

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIËNE
BILTHOVEN

Rapport nr. 610050003

**Radiologische aspecten van opslag en lozing van
afvalstoffen door de fosfaatindustrie.**

G.J. Eggink

maart, 1995

Dit rapport is opgesteld in opdracht en ten laste van de Directie Stoffen, Veiligheid en Straling van het Ministerie van VROM, Directoraat Generaal Milieubeheer, en is uitgevoerd binnen het project Algemene Ondersteuning Beleid Straling, projectnummer 610050.

VERZENDLIJST

1	-	15	Directoraat-Generaal Milieubeheer, directie Stoffen, Veiligheid en Straling
		16	plv. Directeur-Generaal Milieubeheer
		17	Hoofdinspecteur voor de Milieuhygiëne
		18	Depot van Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie
		19	Directie RIVM
		20	Hoofd afdeling Voorlichting & Public Relations
		21	Directeur Sector Stoffen en Risico's (VI)
		22	Directeur Sector Milieuonderzoek (VII)
		23	Hoofd van het Laboratorium voor Stralingsonderzoek
		24	Bibliotheek van het Laboratorium voor Stralingsonderzoek
		25	Auteur
		26	Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
27	-	28	Bibliotheek RIVM
29	-	40	Reserve-exemplaren

INHOUDSOPGAVE

VERZENDLIJST	ii	
SUMMARY	iv	
SAMENVATTING	v	
1	INLEIDING	1
1.1	Vraagstelling	1
1.2	Aanpak	1
2	HERKOMST VAN DE ERTSEN	3
3	RADIOLOGISCHE ASPECTEN VAN GEBRUIK VAN FOSFAATERTS	5
3.1	Input	5
3.2	Output	6
4	VERWERKING VAN RESTSTOFFEN	8
4.1	Duitsland	9
4.2	Denemarken	9
4.3	Nederland	9
4.4	België	10
4.5	Spanje	10
4.6	Frankrijk	10
4.7	Ierland	10
4.8	Noorwegen	11
4.9	Portugal	11
4.10	Zweden	11
4.11	Groot Brittannië	11
4.12	Totaaloverzicht	12
5	CONCLUSIES	16
6	REFERENTIES	17
7	BIJLAGEN	19

SUMMARY

The production of phosphate fertilizers from phosphate rock following the wet process leads to the generation of phosphogypsum containing large amounts of natural radionuclides. The removal of radionuclides from the gypsum occurs only on a limited scale. The majority is stockpiled on land or discharged into the surface water.

Europe produced in 1991 in total over 4 Mton of P_2O_5 ⁽¹⁾, with an estimated 19 Mton of phosphogypsum. Since 1987 the total European production of phosphate fertilizers decreased.

For nine European countries detailed information on phosphogypsum production is obtained: Belgium, France, Germany, the Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden and Great Britain. In 1991 they generated together an estimated 11,8 Mton of phosphogypsum, which is about 63% of the total European production. 27% is discharged into rivers and seas (3.2 Mton) and 68% is stockpiled on land in special dumpsites (8 Mton). In Belgium the remaining 5% (0.6 Mton) is processed with the aid of a special installation into products suitable to be used in building materials, for road construction etc.

The following estimated activity (in GBq) was discharged in 1991 by the nine countries mentioned into surface water or stored on land.

	U-238	U-234	Ra-226	Pb-210	Po-210
stored on land	2423	958	9505	9074	4638
discharged into water	782	421	3508	3346	1996
total	3205	1379	13013	12420	6634

¹ The amount of phosphate fertilizers is expressed as the total amount of P_2O_5 , the most relevant component.

SAMENVATTING

Bij de productie van fosfaatkunstmest uit fosfaaterts komt fosfogips vrij. Dit fosfogips mag door zijn hoge radioactiviteit niet direct verwerkt worden. De verwijdering van radionucliden uit het ruwe gips vindt nog slechts op zeer geringe schaal plaats. Het overgrote deel wordt op land opgeslagen in speciale depots, of in oppervlaktewater geloosd.

Europa produceerde in 1991 fosfaatkunstmest met in totaal ruim 4 Mton P_2O_5 ⁽²⁾, hetgeen gepaard ging met een geschatte fosfogipsproductie van 19 Mton. De totale Europese fosfaatkunstmestproductie neemt af sinds 1987 [FAO91, FAO93].

Van negen landen waarvan in het kader van dit onderzoek gedetailleerde kwantitatieve gegevens zijn aangetroffen (België, Frankrijk, Duitsland, Nederland, Noorwegen, Portugal, Spanje, Zweden en Groot-Brittannië) bedroeg in 1991 de gezamenlijke geschatte fosfogipsproductie ca 11,8 Mton (deze landen produceerden samen ca 63% van de totale Europese fosfogipsproductie). Hiervan werd 27% geloosd in het oppervlaktewater (3,2 Mton); 68% werd op land opgeslagen (8 Mton), en 5% (0,6 Mton) werd verder verwerkt tot produkten die geschikt zijn voor gebruik in de bouw, wegeaanleg etc. Dit laatste vond voor zover bekend uitsluitend plaats in België, door toepassing van een gipsconditioneringsinstallatie, waarmee o.a. radionucliden uit het fosfogips worden verwijderd.

Door genoemde landen werd in 1991 onderstaande geschatte activiteit (in GBq) geloosd in water respectievelijk opgeslagen op land:

	U-238	U-234	Ra-226	Pb-210	Po-210
op land	2423	958	9505	9074	4638
in oppervlaktewater	782	421	3508	3346	1996
totaal	3205	1379	13013	12420	6634

² De geproduceerde hoeveelheid fosfaatkunstmest wordt doorgaans uitgedrukt in de geproduceerde hoeveelheid P_2O_5 , het belangrijkste bestanddeel.

1 INLEIDING

1.1 Vraagstelling

Bij de verwerking van fosfaaterts in de fosfaatindustrie (voor een belangrijk deel ten behoeve van de produktie van kunstmest) ontstaat als afvalprodukt fosfogips in de vorm van gipsslurry. In deze gipsslurry bevinden zich natuurlijke radioactieve stoffen, afkomstig uit het oorspronkelijke fosfaaterts. Opslag van fosfogips op het vaste land en lozing van fosfogips in rivieren, estuaria of kustwateren zijn de belangrijkste bronnen van kunstmatig verhoogde natuurlijke α -radioactiviteit, die leidt tot een verhoging van de collectieve dosis van de mensen die leven in de omgeving van het lozingsgebied [Ba93].

Het Ministerie van VROM, directie Stoffen Veiligheid en Straling heeft in 1993 een Kernenergiewetvergunning verleend aan Hydro Agri en Kemira. Hiertegen hebben de bedrijven beroep aangetekend bij de Raad van State.

Als onderdeel van de informatie ten behoeve van de bodemprocedure bij de Raad van State inzake Hydro-Agri en Kemira, in aanvulling op reeds uitgebrachte rapporten en adviezen over de risico's van fosfogipslozingen van Hydro Agri (van KEMA, RIVM, IRI/DHV) verzocht het Ministerie het RIVM in brief DGM/SNV/7603 om informatie over gangbare methoden voor de verwerking van afvalstoffen uit de fosfaatindustrie, met aandacht voor de radioactieve aspecten van in- en output, herkomst van het erts, definitieve bestemming van de afvalstoffen (land/water/hergebruik), almede de kosten hiervan. Voorgesteld werd deze gegevens per bedrijf met behulp van een enquête te verkrijgen.

1.2 Aanpak

In deze rapportage wordt ingegaan op de vraag hoe andere landen omgaan met het afval- of fosfogips van de fosfaatverwerkende industrie.

Onder druk van de beschikbare tijd en met de ervaring van geringe respons op verzoeken om (mogelijk beleidsgevoelige) informatie is besloten bovengenoemde vragen te beantwoorden met behulp van recente literatuur.

De verzameling van emissiegegevens is beperkt tot de Europese landen. Zoveel mogelijk is per land aangegeven wat de belangrijkste bron van herkomst van de erts is, en wat de meest gebruikte 'verwerkingsmethode' van het fosfogips is. Een berekening van de daaraan verbonden lozing van radioactieve stoffen is uitgevoerd op basis van de gemiddelde nuclidenconcentratie.

Voor de beantwoording van de vraag wat de kosten van lozing, opslag of verwerking voor

de overheid en/of het bedrijf zijn, zijn slechts zeer beperkte gegevens aangetroffen. Voor een overzicht van kosten van verwerking van afval volgens een aantal verschillende scenario's wordt verwezen naar de Eindrapportage Bedrijfstakgewijze Milieustudie Kunstmeststoffenindustrie [Be88]. De kosten van opslag van het gips van Hydro Agri en Kemira (als slurry of als filterkoek) in het Slufterbasin op de Maasvlakte, totdat een schoon fosforzuurproces is ontwikkeld waarmee o.a. de zware metalen verwijderd kunnen worden, wordt (afhankelijk van het gekozen plan) tussen de 23 en 42 miljoen gulden per jaar geschat [SPIN92].

2 HERKOMST VAN DE ERTSEN

In vrijwel elk continent wordt fosfaaterts gewonnen. Er is echter slechts een beperkt aantal grote winplaatsen: Marokko, Togo en Tunesië in Noord-Afrika, Florida en Idaho in Noord-Amerika en Kola in Rusland. De winning in het Midden-Oosten (Israël, Syrië, Jordanië) en in China neemt echter toe. In Europa wordt fosfaaterts op beperkte schaal gewonnen in Zweden en Finland [FAO93]. In Tabel 1 is een overzicht per land gegeven van de hoeveelheid gewonnen ruwe fosfaaterts voor het jaar 1989.

Tabel 1 Totale wereldproductie in 1989, aandeel per werelddeel en de belangrijkste landen [FAO91]

Gebied	Productie (kton/a)	Aandeel in wereldtotaal %
Wereld	163095	100.0
Afrika	36037	22.1
Marokko	18067	11.1
Togo	3356	2.1
Tunesië	6610	4.1
Nrd/Centr Amerika	49878	30.6
USA	49171	30.1
Zuid Amerika	3498	2.1
Brazilië	3451	2.1
Azië	32840	20.1
China	18500	11.3
Israël	2761	1.7
Jordanië	6675	4.1
Europa	651	0.4
Finland	580	0.4
Zweden	71	0.0
Oceanië	1192	0.7
Nauru	1181	0.7
USSR	39000	23.9

De Europese verwerkingsfabrieken maken voornamelijk gebruik van Noord-Afrikaans erts, waarbij Marokko de belangrijkste leverancier is [Ba93]. De laatste tijd valt echter een verschuiving te ontdekken van sedimentair erts in de richting van een groter aandeel magmatisch erts, om verschillende redenen: dit erts bevat minder zware metalen (cadmium, arseen, zink, chroom), het fosfaatgehalte is iets hoger (40% versus 35%) en het uraniumgehalte is lager waardoor de geloosde activiteit per kilo fosfogips afneemt [OI94]. In magmatisch erts (uit Zuid-Afrika) is het radiumgehalte < 74 Bq/kg, terwijl dit in sedimentair erts 1100-1500 Bq/kg radium is [OI94].

Deze verschuiving heeft echter ook een nadeel. Het gehalte aan zeldzame aardmetalen is

in magmatische erts minimaal een factor 10 hoger dan in sedimentair erts.

De totale wereldproductie ruwe erts was in 1989 ca. 163 Mton/a. Hiervan werd circa 44 Mton geëxporteerd naar andere landen. Europa importeerde circa 2/3 van de geëxporteerde hoeveelheid [ca 27 Mton in 1989, 15 Mton voor de EG landen en 12 Mton voor de overige Europese landen], circa 45% hiervan is van Marokkaanse oorsprong [FAO91, Ba93]. Van de totale in Europa verwerkte hoeveelheid wordt 55-60% door de EU-landen zelf gebruikt [FAO91]. De resterende 40-45% wordt als kunstmest geëxporteerd.

In 1991 was de gezamenlijke Europese import gedaald naar 15,5 Mton (49% van de totale wereldexport dat jaar) [FAO93].

3 **RADIOLOGISCHE ASPECTEN VAN GEBRUIK VAN FOSEFAATERTS**

3.1 **Input**

De geïmporteerde erts wordt in een groot aantal Europese landen verwerkt tot fosfaatkunstmest, voor een belangrijk deel ten behoeve van de eigen behoefte aan kunstmest. Bij de produktie hiervan wordt voornamelijk gebruik gemaakt van het zgn. natte procédé. Het droge of thermische procédé wordt vooral toegepast bij de produktie van puur fosfaat ten behoeve van de chemische en voedselindustrie [Ba93].

Bij de verwerking volgens het natte procédé gebruikt men voornamelijk H_2SO_4 , HNO_3 en HCl als middel om het fosfaat uit de erts te halen.

De radioactiviteit in fosfaaterts is voornamelijk afkomstig van uranium en de dochterprodukten. Een hoog fosfaatgehalte gaat vrijwel altijd gepaard met een hoog uraniumgehalte. De concentratie radionucliden in ruwe erts is sterk afhankelijk van de oorsprong van het materiaal. Erts van sedimentaire oorsprong bevat aanmerkelijk meer uranium dan erts van vulkanische oorsprong (zoals erts uit Kola, Rusland en Zuid-Afrika). Dit erts maakt slechts een gering deel uit van de totale hoeveelheid [Ba93]. Het onderlinge verschil in gehalte aan radioactiviteit tussen erts van sedimentaire oorsprong is betrekkelijk gering (Tabel 2).

In Europa wordt voornamelijk Marokkaans erts gebruikt en in mindere mate erts uit Rusland (Kola). In België wordt tegenwoordig een mengsel van Marokkaans en Zuid-afrikaans erts (Palfos) gebruikt. In Amerika gebruikt men vooral erts uit Florida [OI94].

Marokkaans erts bevat 1500-1700 Bq/kg U-238 (in evenwicht met Ra-226), 20-30 Bq/kg Th-232 en ca 1500 Bq/kg Pb-210 [UN82, Wo92]. Uit Florida afkomstig erts vertoont een iets grotere variatie, afhankelijk van de vindplaats: 800-1700 Bq/kg U-238, 1000-2100 Bq/kg Ra-226 en 16-60 Bq/kg Th-232 [UN82].

Erts dat afkomstig is uit Florida heeft een voorbehandeling gehad, waardoor de uranium- en radiumconcentraties in het te exporteren erts zijn teruggebracht tot ca 40% van concentratie in het gewonnen erts [De95].

De gerapporteerde waarden voor Jordans erts lopen sterk uiteen (zie tabel 2). De waarde volgens UN82 doet vermoeden dat het sedimentair erts betreft, terwijl de waarden van UN77 en de door Woittiez gemeten waarde zich tussen die voor sedimentair en magmatisch erts bevindt.

Zuid-afrikaans erts (Palfos 88S), dat onder andere door een Belgisch bedrijf gebruikt wordt, is van vulkanische oorsprong en bevat geringe hoeveelheden uranium (ca 35 Bq/kg). Het radiumgehalte is volgens Oliemans minder dan 74 Bq/kg [OI94].

Tabel 2 Nuclidensamenstelling in Bq/kg ruwe erts, gemiddelden uit UNSCEAR, 1982 [FAO91, UN82, UN77, Wo92]

	erts- produktie in Mton	%	U-238	Ra-226	Th-232	K-40
	1989	100				
China	18.5	11.4	150	150	25	
Christmas Isl			330	300	7	
Israel	2.7	1.7	1500-1700			
Jordanië	6.7	4.1	1300-1850			UNSCEAR, 1982
Jordanië			592	925		UNSCEAR, 1977
Jordanië			481-517	690-808		Woittiez, 1992
Marokko	18.1	11.1	1700	1700	30	
(2)			1500	1500	30	200
(3)			1700	1570	20	10
Nauru	1.2	0.7	810	850	7	
Senegal	2.3	1.4	1300	1400	67	
Togo	3.4	2.1	1300	1200	110	<100
Tunesië	6.6	4.1	590	520	92	
USSR, Kola	39.0	23.9				
apatiet (1)			90	40	91	170
(2)			70	70	92	
(3)			44	30	78	44
Fosforiet				390	25	230
USA	49.2	30.2				
Centr. Florida (1)			1500	1600	16	
(2)			1700	2100		
Nrd. Florida			800	1000		
Florida			1300	1270	30	48
Arkansas			370	410	52	
Idiho			1850	1800	30	
Montana			1400	1500	25	
North Carolina			960	670	40	
Oklahoma			300	370	30	
South Carolina			4800	4800	78	
Tennessee			150	150	20	
Utah			1600	1850	30	
Wyoming			2300	2300	10	

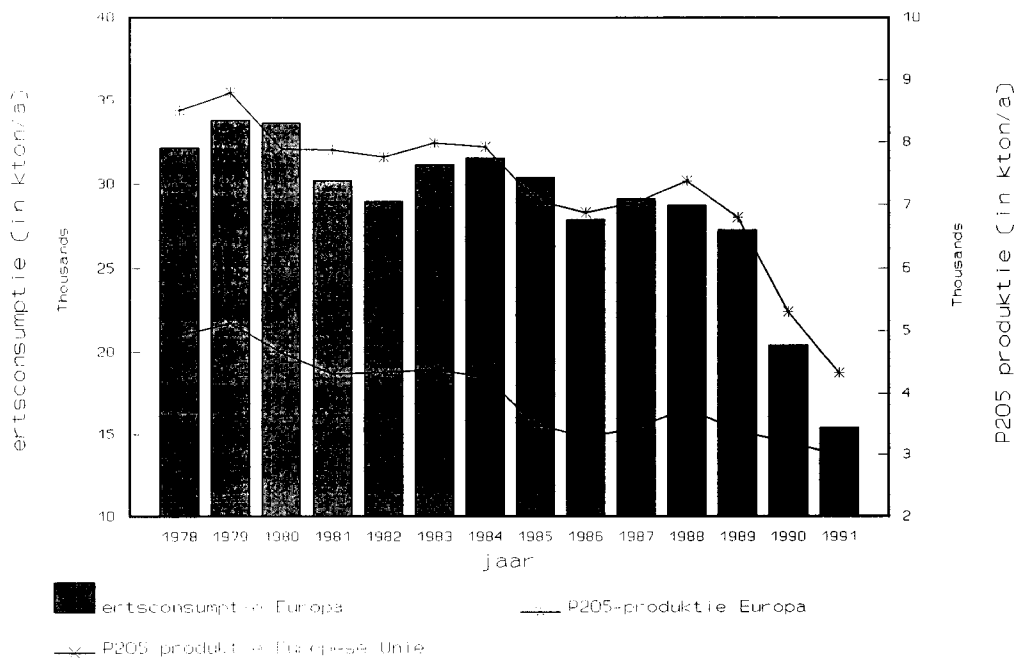
3.2 Output

Globaal is voor de produktie van 1 ton P_2O_5 ca 3 ton erts nodig, en hierbij komt ca 4 ton afvalgips vrij. De totale hoeveelheid gips die wereldwijd wordt geproduceerd bedroeg in 1979 130 Mton [OI94]. Volgens Despres werd in het midden van de jaren '80 circa 60% op land opgeslagen en ca 40% van de totale gipsproduktie geloosd in zee en kustwateren [De95]. Uitgaand van een gelijke verhouding erts ÷ gips betekent dit een wereldgipsproduktie van ca 170 Mton in 1991. In geheel Europa werd in 1991 ca 19 Mton gips geproduceerd.

Bij het natte procédé wordt voornamelijk gebruikt gemaakt van H_2SO_4 . Hierbij slaat gips (calciumsulfaat) neer en wordt de verdeling van zware metalen en radioactieve stoffen

ernstig verstoord. De ruwe effluenten zijn niet meer in radioactief evenwicht en bevatten grofweg 80% van de Ra-226, 15% U-238, en 30% Th-230. Bijlage 1 geeft een overzicht van de gemiddelde distributie van radionucliden in de verschillende produkten.

Per ton fosforzuur ontstaat bij het natte proces globaal ca 4 ton gips (CaSO_4). Een fabriek met een capaciteit van 1000 ton erts per dag produceert op jaarbasis circa 240.000 ton fosfogips met een totale activiteit van circa $37 \cdot 10^{10}$ Bq Ra-226 [Ba93].



Figuur 1 Fosfaatertsverwerking en P_2O_5 -productie in Europa en de Europese Unie (EU) in de periode 1978-1991 [FAO91, FAO93].

Van een groot aantal landen is niet bekend hoeveel fosfogips jaarlijks werkelijk is geproduceerd. Wel is bekend hoeveel P_2O_5 is geproduceerd. Voor de schattingen van de hoeveelheid gips zal daarom worden uitgegaan van de verhouding erts ÷ P_2O_5 ÷ gips als $3 \div 1 \div 4$. Dit resulteert in een geringe overschatting omdat een klein deel van de hoeveelheid P_2O_5 mogelijk wordt verkregen uit het thermische proces.

De fosfaatertsverwerking in Europa is in de afgelopen 10-15 jaar geleidelijk afgenomen van ca 34 Mton in 1980 naar 17 Mton in 1991 [FAO93]. De daarmee samenhangende productie van P_2O_5 liep terug van bijna 9 Mton naar ruim 4 Mton. Figuur 1 geeft een overzicht van het verloop in de periode 1978-1991. Het aandeel van de Europese Unie in de totale P_2O_5 -productie werd met name in de periode 1988-1991 geleidelijk iets groter, voornamelijk door het (vrijwel) wegvallen van de productie in de voormalige DDR, Albanië en het halveren van de productie in Tsjechoslowakije, Hongarije en Polen.

4 VERWERKING VAN RESTSTOFFEN

Het fosfogips, dat als afval ontstaat, kan in principe voor velerlei doeleinden worden hergebruikt. Het wordt o.a. gebruikt in de landbouw als bodemverbeteraar, en bij de aanleg van wegen (als onderlaag). Het produkt kan gedehydrateerd worden, en verwerkt worden in bouwmaterialen.

Slechts een klein deel wordt ook werkelijk hergebruikt. Door het hoge gehalte radionucliden en zware metalen (o.a. het cadmium-gehalte is erg hoog) stuit dit namelijk op bezwaren. Verwerking tot gips voor de woningbouw is in ongezuiverde vorm (door de hoge radon-exhalatie) niet toegestaan. Verwerking tot niet-uitloegbare pellets die gebruikt kunnen worden als ophoogmateriaal is afhankelijk van de afzetmogelijkheden en regelgeving voor toepassing.

Met behulp van gipsconditioneringsinstallaties kunnen de radioactieve stoffen voor een groot deel uit het gips worden gehaald, waardoor toepassing in bouwmaterialen tot de mogelijkheden behoort. Op deze wijze wordt in België meer dan de helft van de totale nationale gipsproduktie verwerkt tot bruikbaar gips [O194].

Fabrieken die landinwaarts zijn gelegen slaan hun afvalgips doorgaans op in grote opslagplaatsen (10-100 ha groot, 8-10 m hoog). Onder andere in Spanje en Portugal wordt op deze wijze fosfogips op land opgeslagen [Ca93].

Bij opslag op land kan het radioactieve materiaal echter langs vier wegen in het milieu terecht komen:

- 1 afspoelen of uitlogen met regenwater naar oppervlakte- of grondwater
- 2 verwaaien van droog materiaal met de wind
- 3 direct contact met wild indien aanwezig.
- 4 exhalatie van radon

De accumulatie van Ra-226 in het gips vereist een zeer effectieve pH controle van de opslag. In opslagplaatsen is het Ra-226 als RaSO_4 namelijk weliswaar redelijk onoplosbaar gebonden, maar door de aanwezigheid van Ca^{2+} en van carbonaten kan uitloging naar het grondwater en afspoeling naar oppervlaktewater optreden.

Een andere veel voorkomende wijze van 'verwerking' van fosfogips is lozing in het oppervlaktewater. Hierbij wordt het gips in de vorm van 'slurry' in verdunde vorm geloosd.

In de volgende paragrafen wordt per land aangegeven hoe deze met het geproduceerde gips omgaan.

4.1 Duitsland

Duitsland produceerde in 1991 0,25 Mton P_2O_5 [FAO93]. Dit ging gepaard met naar schatting 1 Mton fosfogips. Volgens Depres loost Duitsland geen afvalgips uit de fosfaatindustrie naar oppervlaktewater [De95]. Aangenomen wordt dat alle gips op land wordt opgeslagen.

4.2 Denemarken

In het verleden waren twee fosfaaterts verwerkende fabrieken in bedrijf. In 1991 produceerden zij nog 75 kton fosforzuur [FAO93]. Sinds 1992 zijn zij echter gesloten [De95].

4.3 Nederland

In Nederland wordt het fosfogips dat als reststof bij de productie van fosfaatkunstmest ontstaat voornamelijk geloosd op de Nieuwe Waterweg. In totaal ging het in 1992 om ca. 2,2 Mton per jaar.

Kemira verwerkt jaarlijks ca. 650 kton fosfaaterts uit Khouribga, Marokko met behulp van zwavelzuur volgens het zgn. hemihydraat-dihydraatproces, waarbij ca 1,2 Mton gips vrijkomt [SPIN92]. Dit wordt geloosd in de Nieuwe Waterweg. Kemira is in mei 1992 definitief overgestapt op een mengsel van 50% magmatisch erts en 50% sedimentair erts [OI94]. Dit heeft geleid tot een reductie van ca. 1,1 TBq/Ra-226 naar ca. 0,6 TBq Ra-226 per jaar (pers. commun. Havermans, 1995).

Hydro-Agri verwerkte in 1991 ca 700 kton erts uit Florida [SPIN92]. Hierbij werd ca. 1 Mton gips geloosd. Volgens Woittiez maakt Hydro-Agri sinds 1992 gebruik van Jordaans erts. Over de concentratie radionucliden in het Jordaans erts en dus de concentratie in het afvalgips kan op basis van de beschikbare gegevens geen eenduidige uitspraak worden gedaan.

In de toelichting op de vergunningaanvraag gaat Hydro Agri bij gebruik van 100% Jordaans erts uit van een maximale Ra-226 activiteit in het fosfogips van 500 Bq/kg. Woittiez rapporteert een activiteit in dit gips van 533-800 Bq/kg. In 1994 loosde Hydro Agri nog 565 kton fosfogips, met 0,25 TBq Ra-226, 0,25 TBq Pb-210 en 0,25 TBq Po-210 [Ti94]. Het is Hydro Agri volgens de uitspraak van de Raad van State toegestaan maximaal 400 GBq Ra-226, 400 GBq Po-210 en 400 GBq Pb-210 te lozing naar het oppervlaktewater. Vanaf 1 januari 1997 dient het bedrijf maatregelen getroffen te hebben die leiden tot een zo groot mogelijke beperking van de lozingen van radionucliden naar het oppervlaktewater (ALARA-principe).

Met ingang van 1994 is door Hydro Agri de productie van nitro-ammoniumfosfaat op basis van fosfaaterts beëindigd. Voor de fabricage van dit nitro-ammoniumfosfaat wordt dan fosforzuur ingekocht, en bij de verwerking hiervan ontstaat geen afvalgips meer

[SPIN92]. Voor zover bekend werd ca 10-15% van de totale hoeveelheid P_2O_5 als nitro-ammoniumfosfaat geproduceerd. Mogelijk leidt dit dus tot een afvalgips-reductie van ca $60 \cdot 4 = 240$ kton gips (gebaseerd op de laatst beschikbare nitro-ammonium-productiecijfers, ca 60 kton in 1984).

4.4 België

België kent verschillende fosfaatverwerkende bedrijven. Vanuit één fabriek wordt ca 0,3 Mton afvalgips geloosd in de Westerschelde (nabij Zandvliet)[Kö93].

Prayon Rupel (gelegen nabij Luik) produceert ca 0,8 Mton gips per jaar. Met het huidige gebruik van 50% Zuid-Afrikaans erts is het radiumgehalte in dit afvalgips gedaald van ca 1100-1500 Bq/kg naar minder dan 750 Bq/kg [OI94]. Prayon Rupel verwerkt hiervan ca 550 kton in een gipsconditioneringsinstallatie, waar het wordt ontdaan van radioactieve elementen, tot gips dat in de gipsverwerkende industrie kan worden gebruikt. Het gips bevat dan nog ca 185 Bq/kg [OI94]. Niet duidelijk is wat er met het afval uit deze installatie gebeurt. De resterende 250 kton afvalgips wordt gestort op een speciale stortplaats nabij Engis.

4.5 Spanje

Jaarlijks verwerkt Spanje in twee fabrieken ca 1,6 miljoen ton erts, voornamelijk van Marokkaanse oorsprong [De95]. Nabij de locatie Huelva, zuid-west Spanje, wordt jaarlijks ca 2 Mton afvalgips geproduceerd, dat op land wordt opgeslagen, op de oevers van de rivieren Odiel en Tinto. Vele miljoenen tonnen gips zijn inmiddels opgeslagen op een oppervlakte van ca 800 ha [Ca93]. Deze opslag is onafgeschermd. Naar schatting 0,4 Mton gips komt per jaar in de Odiel en Tinto terecht [De95].

De gemeten concentraties in gips bedragen 2700 Bq/kg Po-210, 2000 Bq/kg Ra-226 en 900 Bq/kg U-238. De oorzaak van deze hoge concentraties is waarschijnlijk te vinden in het andere proces dat wordt toegepast. Spanje werkt waarschijnlijk volgens het hemihydraat-proces, waarbij het uranium-gehalte van het gips een factor 1,6 hoger is dan bij het hemidihydraat-proces, zoals dat door vele andere landen wordt toegepast [Ma94].

4.6 Frankrijk

In de afgelopen jaren is jaarlijks ruim 3 Mton fosfogips in La Baie de Seine geloosd. In het begin van de jaren 1990 is dit gestopt (de laatste fabriek stopte hiermee in september 1992), en sindsdien wordt het geproduceerde gips uitsluitend op land opgeslagen [De95].

4.7 Ierland

Sinds 1988 bezit Ierland geen fosfaatverwerkende industrie meer. Tot dan toe werd

fosfogips geloosd in de Ierse Zee [De95]. De laatste jaren ging het nog om een gipsproduktie van ca 12 kton/a.

4.8 Noorwegen

De P_2O_5 produktie is gestegen van 140 kton in 1978 naar 252 kton in 1991 [FAO93]. Dit laatste betekent een gipsproduktie van ca 1 Mton/a. De Noorse fosfaatverwerkende industrie loost geen afvalgips in zee [De95]. Aangenomen moet worden dat de totale produktie derhalve op land opgeslagen of verwerkt wordt.

4.9 Portugal

Portugal slaat fosfogips al sinds lange tijd op land op bij Barreiro (nabij Lissabon) aan de Taag [Kö93]. In 1991 produceerde het ca 39 kton P_2O_5 [FAO93]. Dit ging gepaard met naar schatting 160 kton fosfogips.

De activiteit van het gips bij de gipsopslag aan de Taag bedraagt in Bq/kg [Ga93]:

U-238	U-234	Ra-226	Pb-210	Po-210
150	150	1000	600	600

Een onbekende hoeveelheid nucliden verdwijnt middels afspoeling van weer opgelost gips in de Taag. Dit leidt tot een U-238-concentratie in het water van 17 Bq/m³ (tegenover 1 Bq/m³ in een schone rivier) [Ga93].

4.10 Zweden

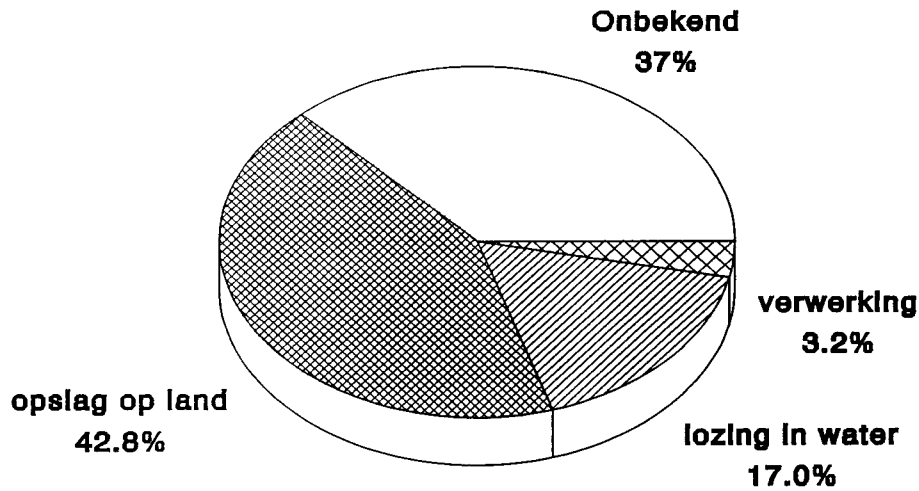
Zweden bezit één fosfaatverwerkende fabriek en deze gebruikt (magmatisch) erts afkomstig uit Kola. Het geproduceerde fosfogips wordt opgeslagen op land. Volgens de Zweedse overheid is de hoeveelheid radium die geloosd wordt in het oppervlaktewater verwaarloosbaar [De95].

4.11 Groot Brittannië

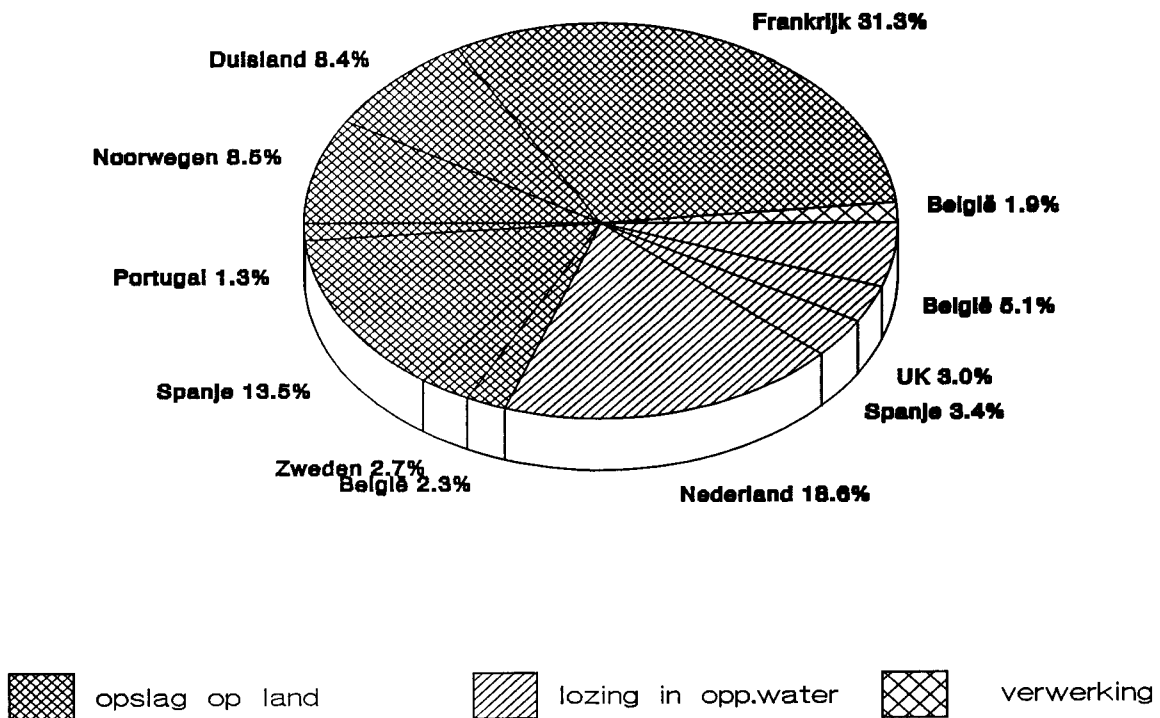
Groot-Brittannië produceerde in 1991 90 kton P_2O_5 [FAO93]. Dit ging gepaard met naar schatting 360 kton fosfogips die in zee wordt geloosd. Aangenomen dat dit afkomstig is van Marokkaans erts, betekent dit een geschatte lozing van 0,36 TBq/a Ra-226. Zeer recent is Groot-Brittannië geheel gestopt met de verwerking van fosfaaterts ten behoeve van de kunstmestproduktie. Er wordt nu direct fosforzuur ingekocht. Bij de produktie van kunstmest uit fosforzuur komt geen gips vrij.

4.12 Totaaloverzicht

In totaal werd er in Europa in 1991 ca 19 Mton fosfogips geproduceerd. Ruim 42% hiervan werd opgeslagen op land, 17% werd geloosd in het oppervlaktewater, ruim 3% werd geschikt gemaakt voor verwerking in o.a. bouwmaterialen. Van 37% is niet bekend wat er mee gebeurde. Zie figuur 2.



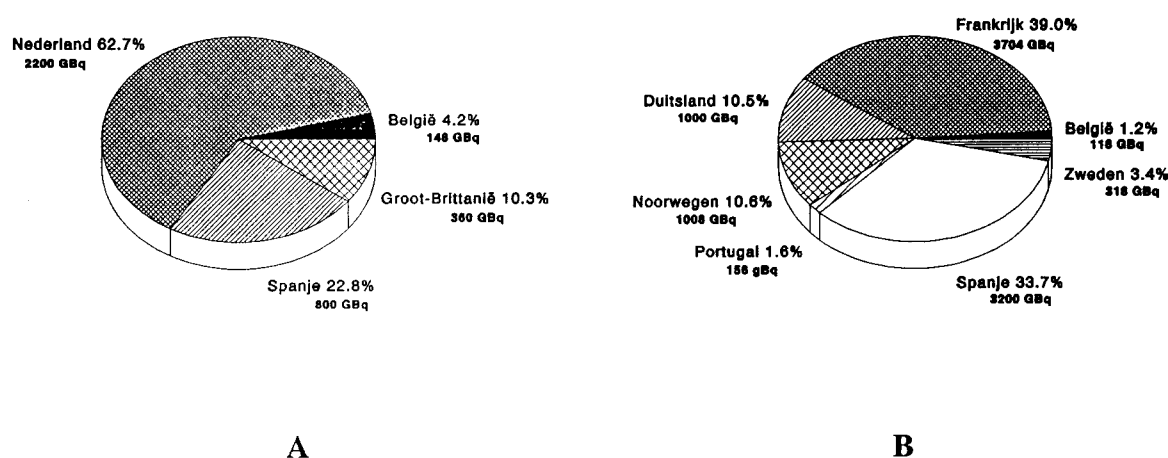
Figuur 2 Lozing van fosfogips in Europa. Procentuele verdeling over opslag op land, lozing in oppervlaktewater en verwerking.



Figuur 3. Wijze van verwerking van fosfogips in 9 Europese landen in 1991. Gezamenlijk leveren zij ca. 63% van de totale Europese fosfogipsproductie.

Van 9 landen zijn gedetailleerde gegevens aangetroffen. In figuur 3 is aangegeven hoe deze landen met hun fosfogips omgaan. Gezamenlijk leverden zij ca 63% van de totale fosfogipsproduktie in Europa (situatie 1991).

Uit bovenstaande gegevens, aangevuld met schattingen aan de hand van FAO-gegevens over fosfaatertsconsumptie en kunstmestproduktie (zie bijlage 2 en 3) zijn de tabellen 2 en 3 samengesteld. Deze bieden een overzicht van de geproduceerde hoeveelheid fosfogips, en de daarin aanwezige radioactiviteit. Figuur 4a en 4b geven de verdeling van Ra-226 over opslag op land en lozing in het oppervlaktewater, zoals dat in 1991 door de 9 genoemde landen heeft plaatsgevonden.



Figuur 4 Ra-226 emissie uit fosfogips naar oppervlaktewater (A) en naar opslag op land (B) door 9 Europese landen. Situatie 1991.

Meer dan 62% van de door de aangegeven landen in het oppervlaktewater geloosde Ra-226 was in 1991 afkomstig van Nederlandse bedrijven. De totale activiteit (ca 3,5 TBq) werd door 4 landen geloosd. Zeven van de negen onderzochte landen sloegen (een gedeelte van) de geproduceerde fosfogips op land op. Spanje (33,7%) en Frankrijk (39%) zijn hierbij de landen die de meeste Ra-226 opsloegen.

Tabel 2 Overzicht van de totale Europese import van fosfaaterts, de productie van kunstmest (uitgedrukt in P_2O_5), de geschatte fosfogipsproductie en de daaraan verbonden totale activiteit van vijf radionucliden

	import ruwe erts in kton 1991	geschatte productie fosfogips in kton 91/92)	Totale activiteit in fosfogips in GBq				
			U-238	U-234	Ra-226	Pb-210	Po-210
Europa	15438	17329					
Albanië	24	31					
Oostenrijk	297	284					
België-Luxemburg	2214	1100	92	0	87	41	32
Bulgarije	82	147					
Tsjechoslowakije	145	188					
Denemarken	112	300					
Finland	54	649					
Frankrijk	2969	3704	578	578	3704	3482	2741
Duitsland	704	1000	156	156	1000	940	740
Griekenland	663	768					
Hongarije	47	203					
Ierland	4	0					
Italië	587	1556					
Nederland	2029	2200	343	343	2200	2068	1628
Noorwegen	698	1008	157	157	1008	948	746
Polen	604	1010					
Portugal	160	156	23	0	156	94	94
Roemenië	644	912					
Spanje	1973	2000	1800	0	4000	4000	0
Zweden	380	318	50	50	318	299	236
Zwitserland		12					
UK	341	360	56	56	360	338	266
Joegoslavië	707	900					
Totaal		18807	3256	1340	12834	12210	6483

*) Indien geen gedetailleerde gegevens voorhanden waren is deze geschat uit de ertsconsumptie en P_2O_5 productie [FAO93] op basis van de verhouding P_2O_5 : fosfogips als 1 : 4.

Tabel 3 Verdeling van de activiteit van vijf radionucliden over opslag op land en lozing in oppervlaktewater

	Lozing			totale lozing in kton	totale gewicht in kton			totale activiteit op land in GBq						totale activiteit in opp. water in GBq					
	% land	% water	% verwerkt		land	water	verwerkt	U-238	U-234	Ra-226	Pb-210	Po-210	U-238	U-234	Ra-226	Pb-210	Po-210		
België-Luxemburg	20	25	55	1100	220	275	605	18,48	17,16	118,25	111,65	81,40	23,10	21,45	147,81	139,56	101,75		
Frankrijk	100	0	0	3704	3704	0	0	577,82	577,82	3704,00	3481,76	2740,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Duitsland	100	0	0	1000	1000	0	0	156,00	156,00	1000,00	940,00	740,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Nederland	0	100	0	2200	0	2200	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	343,20	343,20	2200,00	2068,00	1628,00		
Noorwegen	100	0	0	1008	1008	0	0	157,25	157,25	1008,00	947,52	745,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Portugal	100	0	0	156	156	0	0	23,40		156,00	93,60	93,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Spanje	80	20	0	2000	1600	400	0	1440,00		3200,00	3200,00		360,00	0,00	800,00	800,00	0,00		
Zweden	100	0	0	318	318	0	0	49,68	49,68	318,46	299,35	235,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
UK	0	100	0	360	0	360	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,16	56,16	360,00	338,40	266,40		
			Totaal:	11846	8006	3235	605	2423	958	9505	9074	4638	782	421	3508	3346	1996		
			%	63	68	27	5												

5 CONCLUSIES

Van negen Europese landen zijn gegevens aangetroffen over de fosfogipsproduktie, aard van de lozingen en/of daarmee gepaard gaande radioactiviteit. Van enkele landen was bekend wat de herkomst van de erts was, waardoor de activiteit in het gips redelijkerwijs geschat kon worden. Bij gebrek aan dergelijke gegevens van de overige landen is waar nodig gebruik gemaakt van de door de FAO gerapporteerde gegevens over ertsproductie, -consumptie en P_2O_5 produktie. Deze jongste gegevens zijn die van 1991.

Gegevens per fabriek zijn slechts in enkele gevallen aangetroffen. Over de financiële kant van opslag, lozing of verwerking zijn geen gegevens aangetroffen.

De betreffende negen landen leveren gezamenlijk naar schatting 63% van de totale fosfogipsproduktie in Europa, en levert derhalve een representatief beeld van de wijze waarop in Europa omgegaan wordt met het fosfogips, en om welke hoeveelheden radioactiviteit het hier gaat.

De gepresenteerde activiteiten in fosfogips zijn voor een belangrijk deel berekend uit gerapporteerde nuclidengehalten in monsters fosfogips van verschillende herkomst. De hier gepresenteerde waarden kunnen dan ook niet als absoluut worden beschouwd maar geven een indicatie van de werkelijke waarde.

Europa produceerde in 1991 in totaal ruim 4 Mton P_2O_5 , hetgeen gepaard ging met een geschatte fosfogips produktie van 19 Mton [FAO93]. De totale Europese kunstmestproduktie neemt sinds 1988 af. De daaraan gekoppelde hoeveelheid fosfogips wordt voor een belangrijk deel op land opgeslagen.

Van negen landen waarvan in het kader van dit onderzoek gedetailleerde kwantitatieve gegevens zijn aangetroffen (België, Frankrijk, Duitsland, Nederland, Noorwegen, Portugal, Spanje, Zweden en Groot-Brittannië) bedroeg de gezamenlijke geschatte fosfogipsproduktie in 1991 ca 11,8 Mton (deze landen dragen samen voor ca 63% bij aan de totale Europese fosfogipsproduktie). Hiervan werd 27% geloosd in het oppervlaktewater (3,2 Mton); 68% werd op land opgeslagen (8 Mton), en 5% (0,6 Mton) werd verder verwerkt tot produkten die geschikt waren voor gebruik in de bouw, wegeaanleg etc. Dit laatste vond voor zover bekend uitsluitend plaats in België, door toepassing van een gipsconditioneringsinstallatie, waarmee o.a. radionucliden uit het fosfogips worden verwijderd.

6 REFERENTIES

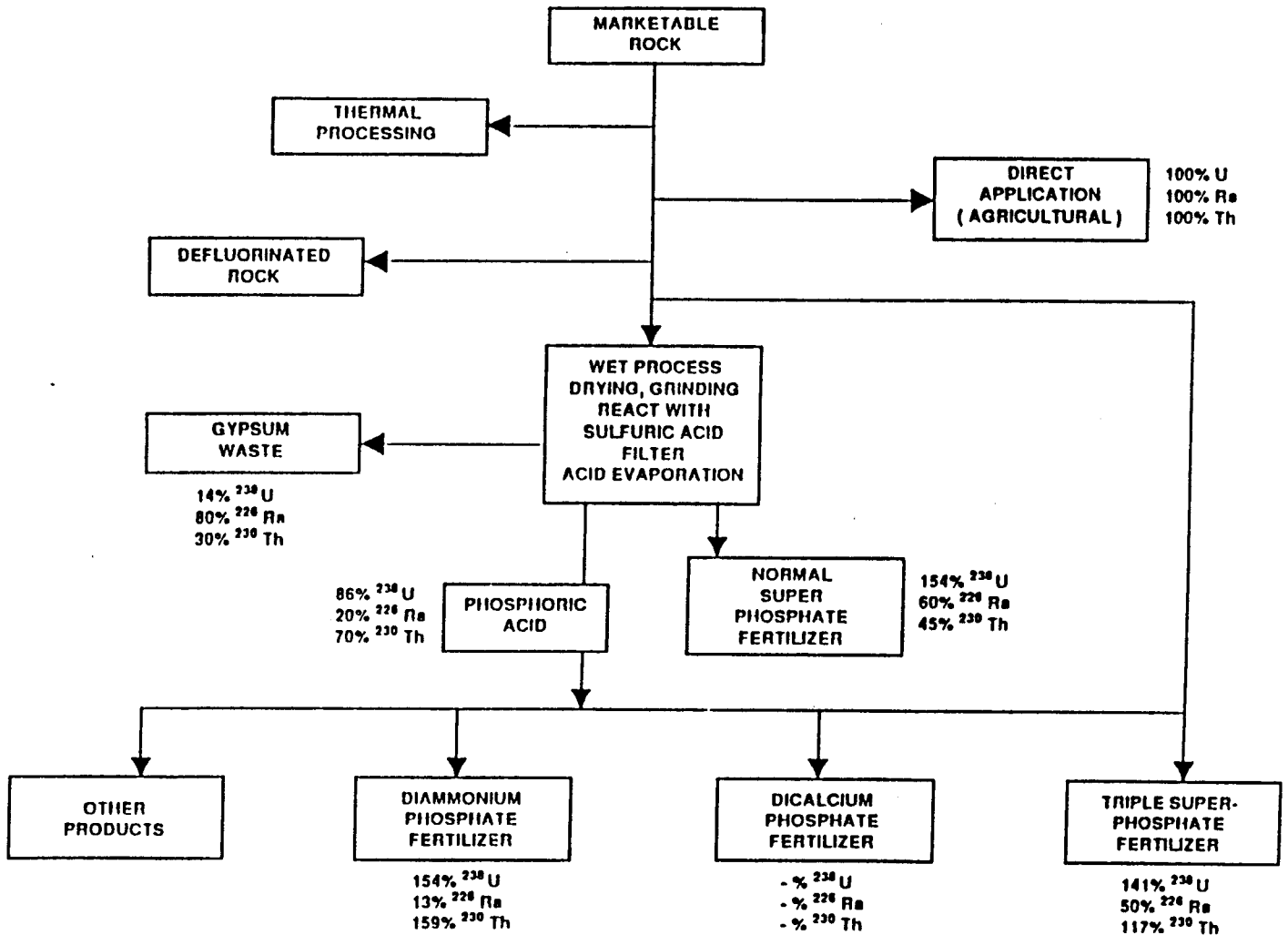
- Ba93 Baetslé, L.H. Study of the radionuclides contained in wastes produced by the phosphate industry and their impact on the environment. In: Proceedings of the International symposium on Remediation and Restauration of Radioactive-contaminated Sites in Europe, Antwerp, 11-15 October 1993. Doc XI-5027/94 of the European Commission, 1994, pp 233-251.
- Be88 Berenschot BV. Eindrapportage Bedrijfstakgewijze Milieustudie kunstmeststoffenindustrie. VROM-rapport 10; Publicatiereeks Milieubeheer, Den Haag, 1988.
- Ca93 Cancio, D.; Gutierrez, J.; Ruis, C.; Sainz, A. Radiological considerations related with the restauration of a phosphogypsum disposal site in Spain. In: Proceedings of the International symposium on Remediation and Restauration of Radioactive- contaminated Sites in Europe, Antwerp, 11-15 October 1993. Doc XI-5027/94 of the European Commission, 1994, pp 645-651.
- De95 Depres, A; Rieutord, P. Discharges of radioactive substances by non-nuclear industries. Paper presented at the Meeting of the Working group on radioactive substances, of the Oslo and Paris convention for the prevention of marine pollution. Lisbon, 1-3 februari 1995.
- FAO91 FAO Yearbook Fertilizers 1990, Rome, 1991
- FAO93 FAO Yearbook Fertilizers 1992, Rome, 1993
- Ga93 Galvão, Behaviour of Polonium-210 and Lead-210 in the European Marine Environment Application of bioindicators. Contract Bi7-007 part 4 Final Report to the CEC Euratom. 1991/1992.
- Ha95 Havermans, P. (RWS, directie Zuid Holland) Persoonlijke communicatie. 7 maart 1995.
- Kö93 Köster, H. Behaviour of Polonium-210 and Lead-210 in the European Marine Environment Application of bioindicators. Contract Bi7-007 part 1 Final Report to the CEC Euratom. 1991/1992.
- Lem94 Lembrechts, J.; Stoop, P.; Pennders, R.; Bartels, C. Radiological consequences of elevated levels of ²²⁶Ra in the Rijmond area (the Netherlands). Presented at Nationaal Symposium Bodemonderzoek, Lunteren, 6-7 december, 1994.
- Ma94 Martynowicz, E.T.M.J. Impurity uptake in calcium sulfate during phosphoric acid processing. Thesis. Delft University, 1994.
- OI94 Oliemans, P. Fosforzuurproductie en afvalstromen. Het productieproces van Prayon Rupel te Engis (België). Stichting Reinwater, 1994
- Sch94 Scholten, L.C. Een stralingshygiënist tussen agrariërs. Impressies van een symposium over kunstmest en milieu. NVS-nieuws 1994, 5: 15-16.
- SPIN92 Samenwerkingproject Procesbeschrijvingen Industrie Nederland. Procesbeschrijvingen Nederland. Productie van fosfaatmeststoffen. Ministerie van VROM, V&W (DGW) en RIVM, 1992.

- Ti94 Timmermans C.W.M. Radioactieve verontreiniging van baggerspecie ten gevolge van lozingen door Hydro-Agri Rotterdam BV. Een nadere beschouwing van een eerder uitgevoerde risico-analyse, KEMA-rapport nr. 40206-NUC-93-5924, januari 1994.
- UN82 UNSCEAR, Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly, 1982
- Wo92a Woittiez, J.R.W. De bepaling van de doorzet aan natuurlijke radioactiviteit bij fosforzuurfabricage volgens het natte proces. deel 1: De fosforzuurfabriek van Hydro Agri Rotterdam te Vlaardingen. IRI-rapport, mei 1992
- Wo92b Woittiez, J.R.W. De bepaling van de doorzet aan natuurlijke radioactiviteit bij fosforzuurfabricage volgens het natte proces. deel 2: De fosforzuurfabriek van Hydro Agri Rotterdam te Vlaardingen. IRI-rapport, mei 1992

Bijlage 1 Distributie van radionucliden over de producten in het natte procede.

Radioactivity and technological enhancement in wet process products

WET PROCESSING OF PHOSPHATE ROCK RADIOACTIVITY



Bijlage 2 Fosfaateris consumptie

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Europa	32182	33829	33649	30201	28956	31169	31554	30406	27898	29123	28721	27269	20400	15438
Albanië	100	61	42	75	106	80	61	59	95	105	87	108	114	24
Oostenrijk	314	410	395	421	352	442	470	425	422	350	328	426	440	297
België-Luxemburg *	1941	2155	2326	2252	2089	2317	2578	2482	2287	2528	2412	2321	2270	2214
Bulgarië	1137	1141	786	960	758	837	756	723	629	498	752	623	304	82
Tsjechoslowakije	935	890	983	776	840	868	787	835	842	696	748	720	263	145
Denemarken *	282	265	312	338	261	286	316	329	198	228	270	219	173	112
Finland	430	675	739	611	727	825	865	893	718	689	733	702	112	54
Frankrijk *	4966	5386	5450	4552	4455	4515	4654	4254	3567	3754	3655	3578	3153	2969
Duitsland FR *	2441	2584	2560	2210	1931	2031	1933	1943	1579	1445	1158	1208	1395	704
Duitsland NL	1422	1536	1301	1276	1161	1126	1105	1116	1201	1167	1229	1179		
Griekenland *	686	672	609	549	359	126	394	203	357	801	308	451	713	663
Hongarije	759	595	672	674	568	649	646	576	585	712	544	523	328	47
Ierland *	105	106	87	37	10	3	7	7	5	3	1	6	5	4
Italië *	1619	1625	1640	1377	1162	1554	1449	1296	1389	1303	1164	1057	851	587
Nederland *	2208	2451	2485	2138	1949	2159	2366	2388	2053	2213	2460	2367	2236	2029
Noorwegen	419	427	477	402	461	415	507	452	446	475	512	600	520	698
Polen	3232	3327	3242	2938	3278	3176	2965	3261	2970	3482	3401	3319	1411	604
Portugal *	390	390	457	343	397	302	365	342	308	325	263	235	169	160
Roemenië	2558	2907	2726	2695	2388	2922	2838	2730	3051	2564	2591	2659	1577	644
Spanje *	2960	2932	2607	2399	2391	2485	2898	2775	2169	2829	2867	2422	2080	1973
Zweden	592	633	602	654	729	754	811	839	647	819	748	706	650	380
Zwitserland	11	13	13	10	7	6	6	6	5	5	2	3	2	
UK *	1772	1752	1755	1456	1312	1489	1340	1160	936	758	747	602	548	341
Joegoslavië	903	896	1383	1058	1265	1802	1437	1312	1439	1374	1741	1235	1086	707
Consumptie Finland en Zweden in 1990 en 1991 is exclusief de eigen produktie														
*) Europese Unie:	19652	20583	20600	17989	16577	17553	18616	17508	15046	16415	15575	14685	13766	11868

Bijlage 3 Fosfaatkunstmestproductie

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Wereld	31331,4	33263,0	34514,7	31686,4	32117,3	35097,0	36491,0	34640,0	37370,3	39139,5	41202,8	39515,8		
Europa	8503,5	8793,8	7887,0	7882,3	7762,1	7983,9	7925,2	7077,9	6880,9	7042,3	7381,3	6802,4	5308,5	4332,3
Albanië	23,7	22,6	21,0	6,0	22,8	25,0	18,0	18,0	18,0	26,7	25,0	24,3	25,5	7,7
Oostenrijk	10,4	107,8	105,0	95,5	95,4	110,1	99,1	75,3	109,3	105,0	110,0	85,0	70,0	71,0
België-Luxemburg	* 592,0	618,0	590,0	530,0	460,0	515,0	364,0	361,0	38,9	368,0	325,0	332,5	362,0	340,0
Bulgarië	282,7	282,3	21,6	257,6	238,9	204,1	211,1	171,7	132,4	128,0	178,6	168,8	46,6	36,9
Tsjechoslowakije	367,3	357,5	361,0	340,5	335,4	326,2	343,7	359,6	335,0	306,9	313,0	320,0	311,3	47,1
Denemarken	* 105,6	115,3	134,9	107,8	130,4	146,6	170,2	151,2	121,3	15,0	130,0	136,2	81,1	75,0
Finland	165,2	185,7	159,2	184,6	216,9	238,7	250,4	243,3	225,8	230,6	216,3	183,3	171,9	162,3
Frankrijk	* 1357,0	1364,0	1351,0	1300,0	1200,0	1230,0	1168,0	1023,0	1000,0	955,0	1116,0	1025,0	916,0	926,0
DuitslandFR	* 695,9	734,6	686,7	559,4	563,9	552,2	492,5	44,3	379,8	362,0	339,2	307,2	294,0	250,0
DuitslandNL	412,6	410,9	369,7	359,7	286,2	315,0	308,4	299,2	309,2	291,2	299,7	287,5		
Griekenland	* 207,5	188,9	17,4	143,4	166,7	193,7	186,4	185,0	191,2	203,7	206,3	198,0	198,6	191,9
Hongarije	238,8	224,7	216,0	233,6	223,5	233,3	220,4	192,4	207,0	244,0	230,4	220,0	109,0	50,9
Ierland	* 49,7	41,6	44,0	37,3	12,6	15,3	8,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Italië	* 392,4	523,8	446,9	395,1	475,8	452,5	427,2	380,9	351,2	450,2	412,1	266,0	426,7	389,0
Nederland	* 414,2	363,6	327,6	324,6	344,6	387,0	400,0	360,0	325,0	334,0	378,7	378,4	365,0	345,0
Noorwegen	140,8	146,3	142,7	147,5	162,6	163,3	164,0	165,3	151,5	168,0	195,9	229,9	228,7	252,0
Polen	1026,4	931,0	842,5	866,1	868,1	871,6	868,7	888,8	947,9	942,5	962,1	946,0	467,0	252,4
Portugal	* 103,3	115,3	102,2	93,9	90,4	7,9	75,6	81,0	69,8	79,6	60,8	76,7	63,3	39,0
Roemenië	660,0	709,0	687,0	717,0	584,0	733,0	765,0	788,0	790,0	690,0	725,3	647,7	387,3	228,0
Spanje	* 493,1	478,0	497,3	371,6	449,2	409,8	463,9	480,7	429,1	451,1	419,0	368,2	293,0	270,6
Zweden	123,5	128,5	132,2	119,3	129,9	140,1	139,9	112,7	99,0	120,2	122,1	108,0	108,0	79,6
Zwitserland	3,2	3,3	3,0	2,8	2,7	3,7	3,7	3,5	2,7	2,6	2,7	2,4	2,5	3,0
UK	* 420,6	472,0	326,0	346,0	324,0	327,0	347,0	286,0	264,0	200,0	248,0	172,0	128,0	90,0
Joegoslavië	217,6	269,0	302,0	343,0	378,0	382,7	430,0	404,0	380,0	365,0	365,2	319,3	253,0	225,0
*)Europese Unie:	4937	5130,5	4658,9	4316,9	4348	4383,7	4272,9	3507,2	3294,5	3436,7	3765,1	3396,4	3208,8	2991,4