

De composttoilet in Nederland : een praktisch onderzoek naar de haalbaarheid van composttoiletten in Nederland

Citation for published version (APA):

Reinink, M. W., & Kempener, R. T. M. (2001). *De composttoilet in Nederland : een praktisch onderzoek naar de haalbaarheid van composttoiletten in Nederland*. (Wetenschapswinkel Techniek en Maatschappij). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/2001

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

DE COMPOSTTOILET IN NEDERLAND

*Een praktisch onderzoek naar de haalbaarheid
van composttoiletten in Nederland*

Opdrachtgever: De Kleine Aarde

Uitvoering: Temawinkel

Auteurs: Marloes Reinink en Ruud Kempener

Datum: december 2001

DE COMPOSTTOILET IN NEDERLAND

Een praktisch onderzoek naar de haalbaarheid van composttoiletten in Nederland

Opdrachtgever: De Kleine Aarde
Uitvoering: Temawinkel, opleiding Techniek & Maatschappij
Auteurs: Marloes Reinink en Ruud Kempener
Datum: december 2001

Voorwoord

Al snel nadat De Kleine Aarde een opdracht had ingeleverd bij de wetenschapswinkel van de Opleiding Techniek & Maatschappij trok deze opdracht onze aandacht. Na eerst een aantal organisatorische problemen te hebben verholpen, zijn we beiden enthousiast begonnen met als doel het maken van een nieuw technisch concept voor de composttoilet. Al snel bleek dat in Nederland geen wetenschappelijke publicaties voorhanden zijn over het technische composteringsproces in de verschillende composttoiletten, die geleverd worden in Nederland. Aangezien wij niet de middelen en tijd ter beschikking hadden om experimenten uit te voeren om zodoende allerlei metingen te verrichten aan werkende composttoiletten, is het karakter van ons onderzoek verschoven.

In dit stadium hebben wij geprobeerd om alle bestaande composttoiletten in binnenland en buitenland in kaart te brengen en deze te toetsen aan verschillende composteringseisen. De gedachte hierachter was dat een composttoilet dat zorgt voor een volledige compostering zonder menselijke handelingen van buitenaf gemakkelijk geaccepteerd wordt en daardoor haalbaar is. Maar de informatie, die verkregen kon worden over de composttoiletten, was te summier en te subjectief om objectief een oordeel te kunnen geven over een goed ontwerp. Het werd duidelijk dat om een goed objectief beeld te kunnen schetsen over een composttoilet informatie noodzakelijk was van alle betrokken actoren; zowel producenten en gebruikers als ontwikkelaars en de overheid. De meningen zijn verzameld door middel van telefoongesprekken en mondelinge interviews. Doordat wij met vrijwel alle betrokken actoren gesproken hebben, denken wij dat we een objectief beeld hebben kunnen vormen over de composttoilet.

Omdat het verkrijgen van deze informatie binnen dit tijdsbestek alleen mogelijk is binnen Nederland, hebben wij ons onderzoek beperkt tot een drietal composttoiletten, te weten de Clivus Multrum, de Compact Composteur en het GFT-toilet. De eerste twee varianten zijn reeds enige tijd bruikbaar in Nederland, maar het GFT-toilet is nu pas in de proeffase.

Om tot een objectief oordeel te komen hebben we alle aspecten, die de acceptatie en de haalbaarheid van deze composttoiletten beïnvloeden, in kaart gebracht en geoperationaliseerd in indicatoren. Door middel van deze indicatoren hebben wij, naar onze mening, een objectief beeld kunnen schetsen van de composttoiletten. Wij denken dat, indien voldoende informatie verkregen kan worden bij alle betrokken partijen, het mogelijk is om met behulp van dit model ook andere ontwerpen van composttoiletten (uit het buitenland) te beoordelen.

Dit model kan door De Kleine Aarde gebruikt worden om een advies te geven over bepaalde composttoiletten en de bruikbaarheid daarvan voor een geïnteresseerde particulier of instelling. Wij hopen dan ook dat wij met behulp van dit verslag een bijdrage hebben kunnen leveren aan een objectieve beoordeling van de composttoilet in Nederland.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Ruud Kempener en Marloes Reinink

Inhoudsopgave

<i>Voorwoord</i>	2
<i>Inhoudsopgave</i>	3
1. Inleiding	5
2. De verschillende modellen van de composttoilet	7
2.1. Clivus Multrum	7
2.2. Compact Composteur	7
2.3. GFT-toilet	8
3. Het composteringsproces	9
3.1. Composteringscondities	9
3.1.1. Bacteriën en wormen	9
3.1.2. Zuurstof	10
3.1.3. C/N-ratio	10
3.1.4. Vochtigheid	11
3.1.5. pH	11
3.1.6. Deeltjesgrootte	11
3.1.7. Dimensionering van de composthoop	11
3.2. De composttoiletten in Nederland.	12
3.3. Conclusie	13
4. Gebruikaspecten	14
4.1. Inleiding	14
4.2. Clivus Multrum (CM)	15
4.3. Compact Composteur (CC)	15
4.4. GFT-toilet	16
4.5. Conclusie	16
5. Gezondheidsaspecten.	17
5.1. Algemeen	17
5.2. Composttoiletten in Nederland	18
5.3. Conclusie	20
6. Economische aspecten	21
6.2. De composttoiletten in Nederland	23
6.3. Conclusie	23
7. Juridische aspecten	24
7.1. Inleiding	24
7.2. Composttoiletten in Nederland	24
7.3. Conclusie	25
8. Conclusies en aanbevelingen	26
8.1. Inleiding	26
8.2. De Clivus Multrum	26

8.3. De Compact Composteur	26
8.4. Het GFT-toilet	27
8.5. Algemene opmerkingen en aanbevelingen	28
<i>Literatuurlijst</i>	29
Boeken:	29
Internet:	29
<i>Bijlage 1. Het verzamelen van informatie in Nederland</i>	32
<i>Bijlage 2. Berekening terugverdientijd</i>	33
<i>Bijlage 3a. Werking van verschillende modellen van composttoiletten</i>	34
<i>Bijlage 3b. Problemen bij verschillende modellen van composttoiletten</i>	36

1. Inleiding

Dit onderzoek is een initiatief van De Kleine Aarde, een centrum voor duurzame leefstijl, die advies uitbrengt over duurzame technologieën in Nederland. Via de Wetenschapswinkel van de opleiding Techniek en Maatschappij hebben wij deze opdracht aangenomen. Uit een gesprek met De Kleine Aarde is gebleken dat dit centrum onvoldoende kennis denkt te hebben over de werking van composttoiletten. Zij vinden dat zij het publiek geen duidelijk objectief beeld kunnen geven over de composttoilet en kunnen niet zeggen of het composttoilet een alternatief is voor het huidige rioleringsstelsel. In overleg met De Kleine Aarde is de volgende doelstelling gekozen voor dit project:

Het geven van een objectief beeld over de bruikbaarheid en haalbaarheid van composttoiletten in Nederland.

Door middel van de literatuurstudie en de interviews zijn een aantal belangrijke aspecten met betrekking tot de composttoilet geïnventariseerd. Deze aspecten worden besproken in de afzonderlijke hoofdstukken. De aspecten zijn:

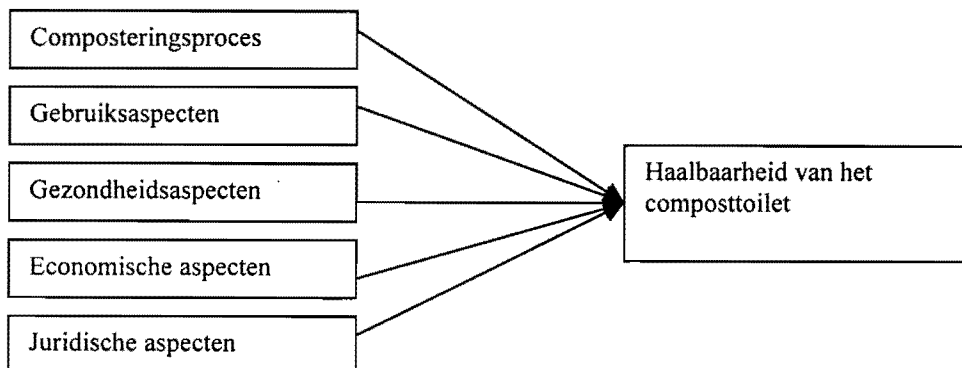
- Composteringsproces
- Gebruiksaspecten
- Gezondheidsaspecten
- Economische aspecten
- Juridische aspecten

Vervolgens is de volgende probleemstelling voor dit onderzoek gedefinieerd:

Wat is de invloed van de aspecten op de haalbaarheid van het composttoilet?

Haalbaarheid van het composttoilet wordt gedefinieerd als de mogelijkheid tot het succesvol implementeren van composttoilet binnen de gebouwde omgeving.

Hieruit volgt het volgende conceptueel model:



We hebben ons onderzoek afgebakend tot 3 typen composttoiletten, omdat deze drie typen het meest in Nederland zijn verkocht en hierover de meeste informatie tot onze beschikking stond. Het gaat hierbij om de volgende drie modellen:

- Clivus Multrum (CM)
- Compact Composteur (CC)
- GFT-toilet.

Informatieverzameling heeft o.a. plaats gevonden door middel van literatuurstudie uit boeken en internet, hier zijn we veel verschillende typen toiletten tegengekomen. Toiletten die wel in het buitenland verkocht worden, maar niet in Nederland. Wij hebben deze toiletten niet meegenomen in het onderzoek, omdat we hier geen betrouwbare informatie konden vinden. Er was alleen informatie van de producten beschikbaar en dit zijn voornamelijk verkoopfolders. Deze informatie is niet betrouwbaar en uitgebreid genoeg om mee te kunnen werken.

Verder is door middel van interviews met producenten, gebruikers, centra voor ecologische technieken en de overheid instanties de informatieverzameling uitgebreid. De composttoilet is een ervaringstechniek, een techniek die zich verder ontwikkelt door het in de praktijk proberen van nieuwe aanpassingen. Er is tot nu toe weinig wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de verschillende aspecten van de composttoilet, en het is moeilijk te bepalen wat de harde feiten zijn en in hoeverre de ervaring van mensen wetenschappelijk bewezen is.

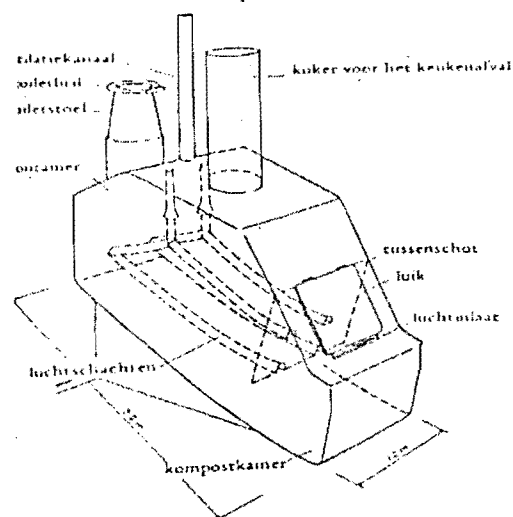
Allereerst zal per aspect een algemene inleiding gegeven over het onderwerp, gebaseerd op literatuuronderzoek, wetenschappelijke onderzoeken en persoonlijke ervaringen. De aspecten zullen in de verschillende hoofdstukken gedefinieerd worden. Daarna zal per onderzocht composttoilet gekeken worden naar de positieve en negatieve punten.

De opbouw van het verslag is als volgt; in het tweede hoofdstuk zullen de composttoiletten besproken worden die meegenomen zijn in het onderzoek, dit zijn de Clivus Multrum, Compact Composteur en de GFT-toilet. In het derde hoofdstuk worden de aspecten besproken die invloed hebben op het composteringsproces. In hoofdstuk 4 zullen de aspecten behandeld worden die alles te maken hebben met het gebruik van de toiletten. Het vijfde hoofdstuk gaat over de gezondheidsaspecten, economische aspecten zullen uitgediept worden in hoofdstuk 6 en de juridische aspecten in hoofdstuk 7. Als laatste zullen de conclusies en aanbevelingen gegeven worden in hoofdstuk 8.

2. De verschillende modellen van de composttoilet

Er zijn in Nederland een aantal verschillende soorten composttoiletten verkrijgbaar. Het verschil tussen de modellen zit vooral in de vormgeving, de ruimte waar het composteringsproces zich afspeelt en de ruimte die nodig is voor het plaatsen van het toilet. Hieronder volgt een korte beschrijving per toilet.

2.1. Clivus Multrum



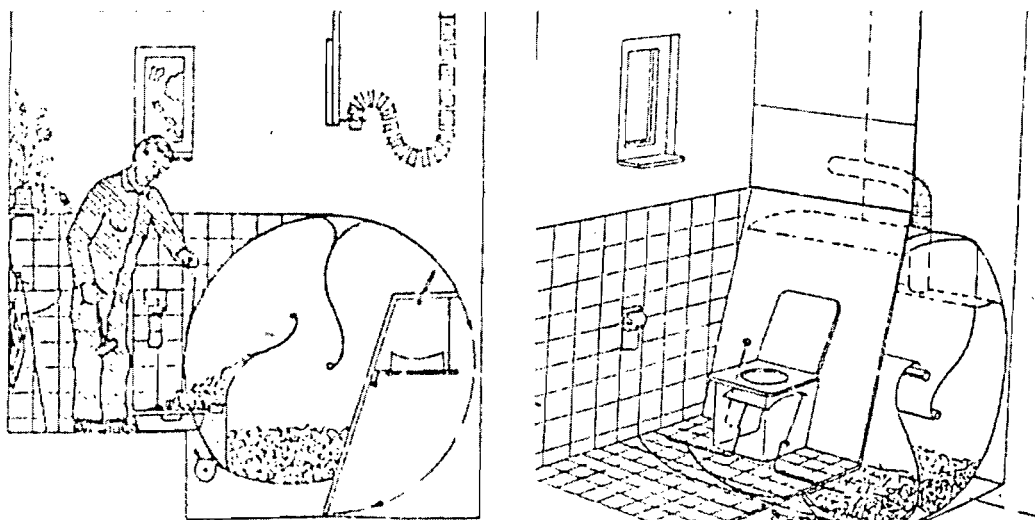
Figuur 2.1. Ontwerp van de Clivus Multrum¹

Het systeem bestaat uit een vloeistofdichte composttank, waar de stortkokers op uit komen. In dit systeem kan ook het GFT in verwerkt worden, dan heb je een stortkoker uit de keuken voor het GFT en een voor het toilet. De grote tank is meestal in de kelder of kruipruimte geplaatst. De bodem van de tank ligt schuin. De tank is verdeeld in drie compartimenten; het bovenste deel voor fecaliën, het middelste gedeelte voor het GFT en het voorste en laagste gedeelte van de tank voor opslag van het gecomposteerde materiaal. Via een stelsel van toevoerbuizen wordt natuurlijk/kunstmatig geventileerd. Er is een mogelijkheid tot afvoer van overtollig vocht.

2.2. Compact Composteur

De CC is een kantelbaar composttoilet, dat om een as kan draaien. Het toilet bestaat uit een halfronde bak voorzien van twee of drie gebogen schotten. Deze schotten zorgen voor een scheiding van de bak in verschillende compartimenten. Deze zijn nodig om de fecaliën van de gecomposteerde mest te scheiden. Eens in het half jaar wordt het systeem een kwartslag of zelfs een halve slag gedraaid. Het meest gecomposteerde materiaal kan verwijderd worden en ergens anders verder composteren (bijvoorbeeld in de tuin) Op dat moment dat het toilet heen en terug gekanteld is, begint het composteringsproces van de 'nieuwe' fecaliën. De S-vormige wanden zorgen ervoor dat de ruimtes niet van elkaar afgesloten worden, zodat zuurstof zich wel over beide ruimtes kan verspreiden. Ook hier is een ventilatiesysteem aanwezig voor de zuurstof in de compostruimte.

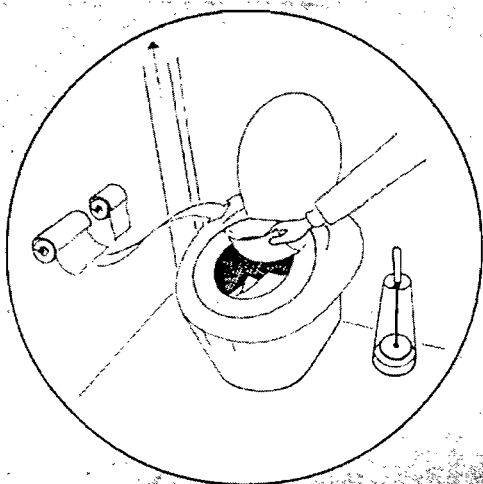
¹ Kilian, R.M., Het composttoilet, 1993



Figuur 2.2. Ontwerpen van de Compact Composteur²

2.3. GFT-toilet

Bij dit toilet zit er een biologisch afbreekbare zak in de toiletpot, de fecaliën worden in deze zak opgevangen en moeten afgedekt worden met een papiertje (NS-doekjes!). Het vocht sijpelt door de zak en wordt afgevoerd. De zak moet ongeveer eens per maand geleegd worden (4 personen). De zak kan dan bij het GFT gedaan worden. Compostering vindt dus buitenhuis plaats.



Figuur 2.3. Ontwerp van het GFT-toilet³

In bijlage 3 wordt een overzicht gegeven van een groot aantal andere ontwerpen van composttoiletten. Aangezien van deze modellen niet genoeg informatie voorhanden was om een objectief beeld te kunnen geven over het gebruik en de werking, worden deze niet meegenomen in dit verslag.

² Kilian, R.M., Het composttoilet, 1993

³ De Twaalf Ambachten nieuwsbrief; nr 105

3. Het composteringsproces

3.1. Composteringscondities

Composteren is natuurlijke verteringsproces, waarbij micro-organismen en wormen de organische stoffen afbreken.

Centraal voor een kwalitatief goede compostering is dat een ideale omgeving gecreëerd wordt, waarbij de micro-organismen en wormen zich prettig voelen. Aan een viertal voorwaarden moet worden voldaan:

3.1.1. Bacteriën en wormen

Het composteringsproces kan opgedeeld worden in een viertal stadia, waarin in elk stadium verschillende organismen bezig zijn de organische stoffen om te zetten. In een gram faeces zitten 100 miljard bacteriën! De bacteriën worden onderverdeeld in een drietal klassen gebaseerd op de temperatuur waarin ze het best werken. Bacteriën en schimmels komen vooral voor in de eerste drie stadia, terwijl in het vierde stadia het werk wordt overgenomen door insecten en wormen.

Bacteriën	Schimmels	Actinomycetes (tussenvorm)
Bacillus stearothermophilus	Geotrichum candidum	Thermoactinomyces
Clostridium thermocellum	Asperigullus fumigatus	Actinomyces thermophilis
	Mucor pusillus	Talaromyces duponti
	Chaetomium thermophile	Thermomonospora. ³
	Thermoascus auranticus	
	Humicola insolens	
	Torula thermophila	

Tabel 3.1. Verschillende micro-organismen⁴

In het beginstadium heeft de composthoop een temperatuur gelijk aan buitentemperatuur. In dit stadium bevinden zich psychrofiële (werkgebied van -10 °C met een optimum van 20 °C) en mesofiële bacteriën (20 °C-37 °C). Deze bacteriën voeden zich met licht afbreekbare bestanddelen zoals eiwitten, suikers, zetmeel en vetten. Door omzetting van deze reactieve bestanddelen wordt binnen 24 uur een temperatuur bereikt van 45 tot 50 °C. Dan gaan thermofiële micro-organismen aan het werk met het afbraakproces. Thermofiële bacteriën combineren organisch koolstof met zuurstof om CO₂ en energie te produceren. Na twee tot vijf dagen kan de temperatuur tot 80 °C oplopen. Hoger zal de temperatuur dan niet meer komen, vanwege veel warmte afgifte aan de omgeving en het afnemen van de hoeveelheden bruikbare brandstof. Door de hoge temperatuur gaat de compostering sneller, er wordt meer NH₃-H (deze vorm van stikstof is beter benutbaar voor de planten) en worden de meeste, zo niet alle pathogenen gedood. Voor verwijdering van alle pathogenen is het noodzakelijk dat er gedurende een uur een minimumtemperatuur van 62 °C of gedurende een dag een temperatuur boven de 50 °C of gedurende een week een temperatuur boven de 46 °C wordt bereikt. Deze temperaturen moeten overall in de

⁴ Jenkins, J.C., The Humanure Handbook, 1994

hoop bereikt kunnen worden, dus ook aan de randen waar de meeste warmte verloren gaat. Het opwarmen van de composthoop vindt alleen plaats in het relatief korte beginstadium van het composteren. Het omzetten van het organische materiaal in bruikbare humus wordt gedaan door wormen en andere insecten en vindt plaats als de hoop weer is afgekoeld. Zij nemen hun tijd om het grovere materiaal af te breken

Micro-organismen zijn zeer gevoelig voor verontreinigingen zoals zware metalen, medicijnen en chloor. Dit kan de micro-organismen aantasten, zodat de compostering verslechterd of zelfs geheel stopt.⁵

3.1.2. Zuurstof

Voor een volledige aërobe microbiologische afbraak van 1 gram organische stof is 1 a 2 gram zuurstof nodig, afhankelijk van het uitgangsmateriaal. Overal in de hoop moet voldoende zuurstof aangevoerd kunnen worden. Is dit niet zo dan kan de compostering anaëroob worden, wat een mindere kwaliteit, stank en meer pathogenen-overleving tot gevolg heeft. Beluchting kan langs natuurlijke weg plaats vinden (met of zonder poreuze buizen in de hoop), via omkering van de hoop (machinaal of met de hand) of via geforceerde beluchting. Hierbij wordt omkering afgeraden, aangezien daardoor bacteriën terechtkomen in voor hun ongunstige omgevingen. Bacteriën, die aanwezig zijn in een verder gevorderd stadium kunnen door omkering bijvoorbeeld terecht komen bij verse faeces, waardoor de composteringsactiviteiten fors afnemen.⁶ Samen met de lucht zal niet alleen zuurstof aangevoerd worden, maar kan ook CO₂, warmte en vocht worden afgevoerd.⁷

3.1.3. C/N-ratio

De decompositie van organisch materiaal gebeurt door levende organismen, die de koolstof als energiebron benutten en als celmateriaal, en de stikstof als bouw materiaal voor de cel. Er is meer koolstof dan stikstof nodig. Echter te veel C ten opzichte van N is verkeerd, omdat dan de hoeveelheid N limiterend kan gaan werken, waardoor de micro-organismen zullen afsterven, en de decompositie daalt. Indien er te veel N is in verhouding tot het C, verbruiken de organismen al het C en verwijderen de overmaat N als ammonia. Proefondervindelijk is vast komen te staan dat een C/N-verhouding van 20:1 tot 30:1 een optimale compostering tot gevolg heeft.⁸

Het blijkt dat menselijke fecaliën een C/N-verhouding hebben van 5 tot 10. Het verhogen van de C/N verhouding kan eenvoudig weg door aan het slib of menselijke fecaliën, organische stoffen met een hogere verhouding toe te voegen. Bijvoorbeeld GFT, stro of houtsnippers kunnen daartoe gebruikt worden.⁹ Een goed composteringsproces kan volgens S. v.d. Ryn (1977) alleen plaatsvinden als niet meer dan 1/3 van de composthoop bestaat uit faeces.¹⁰

⁵ Schijtscheiderij, hergebruik van menselijke mest, LUW, 1993

⁶ Jenkins, J.C., The Humare Handbook, 1994

⁷ Schijtscheiderij, hergebruik van menselijke mest, LUW, 1993

⁸ Jenkins, J.C., The Humare Handbook, 1994

⁹ Idem

¹⁰ Ryn, S.v.d., The toilet papers, 1977

3.1.4. *Vochtigheid*

Voor een goede activiteit van de micro-organismen is een goede vochtigheidsgraad belangrijk. Aangeraden wordt een vochtgehalte van 40 tot 70 procent. Een vochtigheid onder de 40 procent zorgt voor een watertekort voor de micro-organismen en dus een verlaagde activiteit. Een vochtigheid groter dan ongeveer 70 procent (afhankelijk van de structuur van het materiaal) heeft tot gevolg dat de poriën tussen de deeltjes te veel gevuld zullen worden met vocht. Een zuurstofgebrek is dan het gevolg. Het proces gaat anaëroob verlopen.

Omdat het vochtgehalte van menselijke mest te hoog is, moet het slib eerst nog behandeld worden door het toevoegen van vocht-absorberend organisch materiaal met een 3 tot 4 delen droog materiaal.¹¹

3.1.5. *pH*

De pH ligt in het begin net iets onder de 6. In het begin van het proces daalt de pH enigszins tot een waarde van rond de 5. Dit komt door de productie van eenvoudige organische zuren. Vervolgens stijgt de pH weer tot zelfs een waarde van rond de 8, wanneer eiwitten worden afgebroken en ammonia vrijkomt. Een te hoge pH zorgt ervoor dat teveel N als ammonia verloren gaat, terwijl een te lage begin-pH de opwarming van de hoop kan verstoren. Als voldoende aandacht wordt geschonken aan de menging, de vochtigheid en de beluchting is het niet nodig om de pH van het proces te beïnvloeden, door bijvoorbeeld kalk toe te voegen (teveel ammonia verlies kan voorkomen worden door de hoop af te dichten met modder).¹²

3.1.6. *Deeltjesgrootte*

Kleine deeltjes kunnen gemakkelijk verwerkt worden door micro-organismen. Echter te kleine deeltjes kunnen ervoor zorgen dat de ruimtes tussen de deeltjes te klein worden zodat beluchting, koolstofdioxide-verwijdering etc. bemoeilijkt wordt. Bij een natuurlijke beluchting is een deeltjesafmeting van 50 mm en voor geforceerde beluchting is een afmeting van 10 mm gewenst. In het geval van menselijke mest als compostmateriaal zijn er weinig problemen te verwachten. Het materiaal dat wordt bijgemengd kan echter wel uit grotere deeltjes bestaan en moet versnipperd worden.¹³

3.1.7. *Dimensionering van de composthoop*

De dimensies van de hoop zijn belangrijk voor het warmtevasthoudend vermogen van de hoop. Door een te groot oppervlak kan de benodigde minimum temperaturen niet overal behouden blijven. Hoe groter ook het oppervlak, hoe groter de verdamping.¹⁴ Ideaal is een hoop met een hoogte van 1,5 meter en een oppervlakte van ongeveer 1 m². De hoop moet van boven redelijk egaal zijn, zodat genoeg zuurstof en vocht kan toetreden.¹⁵

Als aan al deze condities voldaan wordt zou een compost moeten ontstaan van donker, zwartbruin, kruimelachtig materiaal dat naar bosgrond ruikt. Het is een humusproduct dat levende organismen en gemineraliseerde plantenvoedende elementen bevat. Het water en nutriënten worden door de compost goed vastgehouden en langzaam en naar behoefte aan de plantenwortels ter beschikking gesteld. Na het

¹¹ Ryn, S.v.d., The toilet papers, 1977

¹² Schijtscheiderij, hergebruik van menselijke mest, LUW, 1993

¹³ idem

¹⁴ idem

¹⁵ Jenkins, J.C., The Humare Handbook, 1994

gebruik van de compost gaat de afbraak van het organische materiaal ook nog door in of op de bodem. Daarbij worden steeds meer voedingselementen vrijgegeven. Tegelijk wordt ook humus gevormd waardoor een goede kruimelige bodemstructuur ontstaat die water, warmte en voedingsstoffen vasthoudt.

3.2. De composttoiletten in Nederland.

Zoals uit bovenstaande paragraaf blijkt moet een goed composteringsproces aan een heleboel condities voldoen. Aan de composttoilet de taak om deze condities te scheppen, maar het is gebleken dat dit zeer moeizaam is.

De Clivus Multrum vangt de faeces en de urine op een grote bak. Qua dimensionering is de opvang van de faeces redelijk goed.

In principe kan door de schuine aanvang van de bak de compostering goed plaatsvinden in fases. De scheiding in fases zijn belangrijk, aangezien in iedere fase een andere temperatuur en andere insecten zitten. Steeds als nieuwe compost wordt toegevoegd, schuift oude compost naar onder. Maar tijdens het gebruik van de Clivus Multrum vormt zich een hoop onder de faeces-invoer, hetgeen niet goed is voor de composteren. Hierdoor blijkt dat de temperatuur in een Clivus Multrum niet hoog oploopt. Dit is in principe niet zo erg, als de compostering maar lang genoeg duurt. Hierdoor is het altijd noodzakelijk om de compost na te composteren in de buitenlucht. Hierbij rijst dan ook de vraag in hoeverre het noodzakelijk is om een jaar lang binnenhuis te composteren, indien toch nog nagecomposteerd moet worden in de buitenlucht.

Gesteld wordt dat de Clivus Multrum goed is voor zowel urine, faeces en GFT-afval. Uit gebruikersonderzoek blijkt dat het allereerst toch noodzakelijk is om de urine en de faeces te scheiden. Urine maakt de hoop veel te vochtig en hierdoor verloopt het composteringsproces niet goed. Volgens de producenten kan dit opgelost worden door goed te ventileren, maar dit is zeer onwaarschijnlijk.

Daarnaast moet ook GFT-afval apart gecomposteerd worden. De compostering in een Clivus Multrum levert veel problemen op met fruitvliegjes, hetgeen de acceptatie van een composttoilet niet bevordert.

Vervolgens blijkt uit gebruikersonderzoek dat bijna alle systemen aanloopproblemen hebben van ongeveer 1 tot 1,5 jaar, voordat de het composteringsproces goed gaat verlopen.

De Compact Composteur verdeelt het composteren in twee fases. De eerste fase vangt de faeces en urine op, waarna het door het omkeren van het toilet in een tweede bak wordt geplaatst. In deze tweede bak kan dan nacompostering plaatsvinden. Het nadeel van dit systeem is dat de composteur de fasering van het natuurlijk composteringsproces niet geheel volgt. Doordat de compostering in twee fases plaatsvindt, kunnen de fases niet achter elkaar verlopen, want door het kantelen wordt alle compost gemengd. Het voordeel van dit systeem is dat voordat het toilet daadwerkelijk geleegd wordt, het composteringsproces in alle rust heeft kunnen plaatsvinden. Ondanks dat de omstandigheden niet ideaal zijn, betekent dit een reductie van de ziekteverwekkers. Hierdoor wordt het risico op verspreiding en overdraging van ziektes bij het legen van de composteur verminderd.

De dimensionering van de composttoilet is niet geheel ideaal, aangezien vocht zich kan ophopen in de opslag ruimte. Daarnaast moet sowieso bij dit systeem geventileerd worden, maar dit is niet voldoende om alle overtollige vocht te verdampen.

Bij het GFT-toilet vindt in principe geen compostering plaats. Nieuwe faeces en urine worden opgevangen in een biologisch afbreekbare plastic zak en afgedekt met papier, waardoor geen zuurstof bij de faeces kan en de hoop aan het oog onttrokken wordt. Urine loopt via een aantal gaatjes in de plastic zak naar een helofytenfilter en wordt dus apart verwerkt. Mogelijke stank wordt afgevoerd door een ventilatortje. Na een aantal weken, afhankelijk van de intensiteit van het gebruik, ontstaat een vast grijs pakket. Dit pakket kan meegegeven worden aan bepaalde composteringsbedrijven (OrgaWorld), die onder gecontroleerde omstandigheden de pakketten composteren.

3.3. Conclusie

De in Nederland gebruikte composttoiletten scheppen allen qua ontwerp geen ideale composteringsomstandigheden. Indien de urine gescheiden wordt van de faeces en GFT-afval apart gecomposteerd wordt, kan na een aantal jaren een systeem ontstaan dat de faeces enigszins composteert en de pathogenen doodt. De aanloopproblemen zullen voor veel gebruikers een te hoge drempel zijn om een composttoilet aan te schaffen. Om tot een bruikbaar product te komen moet buiten nog nagecomposteerd worden.

Het voordeel van het GFT-toilet is dat de compostering niet meer thuis verloopt, maar onder gecontroleerde omstandigheden bij een composteringsbedrijf, zoals OrgaWorld. Hierdoor is het GFT-toilet meer een inzameltoilet dan een composttoilet.

4. Gebruikaspecten

4.1. Inleiding

Redenen voor de keuze voor een compost toilet kunnen zijn de enorme waterbesparing, idealisme en/of het in stand houden van de kringloop. Maar ookal kies je voor een composttoilet, je wilt toch wel dat het goed werkt, zonder dat je er veel tijd in steekt of dat je vele aanpassingen aan je huis moet doen. Ook is het uiterlijk belangrijk voor de acceptatie van de composttoilet. In dit hoofdstuk worden per composttoilet een aantal gebruikaspecten besproken die wij belangrijk achten voor de acceptatie van de composttoilet.

Variabele	Dimensie	Indicator
Gebruikaspecten	Onderhoud/schoonmaken	Hoeveel tijd
		Inspanning
		Complexiteit v/h systeem
		Aantal keer legen
	Inbouwmogelijkheden	Afmetingen
		Aanpassingen aan het huis
	Gebruik	Wc-papier
		Intensiteit van gebruik
		Medicijngebruik
		Geur
	Uiterlijk	Materiaal
		Kleur
		Grootte

Tabel 4.1. Operationalisatieschema gebruikaspecten

Bovenstaande dimensies zullen hieronder besproken worden:

Het onderhoud en het schoonmaken van de toilet wordt bepaald door de hoeveelheid tijd die het kost, de inspanning die erbij komt kijken, de complexiteit van het systeem en het aantal keer dat je de composteringsbak moet legen. Hoe meer tijd het kost en hoe meer handelingen er gedaan moeten worden, hoe minder aantrekkelijk het wordt om een composttoilet aan te schaffen. Als het veel tijd kost is zo'n toilet alleen interessant voor mensen die heel bewust bezig zijn met het milieu, en die daar dan ook tijd in willen steken. Maar dan is het composttoilet geen alternatief voor het spoeltoilet in Nederland.

Inbouwmogelijkheden worden bepaald door de afmetingen van de toilet en de composteringsbak die er eventueel bijhoort. Daarnaast bepalen ook de aanpassingen aan het huis de mogelijkheden voor een composttoilet. Hoe groter het toilet hoe meer aanpassingen er natuurlijk aan het huis moeten worden gedaan. Voor een aantal toiletten is een kelder vereist om überhaupt de toilet in huis te kunnen halen. Dit zijn voorwaarden waar niet iedereen aan kan voldoen in een bestaande woning. Veel aanpassingen aan een bestaande woning betekent vaak ook vele kosten, deze kosten zouden zo hoog kunnen oplopen dat het niet meer rendabel is om een composttoilet aan te schaffen.

De aspecten die een rol spelen bij het gebruik van het toilet zijn: gebruik van toiletpapier, intensiteit van gebruik, medicijngebruik en geur. Omdat dit voor alle drie voor een groot deel gelijk is zullen deze punten niet per toilet besproken worden. Toiletpapier kan onbepaald gebruikt worden, dit heeft verder geen invloed op het composteringsproces. De afmetingen van de composteringsbak zijn afhankelijk van de hoeveelheid personen die het toilet gebruiken, maar sporadisch intensief gebruik (bijvoorbeeld feestjes) kan door de toiletten opgevangen worden, als het vocht afgevoerd kan worden. Met medicijngebruik moet worden opgepast, dit heeft een negatief effect op het composteringsproces. Dit is verder uitgelegd in het hoofdstuk over het composteringsproces. De theorie zegt dat het toilet reukloos is en dit wordt ook bevestigd door een aantal gebruikers, maar wordt door een aantal gebruikers ontkracht.

Het uiterlijk is van belang voor de acceptatie van de toilet, het streven is dan ook de toilet er zo identiek mogelijk aan de gewone spoeltoilet te laten lijken. We kijken bij het uiterlijk naar kleur, gebruikt materiaal en de grootte van het toilet.

4.2. Clivus Multrum (CM)

Het onderhoud/schoonmaken van de CM bestaat uit het schoonmaken van het toilet (zoals bij ieder ander toilet), het egaliseren van de hoop fecaliën, het legen van de bak, het toevoegen van strooisel/hooi etc en het in de gaten houden van het composteringsproces. Omdat de CM een relatief grootte bak onder het toilet heeft, hoeft de compost niet vaak verwijderd te worden. Volgens de theorie vindt het composteringsproces in de bak plaats en kan er om de paar maanden bruikbare compost uitgehaald worden. Het systeem van de CM is eigenlijk dat door het schuine vlak de steeds verder gevorderde compost naar beneden glijdt. De hoop moet wel regelmatig geëgaliseerd worden om hoopvorming te voorkomen, zodat de hoop niet te groot wordt onder de faeces-invoer.

Omdat de CM een groot systeem is kost het veel aanpassingen aan een bestaande woning om dit toilet in te passen, meestal is een kelder vereist om de composteringsbak in te plaatsen. Grof geschat zijn de afmetingen 3x1x2 (lxbxh)mtr¹⁶. De Wc-pot van de CM heeft hetzelfde uiterlijk en afmetingen als een gewoon spoeltoilet. Het toilet kan van verschillende materialen gemaakt worden, zoals porselein, polyester. Doordat de buis van het toilet naar de compostbak lang is, heb je geen zicht op de compost. De buis is wel van zwart materiaal, wat het toilet minder aantrekkelijk maakt.

4.3. Compact Composteur (CC)

Het onderhoud/schoonmaken van de CC bestaat ook uit het schoonmaken van het toilet, het draaien van het systeem, het legen van de bak, het toevoegen van eventuele extra materialen. Het systeem is simpel en kan door ieder persoon gebruikt worden. De compost moet één keer per half jaar geleegd worden, er kan dan volgens de theorie kant en klare compost uit de bak gehaald worden. In de praktijk moet het systeem vaker gekanteld worden en één keer per kwartaal geleegd worden. Als de compost gebruikt wordt voor de tuin, moet het nog een jaar rijpen op de composthoop of op een compostsilo, voor de siertuin kan de compost direct gebruikt worden. De afmetingen van de CC zijn wel kleiner dan de CM, maar ook bij dit toilet moeten er wat aanpassingen aan de woning gedaan worden om het toilet in te passen, bij een nieuwbouwwoning kan er uiteraard rekening gehouden worden met de afmetingen

¹⁶ R.M.kilian; September 1993; Compost toilet en grijswatersysteem

van het toilet. De inbouwruimte (kelder) die benodigd is voor de CC is minimaal 2,0 x 0,92 x 2,0 meter (lxbxh)¹⁷.

De vorm van de CC is afwijkend van de gewone spoeltoilet. Het toilet heeft een heel karakteristiek uiterlijk, zie figuur 2.2. De materialen die gebruikt worden zijn voornamelijk polyester.

4.4. GFT-toilet

Het onderhoud/schoonmaken van de GFT-toilet bestaat uit het schoonhouden van het toilet, het toevoegen van de NS-papiertjes, het aanstampen van de hoop, het legen van het toilet. Bij dit toilet vind het composteringsproces niet in het toilet plaats maar buitenhuis in het composteringsbedrijf. De gebruiker hoeft zich dus niet meer bezig te houden met het in de gaten houden van het composteringsproces. Het toilet moet bij gebruik van een gemiddeld gezin één keer per maand gelegeerd worden.

De GFT-toilet is compact van afmetingen in vergelijking met de CC en de CM, de breedte is 5 centimeter, lengte 62 centimeter en de hoogte 51 centimeter¹⁸. Er is geen composteringbak benodigd, en het toilet hoeft niet ingebouwd te worden. Er hoeven dus geen aanpassingen aan het huis gedaan te worden.

Het toilet ziet eruit als een oversized spoeltoilet. Bij het gebruik van het toilet kun je in de emmer kijken, wat voor mensen onsmakelijk kan zijn. De fecaliën zijn wel altijd afgedekt met de NS-doekjes. Materialen die voor de GFT toilet gebruikt zijn, zijn nu voornamelijk polyester.

4.5. Conclusie

Het onderhoud en het schoonhouden van het toilet moet zo weinig mogelijk tijd en moeite kosten om de haalbaarheid van het toilet te vergroten. Bij de CM en de CC kost dit relatief veel tijd, men moet het composteringsproces in de gaten houden en hierop inspelen. Verder moet de bak een keer per periode gelegeerd worden bij alle drie de toiletten, alleen bij de GFT is dit het minder werk dan bij de andere twee.

De inbouwmogelijkheden zijn bij de GFT-toilet het grootste, er hoeven weinig tot geen aanpassingen aan de toiletruimte gedaan te worden, terwijl bij de CM en de CC wel degelijk aanpassingen aan de toiletruimte gedaan moeten worden, er moeten grote bakken in huis geplaatst worden. Hoe meer aanpassingen er aan het huis gedaan moeten worden, hoe meer kosten dit ook met zich mee brengt.

In principe zijn de toiletten niet beperkt in hun capaciteit, maar er moet wel rekening gehouden worden met het gebruik van medicijnen.

Het uiterlijk is erg belangrijk voor de haalbaarheid van het toilet, het toilet moet zoveel mogelijk lijken op het spoeltoilet anders zijn mensen waarschijnlijk niet bereid over te stappen naar een composttoilet.

De acceptatie van het composttoilet door de maatschappij moet dus omhoog, maar dit is alleen te bereiken als het uiterlijk van het toilet hetzelfde is en er zo weinig mogelijk handelingen gedaan hoeven te worden, het composteringsproces moet goed lopen, compost moet verwijderd worden, allemaal extra handelingen die niet gedaan hoeven te worden bij een gewone spoeltoilet. Mensen die geen interesse hebben voor een beter milieu kiezen dan liever de makkelijkste oplossing.

¹⁷ Technisch Bureau Hamar

¹⁸ De Twaalf Ambachten; GFT-toilet spaart water en herstelt kringloop

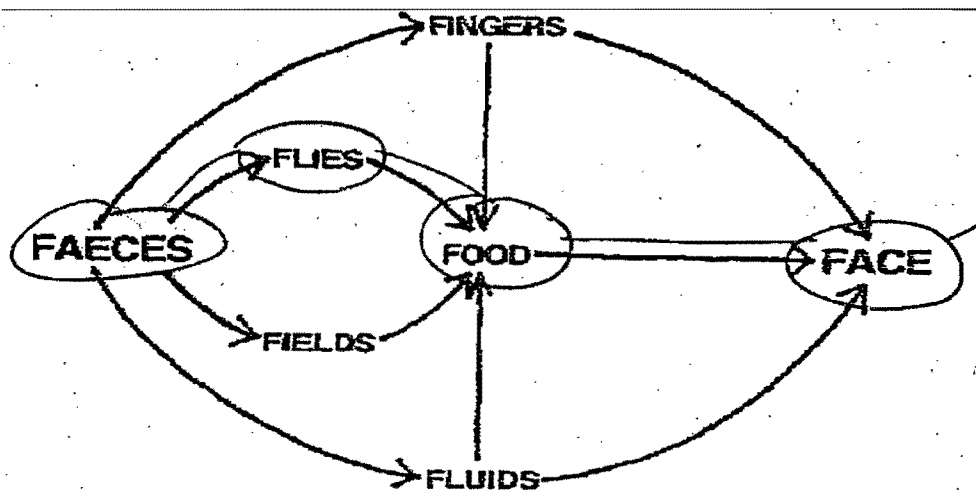
5. Gezondheidsaspecten.

5.1. Algemeen

De combinatie van urine en faeces wordt aangeduid als zwart water. Deze stroom is vervuילend en moet daarom gezuiverd worden. Maar op het gebied van gezondheidsrisico moet een onderscheid gemaakt worden tussen urine en faeces. Urine is in principe steriel en bevat het overschot aan stoffen en stoffen die toxisch zijn voor het lichaam. Urine kan dan ook afzonderlijk gezuiverd worden met behulp van bijvoorbeeld een helofytenfilter.

Faeces daarentegen bestaan voor meer dan de helft van het volume van de uitwerpselen uit bacteriën en daar zitten verschillende pathogenen bij. Buiten deze bacteriën kan het ook eitjes en andere micro-organismen bevatten. Bij de mens zijn dat vooral de bacteriën die cholera, tyfus en paratyfus veroorzaken. Ziekten die verre van plezierig kunnen zijn.¹⁹ Daarom kunnen faeces niet onbewerkt gezuiverd of verspreid worden, want hierdoor kunnen ziektes ontstaan en verspreid worden. Hierbij moet de kanttekening gemaakt worden dat het immuunsysteem van het eigen lichaam reeds bekend is met de pathogenen en dat de faeces in principe alleen andere personen ziek kan maken.

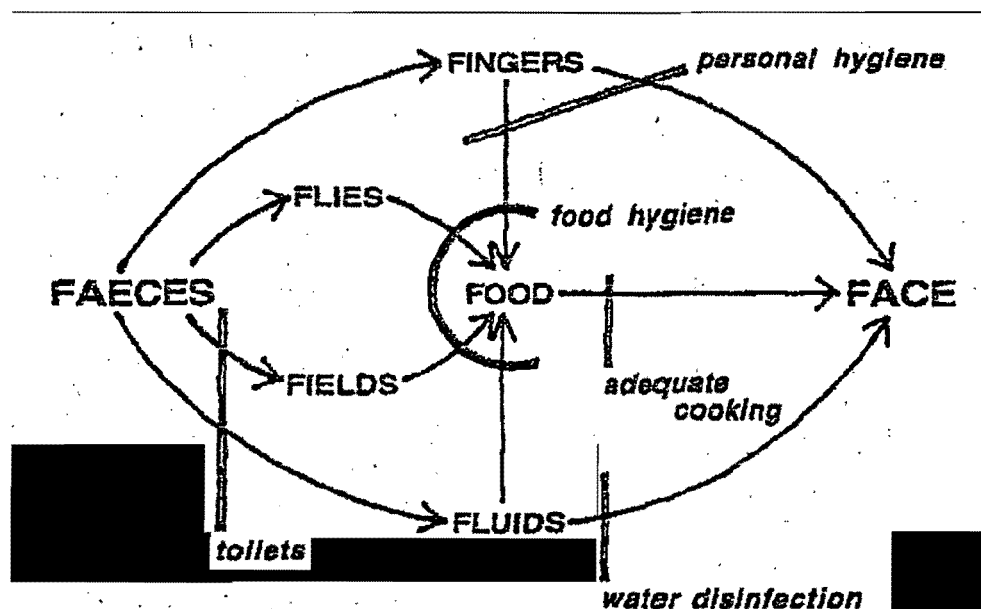
Besmetting komt in principe tot stand doordat pathogenen via de mond het lichaam binnen komen. Het zogenaamde F-diagram laat zien welke 'routes' er zijn voor infectie.



Figuur 5.1. F-diagram (bron: Esrey et al., 1998)

Door middel van barrières moeten de contactwegen tussen bron en gebruiker moeilijker te nemen zijn. Een goed composttoilet moet ervoor zorgen dat er geen contact is tussen gebruiker en uitwerpselen. Maar ook barrières op het gebied van persoonlijke hygiëne, voedsel hygiëne, bereiding van voedsel en drinkwaterontsmetting zijn van belang.

¹⁹ www.veganisme.non-profit.nl/gi/v10/v10_p16.htm



Figuur 5.2. F-diagram met barrières (bron: Esrey et al., 1998)

De barrières, die het spoeltoilet opwerpt, moeten ook in de composttoiletten plaatsvinden. Dit kan door een goed composteringsproces, waardoor alle pathogenen gedood worden. Daarnaast moet ook getracht worden om het contact tussen faeces en voedsel door middel van vliegen te beperken. Een goed composteringsproces trekt geen vliegen aan, waardoor op dit punt ook een barrière wordt opgeworpen. De overbrenging van pathogenen door middel van vloeistof wordt tegengegaan, doordat de faeces niet weggespoeld wordt met water. Daarnaast wordt het drinkwater in Nederland goed gezuiverd.

Als laatste moet gezorgd worden dat binnen het ontwerp van de composttoilet een barrière wordt opgeworpen tussen faeces en vingers. Dit kan door geen contact te laten bestaan tussen de faeces en de handen door het gebruik van handschoenen of andere beschermingsmiddelen of door de ziekteverwekkers te doden, voordat contact ontstaat.²⁰

5.2. Composttoiletten in Nederland

De Clivus Multrum composteert in principe de faeces, zodanig dat de pathogenen gedood worden. Indien de pathogenen tevens niet verspreid worden door vliegen, zou dit een goed ontwerp opleveren. Maar uit gebruikersonderzoek blijkt dat, indien GFT-afval in de Clivus Multrum wordt gecomposteerd, fruitvliegjes voorkomen, die de kans op de verspreiding van ziekteverwekkers doen toenemen. Indien geen GFT-afval wordt gecomposteerd, moet in de aanloopperiode toch rekening gehouden worden met een periode van 1 tot 1,5 jaar, waarbij afhankelijk van het seizoen fruitvliegjes voorkomen.

²⁰ Het composttoilet, Leeronderzoek van tweede- en derdejaars studenten, Wetenschapswinkel Wageningen, 2000

Daarnaast kan gesteld worden dat het gecomposteerde product na een jaar nog niet geheel gecomposteerd is en altijd nagecomposteerd moet worden. Dit betekent dat niet geheel met zekerheid gezegd kan worden dat bij het legen van de Clivus Multrum de gebruiker te maken heeft met pathogeenvrije compost. Hoewel het immuunsysteem van de gebruiker reeds in aanraking is geweest met mogelijke pathogenen, bestaat er toch een kleine kans op ziekte-overbrenging.

De compost kan gebruikt worden in de moestuin, maar dan moet de compost gedurende lange tijd nagecomposteerd zijn. Indien dit het geval is, blijkt pathogeenvrije compost een goed mestmiddel te zijn.

De Compact Composteur vangt analoog aan de Clivus Multrum de faeces op in een bak en start het composteringsproces in de composttoilet. Ook dit model trekt in de aanloopperiode fruitvliegjes aan, die de pathogenen kunnen verspreiden. Dit kan bijna niet op een technologische manier worden tegengegaan en is dan ook een nadeel op het gebied van de gezondheidspreventie.

Een voordeel bij dit model is dat door het kantelmechanisme de faeces gedurende een bepaalde periode zonder toevoegingen van nieuwe mest kan composteren. Dit heeft als voordeel dat bij het legen de compost voor een groot gedeelte pathogeenvrij is. Toch blijft het bij dit model ook noodzaak om de compost na te composteren, aangezien binnen het composttoilet geen ideale omstandigheden geschapen kunnen worden om alle pathogenen te doden.

In het GFT-toilet vindt geen compostering plaats, dus zullen pathogenen maar zeer langzaam gedood worden. Daarom is bij dit model van belang dat de grootste zorg wordt besteedt aan het opbouwen van een barrière tussen faeces en mens.

Door het afdekken van de faeces met doekjes blijkt tot nu toe dat geen fruitvliegjes voorkomen in het GFT-toilet. Indien dit gegeven tevens blijkt uit een proefproject dat in februari wordt afgerond, betekent dit een voordeel van dit model ten opzichte van bovenstaande modellen.

De barrière tussen faeces en de mens vindt plaats door de biologisch afbreekbare plastic zak. Door een mechaniek kan de plastic zak reeds gedeeltelijk gesloten worden, voordat een menselijke handeling noodzakelijk is. Vervolgens zal deze zak vervoerd worden door het composteringsbedrijf naar een centrale composteringsplek. Dit vervoer zorgt, ondanks dat grote moeite besteedt wordt aan de voorzichtigheid van het vervoer, voor een risico op de verspreiding van pathogenen. De zak kan tijdens het transport scheuren of breken, waardoor de barrière tussen faeces en mens gemakkelijk doorbroken kan worden. Dit is dan ook een zwakke plek binnen het concept van de composttoilet.

Indien de centrale compostering op de juiste wijze geschiedt, zal op dat punt het risico van ziekteverspreiding redelijk ingedamd kunnen worden. Door de gecontroleerde vergisting en compostering kan ervan uitgegaan worden dat het uiteindelijke product pathogeenvrij is.

5.3. Conclusie

Bij alle drie de concepten blijken zwakke punten te zitten op het gebied van de gezondheidsaspecten.

Bij de Clivus Multrum en Compact Composteur wordt door het composteringsproces een groot deel van de pathogenen gedood, maar is er in de redelijk lange aanlooperperiode en bij het legen van de composttoiletten een kans op verspreiding van de pathogenen. De GFT-toilet heeft geen last van vliegen en het uiteindelijke product is ook pathogeenvrij, maar het transport kan zorgen voor de verspreiding van pathogenen.

De negatieve aspecten bij bovenstaande modellen zijn niet alleen van invloed zijn op de acceptatie van de gebruiker, maar vallen ook onder de verantwoordelijkheid van de overheid. Daarom moet goed gekeken worden naar mogelijkheden om deze risico's te vermijden, aangezien alleen dan de overheid overtuigd kan worden om de composttoilet op te nemen als alternatief voor het riool.

6. Economische aspecten

Het grootste voordeel van het composttoilet is het sluiten van de kringloop en de besparingen van drinkwater. Niet alleen uit milieuoogpunt moet gekeken worden na alternatieven voor het rioleringsstelsel, maar ook in financieel opzicht is er een reden voor. De kosten voor de aanleg en onderhoud van het rioolstelsel worden o.a. betaald uit de opbrengst van de rioolbelasting en/of een deel van de onroerend goed belasting. De behandeling van het afvalwater in de zuiveringsinstallatie wordt betaald uit de zuiveringsheffing.²¹

Volgens de rioleringsnotitie worden de kosten voor het rioolrecht in de toekomst alleen maar hoger. Niet alleen vanwege het beheer en onderhoud van het stelsel, ook vanwege de prijs van het drinkwater, die mogelijk hierin verdisconteerd wordt. Omdat de waterschapsbeheerder mogelijkheden heeft om de gemeenten op basis van de Wet verontreiniging oppervlaktewater (Wvo) een heffing op de vuillast uit stortingen te leggen, kunnen de waterschapslasten op hun beurt ook toenemen. Ook kan de gemeente de haar opgelegde heffing verdisconteren in het rioolrecht, waardoor de kosten voor dat recht extra kunnen toenemen.²²

Het vastrecht voor riool ligt in de meeste gemeente nu rond de Fl. 100,-. Dit bedrag is niet kostendekkend, maar het restbedrag (ongeveer Fl. 125,-) wordt betaald uit algemene middelen. De zuiveringsheffing bedraagt ongeveer Fl. 75,- per jaar voor een eenpersoonshuishouden en Fl. 225,- per jaar voor een meer-persoonshuishouden. De kosten voor het drinkwaterverbruik voor toiletspoeling is afhankelijk van de drinkwaterprijzen. De drinkwaterprijzen per kubieke meter schommelen tussen de Fl. 0,85 en Fl. 2,50,-. Gemiddeld wordt per persoon per dag 42, 7 liter water verbruikt, hetgeen overeenkomt met 16 m³ drinkwater per jaar. Per persoon per jaar betekent dit een gemiddelde kostenpost van Fl. 26,88,-.

Het lozingenbesluit stelt dat vanaf 1 januari 1993 iedereen aangesloten moet worden op het riool. Van alle woningen en bedrijven is 3%, zo'n 175000, niet aangesloten op de riolering. Een deel van deze woningen en bedrijven ligt minder dan 40 meter van het rioleringsnetwerk af, aangesloten moet worden op het riool. Aansluiting kost tussen de Fl. 20.000,- tot Fl. 40.000,-, waarbij de particulier een bepaald bedrag (van Fl. 4000,- tot Fl. 7500,-) zelf moet betalen. De rest moet door de gemeente betaald worden.

Bij een deel is dit niet het geval en deze moeten aangesloten worden op een IBA (Individueel Behandeling Afvalwater)-systeem.²³ De overheid schrijft een septic tank voor van minimaal 6 m³, die zo'n 12 tot 15.000 gulden kost. Omdat de mens maar 12 tot 15 liter faeces/jaar produceert, is dit veel te groot. Daarnaast wordt in een septic tank het afval niet gezuiverd.

Het composttoilet kan, in het geval dat het binnen een IBA3-certificering past, een alternatief zijn. De economische aspecten van de composttoilet worden daarom in dit hoofdstuk bekeken. De economische aspecten zijn geoperationaliseerd in onderstaand schema:

²¹ Huizing, A., Composttoiletten in Nederland, Wetenschapswinkel LUW, 1993

²² Kilian, R.M., Composttoilet en grijswatersysteem, Financiële consequenties van volledige (on-)afhankelijkheid van het rioolstelsel, 1993

²³ Idem

Variabele	Dimensie	Indicatoren
Economische aspecten	Aanschaf	Kostprijs
		Subsidie
		Aanpassing woning
	Gebruik/onderhoud	Toevoegingen
		Gebruiksmateriaal
		Water
		Energie
	Verwijdering	Verwijderingskosten
Algemeen	Besparingen infrastructuur	

Tabel 6.1. Operationalisatieschema economische aspecten

De bovenstaande dimensies zullen hieronder besproken worden.

De aanschaf van een composttoilet verschilt en is mede afhankelijk van de grootte van het composttoilet. De composttoiletten zijn redelijk duur. De composttoiletten zouden minstens met een factor 2 goedkoper worden door gebruik te maken van kleinere ontwerpen en vanwege kleinere benodigde installatieruimte.²⁴

Daarnaast moet naast een composttoilet vaak een helofytenfilter worden aangeschaft voor de zuivering van grijswater (incl. urine). De kosten voor een helofytenfilter liggen rond de Fl. 5000,-.

Plaatsing van een IBA-systeem komt soms in aanmerking voor een subsidie van de gemeente of Natuurmonumenten. Een composttoilet zal moeten voldoen aan de eisen die aan zo'n IBA-systemen gesteld worden.

Het grootste verschil in de kosten van een composttoilet bestaan uit de aanpassingskosten voor de woning. Doordat de composteringsruimte redelijk groot moet zijn, zijn vaak aanpassingen nodig aan de woning.

Doordat de C/N-ratio van faeces niet hoog genoeg is, dient aan de composthoop organische middelen worden toegevoegd. Deze toevoegingen kunnen bestaan uit hennep-snipper, stro, zaagsel of zelfs as. Deze toevoegingen zijn redelijk goedkoop en weinig van invloed op het prijsplaatje. Het GFT-toilet maakt gebruik van biologisch afbreekbare plastic zakken, die de kosten voor het gebruik vermeerderen. Deze kosten zullen verderop besproken worden.

Naast de kosten voor de plaatsing en onderhoud van het composttoilet, vinden ook besparingen plaats. Het composttoilet verbruikt geen drinkwater, dus per persoon is dit een besparing van Fl. 26, 88 per jaar.

De meeste composttoiletten maken gebruik van een elektrische ventilator. De ventilator heeft een vermogen van tussen de 7 en 40 watt. Bij sommige composttoiletten wordt de ventilator continu gebruikt. Dit zou per jaar een kostenpost opleveren van Fl. 35,-. Indien de ventilator alleen wordt gebruikt tijdens het gebruik van de composttoilet dalen de kosten voor elektriciteit per persoon per jaar tot ongeveer 50 cent.

Voor composttoiletten, die aanpassingen vereisen aan de woning, zijn de verwijderingskosten aanzienlijk groter dan bij zelfstandige units. De hoogte van deze verwijderingsbijdrage zal weinig van invloed zijn op de acceptatie van een composttoilet.

²⁴ Man, J.C. de, Programma van Eisen nieuwe ontwerp composteur

6.2. De composttoiletten in Nederland

Hieronder zullen de verschillende composttoiletten besproken worden. Om een economische vergelijking te maken tussen de verschillende composttoiletten, wordt een vergelijking gemaakt tussen de terugverdientijd van een septic tank en een composttoilet in vergelijking met het riool. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat op de plaats van gebruik nog geen riool ligt. Hierdoor wordt Fl. 5000,- extra bespaard op rioolaansluiting. De septic tank heeft een terugverdientijd van 26,2 jaar. Dit is zeer lang.

De Clivus Multrum bestaat het langst in Nederland en is het grootst qua afmetingen. De Clivus Multrum kost gemiddeld Fl. 10.000,- inclusief een grijswatersysteem. De Clivus Multrum heeft een kelder nodig en de aanvoerpijpen moeten recht boven het composteringsruimte geplaatst. De aanpassingskosten kunnen hierdoor drastisch oplopen.

Aan de toevoegingen aan het composttoilet zijn nauwelijks kosten verbonden. Bij de Clivus Multrum is wel continu een ventilator verbonden om de luchtstroom langs de composthoop te leiden. Deze ventilator kan vervangen worden door het plaatsen van een zonneschoorsteen, waardoor de aanschafkosten zullen stijgen, maar de kosten per jaar zullen dalen. Met de Clivus Multrum wordt geen drinkwater verbruikt, wat een aanzienlijke economische (en ecologische) besparing oplevert.

De terugverdientijd van de Clivus Multrum inclusief helofytenfilter bij een gebruik van 4 personen is 15,1 jaar.

De Compact Composteur is in Nederland ontwikkeld. Eerst werd de Compact Composteur uitgevoerd in hout, hetgeen ongeveer Fl. 4800,- kostte. Een verbeterde versie van RVS (roestvrij staal kostte ongeveer Fl. 6800). De huidige versie met een capaciteit van 5 a 6 personen is uitgevoerd in polyester en kost Fl. 3500,- (excl. vervoer). Door het kantelsysteem is de compact composteur vrij groot en meestal zijn aanpassingen nodig om de composteur te plaatsen. De Compact Composteur moet wel nog gekoppeld worden aan een helofytenfilter, hetgeen extra kosten met zich meebrengt. De ventilator moet continu aangesloten worden op een ventilator. Hierbij geldt, net als bij de Clivus Multrum, dat de ventilator vervangen kan worden door een zonneschoorsteen. De terugverdientijd van de compact composteur is 12,6 jaar.

Het aanschafkosten voor het GFT-toilet zijn zeer goedkoop ten opzichte van de andere twee composttoiletten. Tevens hoeft niet continu een ventilator aan te staan. Daar tegenover staat dat door het gebruik van de biologisch afbreekbare zakken de kosten per jaar hoger zijn. De terugverdientijd van het GFT-toilet is daarom 2,5 jaar en zeer zeker rendabel.

6.3. Conclusie

Als gekeken wordt naar de terugverdientijd als maatstaf voor de acceptatie van een composttoilet blijkt dat eigenlijk alleen het GFT-toilet in aanmerking komt voor gebruik. Hierbij moet opgemerkt worden dat het GFT-toilet op dit moment nog in de proeffase zit, waardoor nog niet met zekerheid gezegd kan worden of het mogelijk is om een inzamelsysteem op te zetten. Bij het GFT-toilet zijn de grootste kosten verbonden met het gebruik van de biologisch afbreekbare plastic zakken. Indien de kosten voor deze zakken verder gereduceerd kan worden, kan het GFT-toilet als zeer economisch beschouwd worden.

7. Juridische aspecten

7.1. Inleiding

Per 1 juli 1993 is de Lozingenbesluit bodembescherming in werking getreden. Dit houdt in dat bestaande, beperkte lozingen van huishoudelijk afvalwater verboden werden. In de praktijk betekent dit, dat particulieren zich moeten laten aansluiten op de riolering²⁵, tenzij de afstand van de dichtstbijzijnde riolering tot het dichtstbijzijnde gebouw waar het afvalwater vrijkomt, groter is dan 40 meter. Er mag bij een grotere afstand wel in de bodem geloosd worden, maar alleen als er aan bepaalde voorwaarden voldaan is. Deze voorwaarden houden in dat het afvalwater individueel gezuiverd moet worden. Dit moet uiterlijk per 1 januari 2005 het geval zijn, maar de plaatsing van persoonlijke zuiveringsinstallaties stagneert, omdat er nog geen deugdelijk keurmerk voor dergelijke apparaten is. Het Van Hall Instituut in Leeuwarden werkt op dit moment aan een landelijke standaard.²⁶

De provincie Brabant richt zich primair op de aanleg van riolering. Secundair wordt gekeken naar de mogelijkheid om IBA3-systemen aan te leggen. Als het composteringsproces onder de eisen van deze klasse valt, is dit een goed invulling is om het afval te zuiveren.

7.2. Composttoiletten in Nederland

De overheid, in bijzonder het Ministerie van VROM, heeft in 1991 in het IBA-onderzoek tevens het principe van het composttoilet onderzocht. In samenwerking met het Van Hall instituut en een ingenieursbureau zijn toen verschillende eisen opgesteld met betrekking tot de Clivus Multrum opgesteld. De dimensioneringsvoorschriften zijn toen als volgt opgesteld:

- Bij toepassing in woningen, bedrijven of kantoren: tenminste 0,35 m³ per bewoner of per medewerker;
- Bij overige toepassingen: tenminste 0,25 m³ per 1000 toiletgebruikers per jaar;
- Minimaal 1,4 m³.

De voorraadruimte moet een nuttig volume van tenminste 10% van het bovengestelde nuttig volume van het composteringsproces hebben. Verder moet de tank zich in een geïsoleerde ruimte bevinden, of zelfs goed geïsoleerd zijn, zodanig dat een geschikte temperatuur voor compostering gehandhaafd kan worden, een temperatuur in de composthoop van tenminste ca. 30 °C. Ook de aanvoerkokers van faeces en van GFT-afval zijn voorzien van eisen, zoals het hebben van een inwendige diameter van tenminste 40 cm en het lucht- en vloeistofdicht bevestigd zijn aan de bovenkant van de composttank.

Wat heel belangrijk is, is dat in de composteringsruimte een goede, natuurlijke of kunstmatige luchtstroom is voor de aanvoer van zuurstof. Ook moet er algemeen in de composttank een centraal ontluuchtungskanaal zijn, het liefst aangesloten op de schoorsteen en minstens 50 cm boven het hoogst punt van het dak uitstekend. Deze moet zo geconstrueerd zijn dat er geen insecten binnen kunnen dringen noch regen naar binnen kan. Tenslotte moet de laag entmateriaal, die voor ingebruikname van het

²⁵ Lozingenbesluit-tekst en uitleg voor particulieren, 1992

²⁶ Metro, 21-05-2001, Huis zonder riolering grote vervuiler

composttoilet aangebracht moet zijn, een laag over de gehele bodem van compost of goed te composteren tuinafval zijn van minstens 15 cm diep.²⁷

Voor de Compact Composteur zijn geen eisen of richtlijnen gesteld door de overheid. Over dit soort composttoilet kan gesteld worden dat het geen problemen oplevert, indien het zuiveringssysteem binnen de eisen van de IBA3-systemen vallen.

Het GFT-toilet wordt uit het oogpunt van milieu gezien als een zeer goed initiatief, alleen is binnen dit ontwerp de zwakke schakel de 'handling' van menselijke uitwerpselen vanuit het toilet richting de GFT-container. Doordat de uitwerpselen niet composteren, worden pathogenen niet gedood. Dit zorgt voor een risico op het gebied van ziekteverspreiding, zowel voor de particuliere gebruikers als de inzameldiensten. Richtlijnen op het gebied van de gezondheid zullen opgesteld moeten worden door de Nederlandse overheid.

Een tweede aspect bij het GFT-toilet is dat een infrastructuur niet provinciaal geregeld kan worden. De provincie Noord-Brabant heeft naar aanleiding van de varkensziektes de provincie ingedeeld in regio's. Deze reconstructie houdt in dat per regio door een commissie de sanering van agrarische bedrijven, de ruimtelijke ordening en andere milieu-aspecten worden geregeld. Infrastructuren voor de inzameling van afval mag niet de grenzen van deze regio's passeren, om zo verspreiding van ziektes te voorkomen.

7.3. Conclusie

Een composttoilet moet allereerst voldoen aan de eisen van de IBA3-systemen. Dit betekent dat zowel het grijs als het zwart water gezuiverd moet worden. De verschillende composttoiletten voldoen, indien ook een zuiveringssysteem wordt geplaatst voor het grijze water aan deze eisen. Deze eisen zijn opvraagbaar bij de KIWA. Op dit moment zijn voor de composttoiletten nog geen eisen gesteld op het gebied van de gezondheid. Verwacht wordt dat de overheid, bij een verdere verspreiding van het gebruik van composttoiletten, meer aandacht aan gaat besteden. Indien een infrastructuur wordt opgezet ter inzameling van de faeces, zoals dit het geval is bij de GFT-toilet, betekent dit allereerst dat er mogelijke beperkingen zullen optreden naar aanleiding van de reconstructie, zoals deze plaatsvindt in de provincie Noord-Brabant. Ten tweede zal de overheid kwaliteitseisen gaan stellen aan het gebruikte composteringsproces en het uiteindelijke composteringsproduct, dat geleverd wordt door de composteringsbedrijven, die ook menselijke mest gaan verwerken. Dit kan mogelijke problemen opleveren bij het opzetten van soortgelijke compostbedrijven.

²⁷ Het composttoilet, Leeronderzoek tweede- en derdejaarsstudenten Milieuhygiene aan de Universiteit Wageningen, 2000

8. Conclusies en aanbevelingen

8.1. Inleiding

In deze conclusie zal per composttoilet een overzicht gegeven worden van de verschillende positieve en negatieve aspecten, die bij de verschillende modellen naar voren komen. Daarnaast zullen hier een aantal algemene opmerkingen geplaatst worden, die van invloed zijn op de beoordeling van de haalbaarheid van composttoiletten.

8.2. De Clivus Multrum

Voor een ideaal composteringsproces moeten de omstandigheden gekweekt worden, die voldoen aan strenge eisen ten aanzien van het composteren. Het is onmogelijk om deze omstandigheden te kweken binnen een composttoilet. Indien alleen faeces in combinatie met gesnipperd organisch materiaal kan na verloop van tijd binnen de Clivus Multrum (of soortgelijke systemen) een composteringsproces op gang komen, maar het product moet lang (na-)gecomposteerd worden. Daarnaast zullen de problemen in de lange aanlooperperiode een barriere opwerken voor de haalbaarheid van dit composttoilet.

Analoog aan de problemen met het composteringsproces zijn er problemen op het gebied van de gezondheid. De pathogenen worden niet geheel gedood, wat het risico op verspreiding van ziektes veroorzaakt bij het legen van dit composttoilet. Daarnaast zorgt het fruitvliegjesprobleem in de aanlooperperiode voor een verhoogd risico op ziekteverspreiding.

De verschillende dimensies van de gebruikaspecten zijn niet echt positief voor de CM. Het kost relatief veel tijd de toilet te onderhouden. Het composteringsproces komt in het begin moeizaam op gang en moet wel constant in de gaten gehouden worden. De mogelijkheden om de CM in te bouwen zijn beperkt, er is veel ruimte nodig en veel aanpassingen om het toilet in te bouwen in een bestaande woning. Uit economisch standpunt heeft de Clivus Multrum een terugverdientijd van 15,1 jaar, hetgeen betekent dat het onrendabel is ten opzichte van de aanleg van een riool. Daarentegen kan de Clivus Multrum wel degelijk concurreren met de aanleg van een septic tank.

Als algemene conclusie kan gesteld worden dat de Clivus Multrum alleen haalbaar is in huishoudens waar veel tijd en moeite wordt gestoken in het opzetten en onderhouden van het composteringsproces en waarbij ruimte is voor het nacomposteren. Verder is de terugverdientijd van dit toilet erg lang en dus economisch gezien niet echt haalbaar. Alleen voor mensen die bereid zijn de ecologische voordelen boven de economische nadelen te stellen, is de Clivus Multrum een optie.

8.3. De Compact Composteur

Voor de Compact Composteur geldt net als bij de Clivus Multrum dat het composteringsproces niet geheel ideaal loopt, maar dat uiteindelijk wel een bruikbaar product kan ontstaan. Ook bij dit ontwerp geldt dat de problemen in de aanlooperperiode voor veel mensen een barriere kunnen opwerpen. Fruitvliegen kunnen daarnaast zorgen voor een verhoogd risico op de verspreiding van ziektes en bij het legen kunnen nog bepaalde pathogenen in het product zitten. Nacomposteren is dan ook altijd vereist.

Ook hier zijn de dimensies van de gebruikisaspecten niet echt positief. Het kost net als bij de CM relatief veel tijd de toilet te onderhouden. Ook hier zijn de inbouw mogelijkheden beperkt omdat het hele systeem behoorlijk omvangrijk is. Uit economisch standpunt heeft de Compact Composteur een terugverdientijd van 12,6 jaar. Dit is minder dan de Clivus Multrum, maar nog altijd onrendabeler dan de aanleg van een riool. Ten opzichte van de aanleg van een septic tank, voorgesteld door de overheid, biedt de Compact Composteur een positiever beeld.

Als algemene conclusie kan gesteld worden dat de Compact Composteur alleen haalbaar is in huishoudens waar veel tijd en moeite wordt gestoken in het opzetten en onderhouden van het composteringsproces en waarbij ruimte is voor het nacomposteren.. Net als bij de Clivus Multrum is hier de terugverdientijd relatief lang.

8.4. Het GFT-toilet

Het GFT-toilet zorgt niet voor een composteringsproces van de faeces en heeft daarom ook niet de problemen, zoals vliegen of vochtoverlast. Daarom mag eigenlijk ook niet gesproken worden van een composttoilet. Doordat het composteringsproces niet op gang wordt gebracht, worden de pathogenen niet gedood. Het uiteindelijke product, een pakketje grijze massa in een biologisch afbreekbare zak, bevat dan ook nog een heleboel pathogenen. Het risico om in aanraking te komen met deze pathogenen wordt aanzienlijk verhoogd door het transport van deze zakken. Een voordeel is dat het uiteindelijke product afkomstig van de composteringsbedrijven, absoluut pathogeenvrij is door de geconditioneerde compostering.

Bij de GFT-toilet zijn de dimensies van de gebruikisaspecten meer positief dan bij de CM en de CC. Het kost minder tijd de toilet te onderhouden, het enige wat je maandelijks moet doen is de zak in de GFT-bak te doen, je hoeft het composteringsproces niet in de gaten te houden of hier op in te spelen. Het inbouwen van de GFT geeft geen problemen of aanpassingen aan de woning.

Door de relatief korte terugverdientijd van 2,5 jaar is het GFT-toilet concurrerend met de aanleg van het riool. Het GFT-toilet is dan ook op economisch gebied een haalbaar alternatief voor de aanleg van riolering.

Wil deze toilet op grotere schaal toegepast worden dan zullen er een aantal juridische factoren nader bekeken moeten worden. Ten eerste moet gekeken worden of een ophaalsysteem haalbaar is en hoe dit georganiseerd moet worden binnen Nederland, en zal er op nationaal niveau een beleid hiervoor moeten komen. Verder zullen er kwaliteitseisen opgesteld moeten worden door de overheid aan het gebruikte composteringsproces, het composteringsproduct en het ophaalsysteem

Als algemene conclusie kan gesteld worden dat het GFT-toilet een mogelijk alternatief is voor het riool. Voorwaarde hierbij is dat meer onderzoek moet worden gedaan naar de gezondheidsaspecten van dit model. Daarnaast moet onderzocht worden in hoeverre het mogelijk is om een infrastructuur op te zetten voor het verzamelen van de menselijke faeces.

8.5. Algemene opmerkingen en aanbevelingen

Tijdens dit onderzoek is gebleken dat weinig wetenschappelijke artikelen voorhanden zijn over de verschillende aspecten van het composttoilet. De technologie is voornamelijk een ervaringstechnologie, die door stelselmatige ondervindingen wordt verbeterd. Dit gebrek aan toetsbare informatie heeft dit onderzoek bemoeilijkt.

Het composttoilet kan voor mensen die buiten het rioleringsnetwerk een goede oplossing zijn. Het is dan wel verstandig om het in combinatie met een helofytenfilter te doen. In de stad is het alleen mogelijk als er ook een ophaalsysteem aanwezig is, en dat is er op dit moment ook nog niet. Dit moet in samenwerking met een composteringsbedrijf.

Informatie hebben wij deels verzameld door middel van gesprekken met gebruikers van composttoiletten. Tegenover een aantal succesverhalen staan ook een aantal mislukkingen. Ondanks het feit dat het soms moeilijk te achterhalen is welke criteria nu zorgen voor het slagen van het composteringsproces, hebben wij getracht zo objectief mogelijk de verschillende aspecten te inventariseren.

Daarnaast zijn veel succesverhalen te vinden over de composttoilet, maar deze succesverhalen komen voornamelijk uit het buitenland, zoals Amerika, Zweden en Australië. Hoewel niet bewezen kan worden dat deze succesverhalen niet kloppen, moet kritisch gekeken worden naar dit soort uitspraken en moet achterhaald worden wat de criteria zijn voor dit soort succesverhalen.

Literatuurlijst

Boeken:

Sim Van der Ryn (1978); The toilet papers, recycling waste and Conserving Water; Ecological Design Press, Ten Libertyship Way, California

J.C.Jenkins (1994); The Humanure Handbook; a guide to composting human manure; Jenkins Publishing, Grove City

Verslag: Studiedag composttoiletten; Provinciehuis Arnhem 1993

Centrum voor Milieustudies Wageningen (1993); Schijtscheiderij; hergebruik van menselijke mest; Landbouwniversiteit Wageningen.

Leeronderzoek tweede en derdejaarsstudenten Milieuhygiëne aan de Universiteit van Wageningen (2000); Het composttoilet; Landbouwniversiteit Wageningen

Kilian, R.M (1993); Composttoilet en grijswatersysteem; Financiële consequenties van volledige (on-)afhankelijkheid van het rioolstelsel; Landbouwniversiteit Wageningen.

Milieuhygiëne DA (1992); Recycling van menselijke mest; Centrum voor milieustudies Wageningen; Landbouwniversiteit Wageningen

Huizing. A (1993); Composttoiletten in Nederland; Landbouwniversiteit Wageningen; publicatienummer 83

De Twaalf Ambachten; Werkmap voor de zelfbouw van de Compact Composteur

Tijdschriften

Ingenieur nr. 19, 26 okt 2001; Prof.dr.ir G.Lettinga; Het gelijk van de beerput

De Twaalf Ambachten nieuwsbrief nr 105-106

De Kleine Aarde; Kwartaalblad voor een duurzame levensstijl; nr.111 Winter 1999.

Internet:

www.estd.wvu.edu/nsfc/ETIfs.html

www.environment-agency.gov.uk

www.cfe.cornell.edu/compost/OnFarmHandbook/apa.tab1.html

www.alascanofmn.com email: mail@alascanofmn.com

www.aquatron.se , email: info@aquatron.se <<mailto:info@aquatron.se>>

www.biolet.com , email: info@biolet.com <<mailto:info@biolet.com>>

www.clivusmultrum.com email: forinfo@clivusmultrum.com

www.cape.com/cdt/

www.dryloo.com/index.htm

www.dubletten.com email: innovation@dubletten.nu

www.ekolet.com/ekolet-eng/ email: ekolet@ekolet.com

www.ecological-engineering.com/ecotech.html email: ecotech@ecological-

www.nature-loo.com.au email: info@nature-loo.com.au
www.naturum.fi/english/index
www.compostingtoilet.com email: phoenix@compostingtoilet.com
www.separett.com/english/index.html email: info@separett.com
www.sun-mar.com <http://www.sun-mar.com> email: SunMar@mtlion.com
www.jademountain.com or www.mtlion.com
www.de12ambachten.nl
www.dekleinearde.nl
www.compostingtoilet.org/
www.cityfarmer.org/comptoilet64.html#toilet
www.vrom.nl

Bijlage 1. Het verzamelen van informatie in Nederland

Om een objectief beeld te vormen hebben wij geprobeerd om van drie verschillende composttoiletten alle betrokken actoren te benaderen voor informatie. In onderstaand overzicht zijn de verschillende bronnen weergegeven.

	Clivus Multrum	Compact Composteur	GFT-toilet
gebruikers	Fam. Blom ²⁸	Dhr. Wijntjens	Dhr. Leeftang
	Fam. Meckers ²⁹		
	M. Post	Dhr. Leeftang	
	Fam. Dam		
	Dhr. de Hond		
	Dhr. de Man		
producenten	Ecosave	Hamar	Hamar
ontwikkelaars	-	De 12 Ambachten	De 12 Ambachten
overheid	provincie Brabant	provincie Brabant	provincie Brabant
	Ministerie v. VROM	Ministerie v. VROM	

²⁸ Fam. Blom maakte geen gebruik van een Clivus Multrum, maar het principe is gelijk aan dat van een Clivus Multrum.

²⁹ Zie fam. Blom

Bijlage 2. Berekening terugverdientijd

Terugverdientijd in Gulden (bij gebruik van 4 personen)						
		riool	septic tank	Clivus Multrum	compact composteur	GFT-toilet
aanschaf		5000	13500	10000	9000	5700
aanpassing				1000	1000	
jaarlijkse kosten	algemeen	325	0	0	0	0
	water	107,52	107,52	0	0	0
	elektriciteit	0	0	35	35	1
	toevoegingen (excl. wc-papier)	0	0	0	0	150
terugverdientijd		-	26,2	15,1	12,6	2,5

Bijlage 3a. Werking van verschillende modellen van composttoiletten

naam	producent/leverancier	land	input	werking
AlasCan Separation System	Alascan			
Aquatron Separator	Aquatron	Zweden	faeces, urine en GFT	vloeistof wordt gesplitst van vaste stof en wordt aangesloten op grijswatersysteem. Vaste stof wordt opgevangen in bak
Biolet Composting Toilets	Biolet	Amerika	faeces en urine	bak, waarbij de uiteindelijke compost door gaas valt
Clivus Multrum	Ecosave	Nederland	faeces, urine en GFT	grote bak met schuine helling
Compact Composteur	Hamar Solutions	Nederland	faeces en urine	twee compartimenten
Cotuit Dry Toilets				
Dublekken	BB Innovation & Co			
EcoTech Carousel	Ecological Engineering			
Ekolet	Ekolet			
GFT-Toilet	De Twaalf Ambachten	Nederland	faeces en urine	zak, die meegegeven wordt aan GFT-afval
Low-Flush-Toilet	Ecosave	Nederland	faeces, urine en GFT	vloeistof wordt gesplitst van vaste stof en wordt aangesloten op grijswatersysteem. Vaste stof wordt opgevangen in bak

Mini-Compasteur	Ecosave	Nederland	faeces en urine	bak onder voeten
Nature-Loo	Nature-Loo	Australie	faeces, urine en eventueel wormen	Vloeistof wordt gesplitst van vaste stof door een geperforeerde vloer onderin de compostbak en wordt daarna afgevoerd. De vaste stof blijft achter in de bak
Naturum	Naturum	Finland		
Separett Waterless Toilets	Separet		faeces en urine	bak, die buiten wordt gezet
Sun-mar Composting Toilets	Hamar Solutions	Nederland		roterende binnenbak, die per X weken geleegd wordt in compostbak

Bijlage 3b. Problemen bij verschillende modellen van composttoiletten

karakteristieken	problemen					
naam	compostering	vliegen	vocht	inpassing	beluchting	egalisering
AlasCan Seperation System						
Aquatron Separator	compostering zou plaats kunnen vinden bij een temperatuur van 15-25 C.	waterslot	vaste stof wordt opgevangen op gaas, waar teveel aan vocht weglekt	grote separator nodig onder het toilet	via ventilatie en via het gaas aan de onderzijde	geen egalisering
Biolet Composting Toilets	verwarmde bak met ventilatie	mogelijk	?	goed inpasbar	met behulp van warme lucht	door een drietal roterende armen
Clivus Multrum	te lage temperatuur		de massa bevat te veel vocht, waardoor onvoldoende verdamping plaatsvindt.	de bak is te groot	er komt niet genoeg frisse lucht bij de hoop	via zwaartekracht wordt de hoop geegaliseerd
Compact Composteur	geen op tuinaarde lijkende compost	last van vliegen	te veel vocht	het kantelen van de CC is lastig	warme lucht komt van boven en stijgt direct op	niet geegaliseerd, maar wel verdeeld in twee delen
Cotuit Dry Toilets						
Dubletten						
EcoTech Carousel						
Ekolet						
GFT-Toilet	vindt buitenshuis plaats	niet aanwezig	n.v.t.	geen opslag nodig	n.v.t.	n.v.t.
Low-Flush-Toilet	te lage temperatuur	waterslot	vocht wordt afgedreven, maar niet gereguleerd	de bak is te groot	er komt niet genoeg frisse lucht bij de hoop	via zwaartekracht wordt de hoop geegaliseerd

Mini-Compasteur	vindt plaats in zeer kleine bak	mogelijk		opslagbak wordt onder toilet geplaatst	via hendel aan buitenzijde, kan de hoop geegaliseerd worden, maar is verre van perfect	
Nature-Loo	De compost wordt opgevangen in een bak die verwisselbaar is		Vocht wordt afgevoerd, maar er wordt gezorgd voor een hoge vochtigheidsgraad van de lucht.	er is een kelder nodig om de bakken in te plaatsen	Er is een ventilator die de beluchting regelt	geen egalisering
Naturum						
Separatt Waterless Toilets	vindt buitenshuis plaats	niet aanwezig	vocht moet in bak verdampen, maar kan vergisting veroorzaken	opslag vindt buitenshuis plaats	alleen via bovenzijde bak	niet geegaliseerd
Sun-mar Composting Toilets	voldoende menging en zuurstof		via filter aan achterzijde afgevoerd naar grijs-water-systeem		door draaiende trommel goede beluchting	goede menging door trommel