

FOSFAAT, VAN LEEGLOÓP NAAR KRINGLOOP



RAPPORT

2010
12

RESULTATEN WORKSHOP 20 MEI 2009 EN ACHTERGRONDGEGEVENS
FOSFAAT, VAN LEEGLOOP NAAR KRINGLOOP

STOWA

2010

12

ISBN 978.90.5773.476.2



COLOFON

Amersfoort, 2010

UITGAVE STOWA, Amersfoort

AUTEUR mevrouw dr. A.A. Vergouwen

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA rapportnummer 2010-12
ISBN 978.90.5773.476.2

TEN GELEIDE

De tijd is er thans rijp voor, ook in Nederland, op een andere manier te denken over het omgaan met fosfaat en de problematiek te beschouwen vanuit een gecombineerde aanpak van verschillende ketens met het doel fosfaat zo optimaal mogelijk te hergebruiken. Dit betekent een stimulering van het samengaan van de humane afvalwaterketen, de dierlijke keten en de maatregelen gerelateerd aan het oppervlaktewater.

STOWA en Grontmij hebben samen het initiatief genomen in een workshop vertegenwoordigers van de aanbodkant van fosfaathoudende stromen, vertegenwoordigers van de vraagkant van fosfaathoudende producten en technologen met elkaar in contact te brengen om zo te komen tot mogelijkheden voor een nieuwe aanpak van de fosfaatkringloop in Nederland. Ieder lokaal initiatief om duurzaam om te gaan met fosfaat, hoe klein ook, levert immers een bijdrage aan de wereldfosfaatproblematiek.

Amersfoort, april 2010

De directeur van de STOWA
Ir. J.M.J. Leenen

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstututen en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

FOSFAAT, VAN LEEGLOOP NAAR KRINGLOOP

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Fosfaat, nu een probleem, straks een crisis	1
1.2	Fosfaat, een essentieel onderdeel van biologische systemen	1
1.3	Fosfaat doet mee aan vele kringlopen	1
1.4	Alle beetjes helpen, ook in Nederland	3
1.5	Workshop	3
1.6	Leeswijzer	3
2	WORKSHOP 'FOSFAAT, VAN LEEGLOOP NAAR KRINGLOOP'	4
2.1	Verlag workshop 'Fosfaat, van leegloop naar kringloop', d.d. 20 mei t.p.v. Waterschap Veluwe	4
2.2	Presentatie Grontmij fosfaatketen	5
2.2.1	Twee hoofdproblemen	5
2.2.2	De huidige fosfaatketen	5
2.2.3	Mogelijke oplossingsrichtingen	9
2.3	Discussie fosfaatkringloop	11
2.4	Presentatie Grontmij maatregelen	12
2.4.1	Wetgeving	12
2.4.2	KRW tender 1 ^e tranche landbouw- en uitspoelingsgerelateerde projecten	13
2.4.3	Technische projecten gericht op terugwinning P	14
2.4.4	Projecten bij zuiveringen gericht op terugwinning P	15
2.5	Discussie maatregelen	16
2.6	Projecten	18
2.7	Tot slot	19

3	WERELDFOSFAATSTROMEN	20
3.1	Wereldfosfaatvoorraden	20
	3.3.1 Wereld voorraden fosfaaterts	20
3.2	Fosfaatcyclus in relatie tot wereldvoedselproductie en consumptie	22
4	HUMANE FOSFAATSTROMEN	24
4.1	Influent RWZI's	24
4.2	Humane urine en feces	24
4.3	Influent en effluent RWZI's	25
4.4	Zuiveringsslib	25
4.5	Industriële producten	26
5	EMISSIE EN BELASTING OPPERVLAKTEWATER EN ZEE	30
5.1	Oppervlaktewaterkwaliteit	30
5.2	Emissies en belasting naar het oppervlaktewater	31
5.3	Emissies naar de Noordzee	34
6	FOSFAAT VERZADIGDE GRONDEN	36
6.1	Ligging fosfaatverzadigde gronden	36
6.2	Hoeveelheden P in fosfaatverzadigde gronden	37
7	MESTMARKT	39
7.1	Mestwetgeving	39
7.2	Mestmarkt	40
7.3	Mesthoeveelheden en mestoverschotten	40
7.4	Afzet buiten de Nederlandse landbouw	43
7.5	Kunstmest	44
	7.5.1 Gebruik per ha	44
	7.5.2 Totaal gebruik kunstmest	44
	7.5.3 Kunstmestprijzen	45
8	OVERZICHT MESTVERWERKINGSTECHNIEKEN	46
9	SAMENVATTING 'FACTS AND FIGURES'	50

1

INLEIDING

1.1 FOSFAAT, NU EEN PROBLEEM, STRAKS EEN CRISIS

Het dringt bij deskundigen en in de media steeds meer door dat de voorraden fosfaaterts, de grondstof voor fosfaatkunstmest, steeds schaarser worden. De makkelijk winbare ertsputten binnen 30 jaar uit, de kwaliteit van het erts wordt steeds slechter, het wordt daarom duurder om het erts te winnen en mede ten gevolge van de toenemende schaarste neemt de prijs hand over hand toe. Dit gebeurt nu al want in 2008 is de prijs van fosfaatkunstmest al verzevenvoudigd. Voorspellingen wijzen uit dat de voorraden winbare erts binnen 60-90 jaar geheel opraken. Ook wordt het steeds duidelijker dat dit probleem een miskend probleem is dat veel meer aandacht verdient, zeker zo veel als de CO₂ problematiek en de daaraan gekoppelde klimaatveranderingen die momenteel volop in de belangstelling staan. Immers een wereldfosfaatcrisis heeft onlosmakelijk een wereldvoedselcrisis tot gevolg.

Ook Nederland kan zijn steentje bijdragen het probleem te minimaliseren.

STOWA en Grontmij hebben samen het initiatief genomen in een workshop verschillende partijen bij elkaar te brengen om zo tot nieuwe initiatieven te komen anders om te gaan met fosfaat in Nederland. Daarover gaat dit rapport.

1.2 FOSFAAT, EEN ESSENTIEEL ONDERDEEL VAN BIOLOGISCHE SYSTEMEN

Fosfaat is een essentieel onderdeel van planten en levende wezens. Planten halen fosfaat uit bodems en mensen en dieren komen aan hun fosfaat voornamelijk door het eten van voedingsgewassen, vlees en zuivelproducten. Fosfaat is in de vorm van het mineraal apatiet voor de mens (en alle andere gewervelde dieren) een basisonderdeel van botten en tanden. Daarnaast speelt fosfaat in het lichaam een belangrijke rol bij de energiehuishouding door de omzetting van ADP¹ naar ATP, fosfaatbruggen vormen de ruggegraad van de dubbele helixen van DNA en fosfaat doet mee aan veel andere biologische processen. Kortom fosfaat speelt een essentiële rol voor biologische systemen en zonder fosfaat is leven dan ook niet mogelijk.

1.3 FOSFAAT DOET MEE AAN VELE KRINGLOPEN

Fosfaat doet mee aan verschillende kringlopen. Een belangrijk onderscheid is de fosfaatkringloop die van nature voorkomt en de kringloop die door de mens beïnvloed is (zie figuur 1.1)

NATUURLIJKE FOSFAATKRINGLOOP

Fosfaat komt van nature voor in vrijwel alle gesteentes in gehalten van enkele tienden procenten. Het komt in deze gesteentes voornamelijk voor in de vorm van het calciumfosfaat apatiet, maar ook als bijmenging in veldspaten (de belangrijkste mineralen in gesteenten). Aan het aardoppervlak vindt mechanische erosie en chemische verwerking plaats. De door de erosie ontstane gesteentekorrels worden deels onveranderd door de rivier naar de zee getrans-

1 ADP adenosinediphosfaat; ATP adenosinetriphosfaat.

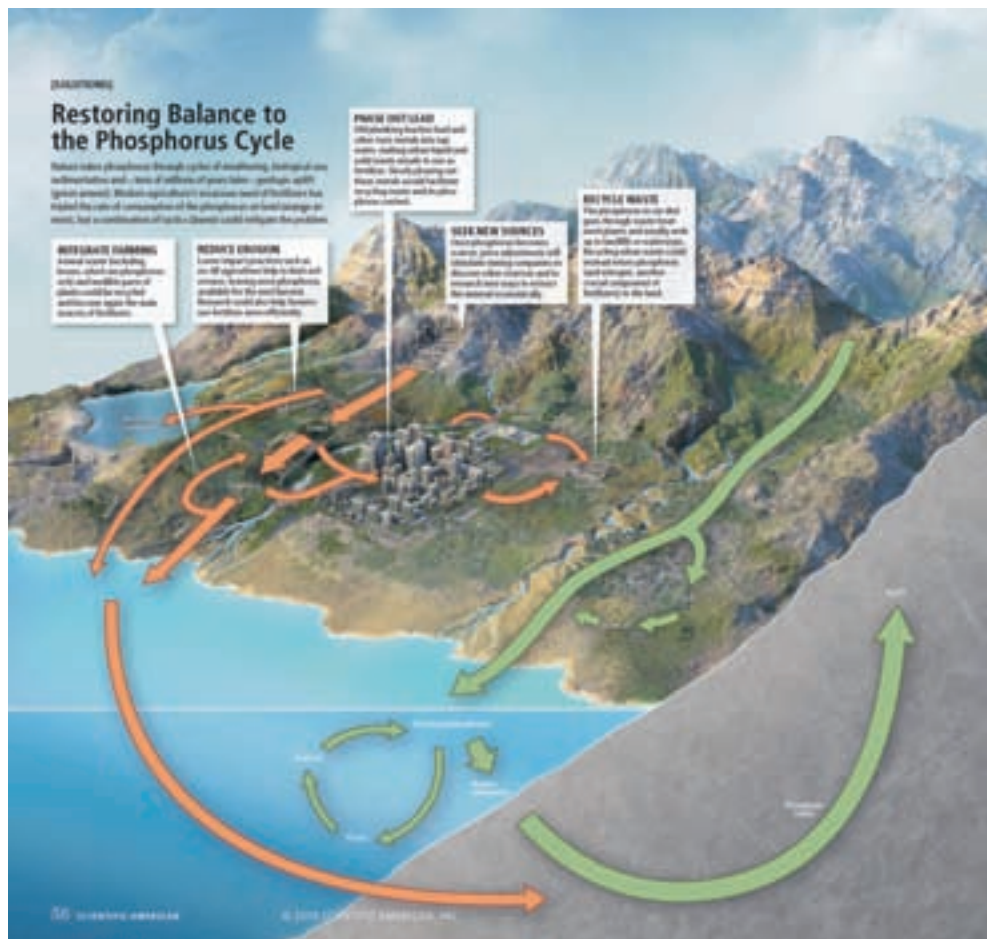
porteed. De fosfaat in de door chemische verwerking ontstane bodems neemt deel aan natuurlijke fosfaatkringen zoals de biologische organische kringlopen van plantenvorming en afsterving, nieuwe mineraalvorming in de bodem en opnieuw mobilisatie onder invloed van plantenwortels en schimmels en opname in planten. Uiteindelijk zal ook vanuit de ontstane bodems een deel van de fosfaat onder invloed van erosie en verwerking vanwege het vrijwel altijd aanwezige watertransport in de zee terecht komen, in opgeloste vorm of als vaste deeltjes. Eenmaal in de zee neemt de fosfaat weer deel aan nieuwe kringlopen, waaronder de biologische kringlopen in zee en aan processen van sedimentvorming. Uiteindelijk zal na tientallen miljoenen jaren door gebergtevorming het ontstane sediment weer aan het aardoppervlak komen en is de geologische kringloop gesloten.

MENSELIJKE BEÏNVLOEDING VAN DE FOSFAATKRINGLOOP

Op allerlei manieren heeft de mens ingegrepen in de natuurlijke fosfaatkringloop. Allereerst heeft de mens door ontbossing en herinrichting van landbouwareaal op veel plaatsen het natuurlijke proces van erosie bespoedigd. Daarnaast vindt door concentratie van veel mensen in steden en door concentratie van landbouwhuisdieren in de bio-industrie een verstoring van de natuurlijke fosfaatkringloop plaats en treedt mondiaal transport van producten en grondstoffen op.

Door deze concentratie van mensen en dieren ontstaan fosfaatrijke afvalwater/ en meststromen, voornamelijk door urine en feces (mest), die meestal niet teruggebracht worden naar de

FIGUUR 1.1 NATUURLIJKE (GROEN) EN MENSELIJK BEÏNVLOEDE (ORANJE) FOSFAATKRINGLOPEN.
BRON: PHOSPHORUS: A LOOMING. D.A.VACCARI. SCIENTIFIC AMERICAN, JUNE 2009



plaats waar de fosfaat aan de bodem onttrokken is. Lokaal fosfaatgebrek wordt dan bijgemest met kunstmest en dit heeft uitputting van de wereldvoorraden fosfaaterts, de belangrijkste grondstof van fosfaatkunstmest, tot gevolg.

1.4 ALLE BEETJES HELPEN, OOK IN NEDERLAND

Door de bevolkingsdichtheid en de aanwezigheid van bioindustrie is ook in Nederland al lang geen sprake meer van lokale fosfaatkringlopen.

Huishoudelijk afvalwater en fosfaathoudende reststromen vanuit de (agrofood)industrie komen via het riool bij een RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) terecht. De zuiveringsinstallatie is er op gericht een zo schoon effluent te creëren om de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten zo laag mogelijk te houden. De nog P en N rijke reststroom komt via hoofdwatgangen in de zee. Stikstof en fosfaat worden beiden verwijderd uit de kringloop en (nog) niet hergebruikt.

In Nederland is vanwege de intensieve veehouderij ook sprake van een mestoverschot. De meststromen zijn marktbeaald. Veehouders moeten betalen wanneer zij hun mest bij een akkerbouwer kwijt willen. Zij zullen daarom de maximale hoeveelheid opbrengen op hun eigen land als wettelijk is toegestaan. Onbewerkte mest heeft een stikstof/fosfaat verhouding die niet altijd overeenkomt met de behoefte van de plant. Een groot deel van de stikstof en fosfaat spoelt uit naar landbouwsloten, wordt uitgeslagen naar hoofdwatgangen en komt uiteindelijk in de zee terecht.

De tijd is er thans rijp voor, ook in Nederland, op een andere manier te denken over het omgaan met fosfaat en de problematiek te beschouwen vanuit een gecombineerde aanpak van verschillende ketens met het doel fosfaat zo optimaal mogelijk te hergebruiken. Dit betekent een stimulering van het samengaan van de humane afvalwaterketen, de dierlijke keten en de maatregelen gerelateerd aan het oppervlaktewater.

1.5 WORKSHOP

STOWA en Grontmij hebben samen het initiatief genomen in een workshop vertegenwoordigers van de aanbodkant van fosfaathoudende stromen, vertegenwoordigers van de vraagkant van fosfaathoudende producten en technologiën met elkaar in contact te brengen om zo te komen tot mogelijkheden voor een nieuwe aanpak van de fosfaatkringloop in Nederland. Ieder lokaal initiatief om duurzaam om te gaan met fosfaat, hoe klein ook, levert immers een bijdrage aan de wereldfosfaatproblematiek.

1.6 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 presenteert het verslag van de workshop. Voorafgaande aan de workshop is aan de deelnemers enige achtergrondinformatie verstrekt om een indruk te verschaffen over de grootte van de verschillende fosfaatstromen in Nederland. Deze achtergrondinformatie is weergegeven in de hoofdstukken 3 t/m 8. De wijze van weergave van de grootheden is toegespitst op het doel en is daarom zeer summier. Voor nadere gedetailleerde onderbouwing wordt dan ook verwezen naar de bronnen van de informatie. Tot slot zijn in hoofdstuk 9 de stromen uit de hoofdstukken 3 t/m 8 samengevat.

2

WORKSHOP 'FOSFAAT, VAN LEEGLOOP NAAR KRINGLOOP'

2.1 VERSLAG WORKSHOP 'FOSFAAT, VAN LEEGLOOP NAAR KRINGLOOP', D.D. 20 MEI T.P.V. WATERSCHAP VELUWE

AGENDA VAN DE WORKSHOP:

1. Presentatie Grontmij fosfaatketen in Nederland
 - Problematiek
 - Huidige fosfaatketen
 - Mogelijke oplossingsrichtingen
2. Discussie over fosfaatkringloop

PAUZE

3. Presentatie Grontmij landelijke maatregelen en initiatieven
 - Wetgeving
 - KRW tender 1e tranche landbouw- en uitspoelingsgerelateerde projecten
 - Technische projecten gericht op terugwinning P
 - Projecten bij zuiveringen gericht op terugwinning P
4. Discussie maatregelen
5. Formuleren projecten

AANWEZIG:

Bert Palsma, STOWA

Bonnie Bult, Wetterskyp Fryslan/van Hall

Douwe-Jan Tilkema, Waterschap Veluwe

Ferdinand Kiestra, Waterschap Aa en Maas

Frans Visser, Waterschap Veluwe

Geert Notenboom, Grontmij

Gert-Jan Euverink, Wetsus

Grietje Zeeman, WUR/LeAF

Jantien van Middelkoop, Animal Science Group

Jelle Roorda, MWH

Marc Bennenbroek, GMB

Marijn Kunst, Grontmij

Maurice Evers, Melspring

Oene Oenema, WUR/Alterra/Commissie Deskundigen Meststoffenwetgeving

Richard Haarhuis, Waterstromen

Ruud van Dalen, Waterschap Veluwe
Voorzitter: Bjartur Swart, Grontmij
Trekker: Lideke Vergouwen, Grontmij

De navolgende paragrafen zijn een weergave van de verschillende agenda onderdelen.

2.2 PRESENTATIE GRONTMIJ FOSFAATKETEN

Grontmij laat met een korte presentatie een vereenvoudiging van de fosfaatketen in Nederland en een kwantificatie van de verschillende stromen zien en draagt verschillende oplossingsrichtingen aan. Hieronder is een samenvatting van de presentatie weergegeven.

2.2.1 TWEE HOOFDPROBLEMEN

Twee hoofdproblemen staan centraal in de workshop:

- 1 De wereldvoorraad fosfaaterts raakt op in 60-90 jaar
Fosfaat is een essentieel nutriënt voor de voedselproductie. Fosfaat komt van nature diffuus verspreid voor in de bodem. In het verleden bleef vanwege het op natuurlijke wijze in stand houden van lokale kringlopen op gemengde bedrijven de fosfaatvoorraad in de bodem op peil. De laatste decennia is dit evenwicht op grote schaal verstoord door de invoering van grootschalige landbouw, intensieve veehouderij en mondiaal transport van producten en grondstoffen.
Om de bodemvruchtbaarheid in stand te houden wordt bijgemest met fosfaatkunstmest waarbij de fosfaat afkomstig is van fosfaaterts. De voorraad fosfaaterts raakt binnen afzienbare tijd op (60-90 jaar of volgens andere prognoses 60-130 jaar). Fosfaat is niet vervangbaar (zoals bijvoorbeeld olie vervangen kan worden door alternatieve vormen van energie). Daardoor komt de wereldvoedselvoorraad in gevaar. Zuinigheid met fosfaat en zoveel mogelijk hergebruik is dus geboden.
- 2 Te hoog fosfaatgehalte in oppervlaktewater
Grote delen van het oppervlaktewater in Nederland voldoen niet aan de doelstellingen uit de kaderrichtlijn water (KRW) vanwege een te hoog fosfaatgehalte. Dit leidt tot eutrofiering van het oppervlaktewater.

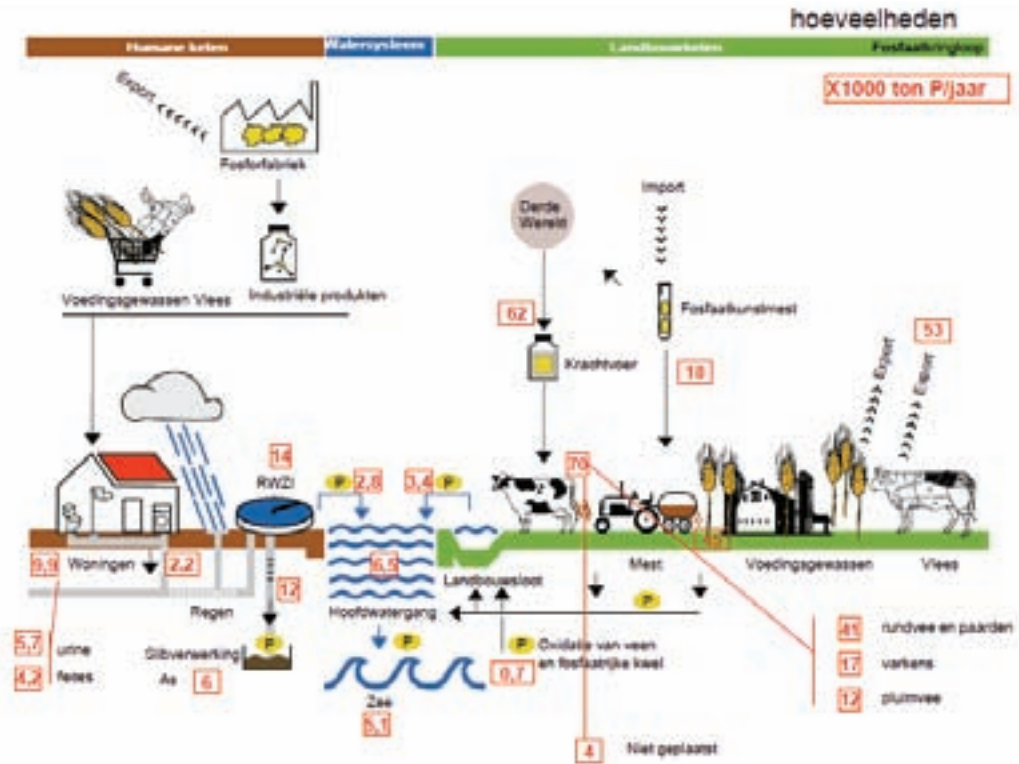
2.2.2 DE HUIDIGE FOSFAATKETEN

Onderstaande figuur laat een deel van de fosfaatstromen in Nederland zien met bijgevoegd de grootte van deze stromen, uitgedrukt in 1000 ton P. Het is niet de bedoeling geweest een sluitende kringloop te maken; immers de stromen zijn niet compleet en de bronnen dateren niet allemaal uit hetzelfde jaar. De hoeveelheden geven eerder een indicatie van de onderlinge verhouding van de stromen.

Er is een duidelijk onderscheid te maken tussen de humane fosfaatstroom en de landbouwstroom. Het overschot van beide stromen komt bij elkaar op het oppervlaktewater.

FIGUUR 2.1

FOSFAATSTROMEN IN NEDERLAND (INDICATIEF)



HUMANE STROOM

Afvalwaterketen niet gericht op hergebruik

Huishoudelijk afvalwater, regenwater en water dat afkomstig is van industrieën komen via het riool bij een RWZI (rioolwaterzuiveringsinstallatie) terecht. De zuiveringsinstallatie is, vanuit bescherming van de oppervlaktewaterkwaliteit, er op gericht een zo schoon effluent te creëren om de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten zo laag mogelijk te houden. Immers een nutriëntenoverschot brengt eutrofiering van het oppervlaktewater met zich mee. De waterschappen worden afgerekend op de effluentkwaliteit. Bij de zuiveringen komt fosfaat via een biologische behandeling (Bio-P) of via toevoeging van aluminium of ijzer (chemisch P) in het zuiveringsslib terecht. De fosfaat die niet in de zuivering verwijderd wordt, komt via het effluent van de zuivering in het oppervlaktewater terecht.

Het zuiveringsslib wordt vergist of afgevoerd naar een verwerkingsinstallatie voor zuiveringsslib waar het wordt verbrand. Recent is er een start gemaakt met het afzetten van de as van verbrand slib als grondstof voor de fosforindustrie (Thermphos).

De mens de belangrijkste bron voor P in de afvalwaterketen

Circa 80 % van de fosfaat die in de zuiveringen terecht komt (jaarlijks 14.000 ton P) is afkomstig van humane feces en urine. De rest is afkomstig van grijs water (overig huishoudelijk afvalwater) en van industriële processen.

Fosfaat is een essentieel onderdeel in de voedselketen voor plant en dier. De fosfaat uit de menselijke keten komt dan ook voornamelijk via het eten van vlees en land- en tuinbouwproducten in de feces en urine (samen zwart water) terecht. Daarnaast komt fosfaat voor als fosforzuur (conserveringsmiddel) in voedingsmiddelen.

LANDBOUWSTROOM

Mest

De oppervlaktewaterkwaliteit in Nederland heeft decennia lang sterk te leiden gehad van de grote hoeveelheden mest die opgebracht werden. Een te veel aan fosfaat spoelde uit uit de landbouwgronden naar het oppervlaktewater. Dit heeft geleid tot sterk geëutrofiëerde sloten en wateren. Hierdoor is de hoeveelheid mest en kunstmest die opgebracht mag worden aan banden gelegd.

De hoeveelheid fosfaat die de Nederlandse veehouders in het Nederlandse landbouwareaal kwijt kunnen is thans bepaald door de sinds 2006 ingevoerde fosfaatgebruiksnormen. Dit zijn maximale normen voor het aanwenden van dierlijke mest en kunstmest die afhangen van de grondsoort en van het type gewas. Jaarlijks worden deze normen aangescherpt omdat er nog steeds sprake is van uitspoeling van fosfaat uit de landbouwgronden naar het oppervlaktewater (nu nog ca 3.400 ton). Het streven is naar een fosfaatevenwichtsbemesting in 2015, wat betekent dat de hoeveelheid fosfaat die opgebracht mag worden² gelijk is aan de hoeveelheid fosfaat die opgenomen wordt door de plant.

In Nederland is vanwege de intensieve veehouderij sprake van een overschot aan mest dat niet geplaatst kan worden (ca 4.000 ton overschot op een totale hoeveelheid geproduceerde mest van 70.000 ton). Verwacht wordt dat deze jaarlijkse hoeveelheid met het vrijlaten van de melkquota in 2015 alleen maar groter wordt en het cumulatieve mestoverschot neemt dan ook alleen maar toe. De afzet van meststromen is marktbeoordeld. Veehouders moeten betalen wanneer zij hun mest bij een akkerbouwer kwijt willen. Zij zullen daarom de maximale hoeveelheid opbrengen op hun eigen land als wettelijk is toegestaan.

Door de hoeveelheden fosfaat die in de vorige eeuw werden opgebracht op landbouwgronden zijn grote delen van de Nederlandse landbouwgronden fosfaat verzadigd. Geschat wordt dat de hoeveelheid overschot fosfaat in de Nederlandse landbouwgronden ca 45.000 ton P bedraagt.

Import en export.

In Nederland wordt ca 18.000 ton P in de vorm van kunstmest gebruikt. De fosfaat uit deze kunstmest is grotendeels afkomstig uit fosfaaterts. Door de fosforindustrie wordt P zodanig vrijgemaakt en geconcentreerd uit het erts dat er door de kunstmestindustrie een P houdende kunstmest van gemaakt kan worden. Door de Nederlandse fosforindustrie wordt weliswaar ca 80.000 ton P in erts geïmporteerd, maar dit wordt niet allemaal in Nederland afgezet.

Voor de intensieve veehouderij is veel krachtvoer nodig (62.000 ton P/jaar). Dit wordt voornamelijk geïmporteerd uit ontwikkelingslanden.

Nederland exporteert jaarlijks ca 53.000 ton P in de vorm van land- en tuinbouwproducten en vlees. Nederland is dus een duidelijk doorvoerland van fosfaat geworden. Er is geen sprake van een locale kringloop.

² Inclusief het onvermijdelijk verlies, maar dit is een in dit kader niet relevante technische term.

OPPERVLAKTEWATER

De reststromen van de verwerkte humane stroom en van de landbouwstroom komen beide op de vergaarbak, die het oppervlaktewater is, terecht. Het oppervlaktewaterbeleid wordt gedomineerd door:

- Kwantiteit.

De oppervlaktewaterketen is gericht op afvoer van wateroverschot via hoofdwatertgangen uiteindelijk naar zee en op aanvoer van water in tijden van droogte en niet op behoud van waardevolle componenten.

- Kwaliteit

Het beleid rond de kwaliteit van het oppervlaktewater wordt momenteel bepaald door het halen van de doelen die gesteld zijn door de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Omdat de nutriëntengehalten in het oppervlaktewater veelal te hoog zijn is het beleid erop gericht de nutriënten zo veel mogelijk af te voeren. Hierdoor wordt het aspect van mogelijk hergebruik onderbelicht.

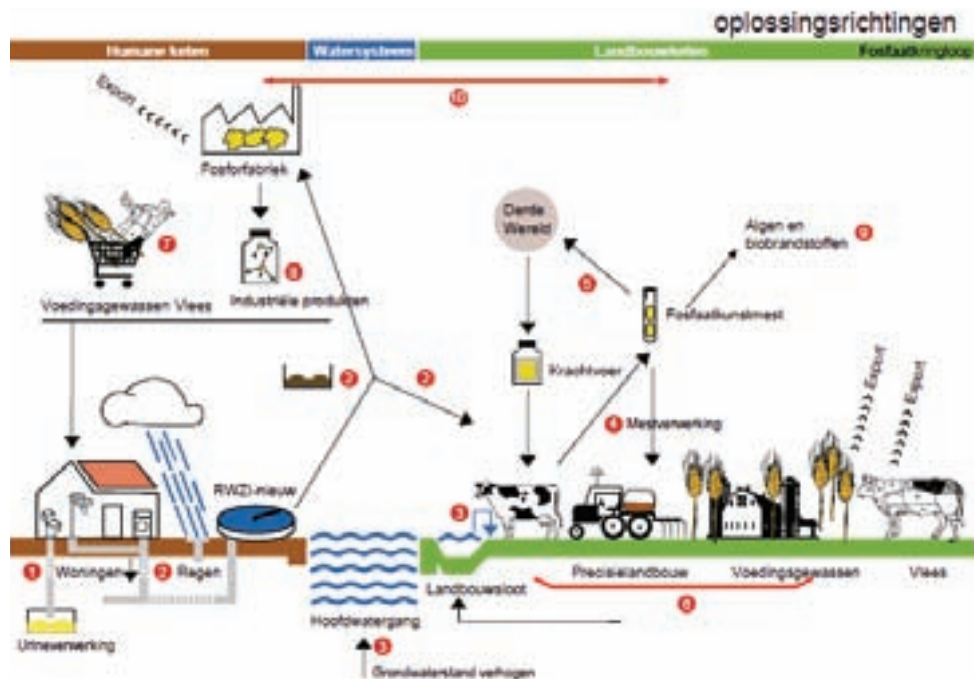
Naast de stromen die direct door de mens beïnvloedbaar zijn, zijn er ook van nature voorkomende stromen die slechts met een ingreep van de oppervlaktewaterpeilen te beïnvloeden zijn. Dit zijn de fosfaatrijke kwelstromen in het westen van het land die geschat worden op een jaarlijkse bijdrage van ca 2.000 ton P en de fosfaat die vrijkomt bij oxidatie van veen wanneer het veen inklinkt.

ZEE

Vanuit het Nederlandse oppervlaktewaterstelsel stroomt er jaarlijks 5.100 ton P naar zee. Dit is 25% van de totale hoeveelheid P die jaarlijks met de grote rivieren naar zee stroomt (20.100 ton P). Dit moet niet geheel als verloren beschouwd worden. Immers voor de productie van flora en fauna in zee is ook fosfaat nodig. Er zijn bepaalde gebieden op de Noordzee waar sprake is van een fosfaatgebrek voor een gezond visbestand.

FIGUUR 2.2

OPLOSSINGSRICHTINGEN FOSFAATBESPARING IN NEDERLAND



2.2.3 MOGELIJKE OPLOSSINGSRICHTINGEN

In onderstaande figuur zijn enkele oplossingsrichtingen weergegeven om fosfaat in de Nederlandse fosfaatketen zo veel mogelijk te hergebruiken. Deze oplossingen zijn conceptueel en zijn niet doorgerekend.

1. Gescheiden sanitatie

Urine of zwart water (urine+feces) kan met scheidingstoiletten of vacuümsystemen van de overige huishoudelijke afvalwaterstromen gescheiden worden. Omdat fosfaat in deze stromen t.o.v. de overige stromen die op de zuiveringen uitkomen geconcentreerd aanwezig is, is het mogelijk de fosfaat uit deze stromen te herwinnen, bijvoorbeeld door de vorming van struviet (ook wel MAP genoemd, magnesiumammoniumfosfaat, $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) of na enige verwerking direct in de landbouw toe te passen.

2. Hergebruik fosfaat uit zuiveringen

Tot nu toe wordt het meeste fosfaat uit het in Nederland geproduceerde zuiveringsslib vergist of verbrand. Er komen langzamerhand steeds meer initiatieven om fosfaat in de zuiveringen tot een herbruikbare vorm te verwerken, zoals het maken van struviet (MAP) uit rejectiewater van zuiveringsslib (water dat vrijkomt bij ontwatering van zuiveringsslib) of het leveren van de verbrandingsgas van zuiveringsslib aan de fosforindustrie. Door afkoppeling van het regenwater uit het rioolsysteem wordt de concentratie van fosfaat in de stroom die op de zuivering terecht komt groter en daardoor nemen de herwinningsmogelijkheden toe.

3. Nieuw oppervlaktewaterregiem.

De nutriënten in het oppervlaktewater (landbouwsloten) moeten bij voorkeur niet uitgeslagen worden naar hoofdwatertgangen en zo in zee terecht komen, maar moeten zo veel mogelijk binnen de landbouwketen blijven. Ook fosfaat ontstaat door mineralisatie van oxiderend veen bij lage grondwaterstanden en fosfaat afkomstig van fosfaatrijke kwel blijft dan binnen de keten. Wanneer de grondwaterstand ook nog verhoogd wordt wordt fosfaatrijke kwel en oxidatie van veen zoveel mogelijk voorkomen. Dit andere grondwaterregiem betekent dat mogelijk andere kwaliteiten toegekend moeten kunnen worden aan landbouwsloten dan aan andere wateren. Bovendien vergt dit anders denken over bergingsruimte van oppervlaktewater.

4. Zo veel mogelijk mest verwerken in combinatie met precisielandbouw

Bestaande mestverwerkingsconcepten zijn op dit moment veelal gericht op het winnen van energie en op het creëren van schone reststromen. Voor een optimaal hergebruik van nutriënten dient zoveel mogelijk mest verwerkt te worden tot fosfaatrijke en stikstofrijke (kunst) meststromen. Hiervoor is heranalyse van bestaande mestverwerkingsconcepten nodig, waarbij ook de vraag aan de orde komt aan welke producten de thans in opkomst zijnde precisielandbouw behoefte heeft. Door de combinatie van precisielandbouw en specifieke meststoffen is bemesten naar behoefte van de plant mogelijk, worden fosfaatverzadigde gronden uitgemijnd en vindt er minder uitspoeling plaats naar het oppervlaktewater. Bovendien is hierdoor aanvulling met kunstmest overbodig en wordt er dus geen directe aanspraak gemaakt op de wereldfosfaatvoorraad.

5. Fosfaat terug naar ontwikkelingslanden.

Producten uit mestverwerking dienen deels terug te gaan naar de landen waar het krachtvoer vandaan komt voor een evenwichtige fosfaatkringloop op wereldschaal. De landbouwgronden putten daar uit wat betreft hun nutriënten (en organische stof) en moeten dus bijgemest worden. De kunstmestprijzen zijn de laatste jaren sterk toegenomen, mede vanwege de

toegenomen energieprijzen. Kunstmest wordt daarom voor ontwikkelingslanden erg duur en dit is een van de oorzaken van de wereldvoedselcrisis.

6. Gemengde bedrijven op gebiedsniveau

Het inrichten van gemengde bedrijven op gebiedsniveau maakt het mogelijk een mineralen-evenwicht binnen een gebied te creëren. Vanwege de vergaande opschaling van landbouw-bedrijven vergeleken met enkele decennia geleden zijn gemengde bedrijven op bedrijfsniveau vermoedelijk niet meer rendabel. Dit vergt aanpassing van de wet- en regelgeving waarbij niet de individuele agrariër, maar een samenwerkingsverband binnen een gebied beschouwd dient te worden als ware het voor de wet wat betreft afzetting van mest één bedrijf. Alleen de gezamenlijke opgave in de vorm van het eindresultaat geldt hierbij. Dit maakt gezamenlijke mestverwerking mogelijk en brengt duurzaamheidsbewustzijn en samenhangsgevoel met zich mee. Dit concept werkt mee aan Vitaal Platteland.

7. Aanpassing van dieet

Een dieet dat gebaseerd is op vlees vergt bij de huidige wijze van bemesten drie maal zoveel fosfaatkunstmest afkomstig van fosfaaterts als een vegetarisch dieet. Op dit moment wordt politiek gefocust op de veel grotere CO₂ productie bij een op vlees gebaseerd dieet, maar de extra aanspraak op de fosfaatreserves is een minstens zo belangrijke reden de consumptie van vlees te beperken.

8. Beperking fosforhoudende producten in de industrie

Fosforzuur, -sulfides, -chlorides etc. worden in veel industriële toepassingen gebruikt. Enkele voorbeelden hiervan zijn toepassingen in de voedingsindustrie als smaakstof (een licht zure smaak), kleurstof, conserveringsmiddel en textuurverbeteraar, in vaatwasmiddelen, in oppervlakte actieve stoffen (detergenten), insecticiden, metaalbehandelingsmiddelen, brandvertragers en medicijnen. Hoewel de stroom industriële fosfor zeer beperkt is (ca 8%) ten opzicht van het fosfaat in kunstmest heeft deze stroom in Nederland wel invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit. Fosfaat in vaatwasmiddelen zou bijvoorbeeld vervangen kunnen worden. In het buitenland zijn hiervoor al alternatieven beschikbaar. De fosforindustrie in Nederland streeft er naar minimaal 20% van zijn benodigde fosfor te halen uit recycling van fosforhoudende producten zoals zuiveringszand of struviet uit kalvergiel.

9. Geen fosfaat voor productie van algen of biobrandstofgewassen.

Bij voorkeur dient er geen fosfaatkunstmest gebruikt te worden voor de productie van algen en gewassen met het doel om energie te winnen. Immers energie is op andere wijze te winnen en voor de productie van voedsel is fosfaat onvervangbaar.

Productie van gewassen t.b.v. energiewinning dient alleen toegelaten te worden indien na vergisting het digestaat weer teruggebracht wordt en een kringloop gegarandeerd wordt.

10. Combinaties zoeken

Er moet gezocht worden naar combinaties van de humane afvalwaterstroom en de dierlijke fosfaatstroom om gezamenlijk de twee hoofdproblemen aan te pakken.

2.3 DISCUSSIE FOSFAATKRINGLOOP

De deelnemers stellen zich voor door zich op een poster van de fosfaatketen te positioneren wat betreft hun dagelijkse werkzaamheden. Opvallend is, vanwege enkele afzeggingen aan de landbouwkant, het grote aantal deelnemers dat zich bevindt aan de humane kant.

In de discussie over de gepresenteerde fosfaatkringloop worden de volgende opmerkingen gemaakt:

- De grijpbare hoofdstromen zijn grotendeels in beeld maar het is nog onbekend welke stromen zich op bovenliggende niveaus bevinden en hoeveel fosfaat waar verdwijnt en waarom. Animal Science Group is momenteel bezig deze stromen in beeld te brengen;
- Het mestoverschot van 4.000 ton P per jaar moet niet als een reëel aanwijsbaar overschot beschouwd worden, maar is eerder een virtueel overschot dat zich verspreid in het land bevindt. Soms zitten de mestputten voller dan anders;
- Relatief wordt er weinig fosfaat geloosd door de industrie. Veel afvalproducten van de agrofoodindustrie worden weer verwerkt in de veevoerindustrie zoals uitval van graan of de bladeren van bloemkool;
- De industrie staat niet opgenomen in het schema van de kringloop. Het is bekend dat er weliswaar geen fosfaat meer in de wasmiddelen zit maar nog wel in de vaatwasmiddelen. Dit komt in het grijswater terecht. Het is zinvol deze bron nader te beschouwen en aan te pakken;
- Er is vermoedelijk een groot fosfaatverlies bij de overgang van productie naar consumptie;
- Een grote hoeveelheid fosfor zit in de botten van vee. Deze botten gaan naar de destructor en de as komt terecht in cement. Dit noemen de aanwezigen verontrustend. Er wordt voor gepleit de botten weer te hergebruiken voor veevoer. Dit is nu verboden;
- Hoeveel P zit er in voer voor gezelschapshuisdieren en hoeveel P gaat er verloren met hondenpoep? Per jaar worden honderden tonnen hondenpoep van stoepen geruimd. Het is bij de deelnemers niet bekend wat daarmee gebeurt;
- In Nederland is de fosfaatstroom aardig in beeld. In landen als China is slechts 10 % in beeld gebracht. Dan praten we over andere ordes van grootte;
- Er wordt jaarlijks 2.000 ton P geïmporteerd met mest uit Belgisch Vlaanderen omdat dat vanwege transportafstanden goedkoper is;
- Door verbranding van producten en de onbekendheid wat er met de asresten gebeurt kan het hele plaatje verschuiven;
- Bij Waterschap Veluwe is men zich nu langzamerhand ervan bewust dat P uitpuittend is. Aanvankelijk was de hoofddoelstelling van de zuiveringen om P uit het afvalwater te halen i.v.m. de oppervlaktewaterkwaliteit en nu is men voornemens de kringloop weer in stand te houden. Bij een zuivering komt 90 à 95 % van de P in het slib terecht. Bij Waterschap Veluwe is een kringloop ook mogelijk. Er is geen mestoverschot;
- Bij Waterschap Aa en Maas is de P problematiek duidelijk anders. Hier is sprake van een mestoverschot. De doelstelling is hier: hoe kom ik van mijn P af, wie maakt me los. Hoe kom je van afval naar grondstof;
- Sectoraal is er al veel aan optimalisering gedaan maar als je sectoraal blijft werken dan gaat het uiteindelijk niet goed en komt er niets nieuws van de grond. De landbouw wil de fosfaatproblematiek niet uitsluitend als zijn probleem zien. Het is een gemeenschappelijk probleem dat gemeenschappelijk aangepakt moet worden. Het is de bedoeling naar slimme allianties te zoeken;
- Het beleid is tot nu toe op verwijdering van P gericht. Als je met samenwerking en innovaties een bijdrage wil leveren zal je vermoedelijk de bestaande regelgeving met tact moeten omzeilen;

- Er moet een slimme samenwerking tot stand komen tussen de landbouwsector, de waterwereld en Thermphos. Deelstromen moeten slimmer gebruikt worden;
- De aanvoer van P in veevoer moet beperkt worden, maar hier wordt al onderzoek naar gedaan;
- Het kunstmestgebruik in Nederland neemt al af want in dierlijke mest zit al meer dan voldoende P;
- Het probleem om mestverwerking van de grond te krijgen is het zogenaamde free riders gedrag van de boeren. Boeren zijn vrije ondernemers die moeilijk te controleren en te dwingen zijn. Als er een paar gaan mestverwerken profiteert de rest mee. Er zijn in geval van mestverwerking producten om te exporteren, in Nederland ontstaat voldoende plaatsingsruimte, de afzetprijs van mest wordt lager en de overige boeren hoeven dan geen mest meer te verwerken om hun mest kwijt te raken. Het gevolg is dat mestverwerking dan niet meer rendabel is te maken;
- Het zou een idee kunnen zijn om alle kunstmest te verbieden.
- Het is niet zinvol alleen naar P te kijken. Energie speelt wel degelijk ook een rol;
- De vraag is: bij welke toename van de fosfaatprijzen komen er noodgedwongen innovaties van de grond. Als de toename van de prijzen langzaam gaat is er weinig invloed op het kunstmestgebruik. In de periode 2005-2008 was er een sterke toename van de fosfaatprijzen. Het fosfaat kunstmestgebruik is toen gehalveerd. Sinds 1950 is de grondprijs voor de landbouw 15x duurder geworden. De prijs van meststoffen is vrijwel gelijk gebleven. Pas recent heeft er een sterke stijging van de prijs van fosfaatkunstmest plaatsgevonden.
- Optimaal hergebruik van fosfaat is niet alleen een duurzaamheidsprobleem maar vooral ook een sociaal probleem. Boeren in Afrika gebruiken ongeveer $\frac{1}{2}$ tot $\frac{3}{4}$ van hun inkomen aan kunstmest. In Nederland is dat 5 %. De cirkel om fosfaat terug te brengen naar de landen waar het krachtvoer (o.a. soja) vandaan komt moet dan ook op gang gebracht worden;

PAUZE

2.4 PRESENTATIE GRONTMIJ MAATREGELEN

Grontmij laat in een korte presentatie landelijke maatregelen en initiatieven zien die vanuit verschillende invalshoeken genomen zijn om de twee hoofdthema's, duurzaam omgaan met fosfaat en verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit, aan te pakken.

2.4.1 WETGEVING

De meststoffenwetgeving die met ingang van 1 januari 2006 is gewijzigd, is erop gericht de uitspoeling van fosfaat naar het oppervlaktewater te minimaliseren. Hiertoe is o.a. wet- en regelgeving voorgeschreven t.a.v. de volgende onderwerpen:

- Fosfaatgebruiksnormen: maximale hoeveelheden aan te wenden hoeveelheden P, afhankelijk van grondsoort, en verschillende normen voor gras- en bouwland. De normen worden minimaal tot 2015 jaarlijks aangescherpt;
- Bemestingsvrije zones: in zones met een voorgeschreven breedte langs de slootkant mag niet worden bemest om drift van mest naar het oppervlaktewater tegen te gaan;
- Beperkte uitrijperiodes: in de wintermaanden waarbij opname door het gewas beperkt is mag geen mest worden uitgereden.

2.4.2 KRW TENDER 1^E TRANCHE LANDBOUW- EN UITSPOELINGSGERELATEERDE PROJECTEN

In het kader van het Innovatieprogramma KRW zijn aan de volgende landbouw- en uitspoelingsgerelateerde projecten subsidies toegekend. Deze projecten richten zich allemaal op het verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit en niet zozeer op terugwinning van het fosfaat (teksten afkomstig van de site van Senternovem).

- Een KRW-gebiedspilot in agrarisch Noordoost Nederland (samen aan de slag met nutriëntenkringlopen), Plant Research International.

Het doel is om voor twee gebieden in het beheergebied van waterschap Hunze en AA's een plan van aanpak te ontwikkelen en te implementeren voor verbetering van de kwaliteit van het regionale oppervlaktewater. Dit plan wordt in een samenwerkingsverband met boeren, een waterschap en provincies ontwikkeld en geïmplementeerd. In eerste instantie wordt gezocht naar maatregelen die het economisch rendement van landbouwbedrijven in stand houden, vervolgens naar kosteneffectieve maatregelen voor waterbeheerders. De kern van de aanpak is het sluiten van kringlopen van grondgebonden landbouwbedrijven om zo de verliezen van nutriënten te verminderen. De pilotgebieden zijn bedoeld als leeromgeving.

- Het gebruik van nitraatreducerende en fosfaatbindende materialen om lekken in nutriëntenkringlopen te dichten, Alterra

Het voorgestelde onderzoek heeft als doel maatregelen te ontwikkelen om lekken in nutriëntenkringlopen op de scheiding tussen landbouwperceel en sloot te dichten: fosfaatverwijdering door ijzerhoudend materiaal toe te passen, stikstofverwijdering door koolstofrijke organische stof te gebruiken in sleuven, 'denitrification walls'. De combinatie van beide toepassingen kan mogelijk ook zware metalen en arseen afvangen. De maatregelen zijn gericht op gronden met grote nutriëntenverliezen, zoals fosfaatlekkende gronden of gronden in de bloembollen- en boomkwekerijsector.

- Kringlopen regiomodule Zuidoost Nederland, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.

In een vijftal pilots worden acties uitgetoetst en methodes ontwikkeld voor samenwerking in landelijke gebieden om de waterkwaliteit te verbeteren en op termijn te voldoen aan de KRW. Dit geschiedt in gebieden waar de doelen van de KRW niet kunnen worden gehaald, zelfs niet bij aangescherpt beleid. Het doel is om nutriëntenkringlopen zoveel mogelijk te sluiten en er wordt gewerkt van klein naar groot (plek - perceel - perceelsloot - bedrijfsloot - waterschapssloot - deelstroomgebied). Onvermijdelijke verliezen op laag niveau worden zoveel mogelijk teruggebracht op een hoger niveau. Zo vangt men in de sloot af- en uitspoeling op die via bagger of biomassa teruggebracht wordt in het bedrijf. Er worden bedrijfsactieplannen opgesteld en nieuwe maatregelen gedemonstreerd.

- Onderzoek terugdringing fosfaatafspoeling van boerenland, Wageningen Universiteit.

Het doel van dit project is te onderzoeken wat de invloed is van bepaalde maatregelen op de directe afspoeling van fosfaat vanaf het boerenbedrijf naar het oppervlaktewater. De gangbare opvatting was dat de uitspoeling van fosfaat voornamelijk verliep via het grondwater naar het oppervlaktewater. Recent onderzoek toont aan dat de directe afspoeling van fosfaat van het land naar het oppervlaktewater een veel grotere bijdrage levert aan de eutrofiëring van het oppervlaktewater dan voorheen werd gedacht. In dit project worden boeren uitgenodigd om in samenspraak met wetenschappers zelf kosteneffectieve maatregelen te ontwikkelen en te implementeren die inpasbaar zijn in het boerenbedrijf om de directe afspoeling van fosfaat naar het oppervlaktewater te verminderen.

- Inrichtingsmaatregelen tegen oppervlakkige afspoeling, Alterra.

Er zijn aanwijzingen dat oppervlakkige afspoeling, ook in vlakke gebieden, een belangrijke route kan zijn, waarlangs nutriënten het oppervlaktewater bereiken. Dit project onderzoekt daarom of het blokkeren van de oppervlakkige afvoer een efficiënte manier is om de nutriëntenvrucht te reduceren. Het project bestaat uit vier onderdelen. Ten eerste identificeert men de risicoplekken met een bestaand GIS-tool, vervolgens meet men de omvang van de oppervlakkige afspoeling op gras- en bouwland, daarna ontwikkelt men een bemestingstool om incidentele verliezen te voorkomen en als laatste ontwikkelt men grondmaatwerk.

- Dieper wortelen, beter benutten, minder verliezen, Stichting Louis Bolk Instituut.

Dit project onderzoekt maatregelen die de bewortelingsintensiteit en de worteldiepte vergroten. Hiermee beoogt men de nutriëntenbenutting door de plant te verbeteren en zo te voorkomen dat een overmaat aan ongewenste stoffen de waterkwaliteit beïnvloedt. Binnen twee jaar wordt ingezet op een prototypering van praktijkrichtlijnen en verder praktijkonderzoek. De doelstelling van het project is om het landbouwkundig optimum in de aanwending van voedingsstoffen substantieel dichterbij milieukundige doelstellingen te brengen.

- Ijzersuppletie in laagveenplassen, Waternet.

Dit project ontwikkelt een methode om ijzer in de bodem van meren te brengen en zodoende de fosfaattoevoer vanuit de bodem naar het oppervlaktewater te stoppen. De bedoeling is om de geschiktheid van de methode te vergroten en deze toepassingsgereed te maken. Het ijzer wordt gedurende twee jaar in een plas ingebracht. Zo wordt de bodem weer opgeladen met ijzer en wordt het fosfaatbindend vermogen hersteld. Gedurende de afgelopen decennia is de bodem verdroogd. Hierdoor stopte de aanvoer van ijzerhoudend kwelwater en verloor de waterbodem het fosfaatbindend vermogen.

- Praktische bedrijfsinnovaties in de landbouw, provincie Utrecht.

Het project onderzoekt of een integrale brongerichte bedrijfsmatige aanpak de emissies van nutriënten en andere probleemstoffen van agrarische bedrijven naar het oppervlaktewater kan verminderen. De integrale benadering richt zich op drie belangrijke bronnen van afspoeling: het erf (perssappen, percolaatwater en regenwater, de slootkant (maaisel) en het perceel (mest en gewasbeschermingsmiddelen). Het gaat om maatregelen die een belangrijk deel van de landbouw bestrijken, zowel melkveehouderij als akkerbouw. Er is sprake van een integrale aanpak en een brede samenwerking tussen zeven waterschappen en twee provincies.

2.4.3 TECHNISCHE PROJECTEN GERICHT OP TERUGWINNING P

Er zijn diverse projecten waar struviet ($\text{Mg}(\text{NH}_4\text{K})\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ of wel MAP) wordt teruggewonnen uit verschillende afvalwater- en meststromen.

- Struviet uit kalvergier (Stichting Mestverwerking Gelderland).

Bij vier installaties op de Veluwe wordt struviet gewonnen uit kalvergier. Het betreft relatief kaliumrijke struviet. De reststromen na verwerking zijn zodanig dat deze geloosd kunnen worden op het riool.

- Struviet uit urine moeders voor moeders.

Door GMB in Tiel wordt in samenwerking met WUR/LeAF in een pilotopstelling struviet gewonnen uit urine die verzameld is in het kader van 'Moeders voor moeders'. Het project is ondersteund door STOWA, waterschap Rivierenland en Schering Plough.

- Struviet uit aardappelindustrie.

Er zijn in Nederland drie aardappelfabrieken waarbij uit de afvalwaterstromen struviet wordt gewonnen, n.l. bij rwzi Steenderen te Olburgen (van Aviko Steenderen en Aviko Lomm) door Waterstromen en in Kruiningen (van Lambweston Meijer) door Colsen.

- Struviet uit zwart water. Sneek, DESAH project.

DesaH staat voor Decentrale sanitatie en Hergebruik. In 32 woningen in Sneek wordt het zwarte water via vacuütoiletten separaat ingezameld. Dit zwarte water wordt samen met keukenafval vergist in een UASB tank. Uit het effluent na vergisting wordt de fosfaat in de vorm van struviet teruggewonnen. Het project wordt uitgevoerd door WUR/LeAF i.s.m. STOWA, Landustrie, 2 Woningstichtingen, Wetterskip Fryslan, Wetsus en gemeente Sneek.

- Struviet uit dunne varkensmest en urine. SOURCE.

In de KRW tender 1^e tranche is subsidie verleend voor het project SOURCE (Simultaneous remOval of hUman and veteRinary pharmaCeuticals and nutrients). In dit pilotproject wordt een gecombineerde verwerking van urine, afkomstig van het ziekenhuis Boxmeer, en de dunne fractie van varkensmest onderzocht. Na vergisting van de gecombineerde humane en dierlijke dunne fractie wordt de fosfaat door struvietvorming verwijderd. De stikstof wordt voorsnog biologisch verwijderd en de humane en dierlijke geneesmiddelen worden met een gecombineerde ozon/actief koolbehandeling verwijderd. Het project wordt uitgevoerd door Grontmij i.s.m. Waterschap Aa en Maas, STOWA, Waterschap de Dommel, provincie Noord Brabant en ZLTO. Dit is een eerste project waarin de waterwereld en de landbouwwereld met elkaar samenwerken voor de verwerking van nutriëntenrijke stromen.

2.4.4 PROJECTEN BIJ ZUIVERINGEN GERICHT OP TERUGWINNING P

- P herwinning na verbranding van zuiveringsslib
 - As als fosfaaterts voor Thermphos
 - Slibverwerking Nood Brabant (SNB) en Thermphos werken samen aan een procédé om fosfor uit as na verbranding van zuiveringsslib terug te winnen;
 - Omzetting as als kunstmest.
 - SNB neemt deel aan een Europees consortium (SUSAN) om te onderzoeken of de as van zuiveringsslib omgezet kan worden in een veilige kunstmest.
- Struvietvorming
 - Bij de waterzuivering Steenderen te Olburgen wordt struviet uit het rejectiewater van de zuivering geproduceerd in combinatie met de behandeling van de afvalwaterwaterstroom van de aardappelfabriek AVIKO (Waterstromen);
 - Zuivering Apeldoorn. Waterschap Veluwe wil graag P terugwinnen uit de zuivering Apeldoorn. Grontmij onderzoekt momenteel de haalbaarheid van de winning van struviet uit het rejectiewater van de zuivering.

2.5 DISCUSSIE MAATREGELEN

Aanvullend op bovengenoemde gepresenteerde maatregelen en (proef)projecten worden nog de volgende projecten genoemd:

- Bij de WUR/Animal Science Group loopt een groot project over mestverwerkingstechnieken. Het gaat hierbij om mogelijkheden te vinden om fosfaat naar het buitenland te kunnen exporteren.
- Fosfaat past in de reguliere bemestingsonderzoeken;
- PRI (Plant Research International) doet veel projecten op fosfaatgebied;

Bij de discussie over mogelijke oplossingsrichtingen vindt veel informatieoverdracht plaats tussen de aanwezigen uit de waterwereld en uit de landbouwwereld. De volgende opmerkingen worden gemaakt:

- In de 20^e eeuw is 2500 kg P/ha opgeslagen. Per jaar is het nu mogelijk met 'uitmijnen' (fosfaat onttrekken door plantengroei) er 40 kg P/jaar af te halen;
- Fosfaat komt in allerlei vormen voor in de bodem. De plant neemt eerst de makkelijk opneembare fosfaat op en daarna pas de moeilijker opneembare vormen. Dit heeft vermoedelijk ook consequenties voor de berekeningen over de uitspoeling. Het zou wel eens kunnen zijn dat de berekeningen die gebaseerd zijn op de huidige mate van uitspoeling gunstiger uitkomen omdat de fosfaatvormen die achterblijven na enkele jaren van uitmijnen minder makkelijk uitspoelen;
- Het NWP (Netherlands Water Partnership) heeft een Phosphate Group. Deze groep is gericht op de ontwikkelingslanden en heeft tot doel de fosfaatproblematiek onder de aandacht te brengen bij grote instanties;
- De toepassingsmogelijkheden van struviet blijven een heikel punt. Een discussie over deze mogelijkheden vindt op dit moment binnen verschillende bestaande en op te starten projecten plaats. In Duitsland is de toepassing van struviet opgenomen in de wetgeving. Landbouw kan daar een route zijn. In Nederland zijn stoffen voor de landbouw een afvalstof tenzij het toegelaten is als meststof. Struviet kan wel worden toegepast buiten de landbouw zoals in sportvelden. Struviet kan zowel uit dierlijke mest worden geproduceerd als uit humane 'mest' en bovendien ook uit andere afvalwaterstromen, zoals de stromen uit de aardappelindustrie. Producten van dierlijke mest blijven voor de mestwetgeving dierlijke mest. Dit betekent dat eenzelfde product dat afkomstig is uit de aardappelindustrie voor de wetgeving een andere status heeft dan het product dat afkomstig is uit dierlijke mest. Voor de mestwetgeving zijn mensen geen dieren (soms wel beesten overigens). Toelating van struviet als EU meststof vergt een lange procedure. Er moet dan voldaan zijn aan een vastgesteld procédé en bovendien moeten er gedurende een aantal jaren bemestingspilots worden uitgevoerd (zoals momenteel worden uitgevoerd met de producten die afkomstig zijn van UF/OO (combinatie ultrafiltratie en omgekeerde osmose)). Het is voorlopig raadzaam t.a.v. de struvietproblematiek een jurist van de Commissie Deskundigen Meststoffenwetgeving te raadplegen. Een aanvraag voor toepassing in de landbouw dient bij voorkeur collectief te gebeuren;
- Bij de productie van (kunst)mestproducten gaat het niet alleen om een constante N en P verhouding, maar ook om een maximum aan het gehalte aan zware metalen en organische microverontreinigingen, waarbij tegenwoordig ook de medicijnresten een rol spelen. Op dit moment zit er veel minder cadmium in kunstmest dan in het verleden. Cadmium gaat bij het ontsluitingsprocédé in gips zitten en dit komt uiteindelijk in wegen en beton terecht;
- Aan de voorkant van de keten kan nog veel gebeuren. Allereerst moet een traject gestart worden fosfaat uit de vaatwasmiddelen te verwijderen. Je hebt dan circa 20% van het

fosfaat uit het grijs water te pakken. Er bestaat in Nederland een fosfaatvrij vaatwasmiddel. In Frankrijk zijn alle vaatwasmiddelen fosfaatvrij. Men dient er alert op te zijn dat fosfaatvervangers niet schadelijker zijn voor het milieu dan het fosfaat zelf, ofwel is het middel niet erger dan de kwaal;

- Tevens moet gedetailleerder nagegaan worden wat de overige bronnen van fosfaat zijn en hoe ze in de waterketen terecht komen. Hierbij dient ook de voedselketen in beschouwing genomen te worden. Dit betekent dat er een discussie met de industrie moet plaatsvinden;
- Het streven zou moeten zijn op ieder punt van de keten waar mogelijk de fosfaatbehoefte te verminderen. Dit betekent dat het fosfaatgehalte in krachtvoer ook gereduceerd zou moeten worden;
- Er dient een goede afstemming plaats te vinden tussen de (toekomstige) wensen van de landbouw t.a.v. mestproducten en de producenten en onderzoekers van nieuwe fosfaat (kunst)mestproducten uit tot nu toe ongebruikte stromen;
- In de landbouw is in ieder geval behoefte aan snel werkzame fosfaat in een goed gedefinieerde samenstelling. Bij voorkeur een optimaal mengsel dat bij iedere pH gebruikt kan worden;
- Er zijn op dit moment enkele grote spelers in het land der mestverwerking. Mestverwerking is voor kleine spelers niet rendabel te maken en onmogelijk om te concurreren met de huidige mestafzetprijzen;
- Het probleem van de afzetting van fosfaat en de markt die de afzetprijs bepaalt komt voort uit de niet grondgebonden varkenshouderij. Als het de trend is varkens meer te concentreren biedt dit ook de mogelijkheid om bij de mestopslagen, al dan niet na mestscheiding, er humane urine bij te gooien;
- Voorlopig blijft de sturende factor voor mestverwerking de opwekking van energie;
- De waterschappen hebben t.a.v. de zuiveringen in bestuurlijke accoorden vastgelegde voorgeschreven taken en doelstellingen wat betreft het omgaan met fosfaat. Als fosfaat-terugwinning zich terugverdient doet iedereen mee. Deze economische randvoorwaarde speelt altijd een rol;
- De waterschappen zijn een goed georganiseerde wereld. Er zijn goede onderlinge contacten en er vindt veel samenwerking plaats. Bovendien is er een overkoepelende organisatie (STOWA) waardoor het mogelijk is gezamenlijk onderzoeksprojecten uit te voeren. De landbouwwereld is veel minder georganiseerd. Deze wereld bestaat uit een groot aantal relatief kleine onafhankelijke ondernemers (agrariërs) voor wie hun eigen inkomen (als vanzelfsprekend) de belangrijkste drijfveer is. Het zogenaamde 'free riders' gedrag komt bij deze ondernemers veel voor. De waterwereld zou daarom het initiatief tot mestverwerkingspilots moeten nemen. Dit is tot nu toe ongebruikelijk omdat het mestprobleem werd beschouwd als een probleem van de landbouw waarvoor de landbouw zelf verantwoordelijk is;
- Het zou mogelijk moeten zijn de waterschappen wat betreft hun zuiveringen niet af te rekenen op hun effluentkwaliteit maar eerder op gebiedsniveau de gezamenlijke vervuilers in samenwerkingsverband te laten zorgen voor een voldoende gebiedskwaliteit. Dit heeft raakvlakken met de zogenaamde carboncredits. Het is niet noodzakelijk je eigen CO₂ - uitstoot te reduceren als je er elders maar voor zorgt dat een overeenkomstige hoeveelheid CO₂ gereduceerd wordt. Zo zou in een gebied waar de zuivering maar een kleine bijdrage heeft aan de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater het zuiveringsgeld mogelijk beter ingezet kunnen worden in de landbouw (bijvoorbeeld mestverwerking) om een beter eindresultaat te verkrijgen (de 80-20 regel). Dit vergt een enorme aanpassing van taken en verantwoordelijkheden en hiervoor is de introductie van gebiedsmanagers noodzakelijk;

- Zuiveringen zouden zich eerder moeten richten op het verwijderen van ongewenste componenten zoals zware metalen en organische microverontreinigingen en niet op de verwijdering van stikstof en fosfaat. De nutriëntenrijke stromen kunnen dan worden hergebruikt in de landbouw. Dit maakt de introductie van opslagbassins of afgesloten hydrologische eenheden noodzakelijk of de oude vloeivelden kunnen in ere worden hersteld.
- De fosfaatproblematiek moet lokaal aangepakt worden en komt vermoedelijk goed van de grond door een uitwaaiing van lokale initiatieven;
- STOWA is bereid projecten te ondersteunen mits de landbouwwereld meedoet;
- De knelpunten zijn vermoedelijk niet technisch van aard, maar worden eerder veroorzaakt door een beperking van het organiserend vermogen. Er zou iemand of een organisatie moeten opstaan die zich voor de gecombineerde fosfaatproblematiek inzet. Er is behoefte aan een krachtige persoon die binnen de waterwereld en de landbouwwereld de deuren open kan zetten;
- Er is een cluster mestinnovaties die gefinancierd wordt door LNV. Deze cluster voert een verkenning uit t.a.v. de afzetmarkt van mestproducten. Door deze cluster worden 7 projecten uitgevoerd. Er zijn 7 instellingen bij betrokken. Een coördinatieoverleg bewaakt de verschillende projecten.

2.6 PROJECTEN

De volgende projecten zijn geformuleerd om op korte termijn op te pakken:

1 *Inventarisatie afzetmogelijkheden fosfaatrijke producten vanuit humane en dierlijke keten.*

De herwinning van fosfaat uit verschillende humane en dierlijke stromen komt pas goed van de grond als de productie van fosfaatrijke (kunst)(mest)stoffen afgestemd wordt op de vraag naar deze producten. Dit probleem speelt bij het project SOURCE (Aa en Maas), maar ook bij de innovaties bij de zuivering in Apeldoorn van waterschap Veluwe. Deze twee waterschappen willen graag samenwerken om de afzetmarkt te inventariseren. Hierbij spelen ook juridische aspecten een rol en is er behoefte samen te werken met de jurist van de Commissie Deskundigen Meststoffenwetgeving. Gert Jan Euverink van Wetsus wil graag meedenken (op dit moment vindt er bijvoorbeeld een cradle to cradle project plaats op de Waddeneilanden).

Projecttrekker: Ferdinand Kiestra (Aa en Maas)

i.s.m. Douwe Jan Tilkema (Veluwe) en Gert Jan Euverink (Wetsus)

2 *Inventarisatie bronnen van fosfaat humane keten*

Fosfaat komt in de humane keten o.a. voor in vaatwasmiddelen en als fosforzuren in de voedingsmiddelen. Er is behoefte aan een nadere analyse van het voorkomen van fosfaat in de humane/industriële keten. Dit project omvat de volgende onderdelen:

- Inventarisatie bronnen van fosfaat in de humane keten, anders dan landbouwproducten;
- Analyse routes naar het oppervlaktewater
- Inventarisatie mogelijkheden voor reductie van fosfaatgebruik in de humane keten
- Opzetten lobby om fosfaat in deze bronnen te reduceren/hergebruiken etc.
- Samenwerking met de industrie

Projecttrekker: Ruud van Dalen (Waterschap Veluwe).

3 Stakeholderanalyse

De productie, het gebruik en de routes van fosfaat in het milieu worden gedomineerd door krachten die onvoldoende in beeld zijn. Welke partijen willen wat, welke partijen werken tegen, welke belangen spelen er, hoe zijn deze krachten verdeeld. Ook in de landbouw zijn deze krachten onvoldoende in beeld. Om voortgang te boeken in optimaal hergebruik van fosfaat dienen deze krachten in kaart gebracht te worden.

Projecttrekker: Oene Oenema (WUR)

2.7 TOT SLOT

De bijeenkomst werd door de aanwezigen als inspirerend en nuttig ervaren. Over het algemeen bestond er grote consensus over de noodzaak anders om te gaan met fosfaat, n.l. zo min mogelijk gebruiken, zo veel mogelijk hergebruiken en daar waar mogelijk de kringlopen in stand houden. Het bekend raken met elkaars werelden was een van de belangrijkste winstpunten van de middag. Dit resulteerde onder meer in het besef dat door samenwerking tussen de verschillende partijen vanuit de waterwereld, de landbouwwereld en de techniek er verschil gemaakt kan worden. De scheidslijnen tussen de taken en verantwoordelijkheden van partijen moeten niet langer scherp zijn, maar moeten op diffuse wijze overschreden kunnen worden, mits er maar overeenstemming is over de te bereiken einddoelen. Samenwerking kan plaatsvinden op lokaal niveau, maar ook op landelijk niveau. Alle initiatieven in die richting moeten gestimuleerd worden.

Men is enthousiast over de geformuleerde projecten en het gezamenlijk oppakken van deze projecten biedt een kans de verbinding die tot stand is gebracht voort te zetten.

STOWA wil graag over een jaar een symposium organiseren (werktitel Superfosfaat) waarbij de voortgang van de geformuleerde projecten gepresenteerd kan worden.

Door tussentijdse melding van initiatieven en de voortgang van projecten aan Grontmij (Lideke.Vergouwen@Grontmij.nl) blijven de aanwezigen van elkaars werkzaamheden op de hoogte.

In de navolgende hoofdstukken is de achtergrondinformatie gepresenteerd die de deelnemers voorafgaand aan de workshop hebben gekregen.

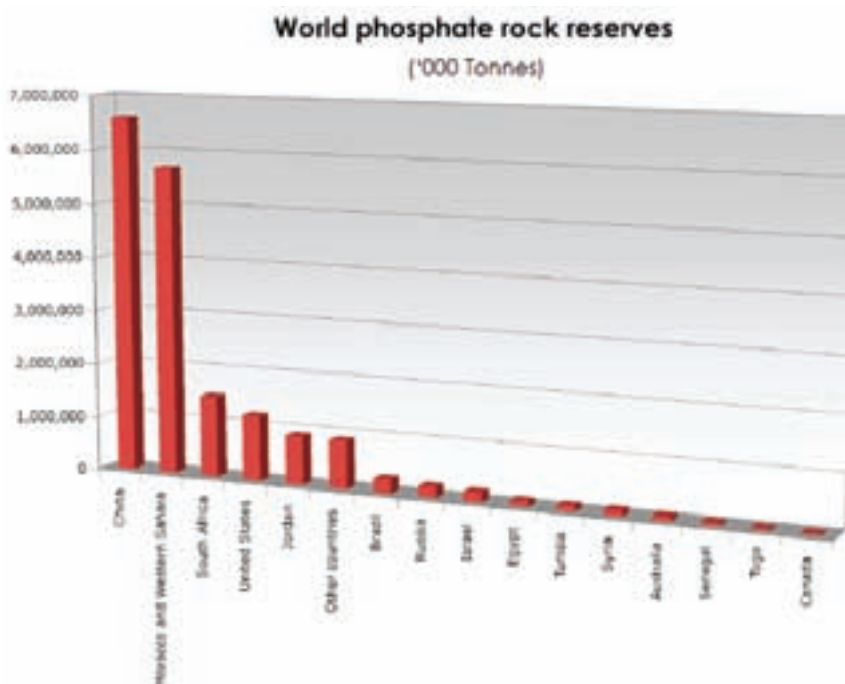
3

WERELDFOSFAATSTROMEN

3.1 WERELDFOSFAATVOORRADEN

3.3.1 WERELD VOORRADEN FOSFAATERTS

FIGUUR 3-1 DE WERELD FOSFAAT VOORRADEN ZIJN STERK GEOGRAFISCH GECONCENTREERD EN ZIJN ONDER CONTROLE VAN SLECHTS EEN PAAR LANDEN. (BRON: CORDELL, AUG 2008³, NAAR JASINSKI 2008)



De totale voorraad fosfaaterts in de wereld bedraagt in 2008 ca. 18.000 miljoen ton fosfaaterts. Dit bevat ca. 2.358 miljoen ton P (uitgaande van een P_2O_5 gehalte in erts van 29-34% en een P-gehalte in P_2O_5 van 44%)⁴

De grootste fosfaatvoorraden in de wereld zijn in handen van slechts een paar landen. China heeft de tarieven zo hoog gemaakt dat er van export nauwelijks sprake is teneinde de voorraden voor eigen gebruik te behouden. De Verenigde Staten hebben vanwege hun sterke handelspositie in het verleden nog maar voorraden voor ca. 25 jaar. De grootste voorraden van Marokko liggen in de Westelijk Sahara, een gebied dat door Marokko bezet wordt gehouden. Geopolitiek speelt dus een belangrijke rol bij de handel in fosfaat.

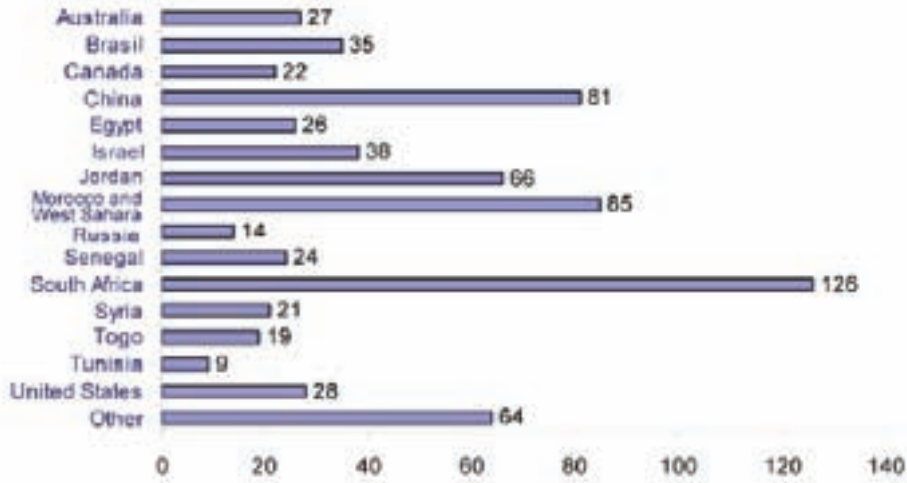
In de periode 1950-2000 is ongeveer 1 miljard ton P gemijnd. Hiervan is 800 miljoen ton P als kunstmest gebruikt. Ongeveer 250 miljoen ton is inmiddels in de zee of in binnenlandse meren terecht gekomen of is begraven in beerputten etc.⁵

3 Cordell, Dana. The Story of phosphorus: missing global governance of a critical resource. Paper prepared for SENSE Earth Systems Governance Amsterdam, 24-31 aug, 2008

4 White and Cordell. Peak phosphorus, the sequel to peak oil. Global Phosphorus Research initiative

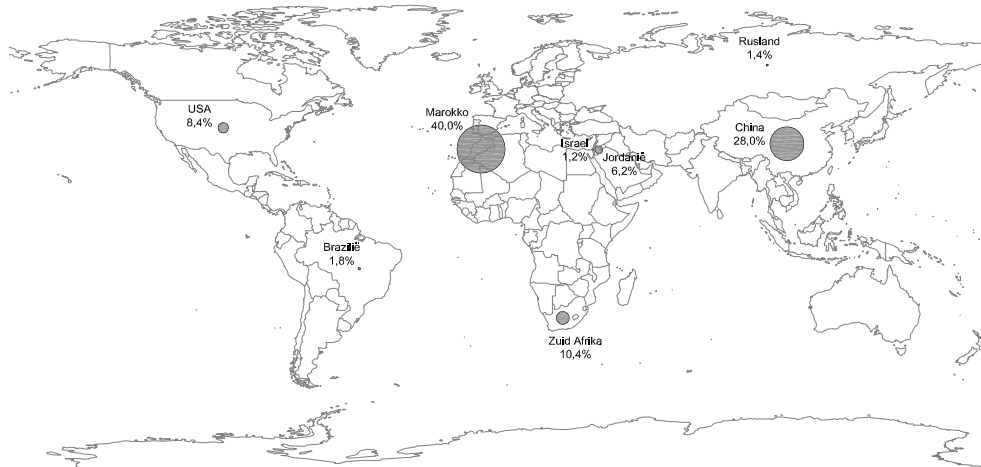
5 EcoSanRes-Factsheet-04. Closing the loop on Phosphorus.

FIGUUR 3-2 FOSFAATERTSEN- AANTAL JAREN VAN ONTGINNING MOGELIJK, UITGAANDE VAN DE RESERVES VAN 2006 EN EEN JAARLIJKSE TOENAME VAN WINNING VAN 2%. (BRON:ECOSAN⁶)

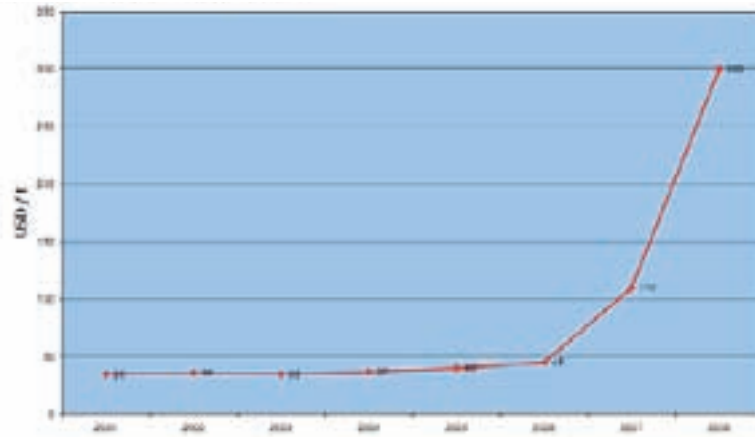


Volgens een prognose is de wereldfosfaatvoorraad op in een periode tussen 60-90 jaar en volgens een andere prognose in een periode tussen 60-130 jaar. Wanneer de huidige prijzen worden gehandhaafd is de schatting dat de voorraden op zijn binnen 50 jaar.⁷

FIGUUR 3-3 VERSPREIDING VOORKOMEN VOORRADEN FOSFAATERTS IN 2006 (BRON ECOSAN^{8A} EN VACCARI^{8B})



FIGUUR 3-4 DE PRIJSTOENAME VAN FOSFAATERTS UIT MAROKKO. BRON: GECENTRALISEERD HERGEBRUIK VAN FOSFAAT. LEON KORVING. STOWA AFVALWATERSYMPIOSIUM MEI 2008



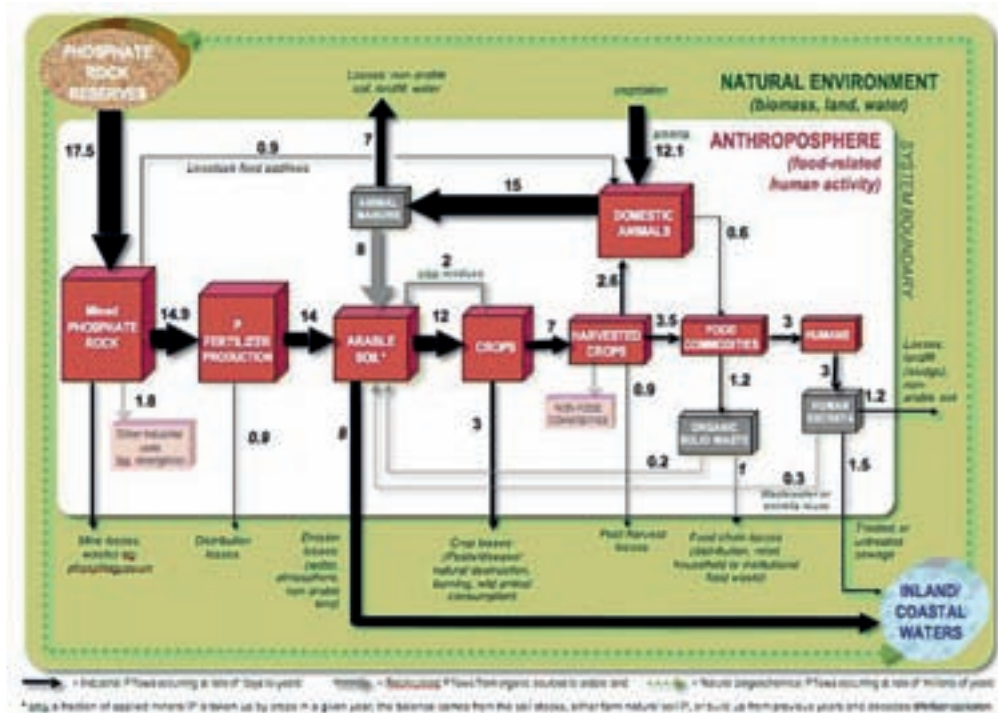
6,7 EcoSanRes-Factsheet-04. Closing the loop on Phosphorus.
 8A EcoSanRes-Factsheet-04. Closing the loop on Phosphorus
 8B D.A.Vaccari. Phosphorus: a looming. Scientific American, June 2009.

In de periode tussen januari 2007 en maart 2008 is de prijs van fosfaaterts met 700 % toegenomen.

Niet alleen de toenemende schaarste maakt de prijs van fosfaat duurder, maar ook het feit dat de kwaliteit van het erts afneemt.

3.2 FOSFAATCYCLUS IN RELATIE TOT WERELDVOEDSELPRODUCTIE EN CONSUMPTIE

FIGUUR 3-5 DE BELANGRIJKSTE FOSFORSTROMEN BIJ HET SYSTEEM VAN WERELD VOEDSELPRODUCTIE EN CONSUMPTIE. HET FOSFORGEBRUIK, DE VERLIEZEN EN DE OPWERKING ZIJN WEERGEGEVEN IN MILJOEN TON/JAAR. BRON: CORDELL, 2009⁹



Jaarlijks wordt 17,5 miljoen ton P gemijnd. Hiervan wordt 14,9 miljoen ton P gebruikt voor fosfaatkunstmest (de rest wordt gebruikt in de industrie, bijvoorbeeld voor detergents en in de voedingsmiddelenindustrie).

De wereldbevolking eet ongeveer 3 miljoen ton P/jaar (e.e.a. afhankelijk van het dieet) en ongeveer 5 x zoveel ton P wordt gemijnd om de voedselproductie tot stand te brengen.

De wereldbevolking produceert ongeveer 3 miljoen ton P/jaar met de urine en feces. Meer dan de helft wordt in steden geproduceerd en verdwijnt voor een groot deel in afvalwaterslib of komt direct in het watersysteem terecht zonder dat er nuttig gebruik van wordt gemaakt.¹⁰

Berekend is (onder bepaalde aannamen van verlies) dat voor een voedingswijze die op vlees gebaseerd is er drie keer zo veel fosfaaterts nodig als voor een vegetarische voedingswijze (zie tabel 3-1.).

9 Cordell, D., et al., The story of Phosphorus: global food security and food for thought. Global Environ. Change (2009). Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009
 10 Peak phosphorus ?. Cordell et al. Scope Newsletter no 73. April 2009, pg 16

TABEL 3-1 FOSFAATMEST BEHOEFTE BIJ EEN VOEDINGSWIJZE DIE OP VLEES GEBASEERD IS EN BIJ EEN VEGETARISCHE VOEDINGSWIJZE. DE FOSFAATBEHOEFTE IS UITGEDRUKT IN KG/PERSOON/JAAR. (BRON: CORDELL 2009¹¹)

Consumption type	P in human excreta (most in urine)	P in post-harvest food preparation	P in harvested crops	Total extracted ^a
Vegetable-based diet	0.3 kg(P/year)	0.45 kg(P/year) [if 2/3 eaten and 1/3 is organic waste]	1.8 kg(P/year) [if 1/4 becomes food and 3/4 organic waste]	0.6 kg(P/year), or 4.2 kg of phosphate rock [plant uptake of P comprise 1/3 from rock P and 2/3 from soil P]
Meat-based diet	0.6 kg(P/year) ^b	0.8 kg(P/year) [if 3/4 eaten and 1/4 is organic waste]	8.0 kg(P/year) [if 1/10 becomes food and 9/10 organic waste]	1.6 kg(P/year), or 11.8 kg of phosphate rock [plant uptake of P comprise 1/5 from rock P and 4/5 from soil P]

^a 7 kg of phosphate rock contains approximately 1 kg of P.

^b USDA (1995).

11 Cordell, D., et al., The story of Phosphorus: global food security and food for thought. Global Environ. Change (2009). Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009

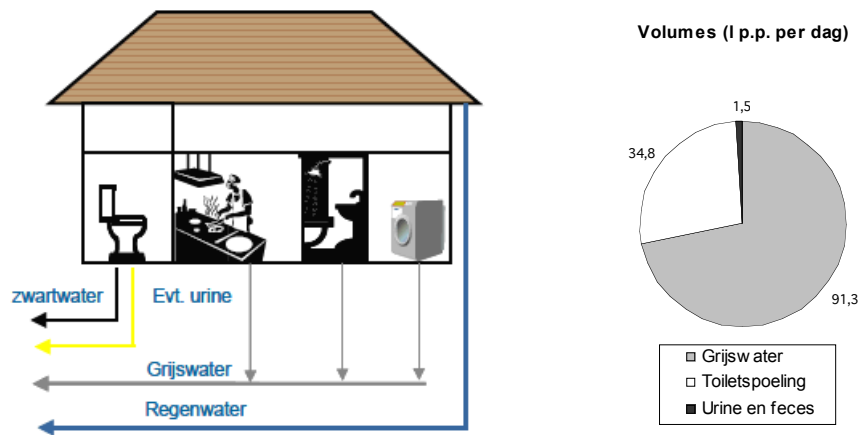
4

HUMANE FOSFAATSTROMEN

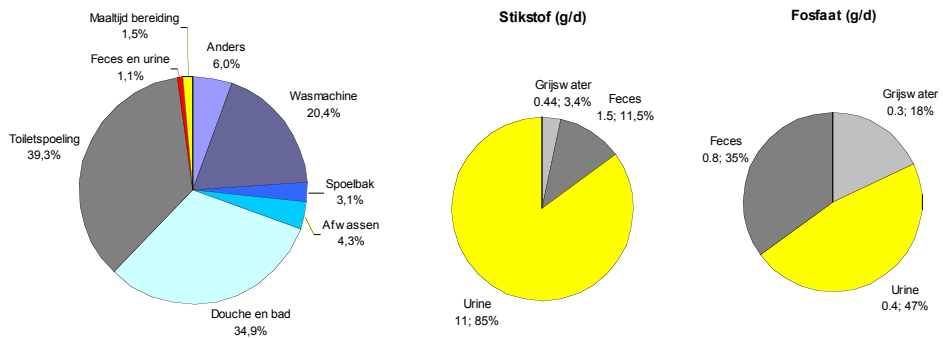
4.1 INFLUENT RWZI'S

Uit de figuren 4-1 en 4-2 blijkt dat in ca 1 % van het volume afvalwater dat op een zuivering aankomt zich ongeveer 80 % van de nutriënten bevindt.

FIGUUR 4-1 VERSCHILLENDE HUISHOUDELIJKE AFVALWATERSTROMEN EN HUN OMVANG. BRON: STOWA 2005-12¹²



FIGUUR 4-2 VOLUME HUISHOUDELIJK AFVALWATER IN LITER/PERSOON/DAG EN IN % EN DE HERKOMST VAN STIKSTOF EN FOSFAAT IN HUISHOUDELIJK AFVALWATER IN GRAM/PERSOON/DAG EN IN %. BRON: STOWA 2008-3¹³



4.2 HUMANE URINE EN FECES

De mens produceert gemiddeld 1,5 liter urine per dag.¹⁴ Verse urine bevat ca 8800 mg/l N en ca 800-2000 mg/l P (= ca 1860-4650 mg/l P₂O₅).

Hieruit kan worden berekend dat per jaar in Nederland door 16 miljoen mensen in de humane urine geproduceerd wordt:

12 Afvalwater ontketend. Mels e.a. STOWA rapport 2005-12

13 Anders omgaan met huishoudelijk afvalwater. Swart, STOWA rapport 2008-3

14 STOWA. Afvalwater ontketend. Rapport 12, 2005

- 77 miljoen kg N/jaar (77.000 ton N/jaar) vgl. mest ca 350 miljoen kg N/jaar, kunstmest in 2006 261 miljoen kg N/jaar)
- 16-40 miljoen kg P₂O₅/jaar (16.000-40.000 ton P₂O₅/jaar) (7.000-17.500 ton P/jaar) vgl. mest ca 160 miljoen kg P₂O₅/jaar, kunstmest 43 miljoen kg P₂O₅/jaar)

In feces (bruin water) wordt dan (uitgaande van Figuur 4-2) jaarlijks geproduceerd: 5.000-13.000ton P/jaar.

De P productie in Nederland in urine en feces samen (zwart water) bevat op basis van de berekeningen 12.000 -30.000 ton P/jaar.

Wanneer bij de berekeningen uitgegaan wordt van de hoeveelheid P die ingenomen wordt met voedsel bevat de P productie in Nederland in urine en feces samen 9.900 ton P/jaar (zie paragraaf 4.5).

In paragraaf 4.3 is te zien dat jaarlijks ca. 14.000 ton P bij de zuiveringen aankomt. Hoewel niet alle geproduceerde urine op de zuiveringen aankomt, immers een deel van de bevolking is voorzien van IBA's (individuele behandeling van afvalwater) betekent dit toch dat de gemiddelde P-concentratie eerder in de buurt ligt van 800 mg P/l urine dan van 2.000 mg P/l urine.

4.3 INFLUENT EN EFFLUENT RWZI'S

Uit de gegevens uit CBS Statline (tabel 4-1) is afgeleid dat de P afvoer vanuit de zuiveringen naar het oppervlaktewater de laatste 25 jaar sterk is afgenomen en dat het zuiveringsrendement van de zuiveringen sterk is toegenomen.

TABEL 4-1 AANVOER P NAAR ZUIVERINGEN EN AFVOER P UIT ZUIVERINGEN NAAR OPPERVLAKEWATER (BRON CBS STATLINE)

Jaar	P aanvoer in ton	P afvoer in ton	P inf-P efl in ton	zuiveringsrendement
1981	17.365	10.064	7.301	42
1985	18.706	10.810	7.896	42
1990	14.357	6.236	8.121	57
1995	13.756	3.529	10.227	74
2000	13.300	2.845	10.455	79
2005	14.425	2.651	11.774	82
2007	14.968	2.643	12.325	82

4.4 ZUIVERINGSSLIB

Bron: Korving, mei 2008¹⁵

- Jaarlijks produceert Nederland 1,7 miljard ton rioolwater met 14.000 ton P
- 375 RWZI's concentreren dit in 1,5 miljoen ton ontwaterd slib dat 12.000 ton P bevat
- Na verbranding komt 6000 ton P terecht in 62000 ton as bij SNB en DRSH
- Het overige P raakt weer verdund door de bijstook van slib in kolencentrales of cementoven

15 Gecentraliseerd hergebruik van fosfaat. Leon Korving SNB, STOWA afvalwater(keten)symposium, 28 mei 2008

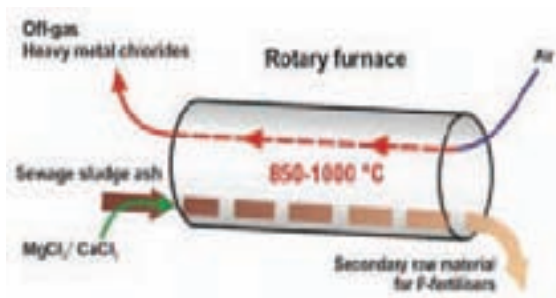
De as die overblijft na verbranding van slib:

- Bevat bijna 50% van alle P uit het afvalwater van Nederland
- Bevat een hoge concentratie P
- Komt vrij bij maar 2 installaties
- Hiertoe heeft SNB twee projecten opgezet:
 - Inzet van de as als fosfaaterts bij Thermfos
 - Omzetting van de as als kunstmest

In een Europees consortium (SUSAN) onderzoekt SNB of de as van slib omgezet kan worden in een veilige kunstmest.

Onderwerp van onderzoek:

- verwijdering zware metalen
- omzetting P in een biobeschikbare vorm
- groeitesten
- economische haalbaarheid
- opschaling



Thermphos importeert jaarlijks ca 80.000 ton P¹⁶. Deze P wordt verwerkt tot witte fosfor of derivaten van witte fosfor en dit wordt geleverd aan de industrie. Het overgrote deel van deze fosfor wordt geëxporteerd.

De hoeveelheid zuiveringslib (12.000 ton P) bedraagt ca 15 % van de jaarlijkse hoeveelheid P die door Thermphos geïmporteerd wordt).

4.5 INDUSTRIËLE PRODUCTEN

In Europa wordt 85 à 90 % van de fosfor die afkomstig is van fosfaaterts gebruikt als kunstmest en als additief voor veevoer. Daarnaast wordt van fosfaaterts afkomstig fosfor toegepast bij tal van industrieën voor verwerking producten zoals medicijnen, insecticiden, brandvertragers, metaalbehandeling, oppervlakte actieve stoffen (detergenten), dehydratiemiddelen en voedingsmiddelen.

Voedingsmiddelen¹⁷

Fosfaat is een essentieel onderdeel voor alle levende wezens. Het is niet alleen een belangrijke component in botten en tanden, maar neemt ook deel aan veel biologische processen in het menselijk lichaam. Fosfaat wordt overwegend ingenomen door het eten van voedingsgewassen, vlees en zuivelproducten. Daarnaast krijgt de mens ook fosfaat binnen door toevoeging in voedingsmiddelen.

¹⁶ <http://www.thermphos.com/Home/Brochures/~media/Pdf/documents/phosphorusrecyclingfolder%20pdf.ashx>

¹⁷ <http://www.thermphos.com/Home/Brochures/~media/Pdf/brochure/Brochure08%20pdf.ashx>

Van de totale hoeveelheid P afkomstig van fosfaaterts is het gebruik in voedingsmiddelen ongeveer 1% en het gebruik in drinkwater ongeveer 0,1%. Voedingsfosfaten worden aan levensmiddelen toegevoegd in hele kleine hoeveelheden, variërend tussen 0,07 en 4%.

Voedingsfosfaten zorgen o.a. voor een betere smaak, kleur en textuur wanneer voedingsmiddelen niet onmiddellijk geconsumeerd worden. In onderstaande figuren 4-3 en 4-4 is de functie van voedingsfosfaten in voedingsmiddelen opgesomd en zijn enkele voorbeelden van producten gegeven waarin voedingsfosfaten voorkomen.

FIGUUR 4-3

FUNCTIES VAN VOEDINGSFOSFATEN IN VOEDINGSMIDDELEN (BRON: FOOD PHOSFATES, QUESTIONS AND ANSWERS, BROCHURE THERMPHOS¹⁸)

Advantages of food phosphates		
➤ Maintain flavour and food quality	Buffering capacity	Ensure a stable acidity (pH) of foods and drinks, thus preserving natural flavour and colour
	Sequestering effect	Prevent natural mineral ions in foods from causing discoloration or deteriorated flavour (rancidity) during storage or processing. Prevent crystals forming in seafoods
	Polyanionic functions	Maintain ingredients in suspension or prevent coagulation. Retain natural juices, particularly in meat and seafood products
	Shelf life improvement of natural products	Improve the biological stability of foodstuffs, by inhibiting reproduction of certain bacteria, during storage before consumption
➤ Baking	Leavening agents	Used with sodium bicarbonate to make cakes and pastries “rise”, and stay light, during cooking, balancing the alkalinity of the bicarbonate
➤ Dairy products	Texture quality	Enable smooth mixing of fats, proteins and moisture in processed cheese, evaporated milk, and other dairy products
	Ripening of cheese	By improving availability of calcium, facilitate the development of beneficial bacteria in cheese
➤ Prevent sticking	Anti-caking	Improve the free-flowing properties of powdered or dried foods
➤ Health supplements	Mineral enrichment	Provide fortification of diet or baby foods with calcium, magnesium, iron and phosphorus.
➤ Pharmaceuticals	Stability and quality of medicines	Phosphates physical and chemical properties make them effective excipients for a variety of drugs and medicines in tablet, powder and solution forms.
➤ Drinking water	Quality and safety	Food phosphates are often added to drinking water supply to prevent lead or other toxic metals being dissolved from pipes and contaminating tap water

FIGUUR 4-4

VOORBEELDEN VAN VOEDINGSPRODUCTEN WAAR VOEDINGSFOSFATEN IN VOORKOMEN. (BRON: FOOD PHOSFATES, QUESTIONS AND ANSWERS, BROCHURE THERMPHOS)¹⁹

Where food phosphates are used	
Bakery products	Cakes, biscuits, pastries
Meat and poultry products	Fresh and cooked hams, chicken and other poultry, burgers, sausages
Seafood products	Frozen fish, shellfish, shrimps
Processed cheese	Spreadable and ready slices cheeses
Dairy products	Evaporated milk, creams
Potato products	French fries
Soups and sauces	Ready to serve and gourmet sauces and preparations
Starch-based products	Ingredients for soups and sauces
Powdered foodstuffs	Dried soups, dried milk, instant pasta dishes
Beverages, soda and juice products	Cola drinks, wines, beers, soft drinks
Dietary supplements	Mineral diet fortifiers
Pharmaceuticals	Tablets, powders, solutions
Drinking water	Safety of tap water distribution networks
Bakery products	Cakes, biscuits, pastries

In Europa (27 landen) wordt ongeveer 25.000 ton/jaar P gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie. Op basis van het gemiddelde per persoon (490 miljoen mensen, 140 mg/persoon/dag) betekent dit voor Nederland (16,5 miljoen mensen, gemiddeld) ca. 840 ton P. Aan de ene kant wordt niet alle P in de voedingsmiddelenindustrie gebruikt als voedingsfosfaat, want een deel wordt ook gebruikt in de waterbehandeling bij de voedselverwerking, aan de andere kant zal het gebruik toevoegingen per persoon in Nederland vanwege de mate van welvaart bovengemiddeld zijn. Op basis van deze overwegingen is een inschatting van het gebruik van 840 ton P in Nederland voor gebruik als voedingsfosfaten reëel.

Een volwassen persoon heeft ongeveer 700-800 mg P/persoon/dag nodig. In Europa wordt gemiddeld 1000-1500 mg P/persoon/dag ingenomen, voornamelijk in de vorm van eiwitten zoals vlees en zuivelproducten. Dat is dus eigenlijk te veel (dit te veel is overigens niet schadelijk). Een gemiddeld gebruik van 140 mg/persoon/dag in de vorm van voedingsfosfaat is dus ongeveer 10% P in de vorm van voedingsfosfaat (ter vergelijking: in Amerika wordt per persoon ongeveer 320 mg P/persoon/dag via voedingsfosfaten ingenomen. Dat is ongeveer 20-30 % van de hoeveelheid P die ingenomen wordt via natuurlijke producten).

Uitgaande van 1500 mg/persoon/dag in de vorm van natuurlijke producten en 140 mg/persoon/dag in de vorm van voedingsfosfaten betekent dit een maximale menselijke uitscheiding in Nederland van 9.900 ton P/jaar.

Vaatwasmiddelen en overige industriële producten

Urine en feces samen (9.900 ton P/jaar) zijn 82 % van het huishoudelijk afvalwater (zie figuur 4.2). De hoeveelheid P in grijs water is dan 2.100 ton P/jaar en in al het huishoudelijk afvalwater 12.000 ton P/jaar.

19 <http://www.thermphos.com/Home/Brochures/~media/Pdf/brochure/Brochure08%20pdf.ashx>

De verschillende bronnen over de bijdrage van P in fosfaathoudende vaatwasmiddelen aan de totale P belasting op de rwzi spreken elkaar tegen²⁰ en komen uit op een bijdrage tussen 3 en 17 % d.w.z. tussen 420 en 2.380 ton P.

Berekeningen die uitgaan van het gebruik²¹ leveren een schatting van 5-15 % van de totale P-belasting op de rwzi, d.w.z. tussen 700 en 2.100 ton P/jaar.²²

In Nederland komt ca 14.000 ton P terecht op de rwzi's. 12.000 ton P is afkomstig van huishoudelijk afvalwater. Dit betekent dat circa 2.000 ton P die op de rwzi's terecht komt afkomstig is van overige industriële stromen. Dit kunnen stromen zijn uit de agrofoodindustrie, maar ook van andere industrieën zoals metaalbehandeling. De bijdrage op de rwzi van de toepassingen van P in industriële producten zoals brandvertragers is niet bekend.

Kanttekening Grontmij

Bovenstaande berekeningen zijn door Grontmij uitgevoerd op basis van gemiddelden in Europa en Amerika. De hoeveelheden moeten daarom als een indicatie beschouwd worden van de hoeveelheden P die in de Nederlandse industrie omgaan. De hoeveelheden zijn niet gebaseerd op een degelijke inventarisatie.

Thermphos importeert jaarlijks 600 miljoen kg fosfaaterts dat 80.000 ton P bevat²³.

Thermphos produceert fosforhoudende tussenproducten zoals fosforoxides, -sulfides en -chlorides, fosforzuur en fosforig zuur etc. Deze tussenproducten worden door andere industrieën verder verwerkt. Het grootste deel van de fosforhoudende tussenproducten wordt geëxporteerd. Nederland kan daarom wat betreft de hoeveelheid geïmporteerd fosfaat voornamelijk als een tussenstation beschouwd worden. Thermphos streeft er naar ca 20% van de P te halen uit recycling van fosforhoudende producten (bijvoorbeeld zuiveringslib, struviet van kalvergier etc.).

20 [1] <http://www.chemischefeitelijkheden.nl/Uploads/Magazines/CF-169-vaatwasser.pdf>

[2] http://www.skbodem.nl/upload/documents/nieuws/2007-a-r0326-b_junidefinitieveversie2-7-07%5B1%5D.pdf

[3] <http://www.milieucentraal.nl/pagina.aspx?onderwerp=Vaatwasser>

21 220 wasbeurten per huishouden van 2.3 personen, d.w.z. 100 wasbeurten p.p.p.j. Een vaatwastab weegt 20 g en bevat 35% NTPP met daarin 25% P. Dat is 2.800 ton P voor Nederland (20 % van de belasting op de rwzi's). Sommige vaatwastabs zijn fosfaatvrij en niet iedere huishouden heeft een vaatwasmachine, daarom minder

22 Indicatieve berekeningen vaatwasmiddelen, dank aan Willem Schipper, Thermphos

23 <http://www.thermphos.com/Home/Brochures/~ /media/Pdf/documents/phosphorusrecyclingfolder%20pdf.ashx>

5

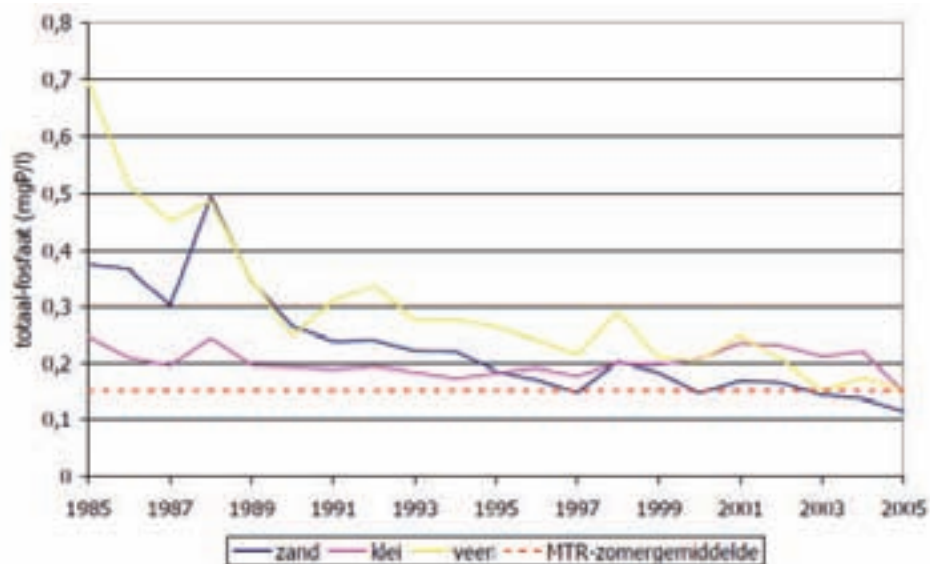
EMISSIE EN BELASTING

OPPERVLAKTEWATER EN ZEE

5.1 OPPERVLAKTEWATERKwaliteit

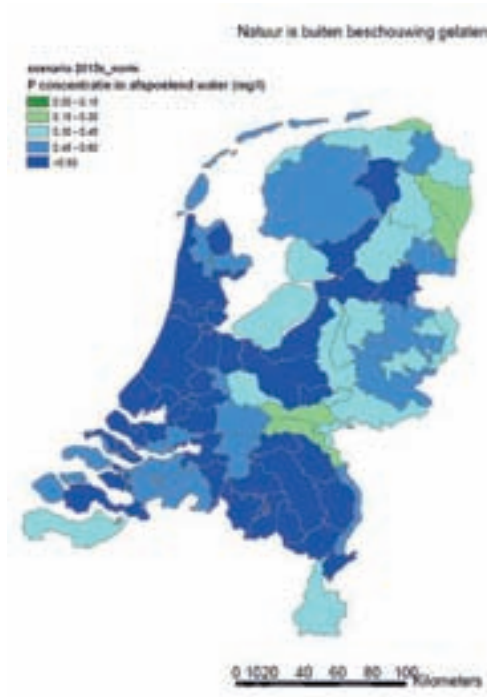
De concentraties totaal-fosfaat in het oppervlaktewater zijn in de loop der tijd afgenomen, met name in het oppervlaktewater in de zand- en veengebieden (zie Figuur 5-1). De stagnerende trend stagneert de laatste jaren.

FIGUUR 5-1 ONTWIKKELING IN CONCENTRATIE TOTAAL-FOSFAAT IN OPPERVLAKTEWATEREN PER BODEMTYPE IN DE LANDBOUWBEÏNVLOEDE OPPERVLAKTEWATEREN. BRON: MILIEUKWALITEIT EN NUTRIËNTENBELASTING²⁴



²⁴ De Klijne et.al Milieukwaliteit en nutriëntenbelasting. Achtergrondrapport milieukwaliteit van de evaluatie meststof-fenwet 2007. RIVM rapport 680130001/2007

FIGUUR 5-2 VERWACHTE FOSFAATCONCENTRATIES IN HET NAAR OPPERVLAKTEWATER AFSPOELENDE WATER AFKOMSTIG VAN LANDBOUWGROND (UIT NUTRIËNTENBELASTING VAN BODEM EN WATER²⁵)



Relatief hoge concentraties van het naar oppervlaktewater afstromende water afkomstig van landbouwgrond komen niet alleen in de klei- en veengebieden voor (westen en noorden met van nature meer nutriëntrijke bodems), maar ook in de zandgebieden. Het zuidelijk zandgebied wordt gekenmerkt door hoge fosforconcentraties.

Voor P is de gemiddelde districtsconcentratie 4 maal de nationale MTR-waarde van 0,15 voor oppervlaktewater met een minimum van 1,3 maal de MTR en een maximum van 10 maal deze waarde. De afstand tot de milieudoelen is voor fosfor groter dan voor stikstof.

5.2 EMISSIES EN BELASTING NAAR HET OPPERVLAKTEWATER

De gegevens van onderstaande tabel 5-1 en de figuren 5.3 t/m 5.7 zijn ontleend aan de emissieregistratie.

TABEL 5-1 EMISSIE EN BELASTING VAN HET OPPERVLAKTEWATER MET FOSFAAT (ALS P-TOT) IN 2005 (BRON: VERKENNING MILIEUTECHNOLOGIE DIFFUSE BRONNEN. ACHTER-GRONDDOCUMENT, GRONTMIJ 2008 (OP BASIS EMISSIEREGISTRATIE)

Sector	Route naar OW	Totale Emissie 2005 (ton)	Belasting OW 2005 (ton)
Landbouw	Direct & uitspoeling bodem	37.340	3.359
Scheepvaart	Direct	38	38
Afvalwater ongezuiverd	Direct & via riool	135	107
Afvalwater gezuiverd	Via RWZI	9.973	2.665
Niet diffuus / overig	Allerlei	1.988	364
Totaal		49.474	6.534

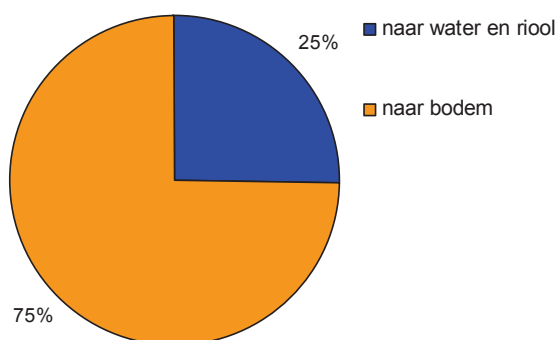
25 Nutriëntenbelasting van bodem en water. Verkenning van de gevolgen van het nieuwe mestbeleid.. Willems et. al. RIVM rapport 500031003-2005

De landbouw is zowel wat betreft emissie als wat betreft de belasting van het oppervlaktewater de belangrijkste sector (zie ook figuur 5-4). Het grootste deel van de emissie blijft in de bodem of gaat naar het grondwater. Bijna een tiende van de emissie van de landbouw komt als belasting in het oppervlaktewater.

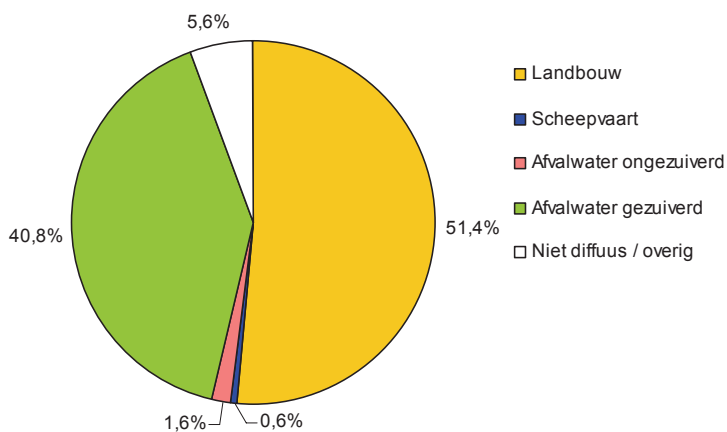
Het huishoudelijk afvalwater wordt voor ongeveer driekwart gezuiverd. Ongeveer een kwart komt in het oppervlaktewater terecht (vgl. tabel 4-1, daar is het in 2005 18%).

In totaal komt 25% van alle fosfaat die wordt geëmitteerd bij alle sectoren in het water en het riool terecht (zie figuur 5-3) en 13 % van alle fosfaat die wordt geëmitteerd bij alle sectoren komt in het oppervlaktewater terecht (zie figuur 5-5).

FIGUUR 5-3 TOTAAL FOSFAAT EMISSIE NAAR BODEM, LUCHT EN WATER (INCLUSIEF RIOOL) (BRON: GRONTMIJ 2008²⁶)

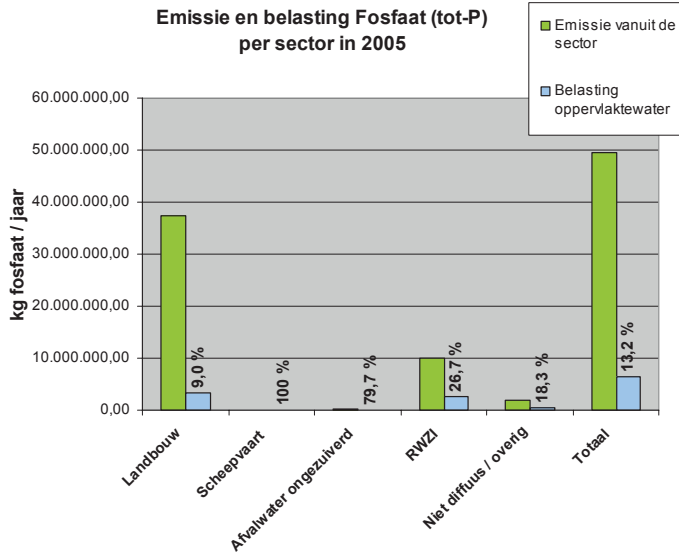


FIGUUR 5-4 BELASTING VAN OPPERVLAKTEWATER VAN FOSFAAT INGEDEELD NAAR SECTOR. (BRON:GRONTMIJ 2008²⁷)



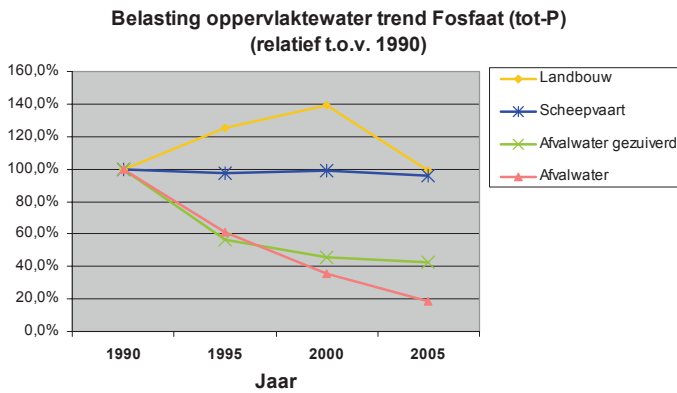
26, 27 Verkenning milieutechnologie diffuse bronnen. Achtergronddocument, Grontmij 2008 (op basis emissieregistratie)

FIGUUR 5-5 VERHOUDING TUSSEN TOTALE EMISSIE (BODEM, WATER EN LUCHT) EN BELASTING VAN OPPERVLAKTEWATER VAN FOSFAAT. (BRON: GRONTMIJ 2008²⁸)

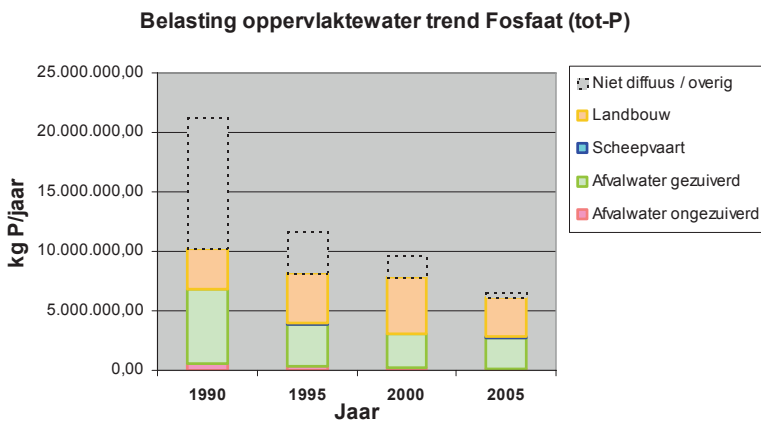


In Figuur 5-6 en 5-7 zijn de trends van de belasting van het oppervlaktewater te zien t.o.v. 1990.

FIGUUR 5-6 TREND VAN DE BELASTING MET FOSFAAT. DE BELASTING IS UITGEDRUKT IN PROCENTEN TEN OPZICHTE VAN DE BELASTING VAN DE BETREFFENDE SECTOR IN 1990. (BRON: GRONTMIJ 2008)



FIGUUR 5-7 TREND VAN DE BELASTING MET FOSFAAT. DE BELASTING IS IN ABSOLUTE GETALLEN UITGEDRUKT. (BRON: GRONTMIJ, 2008)



28 Verkenning milieutechnologie diffuse bronnen. Achtergronddocument, Grontmij 2008 (op basis emissieregistratie)

FOSFAATRIJKE KWEL

Op basis van het rapport: De concentratie van fosfaat in regionaal kwelwater in Nederland (J. Rozenmeijer, J. Griffioen en Hilde Pasier) TNO rapport 005.105B0710 is een inschatting gemaakt van de fosfaat uit de regionale kwel kwel.

In dit rapport wordt Nederland opgedeeld in een aantal districten. Per district is in het rapport de gemiddelde fosfaatconcentratie in de kwel bepaald.

Op basis van expert judgement is door Grontmij de gemiddelde kwelintenseit van de regionale kwel ingeschat. Vermenigvuldigd met het oppervlak is per district de fosfaatbelasting berekend.

Regio	P (ton/jr)	
Duinen	0	0%
centrale slenk	23	1%
Flevoland	83	4%
Holland	1.039	49%
Ijsseldal	40	2%
Maasdal	18	1%
Noordelijke kustvlakte	80	4%
Noordelijke zandgronden	31	1%
Oost nederland	36	2%
Peelhorst	15	1%
Rivierengebied	79	4%
Heivelruggen utr en geld	18	1%
Wadden	85	4%
Zuid limb	0	0%
ZW brabant	15	1%
Zuidwestelijke kust	559	26%
totaal	2.121	

Dit is de potentiële P influx vanuit de regionale kwel. Als de waterchemie in het grondwater mede in beschouwing genomen wordt zal een deel van de P neerslaan. Globaal slaat 2/3 direct na uittreding weer neer. De effectieve belasting voor het oppervlaktewater is dan ongeveer 1/3 van de bovenstaande getallen. In totaal is de bijdrage van regionale kwel dan ca 700 ton P/jaar.

5.3 EMISSIES NAAR DE NOORDZEE

Door Klein et al (2007)²⁹ zijn de herkomst en de grootte van de vrachten P via het oppervlaktewater op het Nederlandse deel van de Noordzee berekend. De totale bijdrage van de vracht P vanuit het Nederlandse oppervlaktewater bedroeg gemiddeld in de periode 1995-2000 5.100 +/- 4.100 ton P/jaar. (zie tabel 5.2). Dit is 25% van de totale vracht P per jaar op het Nederlandse deel van de Noordzee. De overige 75% is afkomstig van rivieren uit Duitsland en België. Het Nederlandse aandeel neemt toe in natte jaren en neemt af in droge jaren.

²⁹ Analyse van de grootte en de herkomst van de vrachten stikstof en fosfor, via het oppervlaktewater, op het Nederlandse deel van de Noordzee. De Klein, Alterra rapport 1417, 2007

TABEL 5.2

AANDEEL NEDERLANDSE P-BRONNEN AAN TOTALE VRACHT NAAR DE NOORDZEE IN MILJOEN KG P

P vracht 1000 ton/jaar	1995	1998	2000	Gem.
Vracht naar Noordzee	24,0	23,8	19,2	20,1
- vracht aandeel grensoverschrijding	17,7	17,4	14,4	15,0
- vracht aandeel Nederland	6,3	6,4	4,8	5,1
% aandeel binnenlandse bronnen	26,3	26,9	24,0	25,0

6

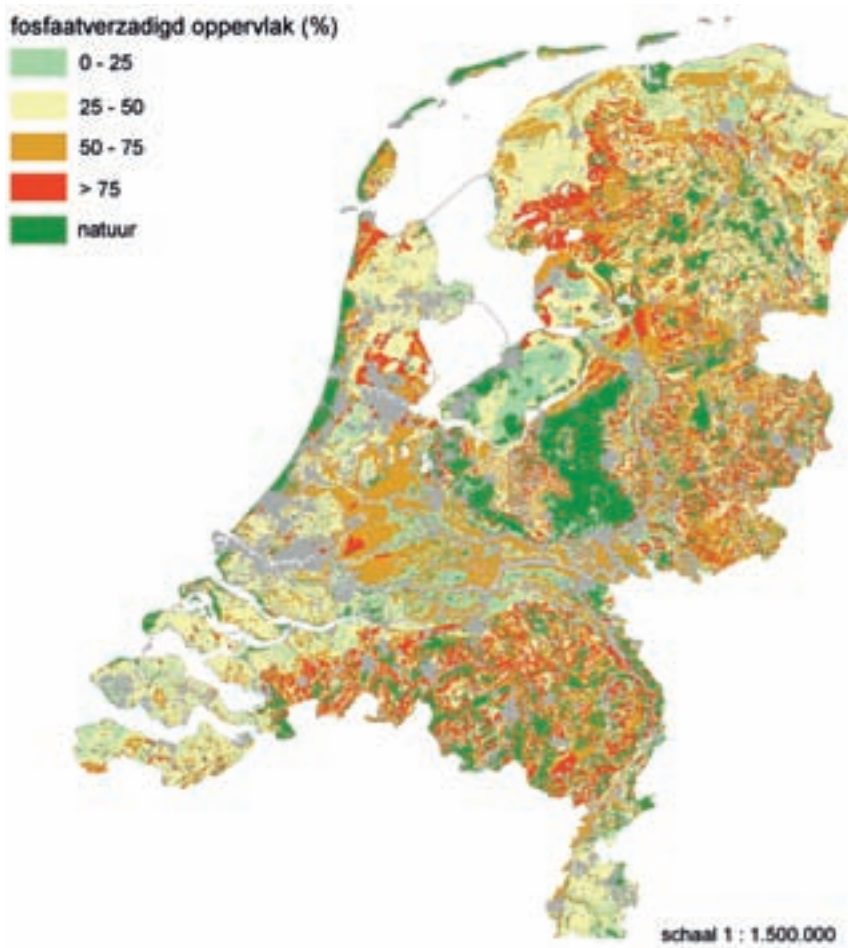
FOSFAAT VERZADIGDE GRONDEN

6.1 LIGGING FOSFAATVERZADIGDE GRONDEN

In figuur 6-1 is een overzicht van de ligging van fosfaatverzadigde gronden in Nederland gepresenteerd.

Gebieden met een hoog aandeel fosfaatverzadigd oppervlak worden aangetroffen in het centrale, zuidelijke en oostelijke zandgebied. Dit komt overeen met die regio's in Nederland waar de afgelopen decennia de hoogste fosfaatoverschotten voorkwamen (zie figuur 6-2 voor de wijziging in het fosfaatoverschot de afgelopen decennia).

FIGUUR 6-1 NATIONAAL BEELD VAN HET FOSFAATVERZADIGDE OPPERVLAK (IN PROCENTEN) GEBASEERD OP HET GONDSOORT SPECIFIEKE CRITERIUM (SCHOUMANS, 2004). WEERGEGEVEN IS HET PERCENTAGE FOSFAAT VERZADIGD OPPERVLAK. LICHTGROEN BETEKENT HIER DAT IN DEZE GEBIEDEN TUSSEN 0% EN 25% VAN HET OPPERVLAK VERZADIGD IS OP BASIS VAN HET GRONDSOORT SPECIFIEK CRITERIUM (BRON: SCHOUMANS 2004)³⁰



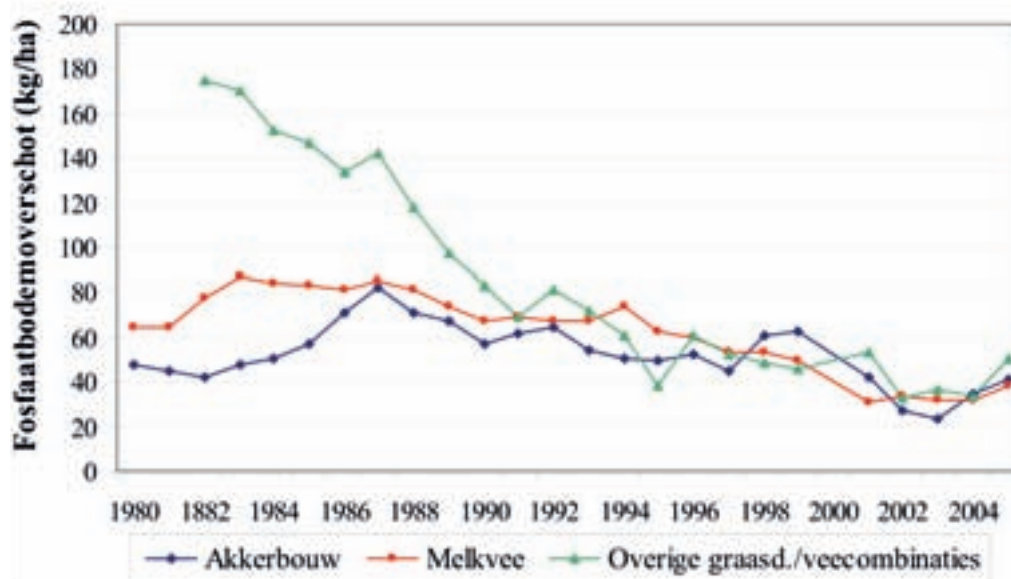
³⁰ O.F. Schoumans, 2004. Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland, Alterra-rapport 730.4)

FIGUUR 6-2 BODEMVERSCHOT VOOR FOSFAAT IN KILOGRAM/HA CULTUURGROND IN DE JAREN 1987, 1995 EN 2005.
BRON: MILIEUKWALITEIT EN NUTRIËNTENBELASTING³¹ (OP BASIS VAN BEDRIJVENINFORMATIENET VAN HET LEI)



6.2 HOEVEELHEDEN P IN FOSFAATVERZADIGDE GRONDEN

FIGUUR 6.3 FOSFAATBODEMVERSCHOT OP AKKERBOUW-, MELKVEE- EN OVERIGE GRAASDIER/VEECOMBINATIES VAN 1980 TOT EN MET 2005 (KG/HA)
(BRON: MILIEUKWALITEIT EN NUTRIËNTEN BELASTING³²)



De toegestane fosfaatgift is steeds hoger geweest dan de fosfaatafvoer via het gewas. Uit figuur 6.3 is af te leiden dat de fosfaatoverschotten door de verscherping van de fosfaat(gebruiks) normen duidelijk gedaald zijn, met name voor de categorie 'overige grasdier/veecombinaties'. Voor de melkvee- en akkerbouwbedrijven (verreweg het grootste areaal) zijn de fosfaatoverschotten in de periode tussen 1980 en 2004 gedaald van 40-60 kg/ha naar 20-40 kg/ha. De overschotten van de verschillende bedrijfscombinaties trekken naar elkaar toe. Ook blijkt het verschil in fosfaatoverschot per hoofdgrondsoort beperkt te zijn.³³

31 De Klijne et.al Milieukwaliteit en nutriëntenbelasting. Achtergrondrapport milieukwaliteit van de evaluatie meststoffenwet 2007. RIVM rapport 680130001/2007

32 De Klijne et.al Milieukwaliteit en nutriëntenbelasting. Achtergrondrapport milieukwaliteit van de evaluatie meststoffenwet 2007. RIVM rapport 680130001/2007

33 De Klijne et.al Milieukwaliteit en nutriëntenbelasting. Achtergrondrapport milieukwaliteit van de evaluatie meststoffenwet 2007. RIVM rapport 680130001/2007

HOEEVELHEID P OVERSCHOT IN FOSFAATVERZADIGDE GRONDEN

Uitgaande van een gemiddeld fosfaatoverschot van 45 kg/ha (zie figuur 6-3) en een landbouw-areaal van 2.304.074 ha (ca 2,3 miljoen ha³⁴) betekent dit een fosfaatoverschot in de landbouwgronden van 103.683 ton P (er van uitgaande dat het fosfaatgehalte in de rapportage is uitgedrukt als P, dit is uit de bron niet te achterhalen; indien het uitgedrukt is als P₂O₅ bedraagt de hoeveelheid 45.270 ton P).

7

MESTMARKT

7.1 MESTWETGEVING

Per 1 januari 2006 is een gewijzigde Meststoffenwet van kracht geworden. De belangrijkste wijziging hierin is dat het tot dan van toepassing zijnde verliesnormenstelsel (MINAS) gewijzigd is door een gebruiksnormenstelsel. Bij het gebruiksnormenstelsel wordt onderscheid gemaakt in de toepassing van nutriënten in de vorm van dierlijke mest en kunstmest.

De aanscherping van de normen voor stikstof wordt voornamelijk gestuurd door het niet halen van de nitraatrichtlijn in het grondwater bij met name de zuidelijk gelegen zandgronden. De aanscherping van de fosfaatsnormen wordt grotendeels bepaald door het niet halen van de gewenste oppervlaktewaterkwaliteit in het kader van de Kaderrichtlijn water. De aanscherping van de normen worden periodiek vastgelegd in het nitraat actieprogramma.

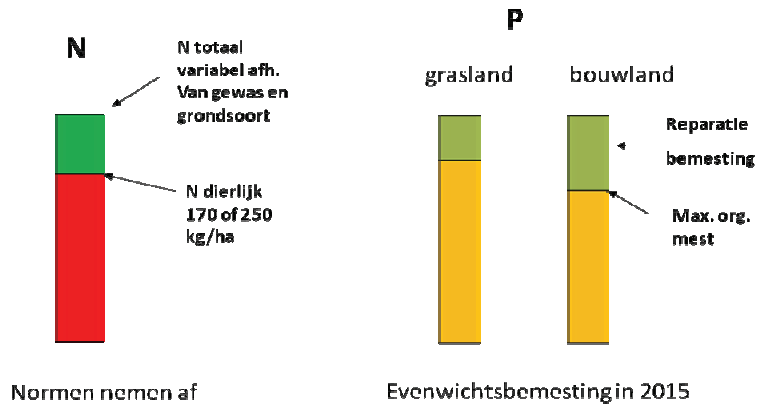
De fosfaatgebruiksnormen zijn normen voor totaal fosfaat (kg P₂O₅/ha). Er wordt voor fosfaat onderscheid gemaakt naar gebruiksnormen voor grasland en voor bouwland (zie figuur 7-1) Tot en met het derde nitraat actieprogramma, waarin de gebruiksnormen t/m 2009 zijn vastgesteld, zijn de normen voor grasland en bouwland voor gronden met verschillende verzadigingsgraden gelijk. In het Derde nitraat actieprogramma is afgesproken dat in 2015 gemiddeld een niveau van evenwichtsbemesting³⁵ moet zijn bereikt. Het risico voor uitspoeling is het grootst bij fosfaatverzadigde gronden en bij gronden met een lage fosfaattoestand kunnen bij te lage gebruiksnormen fosfaatbehoefte gewassen niet doelmatig worden gekweekt. Daarom is besloten in het Vierde nitraatactieprogramma dat onlangs is uitgebracht (24 maart 2009) een differentiatie aan te brengen voor de gebruiksnormen, niet alleen naar grasland en bouwland, maar ook naar fosfaattoestand van de bodem. De fasering heeft tot doel ondernemers de tijd te geven zich aan te passen aan het gewijzigde beleid. Zo zullen ondernemers nagaan hoe fosfaatmeststoffen efficiënter kunnen worden toegepast en zal de veehouderijsector tijd hebben om voor het overschot aan dierlijke mest een goede bestemming te vinden. In tabel 7.1. zijn de fosfaatgebruiksnormen uit het vierde nitraat actieprogramma weergegeven.

TABEL 7-1 FOSFAATGEBRUIKSNORMEN VOOR DE PERIODE TUSSEN 2010-2015 VOOR BOUWLAND EN GRASLAND. DE NORMEN VOOR DE JAREN 2014 EN 2015 ZIJN INDICATIEF (TUSSEN HAAKJES DE MAXIMALE GIFT AAN FOSFAAT AFKOMSTIG UIT DIERLIJKE MEST). (BRON: VIERDE NEDERLANDSE ACTIEPROGRAMMA BETREFFENDE DE NITRAATRICHTLIJN (2010-2013), MAART 2009)

	Derde AP		Vierde AP				Vijfde AP	
	2006	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Grasland								
grond met hoge fosfaattoestand	110	100	90	90	85	85	85	80
Fosfaatneutrale grond	110	100	95	95	95	95	95	90
grond met lage fosfaattoestand	110	100	100	100	100	100	100	100
Bouwland								
grond met hoge fosfaattoestand	95 (85) ^a	85	75	70	65	65	65	60
Fosfaatneutrale grond	95 (85)	85	80	75	70	65	65	60
grond met lage fosfaattoestand	95 (85)	85	85	85	85	85	80	75

35 Evenwichtsbemesting: hoogte fosfaatgebruiksnormen komt gemiddeld overeen met de opname door het gewas, inclusief een onvermijdelijk verlies van maximaal 5 kg/ha

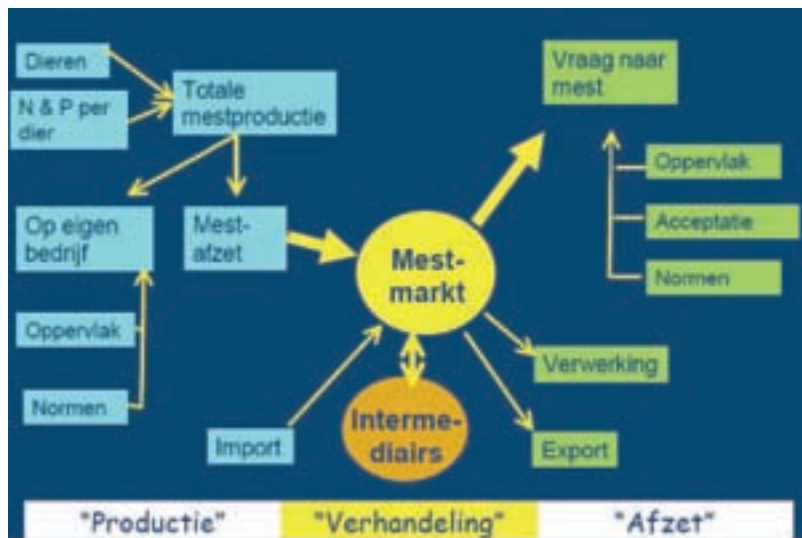
FIGUUR 7-1 PRINCIPES STIKSTOF EN FOSFAAT GEBRUIKSNORMEN



7.2 MESTMARKT

De mestmarkt is een zeer gevoelige markt die onderhevig is aan de variatie van verschillende factoren (de knoppen waaraan gedraaid kan worden) die de mestmarkt bepalen. Niet alleen de hoeveelheden aan de afzetkant worden bepaald door de hoeveelheden aan de productie-kant, maar ook de prijzen van de afzetstromen worden bepaald door de onderlinge relaties (zie figuur 7-2.). Het is over het algemeen een sterk economisch gestuurde markt.

FIGUUR 7-2 RELATIE TUSSEN DE PRODUCTIE VAN MEST EN DE AFZET VAN MEST (BRON: PRESENTATIE OENEMA, SYMPOSIUM EUTROFIËRING 17 APRIL 2008)



7.3 MESTHOEVEELHEDEN EN MESTOVERSCHOTTEN

De totale hoeveelheid geproduceerde mest is in de periode 2002-2006 afgenomen van 71,5 miljoen ton naar 69,5 miljoen ton. Op basis van deze hoeveelheid en de hoeveelheid geproduceerde mest op basis van figuur 7-3 wordt grof berekend dat gemiddeld 1 ton mest ca 1 kg P bevat. Er is een ruime variatie binnen de verschillende typen mest.

De productie en plaatsing van fosfaat in de periode 2006-2015 is weergegeven in tabel 7-2 en figuur 7-3.

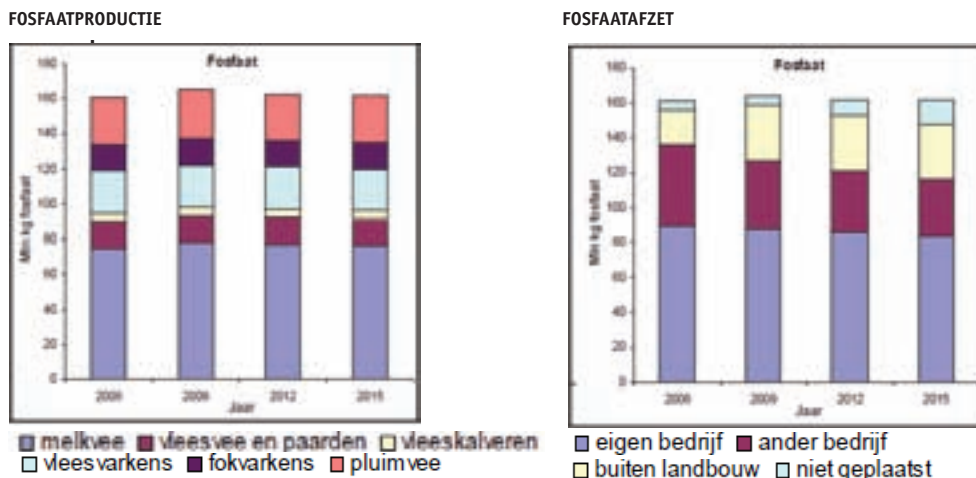
TABEL 7-2 PRODUCTIE EN AFZET MEST 2006-2015 (SAMENGESTELD UIT TABELLEN 5.1 T/M 5.3 LUESINK ET AL. , 2008) (IN MILJOEN KG/JAAR)

Omschrijving	2006		2009		2012		2015	
	stikstof	fosfaat	Stikstof	fosfaat	stikstof	fosfaat	stikstof	fosfaat
Variant 1								
Productie								
melkvee	215	75	217	78	212	77	210	76
vleesvee en paarden	32	15	32	15	32	15	32	15
vleeskalveren	9	5	9	5	9	5	9	5
vleesvarkens	50	24	52	24	53	24	54	24
fokvarkens	24	15	26	15	28	15	28	15
pluimvee	36	27	35	28	34	27	33	27
Totaal	366	161	371	164	368	163	365	162
Plaatsing								
eigen bedrijf	245	90	231	88	224	86	219	84
ander bedrijf	79	46	74	39	71	35	64	32
hobbybedrijven	7	4	9	4	9	4	9	4
buiten NL landbouw	28	16	45	28	46	28	47	28
Totaal	359	156	359	159	350	153	338	148
Verschil	7	5	12	5	19	9	28	14
waarvan								
verschil forfaits	3	1	5	1	3	1	2	1
niet geplaatst	4	4	6	4	15	8	25	13
Variant 2								
Productie (idem variant 1)	366	161	371	1644	368	163	365	162
Plaatsing								
Eigen bedrijf	245	90	231	88	221	85	215	83
Ander bedrijf	79	46	74	39	70	35	64	32
hobbybedrijven	7	4	9	4	9	4	8	4
buiten NL landbouw	28	16	45	28	47	28	47	28
Totaal	359	156	359	159	347	152	335	146
Verschil	7	5	12	5	22	11	31	16
waarvan								
verschil forfaits	3	1	5	1	3	1	2	2
niet geplaatst	4	4	6	4	19	10	28	14

Het verschil tussen de varianten 1 en 2 wordt veroorzaakt door verschillende aannames van de stikstofgebruiksnormen in de jaren 2009, 2012 en 2015.

FIGUUR 7-3

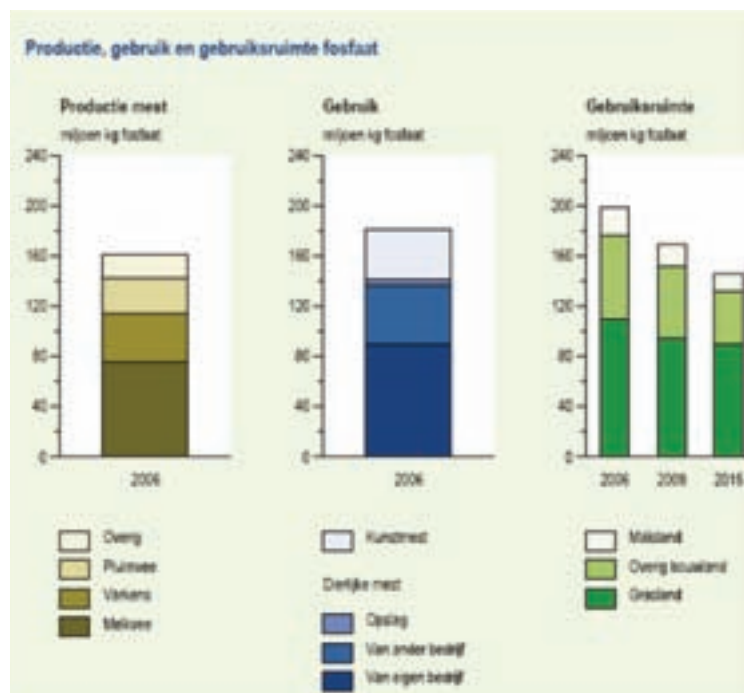
FOSFAATPRODUCTIE EN FOSFAAT AFZET IN DE PERIODE 2006-2015. DE BEREKENINGEN ZIJN GEBASEERD OP DE INDICATIEVE FOSFAATGEBRUIKSNORMEN UIT HET DERDE NITRAAT ACTIEPROGRAMMA. DE GEBRUIKSNORMEN VOOR DEZE PERIODE ZIJN AANGESCHERPT. DE HOEVEELHEID NIET GEPLAATSTE MEST WORDT DAARMEE GROTER (BRON: SOURCE³⁶ OP BASIS VAN GEGEVENS LUESINK ET AL 2008). FOSFAAT IS UITGEDRUKT IN P205 (P=43% VAN P205). (160 MILJOEN KG FOSFAAT KOMT OVEREEN MET 70.000 TON P)



Uit onderstaande figuur 7-4 blijkt dat bij gelijkblijvende mestproductie en bij gelijkblijvend gebruik van dierlijke mest door een afname van de gebruiksruimte alleen al vanwege aanscherping van de fosfaatsnormen een hoeveelheid niet plaatsbare mest zal ontstaan (productie groter dan gebruiksruimte).

FIGUUR 7-4

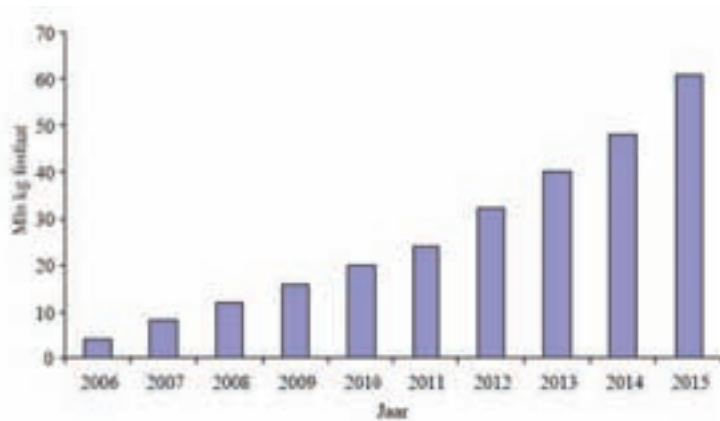
DE GEBRUIKSRUIMTE VOOR FOSFAAT ZAL BIJ FOSFAATEVENWICHTSBEMESTING IN 2015 AFNEMEN. DE TOTALE GEBRUIKSRUIMTE NEEMT AF VAN 198.000 TON P205 TOT 146.000 TON P205 (86.000 EN 64.000 TON P) IN DE PERIODE TUSSEN 2006 EN 2015. DE GEGEVENS ZIJN NOG GEBASEERD OP FOSFAATGEBRUIKSNORMEN UIT DERDE NITRAATACTIEPROGRAMMA (BRON: LUESINK ET AL 2008)



36 SOURCE Simultaneous remOval of hUman and veteRinary pharmaCeuticals and nutrients, Grontmij dec 2008. Gegevens afgeleid van Luesink et al. , 2008

De cumulatieve hoeveelheid niet geplaatste dierlijke mest (overschot) is weergegeven in figuur 7-5. Op basis van de indicatieve gebruiksnormen uit het derde nitraat actieprogramma wordt het cumulatieve mestoverschot in 2015 geschat op 60.000 ton P_2O_5 (26.000 ton P).

FIGUUR 7-5 VERWACHTING CUMULATIEVE HOEVEELHEID NIET GEPLAATSTE MEST BIJ VOORGENOMEN FOSFAATGEBRUIKSNORMEN VOOR EVENWICHTSBEMESTING IN 2015 (P ALS P_2O_5 (BRON: LUESINK ET AL. APRIL 2008³⁷))



7.4 AFZET BUITEN DE NEDERLANDSE LANDBOUW

Voor de afzet van mest buiten de Nederlandse landbouw wordt bij de studie van Luesink et al. (2008) uitgegaan van de volgende eenheden in de periode 2006-2015:

- afzet op hobbybedrijven 4 miljoen kg fosfaat (1.746 ton P) per jaar
- afzet op natuurterreinen 3,5 miljoen kg fosfaat (1.500 ton P) per jaar uit graasdiermest
- afzet bij particulieren 1,6 miljoen kg fosfaat (0,7 ton P) per jaar uit graasdiermest
- mestverwerking en mestverbranding:
 - in 2005 5,6 miljoen kg fosfaat (2.400 ton P) .
 - vanaf 2009 wordt door de coöperatie DEP (duurzame energieproductie pluimveehouderij) bij de BMC (biomassacentrale) in Moerdijk jaarlijks 400.000 ton droge pluimveemest verbrand (waarvan 10.000 ton uit België). De verbranding is gestart in mei 2008. Men is voornemens de as te exporteren of te leveren aan de kunstmest en fosfaatindustrie.³⁸
- uitgangspunt voor 2009 t/m 2015 is een zelfde niveau verwerkte mest als 2005 vermeerderd met de hoeveelheid die verbrandt wordt op Moerdijk (390.000 ton). Dit betekent:

- vleesveedrijfmest	12.000 ton/jr
- vleeskalverendrijfmest	472.000 ton/jr
- droge pluimveemest	592.000 ton (waarvan 390.000 ton in de DEP/BMC-centrale)
Totaal	1.076.000 ton /jr (ca 1,5 % van de totale mestproductie (ca 70 miljoen ton))

- export. In 2006 zijn de in tabel 7-3 aangegeven hoeveelheden geregistreerde mest geëxporteerd (let op: het zijn ton mest en geen ton P). Vanwege de druk op de mestmarkt wordt verwacht dat de export zal toenemen. Er zijn initiatieven om gehygiëniseerde varkensmest te exporteren. De verwachtingen zijn eveneens in de tabel weergegeven.

37 Luesink, H.H., Blokland, P.W., Mokveld, L.J. Mestmarkt 2009-2015. Een verkenning. Projectcode 30945. April 2008, Rapport 3.08.04. LEI, Den Haag

38 De as van verbranding van zuiveringsslib wordt nu gebruikt als vulstof in de asfaltindustrie

TABEL 7-3 HOEVEELHEDEN GEËXPORTEERDE MEST IN 2006 EN VERWACHTINGEN VOOR DE PERIODE 2009 T/M 2015

soort mest	geëxporteerde hoeveelheid in 2006	verwachting export in 2009 t/m 2015/jaar
-grasdierdrijfmest	7.500 ton	17.000 ton
-vleesvarkensdrijfmest	80.000 ton	181.000 ton
-fokvarkensdrijfmest	17.000 ton	35.000 ton
-pluimveedrijfmest	800 ton	800 ton
-vaste nertsenmest	3.000 ton	3.000 ton
-vaste leghenmest	330.000 ton	droge pluimveemest 500.000 ton
-vleeskuikenmest	165.000 ton	
-overige mestsoorten	26.000 ton	26.000
	629.300 ton	762.800 ton
Totaal	(0,9 % van de totale mestproductie (ca 70 miljoen ton) 629 ton P ³⁹	(1,1% van de totale mestproductie) 762 ton P ⁴⁰

7.5 KUNSTMEST

7.5.1 GEBRUIK PER HA

In tabel 7-4 is de ruimte voor de toepassing van fosfaatkunstmest weergegeven tot 2015 bij aanscherping van de fosfaatnormen (op basis van indicatieve normen uit derde nitraat actieprogramma).

TABEL 7-4 GEBRUIK VAN FOSFAATKUNSTMEST IN DE NEDERLANDSE LANDBOUW IN 2005 EN RUIMTE VOOR KUNSTMESTGEBRUIK IN 2006, 2009, 2012 EN 2015 BINNEN HET STELSEL VAN GEBRUIKSNORMEN IN KG/HA. (BRON: LUESINK ET AL 2008)

Jaar	Fosfaat		
	Grasland	snijmais	Akker- en tuinbouw
Gebruik in 2005	14	26	29
Ruimte in 2006	26	18	42
Ruimte in 2009	19	6	29
Ruimte in 2012	15	2	23
Ruimte in 2015	14	0	19

Er komt steeds minder ruimte voor het gebruik van fosfaatkunstmest. Vanaf 2012 is er op snijmais helemaal geen ruimte meer om nog fosfaatkunstmest toe te passen. In de akker- en tuinbouw is de ruimte voor het gebruik van fosfaatkunstmest vanaf 2012 lager dan het gebruik in 2005.

7.5.2 TOTAAL GEBRUIK KUNSTMEST

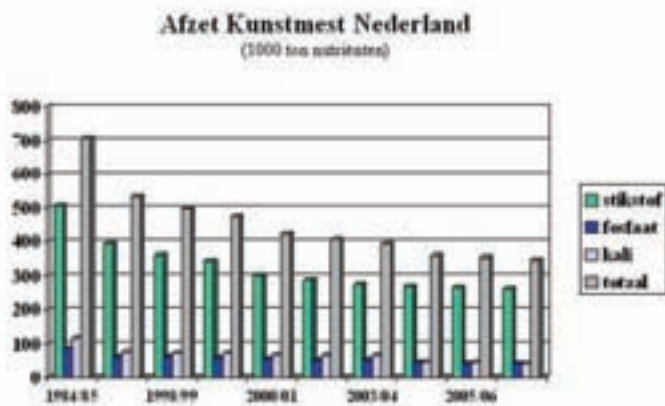
Uit figuur 7-4 is het kunstmestgebruik in 2006 afgeleid. Dit bedroeg 41.000 ton P₂O₅. Dit komt overeen met 18.000 ton P.

In figuur 7-6 is de ontwikkeling van de kunstmestafzet in Nederland gepresenteerd.

39 Op basis van gemiddeld P gehalte van 1 kg P/ton mest, zie paragraaf 5.3

40 Op basis van gemiddeld P gehalte van 1 kg P/ton mest, zie paragraaf 5.3

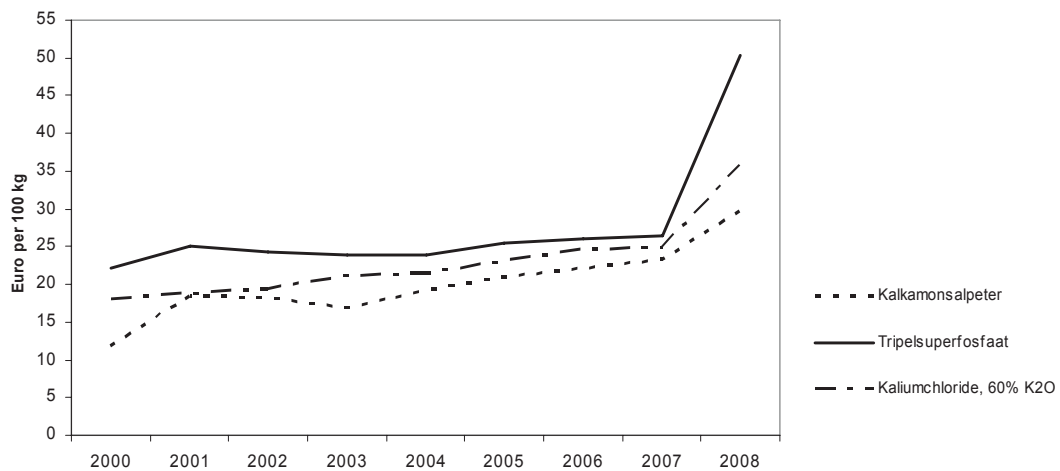
FIGUUR 7-6 AFZET KUNSTMEST IN NEDERLAND (BRON: VERENIGING VAN KUNSTMESTPRODUCENTEN [HTTP://WWW.KUNSTMEST.COM/NL/INDEX.HTML](http://www.kunstmest.com/nl/index.html))



7.5.3 KUNSTMESTPRIJZEN

In onderstaande figuur 7-7 is te zien dat de kunstmestprijzen de afgelopen jaren sterk zijn gestegen.

FIGUUR 7-7 PRIJSONTWIKKELING VAN ENKELE MESTSTOFFEN PER 100 KG. (BRON LEI AGRIMONITOR, FEBRUARI 2008)



8

OVERZICHT

MESTVERWERKINGSTECHNIEKEN

In onderstaande tabellen 8-1 en 8-2 zijn de be- en verwerkingstechnieken voor respectievelijk mest en voor humane urine samengevat. In de rapportage van het project 'SOURCE Simultaneous removal of hUMAN and veteRinary pharmaCeuticals and nutrients, Grontmij dec 2008' zijn de technieken in detail beschreven.

TABEL 8-1 SAMENVATTING VAN BE- EN VERWERKINGSTECHNIEKEN VOOR MEST. (BRON: SOURCE SIMULTANEOUS REMOVAL OF HUMAN AND VETERINARY PHARMACEUTICALS AND NUTRIENTS, GRONTMIJ DEC 2008)

Techniek	geschikt voor	doel techniek	Technisch bewezen (tb)/ in ontwikkeling (io)	literatuurbron
Bewerkingstechnieken				
Opslag	vloeibare en vaste mest	natuurlijke chemische en fysische processen: vergisting(methaanvorming, energie) en ammoniakvorming, (N-verwijdering), door vergrote opslag meer mogelijkheid voor doeltreffende toediening	tb	1
Menging van mest met andere meststoffen of toeslagstoffen	varkens- en rundveedrijfmest	bereiken gewenste samenstelling	tb	2
Kalkbehandeling	varkens- en kippenmest	door PH en T verhoging ammoniakvorming (verwijdering van N)	tb	1
Verwerkingstechnieken				
Scheiding	varkens- en rundveedrijfmest	scheiden in dunne (meer N) en dikke fractie (meer P) t.b.v. vergroten toepassingsmogelijkheden. Volumereductie dikke fractie	tb	2
Compostering	dikke mestfracties en droge mestsoorten	dikke fractie geschikt maken voor afzet buiten de landbouw	tb	2
Drogen en korrelen	pluimveemest, dikke fractie van varkens- en rundveemest	volumereductie en geschikt maken voor export	tb	2
Hygiëniseren	pluimvee-, varkens-, rundveemest	geschikt maken voor export	tb	2
Beluchting	varkensdrijfmest, rundveedrijfmest ('kalvergier')	N verwijdering uit dunne fractie na scheiding	tb	2
(Co)-vergisting	varkens- en rundveedrijfmest	energieopwekking	tb	2
Scheiden/UF/RO	varkensdrijfmest	concentraat kan worden hergebruikt (evt. als EU kunstmest na accordering door EU), effluent kan worden geloosd op riool.	tb	1,2
Scheiden/verdampen/stripfen/scrubben	varkensdrijfmest	Uit de dunne fractie kunnen N-concentraat en restfractie met hoog K-gehalte worden hergebruikt. Effluent is schoon.	tb	2

Techniek	geschikt voor	doel techniek	Technisch bewezen(tb)/ in ontwikkeling (io)	literatuurbron
Verbranding	pluimveemest, dikke fractie varkens- en rundveedrijfmest	energieopwekking en volumeverkleining	tb	2
Vergiting/nitrificatie/indampen/korrelen	varkens- en rundveedrijfmest	energieopwekking en volumeverkleining. N en K-contraat wordt met vaste fractie gedroogd en gepletteerd voor hergebruik	tb	2
Drogen en korrelen (drijfmest)	varkensdrijfmest	volumereductie	io	2
Natte oxidatie	varkens- en rundveedrijfmest	energieopwekking en volumereductie. As geschikt voor hergebruik. Na biologische behandeling vloeibare fractie op riool	io	2
Actieve koolfiltratie	dunne fractie rundvee – en varkensmest	door zuiveren effluent van biologisch behandelde dunne mest ontstaat schoon eindproduct		
Vergassing (pyrolyse)	pluimveemest, dikke fractie varkensp- en rundveemest	energieopwekking	io	2
Co-vergisten/scheiden/indampen/pelleteren	varkens- en rundveedrijfmest	energieopwekking. Maken van exporteerbaar vast product	io	2
Strippen	varkens- en rundveedrijfmest	N verwijdering uit drijfmest; product ammoniumsulfaat is geschikt voor levering aan industrie. Na scheiding kan dikke fractie worden hergebruikt	io	2
Precipitatie (struviet)	dunne fracties van varkens- en rundveedrijfmest	Verwijdering van N en P uit dunne fracties. Hergebruik struviet als mest of voor fosfaatindustrie.	tb	2
Indampen met dragerolie en korrelen	varkensdrijfmest	Volumeverkleining. Gepelleteerde eindproduct kan worden afgezet	io	2
Overige technieken				
HTU	waterige biomassa	produkt (olie)geschikt voor energieopwekking	io	TNO
Algenweek	dunne mestfractie	produkt geschikt voor energieopwekking, als grondstof voor veevoer of voor andere producten (plastics)	io	1
Ionenwisselaar	polishing reststromen	zuiveren eindproduct om schoon eindeffluent te krijgen.	io	?

- 1 Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor mestverwerking, Lemmen, B et al., Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), Gent, 2007.
- 2 Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest, Melse, R.W., et al., Animal science Group, Wageningen, 2004.

TABEL 8-2 SAMENVATTING VAN BEHANDELINGSTECHNIEKEN VOOR HUMANE URINE.
(BRON: SOURCE SIMULTANEOUS REMOVAL OF HUMAN AND VETERINARY PHARMACEUTICALS AND NUTRIENTS, GRONTMIJ DEC 2008)

Techneik	geschikt voor	doel	principe techniek	techniek bewezen voor urine (tb)/in ontwikkeling voor urine (io)	beoordeling
Biologische behandelingsprocessen					
Conventionele actief slibproces	vérgaand verdunde urine	N verwijdering	stikstofgasproductie door conventionele nitrificatie (NO ₃ ⁻) en denitrificatie. C-bron en/of pH correctie nodig	tb	+
SHARON	verdunde urine	N verwijdering	Chemostaat principe (geen slibretentie) met kortere verblijftijd en hogere T dan conventioneel. Hierdoor nitrificatie over nitriet (NO ₂ ⁻). Energetisch gunstiger dan conventionele proces. C bron nodig.	tb	+
Anammox	geen zelfstandige techniek voor humane urine	N verwijdering	ANAerobe AMMonium OXidatie. Vorming van stikstofgas uit nitriet + ammonium door Anammox bacterien. Minder energie dan SHARON en geen organische stof behoeft. Nitriethoudend influent nodig.	nvt	-
CANON (uitvoeringsvorm deammonificatie)	Verdunde urine na defosfatering en laag zwevend stof gehalte	N verwijdering	Deammonificatie via Anammox route: Oxidatie deel ammonium N tot nitriet en Anammox stap in dezelfde reactor. Fosfaat werkt storend . daarom bij urine eerst struvietprecipitatie	io	+/-
DEMON (uitvoeringsvorm deammonificatie)	Verdunde urine met, bij laag zwevend stof gehalte	N verwijdering	Deammonificatie via Anammox route: Oxidatie deel ammonium tot nitriet, en Anammox stap in dezelfde reactor. pH gecontroleerd	io	+/-
Fysische chemische technieken					
(Stoom-) Strippen	urine	N verwijdering	Verwijderen vluchtige verbindingen zoals ammoniak door luchtbehandeling . Ammoniakwasser noodzakelijk als nabehandeling	tb	+
Microfiltratie en ultrafiltratie (MF en UF)	urine	verwijdering neerslagen, virussen bacteriën	scheiding op basis deeltjesgrootte. Vaak eerste stap	tb	+
nanofiltratie en omgekeerde osmose (NF en OO)	urine	P en medicijnresten-scheiding van N-houdende reststroom	Scheiding opgeloste componenten. Twee stromen:1. geconcentreerde stroom met P, ureum en ammonium en medicijnresten. 2. N rijke waterstroom met ureum en ammonium	tb	+
electrodialyse	urine	scheiding opgeloste nutriënten van geneesmiddelen en hormonen	Scheiding op basis van lading van moleculen. Nutriënten komen in het concentraat, geneesmiddelen in het diluaat	io	+/-
adsorptie aan actieve kool	urine	verwijderen organische stoffen, hormonen en medicijnresten en wat CZV	binding aan actieve kool (poederkool of kool in filterbed)	tb	+
precipitatie van fosfor als metaalfosfaat	urine	P verwijdering: geen hergebruik precipitaat	Neerslaan P met Fe(II), Fe(III) of Al. Neerslag niet bruikbaar als meststof wel eventueel als grondstof voor Thermphos.	tb	+

Techniek	geschikt voor	doel	principe techniek	techniek bewezen voor urine (tb)/in ontwikkeling voor urine (io)	beoordeling
precipitatie van fosfor als struviet	urine	P en N verwijdering: hergebruik precipitaat mogelijk	Neerslag van struviet (ammonium of kalium magnesium fosfaat). Hergebruik als meststof vrij van hormonen en geneesmiddelen. Vorming magnesium- of kaliumstruviet	tb	+
Ozon	urine	medicijnrest-verwijdering	medicijnrestverwijdering. oxidatie door ozon verwijdert selectief	tb	+
geavanceerde oxidatie	urine na CZV verwijdering	medicijnrest-verwijdering	oxidatie met hydroxylradicalen. Zeer reactief en aselectief met alle organische stoffen als medicijnen en hormonen. Concurrentie met CZV. Daarom dooroxidatie na CZV verwijdering	Io	+/-
Chloor	urine (niet goed geschikt)	CZV afbraak, N verwijdering	Alleen ammoniumverwijdering, geen nitraat en fosfaat verwijdering. Reactieve stoffen maken het ongeschikt voor urine	Io	-
UV	afvalwater	desinfectie	geen ervaring met urine. Werkt reductief. geen invloed op CZV, medicijnen en hormonen	Io	+/-

9

SAMENVATTING 'FACTS AND FIGURES'

Wereld

Wereldfosfaatvoorraden	18.000 miljoen ton fosfaaterts 2.358 miljoen ton P
Jaarlijks gemijnde hoeveelheid	17,5 miljoen ton P/jaar
Jaarlijks gebruik t.b.v. kunstmest	14,9 miljoen ton P/jaar
Prognose uitputting voorraden	60-90 jaar (of 60-130 jaar)
Toename prijs fosfaaterts in 2008	700 %
Wereldvoedselconsumptie	3 miljoen ton P/jaar
Factor P uit kunstmest nodig voor wereldvoedselconsumptie	5x
Wereldproductie urine en feces	3 miljoen ton P/jaar
Wereldverlies vanuit urine en feces naar watersysteem	1,5 miljoen ton P/jaar
Factor P behoefte op vlees gebaseerde voeding t.o.v. vegetarische voeding	3x

Nederland*Humaan*

Urine	800-2000 mg P/l
Urine Nederland (16 miljoen mensen, 1,5 l urine pp/dag)	7.000-17.500 ton P/jaar (op basis P gehalte in urine)
Feces Nederland	5.000-13.000 ton P/jaar (op basis verhouding P gehalte in urine en feces)
Zwart water Nederland (urine + feces)	12.000-30.500 ton P/jaar
Zwart water Nederland	9.900 ton P/jaar (op basis van voedselinname)
Urine Nederland	5.700 ton P/jaar (op basis voedselinname en verhouding P in urine en feces)
Feces Nederland	4.200 ton P/jaar (op basis voedselinname en verhouding P in urine en feces)
Vaatwasmiddelen	400-2300 ton P/jaar
Hoeveelheid rioolwater	14.000 ton P/jaar
Zuiveringslib	12.000 ton P/jaar
Hoeveelheid as na verbranding zuiveringslib	6.000 ton P/jaar
Import P in fosfaaterts t.b.v. fosfaatindustrie (een groot deel wordt weer geëxporteerd)	80.000 ton P/jaar

Oppervlaktewater

Totale belasting oppervlaktewater (2005)	6.534 ton P/jaar
Belasting oppervlaktewater vanuit de landbouw	3.359 ton P/jaar (51,4 %)
Belasting oppervlaktewater vanuit afvalwater (gezuiverd en ongezuiverd)	2.772 ton P/jaar (42,4 %)
Totale vracht P vanuit Nederland naar Noordzee	20.100 ton P/jaar
Vracht P vanuit Nederland via oppervlaktewater naar Noordzee	5.100 ton P/jaar (ca 25 %)
Vracht P vanuit fosfaatrijke kwel	700 ton P/jaar

Fosfaatverzadigde gronden

Daling fosfaatoverschotten tussen 1980 en 2004	Van 40-60 kg/ha naar 20-40 kg/ha
Geschatte hoeveelheid fosfaatoverschot Nederlands landbouw areaal	103.683 ton P (indien het was uitgedrukt als P ₂ O ₅ 45.270 ton P)

Mestmarkt

Hoeveelheid geproduceerde mest	Ca 70 miljoen ton mest
Fosfaatproductie met dierlijke mest	70.000 ton P/jaar
Afname gebruiksruimte P in de periode 2006-2015	Van 86.000 ton naar 64.000 ton P/jaar
Cumulatieve hoeveelheid mestoverschot in 2015	26.000 ton P
Mestverwerking	Ca 1,5 % van geproduceerde mest
Export mest	Ca 1 % van de geproduceerde mest
Kunstmestgebruik in 2006	18.000 ton P
