

HANDBOEK
HACCP SYSTEEM
Luierrecycling d.m.v. TDH-situatie ARN te Weurt
Afvalenergiecentrale ARN B.V.

Bedrijfsgegevens: Afvalenergiecentrale ARN B.V.

Nieuwe Pieckelaan 1

6551 DX Weurt

T: 024-3717171

KVK: 10029188

Copyright:

Niets uit dit handboek mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, microfilm, fotokopie of op welke wijze dan ook aan derden ter inzage worden gegeven zonder schriftelijke toestemming van Elsinga Beleidsplanning & Innovatie B.V.

Distributie:

- Dit handboek is opgesteld voor de Thermische Druk Hydrolyse (TDH)
- Ondergetekende verklaart zich verantwoordelijk voor het up-to-date houden van de inhoud van dit handboek en het uitvoeren van de beschreven procedures

Datum:

Handtekeningen bevoegde personen

.....

Inhoudsopgave

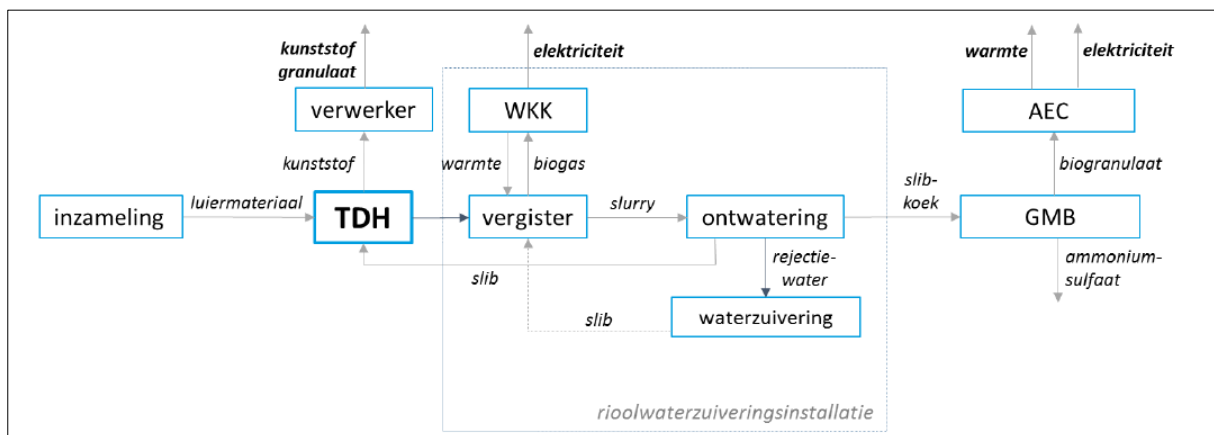
Inleiding	4
1 Samenstelling HACCP-team	8
2 Beschrijving grondstoffen en eindproducten	8
2.1 Beschrijving verwerkte producten	8
2.2 Beschrijving eindproduct	9
2.3 Behandeling luiers, incomateriaal en RWZI-slib	10
2.4 Opslag van aangevoerde luiers, incomateriaal, RWZI-slib, geproduceerde agglomeraten en gehygiëniseerde slurry	10
2.5 Microbiologische criteria en criteria medicijnresten*	11
3. Beschrijving bedoeld gebruik eindproducten	11
4. Stroomschema's	11
5. Bevestigen stroomschema's	19
6. Gevaren	19
6.1 Gevaren algemeen	19
6.2 RWZI-slib	19
6.3. Luiers en incontinentiemateriaal	27
6.4 Andere kunststofstromen* en afgekeurde luiers en incontinentiematerialen**	39
6.5 Samenvatting door het HACCP team erkende gevaren:	40
6.6 Risico analyse op basis van waarschijnlijkheid maal effect van de genoemde gevaren.	40
7 Inventarisatie beheersmaatregelen en beheersing risico's	42
7.1.1 Algemene beheersmaatregelen route I, TDH	43
7.1.2 Kritische en niet-kritische beheerspunten	44
8. CCP en kritische grenswaarden CCP	45
9. Bewakingsprocedures	46
10. Corrigerende maatregelen	46
10.1 Berekening afvoerwaardig	46
10.2 Berekening niet afvoerwaardig	46
11. Verificatie	46
12. Documentatie en registratie	47
13. Referenties	50
Bijlage 1. Fotoserie PMD*	53
Bijlage 2: Filmserie AVI-bodemas	53

OVERZICHT WIJZIGINGEN			
Versie	Beschrijving van de wijziging	Auteur	Datum
01	Oorspronkelijke uitgave	R.H.N. Morssinkhof & W. Elsinga, Elsinga Beleidsplanning en Innovatie	08-02-2018
02			

Inleiding

Dit document beoogt een systematische beheersing van de risico's die samenhangen met de recycling van gebruikte luiers en incontinentiemateriaal, samen met RWZI-slib. Dit noemen we de basisroute. De resulterende eindproducten zijn:

- biogas voor toepassing in een WKK,
- biogranulaat (vergiste en gecomposteerde slurry uit de TDH-reactor voor toepassing als biomassa in kolencentrales of cementovens,
- ammoniumsulfaat (kunstmest), hetgeen ontstaat bij het composteren uit de procesluchtreiniging en wordt toegepast als kunstmest en
- kunststof agglomeraten die worden toegepast als grondstof voor de productie van kunststofgranulaat dat wordt toegepast in tuinbouwproducten zoals bloempotten en in bitumen dakbedekking.

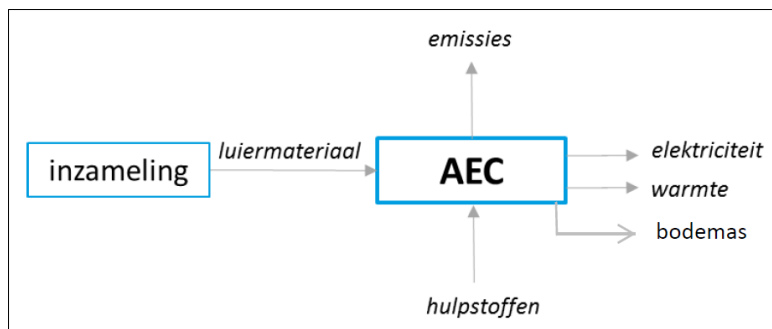


Figuur 1 - verwerking van luiers en incomateriaal met TDH, tot kunststofgranulaat, biogas en biogranulaat [1].

Als luiers en incontinentiematerialen voor verwerking in de TDH worden afgekeurd is het vergund ze te verwerken in de Afval Energie Centrale (AEC) van ARN BV (hierna ARN) of een willekeurige andere AEC. De producten die dan ontstaan zijn:

- Stoom welke wordt omgezet in warmte en elektriciteit.
- AVI-bodemas, welke wordt opgewerkt voor toepassingen in de (wegen)bouw, metalen en dergelijke.

Van deze route wordt veelal voetstoots aangenomen dat die zonder risico's is, maar dat is niet zondermeer het geval. Immers geldt voor de opgewerkte bodemas dat 5,5% onverbrand mag zijn [33 & 34]. In de bodemas van de meeste AEC's zijn dan ook onverbrande materialen zichtbaar zoals plastic zakken, schoenen, papier en ... luiers. AVI-bodemas wordt gecontroleerd op zware metalen, PAK's, Dioxines en Vluchtige Organische Verbindingen. Toetsing op organische verbindingen wordt slechts eenmaal per jaar gedaan [33 & 34]. Daarom zullen we hieraan enige aandacht besteden.



Figuur 2 - verbranding van luiers en incomateriaal met energierugwinning [1].

De beschreven basisroute geldt als uitgangspunt voor ARN en heeft al een eerste afweging van risicobeheersing in de keten doorstaan aan de hand van een vergunningaanvraag bij het bevoegd gezag, welke resulteerde in de verlening van een omgevingsvergunning met specifieke voorschriften op het vlak van medicijnresten en pathogenen. Dit document kan concreet als HACCP-document door ARN worden toegepast voor de basisroute.

Start basisroute: aannames luiers en RWZI-slib op weegbrug bij ARN

Eindpunten:

- bloempotten, producten voor de tuinbouw of bestanddeel voor bitumen dakbedekking
- compost/biogranulaat bij GMB
- effluent-water bij RWZI
- biogas, WKK/fakkel bij RWZI
- kunstmest -> ammoniumsulfaat bij GMB

Specifieke verantwoordelijkheid ARN voor scope basisroute:

- acceptatie luiers en incomateriaal
- acceptatie RWZI-slib
- afvoer slurry en toepassing slurry
- afvoer kunststof agglomeraten en toepassing kunststof agglomeraten

Alternatieve route: de toegevoegde waarde van dit type analyses is aanmerkelijk wanneer in aanvulling op de basisroute een nieuwe route wordt toegevoegd, de compost-route. De bedoelde compost-route is gelijkwaardig aan het hiervoor beschreven vertrekpunt, maar in plaats van RWZI-slib wordt digestaat of compost van gft of mest gebruikt. En in plaats van biogranulaat als biobrandstof ontstaat dan digestaat of compost voor toepassing in de land- en tuinbouw. Ter wille van de overzichtelijkheid zullen we deze aanvullende route beschrijven in een separaat document. We beperken ons in dit document tot de basisroute.

Het opzetten en implementeren van een HACCP-systeem voor het betreffende proces is een goede basis voor het beheersen van eventuele risico's. De afkorting staat voor 'Hazard Analysis and Critical Control Points' (is Gevaren Analyseren en Kritieke Beheersingspunten). HACCP een door de WHO ontwikkelde internationaal erkende systematiek voor het produceren, beheren en afleveren van veilig voedsel.

Alle bedrijven die levensmiddelen produceren, bewerken, transporteren en/of opslaan zijn verplicht een HACCP-systeem in te voeren en te onderhouden. HACCP is dan ook in eerste instantie een systeem om de risico's voor de veiligheid van voedingsmiddelen te kunnen verminderen.

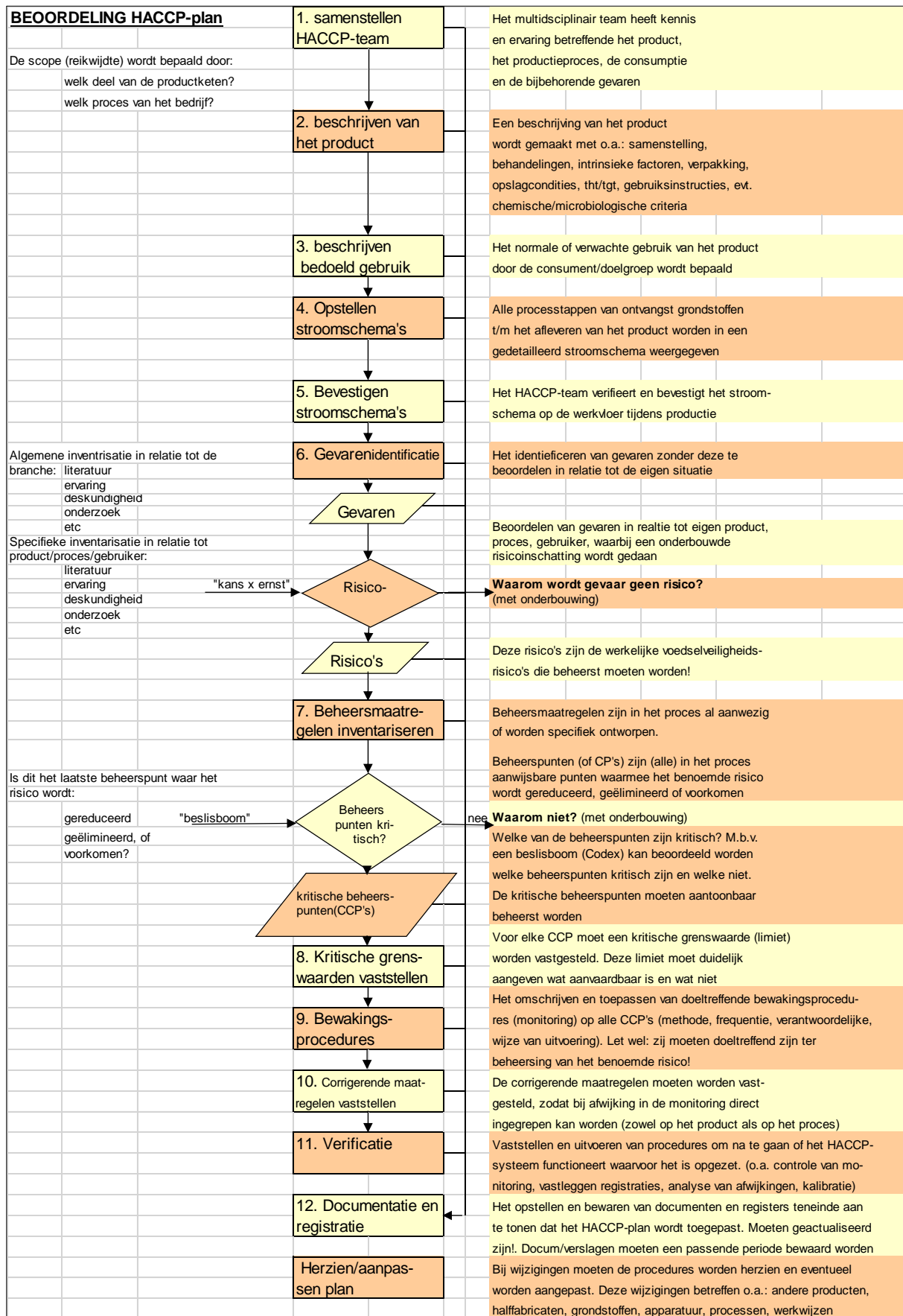
Behalve in de levensmiddelensector, wordt de systematiek van HACCP meer en meer toegepast op andere terreinen. Diervoederbedrijven passen HACCP toe voor het borgen van de veiligheid van diervoederproducten. Het toepassen van de systematiek van HACCP is zelfs een wettelijk voorschrift voor de verwerking van dierlijke bijproducten die niet bestemd zijn voor menselijke consumptie. Zo wordt HACCP nu toegepast door bedrijven die dierlijke bijproducten verbranden, hygiëniseren, composteren of vergisten.

Bij HACCP wordt het hele productieproces nagelopen op mogelijke gevaren voor de volks- en diergezondheid. Die gevaren worden in HACCP benoemd en de daaraan verbonden risico's worden beheerst.

Dit betekent dat de mogelijke gevaren verbonden aan het productieproces, aan de te verwerken grondstoffen en aan de geproduceerde producten in kaart gebracht moeten worden. Verder moeten de hieraan gekoppelde risico's geanalyseerd worden. Maatregelen en acties om (specifieke) risico's te beheersen moeten onderzocht en ingevoerd worden. Daarnaast moeten parameters met de daarbij behorende kritische grenswaarden vastgesteld en bewaakt worden. Tenslotte dient het HACCP-systeem te voorzien in de benodigde registraties waarmee de gewenste waarborg wordt aangetoond. Gegeven de volledigheid en beproefdheid van deze benadering en de brede toepasbaarheid hebben wij deze systematiek toegepast voor de verwerking van luiers en incontinentiemateriaal.

Elsinga Beleidsplanning en Innovatie BV	HACCP HANDBOEK LUIERRECYCLING D.M.V. TDH	Pagina: 6 / 53 Status: definitief Datum: 18-04-2018 Versie: 01
--	---	---

Dit HACCP-plan sluit aan op het schema "Beoordeling HACCP-plan" zoals dat bij de NVWA bekend is als NVWA-procedure BUI160: Systeemtoezicht bij levensmiddelenbedrijven, diervoederbedrijven en dierlijke bijproductenbedrijven. Het schema bestaat uit 14 stappen, deze stappen komen terug in de hoofdstuk – en paragraafindeling van dit HACCP-plan. Het schema is gebaseerd op de "Leidraad voor de toepassing van op de HACCP-beginselen gebaseerde procedures en ter vergemakkelijking van de toepassing van de HACCP-beginselen in bepaalde levensmiddelenbedrijven".



Figuur 3 - schema "Beoordeling HACCP-plan"

1 Samenstelling HACCP-team

Personeel dat betrokken is bij veiligheidsvraagstukken bij de ARN.

2 Beschrijving grondstoffen en eindproducten

2.1 Beschrijving verwerkte producten

Conform het processchema volgens figuur 1 worden ca. 10.000 ton (baby-)luiers en ca. 10.000 ton incontinentiemateriaal (volwassenluiers) verwerkt met ca. 7.000 ton uitgegist en ontwaterd RWZI-slib. De samenstellingen (tabel 1) van babyluiers en incontinentiemateriaal zijn bepaald op basis van EDANA-gegevens en cijfers CE Delft en ketenproject luiers [2, 6 & 24]. De gegevens van RWZI-slib zijn afkomstig uit analyses van het uitgeste en ontwaterde RWZI-slib van Rivierenland.

Tabel 1 - Samenstelling van het inputmateriaal.

	Babyluiers (%)	Incontinentiemateriaal (%)	RWZI-slib (%)
SAP	9,7	3,9	
Fluff/pulp	7,1	17,9	
Nonwoven (PP)*	6,2	3,0	
Elastics and adhesive tape	3,8	0,3	
PE film*	1,5	1,7	
Adhesive	0,9	0,8	
Other	0,3	0,0	
Water	67,5	67,5	75,0
Plastic zakken (PE)*	3,0	5,0	
OS			15,0
AS			10,0

* Deze waarden worden meegerekend in de totale hoeveelheid plastic in de input. Het aandeel plastic zakken is bepaald op basis van eigen sorteeranalyses [3].

De sorteeranalyses van luiers en incontinentiematerialen op basis van meer dan 500kg uitgesorteerde luiers en incontinentiemateriaal [3] zijn weergegeven in tabel 2:

Tabel 2 - Resultaten sorteeranalyse [3].

Materiaal	Babyluiers (%)	Incontinentiemateriaal (%)
Luiers	88,1	1,4
Incontinentiemateriaal	6,2	92,7
Papier	3,4	0,2
Kunststof folie	1,6	4,8
Latex handschoenen	-	0,5
Etensoverblijfselen	0,4	-
Resterende fractie	0,3	0,4

Deze materialen worden ingezameld waarbij de volgende aanlevervoorwaarden worden opgenomen in de overeenkomsten met leveranciers:

Alleen de gebruikte babyluiers

De babyluiers mogen in een doorzichtige plastic zak worden aangeboden.

MAAR NIET: Alles wat geen gebruikte luier is (zoals):

- (Latex)handschoenen (zijn erg schadelijk in het recyclingproces)
- Billendoekjes en washandjes
- Zalfpotjes of tubes

Alleen de gebruikte incontinentieluiers

De gebruikte incontinentieluiers mogen in een doorzichtige plastic zak worden aangeboden.

MAAR NIET: Alles wat geen gebruikte luier is (zoals):

- (Latex)handschoenen (zijn erg schadelijk in het recyclingproces)
- Washandjes
- Zalfpotjes of tubes
- Stoma-afval
- Ziekenhuisafval

Tabel 3 - Samenstelling uitgegist en ontwaterd RWZI-slib, zoals overeengekomen tussen Rivierenland en ARN

Parameter	Normen
pH	8,7
Droge stofgehalte [gr/kg]	251
Organische stofgehalte [gr/kg]	154

De overeenkomst tussen ARN en Rivierenland betreffende de wederzijdse levering en acceptatie van uitgegist ontwaterd RWZI-slib respectievelijk gehydrolyseerde slurry bevat onder meer de volgende bepaling: *'Partijen zullen ter toetsing van de kwaliteit van het door het Waterschap aangevoerde RWZI-slib en de door ARN aangevoerde slurry deze stromen regelmatig bemonsteren en controleren. De controle vindt plaats bij acceptatie, als bedoeld in het volgende lid. In geval van afwijkingen in de analyses ten opzichte van de bemonstering in het eerste jaar of nadien van de representatieve analyses zullen partijen met elkaar in overleg treden ten einde de oorzaak te achterhalen.'*

Indien het materiaal niet overeenkomt met de representatieve analyses zoals overeengekomen, mag het door de betreffende partij worden geweigerd.

2.2 Beschrijving eindproduct

Er worden drie producten geproduceerd:

- Kunststof agglomeraten
- Slurry
- Afkeur richting AEC

Kunststofagglomeraten worden verder verwerkt tot:

- Kunststof granulaat; hieruit worden twee mogelijke eindproducten gemaakt:
 - Plastic eindproduct (tuinbouw/bloempotten)
 - Bestanddeel van bitumen dakbedekking

Slurry wordt verder verwerkt tot:

- Biogas; hieruit worden twee eindproducten gemaakt:
 - Warmte
 - Elektriciteit

- Digestaat; hieruit worden twee tussenproducten gemaakt die worden verwerkt tot drie eindproducten:
 - o Te zuiveren afvalwater voor RWZI → te lozen gezuiverd effluent
 - o Biogranulaat → biobrandstof voor cement en bijstook kolencentrales en/of compost (met afzet naar Frankrijk)
→ ammoniumsulfaat (kunstmest voor landbouw)

Vervuiling en afgekeurde luiers worden afgevoerd naar de AEC. Dit wordt geconverteerd tot stoom en AVI-bodemas. Hieruit ontstaan:

- Elektriciteit
- Warmte
- Bouwstoffen

2.3 Behandeling luiers, incomateriaal en RWZI-slib

De behandeling van luiers, incomateriaal en RWZI-slib vindt als volgt plaats:

De materialen worden in een verhouding van ongeveer 1/3: 1/3: 1/3 gedoseerd in een voedingshopper van een zware plunjerpomp die het materiaal in TDH-reactoren pompt. Het betreft reactoren met afmetingen van circa 5m³, waarin ingedikt RWZI-slib, luiers en/of incontinentiemateriaal onder voortdurend roeren en homogeniseren d.m.v. een roerwerk met stoom worden verhit tot 250 °C bij > 40 bar en waarin het materiaal vervolgens afkoelt. Tijdens de verhitting en de afkoeling is de inhoud veranderd in een mengsel van een dunne slurry met daarin drijvend circa 10% kunststof agglomeraten. Na de koeling wordt de inhoud gelost en worden de kunststof agglomeraten gescheiden van de slurry, waarna beide tussenproducten hun weg vinden zoals beschreven onder 2.2.

De kunststof agglomeraten worden in big bags getransporteerd naar het granuleerbedrijf. Hier worden de agglomeraten verwerkt bij 220 °C in een extruder waar de vloeibare plastic door een zeer fijne zeef wordt geperst waarna gezuiverd kunststof granulaat ontstaat en ongeveer 2% vervuiling zoals resterende papierzvezels, die naar de AEC worden afgevoerd. Het kunststof granulaat wordt door een derde partij afgenomen en verwerkt tot producten voor de glastuinbouw, zoals bloempotten, of door een producent van dakbedekkingsmaterialen om aldaar verwerkt te worden in bitumen dakbedekking.

De slurry wordt naar de voedingstank van de vergistingsinstallatie van de RWZI gepompt en daar omgezet in biogas en digestaat.

Het biogas wordt gezuiverd via actief kool en daarna omgezet in een WKK in elektriciteit en warmte.

Het digestaat wordt onder toevoeging van polymeer in een centrifuge ontwaterd tot ingedikt ontwaterd digestaat en een waterstroom. De waterstroom wordt afgevoerd als te zuiveren water (als influent van de RWZI) en gezuiverd tot effluent. Het ingedikt digestaat wordt voor een beperkt deel gebruikt voor meeverwerken als inputstroom voor de TDH-behandeling samen met luiers en incomateriaal. Het overgrote deel wordt afgevoerd naar een composteerbedrijf die daaruit biogranulaat en ammoniumsulfaat produceert.

Eventueel voor de TDH afgekeurde luiers worden verbrand in een AEC. Daaruit ontstaan respectievelijk stoom (elektriciteit en warmte), AVI-bodemas, vlieg-as en zouten vanuit de rookgasreiniging en te reinigen verbrandingslucht. De zouten worden afgevoerd naar zoutmijnen in Duitsland, de AVI-bodemas wordt afgevoerd naar een bedrijf die deze opwerkt tot bouwstoffen, gescheiden metaalfracties en een deel onverbrand residu dat retour gaat richting AEC om alsnog te worden verbrand. De gezuiverde verbrandingslucht wordt afgevoerd naar de omgevingslucht via een schoorsteen.

2.4 Opslag van aangevoerde luiers, incomateriaal, RWZI-slib, geproduceerde agglomeraten en gehygiëniseerde slurry

De luiers en incontinentiemateriaal worden aangevoerd per as en los gestort op een stortvloer en overgebracht in een met keerwanden afgescheiden ruimte. Het RWZI-slib wordt aangevoerd in een zelflossende container. De luiers en het incomateriaal worden met behulp van een bovenloopkraan in de voedingshopper van de Putzmeisterpomp gebracht. Het RWZI-slib wordt met een voedingsschroef vanuit de zelflossende container in de voedingshopper van de Putzmeisterpomp gedoseerd. Vandaar wordt het mengsel via een gesloten leiding in de reactoren gepompt.

De kunststof agglomeraten worden na afscheiden en (eventueel) na wassen en drogen in big bags gescheiden van niet gehygiëniseerd materiaal opgeslagen op een daartoe bestemde plaats. De gehygiëniseerde slurry wordt vanuit een buffertank en een gesloten leiding naar een voedingsbuffer van de vergistingsinstallatie gepompt.

2.5 Microbiologische criteria en criteria medicijnresten*

* (vooral medicijnresten vormen in dit kader van deze HACCP-studie potentiële *chemische verontreinigingen*, de analyse op impact is evenwel breder dan op louter chemische risico's.)

De criteria waaraan het eindproduct slurry moet voldoen worden voorgeschreven in de verleende omgevingsvergunning (zie besluit wijziging euralcode [4])





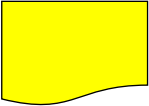
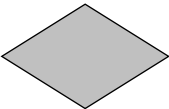
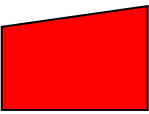

1. De ingaande slurrystroom mag niet (door een nieuw besluit inzake Euralcodering) als gevaarlijk afval worden ingedeeld;
2. Eventuele schadelijke medicijnen moeten voor meer dan 90 procent worden afgebroken en pathogenen moeten volledig worden afgebroken;

3. Beschrijving bedoeld gebruik eindproducten

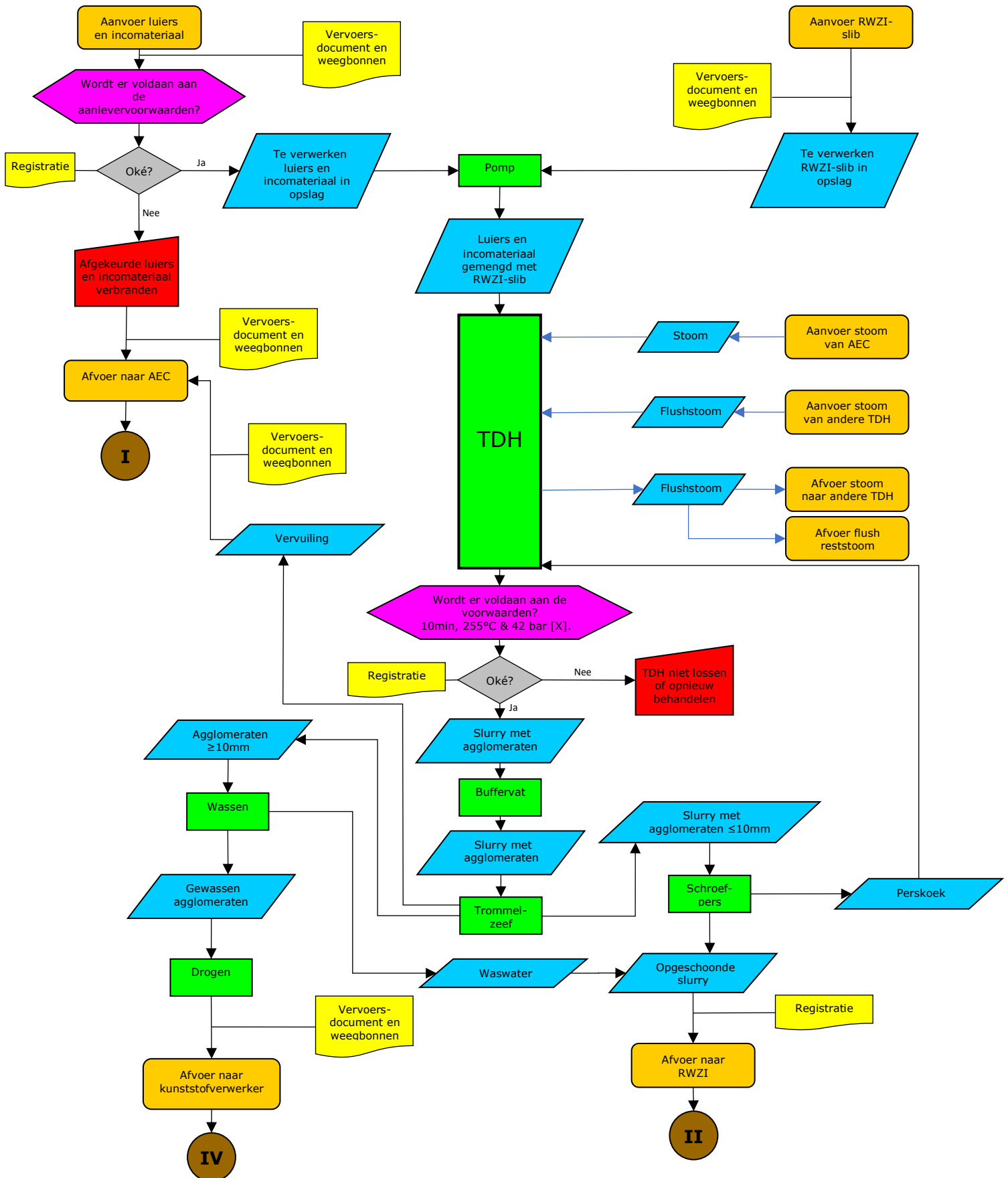
Voor een uitgebreide beschrijving zie hoofdstuk 2.2.

4. Stroomschema's

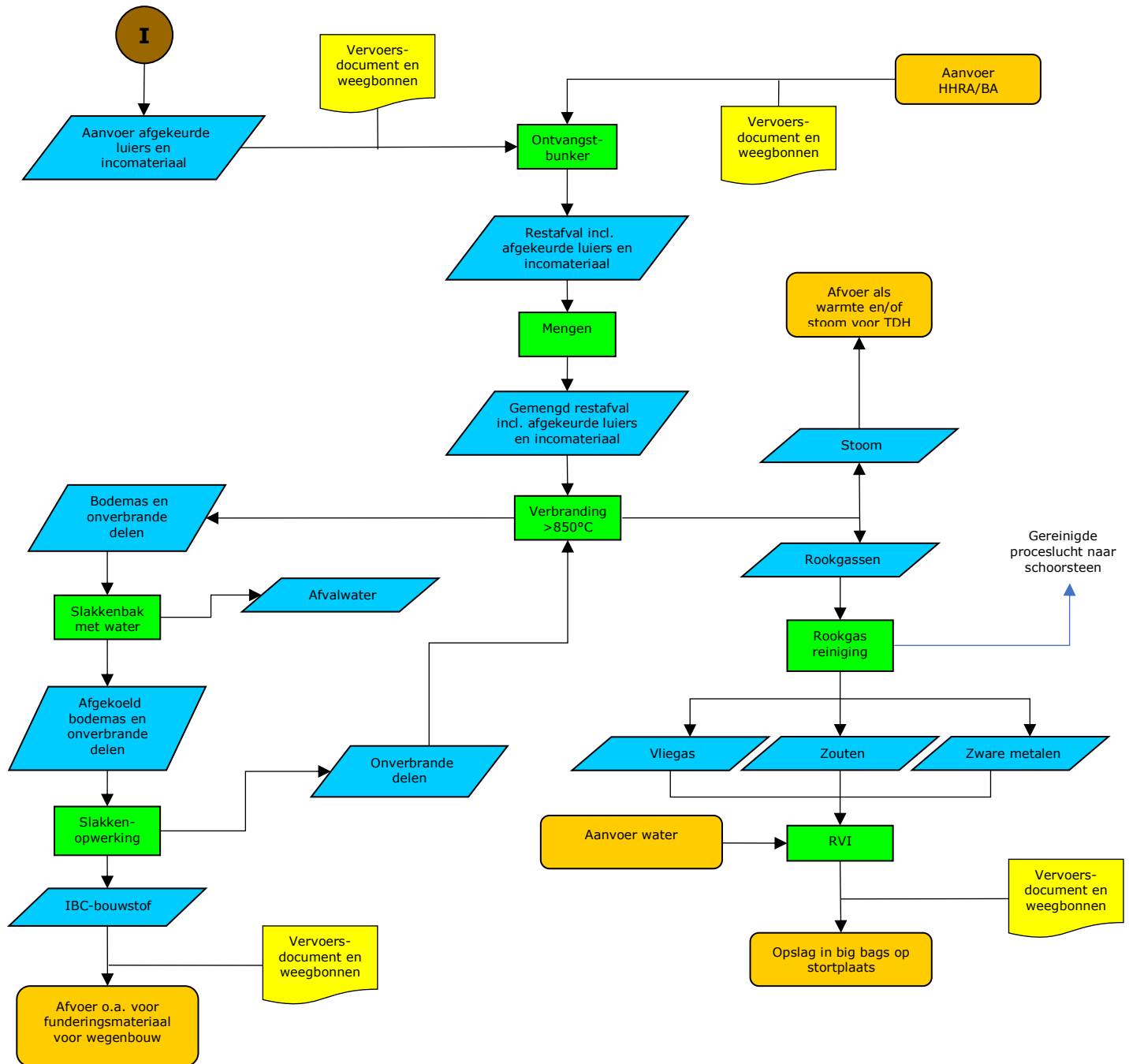
Legenda:

	Openings- of afsluitingssymbool	Vermelding naam deelproces
	Processymbool	Vermelding activiteit of handeling die iets aan het product verandert
	Productsymbool	Vermelding tastbaar product als in- en output van een processtap
	Controlesymbool	Vermelding kritisch beheerspunt
	Documentsymbool	Vermelding titel van instructie en/of specificatie
	Beslissingssymbool	Vermelding dat er een beslissing moet worden genomen of een keuze moet worden gemaakt
	Correctiesymbool	Vermelding corrigerende maatregelen bij een geconstateerde afwijking
	Connector	Geeft een koppeling aan in een schema.

Figuur 4.1: Processchema TDH processchema bij ARN

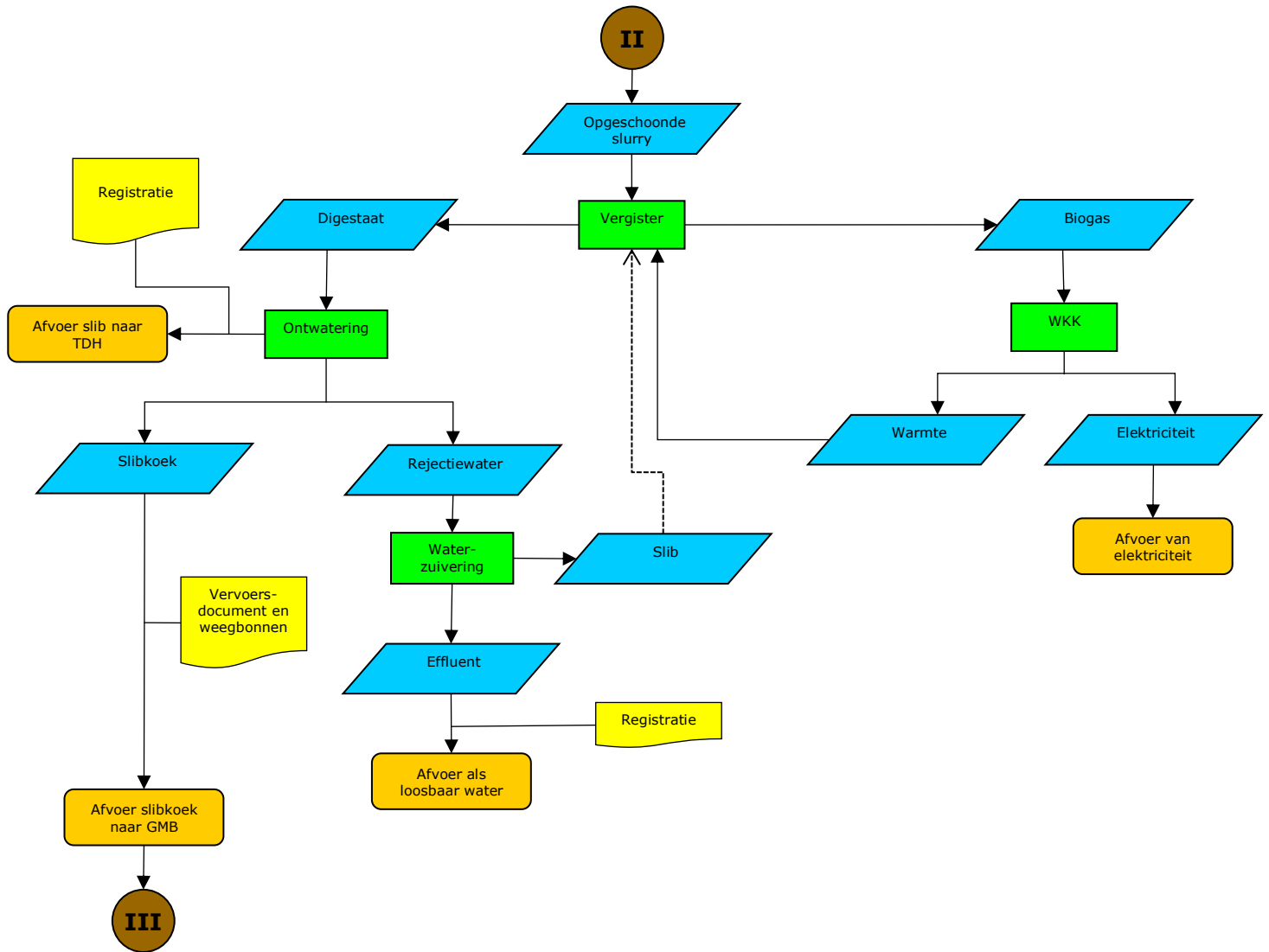


Figuur 4.2: Processchema verbranding AEC

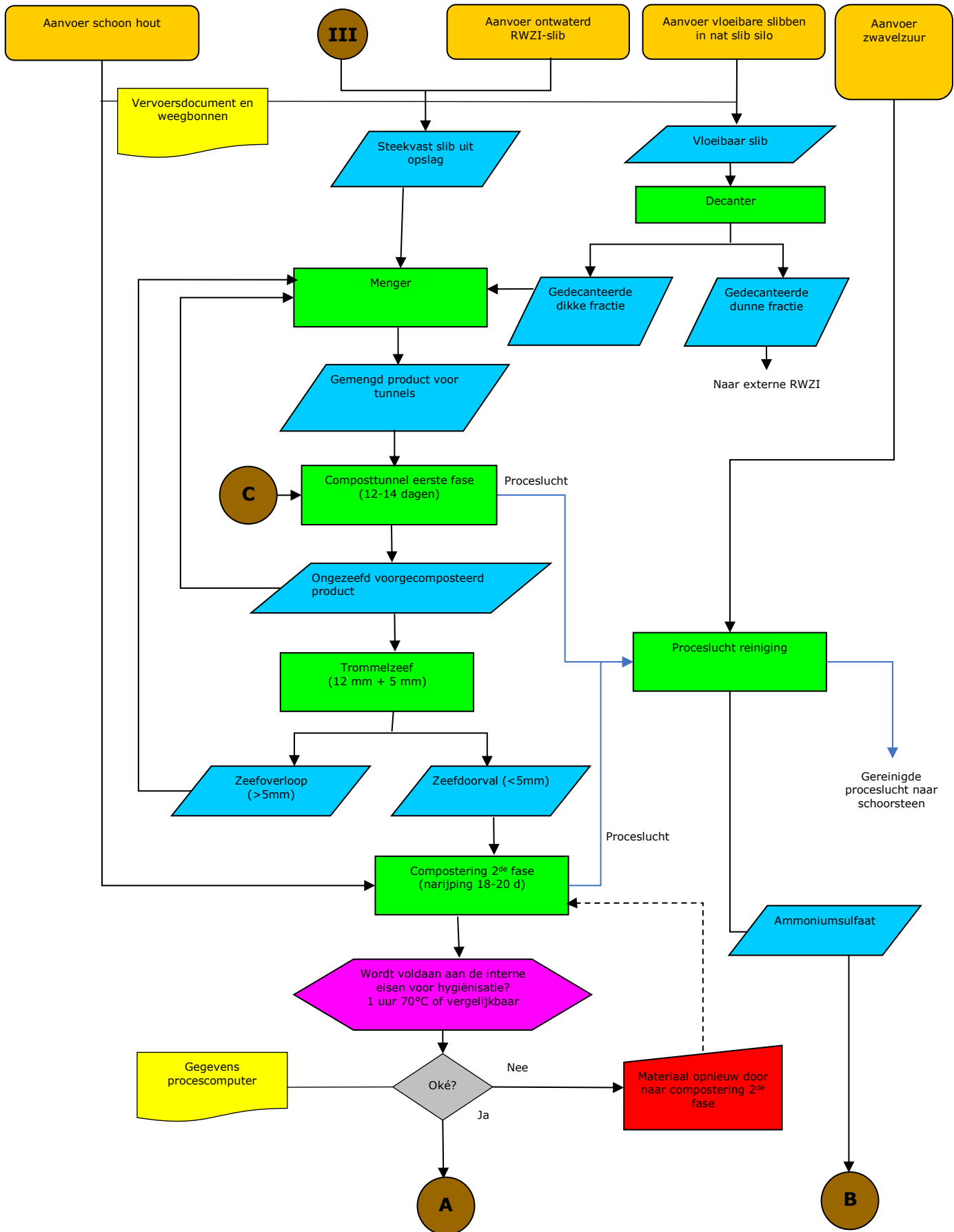


HHRA/BA= Huishoudelijk Restafval en BedrijfsAfwal, RVI= Reststoffen Verwerkings Installatie. Bodemas, restproduct van de afvalenergiecentrales (AEC's), krijgt al meer dan twintig jaar een veilige bestemming in civieltechnische werken. Het vervangt daar primaire grondstoffen als zand en grind. In de Green Deal [5] die de Vereniging Afvalbedrijven (VA) in 2012 heeft afgesloten met de rijksoverheid, is afgesproken dat in 2017 minstens de helft van de geproduceerde bodemas wordt toegepast als 'vrij toepasbare bouwstof'. De ARN bodemas voldoet daaraan.

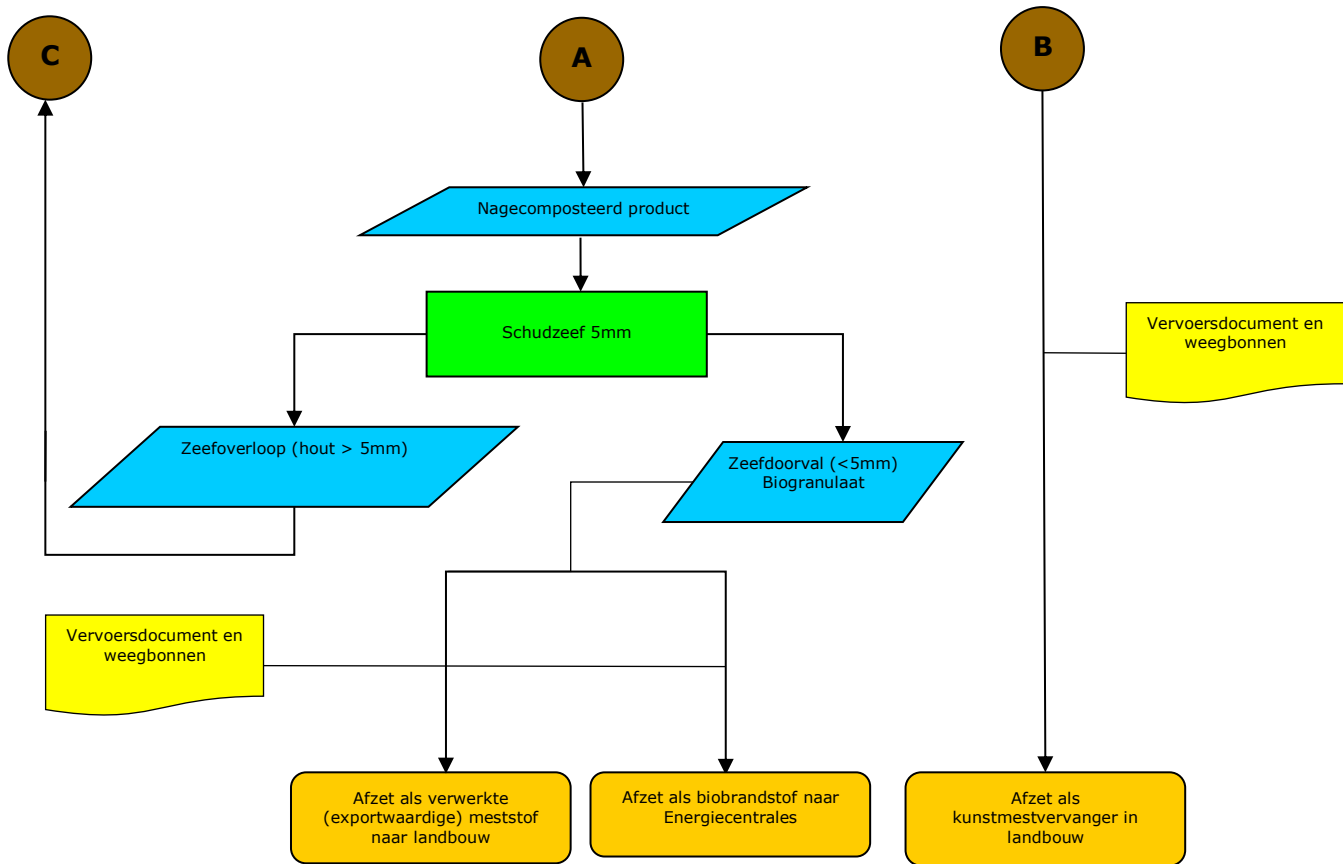
Figuur 4.3: Processchema RWZI



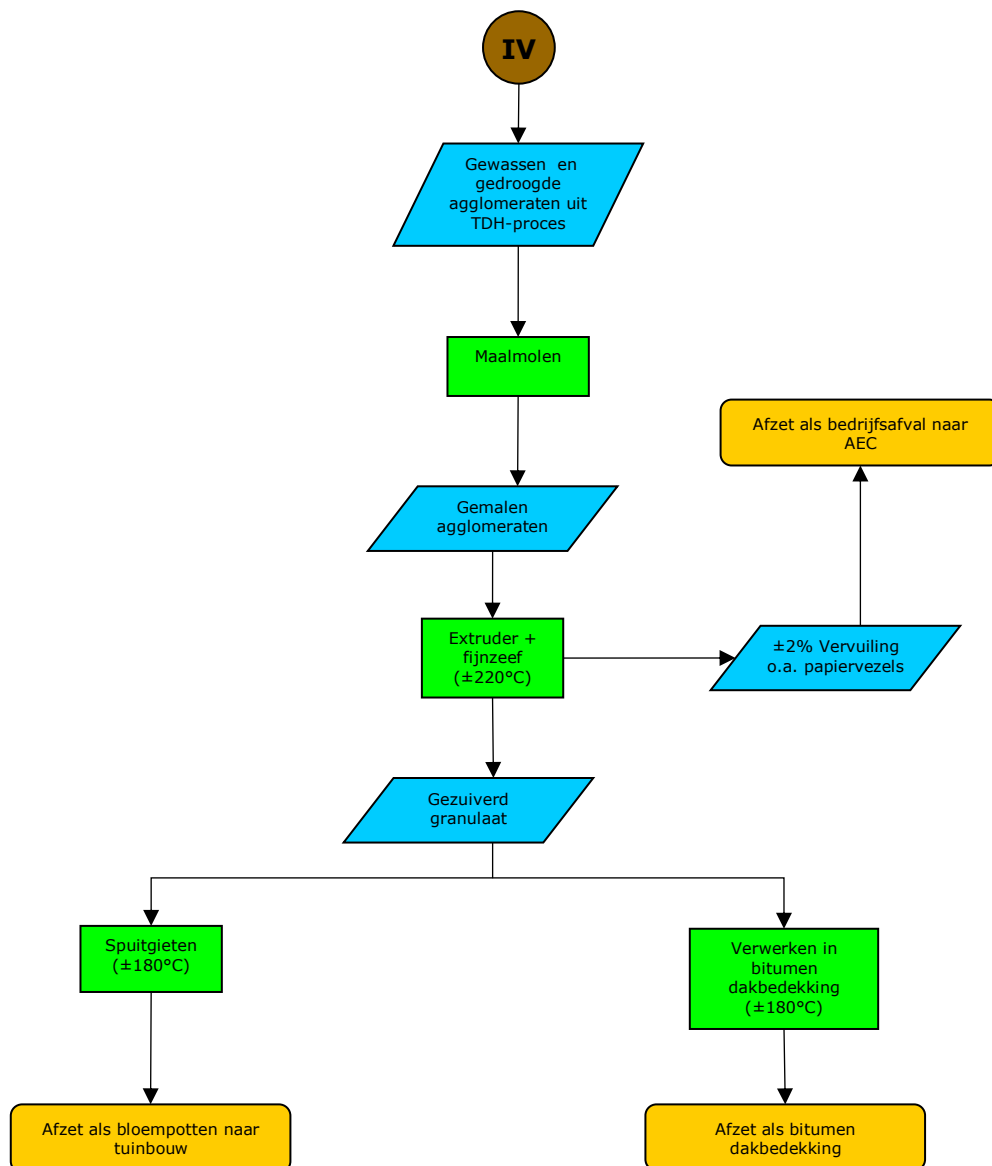
Figuur 4.4.1: Processchema GMB deel I



Figuur 4.4.2: Processchema GMB deel II



Figuur 4.5: Processchema kunststof verwerkers



5. Bevestigen stroomschema's

Zie HACCP handboek

6. Gevaren

Bij de identificatie van gevaren op het gebied van volks- en diergezondheid gaan wij uit van die gevaren die gerelateerd kunnen worden aan de te verwerken stromen en aan de toepassing van de eindproducten.

6.1 Gevaren algemeen

Er worden 3 soorten gevaren onderscheiden welke in verschillende paragrafen uitgewerkt zullen worden:

1. Microbiologische verontreiniging: ongewenste micro-organismen (pathogenen zoals virussen, bacteriën, parasieten) kunnen besmetting of uitgroei veroorzaken zodat een product onveilig wordt voor de eindgebruiker en/of derden.
2. Chemische verontreiniging: ongewenste chemische bestanddelen die het product mogelijk onveilig maken voor de eindgebruiker of het milieu. Zij kunnen in de grondstoffen aanwezig zijn of het product besmetten tijdens de productie door bijvoorbeeld insleep.
3. Fysische verontreiniging: het aanwezig zijn van vreemde bestanddelen zoals glas en metaaldelen die in de grondstoffen aanwezig kunnen zijn of in het product terecht kunnen komen.

De categorieën microbiologische gevaren en chemische gevaren (toegespitst op medicijnresten) springen het meest in het oog en krijgen binnen het kader van de studies zoals gedaan door het RIVM [6,7] ook accent. Ook binnen deze HACCP zullen deze gevaren categorieën de meeste aandacht krijgen. Echter zullen ook fysische gevaren worden geanalyseerd.

Via een risicoanalyse worden de gevaren van gebruikte grondstoffen in kaart gebracht en geclassificeerd. Hiervoor is een risicoanalysemethode gebruikt op basis van effect x waarschijnlijkheid en de uitkomst vastgelegd. De risicoscore volgt uit de kans op het voordoen van geïdentificeerde gevaren in combinatie met de mogelijke effecten ervan. De risicoscore is hoog (rood), midden (oranje) of laag (groen). De hoogte van de zo gevonden risicoscore bepaalt vervolgens of algemene beheersmaatregelen in de procesvoering afdoende zijn ('laag risico') om het gevaar voldoende te reduceren of dat het specifieke beheersmaatregelen betreft ('midden' of 'hoog' risico) die mogelijk kritische beheerspunten vormen.

Aan de hand van de beslisboom (zie 7.3) wordt bepaald of een risico in de klasse 'midden' of 'hoog' risico met algemene maatregelen uit het basisvoorwaarden programma kan worden beheerst of dat er sprake is van een kritisch beheersingspunt (CCP) waarvoor een specifieke beheersmaatregel nodig is. Via het monitoringsplan wordt bewaakt dat deze maatregelen ook daadwerkelijk worden uitgevoerd.

Bij het uitvoeren van de inventarisatie wordt gebruik gemaakt van de eigen kennis, praktijkervaring, informatie van derden en literatuurstudies. Bij het vaststellen van de te nemen maatregelen wordt rekening gehouden met de eisen en voorschriften uit de relevante wet- en regelgeving.

6.2 RWZI-slib

In Duitsland werd in 2016 nog steeds circa 33% van het RWZI-slib afgezet als meststof naar de landbouw. Daarom is er in de Duitse literatuur [8] vrij veel bekend over het voorkomen van de volgende stoffen:

- a. Schwermetalle im Klärschlamm
- b. Organische Verbindungen im Klärschlamm
- c. Krankheitserreger und Hygieneanforderungen am Beispiel EHEC
- d. Arzneimittelrückstände im Klärschlamm

6.2.1: Microbiologische verontreiniging van RWZI-slib

Magdalene Pietsch *et al* [9] geeft op de pagina's 34 tot en met 40 een overzicht van de voorkomende humaan- en dierpathogenen die voor kunnen komen in RWZI-slib, waaronder thermoresistente virussen en bacteriën (*Chlostridia* zijn sporevormers), *Salmonella*, *E. coli* (meer specifiek EAHEC O104:H4 en EHEC O157:H7).

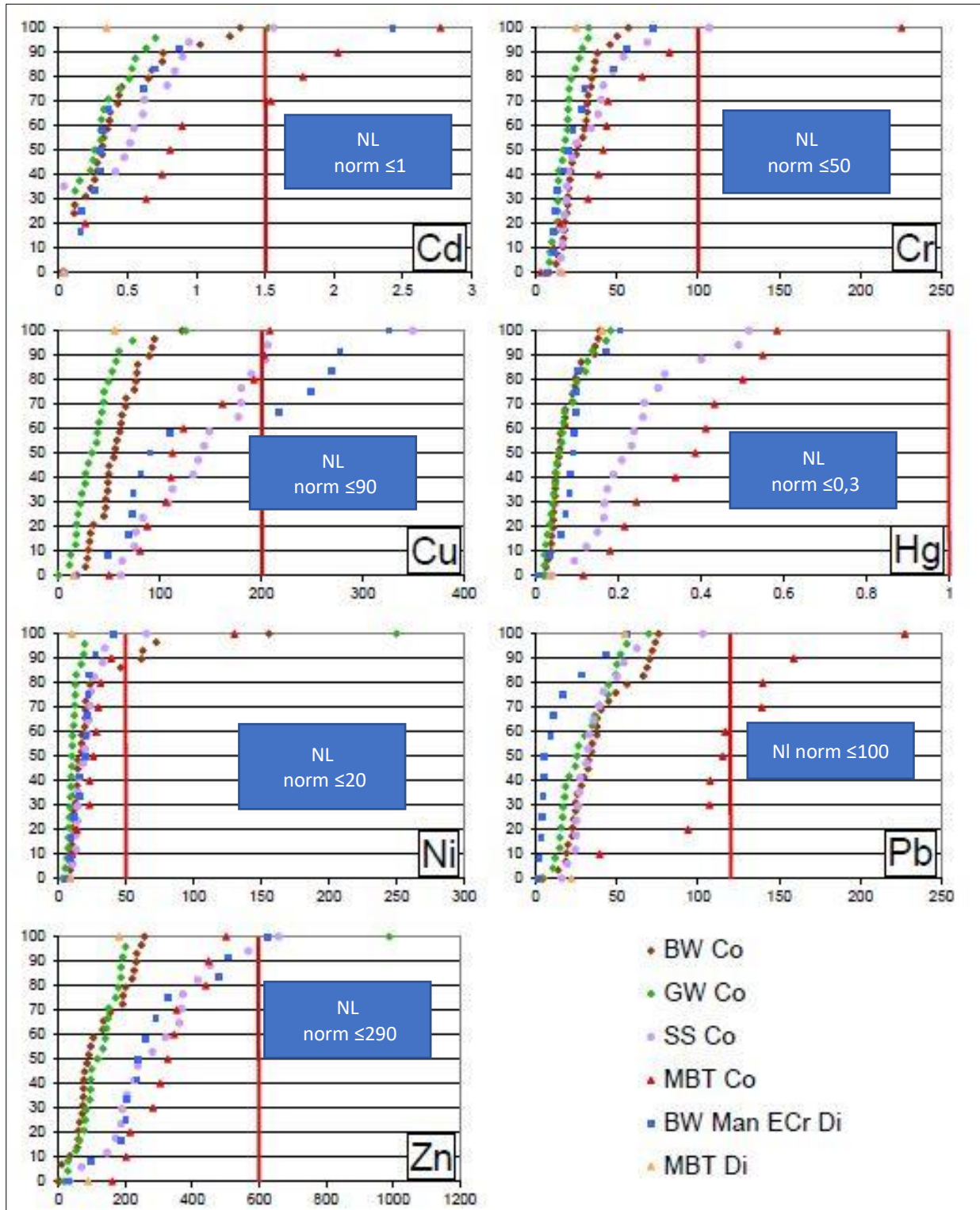
Op pagina 139 van dit document wordt geconcludeerd dat – op grond van de langjarige ervaringen met de toepassing van RWZI-slib - de tot op heden toegepaste voorzorgsmaatregelen eventuele ziekte uitbraken effectief onderdrukken. In RWZI-slib waarin *Salmonella* beperkt voorkomt ($< 10^2$ kve/gram) worden de risico's bij toepassing op bouwland als gering ingeschat. Pag. 124 geeft aan dat pasteurisatie (1 uur 70 °C) een eenvoudige en betrouwbare behandeling is om ziekteverwekkers voldoende te elimineren.

6.2.2: Chemische verontreiniging van RWZI-slib

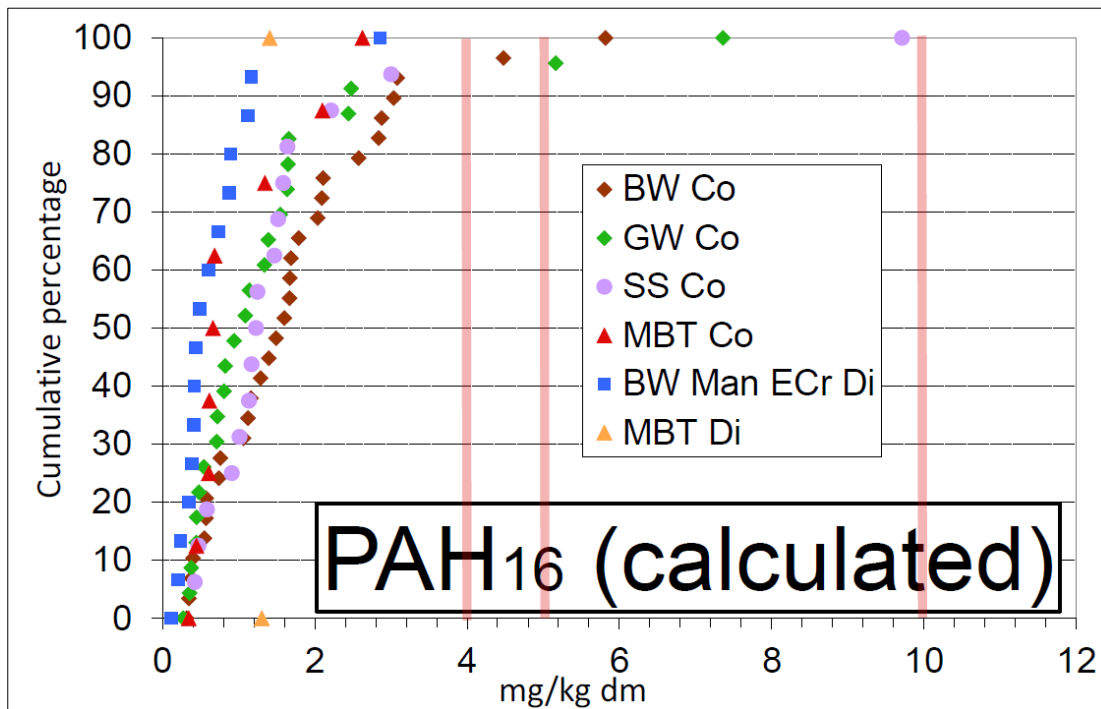
RWZI-slib bevat chemische verontreinigingen, zoals zware metalen. Hans Saveyn & Peter Eder (2014) [10] geven een overzicht van de in Europa in compost gevonden waarden van zware metalen (pag. 80) en organische verontreinigingen (pag. 90 e.v.) in vergelijking met compost uit bijvoorbeeld brongescheiden GFT. De onderstaande grafieken zijn zeer informatief, omdat de waarden van GFT- en groencompost vergeleken worden met die van RWZI-slib voor Zware metalen, PAK, Dioxines, PCB's, furanen en perfluorochemicaliën. De figuur 5, ontleend aan pagina 81, laat zien dat met name de gehalten aan Koper en Zink te hoog zijn in compost uit RWZI-slib om te kunnen voldoen aan de Nederlandse normstelling voor compost conform de Meststoffenwet. De Nederlandse normen hebben we in de figuur bijgeplaatst.

De verticale oranje of rode strepen geven Europees beschikbare normen aan en wijken meestal af van de Nederlandse normen die vaak strenger zijn.

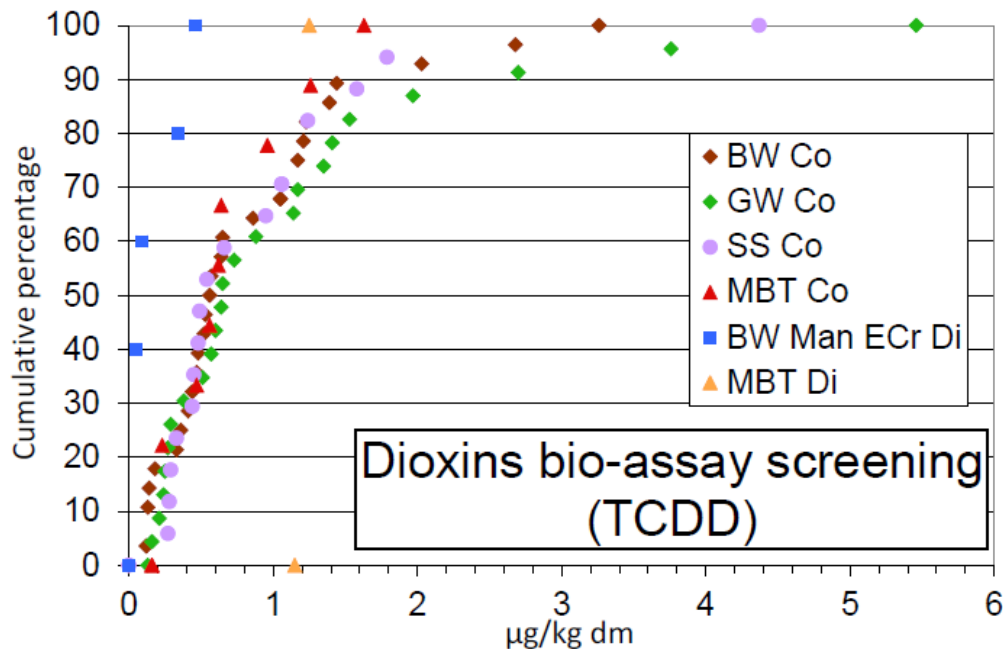
De gehalten aan organische verontreinigingen (PAK, Dioxines, PCB's, Dioxines en Furanen) in RWZI-slib zijn redelijk vergelijkbaar met die in GFT- of groencompost. De niveaus aan perfluorochemicaliën zijn hoger. Helaas is het aantal monsters dat heeft meegelopen in dit Europees onderzoek vrij beperkt. Voor deze stoffen zijn de verticale normlijnen vanuit andere EU-lidstaten een oriëntatiepunt. Nederland heeft voor deze stoffen geen normen opgenomen in de meststoffenwet.



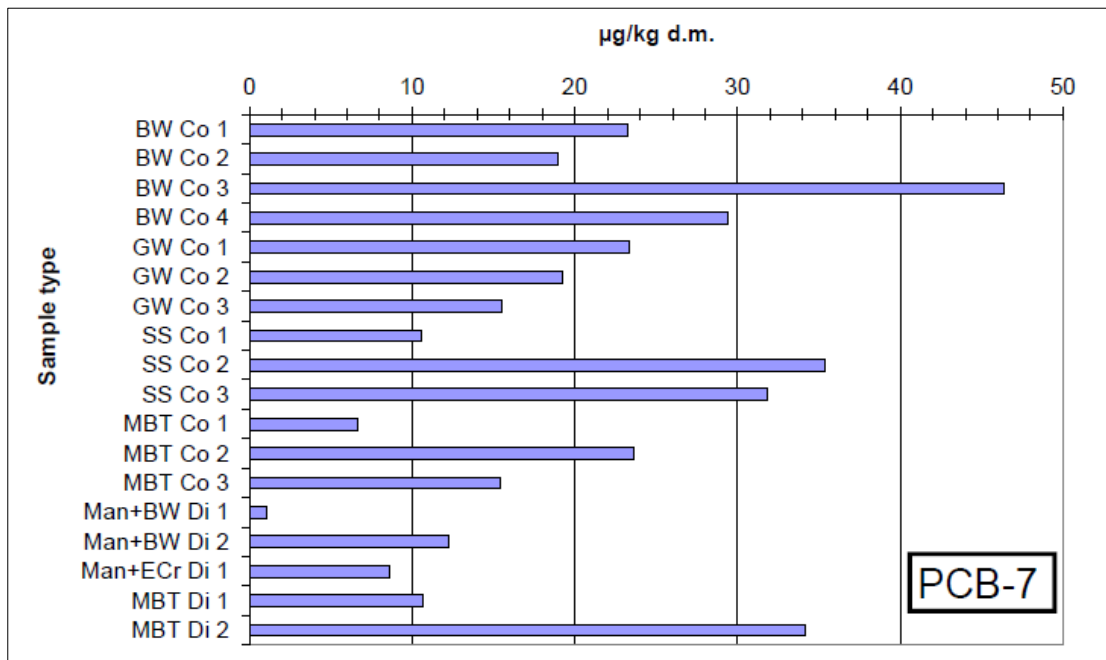
Figuur 5 - Heavy metals in compost and digestate samples collected by JRC and sent by plants. The horizontal axis represents the concentration (mg/kg d.m.) and the vertical axis the cumulative percentage of samples. The red bar represents the proposed maximum values for EU EoW product quality criteria (Co=compost; Di=digestate; BW=source separated bio-waste & green waste; GW= source separated green waste; SS=sewage sludge; MBT=mechanical biological treatment; Man=manure; ECr=energy crops) [10].



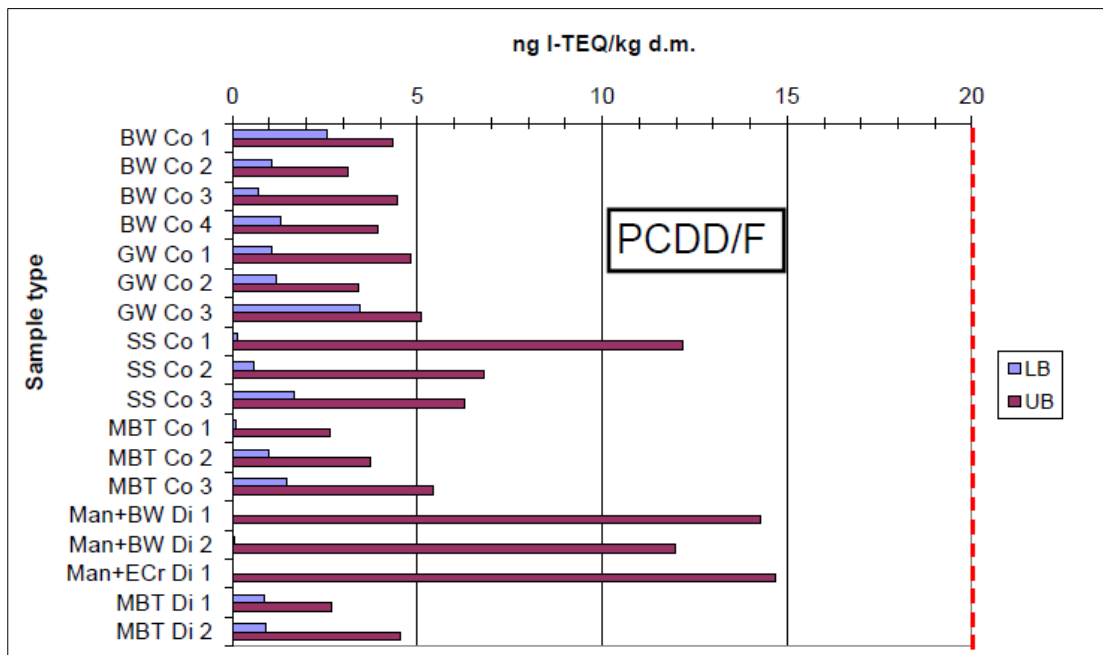
Figuur 6 - Calculated PAH16 in compost and digestate samples collected by JRC and sent by plants. Data are based on measured PAH12 values and extrapolated using the 1.073 PAH16/PAH12 ratio derived from Brändli et al. (2007a). The horizontal axis represents the concentration (mg/kg d.m.) and the vertical axis the cumulative percentage of samples. The semi-transparent red bars represent existing limit values in different European countries for similar materials (Co=compost; Di=digestate; BW=source separated bio-waste & green waste; GW= source separated green waste; SS=sewage sludge; MBT=mechanical biological treatment; Man=manure; ECr=energy crops) [10].



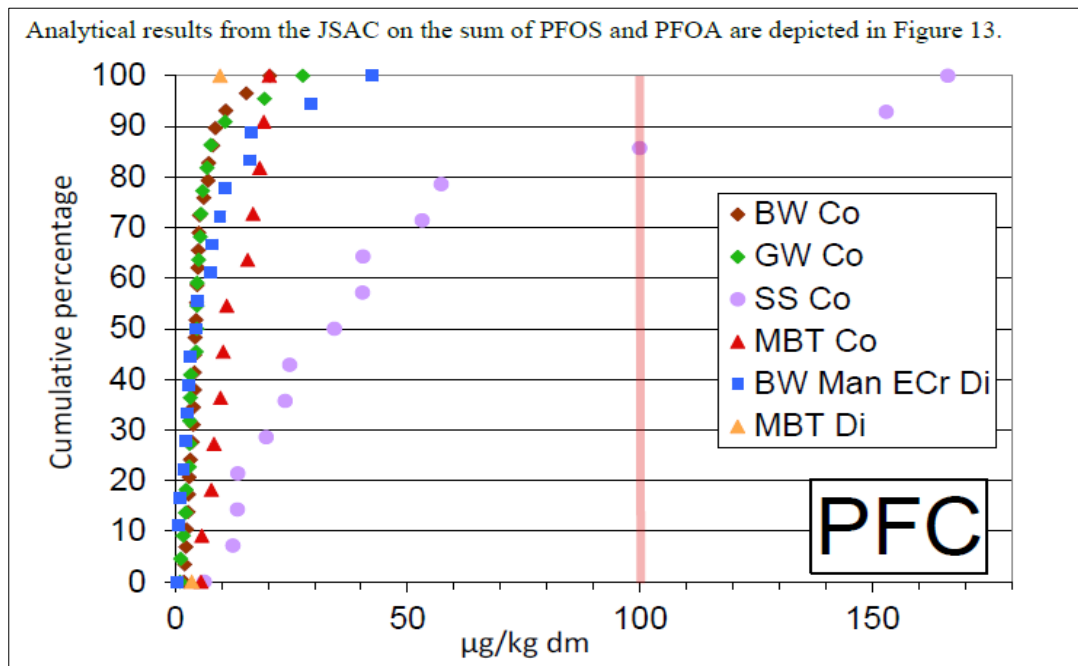
Figuur 7 - Dioxin effects as measured by CALUX bio-assay (expressed in TCDD toxicity equivalents) in compost and digestate samples collected by JRC and sent by plants. The horizontal axis represents the concentration (µg/kg d.m.) and the vertical axis the cumulative percentage of samples (Co=compost; Di=digestate; BW=source separated bio-waste & green waste; GW= source separated green waste; SS=sewage sludge; MBT=mechanical biological treatment; Man=manure; ECr=energy crops) [10].



Figuur 8 - Sum of 7 PCB (PCBs 28, 52, 101, 118, 138, 153 and 180) compounds in compost and digestate samples collected by JRC and sent by plants. The red bars represent existing limit values in different European countries (Co=compost; Di=digestate; BW=source separated bio-waste & green waste; GW= source separated green waste; SS=sewage sludge; MBT=mechanical biological treatment; Man=manure; ECr=energy crops) [10]



Figuur 9 - International toxicity equivalents (I-TEQ) of 17 PCDD/F compounds in compost and digestate samples collected by JRC and sent by plants. Data represent lower bound (LB) and upper bound (UB) values. The red bar represents an existing limit value in different European countries (Co=compost; Di=digestate; BW=source separated bio-waste & green waste; GW= source separated green waste; SS=sewage sludge; MBT=mechanical biological treatment; Man=manure; ECr=energy crops) [10].



Figuur 10 - Pefluorinated compounds (sum of PFOA and PFOS) in compost and digestate samples collected by JRC and sent by plants. The horizontal axis represents the concentration ($\mu\text{g}/\text{kg d.m.}$) and the vertical axis the cumulative percentage of samples. The semi-transparent red bars represent existing limit values in different European countries for similar materials (Co=compost; Di=digestate; BW=source separated bio-waste & green waste; GW= source separated green waste; SS=sewage sludge; MBT=mechanical biological treatment; Man=manure; ECr=energy crops) [10].

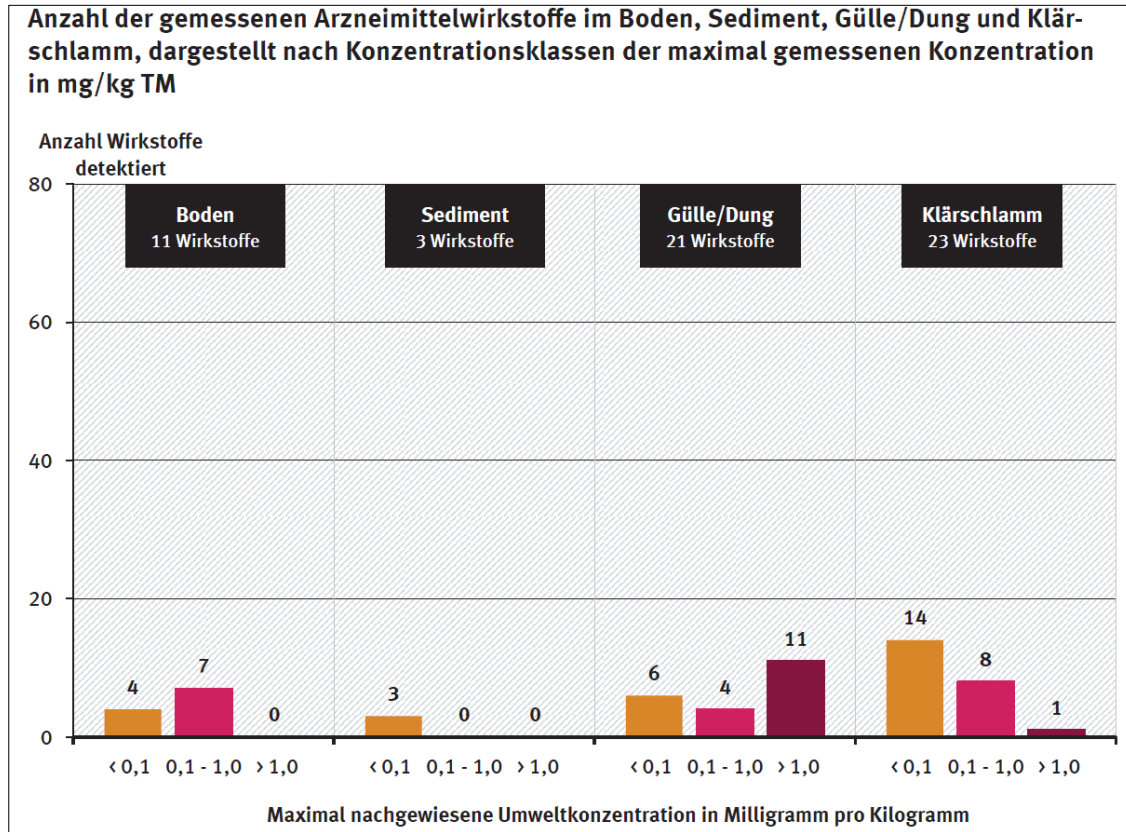
Ten aanzien van geneesmiddelen wordt vermeld op pagina 104:

'For pharmaceutical compounds, the absence of existing guidance values or legal limits, did not allow any firm conclusions. However, a risk assessment study provided by the Danish EPA on sewage sludge did not indicate an unacceptable risk of pharmaceuticals present in sewage sludge on soil dwelling species (Jensen, 2012) [10].'

Uit Jensen, 2012 [11] het volgende citaat:

'For the brominated flame retardants, the musk substances, the pharmaceuticals and the polychlorinated biphenyls, it was concluded that it was very unlikely that the levels found in Danish sludge should pose a significant risk to the soil dwelling organisms and the soil quality in general, if the current application guidelines of sewage sludge are followed.'

Aan literatuurbron [12] pagina 23 is figuur 9 ontleend:



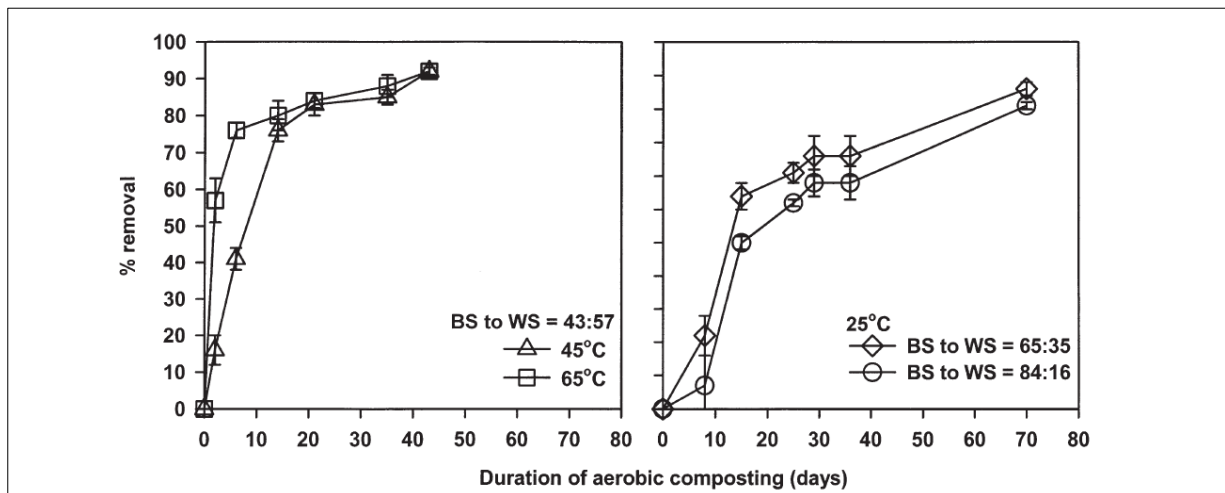
Figuur 9 – Bron: [12]

Daaruit blijkt dat mest 21 geneesmiddelen bevat, waarvan 11 in concentraties > 1 mg/kg Ds, in RWZI-slib zijn dat 23 soorten waarvan 1 in een concentratie > 1 mg/kg Ds. Dit betreft dan ongecomposteerd RWZI-slib.

Thermofiele compostering lijkt zeer effectief te zijn met betrekking tot de afbraak van medicijnresten. Uit onderzoek is gebleken dat compostering een sterk reducerend effect heeft op de aanwezigheid van actieve stoffen. In het review artikel van Xia *et al.* (2005) [13] wordt geconcludeerd dat op basis van diverse studies is aangetoond dat compostering de beste manier is voor de verwijdering van xenobiotische stoffen als pesticiden en 'pharmaceuticals'. Als reden hiervoor worden de volgende mogelijke oorzaken aangedragen:

- Blootstelling aan een grote microbiologische diversiteit en activiteit
- Een overvloed aan verschillende substraten
- Hoge temperaturen
- Veranderende pH-waarden
- Successieve shifts in aerobe en anaerobe condities op microschaal.

Onderzoek heeft vooral plaats gevonden naar invloeden van de compostering van RWZI-slib. Hierbij is het zeer persistente nonylphenol (NP), berucht om z'n oestradiol-gelijke activiteit, als indicatorstof bestudeerd. Compostering bleek in een inventarisatie van 13 RWZI's in de VS een reductie van 65-100% NP op te leveren. In een laboratoriumtest werden ook zeer significante reducties van NP behaald (zie figuur 10).



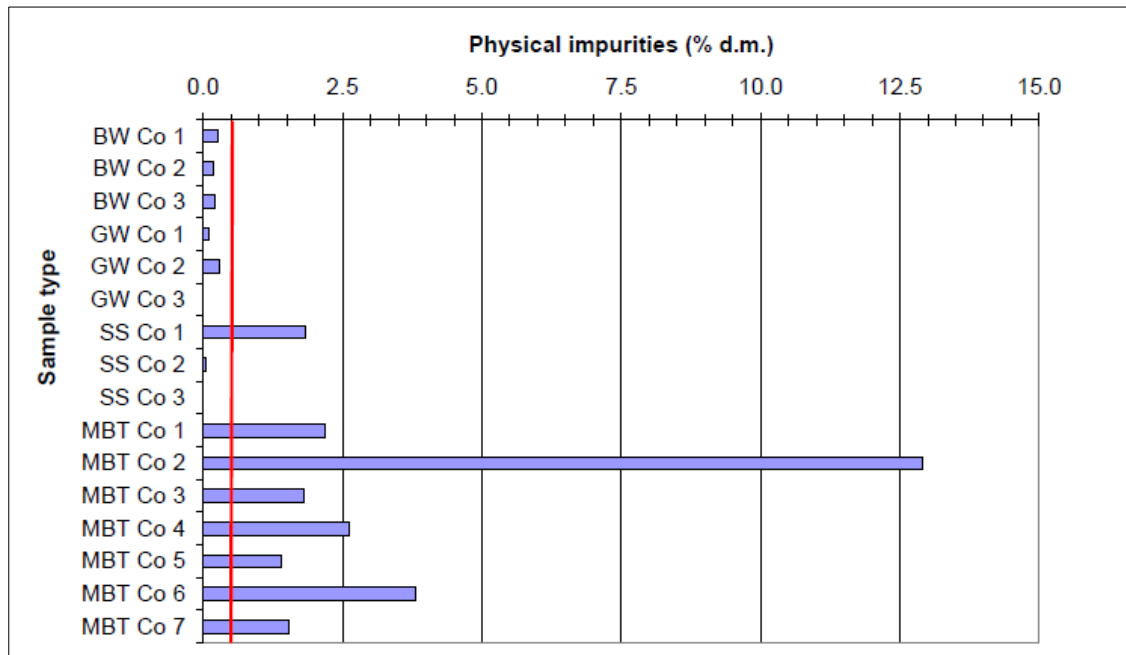
Figuur 10: Afbraak van het persistente pesticide nonylphenol (NP) gedurende het composteerproces van RWZI-slib (biosolids; BS) en houtsnippers (wood shavings; WS) in verschillende verhoudingen en bij verschillende temperaturen. Bron: [14]

Het positieve effect van compostering op de afbraak van medicijnresten wordt bevestigd in een inventarisatie in Estland waarbij verschillende monsters van vers RWZI-slib en gecomposteerd slib werden geanalyseerd. De studie toont aan dat de concentraties van veel gebruikte stoffen als fluoroquinolones (ciprofloxacine, norfloxacine en ofloxacine) en sulfonamides (sulfadimethoxine en sulfamethoxazole) significant lager in compost waren dan in slib volgens Lillenberget al, 2010) [15].

Ook antibiotica active stoffen in mest worden in aanzienlijke mate afgebroken binnen een composteringsproces. In een studie naar de afbraak van salinomycine in pluimveemest, verminderde gedurende 38 dagen het salinomycine gehalte in het substraat een factor 1000 van 28 mg/kg naar 24 µg/kg [16]. Osman et al. (2009) [17] vond een 100-voudige afname van het antibiotica chloortetracycline (CTC) gedurende 30 dagen compostering bij 55°C. CTC wordt in de VS als groeibevorderaar gebruikt bij vleeskoeien en wordt als erg persistent beschouwd en daarom een bron voor de ontwikkeling van antibioticaresistentie in bacteriën.

6.2.3 Fysische verontreiniging van RWZI-slib:

Pagina 87 van Hans Saveyn & Peter Eder (2014) [10] geeft de volgende resultaten:



Figuur 11 - Physical impurities (glass, metal and plastic > 2mm) in compost samples collected by JRC and sent by plants. The red bar represents the proposed maximum value for EU EoW product quality criteria (Co=compost; BW=source separated bio-waste & green waste; GW= source separated green waste; SS=sewage sludge; MBT=mechanical biological treatment) Bron: [10].

Het Nederlandse RWZI-slib bevat over het algemeen een beperkt aandeel aan fysische verontreinigingen door het groot aantal zuiveringsstappen dat plaatsvindt voordat het slib uiteindelijk vergist en aansluitend ontwaterd wordt.

6.3. Luiers en incontinentiemateriaal

Ten aanzien van luiers en incontinentiemateriaal dienen we rekening te houden met het feit dat deze materialen nooit met zekerheid zuiver en gescheiden worden ingezameld. Uit tabel 2 (Hst 2.1) blijkt dat in gescheiden ingezameld babyluiers nog 6,2% incontinentiemateriaal wordt aangetroffen. In gescheiden ingezameld incontinentiemateriaal worden nog 1,4% luiers aangetroffen. Daarom richten we ons met betrekking tot deze risicoanalyse met name op de 'worst case' – zijnde het incontinentiemateriaal (microbiologische zijn de babyluiers de 'worst case'). Ten aanzien van de literatuur baseren we ons op de (niet gepubliceerde) studies van het RIVM [6 & 7].

6.3.1: Microbiologische verontreiniging van luiers en incontinentiemateriaal

De microbiologische risico's zoals die voorkomen zijn in publicatie [6] samengevat in de tabellen 4.1 en 4.2 zoals hieronder opgenomen. Het betreft voor een deel gemakkelijk af te doden micro organismen zoals *E. Coli* en *Salmonella* die bij 1 uur 70 °C of gelijkwaardige tijd-temperatuurcombinatie goed worden afgedood (5 log 10 reductie), zoals bijvoorbeeld onderzocht in 20 composteersinstallaties in Nederland [18]. Dit komt overeen met een 3 log 10 reductie van resistente virussen zoals de meeste parvovirussen. Echter voor sporevormers zoals *Clostridia* is sterilisatie noodzakelijk. Interessant is dat het voorkomen van darminfecties bij kleine kinderen (luisdragers) veel hoger ligt dan bij de leeftijdsgroepen van 12 jaar en ouder. Microbiologische gevaren zijn dus hoger in relatie tot babyluiers dan in relatie tot incontinentiemateriaal van volwassenen. Afdoende (thermische) behandeling is volgens een richtlijn van het RIVM sterilisatie gedurende 30 minuten bij 121 °C (of een gelijkwaardige tijdtemperatuurcombinatie) bij verzadigde stoom. Gelijkwaardig is bijvoorbeeld enkele seconden bij 140 °C (Ultrasterilisatie UHT), zie bijvoorbeeld

<http://www.microbiologie.info/hoer%20sneller%20hoe%20beter.html> In geval van de TDH voldoet (fig. 4.1 & [19]) minimaal 10 minuten 250 °C onder homogeen geroerde condities ruim aan deze voorwaarden.

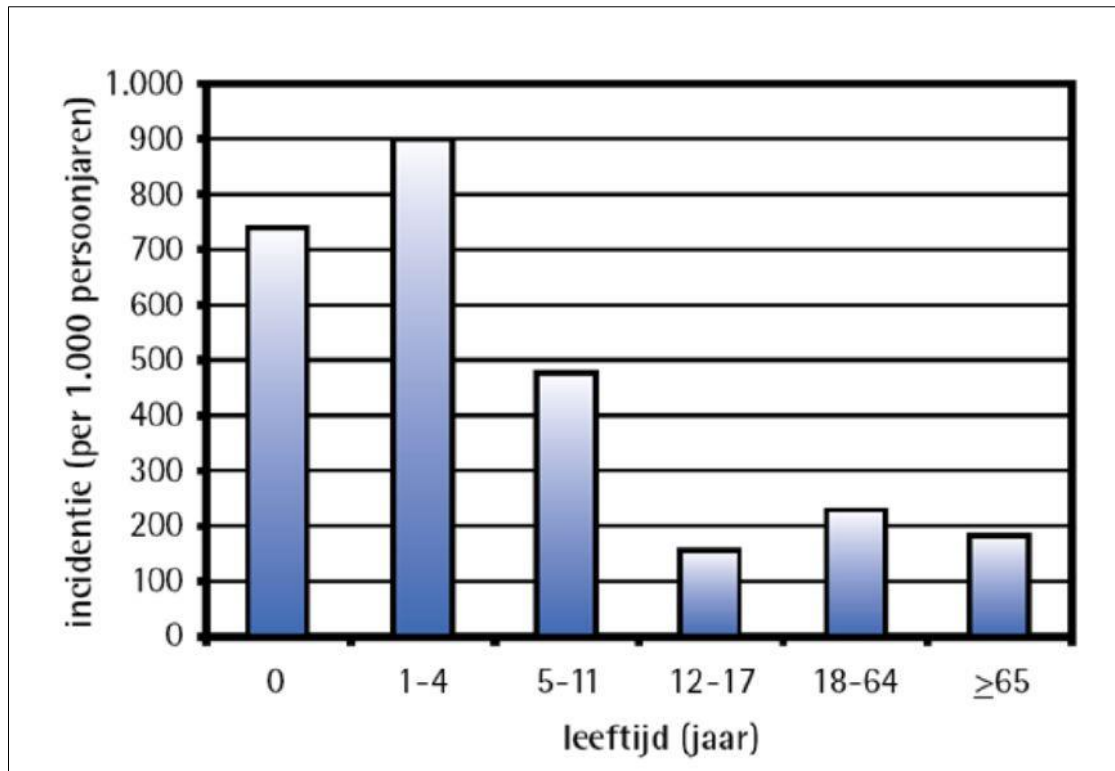
Tabel 4.1 - Humane pathogene bacteriën, protozoa en virussen die aanwezig kunnen zijn in humane feces. Uit: Guardabassi et al., 2013, aangevuld met data uit Enserink et al., 2014. Bron: [6]

Bacteriën	Parasieten	Virussen
<i>Salmonella</i> spp	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Adenovirus
Pathogene <i>Escherichia coli</i>	<i>Entamoeba histolytica</i>	Astrovirus
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	<i>Giardia lamblia</i>	Calicivirus (o.a. norovirus en sapovirus)
<i>Shigella</i> spp	<i>Balantidium coli</i>	Enterovirus
<i>Vibrio cholerae</i>	<i>Dientamoeba fragilis</i>	Hepatitis A virus
<i>Yersinia enterocolitica</i>		Hepatitis E virus
<i>Leptospira icterohaemorrhagiae</i>		Rotavirus
<i>Clostridium difficile</i>		

Tabel 4.2 - Prevalentie(in %) van enterale pathogenen in feces uit luiers van kinderen die kinderdagverblijven bezoeken in de periode maart 2010-maart 2013. (Enserink et al., 2014). Bron: [6]

Bacteriële pathogenen	44,7%	Parasitaire pathogenen	27%	Virale pathogenen	22,1%
Enteropathogenic <i>E. coli</i>	19,9%	<i>Dientamoeba fragilis</i>	22,1%	Norovirus	9,5%
<i>Clostridium difficile</i>	16,5%	<i>Giardia lamblia</i>	4,2%	Sapovirus	3,9%
Entero aggregative <i>E. coli</i>	5,3%	<i>Cryptosporidium</i> spp.	0,8%	Rotavirus	3,3%
Sghigatoxin-producing <i>E. coli</i>	1,9%			Astrovirus	2,8%
<i>Campylobacter jejuni</i>	0,5%			Adenovirus	2,7%
<i>Salmonella enterica</i>	0,3%				
<i>Shigella</i> spp.	0,1%				
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0,1%				

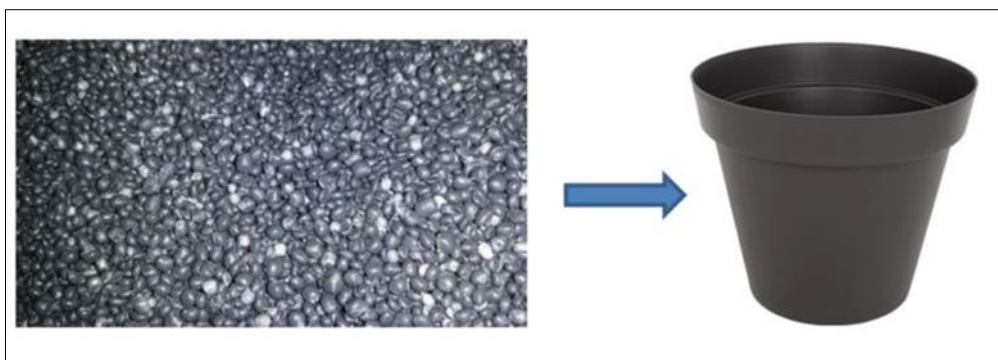
Prevalentie is uitgedrukt als het aantal positieve monsters per totaal aantal geanalyseerde monsters $\times 100\%$.



Figuur 12 - Incidentie van gastro-enteritis voor verschillende leeftijdsgroepen (Uit Koopmans et al., 2008) Bron: [6]

6.3.2: Chemische verontreiniging van luiers en incontinentiemateriaal

Door Eurofins Analytico B.V. is er een analyse uitgevoerd op het gehalte medicijnresten en BPA in het geproduceerde granulaat en bloempotten uit de kunststoffen die vrijkomen uit de luierreycling [35]. De agglomeraten van minimaal 80 proeven zijn verzameld. Deze agglomeraten (ruim 500kg) zijn vervolgens door Hazacom te Tholen verwerkt in granulaat. Een deel van het granulaat is vervolgens verder verwerkt tot bloempotten.



Gezien de actuele discussie op het gebruik van Bisfenol A (BPA) in kunststoffen. Hebben we een extra analyse laten uitvoeren op het geproduceerde granulaat en bloempotten als aanvulling op medicijnen, zie hieronder. (BPA) is een chemische stof die in veel producten voorkomt. BPA wordt gebruikt in (harde)plastics die worden toegepast in bijvoorbeeld bouwmaterialen, elektronica, plastic flessen, (voedsel)verpakkingsmateriaal, implantaten, infuusapparatuur en speelgoed. Daarnaast wordt BPA onder meer gebruikt als basis voor epoxy- verven- en lijmen, in bepaalde tandheelkundige materialen, in inkt en in thermisch papier waaronder kassabonnen [36].

	Granulaat	Bloempot
Bisphenol-A (mg/kg ds)	0,2	1,2

De gehalten aan BPA gevonden in het granulaat of bloempotten is weergegeven in bovenstaande tabel. Het BPA is klaarblijkelijk gebruikt voor het produceren van luiers, incomateriaal en de plastic zakken waarin de luiers en incomateriaal aangeleverd werden. Wanneer het granulaat wordt gebruikt voor de toepassing in verpakking van levensmiddelen adviseren wij de verpakking apart testen of de verpakking voldoet aan de normen van de EFSA[41]: Specific Migration Limit (SML) of 0.6 mg/kg.

Daarnaast is er door SGS INTRON Laboratorium een analyse uitgevoerd naar fytotoxische stoffen in de geproduceerde bloempotten [42]. Dit onderzoek is uitgevoerd volgens NEN-EN 13651 'Bodemverbeterende middelen en teeltsubstraten - Extractie van calciumchloride/DTPA (CAT) oplosbare voedingsstoffen'. De analyses zijn uitgevoerd op 15 metalen en de anionen fluoride en chroom VI en de resultaten vervolgens vergeleken met nieuw PE en steenwol (zie tabel 5).

Tabel 5 - Uitloogresultaten. Bron [42].

CAT uitloging	bloempot	nieuw PE	steenwol
Element	mg/kg ds	mg/kg ds	mg/kg ds
Aluminium (Al)	2,5	0,4	2000
Arseen (As)	<0,03	<0,03	<0,4
Boor (B)	<0,2	<0,2	<4
Cadmium (Cd)	0,007	<0,001	<0,01
Chroom (Cr)	0,013	<0,01	8
Chroom VI (Cr ⁶⁺)	<0,03	<0,03	<0,4
Kobalt(Co)	<0,01	<0,01	1
Koper (Cu)	0,32	0,03	3
Ijzer (Fe)	6,5	0,7	1500
Lood (Pb)	0,17	<0,03	<0,4
Lithium (Li)	<0,02	<0,02	0,5
Mangaan (Mn)	0,18	0,05	40
Kwik (Hg)	<0,0002	<0,0002	<0,002
Molybdeen (Mo)	<0,01	<0,01	<0,1
Nikkel (Ni)	<0,03	<0,03	4
Zink (Zn)	1,8	0,5	2
Fluoride (F ⁻)	<0,5	<0,5	8

Van de onderzochte elementen blijkt slechts een beperkt aantal in het uitloogextract aantoonbaar. Dit betreft: Aluminium, Cadmium, Chroom, Koper, Ijzer, Lood, Mangaan en Zink. De uitloogbaarheid van deze elementen is hoger dan die van nieuw polyethyleen (dat als een referentie kan worden beschouwd) maar meestal aanmerkelijk lager dan de nominale uitloging uit steenachtige substraten. De uitloging van Lood en Zink is vergelijkbaar met die van steenachtige substraten [42].

Om deze cijfers in perspectief te plaatsen kijken we naar het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet [43], daar vinden we de maximale waarden voor zware metalen in compost per kilogram droge stof (ds) zie tabel 6.

Tabel 6 - Bron: Bijlage II, tabellen 2 en 3 Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet [43]

Zware metalen	In mg per kg ds
Cd (Cadmium)	1 mg/kg ds
Cr (Chroom)	50 mg/kg ds
Cu (Koper)	90 mg/kg ds
Hg (Kwik)	0,3 mg/kg ds
Ni (Nikkel)	20 mg/kg ds
Pb (Lood)	100 mg/kg ds
Zn (Zink)	290 mg/kg ds
As (Arseen)	15 mg/kg ds

Compost heeft een gemiddelde droge stof van 700g/kg oftewel 70%ds [44 & 45] en het soortelijk gewicht ligt rond de 700-800 kg/m³. Een bloempot geproduceerd met granulaat uit de luierreclycling weegt ca. 72 gram en kan ca. 2 liter compost bevatten. Dit komt overeen met 1.50 kg compost. Totaal DS = $1,5 \times 0,7 = 1.05$ kg drogestof.

Wanneer alle fytoxische stoffen zouden uitloggen naar de compost is de bijdrage van deze fytoxische stoffen aan de compost weergegeven in tabel 7 kolom 5. Rekenvoorbeeld: in 72 gr 'bloempot' zit aan Cd $0,072 \times 0,007 = 0,000504$ mg Cd. Stel dit loogt ineens allemaal uit naar de compost in de bloempot (naar 1,05 kg ds) dan verhoogt dat het Cd-gehalte in deze compost met $0,000504/1,05 = 0,00048$ mg/kg ds. Dit is te verwaarlozen ten opzichte van het gemiddeld aanwezige Cd zoals gegeven in kolom 2.

Tabel 7 - berekening mogelijke concentratie fytoxische stoffen in compost.

1	2	3	4	5
	Max. waarde in compost [43]	Gemiddeld aanwezig in compost [44]	Aangetroffen in een bloempot (72gr) [42]	Max. verhoging door uitloging van de bloempot naar de compost
Zware metalen	In mg per kg ds	In mg per kg ds	In mg per kg ds	In mg per kg ds
Cd (Cadmium)	1	0,42	0,007	0,00048
Cr (Chroom)	50	20,38	0,013	0,000891429
Cu (Koper)	90	37,67	0,32	0,021942857
Hg (Kwik)	0,3	0,09	0,0002	1,37143E-05
Ni (Nikkel)	20	10,01	0,03	0,002057143
Pb (Lood)	100	56,65	0,17	0,011657143
Zn (Zink)	290	174,88	1,5	0,102857143
As (Arseen)	15	3,90	0,03	0,002057143

De door Lijzen *et al* [4] uitgevoerde studie beschouwen we hier als herhaald en ingelast. Daaraan is de onderstaande tabel ontleend met een lijst van 14 indicatorstoffen voor incontinentiemateriaal. De stoffen nr. 1 t/m 4 zijn ook aangewezen voor babyluiers. Een variant op stof 1 (polyacrylaat of 'polymeer') wordt standaard toegepast voor de ontwatering van RWZI-slib. SAP's zijn begin de jaren '60 geïntroduceerd door US Department of Agriculture (USDA) als verbeteraar van waterbindend vermogen in geïrrigeerde bodems. Deze polymeren (destijds Super Slurpers genoemd) werden vervaardigd uit een combinatie van zetmeel en acrylzuurpolymeren ($\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$). In de vroege jaren '70 werden SAP's voor het eerst commercieel toegepast, niet – zoals de bedoeling was – als bodemverbeteraar, maar in hygiëne producten voor vrouwen en incontinentiemateriaal voor volwassenen. De huidige generatie SAP's worden geheel synthetisch gevormd in gel-polymerisatie reacties van acrylzuur en natriumhydroxide. Dit worden gecrosslinkte homopolymeren genoemd. Deze worden in luiers toegepast, maar ook nog steeds gebruikt als bodemverbeteraars in potgronden en in zaadcoatings [25]. Deze polymeren, vaak op basis van polyacrylamides, worden als niet-toxisch beschouwd [26]. Ook een uitgebreid review artikel over het gebruik van SAP's in landbouw heeft geen negatieve bijwerkingen kunnen ontdekken [27]. Onder invloed van voornamelijk schimmels worden ze overigens wel geleidelijk afgebroken [28]. Ook onder invloed van Uv-licht blijken de bindingen af te breken waardoor polymeermoleculen in oligomeren uiteen vallen. Deze kleinere moleculen zijn veel gevoeliger voor microbiologische afbraak. Van nature is de afbraaksnelheid hiervan in de bodem zo'n 10%-15% per jaar [25]. In Europa is het gebruik van SAP's in de bodem beperkt aangezien het klimaat voor voldoende vocht in de bodem zorgt. Daarnaast heeft ook de Universiteit van Hohenheim (Stuttgart) studies gedaan naar de toepassing van SAP's voor het versnellen van de ontwikkeling van een grasmat in de zomer [29]. Verder is nog één studie in Portugal uitgevoerd met 'diaper polymers' als bodemverbeteraar [30]. Ook hier was geen sprake van negatieve neveneffecten. Bovenstaande analyse bevestigt de conclusie die reeds in 2001 geformuleerd was in een studie van TNO, waarin gesteld wordt dat op basis van de op dat moment beschikbare gegevens, SAP-houdende compost qua toxicologische invloed tamelijk risicoloos is in te zetten [31]. SAP's worden wereldwijd verkocht als bodemverbeteraar in de landbouw en in tuincentra, bijvoorbeeld onder de naam 'Hydrosorb' en 'Cristal rain'. In Nieuw Zeeland is een luierverwerkingstechniek ontwikkeld die gebaseerd is op het composteren van uitsluitend luiers waarbij

Elsinga Beleidsplanning en Innovatie BV	HACCP HANDBOEK LUIERRECYCLING D.M.V. TDH	Pagina: 32 / 53 Status: definitief Datum: 18-04-2018 Versie: 01
--	---	--

expliciet de aanwezige SAP's in de luiers worden aangemerkt als een potentieel voordeel van de resulterende compost voor toepassing in de landbouw (www.hotrotsolutions.com).

De mogelijke toxiciteit van dit SAP-residu als onderdeel van de vloeibare organische fractie uit de TDH-reactor als geheel is daarnaast getest met geaccrediteerde testen op mogelijke schade aan planten (gerst (monocotyl) en waterkers (dicotyl)) en dieren (regenwormen). Volgens de Wilde *et al* (2015) [22] gaven de resultaten geen aanleiding om aan te nemen dat er ecotoxicologische effecten te verwachten zijn bij toepassing van de gehydrolyseerde organische fractie van thermisch behandeld incontinentiemateriaal in bodemverbeteraars.

Bij tabel 8 zijn nog en aantal opmerkingen van toepassing:

Stof 12 (Diclofenac) is geselecteerd door RIVM [7] in de lijst van pagina 32 en gebruikt in de challenge test van Elsinga *et al* 2017 [19].

Stof nr. 11 (Estradiol) is wel geselecteerd door RIVM [7] in tabel 4.4. maar is waarschijnlijk vergeten op te nemen in de lijst van pagina 32. Deze stof is ook gebruikt in de challenge test. [19]

Stof nr. 15 (Sulfamethoxazol) en stof nr. 16 (Carbamazepine) worden in [7] op pagina 32 wel genoemd als stoffen die in oppervlaktewater worden gemeten en waargenomen met concentraties boven de concentratiegrens die veilig is voor waterorganismen en daarom vanuit toxicologisch oogpunt ook aandacht verdienen. Het is niet duidelijk waarom ze ontbreken in de tabellen van hoofdstuk 4 en in de selectielijst van pagina 32. Beide stoffen zijn toegepast in de challenge test [19].

Stof nr. 17 (Ibuprofen) is wel opgenomen in de tabellen van Hst. 4 en als zodanig toxisch zeker relevant, maar ze is niet geselecteerd vanwege problemen met de detectielimiet. Deze stof is gebruikt in de challenge test [19] (daar speelt het probleem van de detectiegrens niet).

Concluderend kan worden gesteld dat de vijf stoffen 11, 12, 15, 16 en 17 die geselecteerd zijn voor de challenge test goed overeen stemmen met de stoffen die RIVM als relevant heeft geselecteerd. Verder is deze selectie verantwoord en gemotiveerd in [19] op grond van het werk van Boxall (2016) [20] (representativiteit voor een groot scala aan farmaceutische producten met oplopende thermoresistentie). Deze stoffen werden gemiddeld voor $\pm 96\%$ afgebroken (82% - 100%). Hierbij dient te worden aangetekend dat stoffen die goed analyseerbaar zijn in (oppervlakte-)water, niet altijd goed analyseerbaar zijn in een slurry-matrix of andere matrices. Daarom is in [19] gecorrigeerd voor lagere recovery's in het onbehandelde materiaal. Stof nr. 15 (Sulfamethoxazol) behoort tot de categorie Sulfonamides die in hoofdstuk 6.2.2., literatuurbron [15] genoemd worden als eveneens afgebroken in compostering. Boxall, A.B.A. (2016). [20] markeert deze stof met een zeer hoge ontledingstemperatuur in droge toestand (pyrolyse, 600°C). Van Chloortetracycline wordt in Hst 6.2.2. (literatuurbron [17]) een 110-voudige reductie gemeld. Het middel behoort tot de tetracyclines en komt in [7] in de tabellen van hfst. 4 terug als Doxycycline.

Tabel 8 - Informatie criteria stoffen in ongebruikte luiers en incontinentiemateriaal aangevuld met gegevens Elsinga *et al* (2017) [19]

Nr.	Chemische verontreiniging	Herkomst	Gevaar	Bepaling	Opmerking
1	SAP (Super Absorbing Polymers)	Luiermateriaal	Waarschijnlijk laag	Niet bekend	Getest via ecotoxiciteitstest, Bron: [22]
2	Quaternary ammonium compounds	Luiermateriaal	Ecotoxiciteit hoog, wel wordt sterke binding aan vaste fase verwacht	Goed mogelijk in lage concentraties	Getest via ecotoxiciteitstest, Bron: [22]
3	Oligomeren van acrylzuur	Luiermateriaal	Ecotoxiciteit hoog, redelijk afbreekbaar in water, langere ketens (>1000 g/mol) beperkt	Niet bekend	Getest via ecotoxiciteitstest, Bron: [22]
4	Amoxicilline	Antibioticum	Gebrekkig afbreekbaar en zeer hoge toxiciteit	goed	
5	Metformine	Bloeddrukverlager	Wordt in grote hoeveelheden in oppervlaktewater aangetroffen; norm afgeleid door RIVM 6(niet wettelijk) is 780 µg/L	goed	
6	Metoprolol	Bloeddrukverlager	Wordt geregeld in oppervlaktewater aangetroffen; norm afgeleid door RIVM (niet wettelijk) is 62 µg/L	goed	

Nr.	Chemische verontreiniging	Herkomst	Gevaar	Bepaling	Opmerking
7	Hydrochloor-thiazide	Bloeddruk-verlager	?	goed	
8	Clarithromycine	Antibioticum	Wordt regelmatig in oppervlaktewater in Nederland aangetroffen. Scoort hoog m.b.t. risico quotiënt (RIVM rapport 'Geneesmiddelen en waterkwaliteit'). Potentieel persistent volgens fass.se. Toxisch.	goed	
9	Trimethoprim	Antibioticum	Antibioticum. Wordt regelmatig in oppervlaktewater in Nederland aangetroffen. Scoort hoog m.b.t. risico quotiënt (RIVM rapport 'Geneesmiddelen en waterkwaliteit').	goed	
10	Estriol	Steroid-hormoon	Geen milieu info op fass.se. Toxiciteitsgegevens op Wikipharma laten zeer hoge toxiciteit zien.	goed	
11	Estradiol*	Steroid-hormoon	Toxiciteitstest met estradiol op fass.se blijkt voor 17 β -estradiol te zijn. Zeer toxisch; opgenomen in EU-Watchlist (Richtlijn 2008/105/EG).	goed	Niet duidelijk waarom deze op de samenvattende lijst RIVM pag. 32 ontbreekt
12	Diclofenac*	Pijnstiller	Geen informatie op fass.se. Wordt regelmatig in oppervlaktewater in Nederland aangetroffen. Scoort hoog m.b.t. risico quotiënt (Moermond e.a. 2016); opgenomen in EU-Watchlist (Richtlijn 2008/105/EG).	goed	
13	Naproxen	pijnstiller	Wordt regelmatig in oppervlaktewater in Nederland aangetroffen. Scoort hoog m.b.t. risico quotiënt (RIVM rapport 'Geneesmiddelen en waterkwaliteit').	goed	

Nr.	Chemische verontreiniging	Herkomst	Gevaar	Bepaling	Opmerking
14	5-fluoro-uracil	cytostaticum	Geen milieu info op fass.se. Toxiciteitsgegevens op Wikipharma laten hoge toxiciteit zien. Zounkova et al. (2007) toonden voor 5- fluorouracil chronische toxiciteit bij vrij lage concentraties (LOEC 5-fluorouracil 0.01 mg/L) aan. Gezien de geringe marge tussen de verwachte concentratie in het oppervlaktewater (PEC) en de effectconcentraties in chronische testen zijn chronische effecten in oppervlaktewater niet uit te sluiten voor dit cytostaticum.	goed	
15	Sulfamethoxazol*	antibioticum	RIVM [7] Pag. 32 'De stoffen die in oppervlaktewater worden gemeten en waargenomen, en met name geneesmiddelen met een concentratie boven de concentratiegrens die veilig is voor waterorganismen, verdienen vanuit toxicologisch oogpunt ook aandacht, bijvoorbeeld Diclofenac (pijnstillers), Azythromycine, Clarithromycine en Sulfamethoxazol (antibiotica) en Carbamazepine (Moermond e.a. 2016).	goed	Niet duidelijk waarom deze op de samenvattende lijst RIVM pag. 32 ontbreekt
16	Carbamazepine*	Middel tegen epilepsie	RIVM [7] Pag. 32 'De stoffen die in oppervlaktewater worden gemeten en waargenomen, en met name geneesmiddelen met een concentratie boven de concentratiegrens die veilig is voor waterorganismen, verdienen vanuit toxicologisch oogpunt ook aandacht, bijvoorbeeld Diclofenac (pijnstillers), Azythromycine, Clarithromycine en Sulfamethoxazol (antibiotica) en Carbamazepine (Moermond e.a. 2016).	goed	Niet duidelijk waarom deze op de samenvattende lijst RIVM pag. 32 ontbreekt
17	Ibuprofen*	Pijnstillers (NSAID)	Niet opgenomen in lijst RIVM- rapport vanwege verandering in analysemethode (verhoogde detectielimiet dus niet meer aangetroffen). Toxische stof.	goed	Nuttig in challenge test (detectie limiet geen issue)

* Deze stoffen zijn getest in de challenge test van Elsinga et al (2017) [19].

Tot slot is het goed de resultaten uit het onderzoek van Elsinga *et al* (2017) [19] in een breder kader te plaatsen. Daarbij worden medicijnen voor circa 96% afgebroken en vervolgens wordt de resulterende slurry vergist, digestaat wordt ontwaterd, het ontwaterd digestaat wordt gecomposteerd en verbrand en het water uit de ontwatering wordt opnieuw gezuiverd in de RWZI.

Geneesmiddelen in menselijke fecaliën en urine komen via het riool en de RWZI met gezuiverd water op het oppervlaktewater en anderzijds via het zuiveringsslib in het milieu. Volgens een STOWA-rapport uit 2013 [32] is veruit de belangrijkste route van geneesmiddelen naar het oppervlaktewater via de RWZI: na gebruik worden geneesmiddelen uitgescheiden en komen via het riool op RWZI terecht. Van de geneesmiddelen in het RWZI influent is het grootste deel afkomstig uit huishoudens. Over het algemeen is minder dan 10% afkomstig uit ziekenhuizen, 1-5% uit andere zorginstellingen, terwijl de bijdrage vanuit de industrie minimaal is.

Het antidiabeticum Metformine en het afbraakproduct Guanylurea, röntgencontrastmiddelen, bètablokkers, pijnstillers, anti-epileptica en antibiotica leveren hier de grootste bijdrage aan. Volgens STOWA [32] wordt bij een conventionele waterzuivering ongeveer 65% van de in het influent aanwezige totaalvracht geneesmiddelen tijdens de zuivering verwijderd. 35% komt in het oppervlaktewater terecht. Wat betekent dit voor de impact van recycling van luiers volgens de TDH-route? Daarvoor vergelijken we een drietal scenario's:

1. We vermijden het gebruik van wegwerpluiers en laten baby's en incontinenten personen vaker gebruik maken van een po, een wc of van wasbare luiers.
Uitgescheiden medicijnen: die geraken dan via de RWZI voor ca 35% in het oppervlaktewater.
Pathogenen: Een rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) is niet gedimensioneerd om pathogenen, maar om stoffen (voornamelijk zwevend stof, organische verbindingen en nutriënten) te zuiveren. Hierdoor zijn er nog grote hoeveelheden pathogenen aanwezig in effluent van zuiveringen. Het zuiveringsrendement van bacteriën is ongeveer 1-2 log-eenheden (bv voor E. coli van 10^{10} naar ongeveer 10^8 per liter), voor virussen 0 tot 1 log-eenheid (bv voor norovirus van 10^4 naar 10^3 per liter) en voor protozoa 2 tot 4 log-eenheden (bv voor Cryptosporidium van 10^4 naar 10^2 per liter). Ter illustratie: de waarden voor E coli in effluent zijn dan ongeveer 1.000 tot 10.000 maal hoger dan de toegestane waarden voor goed zwemwater [46].
2. We verbranden de wegwerpluiers. Er is geen nadere informatie over besmetting van avi-bodemas met pathogenen en medicijnresten. Zoals beschreven hiervoor en in hoofdstuk 6.4 is het duidelijk dat hier zekere risico's bestaan en dat die niet met specifiek hierop gerichte maatregelen zijn geborgd.
3. Luiers worden gerecycled via TDH. Pathogenen zijn 100% afgedood. Medicijnen: gemeten medicijnafbraak ca 96%, voorgeschreven medicijnafbraak $\geq 90\%$. Afbraak in RWZI ca 65%. Totale afbraak medicijnen $\geq 90\%$ afbraak in TDH $\rightarrow \leq 10\%$ resteert x ca 65% afbraak RWZI $\rightarrow \leq 3,5\%$ resteert.

Weging van het bovenstaande:

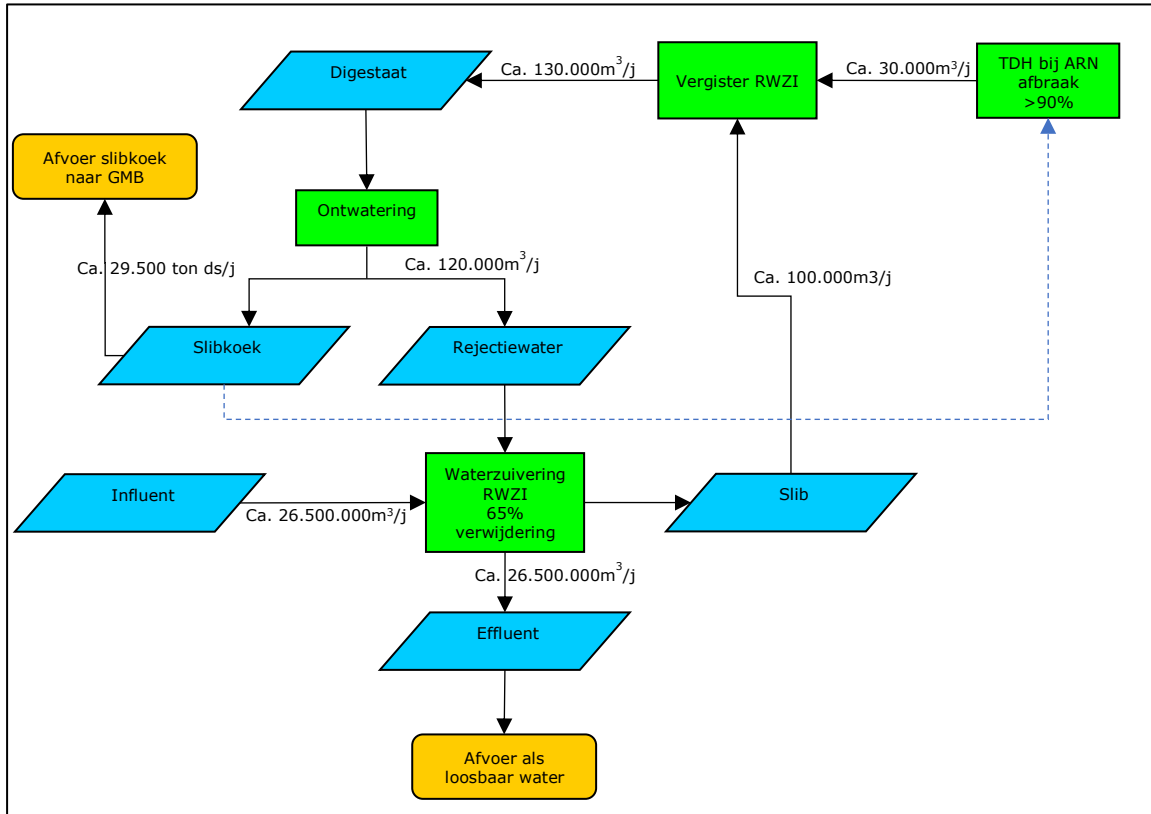
Er is aangenomen [7] dat het geneesmiddelengebruik van ouderen een zeker vertrekpunt is voor de geneesmiddelen die kunnen worden verwacht in incontinentie materiaal. Echter is echter aannemelijk dat verreweg de grootste groep geneesmiddelengebruikers *niet* incontinent is. Van al deze gebruikers gaan de uitgescheiden geneesmiddelen direct naar het riool met een verwijderingsrendement van ca 35%. Pathogenen worden nauwelijks verwijderd. Bij scenario 2 is de verwijdering van medicijnen niet volledig maar er zijn geen kwantitatieve cijfers van AVI-bodemas. Qua pathogenen is een zekere besmetting met AVI bodemas waarschijnlijk. Scenario 3 geeft 100% afdoding van pathogenen en $\leq 3,5\%$ van de medicijnen resteert.

Samengevat pathogenen en medicijnresten:

Tabel 9 Scenario's	Gevaar pathogenen	Gevaar medicijnresten	score
1 uitscheiden via WC	Aanwezig en nauwelijks gereduceerd -	reductie naar ca 35% van uitscheiding o	-1
2 uitscheiden via luier en AVI	Kans op besmetting van bodemas, geen data o	Beperkt deel in aandeel onverbrande bodemas, geen data +	+1
3 uitscheiden via luier en TDH	Volledig verwijderd +	Reductie naar $\leq 3,5\%$ van uitscheiding +	+2

Jaarlijks wordt maximaal 30.000 ton slurry uit de luierreycling extra verwerkt in de vergisting van de waterzuivering. De totale jaarlijkse aanvoer van influent op de rwzi is 26.500.000 m³/j. Dit betekent dat de slurry-aanvoer naar de RWZI 0,11% van het debiet uitmaakt (30.000 ton slurry/ 26.500.000m³influent) . Mede vanwege de afbraak van medicijnen in de TDH zal er naar alle waarschijnlijkheid geen meetbare effect zijn op de kwaliteit van het effluent van de rwzi.

Figuur 13 – Basis: massabalans RWZI-Nijmegen jaar 2016.



In totaal is het geproduceerde granulaat en bloempotten geanalyseerd op 61 medicijnen en hormonen (pakket 6, 8 en hormones). Onder deze 61 stoffen bevonden zich de medicijnen die zijn opgesomd door RIVM [7] op pagina 32 (volledigheidshalve zijn al deze stoffen groen gemarkeerd opgenomen in tabel 10). Van deze 61 stoffen is het uiteindelijk mogelijk gebleken er 45 te kunnen analyseren. Van deze 45 stoffen zijn er 42 stoffen onder de detectiegrens gebleven. De stoffen die in lage concentraties teruggevonden zijn, zijn cursief gemarkeerd weergegeven in tabel 10.

Tabel 10 - resultaten van het laboratoriumonderzoek (gehalten in kunststof) [Bron: 35]

Werkzame stof	Granulaat	Bloempot
<i>Gemfibrozil ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	11	16
<i>Naproxen ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	8	16
<i>Salicylic acid ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	<10	37
<i>Metformine ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	<10	<10
<i>Metropolol ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	<10	<10
<i>Amoxilline ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	niet bepaalbaar	
<i>Clarithrimycine ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	<10	<10
<i>Trimethoprim ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	<10	<10
<i>Estriol (mg/kg ds)</i>	<0,1	<0,1
<i>Diclofenac ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	<10	<10
<i>5-fluoro-uracil ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)</i>	<50	<50

Wij hebben niet direct een referentiekader om na te gaan welke concentratie van deze stoffen in kunststof producten een gevaar zou kunnen vormen. Feitelijk zou daarvoor nagegaan moeten worden in welke mate het betreffende geneesmiddel uitloopt en in het medium of milieu terecht komt waarin het een direct gevaar vormt. Daarvoor bleek niet een bepalingsmethode beschikbaar. We hebben ons daarom hieronder beperkt en voor de 3 gevonden stoffen zijn we nagaan hoeveel een mens maximaal van de betreffende stof binnen zou mogen krijgen. Vervolgens hebben we uitgerekend hoeveel plastic daarvoor door een mens ingenomen moet worden én volledig verteerd moet worden om het geneesmiddel volledig op te kunnen nemen. De facto klopt dit natuurlijk niet, immers de geneesmiddelen zijn min of meer gefixeerd in de kunststof matrix en zullen voor het overgrote deel (bij orale inname) uitgescheiden worden met de ontlasting.

Gemfibrozil

Gemfibrozil wordt gebruikt voor de verlaging van het cholesterolgehalte. Volgens [37] kan er een nierfunctiestoornis optreden bij een dosering van 900mg/dag. De hoeveelheid kunststoffen waarin 900 mg gemfibrozil voorkomt bedraagt $900/0,016 = 56.250$ kg kunststof. Er treedt dus nierfunctie stoornis op als een persoon de hoeveelheid gemfibrozil binnen krijgt die opgesloten ligt in de matrix. Dit betekent voor de kunststoffen uit het TDH-proces dat een persoon maximaal ~ 56.000 kg kunststoffen uit het TDH-proces per dag moet binnenkrijgen om de betreffende nierfunctiestoornis op te lopen.

Naproxen

Naproxen wordt gebruikt als pijnstillers. Volgens [38] is de maximale dosering bij kinderen 15 mg/kg per 24 uur. Dit betekent voor de kunststoffen uit het TDH-proces dat een kind maximaal ~ 940 kg kunststoffen uit het TDH-proces mag binnenkrijgen per dag per kg lichaamsgewicht zonder dat de maximale dosering wordt overschreden.

Salicylic acid

Salicylzuur wordt o.a. gebruikt bij huidandoeningen en de behandeling van wratten. Volgens [39] wijst het systemische gebruik van lage doses salicylaten (≤ 80 mg/dag) niet op schadelijke effecten. Dit betekent voor de kunststoffen uit het TDH-proces dat een persoon maximaal ~ 2.200 kg kunststoffen uit het TDH-proces per dag mag binnenkrijgen voordat schadelijke effecten optreden.

Om tot bovenstaande waardes uit tabel 10 te komen zijn de geproduceerde kunststoffen eerst verder gemalen tot <4mm. Daarna is een extractie uitgevoerd met Acetonitril en Diethylether in een zuur milieu. De waardes geven dus feitelijk de gehalten in de kunststoffen weer en niet de uitloging. Er zijn geen uitloogtesten beschikbaar voor deze stoffen in deze matrix. De kans op uitloging schatten wij in als minimaal; de kans daarop onder normale omstandigheden is erg klein en de concentratie in de kunststoffen is erg laag.

6.3.3 Fysische verontreinigingen van luiers en incontinentiemateriaal

Voor de resultaten van de sorteeraanlyse verwijzen we naar tabel 2 van hst. 2.1 (zie ook [3] pag. 7 en 8)

1. Babyluiers

88% van het materiaal bestond daadwerkelijk ook uit babyluiers (en billendoekjes). Het grootste aandeel in de verontreiniging was incomateriaal (6%) en (nat) papier (3,4%) gevolgd door folie's, en gft (samen 2%). Eigenlijk kan gesteld worden dat slechts 0,3% echt potentieel stoorstoffen kan bevatten. Hieronder vallen metalen verpakkingen (spuitbussen), chips zakken (met aluminium), doordrukstrips, textiel en hard plastic.

2. Incomateriaal

Het onderzochte incomateriaal was zo mogelijk nog zuiverder (93%) dan de babyluiers. Een aanzienlijk deel van de 'vervuiling' bestond uit de plastic vacumeerzakken (4,8%). Mogelijke stoorstoffen zijn hier vooral de latex handschoenen (0,5%) en katheters die zich bevonden in het restafval (0,4%).

Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat babyluiers en incomateriaal 0,3% respectievelijk 0,9% mogelijke stoorstoffen voor het TDH-proces bevatten. Er moet rekening gehouden worden met metalen verpakkingen die verstoppingen kunnen veroorzaken. Daarnaast werd een niet verwaarloosbare hoeveelheid handschoenen/katheters in incomateriaal geconstateerd welke het agglomeratieproces verstoren. Wellicht kan hier met de leveranciers overlegd worden of hierop gestuurd kan worden. Verder zullen aanvullende sorteerproeven aan moeten tonen in hoeverre de gevonden resultaten representatief zijn voor de gehele afvalstroom.

De fysische gevaren welke een rol kunnen spelen zijn de volgende: eventuele scherpe voorwerpen van metaal of glas die verwondingen kunnen veroorzaken en infecties bij contact met de onbehandelde grondstof.

In het systeem is na de TDH een zeving voorzien op 750 µm waarna dit gevaar praktisch is uitgesloten.

6.4 Andere kunststofstromen* en afgekeurde luiers en incontinentiematerialen**

* Die samen met agglomeraten worden verwerkt tot kunststofgranulaat en kunststof eindproducten en afgekeurde luiers en incomaterialen.

** die worden verbrand in een AEC.

Het kunststofgranulaat wordt afgevoerd naar verwerkers die een vergunning hebben voor verwerking van deze kunststoffen. Reguliere kunststofstromen die deze verwerkers verwerken zijn bijvoorbeeld de kunststoffen zoals die worden ingezameld als PMD; de gescheiden ingezamelde afvalstroom uit particuliere huishoudens, bestaande uit kunststoffen en metalen verpakkingsmaterialen en drankenkartons. Om verder een indruk te krijgen van PMD hebben we op een willekeurig overslagpunt van PMD enkele foto's genomen van dit materiaal. Deze zijn opgenomen in bijlage 1. Het is duidelijk dat deze stromen verontreinigingen bevatten die als fysische, chemische en microbiologische gevaren zijn te kwalificeren. Enkele voorbeelden van chemische gevaren zijn de gefotografeerde doordrukstrips van medicijnen, containers voor- (en met-) chemische afvalstromen en dergelijke. De herintroductie van deze chemische gevaren via de keten van kunststofverwerking is reëel en concreet. Wij nemen aan dat de vergunningen en geïmplementeerde risico beheersing voor deze bedrijfsketen voorziet in de beheersing van deze gevaren.

Afgekeurde luiers en incomaterialen worden afgevoerd naar een AEC. Daarop is figuur 4.2 van toepassing. Bij de AEC's ontstaan de eindproducten stoom (warmte en elektriciteit), gereinigde rookgassen naar de buitenlucht en bodemas. Bodemas valt vanaf het verbrandingsrooster in de slakkenbak waarin het wordt geblust met lauw/handwarm water. Uit deze bak wordt bodemas continu afgevoerd voor recyclingdoeleinden. In de opgewerkte bodemas bevindt zich een beperkt deel (max. 5,5%) onverbrande materialen [33 & 34]. Voorwerpen zoals schoenen, plastic flesjes, folie, papier, luiers en dergelijke worden hierin aangetroffen. Gegeven het feit dat het bluswater hiermee wordt besmet vindt herbesmetting van de afgevoerde bodemas continu plaats. Er is sprake van herbesmetting met microbiologische en chemische risico's. Omdat de hoeveelheid restafval door recycling steeds verder afneemt concentreren stoffen als luiers, incomaterialen maar ook verpakkingen met medicijnresten en dergelijke zich steeds meer in de inputstroom van de AEC's en dus mag verwacht worden dat het besmettingsniveau van de bodemas via de slakkenbak in de toekomst verder toeneemt. In de literatuur is uitgebreide informatie bekend over chemische verontreinigingen van bodemmassen, maar wij hebben geen gegevens gevonden over medicijnresten. Dit klemt temeer omdat volgens Boxall [20] veel medicijnen in droge toestand hoge decompositietemperaturen vereisen die – gegeven het percentage onverbrand – in een bepaald deel van de bodemmassen waarschijnlijk niet gehaald worden.

Het is zeer opvallend dat we geen publicaties hebben kunnen vinden over de microbiologische verontreiniging van bodemassen.

Volgens Morf *et al* (2009) is het zo dat (het eluaat uit-) bodemassen niet toxisch zijn voor de meeste micro-organismen [23]. Ze vormen dus in principe een geschikte voedingsbodem voor micro-organismen, waaronder pathogenen (bij het verouderen van bodemassen wordt ook gebruik gemaakt van microbiële activiteit). Voor zover wij hebben kunnen zien wordt dit gevaar niet onderkend, nog beheerst. Omdat er voor de afkeur van luiers en incomaterialen geen alternatieve verwerking bestaat en niet brongescheiden luiers en incomaterialen via deze route verwerkt worden met het restafval moet dit gevaar (al dan niet voldoende beheerst) voor de time being als een gegeven worden geaccepteerd.

6.5 Samenvatting door het HACCP team erkende gevaren:

Het HACCP team onderkent de volgende gevaren:

- Blootstelling van mens, dier en milieu aan in onvoldoende mate verwerkt RWZI-slib, luiers en incontinentiemateriaal waardoor besmetting kan optreden met voorkomende pathogenen.
- Blootstelling van mens, dier en milieu aan chemische bestanddelen/verontreinigingen welke via onvoldoende behandelde producten verspreid kunnen worden.
- Verwonding van mens en/of dier aan scherpe voorwerpen welke infectie of blootstelling aan chemische verontreinigingen kan veroorzaken.

6.6 Risico analyse op basis van waarschijnlijkheid maal effect van de genoemde gevaren.

In deze risicoanalyse wordt onderzocht in hoeverre de in 6.4 genoemde gevaren als een risico beschouwd kunnen worden. Via een risicoanalyse worden de gevaren van gebruikte grondstoffen in kaart gebracht en geclassificeerd. Hiervoor is onderstaande risicoanalysemethode gebruikt en de uitkomst vastgelegd. De hoge en midden risico's dienen te worden beheerst.

Waarschijnlijkheid in onderstaande tabel heeft betrekking op de kans dat het gevaar zich voordoet in het uitgangsmateriaal. Het effect is vervolgens wat kan gebeuren als het geïdentificeerde gevaar niet wordt beheerst en via de weg naar het eindproduct in de toepassing tot uiting komt door schade aan mens, dier of ecosysteem in bredere zin.

De risicoscore volgt uit de kans op het voordoen van geïdentificeerde gevaren in combinatie met de mogelijke effecten ervan. De risicoscore is hoog (rood), midden (oranje) of laag (groen). De hoogte van de zo gevonden risicoscore bepaalt vervolgens of algemene beheersmaatregelen in de procesvoering afdoende zijn ('laag risico') om het gevaar voldoende te reduceren of dat het specifieke beheersmaatregelen betreft ('midden' of 'hoog' risico) die mogelijk kritische beheerspunten zijn. In de volgende paragrafen volgt een onderbouwing van de risicoscore zoals weergegeven in onderstaande figuur.

Waarschijnlijkheid \ Effect	Zeerklein (niet of nauwelijks aanwezig)	Klein (nauwelijks aanwezig)	Mogelijk (mogelijk aanwezig)	Groot (vaak aanwezig)	Zeergroot (altijd aanwezig)
Zeerklein (geen gevolgen)					
Klein (ongemak consument)					
Gemiddeld (zieke consument)					b
Groot (ziekenhuisopname)	c				a
Zeergroot (blijvend letsel/dood)					

6.5.1 Risicoanalyse gevaar a:

Blootstelling van mens, dier en milieu aan in onvoldoende mate verwerkt RWZI-slib, luiers en incontinentiemateriaal waardoor besmetting kan optreden met voorkomende pathogenen

Waarschijnlijkheid: zeer groot.

Uit het hoofdstuk 6 volgt dat het zeer waarschijnlijk is dat pathogenen in (onvoldoende) onbehandeld RWZI-slib, babyluiers en incontinentiemateriaal aanwezig zijn. Contact met dit materiaal kan besmetting opleveren.

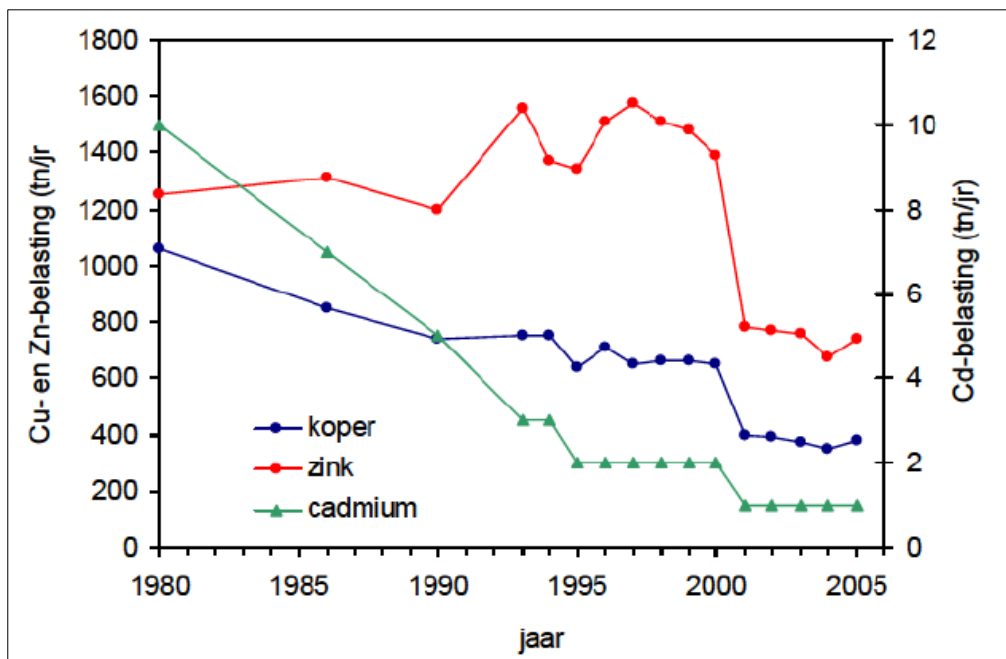
Effect: Groot

Het effect van de besmetting kan variëren van ziek zijn tot ziekenhuisopname. Dit betekent dat het effect van een besmetting bij een vatbaar individu als groot moet worden ingeschat. Daarom is er sprake van een hoog risico waarvoor specifieke beheersmaatregelen noodzakelijk zijn. Zie de indeling van gevaar a met de letter a in de bovenstaande tabel.

6.5.2 Risicoanalyse gevaar b:

Blootstelling van mens, dier en milieu aan chemische bestanddelen en/of verontreinigingen welke via onvoldoende behandelde producten verspreid kunnen worden.

Waarschijnlijkheid: zeer groot. Uit het hoofdstuk 6 volgt dat het zeer waarschijnlijk is dat chemische bestanddelen en/of verontreinigingen in (onvoldoende) onbehandeld RWZI-slib, babyluiers en incontinentiemateriaal aanwezig zijn. Contact met dit materiaal kan besmetting opleveren. Een voorbeeld daarvan zijn zware metalen. De huidige gehalten van zware metalen in de mest worden vooral bepaald door de EU richtlijnen aangaande de toegestane gehalten van zware metalen in veevoer (EU, 2005) en in additieven (EU, 2003). De onderstaande figuur geeft een indruk van de belasting van de bodem door zware metalen en hoe deze belasting als gevolg van wetgeving is afgenomen.



Figuur 13: Bodembelasting van Landbouwgronden met Cd, Cu, en Zn door dierlijke mest en kunstmest voor de periode 1980-2005. De mestwetgeving en veranderende normen voor koper en zink in veevoer hebben geleid tot veranderingen in de belasting van de bodem (Bron: [21]).

Ook de toepassing van antibiotica en groei hormonen- of stimulators is beperkt door uitgebreide wet en regelgeving.

Effect: gemiddeld.

Het binnenkrijgen van zware metalen, hormonen of resten van antibiotica en dergelijke zal niet direct leiden tot ziekenhuisopname. Pas na chronisch inname van hogere concentraties zullen er complicaties op kunnen treden.

Daarom is er sprake van een hoog risico waarvoor specifieke beheersmaatregelen noodzakelijk zijn. Zie de indeling van gevaar b met de letter b in de bovenstaande tabel.

6.5.3 Risicoanalyse gevaar c:

Verwonding van mens en dier aan in scherpe voorwerpen welke via de eindproducten in het milieu terecht komen.

Waarschijnlijkheid: zeer klein.

De kans dat er scherpe delen in het eindproduct terecht komen is niet groot, aangezien de aard van de inputstromen dit gevaar niet in de hand werken en het materiaal tijdens het proces wordt gezeefd op < 1 mm. De plastic agglomeraten worden geëxtrudeerd over een dermate fijne zeef dat het praktisch onmogelijk is dat een gebruiker van het kunststof voorwerp zich er aan bezeert. De slurry wordt vergist en daaruit wordt biogranulaat geproduceerd dat dienst doet als biomassa. Aanraking door mensen is ook hier praktisch uitgesloten.

Effect: groot

De verwonding van mens of dier zal hooguit bestaan uit een schram of snee, in het ergste geval zal er een infectie ontstaan, echter alleen indien de wond niet goed schoongemaakt/ontsmet wordt. In een ernstig geval kan dit leiden tot een ziekenhuisopname. Het HACCP team beoordeelt op basis van de mogelijkheid van een ziekenhuisopname het effect als groot.

Er is sprake van een laag risico waarvoor algemene beheersmaatregelen volstaan. Zie de indeling van gevaar c met de letter c in de bovenstaande tabel.

7 Inventarisatie beheersmaatregelen en beheersing risico's

Op basis van de risicoanalyse zijn de risico's geclassificeerd. Voor de lage risico's volstaan de algemene beheersmaatregelen (AB) die in 7.1 worden genoemd. De midden en hoge risico's uit hoofdstuk 6 worden per processtap via een beslisboom beschouwd (7.2) en op basis daarvan wordt bepaald of algemene beheersmaatregelen afdoende zijn of dat specifieke beheersmaatregelen nodig zijn, in welk geval sprake is van een critical control point (CCP). Echter zijn in deze risicoanalyse in principe 2 routes betrokken:

I de route TDH gevolgd door vergisten en composteren van de slurry en

II de route AEC in geval van afkeur van aangevoerde luiers

Wij hebben in hoofdstuk 6 reeds aangegeven dat de microbiologische en chemische gevaren bij route II via de slakkenbak en bodemas potentieel als groot beschouwd kunnen worden, maar dat de literatuur over de gevaren van pathogenen en medicijnresten niets vermeld, noch over de beheersing daarvan. Wij volstaan hier dan ook met de conclusie dat dit een zwakke plek lijkt in de risico-analyse van de reguliere verwerking van luiers en incontinentiematerialen via de afvalenergiecentrales.

Dit betekent dat we hieronder volgens de bovengenoemde procedure alleen voor route I de AB's en CCP's vaststellen. Het ligt voor de hand dit te doen aan de hand van de stroomschema's uit hoofdstuk 4.

7.1.1 Algemene beheersmaatregelen route I, TDH

Hieronder zijn de algemene beheersmaatregelen (AB) per processtap opgesomd voor de TDH-route.

Ontvangst

AB1 De aanvoer en acceptatie van te verwerken luiers, incomateriaal en RWZI-slib vindt plaats conform de omgevingsvergunning. Dit voorkomt dat medicijnresten en pathogenen in te hoge concentraties voorkomen in de resulterende eindproducten, bijvoorbeeld door insleep. Volgens de voorschriften is er geen grond voor het kwalificeren van de TDH-slurry als gevaarlijk afval, moeten eventuele schadelijke medicijnresten door de TDH voor meer dan 90 procent worden afgebroken en moeten pathogenen worden afgebroken.

AB2 De aanvoer van te verwerken luiers en incontinentiemateriaal vindt plaats in een separate ontvangstruimte, het RWZI-slib wordt aangevoerd in een zelflossende container. De installatie is zo ontworpen dat deze stromen fysiek niet in contact komen met de geproduceerde slurry en agglomeraten zodat geen kruisbesmetting kan optreden.

Transport

AB3 Het transport van het onbehandeld materiaal tijdens het proces vindt plaats vanuit de voorraadbunker (luiers en incomateriaal) middels een kraan in de ontvangsbunker van de pompunit. Het RWZI-slib wordt rechtstreeks vanuit de slibcontainer in deze bunker getransporteerd met een vijzel. De pompunit transporteert beide stromen in de TDH-unit via een gesloten leiding. Op deze wijze vindt geen contact plaats met materiaal dat al is behandeld, omdat dit materiaal via een andere en separate route wordt gelost en nabewerkt.

Proces TDH

AB4 Het proces wordt zo gestuurd dat de hydrolysatie en de scheiding tussen plastics en slurry optimaal is. Periodiek vindt bemonstering van de slurry en de agglomeraten plaats om te controleren of het bewerkingsproces voldoende beheerst is en om te bepalen of wordt voldaan aan de eisen van de RWZI voor acceptatie van de slurry of aan de eisen van het extrusiebedrijf om na te gaan of voldaan wordt aan de eisen voor extrusie van de agglomeraten (vocht, fysieke verontreinigingen).

AB5 De installatie wordt op frequente basis onderhouden.

AB6 De relevante meetinstrumenten worden jaarlijks gecontroleerd. Het gaat hierbij om de temperatuursensoren en de controle op de standtijd en de werking van het roerwerk. Hiervoor wordt de volgende procedure toegepast.

	Interne procedure
Temperatuursensoren	<p>De sensoren worden jaarlijks gecontroleerd. Er wordt op de volgende manier gehandeld:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alle temperatuursensoren in de TDH-reactor worden gecontroleerd • Er wordt gebruik gemaakt van een gekalibreerde referentiethermometer waarvan de kalibratie minder dan een jaar eerder heeft plaatsgevonden • Er vindt permanente meting plaats van de stoomdruk. • De temperatuursensor van de TDH wordt goedgekeurd als de afwijking tussen de twee via sensor respectievelijk referentiethermometer gemeten temperaturen maximaal 0,5°C is. • Van de controle wordt een verslag gemaakt waarin minimaal het volgende in is opgenomen: Uitgevoerd door/ Datum en tijd van controle / Identificatie van de gebruikte referentiethermometer met een kopie van het kalibratiecertificaat / Het resultaat van de controle / Eventuele gevonden afwijkingen of sensoren die gerepareerd, bijgesteld danwel vervangen dienen te worden / Eventuele andere opvallendheden / paraaf van de controleur

	Interne procedure
Standtijd en roerwerk	<ul style="list-style-type: none"> De standtijd wordt bepaald door voor elke batch te registreren hoe lang een batch op de minimale temperatuur van 250°C wordt gehouden Tevens wordt digitaal geregistreerd of het roerwerk in werking is tijdens de standtijd. De resultaten per batch worden digitaal geregistreerd en opgeslagen

Opslag

AB7 Het terrein, de aanvoerroute en afvoerroute worden schoon en netjes gehouden conform de vergunningvoorschriften. Dit voorkomt dat het eindproduct mogelijk wordt besmet door versleping van vuil materiaal op het terrein. Veegvuil of ander afval wordt afgevoerd naar de AEC.

AB8 Het product slurry wordt via een gesloten leiding naar de buffer voor de vergisting gepompt conform de voorschriften van de omgevingsvergunning van deze installatie. De agglomeraten worden opgeslagen in big bags.

Afspraken met afnemers van granulaat en digestaat

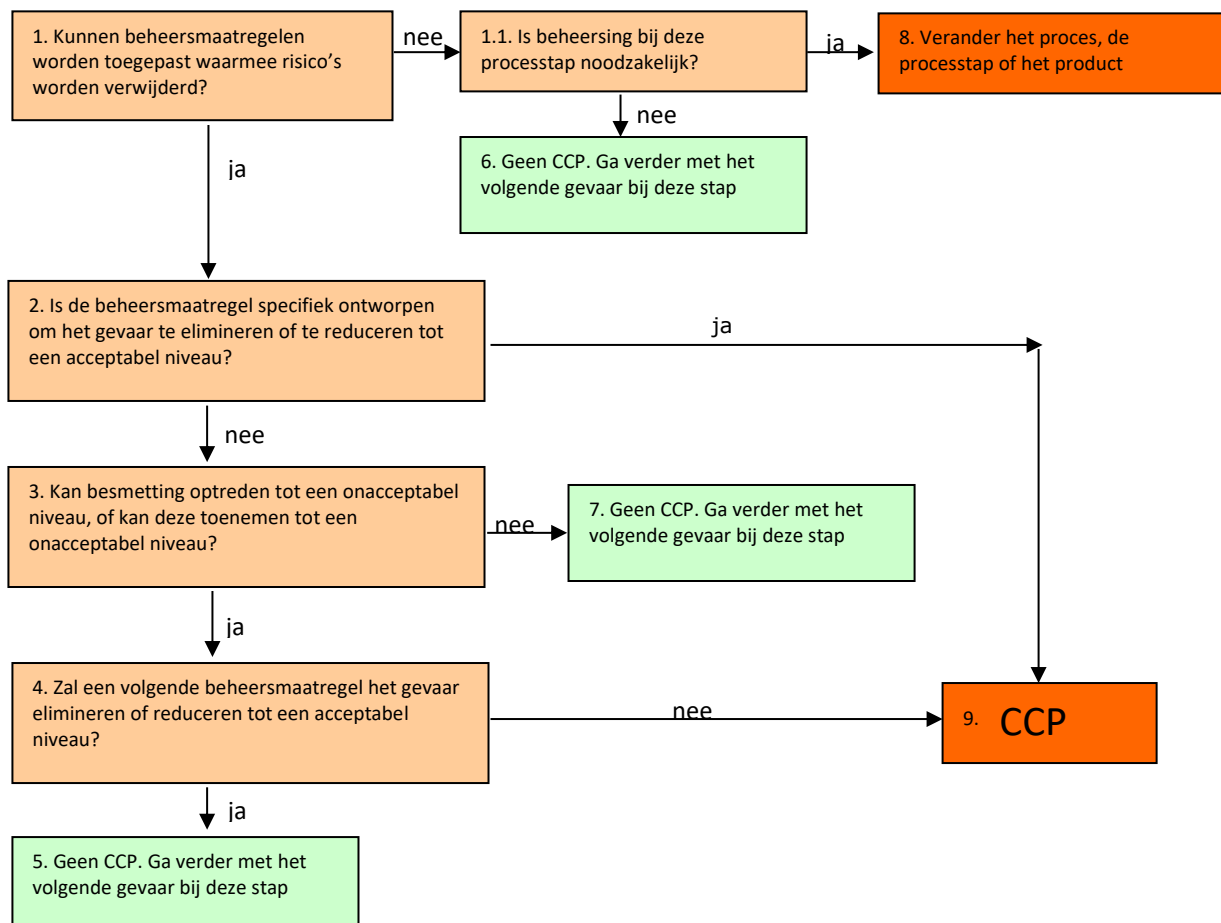
AB9 De afvoer van plastic granulaat vindt plaats naar afnemers die de vergunning hebben voor het verwerken van plastics met de Euralcode 19.12.04 kunststoffen. In deze vergunning zijn afdoende maatregelen geborgd voor beheersing van risico's naar afnemers.

AB10 De afzet van digestaat vindt, conform de afspraken met de beheerder van de vergistingsinstallatie, plaats naar afnemers die vergunning hebben voor verwerking van digestaat met de Euralcode 19.08.05 slib van de behandeling van stedelijk afvalwater.

7.1.2 Kritische en niet-kritische beheerspunten

Voor de midden en hoge risico's wordt elke processtap (ontvangst, transport, proces, opslag en afvoer) van route I TDH beschouwd middels onderstaande beslisboom en als gevolg daarvan zijn de kritische en niet-kritische beheerspunten bepaald. Dit is in onderstaande tabel vastgelegd.

Beslisboom beoordeling kritische beheerspunten:



Gevaar	risico	Processtap	Traject beslisboom	CCP
Microbiologische gevaren (a)	hoog	Ontvangst	1. nee – 1.1. nee	Nee
		Transport	1. nee – 1.1. nee	Nee
		Proces	1. ja – 2. Ja	Ja CCP01
		Opslag	1. nee – 1.1. nee	Nee
		Afvoer	1. nee – 1.1. nee	Nee
Chemische gevaren (b)	hoog	Ontvangst	1. nee – 1.1. nee	Nee
		Transport	1. nee – 1.1. nee	Nee
		Proces	1. ja – 2. Ja	Ja CCP01
		Opslag	1. nee – 1.1. nee	Nee
		Afvoer	1. nee – 1.1. nee	Nee

Uit hoofdstuk 6 blijkt dat microbiologische en chemische gevaren een hoog risico met zich meebrengen. In bovenstaande tabel is weergegeven wat het doorlopen van bovenstaande beslisboom betekent voor de te nemen specifieke beheersmaatregelen (naast de algemene beheersmaatregelen). Omdat microbiologische en chemische gevaren worden beheerst door het proces gedurende een bepaalde tijd een thermische behandeling te laten ondergaan kan gezegd worden dat dit deze maatregel specifiek is voor het elimineren van dit gevaar. Om die reden is het een kritiek beheerspunt.

Voor de andere processtappen en gevaren zijn geen kritieke beheerspunten vastgesteld.

8. CCP en kritische grenswaarden CCP

De CCP bestaat uit twee parameters:

CCP	Kritische grenswaarden van CCP	Bewakingsprocedures van CCP	Corrigerende maatregelen van CCP
CCP01 TDH-unit	I. De temperatuur. Dit is de minimale waarde zoals geregistreerd door de thermometer tijdens de standtijd van het proces, hierna: de temperatuur van de TDH-unit. De kritische grenswaarde van deze parameter bedraagt 250°C .	De temperatuur wordt continu softwarematig bewaakt.	Als de temperatuur onder de grenswaarde daalt wordt de batch aangemerkt als onverwerkt. Softwarematig wordt de afvoer van de output van de TDH gestuurd naar een afkeurcontainer.
	II. De standtijd en het roerwerk. Het gaat hier om het aantal minuten dat de temperatuur minimaal 250 °C bedraagt waarbij het roerwerk in werking is. De kritische grenswaarde van deze parameter bedraagt 10 minuten .	De standtijd en de werking van het roerwerk worden continu softwarematig bewaakt.	Als de minimale standtijd niet wordt gehaald en/of het roerwerk niet in werking is wordt de batch aangemerkt als onverwerkt. Softwarematig wordt het onvoldoende behandelde materiaal opnieuw verwarmd en behandeld.

9. Bewakingsprocedures

De bewaking van de kritische grenswaarden geschiedt softwarematig en volautomatisch doormiddel van een speciaal hiervoor geschreven softwareprogramma.

De software bewaakt de temperatuur van de TDH-unit en registreert de tijd en de werking van het roerwerk.

Door iets meer of minder stoom toe te voegen kan de temperatuur gestuurd worden.

De drie parameters worden door de procescomputer gelogd en voor tenminste twee jaar bewaard.

10. Corrigerende maatregelen

10.1 Berekening afvoerwaardig

De voorwaarde voor afvoer van de slurry agglomeraten zijn te onderscheiden in basis voorwaarde en afstand afhankelijke voorwaarde.

Basis voorwaarden

1. De gemiddelde temperatuur van de sensor moet boven of gelijk aan de **Minimale temperatuur** liggen.
2. De standtijd (tijd dat de inhoud van de TDH-reactor de minimale temperatuur bereikt) moet boven of gelijk aan de **Minimale standtijd** liggen.
3. Roerwerk moet tijdens de standtijd in werking zijn ("aan" staan).

Zodra het proces aan de basis voorwaarden voldoet wordt er gekeken naar de afstandsafhankelijke voorwaarde.

Afstandsafhankelijke voorwaarden

Vanaf het moment dat het proces voldoet aan de basisvoorwaarde begint er een afstandsmeting. Zodra de basisvoorwaarden blijven voldoen en de afstandsmeting is volledig uitgevoerd wordt de status van afvoerwaardig actief en mag het systeem gaan afstorten in het afvoer vak/buffervat.

De genoemde afstand wordt berekend, deze is namelijk afhankelijk van de volgende variabelen:

- Vereiste temperatuur
- Standtijd
- Werking van het roerwerk

De positie van de vereiste temperatuur wordt gemeten door de temperatuursensor. Een temperatuursensor volstaat aangezien het a) speciaal ontwikkelde roerwerk over roerarmen beschikt die werken langs de volledige binnenwand van de reactor én b) de inhoud bij het vereiste temperatuurniveau zeer dun-vloeibaar is geworden. Samen zorgen zij ervoor dat de inhoud homogeen verdeeld is over de reactor. Met behulp van de standtijd kan vervolgens de tijd berekend worden hoelang het afvoerwaardig materiaal zich in de TDH-reactor bevindt. Tijdens de berekening van de standtijd moet het roerwerk in werking zijn.

10.2 Berekening niet afvoerwaardig

Wanneer niet voldaan wordt aan de kritische grenswaarde in TDH-unit wordt niet voldoende behandeld materiaal nooit afgevoerd maar altijd opnieuw door de TDH-unit verwarmd en behandeld.

11. Verificatie

Via onderstaand beschreven methoden en procedures wordt bepaald of het HACCP systeem correct functioneert.

Bij ingebruikname van deze HACCP en daarna eens per jaar voert het HACCP team een interne audit uit om na te gaan of het HACCP-systeem functioneert waarvoor het is opgezet en of het handboek nog actueel is. Deze audit is opgenomen in het interne auditplan van ARN B.V.. Van deze audit wordt een verslag gemaakt welke wordt gearchiveerd en herleidbaar is. Mochten er tijdens deze audit tekortkomingen naar voren komen dan worden deze tekortkomingen volgens de procedures behandeld.

De nadruk van deze audit ligt bij de stroomschema's en het functioneren van de procedures rondom de CCP. Daarnaast wordt bij iedere beheersmaatregel steekproefsgewijs gecontroleerd of de betreffende maatregel correct uitgevoerd en gedocumenteerd is. ARN is voor al haar activiteiten en voorzieningen ISO 14001-gecertificeerd. Procedures rondom de CCP zullen integraal onderdeel uitmaken van het BIM.

In dat kader wordt het HACCP plan regelmatig doorgenomen en waar nodig aangepast.

Tevens dient bij veranderingen die gerelateerd zijn aan het product en/of het productieproces het HACCP systeem inclusief bevestigen stroomschema's te worden herzien om de betrouwbaarheid te garanderen. Voor de verificatie en herziening van het HACCP systeem is de manager TDH van ARN verantwoordelijk. Voor verificatie van de bewakingsprocedures verwijst het HACCP team naar de verklaring van de software programmeur (HACCP-map).

12. Documentatie en registratie

In onderstaande tabel is te zien waar de documenten en registers, waaruit afgeleid kan worden dat het HACCP plan wordt toegepast, worden gearhiveerd. Alle documenten en registers worden voor ten minste 2 jaar bewaard. De manager is eindverantwoordelijk voor uitvoering van AB's en CCP en dat de nodige registraties en archivering hiervan plaatsvinden.

Documentatie en registratie omtrent beheersmaatregelen		
# beheersmaatregel	Betreffende	Documentatie & registratie
AB1	Acceptatie te verwerken materiaal	Omgevingsvergunning, vrachtbrieven en weegbonnen (archief Weeghuis)
AB2	Scheiding van aanvoer onverwerkte en afvoer van de verwerkte producten	Dit is een automatisch gevolg van de fysieke situatie: Aanvoer geschiedt middels transportwagens in eigen beheer of van derden, afvoer geschiedt middels transport in eigen beheer (via afgesloten transport leidingen). De routing van onverwerkte materialen is gescheiden van de routing van verwerkte materialen. Het HACCP-team stelt vast dat hier geen documentatie en registratie nodig is.
AB3	Scheiding transport van verwerkte en onverwerkte producten binnen installatie	Dit is een automatisch gevolg van de fysieke situatie: Het onbehandelde materiaal wordt gelost in een apart vak. Het transport van het onbehandeld materiaal tijdens het proces vindt plaats vanuit de voorraadbunker middels een bovenloopkraan en een gesloten mengvijzel. Het transport van behandeld materiaal vindt plaats via dichte leidingen.
AB4	Hydrolysatie en scheiding agglomeraten van slurry	Analysestaten in HACCP-map in kantoor.
AB5	Onderhoud installatie	Zie HACCP handboek TDH-unit
AB6	Kalibratie meetinstrumenten	Zie HACCP handboek TDH-unit
AB7	Schoonhouden terrein en installatie	Zie HACCP handboek TDH-unit

<p>Elsinga Beleidsplanning en Innovatie BV</p>	<p>HACCP HANDBOEK LUIERRECYCLING D.M.V. TDH</p>	<p>Pagina: 48 / 53 Status: definitief Datum: 18-04-2018 Versie: 01</p>
--	---	--

AB8	Overdekte eindopslag van agglomeraten	Dit is een automatisch gevolg van de fysieke situatie. Het HACCP-team stelt vast dat hier geen documentatie en registratie nodig is.
AB9	Afvoer van plastic granulaat	Dit is een automatisch gevolg van de fysieke situatie (vergunningstelsel). Het HACCP-team stelt vast dat hier geen documentatie en registratie nodig is.
AB10	Afvoer slurry	Dit is een automatisch gevolg van de fysieke situatie (vergunningstelsel). Het HACCP-team stelt vast dat hier geen documentatie en registratie nodig is.
CCP01	CCP: borging minimale tijd-temperatuur combinatie in de TDH-unit + archivering	Datalogging procescomputer

Overige documentatie en registratie	
Audit verslagen HACCP team	HACCP map
Verificatie werking bewakingsprocedures (software programmeur)	HACCP map

13. Referenties

- [1] Odegard I., Roos Lindgreen E. & Broeren M. (2017). *LCA afvalverwerking luiermateriaal*.
- [2] EDANA (2015). *Sustainability Report, 4th edition, 2015*. Published by EDANA, International association serving the nonwovens and related industries, www.edana.org
- [3] J. Duindam (2016). *Voortgangsnotitie 4 testen pilot-reactor luierreclycling*.
- [4] (2017) Provincie Gelderland – verleende omgevingsvergunning – RWZI Nijmegen - OLO 3032383 <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/prb-2017-3529.html>
- [5] (2012) Green Deal Verduurzaming nuttige toepassing AEC-bodemas file:///C:/Users/Gebruiker/Downloads/green_deal_bodemas.pdf
- [6] Spijker J., Bakker J., de Bruijn A., Moermond C., Notenboom K., Rutjes S., Schalk M., Weda M., & Lijzen J. (2016) *Verkenning samenstelling luiers en incontinentiemateriaal*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0098.pdf>
- [7] Lijzen J., van der Maaden T., van Drongelen A., van Leuken J., Moermond C., Spijker J., Venhuis B., Weda M. (2016) *Indicatoren en criteria recycling luiers en incontinentie materiaal* Rijkswaterstaat
- [8] Benjamin Wiechmann, Claudia Dienemann, Dr. Christian Kabbe, Simone Brandt, Dr. Ines Vogel & Dr. Andrea Roskosch (2013) *Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klaerschlammentsorgung-in-bundesrepublik>
- [9] Magdalene Pietsch, Yvonne Schleusner, Petra Müller, René Eling, Werner Philipp, Ludwig E. Hoelzle. (2015) *Risikoanalyse der bodenbezogenen Verwertung kommunaler Klärschlämme unter Hygieneaspekten* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/risikoanalyse-der-bodenbezogenen-verwertung>
- [10] Hans Saveyn & Peter Eder. (2014) *End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to Biological treatment (compost & digestate)* <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC87124/eow%20biodegradable%20waste%20final%20report.pdf>
- [11] Jensen, J., (2012) *Risk evaluation of five groups of persistent organic contaminants in sewage sludge*. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2012/05/978-87-92779-69-4.pdf>
- [12] Ina Ebert, Sabine Konradi, Arne Hein & Riccardo Amato. (2014) *Arzneimittel in der Umwelt – vermeiden, reduzieren, überwachen*. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/01.08.2014_hintergrundpapier_arzneimittel_final_.pdf
- [13] Xia, K., Bhandari, A., Das, K., & Pillar, G. (2005) *Occurrence and Fate of Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs) in Biosolids*. J. Environ. Qual. 34:91–104
- [14] Büyüksönmez, F., R. Rynk, T.F. Hess, & E. Bechinski. (1999) *Occurrence, degradation, and fate of pesticides during composting*. In: *Composting, pesticides, and pesticide degradation*. Compost Sci. Util. 7:66–82.
- [15] Lillenberg, M., Yurchenko, S., Kipper, K., Herodes, K., Pihl, V., Löhmus, R., Ivask, M., Kuu, A., Kutti, S., Litvin, S. V., Nei, L., (2010). *Presence of fluoroquinolones and sulfonamides in urban sewage sludge and their degradation as a result of composting*. Int. J. Environ. Sci. Tech., 7 (2), 307-312.
- [16] Ramaswamy, J., Prasher, S.O., Patel, R.M., Hussain, S.A. Barrington, S.F. (2010) *The effect of composting on the degradation of a veterinary pharmaceutical*. Bioresource Technology, Vol. 101, Issue 7, pp 2294–2299.
- [17] Osman A.A., Mulbrya, W., Rice, C. (2009) *Management of antibiotic residues from agricultural sources: Use of composting to reduce chlortetracycline residues in beef manure from treated animals*. Journal of Hazardous Materials. Vol. 164, Issues 2–3, pp 483–489.
- [18] P.B. Bijlsma, D.H.de Wit, J.W. Duindam, G.J. Elsinga & W. Elsinga (2013) *Spot test analysis of microbial contents during composting of kitchen- and garden biowaste: Sampling procedures, bacterial reductions, time–temperature relationships, and their relevance for EU-regulations concerning animal by-products*. Journal of Environmental Management Volume 115, 30 January 2013, Pages 198-205.
- [19] Willem Elsinga, Jelle Duindam & Roy Morssinkhof (2017) *Afbraak medicijnresten bij thermische drukhydrolyse van luiers en inco-materialen*. H2O-Online / 3 maart 2017. <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/931-afbraak-medicijnresten-bij-thermische-drukhydrolyse-van-luiers-en-inco-materialen>
- [20] Boxall, A.B.A. (2016). *Evaluation of a Novel Approach for Reducing Emissions of Pharmaceuticals to the Environment*, Environmental Management DOI 10.1007/s00267-016-0728-9.

- [21] Bonten *et al.* 2008. Kennisbehoefte en kennisbeschikbaarheid over de rol van uitspoeling van zware metalen uit de bodem in het landelijk gebied. Alterra-rapport 1701.
- [22] Bruno de Wilde, Jan-Willem Decraene & Michela Siotto (2015). *Evaluation of ecotoxicological effect of compost produced from VGF mixed with organic fraction of thermally treated baby diapers*. FINAL REPORT. JE-4.
- [23] Morf L., Kuhn E. (2009) *Qualitätsentwicklung konventionell ausgetragener Schlacke*. Hrsg: AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Baudirektion Kanton Zürich.
https://awel.zh.ch/internet/baudirektion/awel/de/abfall_rohstoffe_atlasten/veroeffentlichungen/_jcr_content/contentPar/publication_2/publicationitems/schlacke_qualitaetsentwicklung_austrag_schlacke_2009.pdf
- [24] CE Delft (2007). *Verwerking van luieraafval Verwerking van luieraafval. Vergelijking op milieueffecten, kosten en hygiënische aspecten van verwerkingsroutes*. J.T.W. Vroonhof. Publicatienummer: 07.3388.16.
- [25] Nnadi, F.N. (2012) *Super Absorbent Polymer (SAP) and Irrigation Water Conservation*. Irrigat Drainage Sys Eng 1:e102. doi:10.4172/2168-9768.1000e102.
- [26] Barvenik, F.W. (1994) *Polyacrylamide Characteristics Related to Soil Applications*. Soil Science 09/1994; 158(4).
- [27] Zohuriaan-Mehr, M.J., Kabiri, K. (2008) *Superabsorbent Polymer Materials: A Review*. Iranian Polymer Journal 17 (6), 451-477.
- [28] Stahl, J.D., Cameron, M.D., Haselbach, J., Aust, S.D. (2000) *Biodegradation of superabsorbent polymers in soil*. Environ Sci Pollut Res Int. ;7(2):83-8. doi: 10.1065/espr199912.014.
- [29] Paeßens B., Henle, W. Schneider H., Claupein, W. (2011) *Influence of a Superabsorber on the Establishment of Turfgrass*. Poster presentation Univ of Hohenheim (Stuttgart).
- [30] Shahidian, S., Serralheiro, R., Serrano, J. M., Machado, R., Toureiro, C., & Rebocho, J. (2010). *Use of diaper polymers as soil conditioner*. Published in: Cláudia S. C. Marques dos Santos Cordovil and Luís Ferreira (eds) Treatment and use of non-conventional organic residues in agriculture, Proceedings of Ramiran conference, Lisboa.
- [31] Holthaus, K.L.E., Stax, A.B.M. (2001) *Verkenning van de consequenties van de toepassing van compost op basis van SAP-houdend materiaal*. TNO rapportnr. R2001/538.
- [32] Derksen, A. & ter Laak, T. (2013) *Humane geneesmiddelen in de waterketen*. STOWA2013-06 KWR-06.
http://stowa.nl/upload/publicaties/STOWA%202013%2006_LR.pdf
- [33] Kiwa Nederland (2015). *BRL 2307 AVI-bodemas voor ongebonden toepassing op of in de bodem in grond- en wegenbouwkundige werken*. https://diensten.kiwa.nl/library/diensten-kiwa-nl/files/BRL_2307-2_dd_13-5-2015.pdf
- [34] Besluit vrijstellingen stortverbod buiten inrichtingen (1997).
<http://wetten.overheid.nl/BWBR0009093/2018-01-01>
- [35] Veldhuizen A. (2017) *Geneesmiddelen en hormonen screening plastics, Certificaatnummer/Versie 2017145938/2*.
- [36] RIVM (2018) *Bisfenol A (BPA)* http://www.rivm.nl/Onderwerpen/B/Bisfenol_A_BPA
- [37] Farmacotherapeutisch Kompas (2018) *Gemfibrozil Tabletten*
<https://www.farmacotherapeutischkompas.nl/bladeren/preparaatteksten/g/gemfibrozil#dosering>
- [38] Farmacotherapeutisch Kompas (2018) *Naproxen*
<https://www.farmacotherapeutischkompas.nl/bladeren/preparaatteksten/n/naproxen>
- [39] Farmacotherapeutisch Kompas (2018) *Salicylzuur (bij hyperkeratose)*
https://www.farmacotherapeutischkompas.nl/bladeren/preparaatteksten/s/salicylzuur_bij_hyperkeratose
- [40] Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (2017) *Factsheet | Bisfenol A (BPA) in verpakkingen*.
<https://www.kidv.nl/7607/kidv-factsheet-bpa.pdf>
- [41] European Food Safety Authority (2015). *Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs: Executive summary*. EFSA Journal 2015;13(1):3978
- [42] SGS INTRON Laboratorium (2018). *Analysrapport Onderzoek naar fytotoxische stoffen*. Laboratoriumnummer: 180012/A897150
- [43] Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet [2018] <http://wetten.overheid.nl/BWBR0019031/2018-01-01#Bijlage1>
- [44] Vereniging Afvalbedrijven (2009). *Milieuverlag gft-afval 2009*.
<http://www.beleidsplanning.nl/documents/nl/Milieuverlag%20gft%202009.pdf>

Elsinga Beleidsplanning en Innovatie BV	HACCP HANDBOEK LUJERRECYCLING D.M.V. TDH	Pagina: 52 / 53 Status: definitief Datum: 18-04-2018 Versie: 01
--	---	--

- [45] Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) (2011). *Kwaliteitscriteria compost voor toepassing in de volle grond*. <http://edepot.wur.nl/179762>
- [46] dr. Ir E.J.T.M. Leenen (2015) Stand van zaken pathogenen, antibiotica en antibioticaresistentie, STOWA2015-41 <http://edepot.wur.nl/368968>

Bijlage 1. Fotoserie PMD*

PMD:

* Foto's gemaakt december 2017.



Bijlage 2: Filmserie AVI-bodemas

AVI-bodemassen:

Nederland (Heilig) hieronder 1^e filmpje:https://www.youtube.com/watch?v=XhxwtY8gP_YDuitsland (2^e filmpje):<https://www.youtube.com/watch?v=PQVZ51pu00I>Engeland (3^e filmpje):<https://www.youtube.com/watch?v=t3mtNEPueoI>