zal blijken geen sterke vertaler-woordvoerder aanwezig is in deze actor-wereld. Callon (1986) zegt: "De vertaler is dus de woordvoerder van de entiteiten die hij constitutionaliseert." … "De vertaler, drukt hun verlangens uit, hun geheime gedachten, hun belangen, hun operatiemechanismen." Dit gebeurt naar mijn mening niet in de actor-wereld rondom fosfaatrecycling. Daarom kan in lijn met ANT niet gesproken worden over de actor-wereld[54], die is (nog) niet geconstitutionaliseerd door de vertaler-woordvoerder.

De vraag of het actor-netwerk uit één of meerdere actor-netwerken bestaat blijkt in het licht van ANT minder relevant te zijn. Simplificatie is nodig om de actor-wereld overzichtelijk te kunnen presenteren. Callon (1986): "In theorie, de werkelijkheid is oneindig. In praktijk … een actor-wereld is beperkt tot een serie van discrete entiteiten wie zijn karakteristieken of attributen goed zijn gedefinieerd. De notie van simplificatie is gebruikt 'to account for the reduction of an infinitely complex world by means of translation." Achter de actor-wereld gaan weer actor-werelden schuil enzovoorts. Callon (1986): "Achter elke entiteit verbergt zich een set van andere entiteiten die meer of min effectief aan elkaar verbonden zijn." De actor-wereld kan men in principe zo complex maken als men wil. Om het enigszins overzichtelijk te houden is gekozen voor een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Dit is ook gedaan in figuur 5.1. Bijvoorbeeld SNB bestaat in werkelijkheid uit allerlei elementen zoals een secretariaat, bestuurders, een technologie die opgebouwd is uit technische elementen door technici en waar de fundamentele principes onderzocht en aangetoond zijn door wetenschappers enzovoorts. Het actor-netwerk kan gezien worden als een simplificatie van diverse subactor-netwerken, die simplificeren weer individuele actoren, die weer

[53] De term 'actor-wereld' en 'actor-netwerk' gebruikt Callon (1986) uitwisselbaar.
[54] Toch blijven de termen actor-wereld en actor-netwerk gebruikt worden in dit onderzoek. Zij bakenen een bepaalde groep actoren af.

ondersteund worden door technologieën en beïnvloed worden door werkomstandigheden, enzovoorts. Callon (1986) zegt: “Er is dus een dubbel proces: dat van simplificatie en juxtapositie. De simplificaties zijn alleen mogelijk als elementen gejuxtapositioneerd zijn in een netwerk van relaties; maar de juxtapositie van elementen omkeerbaar vereist dat zij vereenvoudigd zijn.” Alles staat met elkaar in verbinding, het is maar net welk onderscheid er wordt aangebracht. Wordt er geen onderscheid gemaakt dan blijft alles voor eeuwig verstopt in de ‘zwarte doos’ om in Callon’s (1986) woorden te spreken.

5.2.3 Eén of meerdere actor-netwerk(en) in de praktijk?

Als de theorie tijdelijk verlaten wordt kan binnen het ‘actor-netwerk’ rondom ieder project tal van subactor-netwerken geïdentificeerd worden. Zo zegt Schipper (SNB) bijvoorbeeld: “SNB en Thermphos hebben elkaar echt gevonden.” Zij vormen met zijn tweeën een klein actor-netwerk. Er zijn ook enkele actoren zoals Duynie, Orgaworld, De Wieren en gemeente Sneek die niet of nauwelijks aangesloten zijn bij platfora, hierover in §5.4 meer.
Uit het actor-netwerk kunnen ook twee actor-netwerken onderscheiden worden. Het eerste, blauw omcirkelde netwerk bestaat uit de actoren: STOWA, DeSaH, WUR, waterschappen, De Wieren, gemeenten, GMB en LTO. STOWA, DeSaH en de waterschappen nemen een centrale rol in dit eerste actor-netwerk in, hierover in §5.4 meer. De eerste zes actoren hebben intensief samengewerkt rondom Sneek I en doen dit met uitzondering van de WUR nog steeds rondom Sneek II. Sneek I is geïnitieerd door DeSaH en de WUR. STOWA was nadrukkelijk betrokken als financier en om onderzoekskennis op te doen rondom zwart waterbehandeling. Met GMB en LTO heeft STOWA vooral een relatie door respectievelijk het Betuwse kunstmest en SOURCE projecten. Deze projecten zijn alweer wat centraler. Toch zie ik momenteel dit netwerk hoofdzakelijk als een netwerk dat zich primair richt op NS-projecten.
Het tweede netwerk, het met groen omcirkelde actor-netwerk, bestaat uit de actoren: NFTG, WUR, Alterra, PRI, Thermphos, SNB, Orgaworld en waterschappen. Als netwerkorganisatie heeft de NFTG de actoren, voor zover zij elkaar nog niet kenden, bij één gebracht. Zij zijn allen lid van de NFTG. Deze actoren houden zich over het algemeen bezig met fosfaatrecycling op centraal en centraler niveau.

In deze paragraaf is duidelijk geworden dat er op meerdere niveaus actor-netwerken te onderscheiden zijn. Het is nog maar de vraag of alle actoren uit figuur 5.1 gezien kunnen worden als een actor-netwerk. Waarschijnlijk kunnen nog wel een aantal actoren toegevoegd worden, maar over het algemeen denk ik dat het grootste en belangrijkste deel van actoren benoemd is. Uiteraard is dit een momentopname, en is inkrimping of uitzetting van het netwerk (dynamisch/ elastisch proces) voortdurend aan de gang. Verder is het discutabel of het ‘blauwe’ en ‘groene’ onderscheiden netwerk wel twee actor-netwerken zijn. Deze vragen worden behandeld in §5.4.

5.3 Mate van betrokkenheid vanuit een actor- en transitieperspectief

In deze paragraaf is gekeken naar de mate van betrokkenheid van de geïnterviewden bij het actor-netwerk. Daarnaast is met een helicopterview gekeken naar de mate van betrokkenheid van actorgroepen zoals de kunstmestindustrie bij het transitieproces richting meer fosfaatrecycling.

5.3.1 Betrokkenheid van de geïnterviewden en actoren

In tabel 5.1 is de mate van betrokkenheid weergegeven van de *geïnterviewden* en de *actoren*. De geïnterviewden geven de betrokkenheid weer bij het actor-netwerk, de actoren geven vanuit een helicopterview de mate van betrokkenheid aan bij het transitieproces richting meer fosfaatrecycling. In de tabel is onderscheid gemaakt tussen drie categorieën die op lopen van *niet betrokken/ inactief*, *enigszins betrokken/ reactief* naar *nauw betrokken/ proactief.* De geïnterviewden en actoren zijn dan respectievelijk grofweg te kenmerken als *buitenstaander*, *volger* en *koploper*.

De data in de tabel is verkregen door aan bijna alle geïnterviewden[55] de vraag te stellen: wat is de mate van betrokkenheid en activiteit van jullie organisatie bij diverse platfora, bijeenkomsten, onderzoek-, lab- en pilotprojecten en bij het actor-netwerk in zijn algemeenheid? De mate van betrokkenheid van de actoren, die gecategoriseerd is in overkoepelende sectoren zijn op de volgende wijze bepaald. Het weerspiegelt het beeld dat ik heb opgedaan tijdens mijn activiteiten voor dit onderzoek. Het geeft dus niet de betrokkenheid van individuele organisaties aan, maar van bepaalde sectoren. Uiteraard zijn er individuele organisaties (vooral de koplopers) te vinden die afwijken van dit gecreëerde beeld. Het overgrote deel past naar mijn inziens wel in dit beeld.

Geïnterviewden	**Niet betrokken / inactief (buitenstaander)**	**Enigszins betrokken / reactief (volger)**	**Nauw betrokken / proactief (koploper)**
STOWA			X
Thermphos			X
WUR			X
SNB			X
NFTG			X
DeSaH			X
Duynie			X
Orgaworld			X
LTO			X
Gemeente Sneek			X
De Wieren			X
GMB			X
ICL			X
Waterschap Aa en Maas			X
VROM		X	
Actorcategorieën	**Niet betrokken / inactief (buitenstaander)**	**Enigszins betrokken / reactief (volger)**	**Nauw betrokken / proactief (koploper)**
Nederlandse overheid	X		
Agrariërs	X		
Huiseigenaren	X	X	
Kunstmestindustrie	X	X	
Andere fosfaat-gebruikende industrie	X	X	
Organische reststroomverwerkers	X	X	
Gemeenten		X	
Waterschappen		X	
Wetenschappers		X	X

*Tabel 5.1 De mate van betrokkenheid bij het actor-netwerk en activiteit omtrent fosfaatrecycling van de **geïnterviewden** en **actorcategorieën**.*

[55] Aan Alterra en PRI is deze vraag niet gesteld. Alterra is geïnterviewd om informatie in te winnen over de meststoffenwetgeving en de plaats die struviet daar inneemt. PRI is geïnterviewd omdat zij zich bezighouden met mestscheidingstechnieken en onderzoek naar de fosfaatstromen in NL en EU. Tevens verschafte zij een beeld hoe agrariërs tegen fosfaatrecycling aan kijken.

Zoals inzichtelijk wordt gemaakt met tabel 5.1 levert de betrokkenheid van de geïnterviewden en actoren twee aanzienlijk verschillende plaatjes op. De geïnterviewden zijn over het algemeen koploper terwijl de actorcategorieën waartoe zij behoren meer buitenstaander en/of volger zijn.

Op VROM na vinden alle geïnterviewden dat zij koplopers zijn. Dit is inherent aan het feit dat het transitieproces zich bevindt in de beginfase. Alleen vooruitstrevende actoren houden zich bezig met fosfaatrecycling. Sommige actoren zoals Duynie, De Wieren, gemeente Sneek, Orgaworld, ICL zijn voornamelijk bezig met het opstarten of bedrijven van fosfaatrecyclingprojecten. Thermphos, SNB, GMB Waterschap Aa en Maas, DeSaH doen dit ook, maar hebben daarnaast ook meer interactie met het actor-netwerk, via diverse platfora zoals geboden door STOWA en NFTG.

De Nederlandse overheid en de agrariërs (LTO) zijn als actoren niet of zeer minimaal (er zijn enkele uitzonderingen) betrokken zijn bij fosfaatrecycling. Deze constatering is niet nieuw en komt overeen met een onderzoek van uitgevoerd rond begin 2006 (J. van Vliet, 2006). Huiseigenaren (waaronder woningcorporaties), de kunstmestindustrie, (verschillende proeven met struviet vinden plaats), organische reststroomverwerkers (verschillende proeven, pilotprojecten en volwaardige projecten vinden plaats) zijn niet of enigszins betrokken en inactief/reactief omtrent fosfaatrecyclingprojecten. Een aanzienlijk deel van de waterschappen en gemeenten overwegen momenteel NS-projecten of P-terugwinning op RWZI's. Ook zij zijn relatief veel te vinden bij cursussen en bijeenkomsten[56] rondom nieuwe sanitatie. Om deze redenen zijn zij ingedeeld in de categorie enigszins betrokken. Wetenschappers zijn relatief vaak aanwezig op bijeenkomsten en cursussen rondom nieuwe sanitatie en fosfaatrecycling op centraler niveau. Zij zitten cursussen voor en geven presentaties omtrent hun onderzoeksbevindingen.

Hieronder volgen enkele opmerkingen van geïnterviewden die deze tabel ondersteunen.
Sanders (VROM) verwoordt hun rol als volgt: "We zijn geen koploper, we volgen wat er gebeurt, we denken mee. Het is voor ons een nieuw probleem. Vanwege de bezuinigingen doe je die dingen die van je gevraagd worden en natuurlijk heb je wel je eigen geweten waarmee je wat stuurt. Maar toch worden we door politieke vragen aangestuurd." Brouwers vindt dat zij (ZLTO) koploper is: "Wij zijn wel een koploper. Vanuit deze rol proberen wij ook de innovatie nadrukkelijk te organiseren. Dat geldt voor SOURCE maar ook voor mestscheidingstechnieken."

Schröder (PRI) zegt, overigens net zoals een aantal ander geïnterviewden: "Het is een juiste constatering van jou dat de LTO volstrekt afwezig is omtrent P-terugwinning uit afvalwater. … Ook zijn LNV en VROM afwezig. Er begint nu wel iets te dagen bij LNV. Het toenmalige kabinet heeft VROM en STA van LNV uitgenodigd voor een bijeenkomst. Het kabinet vond het een goed idee dat VROM en LNV zich over het fosfaatproblematiek bogen. Wat bleek bij die bijeenkomst is niet zozeer een bewustwording van een schaarse grondstof en milieueffecten. Ik kreeg de indruk dat zij niet zo specifiek en gedetailleerd nadachten over sanitatie. Maar meer dat het fosfaat bij maar een aantal landen aanwezig is (geopolitiek probleem) en dan kan onze voedselveiligheid in gevaar komen. Dat is de drijfveer en niet de bezorgdheid over milieu. LNV begint te komen, maar het is minimaal."

[56] Voorbeelden hiervan zijn PAO-cursus (7 waterschappers, 4 gemeenteambtenaren) en STOWA-platformdag NS.

Schröder ondersteunt het beeld van de kunstmestindustrie: “Ze spelen niet of nauwelijks een rol. … Ik heb het gevoel dat zij op de rem willen trappen, ze hebben geen enkele behoefte om mee te denken over alternatieven voor de kunstmest.” Zoals gezegd is ICL een uitzondering, Langeveld zegt dan ook: “De begerigheid van ons om actief te worden kun je aflezen aan onze initiatieven (allerlei proeven met fosfaatrijke stromen). Eigenlijk is het natuurlijk raar dat wij initiatieven aan het uitwerken zijn met een producent van energie (die als reststoffen fosfaatrijke assen produceert) uit Engeland. Eigenlijk is er lokaal voldoende overschot aanwezig, we krijgen het niet aangeleverd, we hebben geen gesprekspartner. En dan gaan we naar de ‘second best’ oplossing in Engeland. Macro-economisch gezien is het belachelijk wat we willen doen. Ze moeten het in Engeland verwerken en daar op het land gooien in verband met relatief veel koolstofdioxide die uitgestoten wordt met het transport van Engeland naar ons (Amsterdam) toe.”
Op de vraag of NS leeft onder waterschappen antwoordt Kiestra (waterschap Aa en Maas): “Dat doet het zeker. Wel met de nuancering dat waterschappen niet altijd vinden dat NS de juiste richting is en daarop inzetten maar ze zien het wel als één van de alternatieve voor ziekenhuis en nieuwbouwwijk. Bij de ontwerpfase nemen ze dit mee als alternatief. Dat durf ik wel te stellen.“ Hetzelfde geldt volgens Kiestra en Uijterlinde (STOWA) voor de terugwinning van fosfaten op RWZI’s. Swart (STOWA) schat in dat NS leeft onder ongeveer tweederde van de waterschappen.

5.4 Actor-netwerk analyse met behulp van ANT

In deze sectie worden de twee onderscheiden subactor-netwerken besproken met behulp van elementen uit ANT. Er is gekeken naar de rollen van bepaalde actoren als potentiële vertaler-woordvoerder van het gehele netwerk. Afsluitend wordt ingezoomd op de mate van coördinatie binnen de subactor-netwerken en het actor-netwerk als geheel. Is er een actor die het transitie-stuur in handen heeft?

5.4.1 Subactor-netwerk 1

Bij WUR zijn milieutechnologen werkzaam. Zij hebben aan het begin van deze eeuw onderzoek gedaan naar het behandelen van zwart water met een UASB-reactor. In eerste instantie op labschaal om het ‘proof of principle’ te bewijzen. De volgende stap was het toepassen van de techniek in de praktijk, dit gebeurde in het project Sneek I. STOWA en DeSaH waren bereid om samen met WUR deze technologie in de praktijk te testen en te demonstreren. STOWA financiert en faciliteert het onderzoek en deelt de kennis met derden en haar aandeelhouders; de waterschappen. DeSaH financiert, construeert en zette zich in voor Sneek I omdat zij de technologie als een concept in de markt willen zetten om er (uiteindelijk) geld mee te verdienen. Om de technologie in de praktijk te testen hebben de genoemde actoren een praktijkomgeving nodig. Die is (na lang zoeken) uiteindelijk gevonden bij de gemeente Sneek en woningcorporatie De Wieren. Naar mijn mening hebben die partijen niet zo’n sterke reden om mee te doen aan Sneek I, zoals toegelicht is in §4.3.2. Het is onduidelijk wat de reden is voor Wetterskip Fryslân om mee te doen aan een dergelijk alternatief sanitatieproject. Aannemelijk zou dezelfde redenen kunnen zijn als die geldt voor Waterschap Aa en Maas. Namelijk het oriënteren op nieuwe duurzame waterbehandelingstechnieken die mogelijk kostenbesparingen kunnen opleveren.

Bovenstaande alinea kan in verband gebracht worden met ANT. Zoals te lezen is in §2.4 zegt Callon dat er een relatie is tussen wetenschap, technologie en de maatschappij (praktijkomgeving). Verder zeggen Hughes en Latour dat techneuten of 'technoscientists' (technologen en wetenschappers) 'agenten' zijn. Zij kunnen beter dan welke actor ook de wereld construeren, hun wereld wel te verstaan. Zij bepalen de geschiedenis, zij plaatsen zich zelf vooraan in de sequentie van deelproblemen. Zoals Hengel technoscientists doeltreffend betitelt als 'undercover agent of social change'[57].

De technologen van WUR zouden gezien kunnen worden als 'undercover agents of social change'. Meulman (DeSaH) maakt met zijn bewoording duidelijk dat technologie, wetenschap en maatschappij co-evolueren: "Ik vind dat je technologie alleen maar moet zien als een gereedschap en niet meer dan dat. En heel veel techneuten kunnen dat niet. Om kleine projecten van de grond te krijgen heb je een sociale kant niet heel erg nodig. Voor een paar huisjes of pispotten wil er altijd wel iemand zijn nek uitsteken om het te installeren. Maar daar gaat het niet om. Het gaat er om hoe je het op grote schaal op gang kunt krijgen. Hoe krijg je de transitie, hoe gaan we het hele concept uitrollen. Daar heb je een sociale kant echt wel voor nodig. Dan zijn het niet meer die paar kilo struviet maar het gaat om tonnen struviet. Dan wordt het veel breder, bijvoorbeeld afzetmarkten. Als je daar nu niet over nadenkt dan kun je het niet tackelen en er op inspelen." Even later gaat Meulman verder op dit punt: "Technisch zijn er geen remmende aspecten. Dat is nu net het hele punt, dat willen techneuten nooit begrijpen. Technologie is alleen maar een gereedschapje en met dat gereedschapje kun je iets maken of afbreken maar ook niet meer dan dat. Er moet een bredere context zijn en heel vaak wordt dat helemaal niet gedaan, dan kom je niet ver. Dat is ook het punt van het hele STOWA-netwerk. Was het maar zo dat ze veel meer aandacht hadden voor die afzetmarkt. Hoe die reageert en waarom die reageert zoals ze doen, wat zijn de echte redenen."

In hoofdstuk 6 is te lezen zijn dat STOWA wel rekening houdt met het sociale aspect, weliswaar onvoldoende met de afzetmarkt. Zij vinden dat fosfaatrecycling en dus ook de afzetmarkt niet primaire binnen hun takenpakket past en zouden dan ook graag zien dat bijvoorbeeld de LTO of kunstmestindustrie hierin zijn verantwoordelijkheid neemt.

Vertaler-woordvoerders binnen subactor-netwerk 1

Zoals te lezen is in §2.4.5 onderscheidt Woods (1997) binnen ANT vier fasen die doorlopen moeten worden om te komen tot een succesvolle translatie. Omdat gemeente Sneek, De Wieren en de technologen van de WUR[58] geen probleem hebben dat opgelost moet worden omtrent fosfaatrecycling, belandt het actor-netwerk vooralsnog moeizaam in de volgende transitie fases: interesseren, lid worden van de actor-wereld en mobilisatie.

Momenteel zijn vooral DeSaH en Wetterskip Fryslân de vertaler-woordvoerders, ook wel netwerkbouwers genoemd, binnen het actor-netwerk. Zij hebben er belang bij dat de technologie functioneert en geaccepteerd wordt door iedereen. Omdat er momenteel geen

[57] Dit is naar mijn mening en in lijn met TT (Geels, 2002) niet de volledige realiteit. Geels (2002): "Technische trajecten worden niet alleen beïnvloed door engineers, maar ook door gebruikers, beleidsmakers, maatschappelijke groeperingen, leveranciers, wetenschapper, kapitaal etc.."

[58] Bij Sneek II is de WUR geen partij meer omdat het technologisch principe al bewezen is

groot (gemeenschappelijk) probleemdefinitie is, is het lastig voor de netwerkbouwer om bondgenoten te creëren en ze te translateren.

Binnen dit actor-netwerk zou naast DeSaH en in mindere mate Wetterskip Fryslân, ook STOWA als vertaler-woordvoerder gezien kunnen worden. Zij pretenderen dit niet te zijn, al bevinden ze zich naar mijn mening wel op een hellend vlak. Zij hebben als rol het faciliteren, financieren, onderzoeken, kennis inbrengen en delen omtrent voornamelijk NS-projecten. Vanuit een wetenschappelijke benadering geven ze de voor- en nadelen aan van bepaalde technische en sociale aspecten. Zij hebben in 2005 en 2008 een strategienota uitgebracht en stellen jaarlijks een (intern) werkplan op. Swart zegt hierover: “Met onze strategienota en bijhorend jaarlijks werkplan zijn wij initiator. We geven aan welke thema’s van belang zijn en opgepakt kunnen worden. We geven aan waar onderzoek- of praktijkvragen liggen, zo brengen we partijen op ideeën. We hebben ook belang bij het beantwoord krijgen van die vragen dus we gaan ook op zoek naar partijen die projecten uit kunnen voeren.” Verder zegt Swart: “STOWA is een partij die de meeste actoren nodig hebben, iedereen is dus vriendelijk. … De relaties zijn over het algemeen hartelijk, dit is ook verklaarbaar vanwege die afhankelijkheid van de partijen van STOWA. Vanwege geld, kennis of contacten of wat dan ook.” Op de vraag of STOWA in het actor-netwerk de regie voert antwoordt Swart: “STOWA heeft nooit de regie in handen gehad, de maatschappij heeft de regie. Maatschappelijke drijfveren zoals duurzaamheid, cradle-to-cradle, klimaatagenda. Wat STOWA doet is slechts kennis verzamelen en aangeven op welke manier die kennis kan worden toegepast. We zullen nooit en te nimmer zeggen dat dit systeem de toekomst heeft, we nemen nooit een standpunt in. We kunnen wel met onderzoek aantonen dat bepaalde systemen meer of minder goed scoren op het gebied van energie, nutriënten of onderhoud. De waterschappen of gemeenten bepalen welke technieken toegepast worden.”
STOWA is zelf van mening dat zij niet de regie voert. Dit klopt naar mijn mening maar deels. Ze sturen namelijk wel tot op zekere hoogte. Zij hebben geen belang bij een bepaalde techniek, ze zijn puur de onderzoekstak voor de waterschappen. Toch bepalen zij met hun strategienota en onderzoeksactiviteiten deels het transitiepad wat ingeslagen en gevolgd wordt. En wel om de volgende twee redenen.
Hun strategienota[59] wordt op basis van wetenschappelijke pilotprojecten en studies samengesteld. Bij die samenstelling bepalen zij weliswaar onbedoeld de koers die STOWA en actor-netwerk 1 (in de hoedanigheid als netwerkbouwer) zou kunnen gaan varen. Zij bepalen namelijk welke onderzoeksvragen er zijn en welke inmiddels beantwoord zijn. Weliswaar zijn de actoren vrij om andere onderzoeksvragen te onderzoeken, maar toch sturen ze daar in bepaalde mate in. Zo merkte een geïnterviewde op dat STOWA lang op het spoor heeft gezeten van urinescheiding. Zwart water behandeling kwam pas op hun netvlies dankzij het aanhaken bij WUR en DeSaH omtrent Sneek I.
De tweede reden dat STOWA deels stuurt, is dat zij financieel bijdraagt aan onderzoeken. De STOWA-begeleidingscommissie[64] ondersteunt (met geld en kennis) onderzoeksmatig de projecten maar heeft dus ook invloed op de richting en uitkomst van de onderzoeken.
Om deze twee redenen geeft STOWA onder andere richting aan de transitie en worden zij gezien als een netwerkbouwer. De derde reden omtrent het coördineren van platformdagen wordt in §5.4.3 toegelicht.

[59] De leden van de STOWA-koepelgroep en STOWA-begeleidingscommissie bestaan uit werknemers van STOWA als werknemers van andere organisaties zoals de WUR, Waterschappen enzovoorts.

5.4.2 Subactor-netwerk 2

De actoren die geen deel uitmaken van actor-netwerk 1 bundelen zich deels in actor-netwerk 2. Dergelijke partijen houden zich bezig met centrale en decentralere manieren van fosfaatrecycling. Onderling hebben zij slechts als gemeenschappelijke deler; het dreigende fosfaattekort en een 'window of oppertunity'. Callon zou zeggen dat de configuratie 'warm' wordt. Het reguliere afvalwatersysteem biedt deze actoren een kans om te komen tot innovatieve 'business opportunities'. Zij hebben momenteel concreet samen nog nauwelijks projecten, met uitzondering van de samenwerking van Thermphos & SNB, waterschappen & GMB in het project Betuwse Kunstmest.

Vertaler-woordvoeder sub-actor-netwerk 2

De NFTG kan binnen actor-netwerk 2 gezien worden als de netwerkbouwer. Dit is ook de taak van de NWP als netwerkorganisatie waaronder de NFTG valt. Zij bieden de leden van de NFTG (zie onderbroken lijnen in figuur 5.1) een platform waar kennis gedeeld wordt en nieuwe 'business opportunities' kunnen ontkiemen omdat mensen elkaar ontmoeten. Uiteraard kunnen nieuwe fosfaatrecyclingprojecten tussen leden ook buiten het platform om ontstaan. De band tussen de leden van het NFTG is op dit moment nog niet zo sterk als bij het actor-netwerk 1, dit heeft twee oorzaken.

De eerste oorzaak is dat actor-netwerk 1 rond STOWA-platformdagen al voor de zesde maal bij elkaar is geweest op 18 februari 2010. Op 31 oktober 2006 heeft de eerste platformbijeenkomst plaatsgevonden (STOWA, 2006). De NFTG daarentegen is een jong platform dat vanaf oktober 2008 is opgericht, en op 7 oktober 2009 zijn eerste openbare bijeenkomst heeft gehouden. Medio begin 2008 is de werkgroep begonnen met het maken van plannen voor de oprichting van de NFTG.

De tweede oorzaak (ook toepasbaar op actor-netwerk 1) geeft Ger Pannekoek van de NFTG. Hij benadrukt dat er binnen de NFTG een gemeenschappelijk doel moet zijn. Op de vraag "Hoe vond u dat de bijeenkomst op 7 oktober 2009 in Den Haag is verlopen?" antwoordt Pannekoek: "Het is op redelijk korte termijn georganiseerd, van te voren was er nog helemaal niks. Ik heb gewoon uit het niks de Eerste Kamerleden gebeld en via bestaande contacten hebben we mensen gebeld. Zij waren allemaal enthousiast en zijn gekomen. We hadden van te voren wel deels een netwerk bestaande uit actoren van de NFTG en hun contacten, en het bestaande NWP-netwerk. Daaruit komt uiteindelijk een groep van 40 à 50 man die betrokken en geïnteresseerd is. … Alles kwam eigenlijk net voor de seminar bij elkaar, dat heeft energie gecreëerd zodat mensen die afzonderlijk met het onderwerp bezig zijn bij elkaar zijn gekomen. … Het waren mensen uit allerlei verschillende contreien die op zoek waren naar iets gemeenschappelijks. Partijen kijken vanuit hun eigen perspectief. De NFTG ziet dat gemeenschappelijk doel wel, maar voor die partijen moet je een 'common goal' creëren. Dat is het moeilijkste geweest van het proces (hierover hadden ze intern al gesproken in de NFTG-werkgroep) om die partijen echt betrokken rond die tafel te krijgen en te houden. Een 'common goal' creëren is het eigenlijk het belangrijkste wat wij gedaan hebben. Ervoor zorgen dat de partijen om tafel zien dat zij elkaar op langer termijn kunnen versterken. En juist omdat zij totaal verschillend in het onderwerp staan vormen zij een sterke groep richting beleidsmakers, omdat zij zo veelzijdig zijn. Daarom schakelen die beleidsmakers ons nu ook in, omdat de NFTG een heleboel verschillende standpunten vertegenwoordigt zodat zij een goed inzicht kunnen krijgen in de problematiek. Dat is het sterkste punt van de werkgroep. In de praktijk zullen zij elkaar niet zoveel gebruiken, sommige onderling wel in kleine subgroepjes. … Gezamenlijk staan zij voor een groot scala

aan oplossingen en standpunten en problemen die hiermee weer verweven zijn." Op de vraag wat dan het 'common goal' is van de NFTG antwoord Pannekoek: "Het onderwerp fosfaatschaarste op agenda te krijgen en te houden. Het tweede hoofddoel is dat die verschillende partijen van elkaar leren zodat het proces versneld wordt. Het eerste doel is agenderen en vervolgens de omloopsnelheid te versnellen."

Tijdens de bijeenkomst van de NFTG op 7 oktober 2009 viel op dat het moeilijk is om een gemeenschappelijke deler te vinden. Ik kreeg het gevoel met los zand te maken te hebben. Iedereen was zoekende naar de functie/ bestaansrecht van het platform. Vandaar dat de discussie laveerde tussen onderwerpen zoals voedselveiligheid, geopolitieke, landbouwkundige, milieukundige en economische aspecten. De koers en het individueel voordeel voor elke actor was niet duidelijk. De actoren zoals wetenschappers (met verschillende achtergronden), bedrijfsleven, overheidsorganisaties, politieke partijen en waterschappers hadden ieder hun eigen agenda. Ondanks dat zij zich allemaal bewust zijn van het dreigende fosfaattekort. De actoren ontbreekt het aan een gemeenschappelijk/ gedeeld probleem. Daardoor was de tijd nog niet rijp om over concrete oplossingen te praten. De koers die de NFTG wil gaan varen wordt momenteel nader onderzocht in de vorm van een stakeholderanalyse onder leden en potentiële leden. De vraag die centraal staat is: waar willen we heen met de NFTG? Uiteraard droeg de bijeenkomst bij om het thema fosfaatschaarste meer onder de aandacht te brengen bij overheidsinstanties en politieke partijen.

5.4.3 Ontbreken van coördinatie en leiders in het actor-netwerk

Ondanks dat in bovenstaande twee paragrafen duidelijk is geworden dat er verschillende netwerkbouwers/vertaler-woordvoerders zijn, ontbreekt het aan coördinatie en leiding. In het vorige hoofdstuk is vastgesteld dat de overheid deze taak op zich zou kunnen nemen zoals zij ook doet omtrent bijvoorbeeld het beleidsthema 'energie'. Dit wordt ook door vele geïnterviewden benoemd. Uiteraard is het ook het bekende 'kip-ei-verhaal'. Een sterke netwerkbouwer zou ook kunnen opstaan om te zeggen: zo gaan wij het met zijn allen doen.

Zowel STOWA, NFTG, DeSaH en in mindere mate Wetterskip Fryslân zijn in potentie netwerkbouwers. Zij zijn echter niet sterk genoeg om het actor-netwerk te coördineren en te sturen. Ze kunnen niet de weg uitstippelen voor 'hun' actoren, de actoren voelen zich niet verplicht om de uitgestippelde route te volgen. De vertaler-woordvoerders zijn te zwak om een verplicht punt van passage te worden, om in Callon's woorden te spreken.

Er zijn wel een aantal éénmalige bijeenkomsten geweest omtrent dit onderwerp in verschillende verbanden[60]. Al deze verschillende bijeenkomsten illustreren dat er geen coördinerend beleid wordt gevoerd. De organisaties voeren ieder hun eigen koers. Zoals Schipper (Thermphos) doeltreffend zegt: "We laten ons graag oproepen voor platforms. Het

[60] Zoals: I) op 20 mei 2009 is in opdracht van STOWA door Grontmij de workshop 'Fosfaat, van leegloop naar kringloop' georganiseerd. Hier waren kennisinstituten, adviesbureaus, waterschappen en het bedrijfsleven bij aanwezig; II) op 26 januari 2010 is mede door LNV (STA) de verdiepingsessie 'Fosfaatschaarste' georganiseerd. Hier waren kennisinstituten, ministeries, bedrijfsleven en NFTG bij aanwezig; III) op 27 april 2010 is een bijeenkomst geweest omtrent 'RWZI 2030', georganiseerd door STOWA, Unie van waterschappen en Ministerie van economische zaken. Hierbij waren kennisinstituten, waterschappen en bedrijfsleven aanwezig; IV) Op 26 mei 2010 heeft LTO Nederland de expertbijeenkomst 'Alternatieve bronnen van stikstof en fosfaat' georganiseerd. Hierbij waren kennisinstituten, kunstmestindustrie en bedrijfsleven bij aanwezig.

is erg ondoorzichtig, vaak begint iemand weer bij nul. Wij proberen vaak ook wel beleidsmatig mee te denken zoals in de NFTG." Op de vraag of hij aanwezig was bij één van bovenstaande eenmalige bijeenkomsten reageert Schipper: "Laat ik daar maar niet te veel over vertellen. Dat is één van de vele initiatieven waarvan ik zei: is dat nog wel nodig. Het is ongeveer al de zesde keer dat iemand dit onderwerp zogenaamd opnieuw oppikt. We hebben congressen en symposia gehad waaronder van SNB en die van ons." … "Het is goed dat mensen het aankaarten, alleen is het gek dat er veel parallel loopt. Je kunt brainstormen tot je een ons weegt maar je komt zo niet veel verder. Ze komen op het zelfde punt uit, we moeten iets maar wat moeten we dan. Er is veel hobbyisme met allerlei verschillende ideeën." Ook Zanelli (ICL) geeft aan dat er veel éénmalige bijeenkomsten zijn waar het dan maar bij blijft. Schipper (Thermphos) vult aan: "We zitten nu in een chaotische fase, wat ook remmend werkt. Remming is dat er weinig coördinatie is, veel mensen doen maar wat."

STOWA en NFTG hebben wel structurele bijeenkomsten voor hun leden en eventueel niet leden. Zij coördineren in zekere zin wel, namelijk bijeenkomsten. Sommige geïnterviewden nemen bewust niet deel aan dergelijke bijeenkomsten. Omdat zij er geen belang bij denken te hebben en omdat zij soms andere prioriteiten stellen. Zo zegt Veluwenkamp (De Wieren): "We gaan niet naar STOWA-themadagen omdat we Nieuwe Sanitatie niet willen ontwikkelen. We willen er wel aan mee werken maar laat DeSaH het maar ontwikkelen." Scheltinga (gemeente Sneek) zegt iets soortgelijks: "Ik ga niet naar bijeenkomsten. Ik ben wel een paar keer uitgenodigd voor de STOWA-themadag. Maar je wordt bijna wekelijks uitgenodigd voor bijeenkomsten en daar ben ik altijd erg selectief in, want de normale werkzaamheden moeten ook door gaan." Duynie en Orgaworld zijn ook voorbeelden van bedrijven die niet naar dergelijke bijeenkomsten gaan. Het zijn kleine bedrijven die bezig zijn met hun eigen zaken en daarvoor geen andere partijen uit het actor-netwerk nodig hebben. Mochten ze wel andere partijen nodig hebben dan benaderen zij hen direct. Thermphos, SNB, DeSaH en in mindere mate GMB zijn redelijk vaak aanwezig op bijeenkomsten. ICL geeft te kennen dat zij als industrie meer betrokken willen worden. Met een andere bijeenkomst omtrent fosfaatrecycling begint het nu een beetje op gang te komen zegt Langeveld. Langeveld: "Maar het gaat ook een beetje met horten en stoten, zo nu en dan is er alweer wat activiteit in de markt en dan hoor je weer jaren niks. Er is geen consistentie." … "Wij hebben ook niet zoveel contacten in die wereld. Dat is misschien ons zwakke punt. Wij hebben ook behoefte om daar beter inzicht in te krijgen en wij willen ons ook profileren van wij zijn hier; kom praten. Dat is nog te weinig in den lande bekend waarschijnlijk. Vandaar ook dat jij ontvangen wordt en dat is een methode om onze situatie duidelijk te maken en te weten te komen wat er gaande is."

Duidelijk uit deze paragraaf is geworden dat coördinatie en leiding in het actor-netwerk ontbreekt. Het actor-netwerk is gefragmenteerd. De projecten en samenwerking komt op ad hoc basis tot stand. Momenteel is er niet of nauwelijks een gedeelde probleemstelling waardoor een algehele visie/ beleid ontbreekt.

5.5 Conclusies

In dit hoofdstuk is duidelijk geworden dat het aantal interacties, betrokken actoren, projecten en platfora de afgelopen vijf jaar aanzienlijk is gestegen rondom het thema fosfaatrecycling. Dankzij het actorperspectief van ANT, met de begrippen 'vertaler-woordvoerder' en 'systeembouwer' blijken op verschillende niveaus actor-netwerken

onderscheidbaar te zijn: het actor-netwerk als geheel, subactor-netwerk 1, subactor-netwerk 2, actoren die met zijn tweeën een project uitvoeren en actoren die met iemand van buiten het actor-netwerk een project uitvoeren. Omdat ANT gebouwd is rondom onder andere de begrippen 'simplificatie' en 'no *a priori* distinctions' maakt ANT geen onderscheid tussen deze actor-netwerken. Ook beschouwt ANT de huidige actor-wereld rond P-recycling niet als een actor-netwerk omdat er momenteel geen sterke vertaler-woordvoerder/ systeembouwer is die zijn actor-wereld en die van andere actoren opbouwt.

Met uitzondering van VROM zijn alle geïnterviewden koploper en nauw betrokken bij fosfaatrecyclingprojecten en/ of (structurele) bijeenkomsten. Met een helicopterview bekeken zijn de Nederlandse overheid en agrariërs niet of zeer minimaal betrokken bij het actor-netwerk. De kunstmestindustrie, huiseigenaren, en organische reststroomverwerkers zijn minimaal tot enigszins actief. De waterschappen en gemeenten zijn al wat meer bezig met alternatieven en/ of optimalisatie van het huidige afvalwatersysteem. Een aantal wetenschappers zijn dikwijls betrokken bij pilotprojecten, bijeenkomsten en cursussen om hun expertise en onderzoeksbevindingen te delen.

Op het moment zijn de NFTG, STOWA en in mindere mate de waterschappen zwakke vertaler-woordvoerders in de diverse actor-netwerken. Omdat de in potentie volwaardige vertaler-woordvoerder (nog) niet sterk genoeg is ontbreekt het aan coördinatie en sturing. De Nederlandse overheid vervult deze rol ook niet. Er is geen gemeenschappelijk doel, daardoor vinden er ad hoc veel eenmalige bijeenkomsten of initiatieven plaats. De NFTG en STOWA houden omtrent onder andere fosfaatrecycling wel structurele bijeenkomsten, ondanks dat een sterke gemeenschappelijke driver[61] (probleemdefinitie) ontbreekt.

[61] Voor de duidelijkheid ontbreekt *momenteel* een gemeenschappelijk driver. Ze spelen wel al in op het verwachte fosfaattekort. Het te verwachte fosfaattekort is momenteel echter nog geen probleem dat de actoren direct raakt.

6. Resultaten en analyse: het transitieproces

6.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk hebben we vanuit een actorperspectief gekeken naar hoe de actoren handelen en wat de structuur binnen het actor-netwerk(en) is. In dit hoofdstuk laten we het actorperspectief eventjes los, en kijken we hoofdzakelijk vanuit een procesperspectief naar het transitieproces. Welke factoren hebben invloed op de transitie, in welke transitiefase bevinden we ons, hoe kunnen we het proces beïnvloeden en welke actoren zouden dat het beste kunnen doen? Om de resultaten te analyseren heb ik in dit hoofdstuk gebruik gemaakt van Transitie Theorie (TT) en Transitie Management (TM).

In de voorgaande hoofdstukken is duidelijk geworden dat er geen consensus is tot de noodzaak van een transitie naar meer fosfaatrecycling. Met behulp van macro, meso en micro transitieniveaus uit TT is gekeken welke factoren, deels benoemd door de geïnterviewden, van invloed zijn op het transitieproces (§6.2). Vervolgens wordt met behulp van TT beschreven in welke transitiefase het proces zich bevindt. En niet onbelangrijk hebben de actoren wel vertrouwen in de transitie? In het afsluitende deel van §6.3 wordt een onderbouwde voorspelling beschreven, omtrent; hoe ziet de toekomst van het transitieproces eruit? In de voorlaatste paragraaf (6.4) wordt met behulp van TM (waarvan CNM en SNM onderdeel zijn) bekeken wat maatschappelijk en technologisch geleerd wordt in de huidige transitie arena (TA). Wordt er wel voldoende aandacht besteed aan de maatschappelijke leerprocessen of staan technologische experimenten centraal? In paragraaf (6.5) wordt bekeken in welke mate met TM de transitie te beïnvloeden of zelfs te sturen is. Hoe zou de TA er uit moeten zien en welke rol zou de Nederlandse overheid als speciale actor kunnen vervullen. Als laatste wordt beschreven hoe de Nederlandse overheid momenteel TM probeert te verankeren in haar nationale milieubeleid. In §6.6 staan de conclusies weergegeven.

6.2 De transitieniveaus

Transities zijn fundamentele lange termijnveranderingen (binnen één generatie of meer) op meerdere niveaus in de maatschappij, resulterend in een dynamisch samenspel van ontwikkeling in verschillende domeinen zoals economie, technologie, instituties, cultuur, ecologie, gedrag en geloofsystemen (Rotmans *et al.*, 2001a). In hoofdstuk 2 is duidelijk geworden dat met drie analytische concepten op macro-, meso- en micro-niveau de dynamiek van transities inzichtelijk gemaakt kunnen worden. In deze paragraaf wordt met behulp van deze drie concepten uit TT de vraag beantwoord: Wat zijn de te onderscheiden remmende en stimulerende factoren en hoe kunnen zij de transitieroute naar maximale fosfaatrecycling versterken of verzwakken?

6.2.1 Het macro-niveau - landschap

Het macro-niveau verandert over het algemeen maar erg langzaam en hierop hebben de actoren uit de regimes of niches maar weinig invloed. Het gaat om elementen zoals materiële infrastructuur, politieke cultuur, coalities, macrobeleid, sociale waarden, wereldbeelden, paradigma's, demografie, natuurlijke milieu en macro-economie (Rip & Kemp, 1998).

De prijs van fosfaaterts is van invloed op de wijze van handelen van actoren op het meso- en micro-niveau. De prijs is een macro-factor die afhankelijk is van ander macro-factoren zoals

de mondiale vraag[62], olieprijs[63] en geopolitieke onderwerpen[64]. Bij NS is de fosfaatprijs (nog) geen remmende factor omdat er momenteel geen struvieten worden verkocht. Op centralere schaal ligt dit anders. Fosfaatgebruikende bedrijven hebben bij de inkoop de keuze tussen fosfaaterts of secundaire fosfaten. De keuze wordt voor een groot deel gebaseerd op de prijs van de grondstoffen. Als de fosfaatertsprijs daalt of stijgt heeft dit respectievelijk positieve of negatieve invloed op de economische haalbaarheid van fosfaatrecyclingprojecten. Zoals Langeveld (ICL) zegt: "Ons vergelijkingsmateriaal is ruw fosfaat. … Fosfaaterts is decennia lang heel laag in prijs geweest. Nu zit daar weer wat beweging in, er is een piek geweest en nu ligt de prijs op een iets hoger niveau dan afgelopen decennia. Dat zal ook de recyclingactiviteiten bevorderen. Want een hele lage fosfaatertsprijs betekent dat substitutie in de vorm van fosfaatrecycling de prijs moet matchen. En dat is jammer voor fosfaatrecycling."[65]

Ondanks dat de vraag naar fosfaat toeneemt en een kritische rol speelt in de Nederlandse en mondiale voedselproductie, wordt op internationaal niveau buiten de wetenschappers en het bedrijfsleven[66] in politieke kring[67] niet gediscussieerd over fosfaten rondom hoofdthema's als voedselveiligheid en milieuproblematiek (in de breedste zin des woords). Omdat er niet gediscussieerd wordt[68] is er ook geen stimulerend beleid. Op Europees en nationaal niveau wordt eveneens niet of nauwelijks[69] gediscussieerd over het dreigende fosfaatschaarste. Logischerwijs is er dus ook geen beleid, dat als incentive voor niche-projecten kan dienen of dat de inertie van het huidige regime rondom afvalwatersystemen uit zijn evenwicht kan brengen. Hier ligt dus nog een grote uitdaging voor actoren zoals de Nederlandse overheid, politieke partijen, NFTG, STOWA en het bedrijfsleven. Zij kunnen hier wel degelijk invloed op uit oefenen, socio-technische configuraties blijven namelijk zelden 'gesloten' voorgoed (Geels, 2002).

De geïnterviewden verwachten in de nabije toekomst wet- en regelgeving omtrent medicijn- en hormoonrestenverwijdering uit het afvalwater. Omdat deze stoffen efficiënter te verwijderen zijn uit geconcentreerde waterstromen biedt dit de mogelijkheid om ook fosfaatverwijdering mee te nemen in nog te realiseren projecten. Verwijdering van deze stoffen kan net zoals de in het NMP4 benoemde grote milieuproblemen waaronder de twee relevante problemen als 'klimaatverandering' en 'overexploitatie van natuurlijke hulpbronnen' een kans bieden voor fosfaatrecycling om daarbij aan te haken. Geels (2002)

[62] De vraag is groeiende vanwege de toename en dieetveranderingen (meer vlees) van de wereldbevolking en de toenemende behoefte aan energiegewassen / biobrandstoffen (Cordell & White, forthcomming).

[63] De olieprijs is indirect en direct verbonden aan de fosfaaterts productie en in het bijzonder de handel / transport van erts (Cordell & White, forthcomming).

[64] De geopolitieke afhankelijkheid zit hem in het feit dat maar een paar landen fosfaatmijnen bezitten in soms instabiele regio's (kans op politieke en gewelddadige conflicten) en dat een groot bezitter als China door middel van exportaccijnzen (die inmiddels weer zijn ingetrokken) de wereldprijs sterk kan laten stijgen.

[65] Net zoals in het voorgaande twee hoofdstukken geldt als in dit hoofdstuk geciteerd wordt zonder bronvermelding dan betreft de bron een interview met vermeld persoon.

[66] Onder mondiale wetenschappers en het bedrijfsleven vinden er weleens conferentie plaats omtrent het sluiten van de fosfaatkringloop zoals 'International Conference on Nutrient Recovery from Wastewater Streams' van 10 tot 13 mei 2009 te Vancouver.

[67] Fosfaatschaarste wordt niet expliciet benoemd in Food and Agricultural Organization of the UN, International Food Policy, Research Institutes, the Global Environmental Change and Food Systems programme, International Assesment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (Cordell & White, forthcomming).

[68] Op de volgende congressen is aandacht gevraagd voor het fosfaatschaarste: 5th World Water Forum (maart 2009, Istanbul), World Water Week (aug. 2009, Stockholm) (Pannekoek *et al.*, 2010). De International Conference on Nutrient Recovery from Waterwater Streams (mei 2009, Vancouver) stond fosfaatrecycling meer centraal.

[69] De seminar te 4 maart 2010 te Brussel is zover bekend de eerste maal dat gediscussieerd werd omtrent fosfaatschaarste op Europees niveau. Zie voor meer informatie over dit onderwerp §4.3.3.

verwoordt dit aanhaken als 'add-on and hybridisation' om zodoende aan te sluiten bij bestaand beleid en zodoende het transitieproces te versnellen. Naast dat fosfaatrecycling aan deze thema's gehaakt kan worden, zouden CO_2-, water-, en fosfaatbesparing ook passen aan dit spoor. Bijvoorbeeld de gemeente Sneek, STOWA, PRI, en Waterschap Aa&Maas geven aan dat CO_2-reductie (energiebesparing) en waterbesparing onderwerpen zijn die zouden kunnen helpen om fosfaatrecycling van het niche-niveau naar een volwaardig regime te transformeren. Aan de KRW kan ook aangehaakt worden en daar komt nu al geld vandaan in de vorm van subsidiëring van bepaalde NS-projecten. Zo is er dus beleid of toekomstige wet- en regelgeving waarbij getracht moet worden aan te haken zodat het een stimulerend aspect wordt voor de transitie.
De laatste macro-factor is de reeds aangelegde materiële infrastructuur voor het transporteren en behandelen van afvalwater. Het grootschalige systeem dat miljarden waard is (verzonken kosten), is erg lastig om te veranderen[70]. Door sommige actoren worden de karakteristieken van grootschalige systemen gezien als een factor dat de transitie naar regime in de weg staat. Zij zien het als een onoverkomelijke belemmering. Enkele andere actoren beschouwen het als meso-factor omdat het niet nadenken over alternatieven hoort bij de dagelijkse gedragsregels of wel heuristieken van gemeenteambtenaren en waterschappers. Hierover in de volgende paragraaf meer.
De macro-factoren worden in de theorie gezien als een externe structuur of context dat zich bevindt buiten de regime-actoren om. Dat betekent niet dat de actoren er geen invloed op hebben. Dit hebben ze namelijk wel, al is het zeer beperkt. Het landschap creëert momenteel geen of onvoldoende 'window of opportunities' om vanuit de niches een nieuw regime te construeren.

6.2.2 Het meso-niveau – regime

Het meso-niveau bestaat uit dominante praktijken, regels, geloven en gedeelde aannames die het dynamisch-statisch regime vormen; het conventionele maar ook het huidige afvalwatersysteem met alle menselijke en niet-menselijke entiteiten.
Zoals beschreven in §2.3.1 zal ook in deze paragraaf blijken dat het regime twee kanten heeft. Enerzijds faciliteert het bestaande regime binnen haar grenzen de socio-technische ontwikkelingen omdat zij al de benodigde principes, inzichten, objecten en heuristieken heeft. Anderzijds beperkt het regime de veranderingen omdat het dominante regime voorgestructureerd is en daardoor tot zekere hoogte inert is.

Hoofdzakelijk vormt het regime momenteel een remmende factor voor de transitie. Het regime is er op gericht om het conventionele systeem verder te optimaliseren. Zoals te lezen is in het theoretisch kader onderscheidt Rotmans (2001) drie houdingen die het regime ten opzichte van een transitie kan aannemen; een defensieve (probeert externe actoren in diskrediet te brengen), reactieve (probeert het systeem te verbeteren) en een innovatieve houding (draagt actief bij aan een transitie). Het dominante regime, dat bestaat uit allerlei actoren, richt zich hoofdzakelijk niet op het transformeren van het systeem maar verbetert (optimaliseert) het, het regime tracht zichzelf in stand te houden. Vandaar dat het regime vanuit een helicopterview een reactieve houding inneemt. Het regime stabiliseert over het algemeen de conventionele socio-technische configuratie. Er zijn geen aanwijzingen in deze studie gevonden dat het regime externe actoren in diskrediet probeert te brengen.

[70] Zie §2.3.3 voor een toelichting op grootschalige techniekssystemen.

Er zijn wel verschillen zichtbaar hoe het regime zich opstelt ten opzichte van socio-technische ontwikkelingen op de verschillende schalen: decentraal (NS), centraal/decentraal (RWZI's en AWZI's) en centraal (SNB, Thermphos, Orgaworld). Het grootste deel van de nieuwbouwwijken of locaties waar de riolering vervangen wordt, betreft het momenteel 'business as usual'. Er wordt geen NS toegepast. Ook Veluwenkamp (De Wieren) benoemt indirect deze optimalisatie: "We willen graag dat meerdere woningcorporaties zo vooruitstrevend zijn als wij. Dan krijg je pas vooruitgang in duurzaamheid." Op bestaande RWZI's vindt ook optimalisatie plaats; het systeem wordt aangepast zodoende dat er fosfaat herwonnen kan worden. Dit kan gezien worden als een stimulerende factor vanuit het bestaande regime, voor een uiteindelijke transitie naar een nieuw systeem. Fosfaatrecycling op centraal niveau vindt nauwelijks plaats, het regime vervolgt hoofdzakelijk haar ingeslagen traject. Een fractie van de bedrijven houdt zijn bezig met fosfaatrecycling of hebben plannen hieromtrent.

Zoals blijkt uit TT, bovenstaande alinea en de interviews zullen innovaties vanuit het regime stapsgewijs zijn. Zeeman (WUR) zegt: "Waarschijnlijk neemt NS ons huidige afvalwatersysteem in de toekomst niet volledig over. Er ligt natuurlijk een gigantisch rioleringssysteem in de Nederlandse grond. Dat ga je niet zo maar de grond uit scheppen en er iets nieuws neerleggen, dat is kapitaal vernietiging. … Ik denk niet dat binnen 50 jaar alle conventionele concepten vervangen zijn door decentrale concepten." De grote rioleringvervangingsronde die momenteel in Nederland aan de gang is biedt nu een kans voor NS om door te dringen tot het regime. Als deze ronde voorbij is kan het zo weer 30 tot 60 jaar duren voordat er weer op zo'n grote schaal riolering vervangen moet worden.
De lock-in situatie (op macro-niveau) die door de meeste geïnterviewden benoemd is, speelt niet alleen omtrent de materiële infrastructuur maar ook in de heuristieken van het technologische paradigma. Grootschalige systemen zijn niet alleen kapitaal intensief maar ook kennis intensief. Zoals Swart (STOWA) zegt: "Onderzoek naar scheiding bij de bron of schaalverkleining van het huidige systeem wordt bijna niet gedaan. Men ziet grote aantallen mensen werkzaam bij vele verschillende bedrijven kijken naar nieuwe technologieën, altijd op de basis van het conventionele systeem met als doel om te voldoen aan de nieuwe normen. Er zijn maar weinig mensen die achterover leunen en zich afvragen of het pad dat we honderd jaar geleden zijn ingeslagen nog de juiste is, of het nog steeds leidt waar wij graag naar toe willen. Dit wordt veroorzaakt door de menselijke ontwikkelingsneiging om elke dag stappen te zetten op dezelfde bekende route." Palsma en Swart (STOWA) zeggen ook beiden dat in Nederland de gewoonte aanwezig is om altijd maar te kiezen om riolering aan te leggen. Terwijl in andere landen zoals in Zweden er niet standaard gerioleerd wordt maar juist als de lokale omstandigheden daarom vragen. Deze mentaliteit, heuristieken en gevestigde belangen zijn zichtbaar in onze Nederlandse wet- en regelgeving en in allerlei beleidsdocumenten van gemeenten, overheden tot aan waterschappen.

Als in detail naar het regime wordt gekeken blijkt in de praktijk dat het regime niet inert maar zoals de TT stelt dynamisch-statisch[71] is. Er zijn namelijk regime-actoren te vinden die een bijdrage leveren aan de socio-technische ontwikkelingen; de koplopers. De koplopers

[71] Het feit dat een regime dynamisch-statisch is maakt het ook onmogelijk om de regime-actoren te definiëren omdat zij veranderen over tijd. Er kan wel onderscheid gemaakt worden tussen het regime betrokken bij het conventionele systeem (dus conventioneel afvalwatersysteem zonder centrale en decentrale fosfaatrecycling) en het toekomstige systeem (moderne sanitatie). Voor een deel zijn het dezelfde actoren, voor een deel betreft het andere actoren. Een begrip zoals 'transitie arena' is ook geen duidelijke afbakening zoals te lezen is in Hegger (2007) en van Vliet (2006b).

trachten vanuit, of met behulp van het regime de heuristieken te beïnvloeden en uiteindelijk (bedoeld of onbedoeld) te doorbreken of om te buigen om zodoende fosfaatrecycling op gang te krijgen. De trend is zichtbaar dat de meeste pilotprojecten omtrent NS wat betreft de technologie buiten het regime om gebouwd worden. De centrale projecten en de fosfaatrecyclingprojecten op RWZI's hybridiseren daarentegen met de bestaande technologie van het regime en haken daarbij aan. Dit kan volgens de theorie de stapsgewijse ontwikkeling in het regime versnellen. Voorbeelden van heuristieken in het regime die aan het veranderen zijn, is de samenwerking tussen SNB&Thermphos en de fosfaatrecyclingprojecten van Duynie, Orgaworld. SNB heeft naast de samenwerking met Thermphos de intentie uitgesproken om met ASH-DEC te Moerdijk het ASH-DEC-concept te gaan implementeren. Momenteel proberen ze - door middel van hun website, interne nieuwsberichten, en door derde opgedane ervaring met het ASH-DEC-concept - hun aandeelhouders (de waterschappers) te overtuigen om mee te doen met het concept. SNB heeft de waterschappers als aandeelhouders en investeerders nodig om de ASH-DEC-installatie te kunnen bouwen. Deze installatie werkt in symbiose met de al aanwezige verbrandingsinstallatie van SNB. Ook vindt er hybridisatie plaats op RWZI's. Op allerlei RWZI's worden technieken geïntegreerd in het al bestaande afvalwaterbehandelingsysteem om fosfaten terug te winnen. Een ander voorbeeld van symbiose tussen het regime en nieuwe ontwikkelingen is de overstap van een groot aantal waterschappen van ijzer- op aluminiumdosering. Deze hybridisatie levert op dat de technologieën in symbiose samenwerken en dat het veranderingsproces waarschijnlijker is en versneld wordt. Want zouden desbetreffende waterschappen en SNB respectievelijk aluminiumdosering en het ASH-DEC concept interessant vinden als zij deze technologieën niet konden aanhaken bij hun bestaande installaties? Het antwoord op deze vraag lijkt mij 'nee'.
Duynie en Orgaworld staan feitelijk nog buiten het regime maar oefenen reeds en als hun plannen door gaan nog meer invloed uit op het regime. Dieper wordt op NS ingegaan in de volgende paragraaf; micro-niveau.

In deze paragraaf is geschreven dat de mentaliteit, dominante praktijken en heuristieken in de huidige Nederlandse wet- en regelgeving en in allerlei beleidsdocumenten van gemeenten, overheden tot aan waterschappen zichtbaar zijn. Als deze simplificatie en inertie wordt losgelaten blijkt dat de heuristieken in het huidige regime aan het veranderen zijn. Door middel van het project RWZI's 2030 met bijhorende beleidsvisies en bijeenkomsten zijn de geloven, dominante praktijken en aannames van de actoren aan het verschuiven binnen de watersector en in het bijzonder bij de waterschappen. Als hun zoekregels verschuiven moet de toeleverende industrie hen wel volgen. De STA draagt met haar beleidsnotitie, persbericht en beleidsadvies aan de Minister van VROM ook bij aan een fractionele verschuiving van de heuristieken van het regime. Hetzelfde geldt voor de nationale en/of Europese bijeenkomsten van STOWA en NFTG. De socio-technologische ontwikkelingen van bijna alle actoren uit het actor-netwerk dragen in bepaalde mate bij aan een verschuiving van de heuristieken in het regime.
Dergelijke technische en sociale componenten die in feite uit fase zijn met het conventionele systeem en voorkomen dat er maximale efficiëntie binnen het regime wordt behaald en dus verraad plegen ziet Hughes (1987) als 'reverse salients'. Zij, de koplopers, strijden voor een nieuw systeem. Aan het 'nieuw' te vormen regime wordt door de reverse salients een bepaalde richting gegeven, ze laten een groei zien die snelheid suggereert. De nieuwe richting bestaat uit NS, terugwinning op RWZI's, AWZI's en centrale

fosfaatrecyclingprojecten met bijhorende heuristieken die vorm gegeven worden in het actor-, STOWA-, en NFTG-netwerk. De technische en sociale elementen voegen een deel momentum toe aan het alternatieve systeem. Zie §2.5.2 voor een verdere uiteenzetting over reverse salients.

6.2.3 Het micro-nveau - niche

In voorgaande paragraaf is duidelijk geworden dat innovaties uit het regime stapsgewijs plaatsvinden. Innovaties uit niches zijn daarentegen meestal radicaal. Niches zijn beschermde en geïsoleerde locaties op het micro-niveau, afgeschermd van reguliere marktwerking.

De ontwikkelingen op RWZI's, AWZI's, Orgaworld, Duynie, samenwerking tussen Thermphos en SNB zijn redelijk grote doorbraken, er wordt immers relatief veel fosfaat gerecycled en als zij in bedrijf zijn, zijn het full-scale projecten. Alleen vinden deze innovaties niet plaats in 'incubatie kamers' (afgeschermde locaties) en ze worden direct blootgesteld aan de commerciële marktwerking. Vandaar ook dat deze ontwikkelingen beschreven staan bij het meso-niveau. NS-projecten ontwikkelen zich wel in niches, zij worden momenteel nog niet blootgesteld aan de commerciële marktwerking en kosten de actoren geld. TT stelt dat radicale nieuwe technologieën een lage technische prestatie hebben, vaak hinderlijk en duur zijn. De NS-projecten kosten momenteel inderdaad geld, worden door sommige mensen (tijdelijk) als hinderlijk[72] ervaren en hun technische prestatie zijn nog niet optimaal.

Een goed voorbeeld hoe een socio-technische configuratie zich kan ontwikkelen vanuit het niche-niveau beschrijft Zeeman (WUR/LeAF): "In eerste instantie stond ontwikkeling van de technologie op labschaal centraal, gevolgd door demonstratieproject op wijkniveau. We hebben ons destijds beperkt tot een aantal partijen en onderzoeksfacetten. Nu is het moment aangebroken dat je bij de fase terecht komt dat je producten gaat maken en de landbouwpartijen erbij moet betrekken. Nu komt de vraag of het economisch haalbaar is om de hoek kijken." Wat Zeeman vertelt heeft voornamelijk betrekking op Sneek I, momenteel wordt Sneek II gebouwd en dit kan gezien worden als een intermediair project; het bevindt zich tussen een niche-project en project dat op zijn eigen benen kan staan. Met andere woorden, een project dat al meer wordt blootgesteld aan het regime, al is het tot op zekere hoogte (financiën) nog in de incubatiekamer.

De opschaling van het DeSaH-systeem van Sneek I naar Sneek II, van Betuwse kunstmest naar SaNiPhos en de constatering in voorgaand hoofdstuk dat het aantal partijen en projecten met betrekking tot NS de afgelopen jaren toegenomen is, zijn signalen dat 'niche-accumulatie' plaatsvindt. TT definieert dit als: de verspreiding van een radicale innovatie door het telkens in een toenemend aantal niches toe te passen kan een stapsgewijse proces zijn van niche naar regime.

TT signaleert verder dat 'add-on en hybridisation' een mechanisme is waarbij nieuwe technologieën in hun vroege fase zich fysiek binden met gevestigde technologieën, vaak om bepaalde problemen op te lossen. NS-projecten hebben ten opzichte van centrale fosfaatrecyclingprojecten als nadeel dat zij nauwelijks (bijv.: ziekenhuis Boxmeer) of zelfs helemaal niet (bijv.: Sneek I&II) aansluiten bij gevestigde technologieën. Dat nieuwe centrale technieken hybridiseren en aansluiten bij gevestigde technologieën is beschreven bij het

[72] Bij Sneek I hadden de burger-consumenten in de beginfase geluidsklachten omtrent het vacuümsysteem, de gemeente Wageningen wilde niet mee doen aan een NS-project omdat zij onder andere niet wisten wie de UASB-vergister na afloop van het project ging beheren, de projectontwikkelaar wilde niet meedoen omdat zijn klanten de kleur van de toiletpot niet konden uitkiezen, voor meer details zie Swart (2008).

meso-niveau. SOURCE en SaNiPhos kunnen mogelijk wel een brug slaan tussen de 'gevestigde technologieën' en toekomstige technologieën. Zo wordt bij SOURCE en SaNiPhos urine separaat ingezameld en verwerkt tot struvieten. Als nu ervaring wordt opgedaan met P-terugwinning uit urine kan met behulp van deze kennis in de toekomst P-terugwinning uit urine geïntegreerd worden in een totaal afvalwatersysteem zoals het DeSaH-systeem. Deze twee projecten hybridiseren in tegenstelling tot centrale fosfaatrecyclingprojecten momenteel nog niet met bestaande technieken. De brug is nog niet geslagen, maar dit kan mogelijk in de toekomst gebeuren. Men moet er wel op bedacht zijn dat sommige niche-projecten zich opzettelijk afscheiden, omdat niche-ontwikkelaars radicale technologieën willen uitproberen zodat zij een betere kans hebben op het verwerven van de broodnodige subsidies en publiciteit. Omdat de subsidieverstrekkers tevreden gehouden moet worden willen zij weleens alleen de positieve ervaringen delen en de negatieve verbergen (Hegger, 2007; Hegger *et al.*, 2007).

De verwachte toekomstige wet- en regelgeving omtrent medicijn- en hormoonrestenverwijdering als macro-factor kan een positieve invloed hebben op fosfaatrecycling. Niche-projecten zoals urinescheidingsprojecten moeten trachten om aan te haken bij deze wet- en regelgeving om zodoende meer projecten van de grond te krijgen. De niche-projecten dienen ook aansluiting te vinden bij macro-factoren die al genoemd zijn de §6.2.1. Een voorbeeld dat NS aansluit bij bijvoorbeeld de energiesector is het feit dat de units waar het zwarte water behandeld wordt in Sneek II een nutsbedrijf willen creëren. Een energieleverancier en waterschap zouden dan samen moeten gaan werken om biogas te maken uit zwart water, om te zetten naar electriciteit die vervolgens weer aan het electriciteitsnet gegeven wordt.

Het laatste mechanisme dat bij kan dragen aan niche-accumulatie en zodoende vanuit de niche kan doorbreken naar het regime is dat nieuwe technologieën mee kunnen liften op / aan kunnen sluiten bij de groei van bepaalde markten. Ten eerste kan gedacht worden dat NS zich technologisch verder ontwikkelt en zodoende economische kengetallen (voor zover mogelijk) genereert in markten zoals Oost-, Noord- en Zuid-Europa en ontwikkelingslanden waar riolering en dichtstbijzijnde RWZI's ontbreken. DeSaH is hier een goed voorbeeld van, zij staat op het punt om in Roemenie een kopie van Sneek II te construeren. Ten tweede groeit de vraag naar meststoffen wereldwijd en dus ook de vraag naar kunstmeststoffen wat kansen biedt in deze groeimarkt. Afhankelijk van het volume, meststoffenwetgeving en samenstelling biedt dit mogelijkheden voor centrale en decentrale niche-projecten om hun struvieten af te zetten. Of terwijl rechtstreeks op de kunstmestmarkt of als grondstof aan de kunstmestindustrie. Ten derde is in Nederland de markt omtrent geraffineerde (kunst)meststoffen groeiende. Dit biedt mogelijkheden voor niche-projecten om mee te profiteren van deze ontwikkeling. Het SOURCE-project is hier een treffend voorbeeld van. Daarnaast is dit een ideale kans om als waterschappen, gemeenten, STOWA en toeleverende industrie meer aansluiting te vinden met de agrariërs en ook de kunstmestindustrie. De relaties tussen de agrariërs en de kunstmestindustrie en/of kunstmesthandelaren zijn al decennia hecht. Sterker dan in ieder geval met het huidige actor-netwerk. Een ander voordeel kan zijn is dat de lobby van agrariërs sterk is, zowel in Nederland als in Brussel. Zodoende kunnen zij de meststoffenwetgeving en fosfaatrecyclingbeleid beïnvloeden, dat een positieve consequentie kan hebben voor het actor-netwerk.

TT benoemt ook dat er in niches leerprocessen plaatsvinden zoals leren door te doen, leren door het te gebruiken en leren door onderlinge contacten. TM (en CNM, SNM) richt zich

nadrukkelijker op dit leeraspect en vandaar dat het aspect hier niet wordt behandeld maar uitgebreid is beschreven in §6.4.

6.3 Transitiefase, vertrouwen en toekomstvisies

Nu in voorgaande paragraaf duidelijk is geworden welke factoren uit verschillende domeinen en uit de drie transitieniveaus van invloed zijn op transities zijn de volgende vragen interessant. In welke fase bevindt de transitie zich, hebben de geïnterviewden vertrouwen in een succesvolle transitie en wat zijn de toekomstvisies? Om deze vragen te kunnen beantwoorden is het in principe noodzakelijk om te weten wat de gemeenschappelijke doelstelling is. Helaas ontbreekt deze gemeenschappelijke doel- en probleemstelling. Dit is inherent aan het feit dat de transitie momenteel nog in de kinderschoenen staat. Met behulp van TT is nader gekeken naar deze vragen.

6.3.1 Transitiefase; waar bevinden we ons?

Aan alle geïnterviewden[73] is gevraagd: in welke fase bevindt de transitie zich? Kort legde ik aan de geïnterviewden uit wat Rotmans (2001) onder de voorontwikkeling, opstart-, versnelling- en stabilisatiefase verstaat zoals beschreven wordt in de TT in §2.5.2. In tabel 6.1 zijn de antwoorden van de geïnterviewden op deze vraag weergegeven.

Geïnterviewden	Voorontwikkelingfase	Opstartfase	Versnellingfase
DeSaH	X	X	
Dynie	X	X	
Gemeente Sneek		X	
GMB	X	X	
ICL	X	X	
LTO	X		
NFTG		X	
Orgaworld		X	
SNB	X	X	X
STOWA (Palsma)	X	X	
STOWA (Swart)	X		
STOWA (Uijterlinde)		X	
Thermphos		X	X
VROM	X		
Waterschap Aa en Maas	X		
WUR			X

Tabel 6.1 De antwoorden van de geïnterviewden op de vraag: in welke fase bevindt de transitie zich?

De zestien geïnterviewden die de vraag hebben beantwoord vinden voor het overgrote deel dat de transitie zich bevindt in de voorontwikkeling- en/of opstartfase. WUR en in mindere mate Thermphos en SNB zijn van mening dat de transitie zich respectievelijk bevindt in of richting de versnellingsfase. Uit onderstaande reacties op de vraag valt op te maken dat iedere geïnterviewde de fase bepaalt ten opzichte van zijn of haar eigen referentiekader(s). Vandaar ook dat bij sommige geïnterviewden meerdere fases in de tabel zijn aangekruist.

Pannekoek (NFTG) antwoordt: “Opstartfase, als je het vanuit een helicopterview bekijkt zit je in de opstartfase.” Langeveld (ICL) antwoordt: “Opstartfase.” Zanelli ICL interrumpeert hem en reageert: “Of misschien pas in de voorontwikkelingsfase.” Langeveld gaat verder: “Je kunt niet alles over één kam scheren maar in zijn algemeenheid denk ik dat we in een heel pril stadium zitten. We zitten nog niet op het niveau dat de overheid richting geeft, daar gaat het

[73] Geïnterviewden Veluwenkamp, Ehlert en Schröder hebben om diverse redenen deze vraag niet beantwoord.

juist mank aan." Zanelli: "We zijn nog niet bij de opstartfase want dan zeg je van dit worden de installaties en technieken. Nu is het namelijk nog een wildgroei van ontwikkelingen en type pilots, men is nog zoekende." Swart (STOWA) vreest dat we nog in de voorontwikkelingsfase zitten. "Hoe hard het ook klinkt. Structureel is er nog nergens een project gerealiseerd die een ander doel had dan onderzoek te doen of technieken uit te testen. Wel zijn we in Den Haag en Utrecht bezig om te kijken of NS in nieuwbouwwijken een rol kan krijgen, maar gerealiseerd is het nog niet. Misschien zitten we op de drempel naar opstartfase, maar in deze definitie zitten we in de voorontwikkelingsfase." Meulman vindt ook dat we voor zwart water nog in de voorontwikkelingsfase zitten en misschien deels in de opstartfase. Maar de pilotfase zijn we volgens Meulman nog niet voorbij. Scheltinga is wel van mening dat we in de opstartfase zitten omdat het veranderingsproces met Sneek I en II ingezet is.
Thermphos en SNB hebben al een techniek functionerende en vinden dat zij daarom in de opstartfase verkeren. Ze willen graag hun samenwerking naar de versnellingsfase brengen. Palsma (STOWA) zegt: "We zitten in fase één of twee, daarin moet je met een enorm schot hagel schieten omdat je nu nog niet weet waar het ontwikkelingstraject heen gaat." Enkele actoren constateren dat er momenteel veel pilotprojecten op NS-schaal zijn en dat er maar een aantal recyclingprojecten op centraler niveau bestaan. Kiestra (Waterschap Aa en Maas) vat de situatie volgens mij juist samen. "Globaal gezien helemaal aan het begin. … Tussen NS en P-terugwinning in de keten zit wel verschil. Bij NS durf ik te stellen dat we in voorontwikkelingsfase zitten. Er zijn allemaal pilotjes om überhaupt nog te bedenken of dit de gewenste richting is, we zijn zoekende. Voor een transitie moet je ook een einddoel hebben zou ik zeggen, anders weet je niet waar je heen gaat. Bij NS zitten we nog in de allereerste fasen, van waar gaat het heen? Maar als het gaat om P-terugwinning in de keten zijn we al wat verder, daar gebeurt het al en al op grotere schaal. Ik zou zo een hele lijst met activiteiten kunnen geven die als full-scale te bestempelen zijn (zoals Aviko, SNB, Thermphos). … Ook ons project in Dintheren, waar wij fosfaat terugwinnen uit afvalwater van het RWZI en afzetten via SNB naar Thermphos, valt onder full-scale."
Zeeman (WUR/LeAF) zegt: "Ik zou zeggen dat wij in de versnellingsfase zijn. Het ligt er ook aan waarnaar je kijkt. Als ik kijk naar de ontwikkeling van de waterschappen ben je bij de versnellingsfase. Dat wil nog niet zeggen dat het als standaard techniek overal wordt toegepast, maar het wordt als serieus alternatief overwogen bij een nieuw project. Dit is mijn impressie; het wordt nog niet structureel toegepast[74] omdat het technologisch nog niet is uitontwikkeld, het is nog niet duidelijk op welke schaal het economische voordelen heeft, de producten kun je nog niet altijd afzetten. Bij de meeste waterschappen staat het wel op de agenda, dat is wel een belangrijke verandering."

Afhankelijk van welk referentiekader gekozen wordt bevindt de transitie zich in de voorontwikkelingsfase of opstartfase. De voorontwikkelingsfase kenmerkt zich als een dynamisch evenwicht waar de status quo niet zichtbaar verandert. Tijdens de opstartfase wordt het veranderingsproces ingezet zodat de status van het systeem begint te verschuiven en het natuurlijke traject van het regime minder vanzelfsprekend is.
Als het dominante regime vergeleken wordt met het in wording zijnde alternatieve regime dan bevindt de transitie zich tussen beide fases in. Over het algemeen heerst momenteel een dynamisch evenwicht waar de status quo niet zichtbaar verandert. Dit komt omdat

[74] Volgens Rotmans definitie van een versnellingsfase, is de 'versnellingsfase' die Zeeman benoemt nog niet bereikt omdat het nog niet *structureel* wordt toegepast.

fosfaatrecyclingconcepten relatief weinig aandacht krijgen van het huidige dominante regime. Daarnaast zijn de fosfaatrecyclingprojecten ook nog eens uiteenlopend van aard, zelfs binnen het innovatienetwerk(en). Er is momenteel geen consistent paradigma zichtbaar voor het te vormen regime. Het is dan voor de koplopers en volgers daarom niet duidelijk wat het traject is en waar het hen heen zal leiden. Desondanks is er vertrouwen bij de koplopers (zie volgende paragraaf) maar tegelijkertijd is geconstateerd dat er nog een heleboel onbeantwoorde vragen zijn (zie §4.4.1).
Van de andere kant kan ook gesteld worden dat het veranderingsproces ingezet is en de status van het systeem begint te verschuiven. Zoals zal blijken in de volgende twee paragrafen is onzekerheid in deze transitiefase een gemeengoed onder de actoren en inherent aan de wederkerende en iteratieve vraag voor actoren: wat is 'het probleem' en wat is onze (gemeenschappelijke) visie hierop. Deze opstartfase wordt gekenmerkt door een toenemende mate van dynamiek binnen het dominante/alternatieve regime, niches en het landschap. Een toenemend aantal regime- en alternatieve actoren houden zich actief bezig met socio-technische ontwikkelingen op de glijdende schaal van centrale naar decentrale projecten.
Wel is een discrepantie zichtbaar tussen centralere recyclingprojecten en NS. De centralere projecten bevinden zich al wat verder op het transitiepad dan NS. NS bevindt zich in de voorontwikkelingsfase omdat dergelijke projecten over het algemeen op pilotschaal functioneren. Deze niche-projecten vormen een potentiële bedreiging voor het huidige dominante regime. Al zijn er uitzonderingen zoals enkele waterschappen, gemeenten en bedrijven (zoals DeSaH[75]) uit het dominante regime die zich voor NS inzetten. Centrale recyclingprojecten en terugwinning op RWZI's / AWZI's bevinden zich een transitiefase verder: de opstartfase. De eerste full-scale technologieën zijn namelijk operationeel of zijn dat naar verwachting in de nabije toekomst. Daarnaast komen zij voort uit het dominante regime, waardoor de kans groter is dan op niche-niveau dat het translatieproces van binnen uit (intern) het systeem daadwerkelijk begint te veranderen. De kans op een nieuw evenwicht is groter en het moment ligt waarschijnlijk naderbij.

6.3.2 Vertrouwen in de transitie?

Zoals beschreven in het theoretisch hoofdstuk en §4.4.1 gaan socio-technische ontwikkelingen gepaard met onzekerheid. Vandaar dat het interessant is om te weten hoeveel vertrouwen de geïnterviewden hebben in de transitie. Aan alle geïnterviewden is gevraagd: Hoeveel vertrouwen heeft u in de transitie? Net zoals in de vorige paragraaf geldt ook hier dat het einddoel van de transitie niet vast staat en daardoor iedere geïnterviewde deze vraag heeft beantwoord in het licht van een ander referentiekader.
De meeste actoren geven aan vertrouwen te hebben in de transitie 'richting meer fosfaatrecycling'. Wat van de ene kant een inherent gevolg is vanwege het feit dat hoofdzakelijk de koplopers, die tevens als 'gelovers'[76] beschouwd worden, geïnterviewd zijn. Dit neemt niet weg dat de geïnterviewden in §4.4.1 aan geven dat er nog veel onduidelijkheden zijn. Hieronder zijn van enkele geïnterviewden de argumenten weergegeven waarom zij in meer of mindere mate vertrouwen hebben in de transitie.

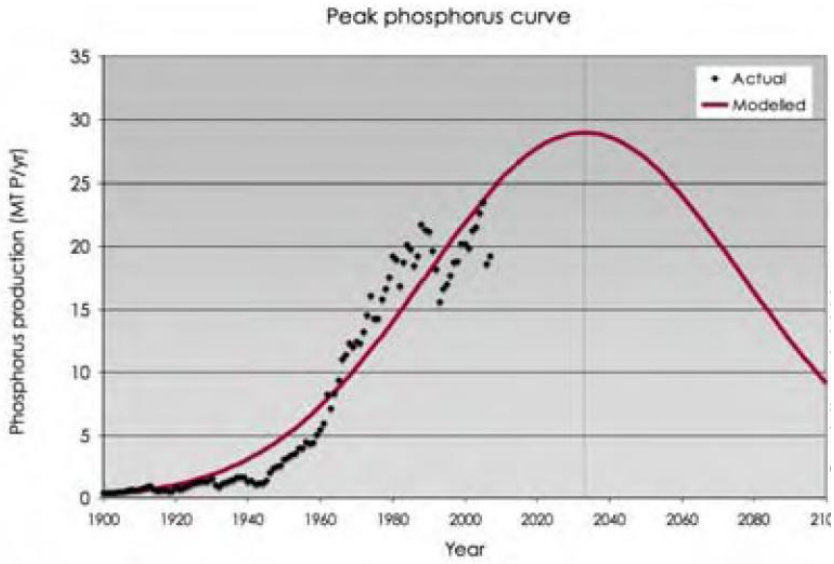
[75] Vanaf medio 1950 speelt Landustrie (waar DeSaH B.V. onderdeel van uitmaakt) al een rol op de markt van afvalwatertransport- en behandeling (Landustrie, 2010).
[76] Ik noem ze 'gelovers' omdat zij in hoge mate geloven en dus vertrouwen hebben in alternatieve technologieen en een transitie naar een nieuw systeem.

Pannenkoek (NFTG) antwoordt op de vraag: “Op zich heb ik wel vertrouwen in de transitie. Er zijn zoveel partijen mee bezig, dus ik denk dat het wel gaat gebeuren. Ik heb wel het gevoel dat nu de energie aan het ontstaan is; partijen komen bij elkaar en de politieke massa wordt erbij betrokken. Er beginnen zaken te lopen zodat fosfaatrecycling op grote schaal over 10 à 15 jaar moet kunnen plaatsvinden.” Veluwenkamp (De Wieren) heeft in principe ook vertrouwen in de transitie. “Als Sneek II een succes wordt, dan gaan wij als coöperatie - mits het financieel haalbaar is - zeker door met NS.” Scheltinga (gemeente Sneek) gelooft voornamelijk in het DeSaH-systeem maar heeft toch zijn twijfels of het systeem toegepast wordt buiten Sneek. “Ik geloof niet in gescheiden inzameling van urine. Ik zie het namelijk niet voor me dat urine afgescheiden wordt en de rest op het conventionele systeem geloosd wordt. Je gaat namelijk niet overal aparte leidingen voor aanleggen. … Over 10 jaar verwacht ik dat het beperkt is tot Sneek II. Maar zeker weten doe ik het niet, veel hangt af van Sneek II.” Zeeman (WUR/ LeAF) heeft er wel al het vertouwen in en zegt: “Ik heb er 100 procent vertrouwen in, anders zou ik er ook niet aan werken en er mee begonnen zijn. Het ligt er ook maar net aan, aan wie je het vraagt. Er zijn massa’s partijen die daar niet in geloven. Als je naar waterschappers gaat die zich inzetten voor fosfaatrecycling krijg je waarschijnlijk een positief verhaal te horen, maar er zijn ook honderden waterschappers te vinden die er helemaal niet in geloven.” Kiestra (Waterschap Aa en Maas) zegt: “Het huidige afvalwatersysteem gaat wel op de schop, maar de basis zal hetzelfde blijven. Door al die ontwikkelingen komen er meer opties in de etalage te staan. Hoe meer opties er zijn, hoe vaker gekozen gaat worden voor alternatieven. Het zal wel wat gaan schuiven in de tijd, maar de basis zal wel ongeveer hetzelfde blijven. … P-terugwinning gaat zeker een grotere rol spelen.” Zowel Swart en Palsma (STOWA) hebben veel vertrouwen in NS, en zijn ervan overtuigd dat NS een hele waardevolle bijdrage levert aan de toekomstige waterketen.
Op centraal niveau heeft Korving (SNB) 50 tot 60 procent vertrouwen in dat de ASH-DEC-installatie gebouwd gaat worden. “Het moet kunnen als genoeg mensen hun nek durven uitsteken. Bij de bijeenkomst in Den Haag[77] hebben we proberen te benadrukken dat het gewoon kan, er moeten mensen zijn die hun nek durven uit te steken. Tijdens die bijeenkomst hing een sfeer dat meer onderzoek noodzakelijk is. Daar gaat het helemaal niet om; de technieken zijn er alleen moeten mensen besluiten durven te nemen om daarin te investeren.” Martijn Bovee (Orgaworld): “We hebben absoluut vertrouwen in dat het Greenmills-concept er gaat komen, dat is ook echt wat we willen. Een voor ons substantieel project, wat zo veel managementaandacht en financiering nodig heeft zullen we nooit op poten zetten als we daar niet echt in geloven. We geloven dat we de fosfaten kunnen recyclen want we hebben daar de kennis voor en de juiste klanten, we hebben ook de overheid mee (in de vorm van subsidieverstrekking) … .” Ook Litjens (Duynie) heeft vertrouwen dat zij fosfaten gaan recyclen. “Binnen drie jaar zal Duynie zeker fosfaten recyclen. Als het juridische verhaal rond is gaat de rest wel lopen. … Ik zie niet in waarom dat niet gaat lopen.” Brouwers (LTO) zegt: “Ik heb vertrouwen in de transitie rondom P-terugwinning uit dierlijke mest in combinatie met menselijke afvalstoffen. Vanuit agrarisch oogpunt hebben wij ook geen andere keus: het moet! Tenminste als wij evenveel dieren willen blijven houden in Nederland.”

[77] Hij doelt op ‘Mini-seminar Phosphorus Shortage’ in Nieuwpoort te Den Haag op 7 oktober 2009.

6.3.3 Toekomstvisies

Transities zijn zoals bekend lange termijnveranderingen over één generatie (30 jaar) of meer. Figuur 6.1 geeft aan dat de piek[78] van wereldwijde fosfaatertsproductie in 2033 is, dat betekent na de piek jaar na jaar een groter verschil ontstaat tussen de vraag en de hoeveelheid fosfaaterts die aangeboden kan worden (Cordell, 2008).



Figuur 6.1 Curve van de fosforpiek (Cordell, 2008)

Als de composteringstoiletten buiten beschouwing worden gelaten, vonden de eerste pogingen[79] tot het komen van fosfaatrecyclingprojecten plaats rond het begin van de 21ste eeuw. Meppel kan gezien worden als het begin, daar werden rond 2005 de eerste 3 urinescheidingstoiletten geïnstalleerd. De volgende mijlpaal is Sneek I, waar in 2006 32 huizen werden opgeleverd met het DeSaH-systeem. Rond 2008 begonnen SNB en Thermphos met het recyclen van fosfaat.

Het antwoord op de vraag of in ongeveer drie decennia (2000-2033) de transitie in Nederland voldoende op gang is gekomen zodat na 2033 nog voldaan kan worden aan de fosfaatbehoefte[80] is in theorie[81] twijfelachtig. Het is erg lastig om een inschatting te geven. Mede omdat de transitie zoals beschreven in hoofdstuk 1 op vele terreinen moet plaatsvinden. Als we ons beperken tot mijn onderzoekskader dan moet ook een transitie plaatsvinden op verschillende terreinen door diverse actoren zoals de Nederlandse overheid, agrariërs, huiseigenaren, kunstmestindustrie, andere fosfaatgebruikende industrie, organische reststroomverwerkers, gemeenten, waterschappers en wetenschappers. Om simpelweg alleen een inschatting te maken van hoelang het duurt voordat het huidige afvalwatersysteem vervangen is door NS is te kort door de bocht. Ook P-terugwinning op RWZI's, AWZI's, verbrandingsinstallaties en P-hergebruik door fosfaatgebruikers moet meegenomen worden in de inschatting. Omdat de socio-technische ontwikkelingen een

[78] Het moment van pieken is wellicht onzeker en wordt ook betwist door enkele wetenschappers (Cordell, 2008).

[79] In Lanxmeer (voorbereidingsperiode: 1999-2001) is de vergister uiteindelijk niet gebouwd, Rustenburg (2001-2005) is uiteindelijk ook niet van de grond gekomen even als Stroomdal (2003-2004), Swichum (2001-2004) en Duifrak (2004).

[80] De fosfaatvraag van met name de kunstmestindustrie en fosfaatgebruikende industrie komt in eerste instantie in gevaar. De fosfaten zullen via de veehouderij nog wel gedurende een bepaalt aantal jaren aangeleverd worden.

[81] In de praktijk zullen eerst de arme landen fosfaten niet meer kunnen betalen. Nederlandse bedrijven zullen waarschijnlijk nog wel langere tijd de hoge prijs van fosfaaterts willen en kunnen betalen.

complex geheel zijn waren de actoren niet of nauwelijks in staat om een toekomstimpressie te geven waar fosfaatrecycling in Nederland zich over 10, 25 of 50 jaar bevindt. Daarom is de vraag gesteld wat hun visie is - op de status van de technologieën waaraan zij werken of wat de status van hun expertisegebieden zijn in het geval van de wetenschappers - over een x-aantal jaar.

Schröder (PRI) antwoordt: “Over tien jaar zie ik nog niet dat menselijke excreta wordt toegepast in de landbouw. Ik ben daar wat dat betreft heel somber in. Toen ik dertig jaar geleden begon met onderzoek naar de mestproblematiek had ik niet gedacht dat ik daar nog steeds mijn brood mee kon verdienen. Het is zonneklaar dat er veranderingen nodig zijn, maar die vinden niet binnen tien jaar plaats. Dat heeft ook te maken met het feit dat ons eigen verhaal van fosfaat raakt uitgeput nog heel zacht van aard is. We voelen het totaal nog niet, de prikkel dat wij iets moeten doen is er over tien jaar nog niet. … Binnen tien jaar verwacht ik geen drastische wijzigingen.” En over 50 jaar? Schröder antwoordt: “Tussen 50 en 100 jaar zie ik het wel veranderen, dat is ongeveer de tijdshorizon, wat overigens niet de horizon is van de meeste politici.”
Aan Ehlert (Alterra) is gevraagd wat de status zal zijn in 2020 omtrent het gebruik van struviet in de landbouw. Hij antwoordt: “Ik verwacht in ieder geval dat er meer struviet geproduceerd gaat worden. Ik denk dat de P-recyclinggedachte verder wordt opgepakt en dat leidt tot meer terugwinningacties van fosfaat uit verschillende reststromen. Ik denk dat er een toename zal zijn van het gebruik van gerecycled fosfaat in de landbouw. Of dat substantieel zal zijn hangt helemaal af of het fosfaat wat afkomstig is van dierlijke mest drastisch omlaag zal gaan. Als dat niet zo is, is er niet zoveel plaatsingsruimte voor struviet in Nederland en zal het gebruik van deze minerale vorm buiten Nederland moeten plaatsvinden. Op het moment dat je een goede struviet weet te maken met afdoende kwaliteit dan kun je het overal in de wereld kwijt.”
Brouwers (LTO) antwoordt op de vraag of hij in 2020 een intensivering van SOURCE-achtige projecten ziet als volgt: “Ik hoop dat we in 2020 heel nadrukkelijk die stap naar schaalvergroting gezet hebben. Feitelijk hebben we die tien jaar niet. Ik denk dat we over vijf jaar al flink wat stappen in die richting gezet moeten hebben om daadwerkelijk voldoende plaatsingsruimte en afzetmogelijkheden te hebben.” Sanders (VROM) ziet de situatie over 25 jaar als volgt: “Ik zie een sterke concurrentie vanuit dierlijke mest voor struviet. … Ik zie wel degelijk een plaats voor struviet. … Ik hoop dat struviet over 25 jaar een belangrijke plek inneemt.”
Orgaworld verwacht dat in 2020 het Greenmills-concept op meerdere plaatsen in Nederland en in het buitenland gerealiseerd zullen zijn. Litjens (Duynie): “Ik verwacht dat wij over tien jaar op grotere schaal fosfaten hergebruiken uit allerlei reststromen. Ik denk dat als we over 10 jaar nog niet zover zijn we er waarschijnlijk mee gestopt zijn. … We hebben geen doel dat we een x-aantal ton struviet willen produceren. Wel willen we als bedrijf een steeds grote deel van onze winst halen uit niet-veevoeractiviteiten.”

Met de informatie die is opgedaan tijdens dit onderzoek ben ik van mening dat ik wel een enigszins realistische toekomstvisie kan schetsen van het transitieproces naar meer fosfaatrecycling in de voornaamste sectoren. Uiteraard is en blijft het speculeren. Mijn verwachting is dat de recycling op RWZI’s van fosfaten op zeer kort termijn te bewerkstelligen is. Daarvoor zijn nu al voldoende technische mogelijkheden en de wil van de waterschappen is ook significant groeiende. Fosfaatrecycling uit bedrijfsafvalwater en

eventueel uit organisch materiaal zoals Duynie en Orgaworld van plan zijn om binnenkort te implementeren zie ik mits de meststoffenwetgeving het toe staat ook als een innovatie die op korte termijn op vele plaatsen toegepast gaat worden. De winning van fosfaat uit slib is technisch gezien geen probleem en wordt op beperkte schaal reeds gedaan door SNB en Thermphos. Naar verwachting worden binnen nu en de komende drie jaar tussenschalen van het ASH-DEC concept gebouwd in Duitsland zodat het draagvlak onder de aandeelhouders van SNB toeneemt en op korte termijn over gegaan wordt tot de bouw van de installatie. Dan kan een kwart van de fosfaten die in Nederland in de riolering geloosd worden terug gewonnen worden. Voordat de prijs van secundaire fosfaten laag genoeg is en de prijs van fosfaaterts hoog genoeg is zodat het voor de kunstmestindustrie en fosfaatgebruikende industrie interessant wordt om secundaire fosfaten te gaan toepassen verwacht ik pas op middellange tot lange termijn (tussen de 25-100 jaar). Technisch is het nu al mogelijk, alleen de intrinsieke wil die onvoldoende gevoed wordt door het niet hebben van een grondstofprobleem en de hogere kosten voor het gebruik van secundaire fosfaten lijken op dit moment de beperkende factoren te zijn die een transitie voorlopig nog wel even tegen houden. Het kan op zijn minst nog wel vijf à tien jaar duren voordat de Nederlandse overheid met beleid of incentives op dit gebied heeft geïmplementeerd. Dit schat ik in aan de hand hoelang het heeft geduurd vanaf het moment dat de transitie van de afkoppeling van regenwater ingezet werd en het moment dat er beleid is geïmplementeerd. Deze periode duurde 15 jaar zoals uitgebreider te lezen is in onderstaande alinea. Daarnaast volgt de overheid het transitieproces nu enigszins, heeft fosfaatschaarste in een algemeen kader van voedselzekerheid en geopolitieke problemen voor de eerste maal benoemd en vragen gesteld aan bepaalde commissies (Passenier & Lak, 2009). Dit soort processen kosten over het algemeen wel een aantal jaar. De overheid, onderzoekers en een aantal agrariërs zijn nu volop bezig om mestscheidingstechnieken te ontwikkelen. Als deze ontwikkeling zich de komende jaren doorzet kan misschien ook excreta met deze technieken worden omgezet naar een kunstmest. Maar of de agrariërs hiervoor open staan is nog maar te bezien.

De toekomstvisie rondom NS is nog complexer dan de transitie in bovenstaande sectoren. Geïnterviewden geven aan dat de vervangingsperiode van huizen (met bijhorende toiletpotten en leidingwerk), rioleringen en RWZI's lang is. Er worden schattingen gedaan uiteenlopend tussen de dertig en zestig jaar. Het duurt wel één of waarschijnlijker enkele rondes voordat in theorie de huidige infrastructuur vervangen kan worden door NS (of eventueel een moderne sanitatie mix). Een probleem dat deze transitie complex maakt is dat vervanging dus niet ineens plaatsvindt. Vaak is het zo dat een stukje riolering vervangen moet worden. De RWZI en huizen zijn dan dikwijls niet afgeschreven. Wat doe je dan? Een optie volgens de geïnterviewden zou kunnen zijn om naast de riolering drie of vier leidingen tijdens het vervangen van de riolering onder de grond te leggen. Een aparte leiding voor regenwater, zwart water en overig huishoudelijk afvalwater; een leiding voor urine behoort ook tot de mogelijkheden. Omdat in de huishoudens nog geen vacuümsysteem of urinescheidingstoiletten geïnstalleerd zijn worden die aparte leidingen enige tijd niet benut. Daarbij komt nog dat het (oude) RWZI het zwarte water en urine niet apart kan behandelen. Het is dan dus wachten tot het peil van NS-voorzieningen in bestaande woonwijken toereikend is om decentrale units aan te leggen. Dit proces kan uiteraard ook visa versa beginnen. Dit voorbeeld geeft aan hoe lastig het is om NS in bestaande wijken aan te leggen. In Sneek II wordt een deel van de wijk de komende jaren deels gerenoveerd en nieuwbouw

gepleegd. Daar hebben de betrokken actoren het voor elkaar gekregen om het DeSaH-systeem aan te leggen voor meer dan 200 huishoudens.
Swart (STOWA) geeft in het onderzoek van van Vliet (2006b) een illustratie hoelang de transitie naar zwart waterbehandeling en lokale urinescheiding mogelijk kan duren. Swart zegt: "25 jaar is bij lange na niet lang genoeg voor een transitie naar zwart waterbehandeling. De discussie over het afscheiden van regenwater begon in 1980, het duurde 15 jaar voordat 'gescheiden regenwater' beleid werd. Vanaf 2000 was het eerste regenwater afgekoppeld en we zijn blij als dit toeneemt met 1% per jaar, dit betekent dat al het regenwater in Nederland afgekoppeld is in 2100. Als we dan praten over het afscheiden van zwart water of urine, dan moeten we niet spreken in termen van enkele decennia. Het neemt waarschijnlijk meer tijd in beslag dan het afkoppelen van regenwater omdat kennis nog steeds ontbreekt en het verschilt van de regenwaterafkoppeling omdat er namelijk wel veel alternatieven zijn. Vanuit een enigszins negatieve prognose zouden we blij moeten zijn als beleid voor het implementeren van urine en zwart water afscheidingen rond 2030 van kracht wordt."
Op de vraag hoe lang het gaat duren en of NS in Nederland op grote schaal toegepast gaat worden is nauwelijks een antwoord te geven. Wel staat vast dat het een lang traject gaat worden. Tenminste als het er al gaat komen, de theorie biedt weinig reden tot hoop. Ze maakt duidelijk dat succesvolle transities eerder uitzondering dan regel zijn: in verreweg de meeste gavallen blijft het systeem ergens 'hangen', volgt een suboptimaal pad, graaft zich steeds verder in waardoor het uiteindelijk sterft (bron onbekend).
Het is van belang dat grotere projecten, zoals in Amsterdam, Utrecht, Haarlemmermeer, Venlo en Sneek (Harinxmaland) de komende jaren gerealiseerd gaan worden. Terugblikkend op de eerste 10 jaar van de transitieperiode heeft het actor-netwerk rondom NS (en ook centrale projecten) de afgelopen 10 jaar al de nodige P-terugwinningsprojecten op haar naam. Met als voorlopig hoogtepunt Sneek I.

6.4 Wat wordt er geleerd?

Zoals bekend is zijn voor transities sociologische en technische ontwikkelingen nodig om te komen tot een nieuw paradigma. TM, waartoe CNM en SNM behoren, legt de nadruk op de sociologische aspecten, waaronder leerprocessen. Zoals te lezen is in de paragrafen 2.6.3 en 2.6.5 zouden leerprocessen moeten plaatsvinden in de TA die momenteel voornamelijk bestaat uit het actor-netwerk. CNM stelt vast dat rondom innovatieve sanitatieprojecten op niche-niveau, leerprocessen in de praktijk vaak haperen. "Dit kan veroorzaakt worden vanwege het feit dat bestaande, op niche-projecten gebaseerde benaderingen te veel de nadruk leggen op technologische experimenten in plaats van op experimenten met vormen van sociologische organisatie." (Hegger *et al.*, 2007). Met andere woorden: er wordt vaak onvoldoende aandacht besteed aan het sociologische aspect, technologen zouden nog steeds de discussie domineren[82]. In deze paragraaf wordt beschreven welke sociale leerprocessen plaatsvinden binnen de huidige TA. De leerprocessen die worden beschreven vinden plaats tijdens de bijeenkomsten van de STOWA en NFTG. Beide organisaties zijn dan

[82] Zoals Shove (1998) beschrijft onder haar 'conventionele view' wordt 'technical potential' ontwikkeld door technologen en wordt onvoldoende aandacht besteedt aan 'non technical barriers' zoals mislukte marktwerking en psychologische factoren als negeren, antipathie, het vasthouden aan tradities en een gebrek aan politieke wil bij zowel technologen als beleidsmakers die voorkomen dat 'proven technical potential' gerealiseerd wordt. Technologie transfer is dus niet zomaar een lineair proces. Zij beschouwt de alternatieve 'socio-technical analyses' (maatschappelijke en technische componenten co-evolueren) als een broodnodige en waardevolle aanvulling voor beleidsmakers op de 'conventionele view' (Shove, 1998).

ook potentiële netwerkbouwers of vertaler-woorvoerders van de TA. Ook wordt beschreven of er wel voldoende aandacht aan sociale leerprocessen wordt geschonken.

De NFTG beschrijft mede namens hun partners in hun beleidsvisie de rol die het platform heeft en zou kunnen krijgen, zie box 6.1. Voor een belangrijk deel komt de rol en ook hoe het platform functioneert overeen met vele elementen van het TM-sturingsraamwerk, waarover in §6.5.1 meer.

> "The platform needs to build shared understanding on the nature and the importance of the problem, as well as a shared vision on potential solutions. Coordination will be required for research, policy and business investments in new solutions with a view to developing a coherent programme of activities. The main role of the platform is to facilitate shared learning, provide space for vigorous and open debate, and develop an agenda for action. Alternatives need to be developed in parallel to ensure a vigorous competition of ideas and solutions. This requires the allocation of significant resources to *combat the problem in a coordinated manner, rather than separate and competing resource allocation for specific solutions*. We need more research and more development of business opportunities, fewer losses during production and better recovery from waste, and different consumption patterns and better soil phosphor utilization in agriculture. It is not appropriate to count on one or a couple of solutions to resolve this important issue. We should pursue all workable directions simultaneously."(Pannekoek, 2009)

Box 6.1: De rol van het NFTG-netwerk

Uit de conceptuele beleidsvisie[83] (waaronder box 6.1) en uit datgene wat bediscussieerd is tijdens het NFTG-mini-seminar 'Phosphurus Shortage' op 7 okt. 2009 is op te maken dat er veel geleerd wordt. Tweeënveertig actoren[84] die een breed spectrum aan actorgroepen vertegenwoordigden waren aanwezig op het mini-seminar: wetenschappers (38%), bedrijfsleven (29%), potentiële beleidsmakers (21%) en technologen (?%) (Pannekoek, 2009). Er vindt onder dit interdisciplinaire gezelschap zowel *eerste als tweede orde leerprocessen* plaats tijdens de bijeenkomst[85]. Eerste orde processen vinden plaats omdat een breed scala aan oplossingen voor het probleem 'fosfaatschaarste' werden aangedragen en besproken. Zoals minder verlies tijdens de productie, andere consumptiepatronen, beter gebruik van P in de landbouw, centrale en decentrale technologieën[86], accijnzen en subsidies. Tweede orde leerprocessen vonden plaats tijdens de pittige afsluitende discussie. In die discussie werd gezocht naar de koers die de NFTG het beste zou kunnen gaan varen; wat is onze gemeenschappelijke visie? De actoren gingen op zoek naar datgene wat ze met elkaar verbindt (wat is het gedeelde probleem, welke onderwerpen verdienen onze aandacht) en waar zij individueel en gemeenschappelijk hun voordeel mee kunnen doen. Op sommige momenten kwam het tot botsingen en werden frustraties geuit. Wel waren ze het over een

[83] Op de voorpagina van de beleidsvisie is opzichtig vermeld dat het een 'living document' betreft. Hiermee laat de NFTG zien dat er ruimte is voor onder andere reflectie en herdefiniëren van de tot nu toe geconstrueerde visie en probleemdefinitie. Deze elementen sluiten aan bij TM.

[84] De volgende partijen waren aanwezig op het mini-seminar: universiteiten, kennisinstituten, toeleverende industrie, adviesbureaus, LNV, STA, SNB, politieke partijen en waterschappen.

[85] En waarschijnlijk eveneens tijdens reguliere bijeenkomsten waar alleen de partners van de NFTG aanwezig zijn.

[86] Zo werd een presentatie gegeven door Marcel Lefferts (directeur SNB) over de ASH-DEC-technologie die zij willen implementeren.

tweetal punten eens. Zo kwamen de actoren overeen dat de NFTG beter een platform kon zijn dan een nutriëntenbureau. Ook spraken zij de intentie uit dat er behoefte is aan gecoördineerde en gezamenlijke leerprocessen (Pannekoek, 2009). Over het algemeen was het een moeizame maar zeer noodzakelijke en fundamentele discussie. Het moeizame proces wordt overigens erkend in de TM-theorie. Volgens Rotmans *et al.* (2005) is het verre van eenvoudig, zeer arbeidsintensief en tijdrovend om middels een sterk interactief proces te pogen om te komen tot een gezamenlijke probleemperceptie. Die discussie (waar ruimte is voor reflectie en bijstellen van de visie en probleemstelling) gaat nog volop gevoerd worden de komende tijd. Zo gaat een strategisch plan worden opgesteld met doelstelling, afbakening, organisatiemodel en taakomschrijving. Daarnaast moet dit gedragen worden door de partners en door partners die op het punt staan om aan te sluiten. Hun opinies worden gepeild door een stakeholderanalyse. Deze activiteiten worden uitgevoerd door een onafhankelijke consultant (Pannekoek *et al.*, 2010). Dat geeft aan dat zij het proces als belangrijk en waardevol beschouwen; het krijgt hun volle aandacht en erkenning die het volgens de TM-theorie zo hard nodig heeft. Als men het paradigma wil verschuiven is zowel '*deep learning*' (eerste en twee orde leerprocessen) als '*broad learning*' (een breed veld van actoren dat is betrokken bij het innovatieproces) noodzakelijk (van de Kerkhof & Wieczorek, 2005). Aan de combinatie van tweede orde leerprocessen met een breed spectrum aan actoren ontbreekt het bij het STOWA-netwerk zoals duidelijk wordt in de volgende alinea.

STOWA houdt zich als potentiële vertaler-woordvoerder van de TA hoofdzakelijk bezig met NS-projecten. Het relatief grote aantal actoren[87] dat leert tijdens STOWA-platformdagen is dan ook afkomstig van andere organisatiesectoren als het NFTG-netwerk, zoals gemeenten, huiseigenaren, waterschappen, adviesbureaus, toeleverende industrie en universiteiten. Uit de interviews, strategienota's en jaarlijks werkplan van STOWA blijkt dat zij zich bezig houden met het ontwikkelen van de technologie (Mels, 2005; Swart, 2008; Palsma & Swart, 2010). Daarnaast houden zij zich ook bezig met beheersaspecten en projectmatige en organisatorische implicaties die het uitvoeren van technologische projecten met zich mee kunnen brengen. Deze implicaties trachten ze te voorkomen met een uitgebreide risicotabel die gebruikt wordt als checklist bij nieuwe NS-projecten (Swart, 2008). Duidelijk is dat eerste orde leerprocessen plaatsvinden. Tweede orde lering vindt in beduidend mindere mate plaats. In de STOWA-koepelgroep wordt de strategie hoofdzakelijk op basis van wetenschappelijke inzichten bepaald; de koers die STOWA de komende jaren gaat varen. De Koepelgroep bestaat in vergelijking met de NFTG-netwerk en het STOWA-netwerk uit een relatief klein gezelschap (11 personen) die een beperkt aantal sectoren vertegenwoordigt, namelijk STOWA, universiteiten (WUR, TU Delft), waterschappen (4 in het totaal), Stichting RIONED en Waternet. Dit selecte gezelschap bepaalt welke onderzoeksmogelijkheden (eerste orde) uitgevoerd gaan worden[88] en aan welke onderzoeksvragen behoefte is. De basis voor de onderzoeksvragen vormen die problemen die zij als probleem betitelen (tweede orde) en waarvoor een technologische oplossing bedacht gaat worden. Ze evalueren het transitieproces en geven het vorm met behulp van hun strategienota en jaarlijks werkplan (tweede orde). Het tweede orde leerproces vindt waarschijnlijk ook wel plaats tijdens bijeenkomsten met andere actoren als de platformdagen. Maar uiteindelijk bepaalt alleen de Koepelgroep (geen breed actor-spectrum) wat de probleemstelling is en leidt daaruit de visie/strategie af. 'Deep learning' vindt dus *niet* plaats in combinatie met

[87] 67 op de STOWA-platformdag tegenover 41 op NFTG-mini-seminar (Pannekoek *et al.*, 2010; STOWA, 2010).
[88] Wel geven ze aan in hun jaarlijks werkplan en strategienota open te staan voor nieuwe technologische ontwikkelingen.

'broad learning' waardoor volgens van de Kerkhof & Wieczorek (2005) de kans op een verschuiving van het paradigma afneemt. Er is dus onvoldoende aandacht voor sociale leerprocessen.

De overheid als potentiele en voor de hand liggende vertaler-woordvoerder van het TA leert momenteel niet of nauwelijks. Qua algemeen milieubeleid neemt de overheid TM wel serieus en leert dus wel als zal blijken in §6.5.3. Op de leerprocessen van het waterschap als potentiele vertaler-woordvoerder is onvoldoende zicht gekregen tijdens dit onderzoek om te kunnen bepalen welke leerprocessen daar plaatsvinden.

6.5 Sturing of beïnvloeding van het transitieproces?

In bovenstaande paragraaf is beschreven welke sociale leerprocessen plaatsvinden binnen de TA. In onderstaande paragraaf wordt gekeken hoe onder andere die leerprocessen te organiseren zijn. Hoe is het transitieproces te sturen of is het alleen te beïnvloeden (§6.5.1)? Hoe zou de TA er idealiter uit zien (§6.5.2). Een speciale actor in de TA is de Nederlandse overheid. Wat is hun rol en beleid ten aanzien van transities (§6.5.3)?

6.5.1 Is de transitie te managen en hoe?

Onder wetenschappers bestaat zoals te lezen is in §2.6.4 een verschil van inzicht of transities überhaupt wel te managen zijn. Swart (STOWA) vat het dilemma denk ik treffend samen: "Transities zijn wel te sturen, maar hoe ze te sturen zijn is de vraag. De vraag is hoe je er bewust invloed op kunt uitoefenen."

ANT en TT zijn theorieën die geconstrueerd zijn en meestal toegepast worden door achteraf (*ex post*) naar historische transities te kijken. Dit heeft geleid tot een schatkamer aan nieuwe inzichten waarin we zien op welke manier verbindingen tussen heterogene elementen en verbindingen tussen ontwikkelingen in verschillende lagen tot stand komen. De vraag is nu echter om vooraf (*ex ante*) in te schatten hoe bepaalde verbindingen succesvol kunnen zijn, en waarom andere door bijvoorbeeld het bestaande regime dit niet kunnen worden en hoe deze barrières omzeild kunnen worden, enzovoorts. Hoe kunnen systeeminnovaties welbewust gestimuleerd en zelfs misschien wel gestuurd worden? Vanaf het begin van de 21ste eeuw probeert TM op deze vraag antwoord te geven en de theorie is nog in ontwikkeling, zie bijvoorbeeld (Rotmans *et al.*, 2001b; Dirven *et al.*, 2002; Grin *et al.*, 2003; Rotmans *et al.*, 2005).

TM zegt over sturing het volgende: "Iedereen stuurt, vanuit enerzijds het besef van de mogelijkheden maar anderzijds ook de beperkingen en begrenzingen hiervan. Controle en beheersing van maatschappelijke veranderingsprocessen is een illusie: het hoogst haalbare is coördinatie en beïnvloeding."(Rotmans *et al.*, 2005).

Het sturingsraamwerk van Rotmans et al (2005) vindt dat de sturing centraal plaats vindt vanuit de TA: "Een door het reguliere beleid gelegitimeerde experimenteerruimte waarin de betrokken actoren door middel van een sociaal leerproces nieuwe kennis en inzichten verwerven die leiden tot een nieuw perspectief op een transitievraagstuk." Het nieuwe perspectief bestaat uit een gedeelde probleemperceptie, een langtermijn toekomstoriëntatie met gezamenlijke toekomstdoelen en streefbeelden, een gezamenlijke agenda en strategische acties en experimenten.

Zoals gebleken is in hoofdstuk 5 is het actor-netwerk gefragmenteerd en werkt het nog onvoldoende samen om te komen tot een nieuw gedeeld perspectief. Met andere woorden

de TA is de voorbije tijd nog onvoldoende geconstrueerd om te komen tot een transitie. Een nieuw en gezamenlijk gedragen perspectief kan hopelijk gevormd worden door het samenvoegen van subactor-netwerken van STOWA en de NFTG, zodat centrale en decentrale technieken met bijhorend breed spectrum actoren onderdeel uitmaken van het TA.
Aan beide partijen is gevraagd waarom zij nog niet met elkaar samenwerken. Pannekoek reageert: “STOWA gaat ook ongetwijfeld onderdeel uit maken van onze stakeholderanalyse. Ze zijn nu indirect via een aantal wederzijdse leden betrokken. Zij zitten meer op de inhoud; oplossingen voor een bepaald probleem. Wij zijn meer procesmatig bezig. … Dit soort processen van bundeling gaan vaak langzaam, maar dat komt wel, daar ben ik van overtuigd.” Palsma (STOWA) antwoordt: “Ik weet nog niet of wij lid gaan worden van de NFTG. Het is een lobbyachtige club. Wij willen ons niet met lobbyachtig werk bezig houden, wij richten ons op de inhoud. Ik zie het belang van het lobbywerk wel, maar bij STOWA hebben wij een belangrijke splitsing tussen lobby/ politiek en inhoud. Wij zijn voor de inhoud en individuele waterschappen voor het lobbywerk. Aan onze onderzoeksrapporten mag geen politiek luchtje zitten.”

Ideaal zou zijn als beide subactor-netwerken proberen samen te werken en om vervolgens samen te smelten volgens het sturingsraamwerk van Rotmans. Voor een belangrijk deel komt het proces wat momenteel aan de gang is in het NFTG-netwerk al voor een groot deel overeen met de TM-theorie. Zo komt de combinatie van ‘deep learning’ en ‘broad learning’ dat plaatsvindt in het NFTG-netwerk (§6.4) in belangrijke mate overeen met het raamwerk. Op sommige onderdelen is zoals zo dadelijk zal blijken het STOWA-netwerk al wat verder. Beiden netwerken kunnen door een fusie op basis van het sturingsraamwerk de transitie mogelijk beïnvloeden om de transitie te versnellen dan wel succesvol te maken.
De NFTG en haar leden zijn begonnen met probleemstructurering, visievorming en het opzetten/ inrichten van een transitiearena (ontwikkelingsronde 1). In de Koepelgroep gebeurt dit ook alleen door een te beperkt aantal actoren. In ontwikkelingsronde 2 wordt er stapsgewijs een gemeenschappelijke visie ontwikkeld. De belangen en het beleid van de verschillende actoren zou steeds op tafel moeten komen te liggen. Er zullen onderhandelingen over investeringen, afstemming van individuele plannen en strategieën moeten plaatsvinden. Vervolgens zouden de actoren de transitievisie en de weerslag daarvan in de transitieagenda moeten vertalen naar hun eigen organisatie (Rotmans *et al.*, 2005). Zowel het NFTG- en STOWA-netwerk hebben dit punt (nog) niet bereikt, de vraag is of zij dit gaan bereiken omdat hiervoor toch een gemeenschappelijk probleem nodig is dat opgelost dient te worden. Op operationeel niveau (ontwikkelingsronde 3) vinden uitvoerende activiteiten plaats binnen. De NFTG is een jonge groepering, die op weg is om van de huidige feitelijke status als informele werkgroep te translateren naar een institutioneel platform (Pannekoek *et al.*, 2010). Deze ontwikkeling zou gezien kunnen worden als een transitie-experiment onderdeel uitmakend van ontwikkelingsronde 3; het is niet een technisch experiment maar een institutioneel experiment. De vraag die centraal staat in het experiment is: hoe moet de TA en dus het instituut NFTG vormgegeven worden? Daarnaast vinden er ook een aantal technologische experimenten plaats door partners van de NFTG. Zij zetten deze experimenten op basis van eigen perspectief/ belangen op. Echter wordt voldaan aan een TM-doel van ronde 3, namelijk het generen van voldoende variatie aan opties waardoor een gunstig klimaat kan ontstaan zodat (toevallige) combinaties en verrassende oplossingen mogelijk worden dat kan leiden tot versterking en opschaling

(Rotmans *et al.*, 2005). Het STOWA-netwerk voert zowel ook een technologische als een voortdurend institutioneel experiment uit. In het STOWA-netwerk vindt momenteel evaluatie, monitoring, adaptie en leerprocessen plaats van zowel de technologische experimenten als visie in de vorm van de strategienota (ronde 4). Leerprocessen vinden zeker ook plaats binnen het NFTG-netwerk met daaraan verbonden adaptatie van de visie en probleemstelling. Echter is het platform nog te jong om technologische experimenten binnen het platform te evalueren.

Daarnaast mag duidelijk zijn dat het handelen en de structuur waarna de NFTG de komende jaren streeft voor een groot deel overeenkomt met de vuistregels van TM waaronder: multi-actor benadering, multi-level coördinatie (regime- en niche-actoren zijn betrokken), lange-termijndenken als afwegingskader voor korte-termijnacties, sturing op leerprocessen en experimenten, het lang openhouden van een scala aan opties binnen de afgebakende richting (Rotmans *et al.*, 2005). Deze basis zou idealiter versterkt kunnen worden door een fusie aan te gaan met het STOWA-netwerk.

6.5.2 De transitiearena

Duidelijk mag zijn dat de TA opgevat mag worden als een actor-divers vernieuwingsnetwerk rond een specifiek transitiethema of – probleem waarbinnen verschillende opvattingen bewust met elkaar worden geconfronteerd en vervolgens worden geïntegreerd (Rotmans *et al.*, 2005). Feitelijk zijn er momenteel twee aparte transitiearena's: subactor-netwerk 1 en subactor-netwerk 2 en zou een derde breder en gecombineerd actor-netwerk idealiter gevormd moeten worden volgens TM-theorie. Hier zouden mijn inziens alle partijen uit het actor-netwerk in moeten participeren.

Vanuit CNM wordt duidelijk dat veel gewonnen kan worden als een breed spectrum van actoren bij niche-projecten en in een vroeg stadium van de TA deel te laten nemen. Als deze actoren aangemoedigd worden om in een vroeg stadium samen te werken aan een duurzame toekomstige visie dan neemt de kans op de vorming van 'onverwachte' coalities toe (Hegger *et al.*, 2007). Zo is het belangrijk om de actoren als de agrariërs, kunstmestindustrie, fosfaatgebruikers en composteerders vroeg bij niche-projecten en TA te betrekken en niet - zoals nu het geval is in het STOWA-netwerk - dat hun toekomstige deelname verondersteld wordt. Onderzoek heeft aangetoond dat een spontane toewijding van deze actoren in de latere fase onwaarschijnlijk wordt (J. van Vliet, 2006). Ten tweede moet er goed op gelet worden dat het technische ontwerp van NS-technologieën goed aansluit bij de eisen van de fosfaat hergebruikers of aansluiten bij andere markten die het product willen afnemen. Het ontwerp heeft namelijk invloed op het eindproduct, transport enzovoorts. In Duitsland en Zweden lopen ze qua nieuwe sanitatieprojecten voor op Nederland en daar ondervinden zij namelijk problemen omdat zij de afnemers van fosfaten er te laat bij hebben betrokken (Jöhnsson, 2001; Jönsson *et al.*, 2010). Zoals Langeveld (ICL) treffend zegt: "De insteek van het overleg van vanmiddag met de VNCI, wetenschappers, SNB en kunstmestindustrie is van kijk nou eerst eens na wat je met het eindproduct zou kunnen doen en vervolgens gaan we terug redeneren wat de meest ideale industriële processen/routes zouden kunnen zijn. Dat is de omgekeerde benadering die nu omtrent fosfaatrecycling aan de gang is." Ook Kiestra (waterschap Aa&Maas) beaamt dit: "Uiteindelijk moet de afzet van struvieten kunnen maar je moet beter aansluiten bij de marktbehoefte en dat doen we nog onvoldoende volgens mij. We kijken wat we kunnen

maken en dat doen we dan ook en dan vragen we van joh zou jij het willen hebben. Dat is verkeerd. Want wat je nu gaat doen is een nieuwe keten inrichten, dan moet je wel de laatste schakel, afzet naar de markt ook erbij betrekken. Anders sta je dadelijk voor een ravijn en gebeurt er niks. De laatste schakel missen wij nog."
Er is ook een keerzijde, namelijk dat een groot spectrum van actoren het proces vertraagt of in het ergste geval de samenwerking uit één spat. Zoals Zeeman (WUR) het ziet is het eerst noodzakelijk om een techniek op enkele onderzoeksfacetten functionerende te krijgen op labschaal en vervolgens te testen in de praktijk met zo min mogelijk actoren. De rationele benadering van haar is dat ze de sociale en technische complexiteit wil reduceren door het actor-netwerk zo klein mogelijk te houden. In een pril stadium van socio-technische ontwikkelingen is reductie misschien wel nodig en logisch, maar er schuilt ook gevaar in. Het speelveld moet idealiter vanaf het begin van de ontwikkeling zo breed mogelijk gehouden worden. Ook Schröder zegt dat hij het aantal betrokkenen zo klein mogelijk wil houden. Hij ziet niet in welk belang de kunstmestindustrie heeft om mee te werken aan fosfaatrecycling, zij zouden het proces alleen vertragen.

6.5.3 De Nederlandse overheid en haar transitiebeleid

Zoals te lezen is in §2.6.3 zou de overheid volgens TM een speciale rol kunnen vervullen in de TA. De overheid moet juist niet gaan handelen als grote commandeur maar in lijn met TM. Zo zouden zij moeten faciliteren en inspireren tot een collectief leerproces, zodat actoren worden aangemoedigd om mee te denken en eventueel mee te doen. Dit geldt zowel voor de nationale, provinciale als gemeentelijke overheden. Gemeentelijke overheden hebben als voordeel dat zij gemakkelijker directe fysieke experimenteerruimte kunnen aanbieden. Naast deze procesrol hebben ze ook een inhoudelijke rol. Zij zouden de wet- en regelgeving (meststoffenwetgeving) moeten aanpassen zodat dit geen belemmering vormt voor fosfaatrecycling maar ook geen gevaar oplevert voor mens en milieu. Door middel van subsidie, belasting of accijnzen zouden zij de fosfaatrecylingsmarkt kunnen stimuleren.
Er is een onderscheid te maken tussen bottum-up en top-down processen waarop de overheid invloed zou kunnen hebben. Momenteel beperkt de Nederlandse overheid zich hoofdzakelijk tot het subsidiëren van pilotprojecten op decentraal niveau, of volwaardige projecten op centraal niveau. Hoofdzakelijk stimuleren zij dus bottum-up processen. In de toekomst gaan zij waarschijnlijk ook meer top-down faciliteren, sturen en inspireren door middel van beleid en wet- en regelgeving. Daarbij moet wel gelet worden op het feit dat toekomstige richtlijnen ruimte laten voor locale diversiteit en dat zij doelvoorschriften opstellen in plaats van middelvoorschriften. Het ideaal beeld is volgens mij dat de overheid zo snel als mogelijk met een combinatie van bottum-up en top-down instrumenten het fosfaatrecylingsproces positief gaat beïnvloeden.

Ondanks dat er geen beleid is omtrent fosfaatrecycling is TM geïntegreerd in het NMP4. Grin et al (2003) beschrijft dit transitiebeleid als een derde generatie van Nederlands milieubeleid. TM is nodig omdat het probleem hardnekkiger is dan gedacht, duurzame ontwikkeling vergt ontkoppeling en systeemverandering. Het beleid kijkt zoals voorheen geen 10 jaar (eerste generatie milieubeleid) of één generatie (2de generatie milieubeleid) vooruit maar twee generaties. De interdisciplinaire werkgroep Schaarste en Transitie heeft in hun verkennend rapport ook TM laten indalen (Passenier & Lak, 2009). Wat dat betreft zit de Nederlandse overheid op het juiste spoor; TM en dus ook TT worden geïntegreerd in het huidige beleid.

Daarnaast moet de TA (waar de overheid onderdeel van moet gaan uitmaken) zorgen voor een volledig kosten-baten overzicht. Zodoende zal de politiek eerder geneigd zijn om zich in te zetten voor de transitie. Momenteel zijn er overal 'snap-shots' aanwezig maar een totaal beeld ontbreekt.
Uit de theorie en uit de praktijk is duidelijk geworden dat de transitie zowel top-down als bottom-up ingezet moet worden; TM vat dit samen als multi-level coördinatie (Rotmans *et al.*, 2005)

6.6 Conclusie

In dit hoofdstuk is hoofdzakelijk dankzij het procesperspectief duidelijk geworden dat vele factoren uit verschillende domeinen en niveaus invloed hebben op het transitieproces naar meer fosfaatrecycling. Uit de TT werd het volgende duidelijk. Macro-factoren die doorgaans maar langzaam veranderen en invloed uitoefenen op zowel het regime als niches zijn de fosfaatertsprijs. Deze prijs is momenteel laag waardoor fosfaatrecyclingprojecten niet bevorderd worden. Mondiaal, Europees en nationaal is er geen beleid of incentives aanwezig. Een lichtpuntje is de verwachte regulering van medicijn- en hormoonrestenverwijdering uit het afvalwater in de nabije toekomst. Het idee is dat deze resten het kostenefficiëntste verwijderd kunnen worden uit een geconcentreerde waterstroom zoals bij NS het geval is. De verwachte regulering is een incentive voor NS. Milieuthema's die ook kansen bieden om 'aan te haken' zijn de grote milieuproblemen als 'klimaatveranderingen' en 'overexploitatie van natuurlijke hulpbronnen' benoemd in het NMP4. CO_2-, energie-, waterbesparing en wetgeving als KRW bieden ook mogelijkheden om mee te hybridiseren. De laatste macro-factor die voor NS remmend werkt zijn de miljarden die de afgelopen eeuw al zijn geïnvesteerd in de materiële infrastructuur van ons grootschalige afvalwatersysteem.
Het dynamisch-statisch dominante regime heeft zowel een stimulerende als remmende werking op het nieuw te vormen regime, landschap en niche-projecten. Het regime neemt een reactieve houding aan en stabiliseert de conventionele socio-technische configuratie. Hierop zijn uitzonderingen zoals de ontwikkelingen waarmee de gelovers zich bezighouden. Het regime biedt de gelovers kansen. Zoals de hybridisatie van centrale fosfaatrecyclingprojecten met technologieën van het regime. NS heeft als nadeel ten opzichte van centrale projecten dat zij een 'reverse salient' zijn voor het dominante systeem. Dit heeft als gevolg dat NS het moeilijker heeft om door te breken tot het regime. Omdat centrale projecten vanuit het regime zich ontwikkelen ligt het voor de hand dat zij makelijker en sneller door het regime geaccepteerd zullen worden. Het regime subsidieert daarentegen wel een aantal niche-projecten.
In de niches vindt niche-accumulatie plaats; de laatste jaren vindt er een toenemend aantal activiteiten plaats. De niche-projecten zouden kunnen proberen meer aansluiting te vinden bij bestaande technologieën. Daarnaast zouden zij mee kunnen liften op/ aan kunnen sluiten bij de groei van markten. Zo liggen er mogelijkheden in landen waar dorpen meer afgelegen liggen dan in Nederland. Ook kunnen ze mogelijk profiteren van de groeiende kunstmestmarkt en ontwikkelingen rondom mestscheidingstechnieken.

De meeste geïnterviewden zijn het er over eens dat de transitie, zoals gedefinieerd door TT, zich bevindt tussen de voorontwikkeling- en opstartfase, afhankelijk van het referentiekader. Constateerbaar is dat centralere projecten zich al wat verder op het transitiepad bevinden dan NS. NS-projecten bevinden zich in de voorontwikkelingsfase omdat zij over het

algemeen op pilotschaal functioneren in niches. Centrale recyclingprojecten en P-terugwinning op RWZI's en AWZI's bevinden zich in de opstartfase omdat zij nu of in de nabije toekomst (naar verwachting) full-scale opereren.
De meeste geïnterviewden geven aan vertrouwen te hebben in de transitie naar meer fosfaatrecycling. Zij zijn dan ook 'gelovers' en hun vertrouwen is dus intrinsiek van aard. Dit neemt niet weg dat zij onzekerheid ervaren zoals in voorgaand hoofdstuk 4 geconstateerd; veel vragen zijn onbeantwoord, het ontbreekt aan feiten.
Voor de actoren is het lastig om toekomstvisie aan te geven; waar bevindt de transitie zich over een x-aantal jaar? Dit komt omdat de transitie op veel verschillende terreinen plaats vindt. Om alleen te kijken naar NS is te kort door de bocht, ook P-terugwinning op RWZI's, AWZI's, verbrandingsinstallaties en P-hergebruik door fosfaatgebruikers zoals de kunstmestindustrie, Thermphos en agrariërs moet meegenomen worden in de toekomstvisie. Het transitieproces is ingezet rond het begin van de 21ste eeuw, in 2033 is de verwachting dat de vraag naar fosfaat het aanbod overschrijdt. De toekomst zal uitwijzen of het transitieproces tegen die tijd zover ontwikkeld is dat zij op een duurzame(re) manier omgaat met de fosfaten.

Idealiter zou de TA gevormd moeten worden op basis van het TM-sturingsraamwerk. Als voorbeeld en als vertrekpunt kan het NFTG-netwerk dienen, versterkt / gefuseerd met het STOWA-netwerk. Geconstateerd is dat in het NFTG-netwerk zowel 'deep learning' (1ste&2de orde lering) als 'broad learning' (breed spectrum van actoren dat leert) plaatsvindt. Simplistisch gesteld vinden eerste orde processen plaats omdat oplossingen bedacht worden. Tweede orde processen vinden plaats omdat er discussie, reflectie en bijstelling is omtrent de probleemstelling en daaruit afgeleide visievorming. Het NFTG-platform overweegt bijvoorbeeld niet alleen centrale oplossingen maar ook NS-concepten, tevens zoeken zij naar mogelijke oplossingen in andere disciplines als akkerbouw, veeteelt, mijnbouw enzovoorts. Het STOWA-netwerk beperkt zich momenteel te veel tot NS-concepten, en binnen een te select gezelschap (Koepelgroep) wordt de probleemdefinitie en strategie vastgesteld. In tegenstelling tot het NFTG-platform vindt er binnen het STOWA-netwerk geen combinatie plaats van de leerprocessen 'deep en broad learning'. Deze combinatie van beide leerprocessen is noodzakelijk wil men het paradigma verschuiven.

Rotmans *et al.* raden aan om de transitie te beïnvloeden of tot op zekere hoogte te sturen op basis van het TM-sturingsraamwerk, zoals beschreven in §2.6. De vuistregels van het raamwerk zijn: integraal beleid, multi-actor benadering, multi-level coördinatie, lange termijndenken als afwegingskader voor korte-termijnacties, sturing op leerprocessen en experimenten, en interpretatieve flexibiliteit.
De TA zou een zo breed mogelijk spectrum aan actoren moeten bevatten, tenminste bestaande uit; kennisinstituten, toeleverende industrie, kunstmestindustrie, agrariërs, waterschappen, landelijke, provinciale en gemeentelijke overheid, fosfaatgebruikende industrie, overige bedrijfsleven. Daarnaast zou een extern onafhankelijk persoon aangesteld kunnen worden die zorg draagt dat het TM-sturingsraamwerk geïmplementeerd wordt binnen de nieuw te vormen TA/ actor-netwerk.
Een breed actorspectrum heeft ook een keerzijde in een vroegtijdig stadium van nieuwe socio-technologische experimenten zoals bij Sneek I. Het reduceren van het aantal actoren en technologische facetten voorkomt dat het ontwikkelingsproces vertraging oploopt of in het worst-case scenario afgebroken moet worden vanwege de complexiteit. In een vroeg

stadium bij concrete socio-technologische experimenten kan het noodzakelijk zijn om met een beperkt aantal actoren en een beperkt aantal technologische onderzoeksfacetten te testen.
Als speciale actor kan de Nederlandse overheid een katalyserende rol vervullen, zo zouden zij het transitieproces kunnen faciliteren, controleren, en sturen (niet als commandeur maar als inspirator) en stimuleren met diverse middelen als subsidie, accijnzen, wet- en regelgeving, beleid en het aanbieden van experimenteerruimte. Ook zouden zij moeten meehelpen om het totale kosten-batenanalyse hard te maken. De overheid heeft behoefte aan een totaal overzicht van de kosten en baten omtrent fosfaatrecycling. Zodoende kunnen zij hun beleid onderbouwen en uitleggen waarom zij geld uitgeven aan fosfaatrecycling. Gelukkig is in het NMP4 en in een verkennend rapport van de werkgroep Schaarste en Transitie TM ingebed als transitiebeleid. Zij hebben deels het juiste spoor gevonden, nu moeten ze hun opgedane vertraging nog zien in te lopen.

7. Conclusies, theoretische evaluatie en aanbevelingen.

7.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken heb ik de resultaten weergegeven en geanalyseerd. De conclusies en aanbevelingen zijn gebaseerd op mijn theoretische en empirische bevindingen.

Het eerste doel van dit onderzoek is: *"De identificatie en analyse van de remmende en stimulerende aspecten op de socio-technische ontwikkelingen binnen het Nederlands actor-netwerk(en) gericht op I) alternatieve centrale en decentrale P-terugwinning uit excreta, urine of overig huishoudelijk- of bedrijfsafvalwater en II) P-hergebruik als meststof in de landbouw of als grondstof voor de overige fosfaatgebruikende industrie."*
Het doel wordt beschreven in de conclusies (§7.2). Duidelijk is geworden dat de remmende of stimulerende aspecten altijd in een context geplaatst zijn, daarom worden zij niet ad hoc opgesomd maar benoemd in hun context.

Het tweede doel van dit onderzoek is: *"Bepalen in hoeverre de combinatie van ANT en TT geldig en functioneel is voor de analyse van het actor-netwerk en het transitieproces."* Ook is gekeken in hoeverre TM de actoren handvatten kan bieden zodat zij het transitieproces kunnen versnellen. Het behalen van dit doel wordt besproken in de theoretische evaluatie (§7.3).

Het derde doel van dit onderzoek is: *"De actoren, op basis van de theorieën, publicaties en interviews handvatten geven om het transitieproces beter te kunnen besturen/ coördineren zodat in de toekomst meer fosfaten uit het Nederlandse afvalwater gerecycled kunnen worden."* De handvatten worden gegeven in de aanbevelingen (§7.4).

7.2 Conclusies

7.2.1 Co-evolutie van technologie en sociologie

Op basis van de theorieën, interviews en bijeenkomsten is duidelijk geworden dat fosfaatrecycling in Nederland niet een technische maar vooral een sociologische uitdaging is. Deze conclusie is de sleutel voor alle andere inzichten van dit onderzoek.
De technologieën zijn voor een belangrijk deel aanwezig of kunnen in laboratoria ontwikkeld worden. De vraag die vervolgens op komt is hoe de technologieën ingebed kunnen worden in de maatschappij. Het heeft namelijk weinig zin om 'technologisch potentieel' te ontwikkelen als zij worden geblokkeerd door 'niet-technische barrières'; vandaar dat Shove (1998) schrijft over hoe socio-technische systemen dit gat (dagelijkse sociale praktijken en technologieën) benoemen en trachten te overbruggen. In de huidige beginfase van de transitie lijkt het er sterk op alsof de technologiedruk in plaats van de marktvraag de voornaamste drijvende kracht is tot innovatie. Dit brengt ons bij de volgende paragraaf.

7.2.2 Probleemdefinitie, drivers en belemmeringen

Duidelijk is geworden dat het 'probleem' fosfaatschaarste nog door geen Nederlanders gevoeld wordt; het is niet meer dan een dreigend probleem dat mogelijk pas over enkele decennia voor het eerst door enkele Nederlandse actoren (kunstmestindustrie, fosfaatgebruikende industrie) gevoeld gaat worden. Buiten het alternatieve regime wordt het sanitatie- en afvalwatersysteem niet als problematisch ervaren. Het is immers goedkoop,

betrouwbaar, hygiënisch en verwijdert de noodzakelijke schadelijke stoffen uit het water. De probleemdefinitie van de 'gelovers', namelijk dat er onder andere meer fosfaatrecycling moet plaatsvinden in Nederland, wordt niet begrepen of gedeeld door het dominante regime. Het is nog maar kwart voor twaalf[89]!
Gelukkig zetten de geïnterviewden - met uitzondering van de Nederlandse overheid – als koploper zich in voor centrale en decentrale initiatieven. De drivers voor het opzetten van hun fosfaatrecyclingprojecten zijn legitiem maar voor de buitenwereld (nog) niet sterk. De som aan drivers maakt het voor de koplopers interessant om NS-projecten te initiëren. De redenen zijn: energie-, CO_2- en waterbesparing, fosfaatverwijdering/ -terugwinning, nitraatverwijdering/ -terugwinning. Daarnaast spelen zij in op de verwachting dat medicijn- en hormoonrestenverwijdering via regulatie in de toekomst verplicht wordt gesteld. Scheiding aan de bron is dan waarschijnlijk een kostenefficiënte manier van verwijdering. Voor gemeenten en woningcorporaties zijn de primaire drivers enthousiaste en gedreven bestuurders en medewerkers, daarnaast streven ze naar toekomstige lastenverlichting van hun burgers en huurders. Voor waterschappen speelt kosteneffectiviteit en duurzaamheid een rol, zij oriënteren zich momenteel op centrale en decentrale alternatieven. Het bedrijfsleven streeft naar winst, al is dit in deze fase nog niet mogelijk; er moet geld bij (decentraal) of ze halen hun meerkosten ten opzichte van het conventionele technologieën er uit (centraal). De kunstmestindustrie en andere fosfaatgebruikers proberen hun bedrijfscontinuïteit op langer termijn veilig te stellen als op een gegeven moment de prijs van ruwe fosfaaterts onbetaalbaar is en de erts uitgeput. Duurzaamheid speelt een onderschikte rol. Nederlandse veehouders en daardoor ook landbouwers hebben voldoende fosfaat, en zijn niet gebaat bij fosfaatrecycling uit het sanitatie- en afvalwatersysteem.
Een belemmering voor fosfaatrecycling is het ontbreken van mondiaal, Europees of Nederlands overheidsbeleid, waardoor geen structurele financiële programma's of garanties, en juridische en belastingtechnische instrumenten ingezet worden ter bevordering van fosfaatrecycling. Ad hoc subsidiëren zij projecten, voor pro-actieve actoren is dit niet altijd voldoende. Zij hebben tevens behoefte aan experimenteerruimte geboden door de gemeente (eigenaar riolering) of provincie (bevoegd gezag).

7.2.3 Transitiefase, onzekerheid en toekomstperspectief

Afhankelijk van het gekozen referentiekader bevindt het transitieproces volgens de TM-classificering zich tussen de voorontwikkeling- en opstartfase. Afgezet tegen het dominante regime bevindt het alternatieve paradigma zich nog maar in de voorontwikkelingfase; een status quo, geen zichtbare verandering. NS-projecten bevinden zich ook in de voorontwikkelingfase omdat zij over het algemeen op pilotschaal bedreven worden in niches. Centrale projecten en P-terugwinning op RWZI's en AWZI's bevinden zich al een fase verder; de opstartfase. De verandering wordt ingezet en de status van het systeem begint te verschuiven. Tevens bevinden zij zich in deze fase omdat zij nu of in de nabije toekomst naar verwachting fullscale opereren en onderdeel uitmaken van het regime dat blootgesteld is aan de marktwerking.
Zowel de theorie als de praktijk laat zien dat socio-technische ontwikkelingen gepaard gaan met complexiteit en onzekerheid, dat hoort bij een transitieproces dat zich nog in de kinderschoenen bevindt. Vragen die de onzekerheid voeden zijn bijvoorbeeld: I) Hoe groot zijn de kosten en baten voor NS-projecten afgezet tegen het huidige systeem, rekening houdend met de verzonken kosten? II) Hoe ziet de afzetmarkt van fosfaatrijke meststoffen

[89] Zoals Hoogleraar Eric Smaling de situatie op wereldschaal benoemt (Kuyper, 2010).

er uit? III) In welke vorm kan de meststof het beste verhandeld en getransporteerd worden? IV) Kan fosfaat het beste gewonnen worden uit zwart water of moeten we ons richten op urine? V) Enzovoort. Een grote variatie aan technieken met maatschappelijke gevolgen is zichtbaar. Er zijn nog zoveel vragen onbeantwoord dat de selectiefase nog niet is aangebroken, met uitzondering van de composttoiletten.
Er heerst onzekerheid over welke fosfaatterugwinning en/of fosfaathergebruik route de beste is. Logischerwijs geven de geïnterviewden over het algemeen de voorkeur aan de technologie waaraan zij werken. Voordelen van NS-projecten zijn de geconcentreerde afvalstroom en dat het kan inspelen op lokale omstandigheden. De voorkeur gaat uit naar zwart water behandeling boven urinebehandeling. Voor een centralere manier van fosfaatrecycling uit urine (zoals GMB) zien maar enkele geïnterviewden perspectief, als groot nadeel wordt het transport van urine over langere afstand benoemd. De meer centralere recyclingroutes verkrijgen de voorkeur boven NS-projecten omdat op centrale schaal grote hoeveelheden fosfaten geconcentreerd voorkomen die kosteneffectiever terug te winnen en eenvoudiger te vermarkten zijn. Kosteneffectiever vanwege het schaal voordeel en makkelijker te vermarkten vanwege de constante samenstelling, lagere beheers- en organisatiekosten en reeds aanwezige contacten met de afzetmarkt.
De meeste geïnterviewden geven aan vertrouwen te hebben in de transitie naar meer fosfaatrecycling. Zij zijn dan ook ‘gelovers’. Deze actoren zijn intrinsiek gemotiveerd om projecten te initiëren en hebben vertrouwen in een succesvolle transitie. Zij omarmen andere criteria waarmee nieuwe technologie en toekomstige winst voor hen minder belangrijk is. Eveneens is in bovenstaande alinea geconcludeerd dat er nog veel onzekerheid heerst onder de geïnterviewde gelovers. Die onzekerheid is gebaseerd op het ontbreken van feiten. Daarom dient nog veel ervaring en onderzoek verkregen te worden.
Het blijkt lastig om in te schatten waar het transitieproces zich over een x-aantal jaar bevindt. Dit komt omdat de transitie op veel verschillende terreinen zou moeten plaatsvinden. Niet alleen op het terrein van NS maar ook P-terugwinning op RWZI’s, AWZI’s en slibverbrandingsinstallaties - en P-hergebruik door fosfaatgebruikers zoals de kunstmestindustrie, Thermphos en agrariërs - moet meegenomen worden in de toekomstvisie. Het is de verwachting dat in 2033 de vraag naar fosfaat het aanbod overschrijdt. Het transitieproces in Nederland is ingezet rond het begin van de 21ste eeuw. De toekomst zal uit gaan wijzen of het transitieproces tegen die tijd zover ontwikkeld is dat zij op een duurzame(re) wijze omgaat met fosfaten.

7.2.4 De afzetmarkt

Andermaal is ook in dit onderzoek bevestigd dat er momenteel nog te weinig aandacht is voor de afzetmarkt van fosfaten: er vindt geen fosfaatrecycling plaats als de teruggewonnen P niet afgezet kan worden. De volumes gewonnen uit NS-projecten zijn nog dermate klein dat afzetten via de fosfaatgebruikende industrie of kunstmestindustrie nog geen optie is. Omdat de teruggewonnen volumes groter zijn op centraler niveau heeft de kunstmest- en fosfaatindustrie hier wel belangstelling voor, zij het mondjesmaat. Wat deels te verklaren valt door het beperkte aanbod. Zij kunnen het product (zoals MAP, MCP en aluminiumfosfaten) in principe toepassen als grondstof in hun productieproces, dit gebeurt ook op kleine schaal. In de Nederlandse landbouw moeten de volwaardige gerecyclede meststoffen concurreren met de dikke (P-rijke) fractie van dierlijke mest en reguliere kunstmest. Aspecten die voor de landbouwers van belang zijn is de prijs, P-oplosbaarheid, nutriëntensamenstelling en zuiverheid van het product (wat geen probleem hoeft te zijn).

Het is onduidelijk of in Nederland afzetmogelijkheden zijn in de landbouw, momenteel vindt het nog niet plaats. Er wordt in Nederland wel een grote hoeveelheid kunstmest gebruikt, dit betreft echter voornamelijk N,K-kunstmest. De afzet van gerecycled P,K- of NPK-kunstmest naar het buitenland behoort zeker tot de mogelijkheden.
Regulering vormt momenteel nog een belemmering voor de toepassing van gerecyclede struvieten. Voor gerecyclede kunstmeststoffen geldt dit in principe niet, zij zijn reeds gereguleerd en moeten alleen voldoen aan de product certificeringeisen.

7.2.5 Fragmentatie en gebrek aan sturing in het alternatieve actor-netwerk

Ondanks dat het aantal interacties, betrokken actoren, projecten, platfora, coördinatie en sturing de afgelopen vijf jaar aanzienlijk gestegen is binnen het actor-netwerk laat de betrokkenheid, coördinatie en sturing van de actoren (nog) te wensen over.
Over het algemeen zijn de Nederlandse overheid en de agrariërs niet of zeer minimaal betrokken. De kunstmestindustrie, organische reststroomverwerkers, huiseigenaren zijn minimaal tot enigszins actief. De waterschappen en gemeenten zijn al wat meer bezig met alternatieven. Wetenschappers zijn zeer betrokken.
Met behulp van ANT is duidelijk geworden dat het netwerk gefragmenteerd is. Binnen het netwerk zijn twee subactor-netwerken te onderscheiden waarin respectievelijk STOWA en NFTG een belangrijke rol spelen. Deze in potentie volwaardige vertaler-woordvoerders of netwerkbouwers zijn (nog) niet sterk genoeg om aan het actor-netwerk als geheel sturing en coördinatie te bieden. De NFTG is daarvoor nog onvoldoende ontwikkeld en STOWA beperkt zich tot NS. Ook de Nederlandse overheid vervult deze rol niet. Er is geen gemeenschappelijk doel, daardoor vinden er op ad hoc basis éénmalige bijeenkomsten plaats of ontstaan er ongecoördineerde technologische initiatieven zowel binnen als in toenemende mate ook ‘buiten het actor-netwerk’. De NFTG en STOWA organiseren wel structurele bijeenkomsten en trachten te coördineren en te sturen ondanks dat een gemeenschappelijke probleemstelling en visie ontbreekt. Zij slagen er daarom ook maar gedeeltelijk in. Een algehele volwaardig geaccepteerde vertaler-woordvoerder ontbreekt.

7.2.6 Invloeden vanuit het landschap, regime en microniveau

De drie transitieniveaus van TT hebben inzichtelijk gemaakt dat vele factoren op verschillende niveaus en uit verschillende domeinen invloed hebben op de transitie en enigszins aan elkaar verbonden zijn. Macro-factoren zoals de prijs voor ruwe fosfaaterts veranderen doorgaans maar langzaam en oefenen invloed uit op zowel het regime als de niches. De lage fosfaatprijs bevordert fosfaatrecyclingprojecten niet. Ook is er mondiaal, Europees en nationaal geen beleid en incentives aanwezig. Hopelijk biedt de verwachte regulatie van medicijn- en hormoonrestenverwijdering uitkomst, NS zou door middel van ‘aanhaken’ mogelijk van deze macro-factor kunnen profiteren. Ook bieden de ‘grote milieuproblemen’ uit het NMP4 kansen net zoals de KRW. Macro-thema’s als CO_2-, energie-, waterbesparing, dreigende geopolitieke problemen en voedselveiligheid bieden een mogelijkheid om mee te hybridiseren. Een voor NS remmende macro-factor is de investering van miljarden in ons grootschalige sanitatiesysteem. Tegelijkertijd biedt dit ook weer een kans voor NS omdat momenteel een flink deel van de riolering aan vervanging toe is. Van een afstand bekeken neemt het regime een reactieve houding aan en stabiliseert de conventionele socio-technische configuratie. Een uitzondering hierop zijn de ‘gelovers’; het dominante regime biedt hen kansen (zoals kennis, geld, contacten) om van binnen uit te hybridiseren met centrale fosfaatrecyclingprojecten. De gelovers die zich met NS bezig

houden hebben als nadeel dat zij 'reverse salients' zijn voor het dominante regime en dat zij het lastiger hebben om uit hun korset los te komen en door te breken tot het regime. De laatste jaren vindt er een toenemend aantal activiteiten plaats in niches; niche-accumulatie is gaande. De niches kunnen proberen meer aansluiting te vinden bij bestaande technologieën en mee liften op/ aansluiten bij de groei van markten. Voor NS liggen er mogelijkheden in het buitenland waar dorpen vaker afgelegen zijn. Fosfaatrecyclingprojecten kunnen mogelijk ook profiteren van de groeiende kunstmestmarkt en ontwikkelingen rondom mestscheidingstechnieken.

7.2.7 Leerprocessen binnen de alternatieve transitie arena

Een combinatie van 'broad learning' en 'deep learning' (1ste&2de orde lering) is noodzakelijk om te komen tot een paradigma verschuiving volgens TM (en SNM, CNM). Binnen het NFTG-platform wordt aan deze voorwaarde voldaan. Er worden namelijk oplossingen aangedragen (1ste orde) en bediscussieerd door een breed spectrum aan actoren. Ook vindt er discussie, reflectie en bijstelling plaats omtrent de probleemdefinitie die de basis vormt voor visie(s) (2de orde). Het NFTG-platform heeft veel overeenkomsten met het TM-sturingsraamwerk. Het STOWA-netwerk beperkt zich daarentegen voornamelijk tot NS-projecten. Een select in plaats van breed gezelschap (de Koepelgroep) bediscussieert, reflecteert en stelt de probleemstelling en strategie bij. De combinatie van 'broad' en 'deep' leerprocessen vindt in het STOWA-netwerk dus niet plaats waardoor de kans op een alternatief regime kleiner wordt en meer tijd gaat kosten.

7.3 Theoretische evaluatie

7.3.1 Inleiding

In deze paragraaf wordt ingegaan op de tweede doelstelling (zie §7.1).
ANT en TT blijken beiden geldig en functioneel te zijn voor de identificatie van de remmende en stimulerende factoren, en analyse van het actor-netwerk(en) en hun transitieproces. Beide theorieën blijken waardevol te zijn vanuit hun actor- en procesperspectief, ze vullen elkaars hiaten (determinismes) op en versterken elkaar. Daarnaast zal blijken dat TM geen bruikbare handvatten biedt om aan de actoren aan te bevelen.

7.3.2 Evaluatie

ANT bekijkt de transitie vanuit een actorperspectief; welke rol spelen de actoren, wat zijn hun intenties, belangen en relaties met andere entiteiten. Zo blijken actoren verschillende zwakke drivers te hebben en geen probleem(definities) te hebben. Dit maakt duidelijk dat actoren verschillende intenties hebben en daardoor bijvoorbeeld nauwelijks betrokken zijn bij het actor-netwerk. ANT biedt de mogelijkheid om te kijken en te denken zoals de actor zou doen en genereert daardoor vele inzichten. Zoals wie en hoe sterk de vertaler-woordvoerders of netwerkbouwers zijn. ANT wordt bekritiseerd omdat zij geen verschil maakt tussen actoren en artefacten. Deze notie heb ik niet als een gebrek ervaren. ANT houdt wel beduidend minder rekening met de invloed van stabiele sociale structuren (zoals dominante regimes), transitiepatronen en mechanismen. De acties van actoren en niet-actoren zijn niet te verklaren in een vacuüm[90]; het (dominante) regime, landschap en niches hebben zeker invloed op het handelen van de actoren. Gewaakt moet worden voor deze

[90] Shove en Walker (2007) spreken dat processen waarbij multi-actoren betrokken zijn zich niet afspelen in een vacuüm van macht en strategisch gedrag, ze zijn nooit neutraal.

vorm van determinisme, dit is onder andere de bijdrage van TT. TT maakt wel *a priori* onderscheid tussen macro-, meso- en micro-niveau, sociale en technische entiteiten, structuren, patronen en mechanismen. TT genereert een procesperspectief waardoor er minder aandacht is voor het doen en laten van de actoren. Mechanisme als niche-accumulatie, technologische 'aanhaken en hybridiseren', profiteren van groeiende markten worden geïntroduceerd door TT. Het multi-level perspectief laat het evolutieproces van variatie, selectie en retentie zien als het proces van uitvouwen en reconfigureren. Dit procesperspectief laat zien dat regimes normaliter stapsgewijse innovatie genereren en dat radicale innovaties voortkomen uit niches. Tegelijkertijd biedt een dominant regime een 'window of oppertunity' aan het alternatieve regime. De vier transitiefases (van voorontwikkeling- tot en met stabilisatiefase) hebben ook hun waarde bewezen net zoals de notie van grootschalige gebonden systemen met bijhorende gevestigde belangen en denk- en handelswijzen (heuristieken) wat het gevaar van 'lock-in' situaties met zich meebrengt.
ANT en TT worden meestal *ex post* gebruikt om actor-netwerken en transities te analyseren. Ze beschrijven de situatie en genereren zodoende een helder actor- en procesperspectief dat kan dienen als een brede en veelzijdige basis om socio-technische ontwikkelen te beïnvloeden. ANT en TT claimen niet dat zij in bepaalde mate actor-netwerken en transities beïnvloeden. TM tracht dit door middel van zijn sturingraamwerk wel te doen. Terecht nuanceert TM zijn eigen mogelijkheden en onmogelijkheden tot beïnvloeding van een complex systeem zoals de uitgangspunten beschreven in §2.6.1. De descriptieve uitgangspunten (zie §2.6.1) voegen weinig toe ten opzichte van TT en ANT, de prescriptieve handvatten waarover Rotmans *et al.* (2005) schrijft zijn voor mij niet helder en herleidbaar. Naar mijn mening kunnen uit de voorschrijvende handvatten (het TM-sturingsraamwerk) geen praktische en concrete aanbevelingen uit herleid worden die hanteerbaar zijn op deze casus. De meerwaarde van TM, ten opzichte van ANT en TT is voor deze casus dan ook nihil gebleken. In de onderstaande alinea wordt dieper in gegaan op het TM-sturingsraamwerk.

Het theoretisch TM-sturingsraamwerk botst met de voorliggende praktijksituatie. Rotmans *et al.* (2005) is er mijns inziens niet in geslaagd om de sturingsregels te vertalen naar een praktisch bruikbaar instrument of zoals Rotmans *et al.* (2005) het verwoordt: "De kunst is om de tamelijke abstracte sturingsregels te vertalen in een praktisch hanteerbaar sturingsraamwerk. Dit hebben we geprobeerd door het TM te duiden als een cyclisch proces van ontwikkelingsrondes op verschillende schaalniveaus."
Ten eerste is onduidelijk hoe de TA er per schaalniveau (strategisch, tactisch en operationeel) uitziet. De auteurs zeggen dat deze niveaus voordurend met elkaar interfereren maar toch doen ze per niveau een summiere poging om de actoren die deel zouden moeten uitmaken van de TA te benoemen. Maar voor mij is het nog een mysterie. Ten tweede is ook niet duidelijk hoe de schaalniveaus zich verhouden met de drie of vier (?) ontwikkelingsrondes. Het is behoorlijk speculatief en tendentieus. Deze twee onvolkomenheden van het theoretisch sturingsraamwerk leiden tot een drietal praktijkimplicaties met voorliggende casus.
TM suggereert met haar cyclus (zie figuur 2.3) dat de ontwikkelingsrondes opeenvolgend in tijd zijn. Ze benadrukken tekstueel wel dat het proces "… (deels) volgtijdelijk, (deels) parallel en (deels) door elkaar heen …" lopen. Maar de suggestie van opeenvolgde iteratieve rondes is middels het figuur met tekstueel ondersteuning reeds gewekt. In mijn praktijkcasus blijkt de transitie echter te beginnen bij ronde 3, gevolgd door ronde 1. Van ronde 2 en 4 is nog geen spoor te bekennen in deze beginfase. In het STOWA-netwerk zijn vele NS-projecten

opgezet en uitgevoerd (ontwikkelingsronde 3), zodoende zijn actoren gemobiliseerd (ronde 1) voordat helder is wat het probleem is of laat staan een gemeenschappelijk visie/ toekomstbeeld overeen gekomen is (ronde 1). Voor het NFTG-netwerk geldt hetzelfde; de actoren hebben al centrale recyclingprojecten geïmplementeerd en komen vervolgens pas samen bij het platform waar gediscussieerd wordt over de visie en probleemdefinitie.
De tweede praktijkimplicatie is dat de auteurs aan de ontwikkelingrondes schaalniveaus (lijken?) te verbinden (zie eveneens figuur 2.3 met bijbehorende tekst in §2.6.2). Het strategisch schaalniveau wat lijkt te behoren tot ronde 1 - al interfereren de schaalniveaus onderling - beschrijft de TA als "een relatief klein aantal vernieuwers, koplopers, opiniemakers en netwerkers betrokken vanuit verschillende netwerken …". Dit selecte gezelschap moet in staat zijn om op een hoog abstractieniveau met hardnekkige problemen om te kunnen gaan en over hun eigen discipline en achtergrond heen te kunnen kijken tijdens een sterk interactief proces dat poogt te komen tot een gezamenlijke probleemperceptie." Hoe zou deze groep mensen er precies uit moeten zien en zou die zomaar uit het niets ontstaan? En in welke mate is een bepaalde groep mensen geschikt voor een bepaalde tijd-ruimte gebonden realiteit? Deze onvolkomenheid en praktijkimplicatie(s) van TM zijn niet nieuw en worden gedeeld door Hegger *et al.* (2007) en van Vliet (2006b).
De derde praktijkimplicatie voortvloeiend uit deze casus is dat zoals toegelicht NS-projecten en centrale projecten zijn opgestart (ronde 3) voordat er consensus was over de visie en probleemstelling (ronde 1) in de TA. De lokale koplopers initieerden deze pilots om de technologie te bewijzen en te demonstreren om zo ook aandacht te vragen voor hun probleem en met als bedoeld of onbedoeld gevolg dat mensen met elkaar verbonden raakten en een band op bouwden. Mag een groot deel van deze mensen nu niet meer mee doen als ronde 1 vervolgens aan gaat breken? Behoren zij niet tot het beschreven selecte gezelschap met specifieke eisen (zie bovenstaande alinea) waaraan mogelijk mensen als bijvoorbeeld vaktechneuten niet aan voldoen? Mogen zij ook niet bepalen wat de visie en probleemstelling wordt? Zij hebben het per slot van rekening geïnitieerd. Als zij het gevoel krijgen niet gehoord te worden of welkom te zijn, dan bestaat het reële gevaar dat zij de TA de rug toe keren. Zij zijn essentieel voor het transitieproces; zij faciliteren de diffusie van technologie, zeker ook in een latere transitiefase als hun technische benodigdheden en kennis van kleine, plaatselijke actoren geïncorporeerd moet worden in het regime. TM rijdt op dit punt een scheve schaats.
Deze deterministische situatie kan voorkomen worden door in eerste instantie (ronde 1) niet te richten op het formeren van de TA, maar juist op een *concept* dat als vertrekpunt dient voor het herdefiniëren door alle mogelijke actoren van het uiteindelijke concept. Als uiteindelijk over het concept overeenstemming is bereikt kan vervolgens een passend breed scala aan technologieën geselecteerd en uitgevoerd worden (Hegger *et al.*, 2007). Zodoende wordt voorkomen dat actoren buiten gesloten raken. Het is overigens niet onlogisch dat meerdere transities begonnen zijn met ongecoördineerde niche-projecten. Empirisch onderzoek is nodig om aan te tonen dat succesvolle transities plaats kunnen vinden als de nadruk ligt op de sociologische zijde van een socio-technologisch experiment. Het belang van het managen van deze niche-projecten wordt in de literatuur benadrukt, zoals te lezen is in §2.6.5. Op dit punt schiet TM echter ook tekort, daarom is de eerste aanbeveling gebaseerd op CNM.

Geconstateerd in deze theoretische evaluatie is dat ANT en TT heldere en waardevolle inzichten generen om zodoende de remmende en stimulerende aspecten in hun context te identificeren en analyseren. TM heeft een aantal tekortkomingen en de praktische hanteerbaarheid op deze casus is nihil. De toekomst wat betreft deze casus zal moeten uitwijzen of de aanbevelingen die deels gebaseerd zijn op CNM gedurende de beginfase van het transitieproces positief kunnen beïnvloeden.

7.4 Aanbevelingen

In deze paragraaf wordt ingegaan op de derde doelstelling (zie §7.1). In §7.4.1 zijn op basis van CNM de aanbevelingen (handvatten) voor de actoren gegeven. In deze paragraaf is tevens het kader geschetst waar de concretere aanbevelingen van de overige paragrafen (7.4.2 t/m 7.4.4) voor een groot deel in geplaatst kunnen worden.

7.4.1 Meer aandacht voor de sociologische kant van socio-technische experimenten.

Tot nu toe is een groot deel van de NS-projecten en centrale fosfaatrecyclingprojecten opgezet door technologen of technologische wetenschappers. Het doel van de wetenschappers en technologen was het demonstreren en laten functioneren van technologieën in de gereduceerde 'real world'. De presentaties die gegeven werden tijdens de STOWA-platformdag of PAO-cursus waren grotendeels technisch georiënteerd en er werd beduidend minder aandacht besteed aan de sociologische kant van de innovaties. Kortom 'technologische experimenten' voeren de boventoon. Aan te bevelen is om 'socio-technologische experimenten' centraal te stellen. Als vanaf het begin meer gefocust werd op sociologische experimenten dan hadden mogelijk een aantal valkuilen vermeden kunnen worden. Zoals een te smal actorspectrum waar onvoldoende leiding vanuit gaat, een lage mate van coördinatie tussen de individuele technologieën met bijbehorende actoren, relatief weinig inmenging van regime-krachten afkomstig van de energie-, agrarische- en kunstmestsector, weinig tot geen aansluiting bij beleidsinstanties als VROM, LVN, EZ en gemeenten dat leidt tot verdere lock-in situaties. Al deze factoren komen terug als aanbevelingen in de volgende paragrafen.
Uiteraard hebben de technologische experimenten ook aan de basis van het huidige geconstrueerde actor-netwerk gestaan. Zonder de initiatieven van de technologen en wetenschappers is het huidige peil waarop de socio-technische ontwikkelingen zich momenteel bevinden waarschijnlijk niet bereikt. De technologen en wetenschappers hebben tenslotte samen de eerste stappen voorwaarts gezet naar het alternatieve systeem.

Het is inmiddels duidelijk dat de nadruk moet liggen op de sociologische zijde van socio-technologische ontwikkelingen. Voor een transitie zijn innovatieve technologieën niet genoeg, het systeem moet verschuiven om duurzaamheid te kunnen bereiken. Technologieën leiden tot stapsgewijse veranderingen (optimalisatie) langs natuurlijke trajecten, persistente problemen hebben radicale veranderingen nodig naar nieuwe socio-technische systemen. Het einddoel zou dan het realiseren van een bepaalt 'concept' kunnen zijn, bestaande uit een duurzaam socio-technische systeem. Innovatieve individuele technologieën, wet- en regelgeving, instituties, gedrag- en handelwijze zijn dan het 'middel' richting het einddoel. Mogelijke concepten zouden bijvoorbeeld kunnen zijn: het herstellen van de P-kringloop of separate inzameling en behandeling van zwart water. De term 'concepten' waarbij visies, toekomstbeelden en scenario's horen verwijst naar leidende

principes gebruikt om bepaalde maatschappelijke functies te vervullen. De vijf iteratieve stappen waaruit de CNM-benadering concreet bestaat zijn te lezen in §2.6.5.

7.4.2 Verbreden en differentiëren van de transitie arena

Op basis van de theorieën en ervaringen uit andere landen is geconstateerd dat het essentieel is om in een vroegtijdig stadium de TA te verbreden maar vooral ook te differentiëren. Actoren als de kunstmestindustrie, fosfaatverbruikende industrie, composteerders, (potentiële) struvietproducenten, toeleverende industrie, bedrijven met fosfaatrijke afvalwaterstromen, landbouwers, veetelers, ministeries van VROM, LNV, EZ moeten deel of meer deel uit gaan maken van de TA. Via deze integrale ketenbenadering kan de fosfaatkringloop verder gesloten worden.

Als innovatoren als voordeel van NS-projecten aangeven dat nutriënten gewonnen worden is dit sec nog geen voordeel ten opzichte van het conventionele systeem. Daar wordt ook een hoog percentage van de nutrieten verwijderd. 'Winning' levert pas een reëel voordeel op als het ook hergebruikt wordt. Om dit hergebruik te bewerkstelligen is een verbreding en differentiatie van de TA nodig. De momenteel nog kleine hoeveelheid struviet is geen excuus om het TA niet te verbreden. Nu al moet rekening gehouden worden met de eisen van de toekomstige eindgebruiker/ klanten.

Gelukkig geeft een kunstmestproducent (ICL), een composteerder (Orgaworld) en ZLTO aan belangstelling te hebben om aansluiting te vinden bij het actor-netwerk. Zij zouden snel uitgenodigd moeten worden voor verkennende gesprekken. Vervolgens zouden na vaststelling van een gemeenschappelijke probleemstelling en visie, recyclingprojecten op basis van de CNM-methodiek (zie §7.4.1) opgezet kunnen worden. Het SOURCE-project is een goed voorbeeld waarbij de agrariërs aansluiting hebben gevonden bij het waterschap en STOWA.

7.4.3 Hoe de transitie arena te verbreden en te differentiëren?

Het formuleren van bovenstaande doelstelling is eenvoudig, het bereiken van die doelstelling is vele malen moeilijker. Hier volgen enkele concrete aanbevelingen om te TA te verbreden en differentiëren.

Ten eerste zou een deskundige op het gebied van procesmanagement/ complexe innovatie processen/ transitie processen in de hand genomen kunnen worden. Deze persoon zou aangesteld kunnen worden door STOWA, NFTG, nationale overheid (VROM) of door alle partijen uit de dynamische TA. Aan de hand van CNM zou deze deskundige een socio-technologisch experiment moeten gaan ontplooien. Diegene zou moeten trachten om een dynamisch gemeenschappelijke duurzaam concept op te stellen met een brede en gedifferentieerde TA, zodoende kunnen allerlei innovatieprocessen met een breed draagvlak geactiveerd worden.

Ten tweede is duidelijk dat de probleemstelling en driver(s) niet gedeeld worden door alle actoren, zowel in- als extern van actor-netwerk. Het opstellen van een complete kosten-batenanalyse (KBA) kan voor diverse actoren dienen als driver en hen zodoende bij het actor-netwerk betrekken en/ of over de streep trekken. Met name geldt dit voor waterschappen, gemeenten, huiseigenaren, nationale overheid en potentiële investeerders zoals zakenlieden en banken. Deze partijen zijn nu nog niet in staat om alle kosten en baten van het conventionele systeem af te zetten tegen moderne alternatieven. In deze wereld draait veel om geld, de kosten en baten zullen dan vooral ook financieel gewaardeerd moeten worden. Dit geldt niet alleen voor de kosten die mogelijk bespaard worden voor het

bedrijven en aanleggen van het alternatief ten opzichte van het conventionele systeem. Ook de mogelijk milieuvoordelen (conventioneel tegen alternatief) die gedurende de hele P-levenscyclus behaald worden moeten daarin verdisconteerd worden. NS mag dan wel water-, CO_2-, energie-, nutriëntenbesparen, maar wat wordt er verder gedurende de hele cyclus om kunstmest te produceren bespaard? Zowel de energie die nodig is om de rotsen af te graven als bij de verwerking van de rotsen tot ruwe fosfaaterts, de milieuvervuilende stoffen (cadmium, radium, radioactief uranium, zware metalen) die daarbij vrijkomen, het transport van de mijn naar de eindgebruiker, enzovoorts. Milieueconomen hebben ervaring met dergelijke milieueconomische KBA's en kunnen milieubesparingen verdisconteren in deze analyse waardoor de kans groter is dat de analyse positief uitvalt voor het alternatief. Een dergelijke financiële onderbouwing kan veel meer bewerkstelligen dan bijvoorbeeld het zoveelste onderzoek naar de agronomische waarde van struviet in de landbouw. Deze financiële onderbouwing kan leiden tot meer interesse onder potentiële actoren dat leidt tot verbreding en differentiatie van de TA. Gelukkig worden nu al meer reguliere KBA's uitgevoerd naarmate de plannen voor grotere NS-projecten op tafel komen te liggen.

Ten derde zouden de succesverhalen gedeeld moeten worden met een zo'n breed mogelijk publiek. STOWA, NFTG, waterschappen, SNB, GMB, Orgaworld, Thermphos, WUR, zijn al redelijk actief via allerlei kanalen als websites, brochures, nieuwsbrieven, krantenartikelen, stickers, rapporten, notities, openbare bijeenkomsten en informatiecentra[91]. Dit vergroot de publiciteit en creëert draagvlak voor alternatieve activiteiten. Dit zou versterkt kunnen worden door het aanstellen van een reclamebureau of iets dergelijks. De Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG), Unie van Waterschappen (UvW), Inter Provinciaal Overleg (IPO), LTO, kunstmestbrancheverenigingen als Minerale Meststoffen Federatie (MMF) en Vereniging van Kunstmest Producenten (VKP), brancheverenigingen van de composteerders zouden ook onder hun leden aandacht kunnen vragen voor fosfaatrecycling en bijhorend actor-netwerk. Met uitzondering van de UvW gebeurt dit naar mijn weten niet.

Ten vierde zou ingespeeld kunnen worden op milieuthema's en andere thema's die overlappen met in- als externe actoren. Zodoende wordt er weer een deel momentum en actoren aan het actor-netwerk toegevoegd. Energiemaatschappijen zijn misschien wel geïnteresseerd in lokaal gewonnen groene stroom en investeren dan misschien ook graag in vergisters waar ook fosfaten uit teruggewonnen kunnen worden. De grote milieuproblemen beschreven in het NMP4 als 'klimaatverandering' en 'overexploitatie van natuurlijk hulpbronnen' moeten door de overheid aangepakt worden. Transitiebeleid is ook een item bij hen. Misschien valt door middel van netwerken hun interesse te winnen en kan een gezamenlijk transitieproject opgezet worden.

Ten vijfde kan geprobeerd worden te profiteren van groeiende markten. In het buitenland is in toenemende mate interesse in NS-projecten zoals in Roemenie en het Safi Sana project in Ghana. Probeer een voet aan de grond te krijgen in die projecten om zodoende te profiteren van die projecten en zodoende ook kennis op te doen omtrent de technische en maatschappelijke mogelijk- en onmogelijkheden.

Als afsluitende zesde aanbeveling zetten landbouwers, veetelers, kennisinstituten en LNV zich momenteel in voor mestscheidingstechnieken (project 'kunstmestvervangers'). Veetelers willen hun mest af kunnen blijven zetten en zoeken naar alternatieven. Net zoals

[91] Een informatiecentrum omtrent Nieuwe Sanitatie is ingericht bij het waterschapkantoor Reest & Wieden te Meppel. Rondom Sneek I&II bestaan ook mogelijkheden om op afspraak een bezoek te brengen aan deze decentrale projecten met bijhorend tijdelijk informatiecentrum.

het SOURCE-project, biedt eventueel toekomstig praktijkonderzoek kansen om urine van mensen en dieren om te zetten naar 'Kunstmestvervangers'.

7.4.4 Aanbevelingen voor de Nederlandse overheid

Ondanks dat de overheid transitiebeleid, gebaseerd op TM, opgenomen heeft in een tweetal relevante beleidsdocumenten (VROM, 2001; Passenier & Lak, 2009) kan de overheid niet als centrale actor een complex socio-technisch systeem sturen of managen. 'Transitie management' is namelijk een contradictie in terminus en is daarom niet te managen door één persoon/ organisatie. De gehele TA zou de transitie moeten managen. Dit neemt niet weg dat de overheid als speciale actor in belangrijke mate kan bijdragen. Hier volgen een zestal concrete aanbevelingen.

Ten eerste kan de overheid met wetgeving proactief optreden om zodoende een transitie te bespoedigen. Net zoals de Zweedse en Deense regering hebben gedaan kan zij verplicht stellen dat fosfaat in het verbrandingsas van zuiveringsslib hergebruikt moet worden. Zij zou ook kunnen reguleren dat alle fosfaten die verwijderd worden op AWZI's en RWZI's verplicht gerecycled moeten worden of een bepaald percentage hiervan.

Ten tweede kan de overheid een heffing zetten op het gebruik van niet gerecyclede fosfaten. De opbrengt van de heffing kan ingezet worden ter bevordering van fosfaatrecycling.

Ten derde kan de overheid (gemeente) samen met waterschappen lokale NS-initiatieven bevorderen door haar burgers te laten betalen voor de hoeveelheid water die zij afgeven aan het riool. Nu betaalt de burger riool- en zuiveringsheffing, deze zijn allebei niet gekoppeld aan het volume water dat geloosd wordt. Met andere woorden het 'vervuiler betaalt'-principe wordt hier niet toegepast omdat het duurder is om dezelfde hoeveelheid vervuilende stof uit een groot debiet te verwijderen dan uit een relatief kleine hoeveelheid.

Als vierde aanbeveling dient de energiebesparing van huishoudens die aangesloten zijn op een NS-systeem meegenomen te worden in de Energie Prestatie Norm (EPN).

Ten vijfde zou de Nederlandse overheid, om een beter totaaloverzicht te krijgen op de voor- en nadelen van het conventionele systeem ten opzichte van het alternatieve systeem, een milieueconomische KBA kunnen laten uitvoeren. Zodoende kunnen zij met een gedegen onderbouwing eventueel hun beleid bijstellen en zo wordt voorkomen dat een verdere lock-in situatie ontstaat. De lock-in situatie bestaat momenteel uit het conventionele grootschalige en kostbare materiële infrastructuur met bijbehorende heuristieken.

Als zesde en afsluitende aanbeveling verkeren de Nederlandse gemeenten in een belangrijke positie. Zij zouden naast subsidie ook meer experimenteerruimte kunnen verlenen aan centrale en decentrale fosfaatrecyclingprojecten. Succesvolle projecten zouden getoond kunnen worden aan collega's van andere gemeenten en andere geïnteresseerden. Hierin kan de VNG ook een rol spelen.

Referenties

Ambachten, D. T. (2010). *Het waterloze toilet Nonolet*.

AshDecUmweltAG. (2010). *Technology*. Retrieved 2 mrt., 2010, from http://www.ashdec.com/eng_m03.html

Bennett, C. J., & Howlett, M. (1992). *The Lessons Of Learning - Reconciling Theories Of Policy Learning and Policy Change*. Policy Sciences*, 258*, 275-294.

Bouwwereld.nl. (2007). *Vacuümtoiletten in woningen*. 2010

Callon, M. (1980). Struggles and Negotiations to Define What Is Problematic and What Is Not. The Socio-logic of Translation. In K. D. Knorr (Ed.), *The Social Process of Scientific Investigation* (pp. 197-221). Dordrecht: Springer.

Callon, M. (1981). *Boîtes Noires et Opérations de Traduction*. Economie et Humanisme*, 262 (nov.)*, 53-59.

Callon, M. (1986). The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehichle. In M. Callon, J. Law & A. Rip (Eds.), *Mapping the dynamics of science and technology: sociology of science in the Real World*. Houndmills etc.: The Macmillan Press LTD.

Commission, E. (2001). *Environment 2010: Our Future, Our Choice; 6th EU Environment Action Programme, 2001-2010*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001.

Cordell, D. (2010). *The Story of Phosphorus: Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security.* Linköping University, Linköping.

Cordell, D., S. White. (2008). *The Sustainablity implicatons of global fertilizer scarcity for Australia*. Paper presented at the National Workshop on the Future of Phosphorus.

Cordell, D., & White, S. (forthcomming). *The Australian Story of Phosphorus: implications of global phospate scarcity for a nation built on the sheep's back.* Institute for Sustainable Futures, University of Technology.

Correlje, A., & Verbong, G. (2004). The transition form coal to gas: radical change of the Dutch gas system. In B. Elzen, F. Geels & K. Green (Eds.), *System innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*. Cheltenham, Glos.: Edward Elgar.

Darmstadt, T. (2009). *Ostara: Full Scale Phosphorus Recovery from Edmonton Goldbar WWTP, Canada* Retrieved 1 mrt., 2010, from http://www.phosphorus-recovery.tu-darmstadt.de/index.php?option=com_content&task=view&id=84&Itemid=56

Darmstadt, T. (2010). *Phosphorus recovery*. Retrieved 1 mrt., 2010, from http://www.phosphorus-recovery.tu-darmstadt.de/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1

de Haes, H., Jansen, J., Weijden, W. v. d., & Smit, A. (2009). *Fosfaat - van te veel naar tekort*. Utrecht: Stuurgroep Technology Assessment.

Dijk, v., Driessen, Ehlert, Hotsma, Montforts, Plessius, et al. (2009). *Protocol Beoordeling stoffen Meststoffenwet versie 2.1*: CDM.

Dirven, J., Rotmans, J., & Verkaik, A. P. (2002). *Samenleving in transitie, een vernieuwend gezichtpunt*. Den Haag: Essay.

Elzen, B., Geels, F. W., & Green, K. (2004). Transitions to sustainability: lessons learned and remaining challenges. In B. Elzen, F. W. Geels & K. Green (Eds.), *System Innovation and the Transition to Sustainability: THeory, Evidence and Policy* (pp. p.291). Cheltenham: Edward Elgar.

Elzinga, N., Gorter, K., De Graaf, M., & Meulman, B. (2009). *Decentraal de toekomst in met sanitatie*. Land+Water*, 1*, 30-31.

FWR. (2006). *Use of human excreta from urine-diversion toilets in food gardens: Agronomic and Health Aspects (Report No 1439/3/06)*. Retrieved 26 feb., 2010, from http://www.fwr.org/wrcsa/1439306.htm

Ganzevles, J. H. (2007). *Technologie voor mens en milieu; een actor-netwerk analyse van de ontwikkeling van energietechnologie voor woningen.* Phd-thesis, Universiteit van Twente.

Gårdstam, L. (2010, 4 mrt. 2010). *Presentation of the Swedish Phosphorous Recycling Policy: Swedish Environmental Protection Agency - Implementation and Enforcement Department.* Paper presented at the Mini-seminar Phosphorus Shortage: European challenges, Brussel.

Geels, F. W. (2002). *Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study*. Research Policy*, 31*, 1257-1274.

Geels, F. W. (2005). *Technological transitions and system innovations : a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Cheltenham [etc.]: Elgar.

Gell, K. (2010). *Struvite from black water and urine: a safe and effective fertilizer (nog niet gepubliceerd).* Wageningen UR.

Genus, A., & Coles, A. M. (2005). *On constructive technology assessment and limitations on public participation in technology assessment*. Technology Analysis & Strategic Management*, 17*, 433-443.

Geraats, B., Koetse, E., Loeffen, P., Reitsma, B., & Gaillard, A. (2007). *fosfaatterugwinning uit ijzerarm slib van rioolwaterzuiveringsinrichtingen* (Vol. 2007-31). Utrecht: Stowa.

Geurts, M., & de Bruijne, G. (2003). *Houden we (van) ons spoeltoilet? Onderzoek naar de kansen voor ecologische sanitatie in het buitengebied van de gemeente Gouda*. Gouda: Waste.

Grin, J., Van de Graaf, H., & Vergragt, P. H. (2003). *Een derde generatie milieubeleid: een sociologisch perspectief en een beleidswetenschappelijk programma.* Beleidswetenschap*, 1*, 51-72.

Hammer, M., & Clemans, J. A. (2007). *A tool to evaluate the fertiliser value and the environmental impact of substrate fore wastewater treatment*. Water Science & Technology*, 56*(5), 201-209.

Hegger, D. (2007). *Greening sanitary systems: an end-user perspective.* PhD-thesis, Wageningen Universiteit, Wageningen.

Hegger, D., van Vliet, J., & van Vliet, B. (2007). *Niche Management and its Contribution to Regime Change: The Case of Innovation in Sanitation*. Technology Analysis & Strategic Management*, 19*(6), 729 - 746

Heilbroner, R. L. (1994). *'Do machines Make History?'.* Cambridge: MA (MIT Press)

Heinonen-Tanski, H., & van Wijk-Sijbesma, C. (2005). *Human excreta for plant production*. [doi: DOI: 10.1016/j.biortech.2003.10.036]. Bioresource Technology*, 96*(4), 403-411.

Hoeksma, P., Vries, Velthof, Ehlert, Dijk, Middelkoop, et al. (2009). Informatieblad Mineralen en Milieukwaliteit; Kunstmestvervangers onderzocht. In A. S. Group (Ed.), *BO-05 infobladen 30*. Lelystad: Animal Sciences Group.

Höglund, C., T.A., S., Jonsson, H., & Sundin, A. (1998). *Evaluation of feacal contamination and microbial die-off in urine separating sewage systems*. Water Science and Technology*, 38*(6), 17-25.

Hölund, C., Vinnerås, B., Stenström, T. A., & H., J. (2000). *Impact of separate urine collection on wastewater treatment systems*. Jounal of Environmental Science and Health*, A35 (8)*, 1463-1475.

Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J., & Truffer, B. (2002). Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management.

Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Hughes, T. P. (1986). *The Seamless Web. Science, Technology etcetera, etcetera....* Social Studies of Science*, 16*, 281-292.

Hughes, T. P. (1987). The Evolution of Large Technological Systems. In W. E. Bijker, T. P. Hughes & T. J. Pinch (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology* (pp. 51-82). Chambridge (Mass.)/ London: MIT Press.

IFDC. (2006). *Global Leaders Launch Effort to Turn Around Africa's Failing Agriculture: New Study Reports Three-Quarters of African Farmlands Plagued by Severe Degradation*. New York: International Center for Soil Fertility and Agricultural Development.

Johansson, M., & Nykvist, M. (2001). *Closing the nutrient cycle - Summary from a unique research project in Sweden. EcoEng Newsletter*

Jöhnsson, H. (2001). *Urine seperation: Swedisch experiences. EcoEng Newsletter 1, October 2001*.

Jönsson, H., Richert, A., Vinnerås, B., & Saloman, E. (2004). *Guidelines on the Use of Urine and Feaces in Crop Production*. Stockholm: Stockholm Environment Institute.

Jönsson, H., Tidåker, P., & Richert, A. (2010). Role of Farmers in Imporving the sustainability of sanitation. In B. Van Vliet, G. Spaargaren & P. Oosterveer (Eds.), *Social Perspectives on the Sanitation Challenge*. Dordrecht: Springer.

Kemp, R., & Loorbach, D. (2003). *Governance for sustainability through transition management*. Paper presented at the EAEPE Conference.

Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998). *Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management*. Technology Analysis and Strategic Management*, 10*(2), 175 - 198

Kondratieff, N. D. (1926). *Die langen Wellen der Konjunktur*. Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, band 26*.

Korving, L. (2010). E-mail correspondentie.

Koutstaal, H. (2010). E-mail correspondentie.

Kujawa-Roeleveld, K., Elmitwalli, T., & Zeeman, G. (2006). *Enhanced primary treatment of concentrated black water and kitchen residues within DESAR concept using two types of anaerobic digesters.* Water Science and Technology*, 53(9)*, 159-168.

Kujawa-Roeleveld, K., Grotenhuis, T., Kok, D., Schuman, E., Jacobi, J., Mels, A., et al. (2009). *Sorption and biodegradation of pharmaceutical compounds in soil: Application of urine as a natural fertliser for energy crops*.

Kuyper, P. d. (2010). *Fosfaat raakt op en er is geen alternatief: Hoogleraar Eric Smaling waarschuwt voor grote voedseltekorten. Achtergrond (Weekblad UT)*.

Landustrie. (2010). *Bedrijfsprofiel*. Retrieved 9 juli 2010, from http://www.landustrie.nl/nl/organisatie/bedrijfsprofiel/

LandustrieB.V. (2010). *Proefproject decentrale afvalwaterzuivering in woonwijk Sneek*. Retrieved 3 mrt., 2010, from http://www.landustrie.nl

Larsen, T. A., & Lienert, J. (2007). *Novaquatis final report. NoMix - A new approach to urban water management*. Duebendorf, Switzerland: Eawag.

Latour, B. (1984). *Les microbes, guerre et paix des microbes, suivi de Irréductions* Paris: Metailié.

Latour, B. (1985). *Visualisation and Cognition: Drawing Things Together*. Knowledge and Society, Forthcoming.

Latour, B. (1987). *Science in action : how to follow scientists and engineers through society*. Milton Keynes: Open University Press.

Law, J. (1986). On the methods of long distance control: vessels, navigation and the Portuguese route to India. In J. Law (Ed.), *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge? Sociological Review Monograph 32* (pp. 234-263). London: (Routledge and Kegan Paul.

Law, J. (1987). Technology, Closure and Heterogeneous Engineering: The Case of the Portuguese Expansion. In W. E. Bijker, Hughes, T.P. en Pinch T.J. (Ed.), *The Social Construction of Technological Systems, New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge (Mass.): MIT Press.

Lienert, J., Haller, M., Berner, A., Stauffacher, M., & Larsen, T. A. (2003). *How farmers in Switzerland perceive fertilizers from recycled anthropogenic nutrients (urine)*. Water Science & Technology*, 48*(1), 47-56

LNV. (2010). *Het LNV-Loket: Fosfaatgebruiksruimte: Fosfaatdifferentiatie*. Retrieved 13 aug. 2010, from http://www.hetlnvloket.nl/portal/page?_pageid=122,1785895&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_node_id=4813459

Loorbach, D. (2007). *Transition Management: New mode of Governance for Sustainable Development*. Utrecht: International Books.

Lovell, H. (2005). *Supply and demand for low energy housing in the UK: Insights from a science and technlogy studies approach*. Housing Studies*, 20*, 815-829.

Lovell, H. (2007). *The governance of innovation in socio-technical systems: the difficulties of strategic niche management in practice*. Science and Public Policy*, 34*, 35-44.
Lundvall, B. A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In G. Dosi, C. Freeman, R. R. Nelson, G. Silverberg & L. Soete (Eds.), *Technical Change and Economic Theory* (pp. 349-369). London: Pinter.
Machiavelli, N. (1950). *Discourses*. London: Routledge & Kegan Paul.
Machiavelli, N. (1961). *The Prince*. Harmondsworth: Penguin.
Maurer, M., Pronk, W., & Larsen, T. A. (2006). *Treatment processes for source-separated urine*. Water Research*, 40*(17), 3151-3166.
Mels, A. (2005). *Afvalwaterketen ontketend* (No. 9057733013). Utrecht STOWA.
Mels, A. (2008). Maatschappelijke acceptatie van het gebruik van menselijke urine als meststof in de landbouw. *Toepassingsmogelijkheden voor urine in de landbouw in Friesland; In opdracht van de provincie Fryslân zijn de potenties van urine voor de landbouw in beeld gebracht.*
Mels, A., Zeeman, G., & Bisschops, I. (2005). *Brongerichte inzameling en lokale behandeling van afvalwater*: STOWA.
Meulman, B., Zeeman, G., & Buisman, C. J. N. (2008). *Treatment of concentrated black water on pilot scale: options and challenges*.
Mol, A. P. J. (1991). Technologie-ontwikkeling en milieubeheer. In A. P. J. Mol, G. Spaargaren & A. Klapwijk (Eds.), *Technologie en milieubeheer: tussen sanering en ecologische modernisering*. 's-Gravenhage: SDU.
Mol, A. P. J. (1995). *The refinement of production: ecological modernization theory and the chemical industry*. Utrecht: Van Arkel.
Natuur, W. T. L. E. (2010). *Ruimte voor leven; Rapport brede heroverwegingen* Ministerie van Financieen.
Neerslag. (2009). Struviet lijkt goede meststof: markt toont interesse voor duurzame mest. *Neerslag-magazine*.
Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1977). *In search for a useful theory of innovation*. Research Policy *6*(2), 36-76.
NFTG. (2010). *Phosphorus Depletion*. Retrieved 11 aug. 2010, 2010, from http://phosphorus.global-connections.nl/
Nordhaus, W. D. (1969). *Invention Growth and Welfare - A theoretical treatment of economic change*. Cambridge (Mass.): Harvard Univerisity Press.
NS, T. (2010). *Platforumdag Nieuwe Sanitatie* Paper presented at the Platforumdag Nieuwe Sanitatie STOWA, Utrecht.
Ostara. (2010). *About Crystal Green®*. Retrieved 1 mrt., 2010, from http://www.ostara.com/?q=node/11Ostara Nutrient Recovery Technologies Inc
Pahl-Wostl, C., Schönborn, A., Willi, N., Muncke, J., & Larsen, T. A. (2003). *Investigating consumer attitudes towards the new technology of urine separation*. Water Science and Technology*, 48*(1), 57-65.
Palsma, B., & Swart, B. (2010). *Werkplan 2010; Koepelgroep ONNS*: STOWA.
Pannekoek, G. (2009). *Conclusions of the mini seminar on phosphorus shortage held on 7 october 2009*.
Pannekoek, G., de Bruijne, G., & Smit, B. (2010). *Phosphorus Depletion: The Invisible Crisis*.
Passenier, A., & Lak, M. (2009). *Schaarste en transitie: kennisvragen voor toekomstig beleid*: Projectgroep Schaarste & Transitie.
Pinch, T. J., & Bijker, W. E. (1984). *The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other* Social Studies of Science*, 14*(3), 399-441.
Platformdag. (2010). Platformdag Nieuwe Sanitatie. Utrecht: STOWA.
Reijerink. (2008). *Praktijkproef toepassing van struviet als meststof*: Grontmij.

Reitsma, B. A. H., & Kuipers, H. (2005). *Verkennnend onderzoek naar de vorming van 'groene fosfaat': Onderzoek fosfaatterugwinning uit stripperwater BCGS RWZI Deventer (2005-01)*. Utrecht: Stowa.

Reltsma, B., Geraats, B., Korving, L., & de Man, A. (2008). *Hergebruik fosfaat uit ijzerarm slib van rwzi's is kansrijk*. H2O*, 41*(2), 52 - 55

Rip, A., & Kemp, R. (1998). Technological change. In S. Rayner & E. L. Malone (Eds.), *Human choice and climate change*. Columbus, Ohio: Battelle.

Roeleveld, P., Roorda, J., & Schaafsma, M. (2010). *Op weg naar RWZI 2030*. Utrecht: Stowa.

Ronteltap, M., Maurer, M., & Gujer, W. (2007). *Struvite precipitation thermodynamics in source-separated urine*. Water Research*, 41*(5), 977-984.

Rosemarin, A. (2009). *Rechtstreekse online presenatie van A. Rosemarin (Stockholm Environment Institute), vanuit Zweden* Paper presented at the Mini-seminar on phosphorus shortage 7 okt. 2009 Den Haag.

Rosemarin, A. (2010a). E-mail correspondentie.

Rosemarin, A. (2010b, 4 mrt. 2010). *Peak Phosphorus –The Next Inconvenient Truth.* Paper presented at the Mini Seminar Phosphorus Shortage Europesche Parlement te Brussel.

Rosenberg, N. (1976). *Perspectives on Technology*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Rotmans, J., & Kemp, R. (2008). *Detour ahead: a response to Shove and Walker about the perilous road of transition management*. Environment and Planning A*, 40*, 1006-1012.

Rotmans, J., Kemp, R., & Asselt, M. v. (2001a). *More evolution than revolution. Transition management in public policy.* Foresight*, 03*(01).

Rotmans, J., Kemp, R., & Van Asselt, M. (2001b). *Transitions and Transition Management: The Case for a Low Emission Energy Supply*. Maastricht: ICIS.

Rotmans, J., Loorbach, D., & Van der Brugge, R. (2005). *Transitiemanagement en duurzame ontwikkeling; Co-evolutionaire sturing in het licht van complexiteit*. Beleidswetenschap*, 19*(2), 3-23.

Schipper, W. J., Klapwijk, A., Potjer, B., Rulkens, W. H., Temmink, B. G., Kiestra, F. D. G., et al. (2004). *Phosphate Recycling in the Phosphorus Industry*. Phosphorus Research Bulletin*, 15* 47-51.

Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.

Schoumans, O. F., J., W., & van Duinhoven, G. (2008). *30 vragen en antwoorden over fosfaat in relatie tot landbouw en milieu, 2^{e} druk.* Wageningen: Alterra.

Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. NewYork/London: McGraw-Hill.

ScienceDaily. (2007). *Human urine as a safe, inexpensive fertilizer for food crops*. Retrieved 26 feb., 2010, from http://www.sciencedaily.com/releases/2007/10/071008093608.htm

ScopeNewsletter69. (2007). *Scope*. Retrieved from http://www.ceep-phosphates.org

ScopeNewsletter70. (2008). *Scope*. Retrieved from http://www.ceep-phosphates.org

ScopeNewsletter73. (2009). *Scope*. Retrieved from http://www.ceep-phosphates.org

SEPA. (2002). *Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp* (No. 2514): Swedisch Environmental Protection Agency.

Shove, E. (1998). *Gaps, barriers and conceptual chasms: theories of technology transfer and energy in buildings* Energy Policy*, 26:* (15), 1105-1112.

Shove, E. (2003). *Comfort, Cleanliness and Convenience: The Social Organization of Normality*. London: Berg.

Shove, E., & Walker, G. (2007). *Caution! Transitions ahead: politics, practice, and sustainabletransition management*. Environment and Planning A*, 39*, 763-770.

Shove, E., & Walker, G. (2008). *Transition Management and the politics of shape shifting*. Environment and Planning A*, 40*, 1012-1014.

Smaling, E., Toure, M., Ridder, N., Singinga, N., & Breman, H. (2006, 9-13 jun. 2006). *Fertilizer Use and the Environment in Africa: Friends or Foes?* Paper presented at the African Fertilizer Summit, Abuja, Nigeria.

Smit, A. L., Bindraban, P. S., Schröder, J. J., Conijn, J. G., & van der Meer, H. G. (2009). *Phosphorus in agriculture: global resources, trends and developments: report to the Steering Committee Technology Assessment of the Ministery of Agriculture, Nature and Food Quality, The Netherlands*. Wageningen: Plant Research International.

Smith, A. (2005). *Supporting and harnessing diversity? Experiments in Alternative Technology*. Sussex: SPRU Science and Technology Policy Research.

Smitsh, A. (2006). Niche-based approaches to sustainable development: radical activists versus strategic managers. In J.-P. Voss, D. Bauknecht & R. Kempt (Eds.), *Reflexive Governance for Sustainable Development* (pp. 313-326). Cheltenham, Glos: Edward Elgar.

SNB. (2009a). *Fosfaat recycling*. Retrieved 22 okt., 2009, from http://www.fosfaatrecycling.nl/

SNB. (2009b). Investeren of afwachten?, *SNB Nieuwbrief 'Berichten' nr. 45 dec. 2009.* Moerdijk.

SNB. (2009c). SNB, achieves more with sludge, *Informatiefolder*. Moerdijk: SNB.

SNB. (2010). *Fosfaat recycling*. Retrieved 1 juni, 2010, from http://www.fosfaatrecycling.nl/

Spörri, C., Peters, I., Larsen, T. A., & Reichert, P. (in preparation). *A microsimulation model for optimizing urine tank management strategies of NoMix toilets.* In preparation for Water Research.

STOWA. (2006). *Archief website STOWA*. Retrieved 24 juni, 2010, from http://www.stowa.nl/nieuws__agenda/Agenda/index.aspx?rId=81

STOWA. (2009). *Nieuwe sanitaite; projecten*. Retrieved 22 okt. 2009, from http://www.stowa.nl/Thema_s/Nieuwe_Sanitatie/index.aspx

STOWA. (2010). *Verslag 6de platformbijeenkomst Nieuwe Sanitatie 18 februari 2010, Beatrixgebouw Utrecht*.

Summerton, J. (1994). *Changing Large Technical Systems*. Boulder: Westview Press.

Swart, B. (2008). *Anders omgaan met huishoudelijk afvalwater II*. Utrecht: STOWA.

Swart, B., & Faber, S. (2008). *Toepassingsmogelijkheden voor urine in de landbouw in Friesland; In opdracht van de provincie Fryslân zijn de potenties van urine voor de landbouw in beeld gebracht.* (No. 254622). Drachten: Grontmij.

SwedischEnvironmentalProtectionAgency. (2002). *Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp* (No. 2514).

V&W. (2006). *Inzameling, transport en behandeling van afvalwater in Nederland*.

van de Kerkhof, M., & Wieczorek, A. (2005). *Learning and stakeholder particiation in transition processes towards sustainability: Methodological considerations*. Technological Forecasting and Social Change*, 72*, 733.

van den Belt, H. (2001). *Five views on Technology Development: Implications for Democratic Control and Ethical Assessment*. Unpublished manuscript.

van den Burg, S., & Spaargaaren, G. (2006). Inleiding: wetenschap en beleid in transitie. In S. v. d. Burg, R. v. d. Ham & J. Grin (Eds.), *Beleid in transities - SWOME/KSI marktdag 2006*. Wageningen: WU, Environmental Policy Group.

van der Brugge, R., Rotmans, J., & Loorbach, D. (2005). *The transition in Dutch water management*. Regional Environmental Change*, 5*, 164-176.

van der Duim, V. R. (2005). *Tourismscapes: an actor-network perspective on sustainable tourism development.* WU, Wageningen.

van Mierlo, B. C. (2002). *Kiem van maatschappelijke verandering - verspreiding van zonnecelsystemen in de woningbouw met behulp van pilotprojecten.* PhD-thesis, UvA, Amsterdam.

van Vliet, B. (2002). *Greening the grid : the ecological modernisation of network-bound systems.* PhD-thesis, WU, Wageningen.

van Vliet, B. (2006). The Sustainable Transformation of Sanitation. In J.-P. Voss, D. Bauknecht & R. Kemp (Eds.), *Reflexive governance for sustainable development*. Cheltenham: Edward Elgar.

van Vliet, B., & Stein, N. (2004). *New consumer roles in waste water management*. Local Environment*, 9*(4), 353 - 366

van Vliet, J. (2006). *Trans(h)ition? : exploring the actor-networks constituting the arena for a transition in Dutch sanitation.* MSc-thesis, Wageningen Universiteit, Wageningen.

Verbong, G. (2000). *De Nederlandse overheid en energietransities: Een historisch perspectief*. Eindhoven: Stichting Historie der Techniek.
Vergouwen. (2010). *Fosfaat, van leegloop naar kringloop*: STOWA.
Vergouwen, A. A. (2009). *Overzicht fosfaatstromen*. Paper presented at the Workshop 'Fosfaat, van leegloop naar kringloop' 20 mei 2009.
Verheul, H., & Vergragt, P. J. (1995). *Social experiments in the development of environmental technology: a bottom-up perspective* Technology Analysis & Strategic Management*, 7*(3), 315-326.
Verschoor, G. (1997). *Tacos, Tiendas and Mezcal: An actor-network perspective on small-scale entrepreneurial projects in Western Mexico.* PhD-thesis, WU, Wageningen.
Vinnerås, B. (2001). *Faecel separation and urine diversion for nutrient management of household biodegradable waste and wastewater.* Swedisch University of Agricultural Sciences, Uppsala.
Von Hippel, E. (1988). *The Sources of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
VROM. (2001). *Nationaal milieubeleidsplan: een wereld en een wil.* Den Haag: Ministerie van volkshuisvesting, ruimtelijke ordening en milieu.
Webber, M. (2006). Foresight and adaptive planning as complementary elements in anticipatory policy-making: a conceptual and methodological approach. In J.-P. Voss, D. Bauknecht & R. Kemp (Eds.), *Reflexive governance for sustainable development*. Cheltenham: Edward Elgar.
Webber, P., Hoogma, R., Lane, B., & Schot, J. (1999). *Experimenting with Sustainable Transport Innovations: A workbook for Strategic Niche Management*.
Weijden, v. d. W. J. (2009). Brief van Stuurgroep Technology Assesment aan Minister Verburg 30 sept. 2009 onderwerp: advies fosfaat.
Wilschut, M. (2010). *Presentatie Betuws kunstmest, GMB & Waterschap Rivierenland*. Paper presented at the PAO-cursus: Nieuwe sanitatiesystemen, een perspectief voor de 21ste eeuw.
Wilsenach, J. (2005). *DESAR - OPTIONS FOR SEPERATE TREATMENT OF URINE*: Stowa.
Woods, M. (1997). *Researching Rural Conflicts: Hunting, Local Politics and Actor-networks*. Journal of Rural Studies*, 14*(3), 321-340.

Bijlage 1: Overzicht interviews

#	Naam	Functie	Organisatie	Datum
1	Bjartur Swart	Manager Beleid&Innovatie Secr. Koepelgroep	STOWA/ Grontmij	19-01-2010
2	Willem Schipper	Manager R&D	Thermphos	22-01-2010
3	Grietje Zeeman	Milieutechnoloog Koepelgroep STOWA	WUR/ LEAF	02-02-2010
4	Leon Korving	Manager Proces&Milieu	SNB	04-02-2010
5	Ger Pannekoek	Project Officer	NFTG/ NWP	16-02-2010
6	Bert Palsma	Programmacoördinator Waterketen Vz. Koepelgroep	STOWA	17-02-2010
7	Brendo Meulman	Technisch directeur Projectmanager R&D	DeSaH bv	05-03-2010
8	Jaap Schröder	Senior onderzoeker Nutriëntmanager Lid CDM Vz. CDM-werkgroep Gebruiksnormen	PRI Wageningen	15-03-2010
9	Ferdinand Kiestra	Innovater afvalwaterketen	Watershap Aa en Maas	17-03-2010
10	Cora Uijterlinde	Programmacoördinator afvalwatersystemen	STOWA	19-03-2010
11	Mike Litjens	Manager R&D	Duynie	01-04-2010
12	Kaj Sanders	Beleidsmedewerker	VROM	02-04-2010
13	Bart Raedts Martijn Bovee	Directeur Manager strategic accounts	Orgaworld	07-04-2010
14	Peter Brouwers	Bestuurder ZLTO Melkveehouder Vz. werkgroep Mest&Mineralen	ZLTO	07-04-2010
15	Oane Scheltinga	Techn. Beleidsm. Bodem & Water	Gemeente Sneek	21-04-2010
16	Gertie Veluwenkamp	Projectleider Nieuwbouw	Woningcorpora- tie De Wieren	21-04-2010
17	Martin Wilschut	Bedrijfsleiding	GMB	23-04-2010
18	Philip Ehlert	Secr. CDM-werkgroep Toetsing stoffen	Alterra	27-04-2010
19	Kees Langeveld Anthony Zanelli	Directeur & CEO Plant Manager	ICL Fertilizers Europe	26-05-2010

Bijlage 2: Semigestructureerde interviewvragen (topiclist)

Kennismaking

- Van welke organisatie bent u?
- Wat is uw functie en wat houdt het in?
- Wat is de missie en visie van uw organisatie?
- Hoeveel mensen werken er bij uw organisatie?

Betrokkenheid

- Bij welke reguliere of alternatieve niche-/pilot-, onderzoeksprojecten, platfora bent u betrokken en wat is daarin u rol (onderzoeken, stimuleren, faciliteren, managen, begeleiden)?
  - Sinds hoelang bent u betrokken?
  - Wat is de reden (tijd, financiën, belangen, interne of externe factoren, wetgeving, prijs fosfaten, ze wachten op actie) waarom u betrokken bent bij projecten, platforms enzovoorts?
- Wat is de mate (schaal 1 t/m 10: 1 is volger/inactief en 10 = koploper, proactief, vertaler-woordvoerder, netwerkbouwer) van betrokkenheid bij de verschillende projecten, platflora en in zijn algemeenheid?

Contacten en samenwerking

- Met welke organisaties heeft u contacten en tijdens welke projecten werken jullie samen?
  - Hoe zijn de onderlinge verhoudingen tussen de actoren en wat is daarvan de oorzaak, vallen er bepaalde zaken op? Zoal antipathie/ sympathie, sterk/zwak/ stabiele relatie, optimistisch/ pessimistisch, defensieve houding, een reactieve houding en een innovatieve houding.
  - Hoe kan de samenwerking verbeterd worden?
- Mist u bepaalde actoren in de netwerken en welke en waarom?
- Hoe vindt de informatie-uitwisseling plaats?
  - Hoe en hoeveel/ op welke wijze (medium) vindt er communicatie plaats binnen het actor-netwerk en wie initieert en/of organiseert het, wie financiert het en waarom?
  - Zijn er kennisplatforms en waarom neemt u hier wel of niet aan deel?

Coördinatie

- In hoeverre wordt er een coördinerend beleid gevoerd?
  - Worden projecten onderling op elkaar afgestemd en hoe zou het evt. verbeterd kunnen worden?
  - Wordt de samenwerking gecoördineerd en wie coördineert het en waarom?
  - Vervult de Nederlandse overheid, Europese Unie, of andere actoren (brancheverenigingen) een coördinerende rol?

Probleemdefinitie

- Wat zijn de voor- en nadelen van het huidige systeem?
  - Kunt u deze nadelen van het huidige systeem in prioriteitsvolgorde rangschikken met een cijfer oplopend van 1 naar 10? Met andere woorden welk probleem vindt u het grootst (score 1), welke probleem vindt u iets minder groot etc. (scores > 2).

Energieverspilling, waterverspilling, geldverspilling, fosfaat die in het milieu terecht komen, toekomstig fosfaat tekort, uitputten van fosforerts, medicijnen die in het milieu terecht komen, enzovoorts.

- In hoeverre zag u de afgelopen jaren een verschuiving in de probleemdefinitie?
- Vindt u gebaseerd op de problemen die zijn dat een transitie naar een duurzamer systeem moet plaatsvinden?

Visie op mogelijke alternatieven

- Welke alternatieven kunnen de huidige problemen verminderen en krijgen de voorkeur?
  - Welke decentrale alternatieven, zoals vacuümtoiletten, urinescheidingstoiletten, scheiding van bruin-, en/of zwart-, en/of grijswater, anaerobe vergister krijgen de voorkeur en waarom?
    - In hoeverre moeten er nog technische problemen overwonnen worden?
    - In hoeverre moeten er nog maatschappelijke factoren overwonnen worden? Wordt tijdens de niche-projecten voldoende aandacht besteed aan maatschappelijk factoren, en wat is er de laatste tijd zoal geleerd?
  - Welke centrale alternatieven zijn er en welke krijgen de voorkeur en waarom?
    - In hoeverre moeten er nog technische problemen overwonnen worden?
    - In hoeverre moeten er nog maatschappelijke factoren overwonnen worden? Wordt tijdens de niche-projecten voldoende aandacht besteed aan maatschappelijk factoren, en wat is er de laatste tijd zoal geleerd?
- Wat zijn de voor- en nadelen tussen centrale en decentrale alternatieven?
  - Wat hebben beide opties voor consequenties ten opzichte van kosten zoals verzonken kosten, transport kosten, kosten gerelateerd aan het terugwinnen van fosfaten uit de (verdunde) afvalwaterstroom, energiekosten, waterverspilling.
  - Wat zijn de voor- en nadelen voor de burger-consument?
- Wat zijn de visies, voor en nadelen omtrent het omzetten van afvalwater/excreta /urine naar P-meststoffen?
  - Wat is de drijfsfeer voor bedrijven om deze afvalstoffen te gebruiken als grondstof voor hun product kunstmest?
  - Zie voor- en nadelen ander document.
- Wat zijn de visies op het toepassen van P-meststof in de Nederlandse landbouw?
  - Is er behoefte aan P-meststof (dierlijk overschot in NL, al wordt er nog steeds kunstmest geïmporteerd) bij de landbouwers en wat is het rendement van deze P-meststof t.o.v. reguliere kunstmest?
  - Welke landbouwsectoren (voor menselijke, dierlijke consumptie, of voor niet te consumeren producten zoals biobrandstoffen of halffabricaten) zijn geschikt om deze P-meststof toe te passen?
  - Accepteren burger-consumenten de landbouwproducten die geteeld zijn met P-meststof afkomstig van menselijke uitwerpselen als voeding?
  - Mag op basis van wet- en regelgeving P-meststof afkomstig van menselijke uitwerpselen wel toegepast worden in de landbouw?

Transitieproces

- In welke fase bevindt het actor-netwerk zich momenteel: 1) voorontwikkelingfase - dynamisch evenwicht waar de status quo 2) opstartfase - veranderingsproces ingezet wordt 3) versnellingsfase - zichtbare structurele verandering plaatsvinden door een accumulatie van sociaal-culturele, economische, ecologische en institutionele

veranderingen die op elkaar reageren. Gedurende deze fase zijn er collectieve leerprocessen, diffusie en inbeddingprocessen 4) stabilisatiefase - de snelheid van sociale verandering afneemt en een nieuw dynamisch evenwicht is bereikt.

- In hoeverre hebt u vertrouwen in een transitie? (Schaal 1= geen vertrouwen (hoge mate van onzekerheid) 10= 100% vertrouwen (geen onzekerheid))
- Wat zijn de remmende en stimulerende aspecten op een transitie?
- Waar denkt u dat de transitie (fase, centraal/decentraal/mix) zich bevindt (hoe ziet u dat voor zich) over 10, 25 en 50 jaar?

Rol en verantwoordelijkheden tijdens transitie

- Welke rol willen de actoren innemen in de verschillende stadia naar transitie?
- Wat verwachten de geïnterviewden van andere actoren?
  - EU en Nederlandse overheid (geld voor fundamenteel onderzoek danwel pilotprojecten, opstellen wetgeving, coördinerende rol, opstellen beleid en eventuele doelen)?
  - Gemeente, provincie, waterschappen, LTO, moeten zij pro-actiever worden?
  - Kennisinstituten, welke kennisleemte moeten gevuld worden, technisch of maatschappelijk?
  - Kunstmest industrie?
- Denken zij strategische allianties in te kunnen vormen met andere actoren en zoja welke mogelijkheden zijn zij?

Bijlage 3: Overzicht deelgenomen bijeenkomsten en cursussen

Bijeenkomst/ cursus	Locatie	Datum
NFTG mini-seminar Phosphorus shortage	en Haag, Nieuwspoort	07-10-2009
STOWA NS-platformbijeenkomst	trecht, Beatrixgebouw	18-02-2010
Mini-seminar Phosphorus Shortage: European challanges	ussel, Europees Parlement	04-03-2010
PAO-cursus 'Nieuwe Sanitatiesystemen, een perspectief voor de 21ste eeuw?'	ageningen, Hof van Wageningen	30-04-2010 en 31-04-2010

Bijlage 4: Toelichting kritiek op TM behorende bij §2.6.4

Shove en Walker zien vier verschillen tussen de modellen van TM en de analyse van TT waarvoor 'opgepast' zou moeten worden. Onder 'Caution' 1 – transitie politiek ('politics') – vragen zij zich af wie de kritische actoren zijn die het proces zouden kunnen managen, en namens wiens autoriteit zij handelen. TM veronderstelt een soort van georiënteerde visie gericht op een bepaald duurzaam doel. In het milieubeleid wordt ook aangenomen dat duurzaamheid een gewenst doel of bestemming is, die visie zou gedefinieerd en gedeeld worden door vele diverse actoren. Maar wat is de alledaagse politiek van zo'n onderneming? Wanneer en hoe worden de doelen van TM kritische gecontroleerd en door wie? Wie zijn de winnaars of verliezers na een transitie als zij gestuurd worden in een bepaalde richting, en dus niet gestuurd wordt naar de andere richting? Shove en Walker vinden dat deze politiek verduisterd (niet benoemd) wordt in TM en op drie punten meer expliciete aandacht verdiend.

Volgens hen is er een politiek die zich bezig houdt met het definiëren van iets (de 'het' of systeem) en dit impliceert dat er managers zijn van 'het', die buiten 'haar' grenzen staan en die management instrumenten kunnen toepassen vanuit een bevoorrechte en goed geïnformeerde positie, en boven al, vanuit een externe positie. Het definiëren van 'het' in kwestie – het beleid, het doel, het systeem – vanuit een historische en eigentijdse omgeving is niet alleen van technische aard maar ook politiek geconstrueerd en een potentieel betwiste oefening in probleemformulering. Shove en Walker stellen verder dat in elke werkelijke systematische analyse, actoren niet uitgezonderd kunnen worden die figureren als managers van de systemen waarin zij proberen tussen beiden te komen en van wie zij tegelijkertijd onderdeel zijn. Als zij onderdeel zijn van het systeem limiteert dit hun capaciteit om de systeemdynamiek te begrijpen en er vat op te krijgen. Rip stelt dan ook '**steering from within is unavoidably myopic**'. Waarschijnlijke management successen zijn eigenlijk de uitkomst van anticiperende kennis afkomstig van individuele en organisaties, die zodoende de illusies verbergen van hun eigen managementagenten.

Ten tweede zijn Shove en Walker van mening dat er nieuwe soorten van onderzoek en analyse nodig zijn om de complexe, multiple en altijd betwiste verplichtingen tijdens het pad naar duurzame transitie, volledig te kunnen analyseren. Sociale wetenschappers zijn nu gewend aan het bekritiseren van wetenschappelijk onderzoek naar milieueffecten maar welke elementen spelen nog meer een rol bij het evalueren van culturele en politieke aannames en institutionele neveneffecten van TM? Pogingen van transitie managers om te werken naar en het ontwikkelen van gedeelde sociale of milieukundige doelen zijn erg goed, maar multi-stakeholderprocessen spelen zich niet af in een **vacuüm van macht** en strategisch gedrag, ze zijn nooit neutraal.

Als derde wordt de reikwijdte tot waaraan de politiek een bijdrage levert onderschat, ondanks het uitgebreide debat en retoriek omtrent de constructie en democratische keuze van visies en beelden van de toekomst. Sommige mensen zien kernenergie als heilzaam middel naar duurzaamheid, dit leidt tot politieke conflicten. Maar door welke middelen moet een maatschappelijk heilzaam systeem geïdentificeerd worden en voor wie is het systeem meer heilzaam, door wiens maatregelen en op welke schaal? Volgens Shove en Walker worden deze fundamentele conflicten nauwelijks beschreven in de geordende en consensuele wereld van TM. TM is een wereld waarin interactieve strategische ontwikkelingen mogelijk en plausibel zijn. Samengevat is het noodzakelijk om te erkennen dat voorlopige '**templates**' voor transitie, politieke statements zijn "that can only be partially

inclusive (when there are ever more actors on the social stage), contingent (when conditions are dynamic), and potentially unstable as material forms and practices evolve over time."
In 'Caution 2' uiten Shove en Walker hun zorgen over de details die gepaard gaan met '**reflectief bestuur**' en dat wederkerend bestuur een '**entirely new beast**' is dat niet geïncorporeerd kan worden in de 'business as usual' politiek. Het laatste veronderstelt TM wel. Reflectief bestuur impliceert voor het systeem en de transitie managers dat er niet één moment van interventie is, gevolgd door een moment waarop de managers afstand nemen en wachten op het gewenste resultaat. Reflectief bestuur impliceert een constante en continue dynamiek waarin verdere bijstellingen nodig zijn als de omgeving verandert. Deze veranderingen zijn gedeeltelijk de uitkomsten van vorige interventies. Feedback, monitoren en actie en reactie maken onderdeel uit van reflectief bestuur. Er is een nieuwe lichting managers nodig die hiermee kan omgaan. TM geeft volgens Shove en Walkers onvoldoende invulling aan deze vorm van bestuur. Wat zijn de nieuwe instituten van reflectief bestuur die als doel de transities willen managen, wat zijn de mechanismen waardoor doelen opnieuw worden vast- en bijgesteld na nieuwe gebeurtenissen. Pragmatisch vragen zij zich af wat er gemonitord moet worden (vormt de basis voor reflectie en review) en hoe vaak, en op welke schaal zou deze monitoring plaats moeten vinden? Hoe moeten transitie managers de vroege signalen (zaden) van trajecten die zich in verloop van decennia uitvouwen, identificeren (bron) en hoe moeten ze reageren als relevante dynamische processen zicht versnellen of vertragen?
'Caution 3'; 'missing transitions' gaat over de vraag hoe en of TM **ongewenste systemen kan 'doden'**. TM veronderstelt dat een voorname prioriteit is het steunen en stimuleren van transities in de duurzame richting. Volgens Shove en Walker zijn transities die gericht zijn op het bereiken van het exact omgekeerde even belangrijk en worden zij grotendeels veronachtzaamd door TM. Gedacht kan worden aan de wereldwijde verspreiding en uitbreiding van airconditioning en de 'Japanse papierloze toilet', compleet met zitvlakverwarming, luchtverfrisser, billenwasser en –droger. Hoe zouden degene die duurzaamheid een warm hart toe dragen moeten reageren op de toenemende snelheid, kracht en de door experts georkestreerde diffusie van niet-duurzame technologieën met bijhorende praktijken en beelden? Is de subtiele modulatie van reflectief bestuur in staat om ongewenste transities om te leiden of zijn robuuste tegenmaatregelen noodzakelijk? Daarnaast missen Shove en Walker een meer omvattende systematische benadering die probeert te co-evolueren met de dynamiek van bijvoorbeeld airconditioning in relatie tot passieve koeling. TM zou meer aandacht moeten besteden aan de relatie tussen concurrerende systemen. TM zou een gedetailleerde analyse moeten geven aan de processen die parallel aan de gewenste innovatie zich ontwikkelen, zoals trajecten bijhorende bij het verdwijnen van systemen. In paleontologische termen kan gedacht worden aan trajecten bestaande uit erosie, afsterven en fossilisatie. Het verliezen of verlaten van voorgaande belangrijke socio-technische systemen is noodzakelijk om ruimte te geven aan nieuwe transities. Ondanks de erkenning van dit belang zegt TM weinig over hoe de 'dood' van ongewenste systemen gemanaged kan worden.
In 'transities in de praktijk'– 'Caution 4' – gaat het impliciet over de benodigde transitie van de huidige nutssystemen naar duurzamere systemen van levering. Volgens Shove en Walker refereert TM nauwelijks aan de verschillende levensstijlen of consumptiepatronen van mensen, ze zien socio-technische co-evolutie als grotendeels technologische 'templates' voor de toekomst. Ten tweede krijgen grootschalige technische systemen veel aandacht, zodat commentatoren het voor waar aannemen dat beleids- en 'corporate' actoren de

belangrijke spelers zijn, zelfs als de betrokkenheid van andere groepen en belangen vitaal is (Smitsh, 2006). Ten derde baseert TM zich op een kleine taartpunt (misschien noodzakelijk), wat in feite een veel breder debat is over maatschappelijke systematische verandering. Shove en Walker concluderen net zoals Rip (2006) dat agenten die kunnen managen een illusie zijn. De uitkomsten van acties zijn onbekend, het systeem is onstuurbaar en de effecten van opzettelijke interventie is inherent onvoorspelbaar (Shove & Walker, 2007).

Bijlage 5: Quickscan relevante technische projecten

In deze bijlage staan de huidige als de verwachte toekomstige centrale en decentrale projecten weergegeven.

Project	Plaats	Jaar-tallen	Urinescheidingstoiletten	Vacuümtoiletten	Zwartwater vacuümtoilet met vergister en productie struviet	Urine direct of indirect (struviet) als meststof	Beschrijving
Huidige decentrale installaties							
Ambachtshuys	Meppel	2005-heden	X				Ervaring opdoen met het gebruik van 3 scheidingstoiletten en 1 watervrij urinoir.
Anders plassen	Anderen	2008-heden	X			X	Demonstratie/toepassing/onderzoek van urine gewonnen met 25 scheidingstoiletten en toegepast als meststof op energiegewassen.
Haagse kunstmest	Den Haag	2007-heden	X			X	Demonstratie en onderzoek naar verzamelde urine in het weekend gewonnen met plaspalen. Van de urine wordt op RWZI Leiden-Zuid struviet gemaakt.
Bonhoeffer College	Enschede	2009-heden	X				2 scheidingstoiletten en 2 waterloze urinoirs zijn in het schoolgebouw geplaatst, zodat de leerlingen zich bewust worden van de afvalwaterwereld.
Natuurlijk Huus	Heino	2009-heden	X			X	2 scheidingstoiletten geplaatst en via ondergronds slangenstelsel wordt urine over moestuin verspreid.
Mesten met struviet	Hengelo	2008-heden				X	Bemestingproef met struviet op sportvelden Tubantia.
Waterschapshuis Reest en Wieden	Meppel	2006-heden	X				20 scheidingstoiletten geplaatst in het waterschaphuis als demonstratieproject.
Kiwa Water Research	Nieuwegein	…-heden	X				Ervaring opdoen met urinescheidingstoiletten en watervrije urinoirs op hun kantoor.
Sneek I, EET project	Sneek	2006 – heden		X	X	X	32 huishoudens zijn uitgerust met vacuümtoiletten waarbij het zwarte water vergist wordt in anaerobe installatie. Uit het effluent wordt struviet geproduceerd.
Hogeschool Plassen, Windesheim	Zwolle	2006-heden					125 scheidingstoiletten zijn ongeveer halverwege januari 2010 in gebruik genomen. De studenten kunnen onderzoek door naar de vorming van urinesteen, de urine wordt afgevoerd naar waterschap Groot Salland.
Landustrie B.V.	Sneek	2008?-2010					In het bedrijfspand van Landustrie zijn in zes toiletruimtes vacuümtoiletten en waterloze urinoirs geplaatst. Momenteel wordt er alleen biogas geproduceerd en gebeurd er nog niks met de nutriënten.
Decentrale technieken in voorbereiding							
Afvalwatersy-steem IJburg 2e fase	Amsterdam	2008?-heden	?	?	?	X	Studie naar de mogelijkheden om op relatief grote schaal NS technieken toe te passen in een nieuwbouwwijk. Ook wordt onderzocht of en hoe urine kan worden toegepast als

							meststof?
Maasziekenhuis	Boxmeer	2006?-heden	X				Er zijn 40-60 scheidingstoiletten geplaatst en de urine wordt afgevoerd richting het SOURCE-project.
SOURCE		2007?-2010	X			X	Het idee is om urine afkomstig van het Maasziekenhuis te Boxmeer samen met een dunne fractie afkomstig van veehouderijen te vergisten en de fosfaten worden neergeslagen als struviet. Tweede optie is dat de neergeslagen fosfaten verwerkt worden door SNB.
Sneek II	Sneek	2008-heden		X	X	X	Het idee is om in navolging op Sneek I op grotere schaal (232 huishoudens) een totaal DeSaH-concept met technieken zoals afkoppelen van bruin- en geelwater toe te gaan passen.
Betuwse Kunstmest	Tiel	2008-heden				X	Project in navolging op Haags kunstmest. Studie en demonstratieproject om op relatieve grote schaal urine (afkomstig van project 'Moeders voor Moeders') om te zetten naar struviet. Dit zal gebeuren nabij RWZI Tiel.
NS in het Westland	Westland	2007-heden			X		Studie en in uitvoering van synergetische toepassingen tussen glastuinbouwkassen en huishoudens. Urine van huishoudens en effluent van vergister (input: zwart of bruin water) wordt opgewerkt tot een meststroom bruikbaar in de kassen.
NIOO-KNAW gebouw	Wageningen	In uitvoering		X	X	X	Nieuwbouw voor 160 medewerkers waarin vacuümtoiletten aangesloten zijn op een vacuümsysteem. Met de nutriënten in het effluent uit de vergister worden algen gekweekt (algenreactor) die worden geoogst en verwerkt tot meststof voor land- en tuinbouw. Ook het grijswater wordt apart behandeld waardoor aansluiting op riool in principe niet meer nodig is.
SaNiPhos	Zutphen	In uitvoering				X	Rond sep. 2010 wil GMB op hun terrein in Zutphen jaarlijks maximaal 5.000 m^3/jaar urine verwerken. Onder andere via 'Moeders voor moeders', op evenementen (plaszuil) en via andere NS-projecten wil GMB pure urine inzamelen en hieruit de N en P terugwinnen. De P wordt teruggewonnen door Magnesium dosering en zodoende wordt een MAP-struviet gemaakt. Onduidelijk is wat en hoe het afgezet wordt.
Op wat langer termijn wordt momenteel nagedacht over verschillende grotere project ideeën om NS toe te passen.		Lange termijn					- Rijnenburg, Utrecht 6000 woningen - Harinxmaland, Sneek 1300 woningen - Erasmusveld, Den Haag 600 woningen - Villa Flora 2012 Venlo blijvend gebouw voor 700 werknemers - Park 20/20, Hoofddorp 4500 medewerkers - ACT bedrijventerrein, Haarlemmermeer, paar duizend gebruikers - Projecten in Dierenpark Emmen, Apeldoorn, Almere - Geerpark Heusen, 800 woningen die mogelijk aangesloten worden op RWZI, waarbij P teruggewonnen gaat worden.

Bedrijf/project	Plaats	Jaartal	Beschrijving
Huidige centrale installaties			
Thermphos	Vlissingen	2008-heden	IJzerarm zuiveringsslib afkomstig van een aantal waterschappen wordt verbrand door SNB en het as wordt geleverd aan Thermphos. Zij voegen het toe aan hun productieproces naast fosforerts en bijvoorbeeld reststromen zoals dierlijke mest en produceren fosfaatafgeleiden voor allerlei toepassingen.
Aviko	Steenderen	Heden	Aardappelverwerker AVIKO te Olburg verwijders op het RWZI te Steenderen hun fosfaat uit het afvalwater met Magnesium. Het MAP-struviet wordt in Duitsland vervolgens hergebruikt in de kunstmestindustrie.
Korrelreactor	Geestmerambacht/ Vlissingen	1993-heden	Op het RWZI van Geestmerambacht wordt P gewonnen van 230.000 i.e. door het neer te slaan als calciumfosfaat met een Korrelreactor (korrelreactor) die sinds 1993 operationeel is op het RWZI van Geestmerambacht. Deze korrels worden benut door Thermphos.
Centrale technieken in voorbereiding			
SNB	Moerdijk	korte termijn plannen	In samenwerking met ASH-DEC willen zij werelds grootste thermo-chemische installatie bouwen (in navolging op installaties in Oostenrijk) die uit zuiveringsslib van SNB schoon kunstmest kan produceren. Momenteel is er nog onvoldoende draagvlak onder de aandeelhouders van SNB (waterschappen) omdat onder andere de techniek nog maar op een relatieve kleine schaal is geoperationaliseerd.
Duynie	Kruiningen/ Nijmegen	Korte termijn plannen	Duynie wil het struvietslurry (MAP) dat momenteel al gewonnen wordt uit het afvalwater van aardappelverwerker Lamb Weston/ Meijer na droging/persing een granulaat of poeder van maken dat zij direct verkopen aan bijvoorbeeld de kunstmestindustrie. Een andere mogelijkheid is dat zij het vermengen tot een volwaardig kunstmest en zelf afzetten aan de kunstmestmarkt.
Orgaworld	Amsterdam	In aanbouw	Momenteel bouwt Orgaworld het Greenmills concept in de haven van Amsterdam. Samen met andere bedrijven willen zij uit het afvalwater en uit organisch materiaal (anaerobe vergister) fosfaten terugwinnen en die verwerken tot organische NPK-mestkorrel.