



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Fosfaat van te veel naar tekort

Udo De Haes, H.A.; Jansen, J.L.A.; Weijden, W.J. van der; Smit, A.L.

Citation

Udo De Haes, H. A., Jansen, J. L. A., Weijden, W. J. van der, & Smit, A. L. (2009). *Fosfaat van te veel naar tekort*. Utrecht: Stuurgroep Technology Assessment. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/81169>

Version: Not Applicable (or Unknown)

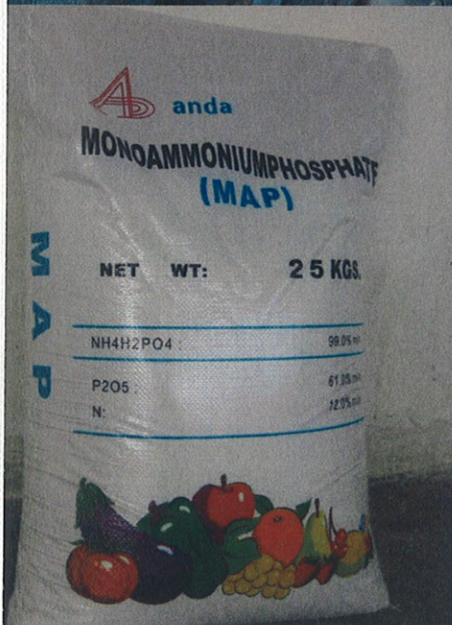
License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/81169>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Fosfaat - van te veel naar tekort

Stuurgroep Technology Assessment



Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit

Fosfaat - van te veel naar tekort

H.A. Udo de Haes, J.L.A. Jansen,
W.J. van der Weijden en A.L. Smit

Beleidsnotitie van de
Stuurgroep Technology Assessment
van het ministerie van LNV

Utrecht, september 2009

Deze notitie is in hoofdzaak gebaseerd op het rapport *Phosphorus in agriculture: global resources, trends and development* van A.L. Smit, P.S. Bindraban, J.J. Schröder, J.G. Conijn en H.G. van der Meer van Plant Research International B.V., Wageningen, dat werd opgesteld in opdracht van de Stuurgroep Technology Assessment. Waardevol commentaar werd geleverd door de Nutrient Flow Task Group en door leden van de Stuurgroep Technology Assessment.

1. Inleiding

Deze notitie gaat over een dreigend tekort aan fosfaat. Sinds de jaren 60 van de vorige eeuw was fosfaat in Nederland vooral bekend als een probleem van *te veel*, een verontreinigingsprobleem in de vorm van overbemesting van water en bodem. Hier gaat het om het probleem van *te weinig*: het op termijn uitgeput raken van de minerale bronnen. Als een dergelijk tekort optreedt, zal dit voor de landbouw - en daarmee voor de wereldvoedselvoorziening - enorme consequenties hebben. Fosfaat is namelijk een essentiële voedingsstof voor planten en dieren; er is geen alternatief.

De discussie over mondiale grondstofvoorraden heeft zich tot nu toe vooral gericht op de energiedragers; en daarnaast ook steeds meer op water. Hoe ernstig deze beide problemen ook zijn, in zekere zin is het dreigende fosfaattekort nog ernstiger van aard. Duurzame energiebronnen zijn er genoeg, zoals met name het zonlicht. Het is vooral een zaak van kosten, al kunnen ook sommige metalen beperkend worden die noodzakelijk zijn voor de omzetting in elektriciteit. Water maakt per definitie deel uit van een kringloop, die in totaal niet in omvang afneemt; er is daarmee geen sprake van een absoluut tekort, al tekenen zich wel zich steeds meer ernstige plaatselijke of regionale tekorten af. Ook kan in principe zoet water worden gewonnen uit zout water, al kost dat energie en geld. Fosfaat daarentegen is een eindige grondstof, in die zin dat rijke fosfaatertsen opraken, en de stof na gebruik in de landbouw uiteindelijk niet of nauwelijks meer beschikbaar is. Kort gezegd: op is op, of is althans met de huidige technologie niet meer beschikbaar. Het wordt opgehoopt in landbouwgrond, komt terecht in zuiveringsslib van afvalwaterzuiveringsinstallaties dat grotendeels wordt verbrand en aan de agrarische kringloop wordt onttrokken, en komt voor een groot deel door erosie terecht op de bodem van meren, kustzeeën en de oceaan.

Naast een dreigend absoluut tekort aan fosfaat is er ook het probleem dat een groot deel van de voorraden slechts in een paar landen is geconcentreerd. Nog voordat er een fysiek tekort zal zijn ontstaan, zal dit er toe leiden dat fosfaat onderwerp wordt van geopolitiek, met internationale spanningen en ernstige onevenwichtigheden in de beschikbaarheid als gevolg.

Deze beleidsnotitie is in hoofdzaak gebaseerd op het rapport van Plant Research International B.V., Wageningen, dat werd opgesteld in opdracht van de Stuurgroep Technology Assessment van het ministerie van LNV, en tegelijk met deze beleidsnotitie verschijnt. Voor een onderbouwing van de inhoud van deze notitie verwijzen we naar dit rapport.

Achtereenvolgens zullen worden behandeld:

- de vraag naar fosfaat
- het aanbod van fosfaat
- de uitputting van de fosfaatvoorraden
- mogelijkheden om de komende schaarste te vermijden
- de relatie met het milieu- en natuurbeleid
- voorstellen voor onderzoek en beleid.

2. De vraag naar fosfaat

Fosfor (P) is, als element van fosfaatverbindingen, een essentieel nutriënt voor al het leven op aarde, van micro-organismen en planten tot dieren en de mens. “Essentieel” in die zin dat er geen alternatief voor bestaat. Het is noodzakelijk voor de energiehuishouding in de cel en voor de opbouw van botten, membranen en genetisch materiaal (DNA en RNA).

Het lichaam van een volwassen mens bevat ongeveer 650 gram fosfor. Per dag bedraagt de behoefte ongeveer 0,7 g fosfor, terwijl de inname in westerse landen naar schatting 1,7 g fosfor/dag bedraagt en in ontwikkelingslanden 1,2 g. Dat is dus voldoende. De kern van de problematiek vormt echter de beschikbaarheid van fosfaat voor de landbouw. Van nature is het fosfaatgehalte in de bodem erg laag en beperkend voor de plantengroei. Vóór de industriële revolutie was er voor een goede oogst steeds een concentratie nodig, die o.a. plaatsvond via sedimentatie bij overstromingen, door het weiden van vee en de daarmee geproduceerde mest, en door hergebruik van menselijke fecaliën. Bijna overal op aarde was fosfaat een beperkende factor.

Een doorbraak vond plaats in de 19^e eeuw door externe toediening van fosfaat als meststof, afkomstig van ver buiten het te bemesten gebied in kwestie. Hiermee werd omstreeks 1850 een begin gemaakt in de vorm van fosfaatrijke vogelmest (guano) uit Zuid-Amerika. Spoedig werd dit gevolgd door het gebruik van Thomas Slakkenmeel, een afvalproduct uit de staalindustrie, en ten slotte door fosfaat uit de mijnbouw, toen aangeduid als “delfstoffelijke meststof”. Als gevolg van deze externe toediening werden gebiedsgebonden cycli opengebroken; daarmee werd tegelijk de basis gelegd voor een mogelijk toekomstig tekort.

Deze externe toediening van fosfaat (en van andere meststoffen) vormde één van de voorwaarden voor de bevolkingstoename van ca. 1 miljard mensen in 1850 naar de huidige 6,8 miljard. Deze factor was veel belangrijker dan de toename van het landbouwareaal.

Mondiaal wordt 17,8 Megaton (= miljoen ton, of Mt) fosfor per jaar gebruikt als kunstmest, waarbij grote verschillen in gebruik bestaan tussen verschillende landen. China neemt ca. 30% van het mondiale gebruik voor zijn rekening, India 15%, de VS 11% en de EU-15 7% (cijfers 2004), waaruit blijkt dat de bevolkingsomvang meer bepalend is dan de omvang van de economie. Landbouw vormt overigens niet de enige toepassing van fosfaat: wereldwijd gaat 11-12 % naar de industrie, vooral voor de productie van wasmiddelen.

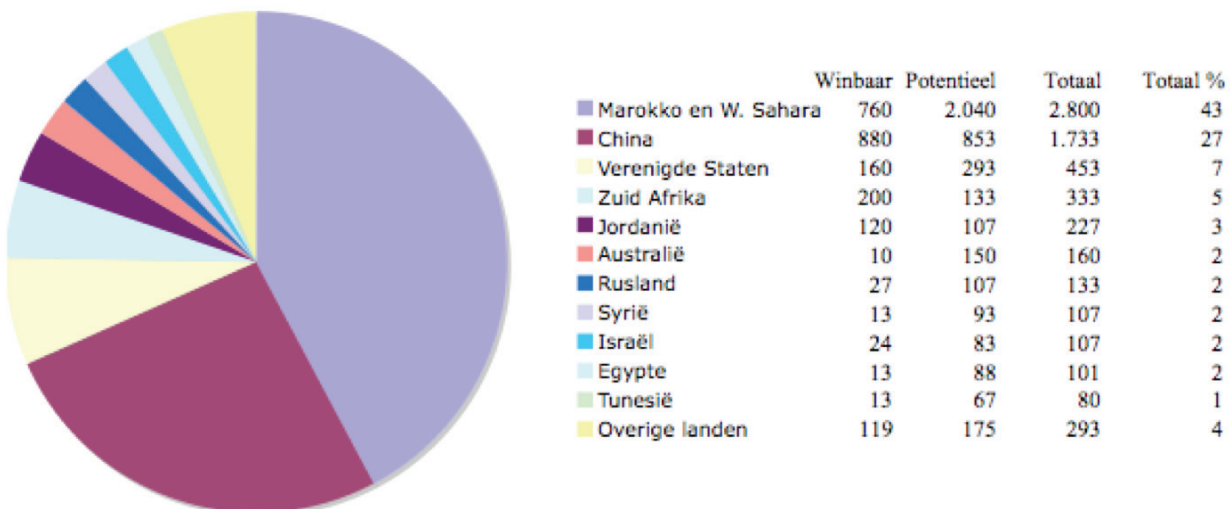
Het mondiale gebruik in de landbouw komt overeen met een gemiddelde toediening van ca. 13 kg P/ha bouwland per jaar. Een dergelijk gemiddelde zegt echter weinig, in feite is sprake van een tweedeling. In industrielanden is de bemesting hoog, in Europa bijvoorbeeld gemiddeld 25 kg/ha bouwland per jaar. Het doel is hier een maximale oogst, waarvoor vaak een aanzienlijke overbemesting met fosfaat wordt toegepast. Mede door een overschot aan dierlijke mest hoopt fosfaat daarbij in de bodem op en wordt grotendeels vastgelegd in een niet direct meer beschikbare vorm, met name ijzer-, calcium- en aluminiumfosfaten. In ontwikkelingslanden is de bemesting veel lager, in Afrika bij voorbeeld gemiddeld slechts 2 kg/ha bouwland per jaar. Met name in Sub-Sahara Afrika is weinig fosfaat beschikbaar en bovendien spoelt een belangrijk deel van het opgebrachte fosfaat door erosie uit of waait met stof weg. Het mondiale verlies als gevolg van erosie wordt geschat op 20-30 Mt P per jaar, die neerslaat op de bodem van rivieren, meren, kustzeeën en oceanen.

Het mondiale fosfaatverbruik is in de periode 1965-1990 verdubbeld; daarna bleef het verbruik tot 2005 ongeveer constant terwijl de laatste jaren weer een toename te zien geven (zie de punten in Fig. 4). De toename verloopt dus niet geleidelijk; naast de bevolkingsomvang spelen kennelijk ook andere factoren een belangrijke rol. Zo is het hergebruik van menselijke fecaliën de laatste decennia in China sterk afgenomen, vooral in verstedelijkte gebieden.

3. Het aanbod van fosfaat

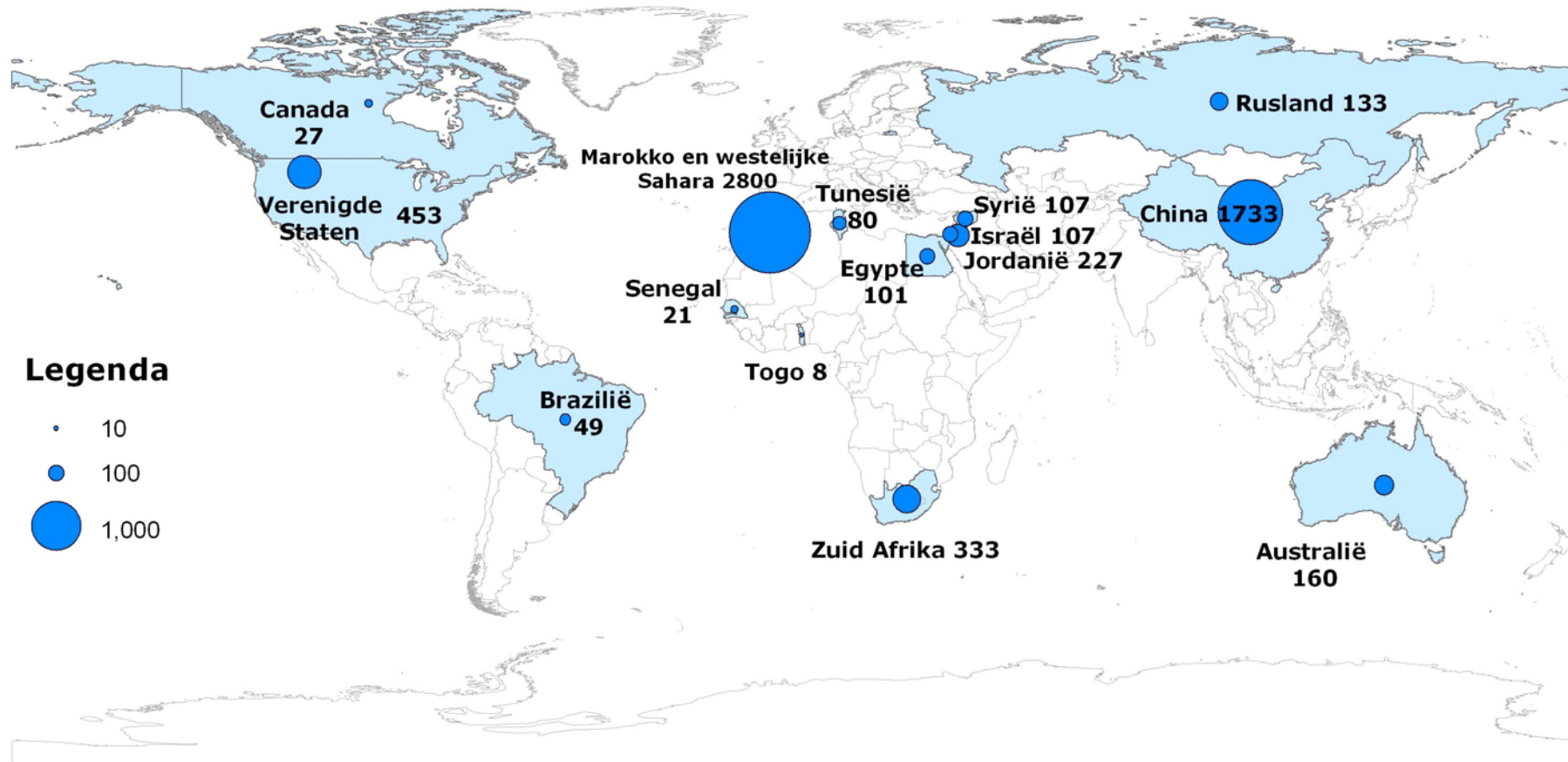
Fosfor maakt geen onderdeel uit van een mondiale ecologische cyclus, wel van een geochemische cyclus. Naast recycling binnen natuurlijke ecosystemen is er op wereldniveau een beperkte recycling via visserij en zeevogels, waarbij fosfaat (in totaal 0,3 Mt P per jaar) uit zoetwater of zeewater terugkomt naar het land. Maar grosso modo gaat het om eenrichtingsverkeer vanuit de reservoirs in de mijnen en verwerking in de bodems via landbouwgrond naar de bodem van meren (incl. stuwmeren), kustzeeën en de oceaan, en via industriële processen en elektriciteitscentrales naar verbrandingsas en -slak, en naar cement. In bepaalde regio's, zoals o.a. in Nederland en delen van de VS, hoopt fosfaat zich in de landbouwbodem op. Dat kan op den duur zo ver gaan dat uitspoeling optreedt. Terugkeer vanuit de oceaانبodem vindt pas op een termijn van tientallen miljoenen jaren plaats via vulkanisme, via *upwelling* van oceaanwater zoals voor de kust van Peru, en bij het omhoog komen van zeebodems, gevolgd door verwerking (de zgn. *tectonic lift*). Het vindt ook plaats via *upwelling* van oceaanwater, zoals voor de kust van Peru.

De geografische verdeling belangrijkste reservoirs van fosfaaterts is weergegeven in Figuur 1a en Figuur 1b. Weergegeven is de som van de direct winbare hoeveelheid en de voorraad die potentieel winbaar is bij een hogere prijs en verbeterde technologie. De direct winbare hoeveelheid maakt ongeveer één derde uit van de totale voorraad. Afhankelijk van het prijsniveau en technologieontwikkeling zullen steeds nieuwe voorraden winbaar worden.



Figuur 1a. Totale fosforvoorraad per land (als som van de winbare hoeveelheid [totaal 2.400Mt] plus de potentieel winbare hoeveelheid [totaal 4.200 Mt]). Bron: Jasinski 2008 (zie rapport).

Op dit moment is er geen uitzicht op nieuwe vondsten; wel zijn er mogelijkheden voor nieuwe technieken om fosfaat te gaan winnen uit de “potentieel winbare voorraad”. Bij de winning zijn ook kwaliteitsaspecten van groot belang; de verontreinigingsgraad van het fosfaat verschilt sterk tussen vindplaatsen. Vooral bij winning uit afzettingsgesteenten, het grootste deel van de fosfaatertsen, is er een aanzienlijke verontreiniging met organisch materiaal, klei, zand, ijzer en diverse metalen. Bij de metalen zijn speciaal het giftige cadmium en radioactief uranium van belang. Bij toenemende schaarste wordt verwacht dat ook de kwaliteit van het



Figuur 1b. Totale fosforvoorraad per land (som van de winbare hoeveelheid plus potentieel winbare hoeveelheid). Bron: Jasinski 2008.

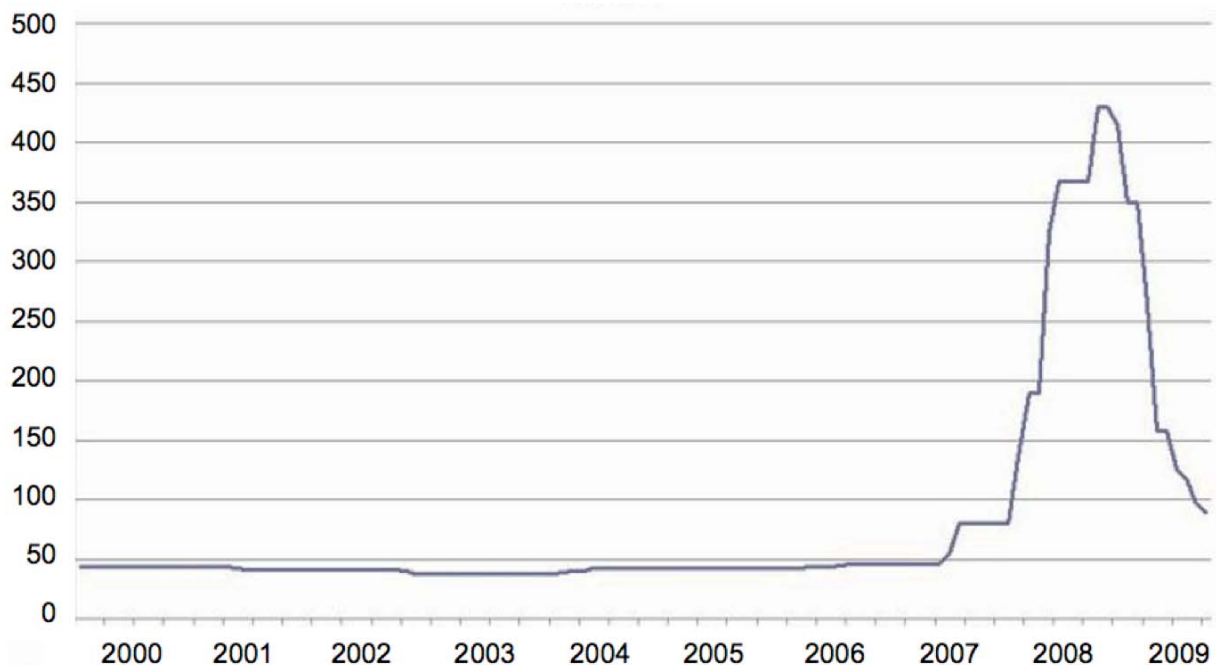
fosfaat achteruit zal gaan. Zuivering is technisch mogelijk maar op zich niet goedkoop. Een bijkomend aspect is echter dat in verschillende landen, zoals met name Marokko en de VS, het in rotsfosfaat aanwezige uranium economisch winbaar blijkt. De hoeveelheden zijn zelfs groter dan de tot nu toe bekende uraniumvoorraden.

Uit Figuur 1 blijkt dat er grote verschillen zijn in het voorkomen van de ertsen, zowel tussen als binnen de continenten. De grootste voorraden zijn gevonden in Marokko/Westelijke Sahara en China, op afstand gevolgd door Zuid-Afrika, de Verenigde Staten en Jordanië; in Europa liggen de enige voorraden in Rusland en Finland. De grootste producenten zijn op dit moment achtereenvolgens: China, VS, Marokko/Westelijke Sahara en Rusland.

De EU is vrijwel volledig afhankelijk van import van fosfaat, er vindt slechts een zeer geringe eigen winning plaats. Import vindt zowel plaats in de vorm van kunstmest als van veevoer en bedraagt in totaal 1,6 Mt P per jaar, waarbij het fosfaat in het veevoer uiteindelijk weer in dierlijke mest terecht komt. De totale P-import van de EU betreft bijna 10% van de hele wereldproductie van kunstmestfosfaat. Het is belangrijk om vast te stellen dat de EU, anders dan doorgaans wordt aangenomen, vanwege deze fosfaatafhankelijkheid bij lange na niet zelfvoorzienend is in haar voedselproductie.

4. Uitputting van de minerale fosfaatvoorraden

Een eerste signaal van een komende schaarste is af te lezen uit de recente prijsontwikkeling van fosfaat (zie Figuur 2).



Figuur 2. Ontwikkeling van de fosfaatprijs op de markt in \$ per ton rotsfosfaat. Bron: www.mongabay.com, bij gebruik van gegevens over goederenprijzen van de Wereld Bank.

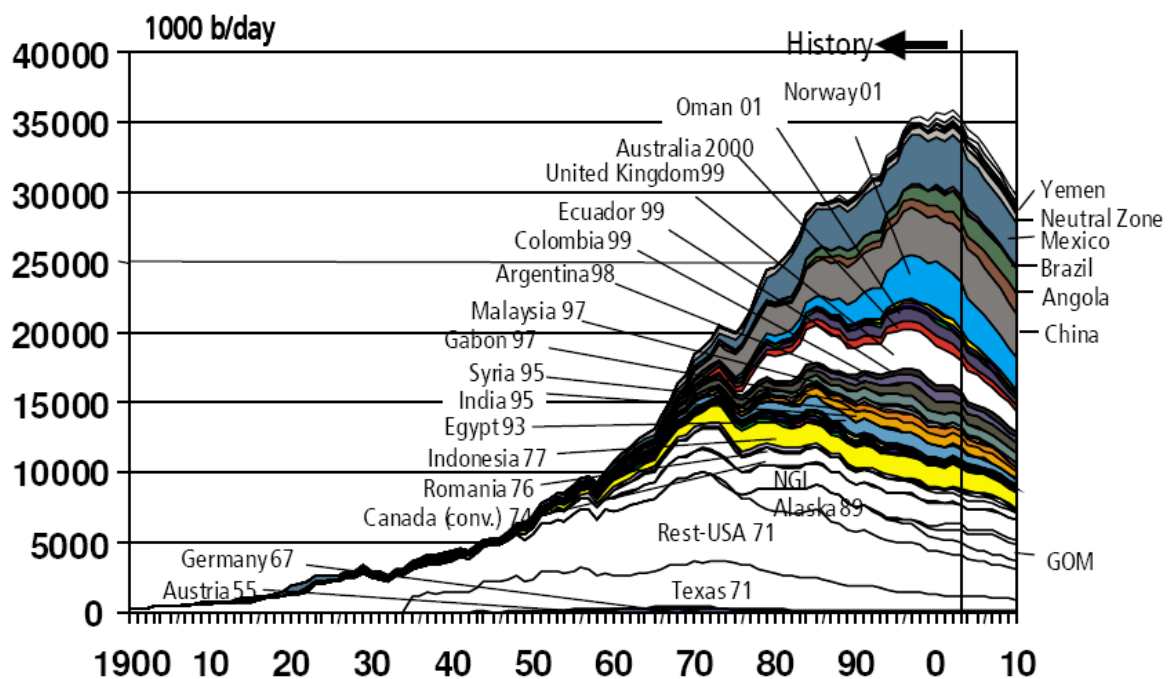
Er is sprake van een krappe markt met een toenemende vraag en een beperkte stijging van de productiecapaciteit. Een optredende schaarste leidt dan direct tot een sterke prijsstijging. Bij de recente prijsexplosie heeft mogelijk de tijdelijke exportheffing van China op fosfaat een rol gespeeld, naast andere factoren zoals de stijging van de energie- en voedselprijzen.

Meer fundamenteel kunnen we een vergelijking maken met de “*Peak Oil Theory*” van King Hubbert (zie Figuur 3). In deze figuur is tot 2004 cumulatief per land de feitelijke ontwikkeling van de olieproductie weergegeven. Het cijfer achter elk land geeft het jaar aan waarna in het desbetreffende land de olieproductie is gaan dalen. De curve als geheel vormt een aanwijzing dat juist op dit moment het maximum van de wereldolieproductie zou zijn bereikt. De komende jaren zal blijken of deze voorspelling juist was.

Op een vergelijkbare manier wordt wel gesproken over een “*Peak Phosphorus Theory*” waarbij een toekomstige fosfaatpiek wordt aangegeven (zie Figuur 4). Dit is echter nog weinig uitgewerkt, de figuur bevat alleen mondiale cijfers en over de doorgetrokken lijn bestaat zeker geen overeenstemming. Deze lijn komt overigens wel redelijk overeen met de vooruitberekeningen die hieronder zullen worden gepresenteerd.

Voor een nadere analyse van de toekomstige ontwikkeling kunnen scenario's worden opgesteld, waarin onder verschillende aannamen het gebruik kan worden vergeleken met de reserves. We bespreken kort twee scenario's:

- een *constant verbruik scenario*
- een *trend scenario*.



Figuur 3. Peak Oil Theory volgens King Hubbert. Bron: Industry database, 2003 (IHS 2003), OGJ, 9 februari 2004.

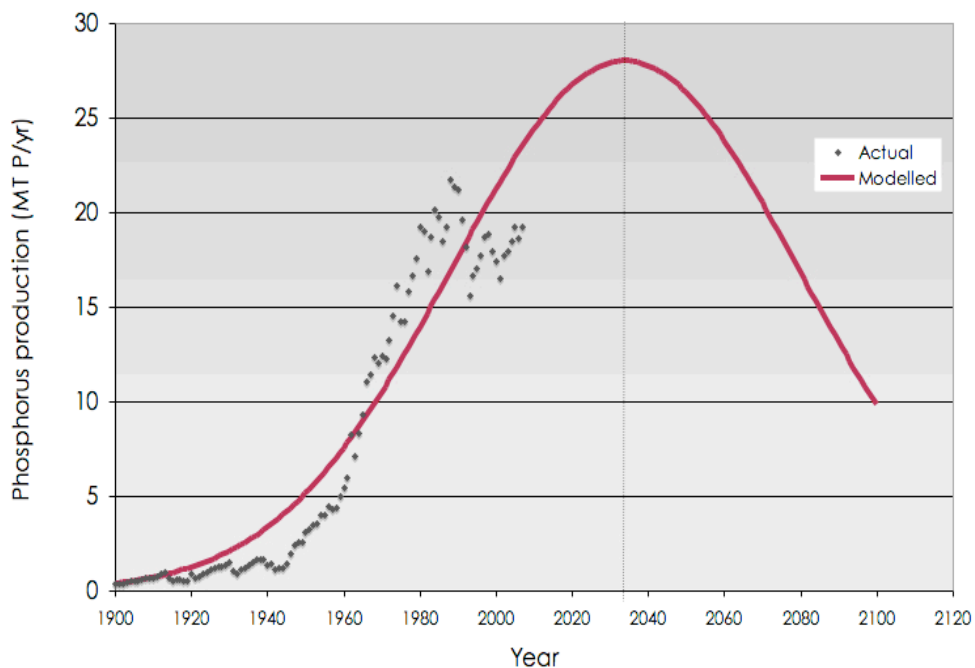
In het eerste scenario is er een voortzetting van het huidig verbruik van 19,3 Mt P uit rotsfosfaat per jaar. Er is dan nog voldoende voor 125 jaar als we uitgaan van de winbare

hoeveelheid, en voor 340 jaar als we tevens de potentieel winbare hoeveelheid meetellen. In het trendscenario gelden de volgende aannames:

- tot 2050 een verbruikstoename van 0,7% per jaar, parallel aan een bevolkingsgroei tot 9,2 miljard mensen in die periode;
- na 2050 een stabiele bevolking, met daarbij de aanname dat de voedselconsumptie van de hele wereld het westers dieet met veel vlees overneemt;
- een vervanging van 10% van de wereldwijd voor transport gebruikte fossiele brandstoffen door biobrandstoffen, waarvoor eveneens fosfaat nodig is.

Bij deze aannames zal een uitputting van de winbare voorraad optreden na 75 jaar en van de totale voorraad na 170 jaar. Verliezen tijdens de winning, waarover nog weinig duidelijkheid bestaat, kunnen leiden tot nog pessimistischer schattingen.

Het trend scenario heeft meer realistische uitgangspunten dan het constant verbruik scenario en sluit aan bij de verbruikstoename die over een langere periode heeft plaatsgevonden. Het laatste cijfer (75 jaar) wordt dikwijls als realistisch risico aangehouden. Dat lijkt nog steeds een vrij lange periode; maar bij de bestaande productietechnieken van fosfaat en van voedsel kan de huidige wereldbevolking dan niet meer worden gevoed, of het tekort nu na 50, na 100 of na 200 jaar op zal treden. Het gaat hiermee om de werkelijke ecologische draagkracht van de aarde.



Figuur 4. Hypothetische “Peak Phosphorus Theory” van Cordell et al., 2009; ofwel de verwachte ontwikkeling van de wereldfosfaatproductie, aansluitend bij de gemeten productie t/m 2006. (zie: http://phosphorusfutures.net/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=30).

Dit zelfde geldt voor een aantal micronutriënten, zoals zink, molybdeen, mangaan, koper, kobalt en borium (Keyzer et al., 2009).¹ We hebben ons in deze notitie op het macronutriënt fosfaat geconcentreerd omdat de landbouw hier bijna de enige gebruiker is. Bij de micronutriënten is er ook een aanzienlijk industrieel gebruik, waarvoor bij optredende schaarste naar alternatieven kan worden gezocht.

5. Geopolitiek

Naast absolute schaarste dreigt een tweede probleem, namelijk dat lang tevoren al regionale schaarsten op zullen treden door claims van strategisch opererende landen op de resterende fosfaatvoorraden. Dit probleem van de zgn. geopolitiek zal niet kunnen worden opgelost door de markt; rijke landen zullen hun toevoer aan grondstoffen veiligstellen, net zoals ze al geruime tijd doen met olie, gas en zeldzame metalen. Kwetsbare landen of regio's zijn bijvoorbeeld India, Zuid-Oost Azië en Sub-Sahara Afrika, die een grote of sterk toenemende bevolking hebben bij geringe fosfaatvoorraden.

Er zijn hier verschillende ontwikkelingen mogelijk. Denkbaar is dat fosfaatrijke landen zoals China en de VS een exportverbod in zullen stellen. Ook denkbaar is de vorming van een fosfaatkartel (PPEC) van landen met grote voorraden. Verder is te voorzien dat importerende landen lange termijn contracten zullen trachten af te sluiten met fosfaatrijke landen. Zo is er voor de EU de mogelijkheid om de import van fosfaat op te nemen in het bestaande associatieverdrag met Marokko. Kernpunt bij dit alles zal moeten zijn dat de veiligstelling van de eigen voedselvoorziening plaatsvindt in het besef dat fosfaat tot de *global commons* behoort en dat geen onnodige afwenteling naar andere landen plaats zal vinden.

6. Hoe de komende schaarste te vermijden?

De omslag van overschot naar tekort heeft ook gevolgen voor het milieubeleid. Het huidige milieubeleid inzake fosfaat is hoofdzakelijk gericht op bestrijding van de eutrofiëring. Naast een beperkte stimulans voor veehouderijbedrijven om zuiniger met fosfaat om te springen stuurt het voornamelijk de fosfaatstromen in een andere richting, namelijk van water en bodem naar afval. Deze "afvalroute" heeft als voordeel dat diffuse verspreiding wordt tegengegaan en de kansen voor terugwinning aanzienlijk toenemen. Maar voor een werkelijke bestrijding van de schaarste aan fosfaat zal een ecologische herstructurering nodig zijn. Het gaat daarbij om een vermindering van het totale verbruik van fosfaat, tegelijk met een toename van de recycling.

Om een beeld te schetsen van de omvang van de verliezen en daarmee van potentiële verbeteringen noemen we hier de volgende gegevens. Zoals in par. 2 werd besproken bedraagt de jaarlijkse uitspoeling naar meren en oceanen 20-30 Mt P. Dat is meer dan de totale jaarlijkse productie uit mijnen van 19,3 Mt P. Die situatie is niet duurzaam. Men kan hier ook bij bedenken dat zes maal zoveel fosfaat in de landbouw wordt gebruikt als er via het voedsel door de mens wordt opgenomen.

¹ M.A.Keyzer, W.C.M. van Veen, R.L.Voortman, J.Huang, H. Qiu, G.Fischer and T.Ermolieva: *Nutrient shortages and agricultural recycling options worldwide, with special reference to China, contributed paper at the 2009 EAERE conference (PDF)*.

Hieronder volgt een kort overzicht van aanknopingspunten voor een beperking van het verbruik en een vermindering van de verliezen.

Mijnbouw

Bij de mijnbouw gaat nu naar schatting 30-50% van het gewonnen fosfaat verloren. Dat is een dermate groot verlies van - deels goed bruikbaar - fosfaat, dat hier goede kansen liggen. Er zijn echter moeilijk gegevens over te krijgen. Er kan ook gedacht worden aan mijnbouw van sedimenten op waterbodems. In ondiepe meren (en zeker in dichtslibbende stuwmeren) is dat wellicht een optie. Winning van mariene sedimenten is economisch (nog) niet mogelijk, maar bij een hoge fosfaatprijs kunnen voorraden op het continentale plat voor de kust van Mexico en Namibië misschien economisch winbaar worden; dit zal wel veel energie vergen en dus ook afhankelijk zijn van de energieprijzen.

Landbouw

De processen in de landbouw vormen de sleutelfactor van de fosfaatproblematiek.

- In de eerste plaats is een vermindering noodzakelijk van de erosie van landbouwgronden; op wereldniveau gaat meer fosfaat door erosie verloren (20-30 Mt P per jaar) dan wordt opgenomen door landbouwgewassen.
- Daarnaast kan gestreefd worden naar een betere bemestingsstrategie. Een eerste punt vormt de nu in ontwikkeling zijnde strategie van precisiebemesting. Een volgend punt betreft het feit dat er bij de fosfaatbemesting sprake is van een verminderende meeropbrengst. Een aanzienlijke afname van de fosfaatbemesting hoeft daardoor in veel gevallen dus maar tot een beperkte afname van de productie te leiden. Hetzelfde geldt voor de toevoeging van fosfaat in veevoer. De meeste winst is te halen door de productie op de goede reeds in gebruik zijnde landbouwgronden te verhogen, waardoor er minder fosfaat per kilo product nodig is.
- Ook de gewaskeuze is van belang; gewassen met een groot wortelstelsel, zoals bij voorbeeld koolzaad, zijn beter in staat om fosfaat uit de bodem op te nemen. Bij het weer mobiliseren van het in de bodem vastgelegde fosfaat kunnen ook wortelschimmels (de zgn. mycorrhiza's) een belangrijke rol spelen. Hiermee kan de bovengenoemde afname geheel of gedeeltelijk worden gecompenseerd.
- Voorts is een beperking van oogstverliezen van belang, vooral in ontwikkelingslanden.
- En ten slotte is er de mest uit de intensieve veehouderij; die wordt nu vaak niet productief benut als gevolg van een sterke concentratie van de veehouderij. Dit is zeker voor Nederland een kernpunt, maar ook voor landen als China en de VS.

Een ontwikkeling die, althans tijdelijk, juist tot een toename van het fosfaatgebruik leidt is het op zichzelf wenselijke "opkrikken" van gedegradeerde (of zelfs verlaten) gronden, die op moment al 30% van het akkerland op de wereld uitmaken.

Visserij en aquacultuur

Met de visserij komt wereldwijd ca. 0,3 Mt P aan land, dat is dus maar een beperkte hoeveelheid (ca. 1,7% van het totale wereld fosfaatgebruik). Gezien het feit dat al meer dan 70 procent van de populaire vissoorten wordt overbevist of zich op de rand van overbevissing bevindt, is hier geen ruimte voor meer terugwinning van fosfaat. Wellicht liggen er wel mogelijkheden in de vangst van herbivore zeedieren, maar dat kan nadelig zijn voor de biodiversiteit. Ook kan gedacht worden aan aquacultuur, maar die zou dan geen gebruik moeten maken van fosfaatbemesting voor algen. Visolie voor kweekvis geeft ook geen winst vergeleken met de visserij. In het zeewater zelf is de concentratie van P veel te laag voor winning, wel liggen er mogelijk kansen in estuaria met toevoer van fosfaat uit rivieren.

Industrie

Zoals al in par. 2 werd opgemerkt gaat 11-12% van het gewonnen fosfaat naar de industrie, vooral voor de productie van wasmiddelen. In de industrielanden zijn deze nu grotendeels vervangen door zeolieten, maar ze zitten nog wel in vaatwastabletten. Andere landen zouden dit vervangingstraject kunnen volgen. Overigens biedt wasmiddelfosfaat via rioolwaterzuivering een goede mogelijkheid tot recycling, een optie die in de toekomst wellicht voor alle fosfaat in zuiveringsslib toepasbaar zal zijn.

Huishoudens

Natuurlijk is er ook een rol voor de huishoudens. Dan denken we in de eerste plaats aan het eten van minder vlees. Weliswaar kan in principe alle P uit veehouderij en vlees worden hergebruikt, maar bij de teelt van veevoeder gaat onvermijdelijk fosfaat verloren. En aangezien dierlijke productie veel meer grond vergt dan plantaardige productie, zullen de verliezen groter zijn. Ook het fosfaat uit menselijke excreties kan in principe geheel worden hergebruikt. Dat dit weinig gebeurt komt onder meer doordat zuiveringsslib vaak sterk is verontreinigd. Verbranding van slib en terugwinning van het fosfaat daaruit biedt echter een perspectiefrijke optie (zie hieronder).

Daarnaast is in ieder geval een vermindering van voedselverliezen van belang. In Nederland bedraagt dit binnen de huishoudens ongeveer 10% van de consumptie, over de gehele voedselketen (*field-to-fork*) bedraagt het verlies naar schatting zelfs 30 tot 50%.

Afvalverwerking

In de afvalverwerking bestaan diverse kansrijke mogelijkheden:

- Allereerst gaat het daarbij om het rioolwater. Mondiaal gaat het om maar liefst 3-3,5 Mt P per jaar, dat is ca. 40% van het P-gehalte in de totale mondiale agrarische productie. Moderne technieken, zoals o.a. in ontwikkeling bij Slibverwerking Noord-Brabant en bij Thermphos in Vlissingen, maken een vrijwel volledige fosfaatrecycling uit zuiveringsslib mogelijk.
- Dan zijn er organische reststromen uit landbouw en industrie. Gewasresten vinden niet overal hun weg terug naar het landbouwareaal. Vooral bij nieuwe ontwikkelingen, zoals de teelt ten behoeve van biobrandstoffen dient een goede herbenutting van fosfaat in de reststoffen voorop te staan. Zo kan fosfaat uit de verbrandingsas worden teruggewonnen of kunnen de reststoffen als veevoer worden ingezet.
- Slachtafval, in het bijzonder de botten, bevat zeer veel fosfaat, maar op dit moment mag beendermeel in Nederland en in andere Europese landen vanuit sanitaire overwegingen niet meer als meststof of veevoer worden gebruikt, zelfs niet in visvoer. Diverse initiatieven tot hergebruik van het fosfaat in beendermeel zijn opgestart, maar het best zou zijn als diermeel weer wordt toegelaten voor gebruik in veevoer. Dit laatste dan alleen voor *andere* diersoorten, want bij verwerking in voer van de eigen soort is er risico op BSE.
- Hergebruik van mest werd hierboven al genoemd. Waar dit hergebruik niet mogelijk is, is verbranding van organisch afval met fosfaatterugwinning uit de as nu de meest kansrijke optie. In Nederland is de omvang van dergelijke stromen groot: er zit in ons land zelfs meer fosfaat in verbrandingsresiduen dan in de gebruikte hoeveelheid kunstmest! Daarnaast is van groot belang te voorkomen dat fosfaat met zuiveringsslib verdwijnt in cement.

In het algemeen liggen er bij de afvalverwerking tal van kansen voor nieuwe technologieën voor de terugwinning van fosfaat. Zeker ook hier kan Nederland via innovatie marktleider worden en kennis naar het buitenland exporteren.

7. Relatie met milieu- en natuurbeleid

Maatregelen zoals hierboven aangegeven zullen consequenties hebben voor het overige milieu- en natuurbeleid. Die kunnen zowel positief als negatief zijn. Positieve relaties zijn ondermeer:

- Hogere fosfaatprijzen zullen leiden tot efficiënter gebruik en betere recycling. Eutrofiëring met P zal daarmee “vanzelf” ophouden als probleem te bestaan.
- Maatregelen tegen erosie zijn niet alleen goed voor het behoud van fosfaat maar ook voor het in stand houden van het productief vermogen en de nutriëntenbenutting van de landbouwgrond zelf.
- Valorisatie van afval vermindert de kosten van afvalverwerking.

Maar er zijn ook bezwaren en risico's:

- Er zijn aanwijzingen dat vervanging van fosfaat in wasmiddelen leidt tot een afname van de vispopulaties in de zee.
- Als wordt gekozen voor een maximale fosfaatefficiëntie in plaats van een maximale productie zal dit leiden tot een lagere productie per ha en daarmee tot een toename van het areaal landbouwgrond. Dit zal dan al gauw ten koste gaan van natuurgebied. De prioriteit zal dan ook moeten liggen op een meer efficiënte benutting van bodemfosfaat, mogelijk mede door toediening van wortelschimmels.
- Terughoudendheid bij het opwerken van gedegradeerde landbouwgrond zou kunnen leiden tot een toename van de vraag naar landbouwgrond elders, en daarmee tot een verdere druk op bos- en natuurgebied.

Hier liggen belangrijke onderzoeksvragen betreffende het ontwikkelen van optimale strategieën.

8. Onderzoek en beleid op nationaal en international niveau

De dreigende uitputting van fosfaat is een mondiaal probleem, er moet dan ook niet alleen op nationaal niveau maar ook op Europees niveau en op wereldniveau onderzoek worden verricht en beleid tot stand komen. De nadruk zal moeten liggen op nationale en internationale regels en *incentives* gericht op het sluiten van fosforkringlopen. Het onderzoek begint op gang te komen, maar er zijn nog maar nauwelijks nationale of internationale beleidsinstanties die zich specifiek bezig houden met de schaarste aan fosfaat. Vrijwel alles wordt tot nu toe aan de markt overgelaten, terwijl een fosfaattekort toch grote problemen zou veroorzaken en bijvoorbeeld ook de millenniumdoelen van de Verenigde Naties sterk zou doorkruisen.

Op nationaal niveau, en wel in het bijzonder in Nederland, zal een belangrijke nadruk moeten liggen op het verder ontwikkelen van recyclingstechnologie voor rioolslib, mest, slachtafval en restproducten van biomassa productie. Het is dan wel van belang dat de regelgeving voor het gebruik van reststromen voor bemesting of diervoer opnieuw wordt geëvalueerd, zowel in nationaal als in Europees verband. Verder verdient het aanbeveling dat de overheid zo spoedig mogelijk de herwinning van fosfaat in verbrandingsas van rioolslib verplicht zal stellen, zoals inmiddels in Zweden en Denemarken het geval is. Onderzoek naar een vermindering van de fosfaatbemesting, in het bijzonder ook op fosfaatverzadigde gronden, zal een andere prioriteit moeten zijn. In de toekomst kan wellicht zelfs aan “uitmijnen” gedacht worden. Op het nationale niveau zijn ook de mogelijkheden van ontwikkelings samenwerking aan de orde. Nederland heeft de landbouw hoog op de agenda gezet en daarbij zal ook de fosfaatproblematiek specifieke aandacht moeten gaan krijgen.

Op Europees niveau is allereerst een fundamentele erkenning van belang dat de EU inzake voedsel, anders dan vaak wordt aangenomen, *niet* zelfvoorzienend is en dat waarschijnlijk ook nooit zal worden². Zelfvoorziening vergt immers een minerale fosfaatvoorraad die voldoende is om de onvermijdelijke verliezen te compenseren. Er is dus een fundamentele heroverweging nodig van het EU-beleid inzake voedselzekerheid. Eén van de strategische opties die overweging verdient is een heffing op fosfaat. Die kan een prikkel verschaffen om efficiënter met fosfaat om te gaan en meer fosfaat te recyclen. Deze prikkel wordt nog groter als de opbrengst wordt gebruikt voor het stimuleren van efficiënter fosfaatgebruik en – recycling en het stimuleren van innovatieve recyclingstechnologie. Ook is van belang dat de Nitraatrichtlijn wordt verbreed tot een Nitraat- en Fosfaatrichtlijn. Verder is van belang dat fosfaatcriteria worden opgenomen in de voorwaarden die het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid verbindt aan bedrijfsstoelagen voor boeren, de *cross-compliance*.

Het mondiale niveau vraagt om *global governance* van de *global commons*, in casu van de wereldfosfaatvoorraden. De fosfaatschaarste zal op de agenda moeten komen van de FAO, UNDP, de WHO, de Wereldbank, de WTO en de OECD. De OECD heeft dat recent al gedaan.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft kortgeleden richtlijnen opgesteld voor een veilig hergebruik van afvalwater, inclusief rioolwater. Dit is niet direct op de fosfaatproblematiek gericht, maar kan wel bijdragen aan een oplossing daarvan. De Wereldhandelsorganisatie (WTO) kan een rol vervullen bij het beheersen van geopolitiek met betrekking tot fosfaat. Onder de vlag van de Verenigde Naties zal de Wereld Landbouw en Voedselorganisatie (FAO) het verstandig gebruik van fosfaat moeten opnemen in zijn *Good Agricultural Practices* en aandacht moeten besteden aan de monitoring van de fosfaatvoorraden en –stromen. De ontwikkelingsorganisatie van de VN (UNDP) zal zich met name moeten richten op de beschikbaarheid van fosfaat voor ontwikkelingslanden, die zelf geen fosfaatvoorraden bezitten. De Wereldbank zal ten slotte leningen aan ontwikkelingslanden moeten gaan verstrekken voor programma's gericht op recycling van fosfaat.

Er is ook grote behoefte aan private initiatieven. Het wordt tijd dat de grote milieuorganisaties het dreigende fosfaattekort op hun agenda zetten. In analogie met het Wereld Water Forum kan worden gedacht aan het opzetten van een Wereld Fosfaat Forum.

Op onderzoeksgebied is er inmiddels het Global Phosphorus Research Initiative (GPRI) (www.phosphorusfutures.net). Dit is een gezamenlijk initiatief van een aantal universiteiten dat zich ten doel stelt interdisciplinair onderzoek op het gebied van fosforzekerheid en voedselzekerheid uit te voeren, alsmede bewustwording op dit gebied te bevorderen. Ook regionale studies zullen van groot belang kunnen zijn.

Het realiseren van de noodzakelijke veranderingen zal vele jaren vragen; om een catastrofaal tekort te voorkomen is het daarom zaak dat tijdig een begin wordt gemaakt met initiatieven zoals hierboven genoemd.

² De EU kan pas zelfvoorzienend worden als Marokko en de Westelijke Sahara lid zouden worden van de EU, maar de kans daarop lijkt om diverse redenen gering.

9. Aanbevelingen aan de minister van LNV

Samenvattend doet de Stuurgroep de volgende aanbevelingen aan de minister van LNV, in afstemming met de ministers van Milieubeheer en Ontwikkelingssamenwerking:

Voor de politieke agenda:

- 1. Agenderen van de naderende fosfaatschaarste in mondiale fora en de Europese Unie.*
- 2. Ideeën ontwikkelen voor een EU Fosfaatbeleid, inclusief een mogelijke bestemmingsheffing op fosfaat.*
- 3. Heroverwegen van de regelgeving voor het gebruik van reststromen voor bemesting en diervoeders.*
- 4. Ontwikkelen van aanvullend beleid in Nederland voor de recycling van fosfaat in reststromen, met name dierlijke mest, zuiveringslib, slachtafval en as en slak van industriële verbrandingsprocessen.*
- 5. Bevorderen van hergebruik van de restproducten van de productie van biobrandstoffen.*
- 6. Zo spoedig mogelijk instellen van een verplichting tot hergebruik van fosfaat uit de verbrandingsas van rioolslib.*
- 7. Prioriteit geven aan fosfaatschaarste in het beleid van Ontwikkelingssamenwerking, met speciale aandacht voor Afrika.*

Voor de kennisagenda:

- 1. Bevorderen van innovaties inzake het hergebruik van (fosfaat uit) reststromen.*
- 2. Bevorderen van onderzoek en voorlichting naar meer precieze regimes van fosfaatbemesting.*
- 3. Bevorderen van innovaties voor betere benutting van fosfaat in de bodem, onder meer met mycorrhiza's.*

Naar de mening van de Stuurgroep liggen er op diverse punten belangrijke kansen voor een voortrekkersrol van Nederland. Ook liggen er kansen voor export van kennis en technologie.

Bijlage 1: Taak en samenstelling Stuurgroep Technology Assessment

Het werk van de Stuurgroep Technology Assessment draagt bij aan het kennisbeleid van het Ministerie van LNV door:

1. Het verkennen van gevolgen van mogelijke technologische ontwikkelingen en afwegingen van alternatieven en/of;
2. Het verkennen van mogelijke technologische bijdragen aan de oplossing van maatschappelijke problemen relevant voor het LNV-beleidsterrein en/of;
3. Het onderkennen en expliciteren van normen en waarden die in het geding kunnen zijn bij bepaalde ontwikkelingen alsook verschillen daarin tussen verschillende groeperingen in de samenleving.

De volgende personen maken, allen op persoonlijke titel, deel uit van de stuurgroep:

De heer drs. W.J. (Wouter) van der Weijden, voorzitter (Stichting Centrum voor Landbouw en Milieu)*

De heer E.J. (Evert-Jan) Aalpoel (melkveehouder)

Mevrouw ir. G. (Ger) Roebeling (Management Development Foundation)

De heer prof.dr.ir. J.L.A. (Leo) Jansen (emeritus hoogleraar Milieutechniek TU Delft)*

Mevrouw dr. A.M.C. (Anne) Loeber (onderzoeker en universitair docent UvA)

De heer prof.dr. H.A. (Helias) Udo de Haes (emeritus hoogleraar Milieukunde, CML, Universiteit Leiden)*

De heer drs. J.A.C. (Hans) Vink (General Manager Nutreco Aquaculture [Skretting] NW-Europe)*

Mevrouw prof.dr. J.G. (Coby) van der Linde (Hoofd Clingendael International Energy Program)

* Lid van de projectgroep 'Fosfaat', die dit advies heeft voorbereid.

Adresgegevens

Stuurgroep Technology Assessment

Secretaris: Carin Rougoor

p/a CLM

Postbus 62

4100 AB Culemborg

T: 0345 47 07 69

E: crougoor@clm.nl

I: www.stuurgroepna.nl