

Voedselresten in de afvalwaterketen?

Inventarisatie afval- en afvalwaterketen
Werkrapport 2015-W-01

10 april 2015

Inhoud

1 Inleiding	5
2 Ingezamelde hoeveelheid huishoudelijke afval en afvalwater	7
2.1 Totaal ingezamelde hoeveelheid afval	7
2.2 Totaal ingezamelde hoeveelheid afvalwater	9
2.3 Overzicht	11
3 Afval in cijfers	12
3.1 Samenstelling en hoeveelheid GF(T)	12
3.2 Hoeveelheid huishoudelijk restafval en aandeel gft-afval in restafval	15
3.2.1 Landelijk gemiddelde	15
3.2.2 Per stedelijkheidsklasse	15
3.3 Samenstelling restafval (sorteeranalyses) en het aandeel van gft-afval	16
3.3.1 Landelijk gemiddeld	16
3.3.2 Per stedelijkheidsklasse (hoogbouwklasse)	19
3.3.3 Effect diftar op hoeveelheid restafval en gft-afval	21
3.4 Voedselverliezen	24
3.5 Overzicht, hoeveelheid voedselresten en samenstelling voedselresten	26
4 Afvalketen - stand van zaken en ontwikkelingen	28
4.1 Stand van zaken gft-afval en restafval	28
4.1.1 Wetgeving	28
4.1.2 Inzameling	28
4.1.3 Transport	29
4.1.4 Verwerking	31
4.2 Ontwikkelingen gft-afval en restafval	32
4.2.1 Inzameling	32
4.2.2 Transport	35
4.2.3 Verwerking	35
5 Afvalwaterketen - stand van zaken en ontwikkeling	38
5.1 Stand van zaken afvalwaterketen	38
5.1.1 Wetgeving	38
5.1.2 Inzameling	39
5.1.3 Transport	39
5.1.4 Verwerking	42
5.2 Ontwikkelingen afvalwaterketen	45
5.2.1 Inzameling	45
5.2.2 Transport	46
5.2.3 Verwerking	46
6 Afvalketen – duurzaamheid	48
6.1 Inzameling en transport	48
6.1.1 Gft-afval gemengd met restafval en verwerking in een afvalenergiecentrale	49
6.1.2 Gft-afval gemengd met ander huishoudelijk afval en verwerking in een vergistingsinstallatie	50
6.1.3 Gescheiden inzamelen van GF(T)-afval en restafval en GF(T)-afval afvoeren naar een composteringsinstallatie	51
6.1.4 Gescheiden inzameling en vergisting van gft-afval	52

6.2 Verwerking	53
6.2.1 Gft-afval gemengd met restafval en verwerking in een afvalenergiecentrale	53
6.2.2 Gft-afval gemengd met ander huishoudelijk afval en verwerking in een vergistingsinstallatie	54
6.2.3 Gescheiden inzamelen van GF(T)-afval en restafval en GF(T)-afval afvoeren naar een composteringsinstallatie	56
6.2.4 Gescheiden inzameling en vergisting van gft-afval	58
6.2.5 Voedselresten	59
6.2.6 Samenvattend	62
6.3 Milieu-impact	63

7 Afvalwaterketen – duurzaamheid 65

7.1 Inzameling en transport	65
7.2 Verwerking	65
7.2.1 Energiegebruik	66
7.2.2 Slibproductie	68
7.2.3 Chemicaliëngebruik	68
7.2.4 Milieu-impact hulpstoffen	70
7.2.5 Emissies	71
7.2.6 Samenvattend	71

8 Voedselrestenvermalers 73

8.1 Algemene informatie	73
8.2 Ervaringen	74
8.3 Kosten	75
8.4 Watergebruik	75

9 Literatuurstudie voedselrestenvermalers 77

Literatuurlijst 78

Bijlagen

Bijlage 1 Lijst met afkortingen	80
Bijlage 2 Inzamelaars per organisatievorm	81
Bijlage 3 Positieve eigenschappen van compost	82
Bijlage 4 Overzicht gft-verwerkers	83
Bijlage 5 Overzicht gft-vergisters	84
Bijlage 6 Hoeveelheid verbrand afval per afvalcategorie per installatie (gegevens 2012)	85
Bijlage 7 Voorbeeld gemeente Horst aan de Maas (factsheet NVRD)	86
Bijlage 8 Wat is nieuwe sanitatie?	88
Bijlage 9 Afvalstoffenheffingen, tariefsystemen en inzamelaars per gemeente (2013)	90
Bijlage 10 Resultaat LCA gft-verwerking	102
Bijlage 11 Acceptatie van voedselrestenvermalers i.c.m. een vacuümtoiletsysteem door bewoners in Noorderhoek	104
Bijlage 12 Literatuurstudie	105
Bijlage 13 Presentatie Surahammar door Per Andersson	123
Bijlage 14 Illustraties behorend bij afvalketen – duurzaamheid	133
Bijlage 15 Overzicht resultaten sorteeranalyses 2011 - 2012	134

Colofon 135

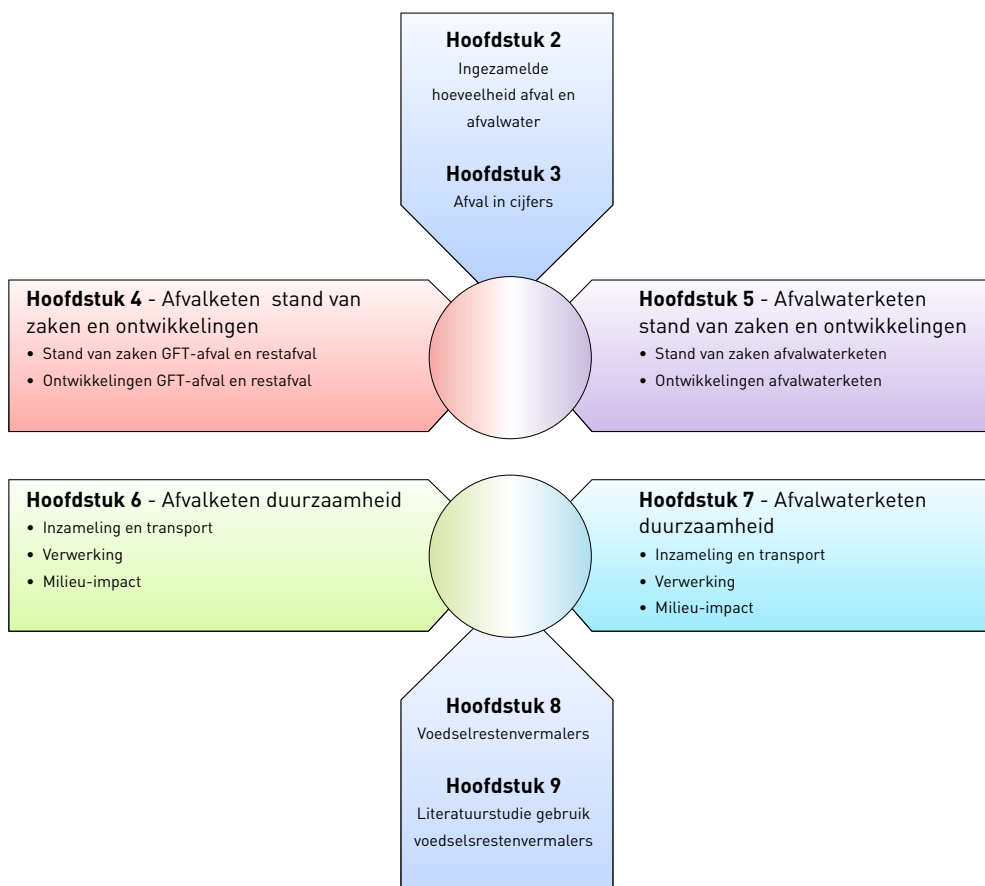
1 Inleiding

Toepassing van een voedselrestenvermaler in huishoudens voor de afvoer van groente en fruitafval (GF-afval), ofwel voedselresten lijkt een interessante optie voor de toekomstige afvalwater- en afvalketen. Door toepassing van voedselrestenvermalers zal (een deel van) de GF-fractie (voedselresten) niet meer met de groene container of grijze container worden afgevoerd, maar zal het via de riolering afgevoerd worden naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi).

Of toepassing van voedselrestenvermalers daadwerkelijk een interessante optie zijn en hoe zich dit verhoudt dat de reeds bestaande inzamel- en verwerkingsroutes (groene en grijze container) is vooralsnog onbekend. Ter voorbereiding op het onderzoek zijn geïnteresseerde partijen en belanghebbenden benaderd om deel te nemen aan dit onderzoek en is samen met hun een uitgebreid projectvoorstel opgesteld. In het projectvoorstel is – naast de doelstelling, afbakening, onderzoeksvragen, betrokken partijen et cetera – ook een duidelijke fasering van het onderzoek opgenomen. Onderliggend rapport omvat de uitvoering van stap 1: de inventarisatiefase.

Bij uitvoering van de inventarisatiefase is zoveel informatie als mogelijk verzameld. Het betreft data voor de afvalketen en afvalwaterketen. Voor beide ketens zal eerst een globaal beeld van de kwantiteit van de afval(water)stromen worden geschetst. Daarna zal per keten de stand van zaken en ontwikkelingen worden besproken, gevolgd door kengetallen in relatie tot duurzaamheid. Deze hoofdstukken zijn bedoeld om de samenwerkende partijen van de afvalketen en de afvalwaterketen meer inzicht te geven in elkaars werkgebied. Verder is er nog informatie over de voedselrestenvermalers zelf en de ervaringen opgenomen en is een literatuurstudie uitgevoerd.

Navolgende figuur geeft schematisch weer in welke hoofdstukken welke informatie terug te vinden is.



Na uitvoering van de inventarisatiefase zal een levenscyclusanalyse (LCA) worden uitgevoerd. Voor de uitvoering van de LCA, dient onderliggende rapportage als basis.

Noot: In onderliggende rapportage zijn veel kengetallen opgenomen van de afval- en afvalwaterketen. Mogelijk zijn bij de uitvoering van de LCA afwijkende kengetallen gehanteerd op basis van voortschrijdend inzicht. Bij eventuele afwijkingen zijn de kengetallen zoals genoemd in de LCA rapportage (2015-07) en de bijbehorende werkrapportage voor de uitgangspunten van de waterketen (werkrapport 2015-W-02) leidend.

2 Ingezelde hoeveelheid huishoudelijke afval en afvalwater

Om een beeld te krijgen van de hoeveelheden afval en afvalwater zijn in dit hoofdstuk de hoeveelheden weergegeven. Allereerst wordt ingegaan op de totaal ingezamelde hoeveelheid huishoudelijke afval en de samenstelling van het huishoudelijk restafval (paragraaf 2.1). Vervolgens wordt de totaal ingezamelde hoeveelheid afvalwater besproken (paragraaf 2.2). In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk (paragraaf 2.3) zijn de totale hoeveelheden ingezameld afval en afvalwater omgerekend naar de hoeveelheid per persoon per jaar. Deze hoeveelheden zijn gevisualiseerd middels een figuur.

2.1 Totaal ingezamelde hoeveelheid afval

De ingezamelde hoeveelheden afval wordt per jaar bijgehouden door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Het afval van de huishoudens betreft het afval welke door of in opdracht van de gemeenten bij huishoudens is ingezameld. Daarnaast zijn ook de hoeveelheden textiel en oud papier en karton, die door liefdadigheidsorganisaties, scholen en verenigingen zijn ingezameld, in de cijfers inbegrepen.

Noot: Omdat het afval van winkels en dergelijke vaak tegelijk met het afval van huishoudens wordt ingezameld, zal een (klein) deel niet afkomstig zijn van huishoudens.

Tabel 2.1 presenteert een overzicht van de totale hoeveelheid ingezameld huishoudelijke afval voor de jaren 2009 tot en met 2012.

Omschrijving		2009	2010	2011	2012	Gemiddelde 2009 - 2012
Aantal inwoners	x1.000	16.486	16.575	16.656	16.730	16.612
Totaal afval van huishoudens	kton per jaar	9.059	8.860	8.946	8.801	8.917
Huishoudelijk restafval	kton per jaar	3.878	3.751	3.760	3.703	3.773
GFT-afval	kton per jaar	1.302	1.255	1.297	1.316	1.293
Oud papier en karton	kton per jaar	1.077	1.065	1.046	1.004	1.048
Grof huishoudelijk restafval	kton per jaar	640	615	599	566	605
Grof tuinafval	kton per jaar	444	447	447	451	447
Schoon puin	kton per jaar	429	402	425	409	416
Verpakkingsglas	kton per jaar	345	350	350	352	349
Houtafval	kton per jaar	326	323	334	326	327
Schone grond	kton per jaar	107	97	105	104	103
Wit- en bruingoed	kton per jaar	82	84	87	84	84
Verbouwingsrestafval	kton per jaar	88	75	78	74	79
Kunststof verpakkingen	kton per jaar	26	83	100	102	78
Metalen	kton per jaar	83	74	69	67	73
Textiel	kton per jaar	65	68	67	65	66
Overige afvalcomponenten	kton per jaar	54	56	59	60	57
Bruikbaar huisraad	kton per jaar	38	38	40	39	39
Klein chemisch afval (KCA)	kton per jaar	21	21	21	21	21
Asbesthoudend afval	kton per jaar	11	11	12	11	11
Bitumenhoudende dakbedekking	kton per jaar	11	11	12	11	11
Vloerbedekking	kton per jaar	11	11	10	10	11
Vlakglas	kton per jaar	9	9	9	9	9
Overige kunststoffen	kton per jaar	6	7	8	9	8
Drankenkartons	kton per jaar	3	3	3	3	3
Autobanden	kton per jaar	2	3	3	3	3
Metalen verpakkingen (blik)	kton per jaar	2	2	2	2	2
Huishoudelijk restafval	kton per jaar	3.878	3.751	3.760	3.703	3.773
GFT-afval	kton per jaar	1.302	1.255	1.297	1.316	1.293
Overige afvalstromen	kton per jaar	3.879	3.854	3.889	3.782	3.851

Tabel 2.1 Overzicht totale hoeveelheid ingezamelde afval vanuit de huishoudens voor de jaren 2009 - 2012 [CBS-gegevens]

De totale hoeveelheid ingezameld afval vanuit de huishoudens is redelijk constant over de afgelopen jaren. Kijkend naar de meeste recente data (2012) is in totaal 8.801 kton aan huishoudelijk afval ingezameld. De afvalstromen welke vrijkomen uit de huishoudens kunnen gescheiden worden in grof afval en fijn huishoudelijk afval.

Fijn huishoudelijk afval bestaat (volgens de CBS data) uit:

- Huishoudelijk restafval
- Gft-afval
- Oud papier en karton
- Verpakkingsglas
- Kunststof verpakkingen
- Textiel
- Klein chemisch afval (KCA)
- Drankenkartons
- Metalen verpakkingen (blik)

De landelijk gemiddelde ingezamelde hoeveelheden in kilogram per persoon per jaar zijn in tabel 2.2 opgenomen.

Tabel 2.2 Overzicht ingezameld fijn huishoudelijk afval voor de jaren 2009 – 2012 [CBS-gegevens]

Omschrijving	Eenheid	2009	2010	2011	2012*	Gemiddelde 2009 - 2012
Inwoners in populatie	x1.000	16.486	16.575	16.656	16.730	16.612
Huishoudelijk restafval	kg/pers.jaar	235	226	226	221	227
GFT-afval	kg/pers. jaar	79	76	78	79	78
Oud papier en karton	kg/pers. jaar	65	64	63	60	63
Verpakkingsglas	kg/pers. jaar	21	21	21	21	21
Kunststof verpakkingen	kg/pers. jaar	2	5	6	6	5
Textiel	kg/pers. jaar	4	4	4	4	4
Klein chemisch afval (KCA)	kg/pers. jaar	1	1	1	1	1
Drankenkartons	kg/pers. jaar	0	0	0	0	0
Metalen verpakkingen (blik)	kg/pers. jaar	0	0	0	0	0
Totaal fijn huishoudelijk afval	kg/pers. jaar	407	398	400	393	399
GFT-afval	kg/pers. jaar	79	76	78	79	78
Overige afvalstromen	kg/pers. jaar	328	322	322	314	321
Aandeel huishoudelijk restafval	%	58%	57%	57%	56%	57%
Aandeel GFT inzameling	%	19%	19%	20%	20%	20%

In voorgaande tabel is te zien dat de hoeveelheid ingezameld huishoudelijk restafval en oud papier en karton afneemt en dat de hoeveelheid ingezameld kunststof verpakkingen toeneemt. De overige fijn huishoudelijke afvalstromen blijven nagenoeg gelijk.

Het project richt zich op het huishoudelijk restafval en gft-afval. De hoeveelheid ingezameld huishoudelijk restafval (afval dat middels grijze containers en afvalzakken is ingezameld) bedraagt 3.703 kton (dit is ten opzichte van het fijn huishoudelijk afval 56 %). De hoeveelheid ingezameld gft-afval bedraagt 1.316 kton (20 % ten opzichte van het fijn huishoudelijk afval).

2.2 Totaal ingezamelde hoeveelheid afvalwater

De totaal verwerkte hoeveelheid afvalwater wordt per jaar bijgehouden door het CBS.

Tabel 2.3 presenteert een overzicht van de totale hoeveelheid afvalwater dat verwerkt is in de jaren 2009 tot en met 2011 (de verwerkte afvalwaterhoeveelheid voor het jaar 2012 is in de CBS-gegevens nog niet verwerkt; d.d. januari 2014).

Omschrijving	Eenheid	2009	2010	2011	Gemiddelde 2009 - 2012
Totaal alle installaties	x1.000 m ³ /jaar	1.818.441	1.934.310	1.917.390	1.890.047

Tabel 2.3 Overzicht totaal verwerkte afvalwaterhoeveelheid jaren 2009 - 2011 [CBS-gegevens]

Het afvalwater is afkomstig van huishoudens, industrie en afstromend hemelwater. Ook kan er oppervlaktewater, grondwater en bronneringswater via de riolering worden afgevoerd. Deze waterstromen behoren niet via de riolering te worden afgevoerd en worden rioolvreemd water genoemd. De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (ook bekend als STOWA) heeft in 2005 (STOWA-rapport nummer 2005-20) een verkenning laten uitvoeren naar deze afvalwaterhoeveelheid.

Huishoudens

De Vereniging van Waterbedrijven In Nederland (beter bekend als Vewin) laat om de drie jaar een onderzoek uitvoeren naar de samenstelling van het hoofdelijk watergebruik in Nederland. In deze rapportage maakt men onderscheid tussen de volgende watergebruikers: bad, douche, wastafel, toiletspoeling, kleding wassen, afwassen, voedselbereiding, koffie en thee, waterdrinken en overig gebruik keukenkraan. De hoeveelheid water die men per hoofdelijk watergebruiker voor het jaar 2010 heeft berekend, is samengevat in tabel 2.4.

Omschrijving	watergebruik [liters/persoon/dag]
Bad	2,8
Douche	48,6
Wastafel	5,0
Toiletspoeling	33,7
Kleding wassen hand	1,1
Kleding wassen machine	14,3
Afwassen, hand	3,1
Afwassen, vaatwasmachine	3,0
Voedselbereiding	1,4
Koffie en thee	1,2
Water drinken	0,6
Overig keukenkraan	5,3
Totaal	120,1

Tabel 2.4 Watergebruik binnenshuis [bron: Vewin 2010]

In de tabel is te zien dat het gemiddelde watergebruik circa 120 liter per persoon per dag bedraagt. Het watergebruik als gevolg van de douche en toiletspoeling zijn de grootste watergebruikers met respectievelijk een aandeel van 40 % en 28 %.

Rioolvreemd water, hemelwater en afvalwater huishoudens en bedrijven

In de eerder genoemde STOWA-studie (2005-20) is het aandeel rioolvreemd water voor heel Nederland met behulp van algemene kengetallen geschat. Deze exercitie is navolgend herhaald met de gegevens voor de jaren 2009 tot en met 2011. De kengetallen die gehanteerd zijn, zijn opgenomen in navolgende tabel.

Tabel 2.5 Algemene kengetallen ten behoeve van berekening verdeling afvalwaterhoeveelheid

Omschrijving	eenheid	2009	2010	2011	Bron:
Aantal inwoners	x1.000	16.486	16.575	16.656	CBS
Drinkwatergebruik inwoners	l/(pers.dag)	120	120	120	Vew in
Neerslag	mm	738	801	781	KNMI
Aangesloten op gemengd stelsel	ha	72.942	72.942	72.942	STOWA 2005-20
Aangesloten op gescheiden	ha	11.399	11.399	11.399	STOWA 2005-20
Afvoer naar rwzi gemengd stelsel	%	70	70	70	STOWA 2005-20
Afvoer naar rwzi gescheiden stelsel	%	57	57	57	STOWA 2005-20
Totaal verwerkte afvalwater-hoeveelheid	x1.000 m ³ /jaar	1.818.441	1.934.310	1.917.390	CBS
Totaal leidingwatergebruik	x 10 ⁶ m ³	1092,5	1089,3	NB	CBS
Leidingwatergebruik particuliere huishoudens	x 10 ⁶ m ³	788,1	786,2	NB	CBS
Bedrijven	% tov totaal	26	26	26	STOWA 2005-20 (aannee dat percentage gelijk blijft)

De afvalwaterhoeveelheid die afkomstig is van de huishoudens, industrie, afstromend hemelwater en rioolvreemd water is in tabel 2.6 opgenomen. Deze getallen liggen relatief goed in lijn met de waarden zoals genoemd in het STOWA rapport.

Tabel 2.6 Verdeling van afvalwaterhoeveelheid

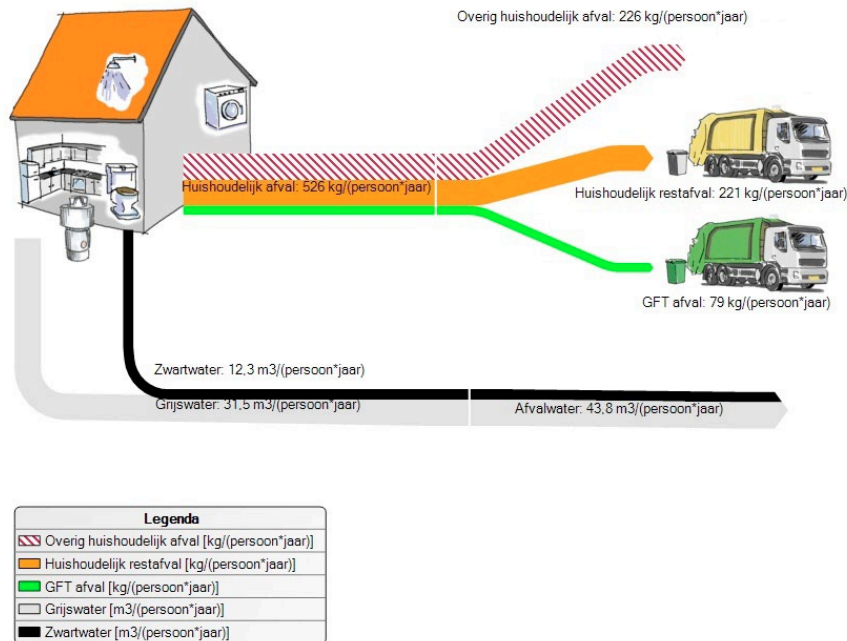
Omschrijving	eenheid	2009	2010	2011
1 Jaarafvoer				
Totaal verwerkte hoeveelheid afvalwater	m ³ /jaar	1.818.441.000	1.934.310.000	1.917.390.000
2 Theoretische aanvoer huishoudens en bedrijven				
Huishoudens	m ³ /jaar	722.689.000	726.590.000	730.141.000
Bedrijven	m ³ /jaar	253.918.000	255.288.000	256.536.000
Totaal	m ³ /jaar	976.607.000	981.878.000	986.677.000
Drinkwaterverbruik	m ³ /jaar	1.092.500.000	1.089.300.000	NB
3 Theoretisch hemelwater afvoer				
Afvoer naar rwzi	m ³ /jaar	425.000.000	461.000.000	450.000.000
4 Rioolvreemd water				
Berekende hoeveelheid rioolvreemd water	m ³ /jaar	416.834.000	491.432.000	480.713.000
aandeel rioolvreemd water t.o.v. aanvoer huishoudens en bedrijven	%	42,7%	50,1%	48,7%
aandeel rioolvreemd water t.o.v. jaarafvoer	%	22,9%	25,4%	25,1%

2.3 Overzicht

Ter visualisatie is in figuur 2.1 de huishoudelijke hoeveelheden ingezameld afval en afvalwater per persoon per jaar samengevat. De weergegeven afvalstromen zijn gebaseerd op de 2012 gegevens van CBS. De huishoudelijke afvalwaterproductie is gebaseerd op de eerder genoemde Vewin rapportage uit 2010.

Landelijk gemiddelde hoeveelheid ingezameld huishoudelijk afval en afvalwater (per persoon per jaar)

Figuur 2.1 Landelijk gemiddelde hoeveelheid ingezameld huishoudelijk afval en afvalwater



De rood gearceerde pijl van het overig huishoudelijk afval is ter volledigheid nog opgenomen in de figuur, maar maakt geen verder deel uit van het onderzoek (valt buiten projectafbakening) en wordt navolgend niet meer verder besproken.

3 Afval in cijfers

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de hoeveelheden afval. Het project 'voedselresten in de afvalwaterketen' richt zich op de voedselresten. Voedselresten kunnen vanuit de huishoudens ingezameld worden via de volgende routes:

- Gezamenlijk met het huishoudelijk restafval
- Gezamenlijk met het gft-afval
- Afvoer via het riool (denk hierbij aan soep, drank, zuivel et cetera)

Om uitspraak te kunnen doen over de hoeveelheden wordt eerst verder ingegaan op de samenstelling van gft-afval en de samenstelling van voedselresten.

Daarna worden gemiddelden gepresenteerd voor de landelijke situatie als voor stedelijkheidsklassen en per inzamelingsmethoden. Voor dit hoofdstuk zijn diverse bronnen geraadpleegd. De geraadpleegde bronnen laten veelal een spreiding zien tussen de hoeveelheden. In dit hoofdstuk zijn eerst alle hoeveelheden benoemd op het eind van het hoofdstuk is een samenvatting opgenomen en wordt uitsluitend gegeven over de gehanteerde hoeveelheden.

Noot: In gemiddelde waarden worden spreidingen afgevlakt (grote spreidingen zijn mogelijk). Een gemiddelde waarde is niet per definitie representatief voor een individuele situatie.

3.1 Samenstelling en hoeveelheid GF(T)

Vanuit de huishoudens worden twee soorten tuinafval ingezameld. Het grove deel van het tuinafval (al het tuinafval dat niet in de groene afvalbak past) wordt ingezameld bij bijvoorbeeld de (gemeentelijke) scheidingsstations/inzamelstations en de rest van het tuinafval middels de gft-afval bak. Bij dit onderzoek wordt alleen gesproken over het aandeel welke in de gft-afval bak terecht komt. Groente-, fruit- en tuinafval (gft) is de verzamelnaam voor al het ingezamelde afval van huishoudens en bedrijven, zoals etensresten, schillen, doppen, koffiefilters, bloemen, gras, bladeren en (klein) snoeiafval.

Het gescheiden ingezamelde gft-afval bestaat gemiddeld uit 60 % water, 20 % zand en inert (niet-afbreekbaar) materiaal en 20 % organisch materiaal (bron: infoblad Agentschap NL). Ook kan het ingezamelde gft-afval een hoeveelheid nevenverontreinigingen (zoals plastics en metalen bevatten). De acceptatiegrens voor de nevenverontreinigingen is door gft-verwerkingsinrichtingen op 5 % gesteld. Het zand en inert materiaal is voornamelijk afkomstig van het T-afval, ofwel het tuinafval. Daarnaast komt ook een gedeelte van zand en inert materiaal voort uit het weggooien van bijvoorbeeld huiskamerplanten. Van gft-afval zijn uit diverse bronnen samenstellingsgegevens bekend. Onzeker is of gerapporteerde samenstellingen van gft-afval dan alleen betrekking hebben op het organische deel van het afval dan wel dat ook de effecten van de hier bedoelde verontreinigingen daarin zijn meegenomen. Voor een deel zullen metingen vaak alleen betrekking hebben op het organische deel van het gft-afval, dus exclusief de relatief eenvoudig af te scheiden grovere stukken als papier, karton en plastic. Daar staat echter tegenover dat voor de kleinere stukken papier en plastic minder eenduidig is. In ieder geval moet worden vastgesteld dat de verschillende rapportages omtrent de samenstellingen van gft-afval hier geen eenduidig antwoord op geven.

In de rapportage 'Verkenning inzamelsystemen en inzamelpilots' uitgevoerd door SRE Milieudienst (14 mei 2013) is verder navolgende opgenomen wat betreft de samenstelling van gft-afval:

GF-afval wordt doorgaans als één stroom gezien, echter er dient te worden opgemerkt dat de fysieke eigenschappen, het afdankritme en de marktwaarde van GF-afval afwijkt van T-afval.

GF-afval komt dagelijks in kleine hoeveelheden vrij en is een natte organische stroom, terwijl T-afval meer incidenteel in grote hoeveelheden vrijkomt, een droge organische stroom is, maar daarnaast ook inert materiaal als zand bevat. GF-afval bestaat voornamelijk uit eiwitten en aminozuren terwijl T-afval voornamelijk uit cellulose bestaat.

De waarde van eiwit is momenteel vele malen hoger dan van cellulose. Ook kan GF eenvoudiger worden ingebracht als co-vergiftingsmateriaal. Het zo hoogwaardig mogelijk verwaarden van GF- en T-afval vraagt verschillende processen en daarmee ook andere inzamelmethoden.

Bovenstaand kader geeft aan dat er duidelijke verschillen zijn in de samenstelling van GF-afval (ofwel voedselresten) en T-afval. Met het huidige gescheiden inzamelingsstelsel wordt het T-afval gezamenlijk met de voedselresten (GF-afval) ingezameld. Men is in staat om door compostering van het gft-afval een grondstof te creëren, welke gebruikt kan worden als bodemverbeteraar (zie voor meer informatie compost paragraaf 4.1.4). Wanneer alleen T-afval wordt ingezameld, kan men nog steeds dit proces blijven volgen en ontstaat na compostering eveneens een grondstof die als bodemverbeteraar kan worden ingezet. Volgens het SRE-rapport kan naast het onderscheid in afdankritme en volumes het verschil in (potentiële) waarde (tussen T-afval en GF-afval) een extra argument zijn om beide fracties via aparte routes in te zamelen. Of inzameling van voedselresten met behulp van voedselrestenvermalers en het daarmee tezamen brengen van voedselresten en huishoudelijk afvalwater een goede inzamelmethode is, is uiteraard maar de vraag.

Over de (chemische) samenstelling van alleen keukenafval is weinig informatie beschikbaar. In een Duits onderzoek (uitgevoerd door Claudia Wendland) is keukenafval ingezameld en – nadat deze zijn vermalen – geanalyseerd. Ook in STOWA-rapportage 2005-14 is keukenafval ingezameld. Bij het STOWA-onderzoek zijn de voedselresten afkomstig van studentenwoningen. De afkomst van de voedselresten bij het Duitse onderzoek is vooralsnog onbekend. De analyse gegevens zijn samengevat in tabel 3.1. In beide gevallen is er bij de voedselrestenvermaler geen water toegevoegd.

	Claudia Wendland [g/l]	STOWA 2005-14 [g/kg]
CZV totaal	297,21	294,3
BZV	NB	NB
Zwevende stof (ZS)	190,5	214,9
N-totaal	4,901	9,5
P-totaal	0,521	0,67

Tabel 3.1 Verwachte vrachten GF-afval

* Herleid op basis van onderzoek Claudia Wendland, 'Anerobic Digestion of Blackwater and Kitchen Refuse', 2008

** Verhouding CZV/BZV van 1,4 aangehouden (bron: artikel Afval in en urine uit het riool?, april 2003, intech K&S, blz. 92-94)

In de tabel is te zien dat bij het ene onderzoek de waarden zijn genoemd in grammen per liter terwijl bij het andere onderzoek de waarden zijn genoemd als grammen per kilogram (nat gewicht). In beide onderzoeken is geen dichtheid gemeten. Omdat keukenafval toch grotendeels uit water bestaat is het aannemelijk dat de dichtheid in de buurt ligt van de dichtheid van water.

In verkennend onderzoek naar voedselrestenvermalers van J. de Koning van TU Delft in 2003 zijn ook de vrachten van keukenafval bepaald/herleid. De volgende vrachten zijn genoemd in het artikel 'Afval het riool in!' van J. de Koning:

Tabel 3.2 Vrachten keukenafval volgens J. de Koning
[bron: artikel J. de Koning, 2003]

parameter	per persoon		per huishouden (gemiddeld 2,30 personen/huishouden)	
CZV	95	gO ₂ /pers. dag	219	gO ₂ /hh. dag
BZV _I	66	gO ₂ /pers. dag	151	gO ₂ /hh. dag
Kj-N	2,1	gN/pers. dag	4,7	gN/hh. dag
ZS _{II}	60	gZS/pers. dag	138	gZS/hh. dag

I de CZV/BZV-verhouding neemt met het gebruik van een voedselrestenvermaler ongeveer 13% af (Nilsson et al 1990). Dit houdt in dat de oorspronkelijke CZV-BZV-verhouding van normaal afvalwater van 90 / 54 = 1,67 afneemt tot ongeveer 1,45.

II aangenomen is dat de extra hoeveelheid zwevende stof ongeveer gelijk is aan de hoeveelheid droog keukenafval.

Uit tabel 3.1 en tabel 3.2 blijkt dat de vrachten in dezelfde ordegrrootte liggen en naar verwachting representatief zijn voor de samenstelling van voedselresten.

Ook wordt in het verkennend onderzoek van J. de Koning de chemische samenstelling (structuurformule) van voedselresten gegeven. De structuurformule is terug gerekend vanuit de chemische samenstelling van gemengd afval, zie tabel 3.3.

Tabel 3.3 Samenstelling van keukenafval
[bron: artikel J. de Koning, 2003]

afvalcomponent	globale analyse (zoals ingezameld) gew%				chemische analyse (droog) gew%					
	vocht	vuchtige bestanddelen	gebonden koolstof	as	C	H	O	N	S	as
groenteafval	78,29	17,10	3,55	1,06	49,06	6,62	37,55	1,68	0,20	4,89
schillen van citrusfruit	78,70	16,55	4,01	0,74	48,96	5,68	41,67	1,11	0,12	3,46
vleesafval	37,74	56,34	1,81	3,11	59,59	9,47	24,65	1,02	0,19	5,08
vetten	0,00	97,64	2,36	0,00	73,14	11,54	14,82	0,43	0,07	0,00
gemengd afval I	72,00	20,26	3,26	4,48	44,99	6,43	28,76	3,30	0,52	16,00
gemengd afval II	–	–	–	–	41,72	5,75	27,62	2,97	0,25	21,87
gemengd afval III	–	–	–	–	45,2	5,6	31,6	2,1	0,3	15,2

De door J. de Koning berekende structuurformule van GF-afval uit gemengd afval is:

Gemengd afval 1: C₂₃₁H₃₉₆O₁₁₁N₁₅S

Gemengd afval 2: C₄₄₅H₇₃₆O₂₂₁N₂₇S

Gemengd afval 3: C₄₀₂H₅₉₇O₂₂₁N₁₆S

Camp Dresser en McKee hebben voor uitvoering van een LCA-studie eveneens de samenstelling van GF-afval bepaald. Vanuit deze studie leidt men de volgende structuurformule af:

C_{21.53}H_{34.21}O_{12.66}N_{1.00}S_{0.07}

Bovenstaande structuurformule is genormeerd naar het atoom N, terwijl J. de Koning de structuurformule genormeerd heeft naar het atoom S. De structuurformule genormeerd naar het atoom S ziet er als volgt uit:

C₃₀₈H₄₈₉O₁₈₁N₁₄S

Een samenvatting van de gegevens is in tabel 3.4 opgenomen.

Omschrijving	J. de Koning Gemengd afval 1	J. de Koning Gemengd afval 2	J. de Koning Gemengd afval 3	Camp Dresser en McKee
Structuurformule	C ₂₃₁ H ₃₉₆ O ₁₁₁ N ₁₅ S	C ₄₄₅ H ₇₃₆ O ₂₂₁ N ₂₇ S	C ₄₀₂ H ₅₉₇ O ₂₂₁ N ₁₆ S	C ₃₀₈ H ₄₈₉ O ₁₈₁ N ₁₄ S
kg O ₂ /kg GF-afval _{droog}	1,44	1,63	1,62	1,54
g N/kg GF-afval _{droog}	27,4	40,6	38,4	24,8
Vochtgehalte	60 % ^a / 80 % ^b	60 % ^a / 80 % ^b	60 % ^a / 80 % ^b	60 % ^a / 80 % ^b
g O ₂ /kg GF-afval _{nat}	580 / 290	650 / 325	650 / 325	615 / 310
g N/kg GF-afval _{nat}	11,0 / 7,9	16,2 / 13,3	15,4 / 12,5	9,9 / 7,6

Tabel 3.4 Berekende waarden

a Dit vochtgehalte wordt aangenomen bij J. de Koning

b Dit vochtgehalte is terug gerekend aan de hand van de gemeten CZV en N van tabel 3.1

Wanneer een vochtgehalte van 60 % wordt aangehouden, wordt op basis van de structuurformule een hoger CZV-gehalte berekend dan is gemeten bij zowel het Duitse onderzoek van Claudia Wendland als het STOWA-onderzoek. Wanneer een vochtgehalte van 80 % wordt aangehouden dan liggen de berekende waarden meer in lijn met de gemeten waarden.

Volgens informatie van de Vereniging Afvalbedrijven bestaat gft-afval voor circa 30 % uit gft-afval dat binnenshuis vrijkomt. Dit zal in hoofdzaak voedselresten zijn. Dit percentage is bepaald door naar de aangeboden hoeveelheden gft-afval te kijken in de wintermaanden als er nauwelijks aanbod is van tuinafval. Op basis van circa 1,3 miljoen ton gft-afval in Nederland (zie tabel 2.1) resulteert dit in ongeveer 24 kg aan keukenafval per persoon die via de gft-route wordt afgevoerd. In navolgende paragraaf wordt nader ingegaan op het aandeel voedselresten dat via het restafval wordt afgevoerd.

3.2 Hoeveelheid huishoudelijk restafval en aandeel gft-afval in restafval

3.2.1 Landelijk gemiddelde

Voor het jaar 2012 bedroeg de hoeveelheid ingezameld huishoudelijk restafval circa 221 kg per persoon per jaar, zie ook tabel 2.2. Het landelijk gemiddelde geeft geen beeld van de onderlinge verschillen weer. Om die reden zal ook gekeken worden naar de verschillen tussen zeer stedelijke en niet stedelijke gebieden, maar ook naar het verschil tussen de inzamelingsmethoden.

3.2.2 Per stedelijkheidsklasse

Het CBS maakt onderscheid in 5 stedelijkheidsklassen, namelijk:

Zeer sterk stedelijk	> = 2.500 omgevingsadressen per km ²
Sterk stedelijk	1.500 - < 2.500 omgevingsadressen per km ²
Matig stedelijk	1.000 - < 1.500 omgevingsadressen per km ²
Weinig stedelijk	500 - < 1.000 omgevingsadressen per km ²
Niet stedelijk	< 500 omgevingsadressen per km ²

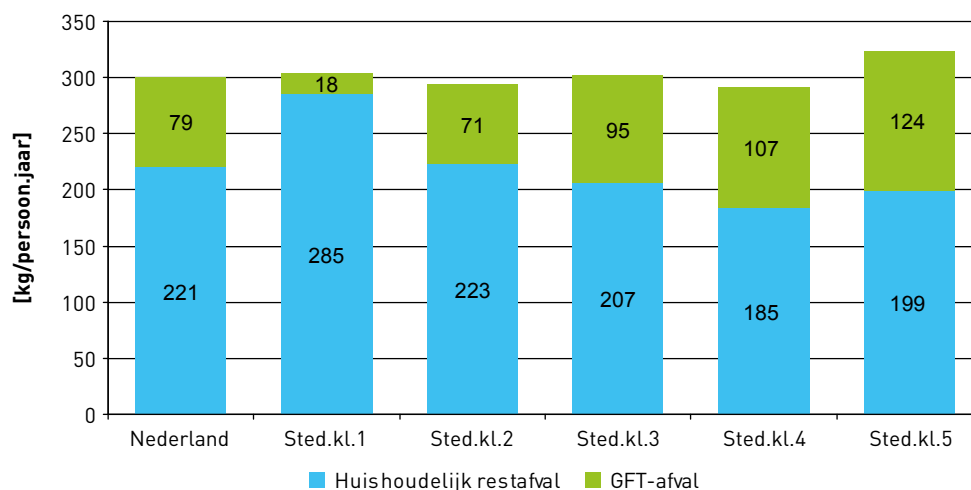
Ter volledigheid is in tabel 3.5 het aantal gemeenten en aantal inwoners per stedelijkheidsklasse weergegeven.

Stedelijkheid	Omgevingsadressen- dichtheid (Aantal adressen per km ²)	Aantal gemeenten (en aandeel)	Aantal inwoners (en aandeel)
Niet stedelijk	< 500	102 (25,1%)	1.797.100 (10,8%)
Weinig stedelijk	500 – 1.000	143 (35,2%)	3.625.700 (21,7%)
Matig stedelijk	1.000 – 1.500	85 (20,9%)	3.365.500 (20,2%)
Sterk stedelijk	1.500 – 2.500	62 (15,3%)	4.646.700 (27,8%)
Zeer sterk stedelijk	> 2.500	14 (3,4%)	3.295.200 (19,7%)

Tabel 3.5 Indeling van gemeenten op basis van omgevingsadressendichtheid (bron data: CBS; bron tabel: Benchmark Rioleringszorg 2013)

Figuur 3.1 presenteert de hoeveelheden ingezameld huishoudelijk restafval en gft-afval uitgedrukt in kilogrammen per persoon per jaar per stedelijkheidsklasse. Alleen de meest recente CBS-data, zijnde het jaar 2012 is opgenomen.

Figuur 3.1 Overzicht afvalproductie per persoon per jaar per stedelijkheidsklasse (2012)



In figuur 3.1 is duidelijk te zien dat de hoeveelheid apart ingezameld gft-afval hoger is in de minder stedelijke gebieden ten opzichte van de sterker stedelijke gebieden. De hoeveelheid restafval vertoont juist het omgekeerde beeld; deze is hoger bij sterker stedelijke gebieden en lager bij minder stedelijke gebieden. De reden waarom de hoeveelheid restafval in stedelijkheidsklasse 5 hoger is dan stedelijkheidsklasse 4 is niet duidelijk. De gesommeerde hoeveelheden restafval en gft-afval zijn per stedelijkheidsklasse min of meer gelijk; schommelen allemaal rond de 300 kg per persoon per jaar. Uit de figuur zou je kunnen afleiden dat bij een daling van de hoeveelheid gescheiden ingezameld gft-afval dit gft-afval bij het restafval terecht komt en vice versa. Echter, dit ligt iets genuanceerder.

Gemeenten hebben beleidsambities om de hoeveelheid restafval terug te dringen, niet alleen door gft-inzameling op een hoger peil te brengen maar ook een gescheiden inzameling van oud papier, elektrische apparaten, drankenkartons, luiers, kunststof verpakkingen et cetera. Gemeenten die hun kunststof gaan terugwinnen door nascheiding (onder meer in Friesland, Veluwe, Drenthe, Brabant/Limburg) zullen een beperktere daling van restafval laten zien. Ten opzichte van andere gemeenten wordt dat dan veroorzaakt door de aanwezigheid van kunststof en niet door grotere aanwezigheid van gft. Dus de samenstelling van het restafval kan per stedelijkheidsklasse behoorlijk verschillen.

3.3 Samenstelling restafval (sorteeranalyses) en het aandeel van gft-afval

3.3.1 Landelijk gemiddeld

Jaarlijks worden door Rijkswaterstaat sorteeraanlyses uitgevoerd op het restafval. Het onderzoek naar de samenstelling van het huishoudelijk restafval gebeurt aan de hand van sorteeraanlyses waarbij het huishoudelijk restafval wordt geanalyseerd op 10 hoofdcomponenten en subcomponenten. De sorteeraanlyses betreft een steekproefmeting. De steekproeftrekkingen zijn tot en met 2005 uitgevoerd aan de hand van een verdeling in consumentengedragsgroepen. Deze steekproef bleek op zich een goede representatie te geven van ieder huishoudtype in Nederland. Er zijn alleen ontwikkelingen op het gebied van inzamelstructuur, afvalbeleid (zoals bijvoorbeeld invoer van diftar¹) en het type bebouwing in een plaats die ook van invloed kunnen zijn op de gemiddelde samenstelling van het Nederlandse huishoudelijk restafval. Een onderzoek naar de steekproefname waarbij rekening gehouden is met de bovengenoemde factoren heeft in 2005 plaatsgevonden. Op basis van de resultaten van dit onderzoek is besloten dat vanaf 2006 de steekproeftrekking op een andere manier plaats zal vinden. In plaats van steekproeftrekking aan de hand van consumentengedragsgroepen, worden er steekproeftrekkingen uitgevoerd aan de hand van de volgende onderscheidende factoren:

- Type bebouwing (hoogbouw of laagbouw).
- Wel of geen diftar.
- Wel of geen gescheiden papierinzameling met minicontainers.
- Stedelijkheidsklasse.

1 Met diftar wordt bedoeld heffing op basis van:

- Aantal personen.
- Volume en frequentie van het aantal ledigingen.
- Per gewichtshoeveelheid.
- Gewichtshoeveelheid en frequentie van het aantal ledigingen.

Dit heeft geleid tot 11 onderscheidende classificaties van gemeenten. Per jaar worden in deze 11 classificaties steekproeven genomen. De steekproeftrekkingen worden elk jaar in een andere gemeente gehouden, tot in het vierde jaar weer in dezelfde gemeenten als in het eerste jaar de steekproeftrekkingen plaatsvinden. De steekproeftrekkingen werden regelmatig verspreid over het jaar genomen. Elk jaar wordt voor een gemeente een andere maand geselecteerd dan het voorgaande jaar, zodat seizoensinvloeden zo veel mogelijk worden voorkomen.

In 2012 zijn 11 monsters genomen uit 11 gemeenten. Deze gemeenten verschilden onderling in de bovengenoemde onderscheidende factoren. Per gemeente werd één monster genomen. Per monster is een hoeveelheid restafval ingezameld ter grootte van minimaal 750 kg (in de praktijk 800 – 1.000 kg) afkomstig van minimaal 40 huishoudens. Op basis van deze indeling wordt ook een weegfactor gegeven aan de resultaten van de monsters. De weegfactor geeft aan hoe groot het aandeel inwoners van Nederland is voor de kenmerken die horen bij een gemeente waar een monster genomen is. Op deze wijze wordt (min of meer) een gewogen gemiddelde berekend. De waarde betreft een gemiddelde weergave voor een Nederlands huishouden. Onderlinge verschillen tussen de gemeenten/huishoudens kunnen relatief groot zijn, zie bijlage 15. Aanvullend zijn ook resultaten van de sorteeraanlyse van het jaar 2011 opgenomen.

De analyse heeft betrekking op het huishoudelijk restafval en de samenstelling is uitgedrukt in het gewichtspercentage van de totale hoeveelheid inclusief het aanwezige vocht en vuil dat aan, op of in het afval zit.

Tabel 3.6 presenteert de resultaten van de sorteeraanlyses inclusief het betrouwbaarheidsinterval van het jaar 2012. In figuur 3.2 is de samenstelling gevisualiseerd middels een taartdiagram.

In de tabel en de figuur is te zien dat het aandeel gft-afval in restafval met 41 % aanzienlijk is (in 2011 was het aandeel 36 %). Ook de componenten papier/karton (17 %) en kunststoffen (13 %) zijn omvangrijke componenten in het restafval. Samen vormen deze drie componenten bijna driekwart van het huishoudelijk restafval.

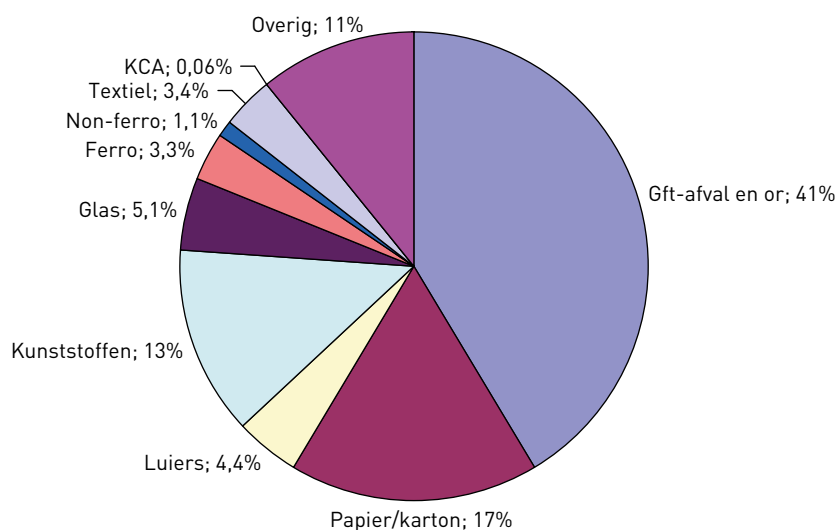
Doordat het restafval 41 % gft-afval bevat, gaat er jaarlijks circa 1,5 miljoen ton gft-afval (= 41 % * 3.703 kton, zie tabel 2.1) naar afvalenergiecentrales.

Component	Gemiddelde samenstelling %	Betrouwbaarheidsinterval (gem. samenstelling)		Verpakkingen %	Betrouwbaarheidsinterval (gem. samenstelling)	
		min.	max.		min.	max.
Gtf-afval	41	40	43			
Papier/karton	17	16	18	7,5	6,9	8,1
Luiers	4,4	4,0	4,9			
Kunststoffen	13	12	14	8,3	7,7	9,0
Glas	5,1	4,6	5,6	4,7	4,2	5,2
Ferro	3,3	2,9	3,8	2,5	2,1	2,9
Non-ferro	1,1	0,84	1,3	0,77	0,57	0,98
Textiel	3,4	3,0	3,8			
KCA	0,06	0,01	0,12			
Overig*	11	10	12			
Totaal	100			24		

Tabel 3.6 Samenstelling van het Nederlands huishoudelijk restafval in 2012 [bron tabel: Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeraanlyses 2012, uitgave Rijkswaterstaat, mei 2013]

* Elektrische en elektronische apparatuur (EEA), hout, steenachtig materiaal et cetera

Figuur 3.2 Samenstelling van het Nederlands huishoudelijk restafval in 2012 (bron figuur: Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2012, uitgave Rijkswaterstaat, mei 2013)



Tabel 3.7 presenteert ter volledigheid waaruit het aandeel van 41 % is opgebouwd. Het gft-afval is opgedeeld in een fractie GF-afval (benoemd als gft-afval exclusief tuinafval), tuinafval en ondefinieerbare rest. De ondefinieerbare rest betreft de zeeffractie van 0 – 20 mm. Het overgrote deel van het gft-afval en ondefinieerbare rest betreft voedselresten (26 % van de 41 %).

Tabel 3.7 Gft-afval + ondefinieerbare rest in het huishoudelijk restafval (bron tabel: Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2012, uitgave Rijkswaterstaat, mei 2013)

Component	Gemiddelde samenstelling	Betrouwbaarheids-interval		3 jr. voortschrijdend gemiddelde		
	2012 %	min %	max %	2009 %	2010 %	2011 %
Gft-afval en OR totaal	41	40	43	33	35	38
Gft-afval, excl. tuinafval	26	25	27			
Tuinafval	7,8	7,2	8,4			
Ondefinieerbare rest (or)	7,5	6,9	8,1			

Indien we de percentages vertalen naar kilogrammen aan de hand de gemiddelde restafvalproductie per persoon per jaar van 221 kg in 2012 (CBS-data, zie ook paragraaf 2.3) resulteert dit in de volgende kilogrammen:

Tabel 3.8 Kilogrammen gft-afval + ondefinieerbare rest in het huishoudelijk restafval

	Aandeel in restafval	Kilogrammen per persoon per jaar
Hoeveelheid restafval	n.v.t.	221
Gft-afval en or totaal	41 %	91
- Gft-afval, exclusief tuinafval	26 %	57,5
- Tuinafval	7,8 %	17
- Ondefinieerbare rest (or)	7,5 %	16,5

Kijkend naar de hoeveelheid voedselresten (= gf-afval) is dus sprake van circa 57 kg per persoon per jaar met daarbij nog 0 tot 16 kg extra als gevolg van de ondefinieerbare rest (een deel hiervan heeft voedselresten als oorsprong, hoeveel is onbekend).

Totaal hoeveelheid keukenafval

In paragraaf 0 is bepaald dat circa 24 kg per persoon per jaar aan keukenafval via de gft-route wordt verwerkt. In deze paragraaf blijkt dat 57 kg + 0 tot 16 kg extra als gevolg van ondefinieerbare rest per persoon per jaar via de restafval route wordt verwerkt. De totale hoeveelheid voedselresten per persoon per jaar komt hiermee op 81 kg + 0 tot 16 kg, ofwel circa 220 (+ 0 tot 40) g per persoon per dag.

De landelijk gemiddelde waarden voor aandeel gft in restafval zeggen uiteraard nog niets over de verdeling tussen sterk stedelijk gebieden en niet stedelijke gebieden. Hier wordt in navolgende subparagraaf op ingegaan.

3.3.2 Per stedelijkheidsklasse (hoogbouwklasse)

Het CBS rapporteert geen data over het aandeel gft-afval in restafval. De NVRD heeft wel data gerapporteerd per hoogbouwklasse in de 'Benchmark Afvalinzameling Peiljaar 2011'. De NVRD hanteert hoogbouwklassen (A tot en met E) in plaats van stedelijkheidsklassen zoals het CBS die hanteert, maar de hoogbouwklassen zijn wel (min of meer) vergelijkbaar met de stedelijkheidsklassen;

- Klasse A aandeel hoogbouw 51 tot en met 100 %
- Klasse B aandeel hoogbouw 31 tot en met 50 %
- Klasse C aandeel hoogbouw 21 tot en met 30 %
- Klasse D aandeel hoogbouw 6 tot en met 20 %
- Klasse E aandeel hoogbouw 0 tot en met 5 %

In de rapportage over 2011 zijn navolgende tabellen opgenomen.

Sorteeranalyse	Gemiddelde per Hoogbouwklasse					Tot.Gemiddelde Benchmark	Nederland (2011)#
	A	B	C	D	E		
GFT	24,0%	27,5%	25,4%	28,6%	26,3%	27,0%	36%
Oud papier en karton	24,7%	16,3%	12,4%	14,4%	18,0%	15,5%	20%
Kunststof (alle)	19,3%	15,8%	21,4%	15,7%	25,0%	18,5%	15%
Glasverpakkingen	5,7%	4,5%	4,9%	5,6%	4,5%	5,2%	6%
Textiel	6,3%	3,7%	4,4%	4,3%	4,5%	4,5%	6%
KGA	0,3%	0,5%	0,4%	0,5%	0,5%	0,4%	0,05%
Metalen	7,0%	6,0%	*	4,7%	5,0%	5,3%	4,5%
Overig	15,7%	28,5%	27,8%	28,9%	18,3%	26,1%	11%

Tabel 3.9 Gemiddelde resultaten sorteeranalyses 2011 (bron tabel: Benchmark Afvalinzameling Peiljaar 2011 Benchmarkanalyse, uitgave NVRD, maart 2013)

*Niet van toepassing

Bron: AgentschapNL, februari 2012

	Gemiddelde per Hoogbouwklasse				
	A	B	C	D	E
Restafval	301	239	253	226	210
GFT	27	69	87	110	106
Oud papier en karton	41	58	50	64	71
Kunststof	5	4	5	6	7
Glas	16	20	18	20	23
Textiel	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0
KGA	1,2	1,4	1,2	1,2	1,2
Grof restafval	33,0	38,0	33,0	22,0	30,0
Grof tuinafval	33,0	9,0	19,0	33,0	48,0
AEEA	5,0	6,0	4,0	4,0	6,0
Kringloop	0,0	4,0	0,3	1,2	0,1
Blik	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6
Drankenkartons	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Metalen	4,0	5,0	4,0	4,0	4,0
Hout	21,0	21,0	20,0	27,0	23,0
Harde kunststof	0,8	0,3	0,3	0,7	0,4
Matrassen	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Vloerbedekking	0,5	0,0	0,6	0,9	0,0
Luiers	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gips	0,8	0,5	0,3	1,4	0,1
Dakbedekking	0,5	0,8	0,5	1,0	0,9
Asbest	0,3	0,3	0,3	1,0	2,5
BSA	5,0	3,0	5,0	3,0	0,0
Puin	12,7	22,6	18,2	31,6	17,8
Grond	0,99	7,63	4,17	4,61	0,19

Tabel 3.10 Aanbod per stroom (kg/inw) – gemiddelden per hoogbouwklasse (bron tabel: Benchmark Afvalinzameling Peiljaar 2011 Benchmarkanalyse, uitgave NVRD, maart 2013)

In tabel 3.9 is – los van de gevonden verschillen in het totaal gemiddelde van de benchmark versus het Nederlands gemiddelde in 2011 (27 % versus 36 %) – duidelijk te zien dat het aandeel gft-afval bij het restafval bij verschillende hoogbouwklassen procentueel gezien min of meer gelijk is. De procentuele verdeling is niet per definitie representatief voor de absolute kilogrammen gft in restafval. Op basis van de kilogrammen restafval per hoogbouwklasse (zie tabel 3.10) kan samen met de procentuele verdeling herleid worden wat de kilogrammen gft-afval in restafval per inwoner per hoogbouwklasse is. In tabel 3.11 is het resultaat weer gegeven.

Tabel 3.11 Kilogrammen gft-afval in restafval per inwoner per jaar (NVRD, 2011)

	A	B	C	D	E
Procentueel aandeel gft in restafval	24,0 %	27,5 %	25,4 %	28,6 %	26,3 %
Kilogrammen restafval per inwoner per jaar	301	239	253	226	210
Kilogrammen gft in restafval	72	66	64	65	55

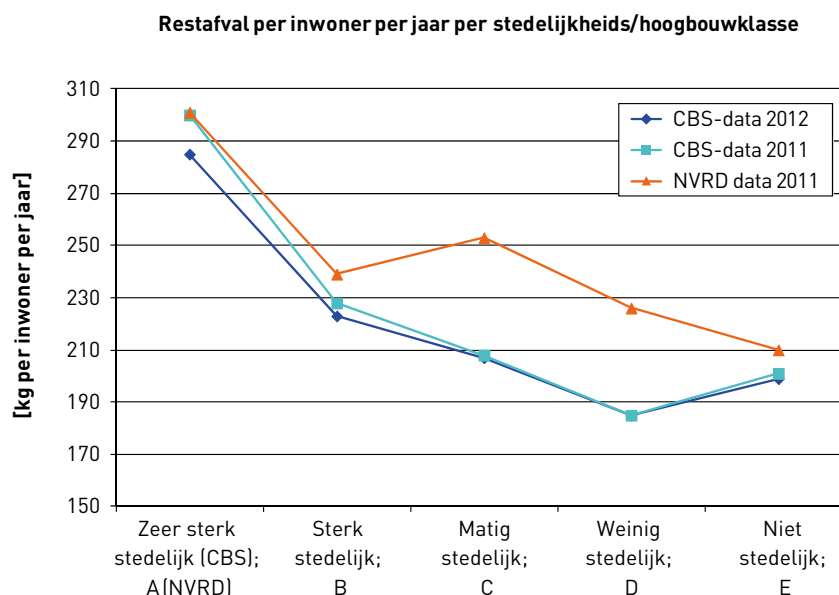
De spreiding in de kilogrammen gft in restafval tussen de hoogbouwklassen valt nog enigszins mee. De spreiding loopt uiteen van 55 kg per inwoner (hoogbouwklasse E) tot en met 72 kg per inwoner (hoogbouwklasse A). De kilogrammen per inwoner voor hoogbouwklasse B, C en D zijn vergelijkbaar. Het verloop in de data van de NVRD komt dus niet geheel overeen met de verwachting op basis van de CBS-data (zie paragraaf 3.2.1), ofwel er is geen duidelijk neergaande trend te zien tussen iedere hoogbouwklasse.

NVRD-data versus CBS-data

De data van de NVRD wat betreft restafvalproductie per inwoner per jaar komt niet geheel overeen met de CBS-data. Figuur 3.3 presenteert ter overzicht de verschillen tussen de NVRD data van 2011 en de CBS data van 2011. Ter volledigheid is ook de CBS-data van 2012 opgenomen. Uit figuur 3.3 blijkt dat de NVRD en CBS data goed overeenkomt voor het niet stedelijk, sterk stedelijk en zeer sterk stedelijk gebied (hoogbouwklasse E, B en A).

Voor het weinig en matig stedelijk gebied (hoogbouwklasse D en C) zijn de verschillen groter. De reden hiervan is niet duidelijk. De CBS-data van 2011 ligt goed in lijn met de CBS-data van 2012.

Figuur 3.3 Verschil CBS data en NVRD data



Vanwege het toch nog grote aandeel gft-afval in restafval bij zowel zeer sterk stedelijk als niet stedelijk en het relatief beperkte verschil is het de vraag of het zinvol is om naar stedelijkheidsklassen/hoogbouwklassen te kijken binnen dit onderzoek of toch met gemiddelde waarde voor Nederland te gaan werken. Mede gezien het verschil tussen de data van CBS en de NVRD is besloten om de landelijke gemiddelde waarde te hanteren. Deze beslissing wordt mede ondersteund door de recente SRE-rapportage 'Verkenning inzamelsystemen en

inzamelpilots' (hierover meer in paragraaf Ontwikkelingen gft-afval en restafval). Hierin is genoemd dat vergelijkbare percentages gft in het restafval terecht komen bij zowel diftar² als bij niet-diftar gemeenten. Het effect van toepassing diftar is in navolgende paragraaf behandeld.

3.3.3 Effect diftar op hoeveelheid restafval en gft-afval

Het effect van diftar op de hoeveelheid restafval en gft-afval is in verschillende onderzoeken gekwantificeerd. De onderzoeken worden hierna behandeld.

SRE-rapportage 'Verkenning inzamelsystemen en inzamelpilots'

Recent (mei 2013) is bovengenoemde rapportage verschenen. Dit rapport is in opdracht van de Ambtelijke Werkgroep Materialentransitie (AWM) van de 21 gemeenten van het Samenwerkingsverband Regio Eindhoven door de SRE Milieudienst / Secretariaat AWM uitgevoerd. Het doel van de opdracht was het inventariseren van succesvolle interventies voor maximalisatie van bruikbare materiaalstromen en minimalisatie van restafval binnen de (beproefde) inzamelsystemen voor huishoudelijk afval. Bij dit onderzoek is onder andere naar inzameling van restafval gekeken alsmede inzameling van gft-afval.

Wat betreft restafval is het volgende (in een notendop) in de rapportage van SRE opgenomen:

Uit datasets en historische reeksen komt het volgende beeld naar voren:

1. Restafval bestaat voornamelijk uit gft, papier/karton en kunststof verpakkingen en nauwelijks uit onvermijdbaar restafval (± 5 kg/inw)
2. Elke inzamelmethodiek voor restafval kent een enorme bandbreedte aan prestaties
3. Diftar (gedifferentieerde tarieven) heeft een dempend effect op de bandbreedte (dus prestaties liggen dicht bij elkaar)
4. Binnen alle inzamelmethodieken blijken de tariefzak voor restafval en afrekening per kilogram de kleinste hoeveelheden restafval te geven
5. In de Top10 NL-gemeenten met het minste restafval blijkt gft gratis te worden ingezameld
6. De beste prestaties worden doorgaans behaald in landelijke gemeenten
7. De minste prestaties worden zowel behaald in landelijke als stedelijke gemeenten.

Uit afvalpilots en opmerkelijke systemen* komt het volgende beeld naar voren:

1. Interventies op restafval zijn niet altijd succesvol
2. Universele pilots hebben al geleid tot gemiddeld 21 kg restafval per inwoner voor de gemeente Horst aan de Maas (41.700 inwoners)
3. Het verlagen van de inzamelfrequentie van restafval geeft een positief effect op zowel restafval als herbruikbare materialen
4. De beste drie prestaties uit afvalpilots (inclusief Horst aan de Maas) maakt gebruik van een (tarief)zak in combinatie met hoogfrequent inzamelen (Egchel: 52x/jr inzamelen, Horst a/d Maas: 104x/jr en Soerendonk zelfs 156x/jr)
5. In twee van deze drie pilots is geen gebruik gemaakt van diftar, wat de meerwaarde van diftar in twijfel brengt

** Objectief bewijs voor een succesvolle herhaalbaarheid van verkregen prestaties met randverschijnselen heeft in geen van de pilots plaatsgevonden. We beschouwen als pilots kortdurende of vernieuwende interventies die al dan niet blijvend worden doorgevoerd.*

Het laatstgenoemde punt bij de afvalpilots en opmerkelijke systemen – te weten de twijfel bij de meerwaarde van diftar – wordt niet ondersteund door de vereniging afvalbedrijven, zie verder bladzijden 25 en 26.

Tevens is genoemd dat bij diftar-gemeenten een vergelijkbaar percentage gft in het restafval terechtkomt als bij niet-diftar gemeenten. Dit ligt goed in lijn met de bevindingen van de NVRD per hoogbouwklasse, zie tabel 3.9 in paragraaf 3.3.2.

² Dit houdt in dat gemeenten tariefdifferentiatie toepassen op het afvalaanbod. Dit betekent dat de hoogte van de afvalstoffenheffing afhankelijk is van het afvalaanbod van een huishouden.

Uit datasets en historische reeksen:

1. Gemiddeld bestaat het restafval voor circa 30 tot 40 % uit gft, ook in diftar-gemeenten
2. Elke inzamelmethodiek voor gft kent een enorme bandbreedte aan prestaties, vooral in Nederland
3. Diftar (gedifferentieerde tarieven) op gft heeft een sterk reducerend effect
4. In de Top10 NL-gemeenten met het meeste gft wordt gratis ingezameld
5. De beste prestaties worden doorgaans behaald in landelijke gemeenten
6. De minste prestaties worden zowel behaald in landelijke als stedelijke gemeenten

Uit afvalpilots en opmerkelijke systemen*:

1. Interventies op gft zijn niet altijd succesvol
2. Universele pilots hebben al geleid tot gemiddeld 21 kg restafval per inwoner voor de gemeente Horst aan de Maas (41.700 inwoners)
3. Het verlagen van de inzamelfrequentie van restafval geeft een toename aan gft
4. De hoogste NL-prestaties voor GF en Tuinafval worden behaald in Horst aan de Maas waar gebruik wordt gemaakt van een dicht netwerk van permanente tuinkorven en 104x/jr gratis aan huis ophalen van GF
5. In veel Noord-Italiaanse gemeenten wordt al jaren lang 104x/jr GF aan huis opgehaald
6. In de Zweedse stad Västerås (met 60 % hoogbouw) wordt een hoog resultaat behaald met het inzamelen van GF-resten. Het beproefde systeem verschilt weinig van methoden die zonder succes zijn beproefd in Nederland. Afwijkend van de gebruikelijke aanpak is dat ieder huishouden in Västerås een contract met de gemeente moest sluiten
7. In het Verenigd Koninkrijk gaven pilots met restafvalzak een hoger gft-resultaat dan pilots met restafvalcontainer

** Objectief bewijs voor een succesvolle herhaalbaarheid van verkregen prestaties met randverschijnselen heeft in geen van de pilots plaatsgevonden. We beschouwen als pilots kortdurende of vernieuwende interventies die al dan niet blijvend worden doorgevoerd.*

Tevens is het navolgende nog genoemd in relatie tot gft:

Voor gft wordt allereerst opgemerkt dat de fysieke eigenschappen, het afdankritme en de marktwaaarde van GF afwijkt van T. Composteren en vergisten vormen de laagste 2 treden van de waardepiramide, toepassing als voedsel en farmaceutisch product vormen de hoogste treden.

Dit kan een interessant vertrekpunt zijn bij het herinrichten van een inzamelsysteem. De waarde van gft is negatief (ook met vergisten), maar GF kent al een positieve marktprijs (als coproduct in mestvergisting). Uit sorteeranalyses van de Rijksoverheid (RIVM, Senter-Novem, AGNL, et cetera) blijkt het restafval jaarlijks doorgaans grofweg 30 % GF en 5 % T te bevatten. Gemeenten met diftar op gft hebben dit systeem indertijd voornamelijk gekozen in de veronderstelling dat mensen meer thuis gingen composteren en dergelijke. Maar ook in deze gemeenten komt een vergelijkbaar percentage gft in het restafval terecht als bij niet-diftar gemeenten.

Rijksuniversiteit van Groningen, 'effect diftar is wat kleiner dan gedacht'

In het jaar 2009 is er door de rijksuniversiteit van Groningen (faculteit economie en bedrijfskunde) onderzoek gehouden naar het effect van diftar op de ingezamelde hoeveelheid restafval en gft-afval. Bij dit onderzoek is het volgende opgemerkt, zie navolgend kader.

Bij onderzoek op het niveau van gemeenten kunnen wel meerdere tariefsystemen worden onderzocht. Het is in deze studies echter vaak lastig om rekening te houden met alle relevante determinanten van het afvalaanbod. Het zo maar vergelijken van gemeenten is problematisch. De hoeveelheid afval in de gemeente Gaasterzijl kan hoger zijn dan in de gemeente Wieremarsum doordat in Wieremarsum de reinigingsheffing afhankelijk is van de hoeveelheid afval, maar het kan ook zijn dat er in Gaasterzijl meer jonge kinderen zijn (waardoor er veel meer luiers bij het afval worden gegooid).

Om het effect van diftar op de hoeveelheid afval te bepalen moet daarom eigenlijk worden vergeleken hoe de hoeveelheden afval in diftargemeenten, of gemeenten die diftar invoeren, zich in de loop van de tijd ontwikkelen in vergelijking met niet-diftargemeenten. Dit staat bekend als de 'differences in differences' methode. We hebben deze methode gebruikt om te bepalen welk effect diftar heeft op het afvalaanbod door huishoudens.

Voor een volledige beschrijving van de onderzoeksmethode verwijzen we naar het artikel zelf.

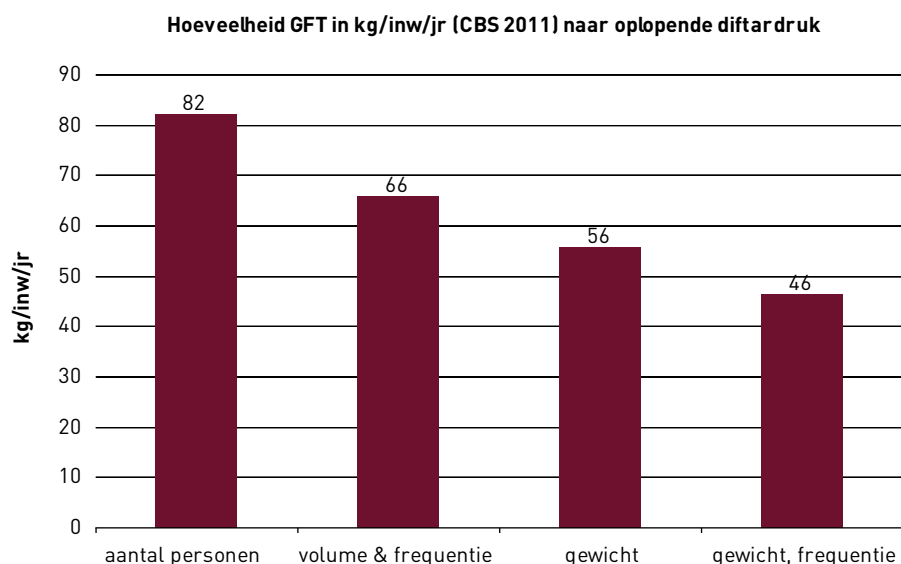
Tabel 3.12 laat zien dat de prijs van een extra hoeveelheid afval een significante en aanzienlijke uitwerking heeft op de aangeboden hoeveelheid huishoudelijk afval. Opvallend is ook dat de soort diftar duidelijk van invloed is. Betalen per kilo remt het afvalaanbod het meest. Voor restafval gaat het bij een gemiddeld tarief om een afname van 39 procent en bij gft om een afname met 51 procent. Betalen per zak leidt gemiddeld tot 28 procent minder restafval, terwijl voor gft geen significant effect blijkt. Dit komt waarschijnlijk omdat deze methode voor gft in de onderzoeksperiode nauwelijks is ingevoerd of afgeschaft. Slechts enkele gemeenten gebruiken dure zakken voor gft. Doordat de onderzoeksmethode zich richt op verschillen leidt een geringe variatie tot een niet-significant effect. Betalen per lediging levert gemiddeld 21 procent minder restafval op en 43 procent minder gft.

Omschrijving	Vermindering aanbod restafval	Vermindering aanbod gft-afval
Totaal diftar	24 %	46 %
- Tarief per kilo	39 %	51 %
- Tarief per zak	28 %	8 %
- Tarief per lediging	21 %	43 %
- Tarief per kilo en per lediging	31 %	64 %
R2, gecorrigeerd	0,93	0,96
Aantal waarnemingen	3.590	3.605

Tabel 3.12 Geschat effect van diftar op aanbod huishoudelijk afval (in kilo's per persoon per jaar per euro diftartarief) (COELO, 2009)

Vereniging van afvalbedrijven presentatie 'gft-afval omhoog'

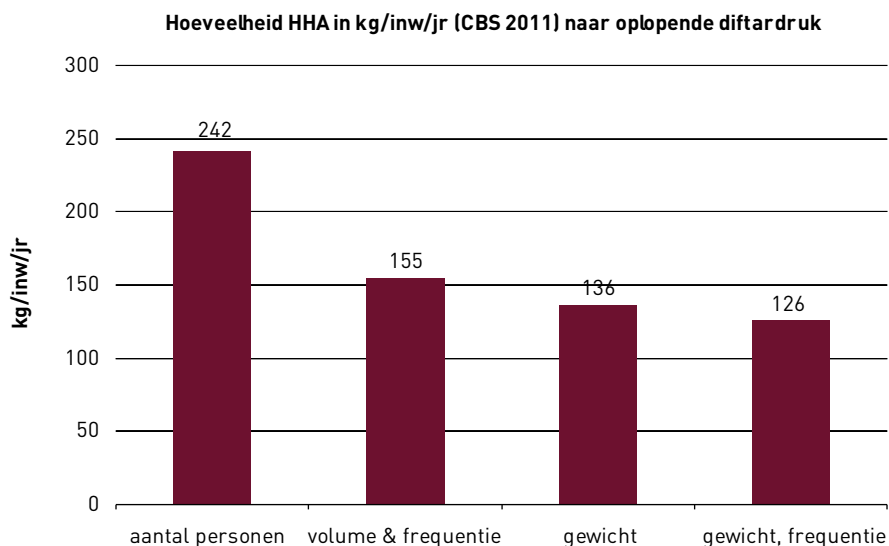
De vereniging afvalbedrijven heeft op basis van CBS-data 2011 ook een overzicht gemaakt van de hoeveelheden ingezameld afval (zowel gft-afval als restafval). De hoeveelheid ingezameld gft-afval bij een oplopende 'diftardruk' is in figuur 3.4 samengevat.



Figuur 3.4 Hoeveelheid ingezameld gft-afval

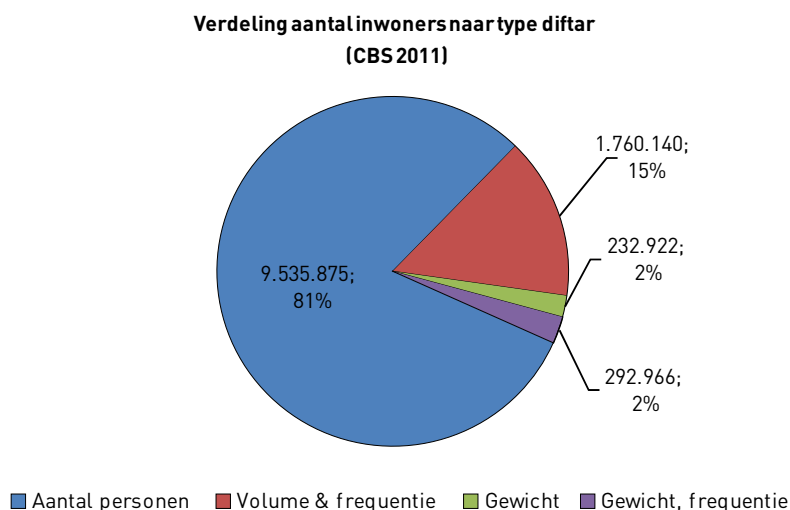
De hoeveelheid ingezameld restafval bij een oplopende 'diftdruk' is in figuur 3.5 samengevat

Figuur 3.5 Hoeveelheid ingezameld huishoudelijk restafval



In figuur 3.6 is het aantal inwoners naar diftar type weergegeven.

Figuur 3.6 Verdeling aantal inwoners naar type diftar



Het is niet bekend hoe de vereniging afvalbedrijven de hiervoor genoemde hoeveelheden ingezameld afval heeft bepaald. Mogelijk betreft een gemiddelde waarden van het aantal inwoners zoals in figuur 3.6 is opgenomen. Dit maakt het inzichtelijk maken van het diftar-effect minder betrouwbaar. Wel kan duidelijk worden waargenomen dat de hoeveelheden dalen naarmate de 'diftdruk' toeneemt.

3.4 Voedselverliezen

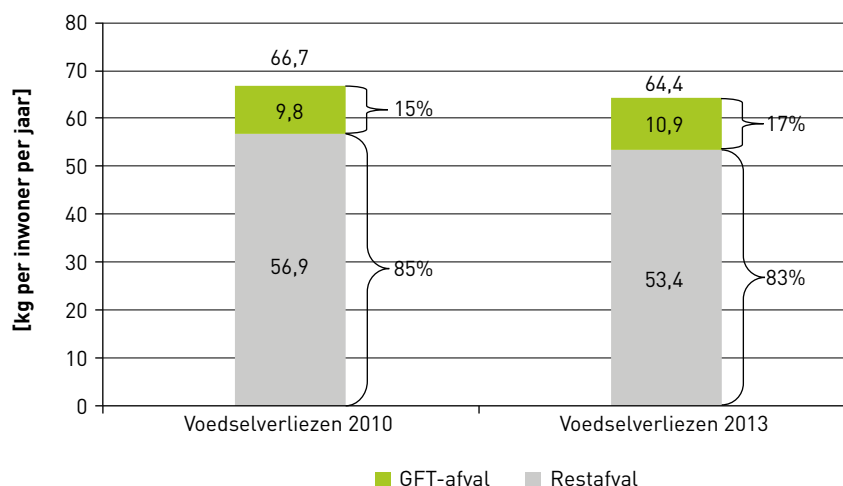
Eind 2013 is een rapport verschenen over voedselverliezen in huishoudelijk afval in Nederland (CREM-rapport nr. H13). In dit rapport is de omvang en samenstelling van voedselverlies via huishoudelijk afval bepaald aan de hand van sorteeranalyses en is tevens onderscheid gemaakt tussen vermijdbare en onvermijdbare voedselverliezen. Vermijdbaar en onvermijdbaar worden ingedeeld in de volgende hoofdcategorieën, zie tabel 3.13.

Onvermijdbare voedselverliezen	Vermijdbare voedselverliezen
• Schillen en stronken	• Vlees en vleeswaren
• Waskorsten	• Vis
• Eierschalen	• Kaas
• Koffiedik	• Zuivel
• Theeresten	• Groente
• Vlees- en visresten (oneetbaar)	• Fruit
• Overig	• Aardappelen
	• Brood
	• Gebak en koek
	• Rijst
	• Pasta's
	• Snoep en snacks
	• Boterhambeleg*
	• Sausen en vetten
	• Dranken
	• Overig

Tabel 3.13 hoofdcategorieën (on)vermijdbare voedselverliezen [bron tabel: CREM-rapport nr. H13]

* Het gaat hier om zoet beleg zoals chocoladepasta, -hagel en -vlokken, fruithagel, et cetera en om pindakaas

Het betreft een herhaling van de meting die in 2010 is uitgevoerd met als verschil dat nu alleen is gekeken naar voedselverliezen die zich via het huishoudelijk afval (rest- en gft-afval) voordoen. Bij de rapportage in 2010 is ook gekeken naar het deel dat via het riool wordt afgevoerd (denk aan soep, drank, zuivel et cetera). In het rapport zijn de resultaten van 2010 (gecorrigeerd voor het voedselverlies via het riool) en 2013 naast elkaar gepresenteerd. figuur 3.7 presenteert de hoeveelheid voedselverlies in kilogrammen per inwoner per jaar die hetzij bij het restafval of bij het gft-afval terechtkomt voor de jaren 2010 en 2013.



Figuur 3.7 Voedselverliezen via huishoudelijk afval, 2013 versus 2010

In figuur 3.7 is te zien dat we per inwoner circa 65 kg aan voedselverlies hebben in 2013. Dit is geen significant verschil ten opzichte van de voedselverliezen in 2010 (valt binnen de betrouwbaarheidsmarge zoals genoemd in het CREM-rapport). In 2013 kwam 83 % van de voedselverliezen in het restafval terecht en 17 % daadwerkelijk bij het gft-afval. Uit bovenstaande ontstaat het beeld dat voedselresten vooral via het restafval worden afgevoerd en niet zozeer via het gft-afval.

De verspilling van voedsel via de gootsteen is in 2013 niet meegenomen. Zoals genoemd is dit wel in het onderzoek van 2010 meegenomen. Inclusief de voedselverliezen in het riool was in 2010 sprake van een voedselverlies van circa 73 kg per inwoner, waarvan 78 % bij het restafval terechtkomt, 13 % in het gft-afval en 9 % in het riool (bron: CREM-rapport 'Bepaling voedselverliezen bij huishoudens en bedrijfscatering in Nederland', 2010). De 9 % betreft omgerekend circa 6 kg per inwoner per jaar aan voedselverlies via het riool. In de rapportage van 2013 is wel een inschatting gemaakt voor de voedselverliezen die via alternatieve routes (zoals via het riool, voeren aan dieren en thuiscomposteren) plaatsvindt. In totaal is hiervoor 15 kg per inwoner per jaar geschat. Er is geen verdeling gemaakt naar riool, voeren aan dieren en dergelijke. Het lijkt aannemelijk, vanwege de gelijke resultaten in 2010 en 2013, dat de 6 kg aan voedselverlies per jaar in 2010 via het riool ook representatief is voor 2013.

3.5 Overzicht, hoeveelheid voedselresten en samenstelling voedselresten

In deze paragraaf is het overzicht zoals opgenomen in paragraaf 2.3 aangevuld met de informatie verkregen in dit hoofdstuk. Figuur 3.8 presenteert het aangevulde overzicht.

Hoeveelheid voedselresten

Zoals in figuur 3.8 is te zien, is het aandeel groente en fruitafval in restafval verschillend tussen beide bronnen (Rijkswaterstaat <-> Crem). Rijkswaterstaat rapporteert 57,5 kg + 0 tot 16,5 kg ondefinieerbare rest terwijl Crem 53,5 kg rapporteert als geheel. Mogelijk wordt het verschil veroorzaakt doordat Crem sorteert analyses in 2013 heeft uitgevoerd terwijl de rapportage van Rijkswaterstaat 2012 data betreft.

Opvallend is dat als de Crem resultaten worden afzet tegen de gemiddelde gft-afvalproductie in 2012 van 79 kg per persoon per jaar (CBS-gegevens) het aandeel GF-afval erg laag is (10,9 kg GF ten opzichte van 79 kg gft-afval; is 14 %).

De hoeveelheid voedselresten kan dus niet eenduidig worden vastgesteld. Ten behoeve van de nog uit te voeren LCA is de gerapporteerde hoeveelheid voedselverliezen door Crem, zijnde 65 kg per persoon per jaar gehanteerd (gemiddelde 2010 – 2013). De door Crem gerapporteerde hoeveelheid ligt iets lager dan de gerapporteerde hoeveelheden door Rijkswaterstaat. Door de data van Crem te hanteren wordt een overschatting van de hoeveelheid voedselresten voorkomen voor de nog uit te voeren LCA. De huidige verspilling van voedsel via de gootsteen is verder niet meegenomen, aangezien dat momenteel al gebeurt en toepassing van voedselrestenvermalers dat aandeel niet zal veranderen.

Samenstelling voedselresten

In tabel 3.14 is een samenvatting opgenomen van de verwachte samenstelling van de voedselresten. Eveneens is in de tabel de aangenomen waarde gepresenteerd welke gebruikt wordt bij uitwerking van de nog uit te voeren LCA. Het vochtgehalte van voedselresten is ingeschat op 80 %.

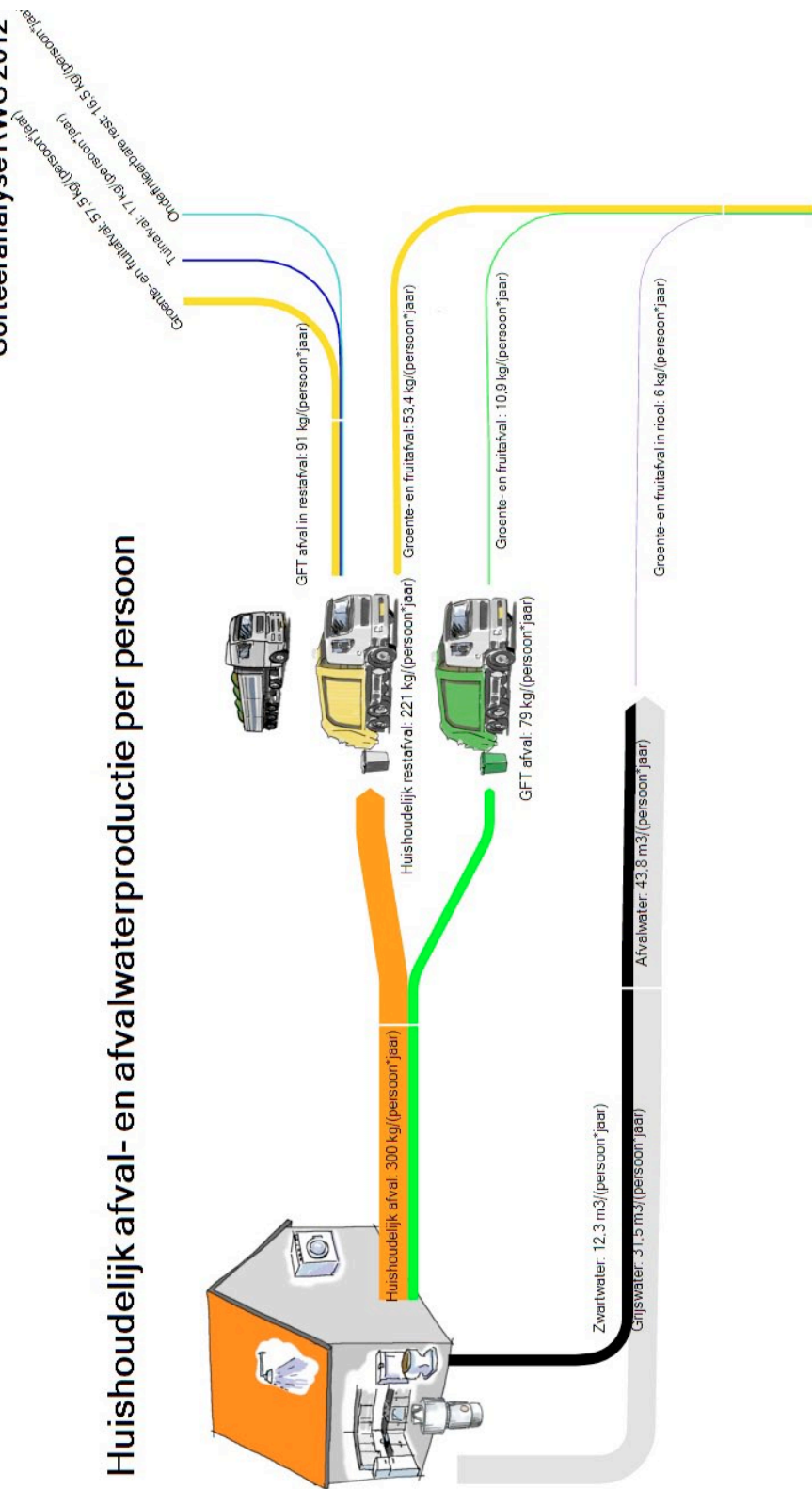
Tabel 3.14 Verwachte samenstelling GF-afval

	Claudia Wendland [g/l]	STOWA 2005-14 [g/kg incl. vocht]	J. Koning [g/kg incl. vocht]*	Aangenomen [g/kg incl. vocht]
CZV totaal	297,21	294,3	238	270
BZV	NB	NB	165**	190**
Zwevende stof (ZS)	190,5	214,9	150	190
N-totaal	4,901	9,5	5	7
P-totaal	0,521	0,67	NB	0,6

* Teruggerekend op basis van het aangenomen vochtgehalte van 60 %.

** Verhouding CZV/BZV van 1,4 aangehouden (bron: artikel Afval in en urine uit het riool?, april 2003, intech K&S, blz. 92-94)

Huishoudelijk afval- en afvalwaterproductie per persoon



Sorteeranalyse CREM (2013)

Figuur 3.8 Huishoudelijke afval- en afvalwaterproductie per persoon per jaar inclusief aandeel gft in restafval en verdeling voedselverliezen

4 Afvalketen - stand van zaken en ontwikkelingen

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de stand van zaken van de afvalketen en de ontwikkelingen. Er is onderscheid gemaakt tussen inzameling, transport en verwerking. Tevens wordt kort ingegaan op de organisatie en wetgeving.

4.1 Stand van zaken gft-afval en restafval

4.1.1 Wetgeving

In Nederland zijn gemeenten verantwoordelijk voor het inzamelen van het afval van hun inwoners. Iedere gemeente heeft beleidsvrijheid om te kiezen voor de eigen inzamelmethode. Daardoor zijn er veel variaties in inzamelmiddel, frequentie, bekostiging en gebruiksgemak.

Hierbij is de gemeente uiteraard gebonden aan de wet. In de Wet Milieubeheer staat het volgende:

Artikel 10.21

1. De gemeenteraad en burgemeester en wethouders dragen, al dan niet in samenwerking met de gemeenteraad en burgemeester en wethouders van andere gemeenten, ervoor zorg dat ten minste eenmaal per week de huishoudelijke afvalstoffen met uitzondering van grove huishoudelijke afvalstoffen worden ingezameld bij elk binnen haar grondgebied gelegen perceel waar zodanige afvalstoffen geregeld kunnen ontstaan
2. Groente-, fruit- en tuinafval wordt daarbij in ieder geval afzonderlijk ingezameld
3. De gemeenteraad kan besluiten tot het afzonderlijk inzamelen van andere bestanddelen van huishoudelijke afvalstoffen

Artikel 10.26

De gemeenteraad kan, in afwijking van artikel 10.21, in het belang van een doelmatig beheer van huishoudelijke afvalstoffen bij de afvalstoffenverordening bepalen dat:

- a. Huishoudelijke afvalstoffen worden ingezameld nabij elk perceel
- b. Huishoudelijke afvalstoffen worden ingezameld met een daarbij aangegeven regelmaat
- c. In een gedeelte van het grondgebied van de gemeente geen huishoudelijke afvalstoffen worden ingezameld
- d. Daarbij aangegeven bestanddelen van het groente-, fruit- en tuinafval afzonderlijk worden ingezameld
- e. Groente-, fruit- en tuinafval met andere daarbij aangegeven bestanddelen van huishoudelijke afvalstoffen afzonderlijk van het overige huishoudelijk afval wordt ingezameld

4.1.2 Inzameling

Vanaf de huishoudens wordt veelal het huishoudelijk restafval en gft-afval ingezameld al dan niet gezamenlijk of gescheiden. De andere bestanddelen die in de praktijk worden ingezameld zijn onder andere: oud papier en karton, kunststof verpakkingsmateriaal, glas, blik, drankenverpakkingen, elektrische en elektronische apparaten, grof huishoudelijk afval, enz. Daarnaast bieden de meeste gemeenten de mogelijkheid om afvalstoffen af te geven bij een gemeentewerf, ook wel 'Milieustraat' genoemd.

Doorgaans wordt het gft ingezameld met behulp van de bekende groene container en restafval met de grijze container. De containers worden periodiek (doorgaans eens per twee weken) geleidigd.

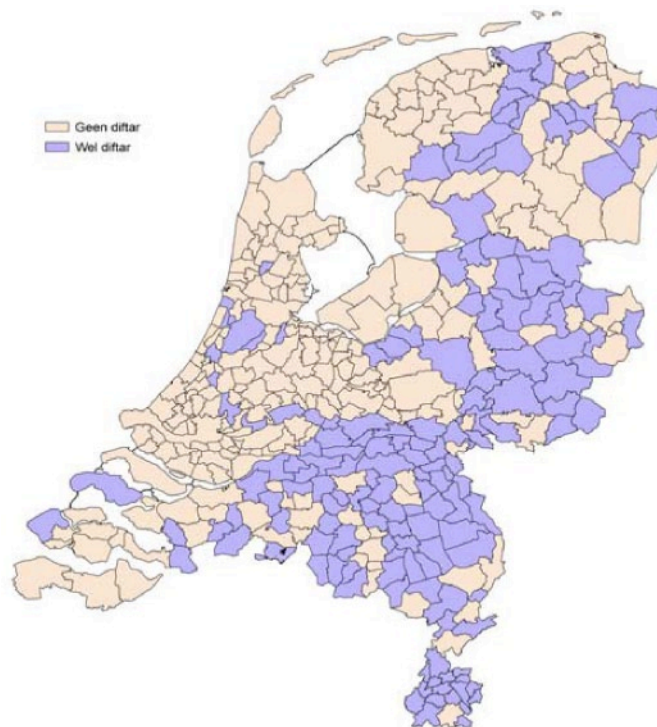
Sommige gemeenten maken gebruik van duobakken. Een duobak is een container voorzien van scheidingswand waar restafval naast gft-afval gescheiden wordt ingezameld. De duobak wordt wekelijks geleidigd. In de praktijk vallen de scheidingsresultaten tegen omdat de scheidingswand de stromen (restafval en gft) onvoldoende uit elkaar houdt waardoor de kwaliteit van het gft-afval negatief wordt beïnvloed. De vereniging van afvalbedrijven pleit voor de afschaffing van de duobak ter verbetering van de gft-inzameling (bron: Groene groei met gft als grondstof, uitgave vereniging afvalbedrijven).

Tevens wordt in sommige gemeenten de inzameling van restafval met behulp van speciale zakken gedaan. De burger betaalt dan per zak die aan de weg wordt gezet.

Voor hoogbouw is in veel gevallen geen sprake van aparte gft-inzameling en 'verdwijnt' deze stroom bij het restafval. Het restafval bij hoogbouw wordt met behulp van verzamelcontainers ingezameld.

Steeds meer gemeenten voeren diftar in. Dit houdt in dat gemeenten tariefdifferentiatie toepassen op het afvalaanbod. Dit betekent dat de hoogte van de afvalstoffenheffing afhankelijk is van het afvalaanbod van een huishouden.

Op dit moment heeft circa 40 % van de gemeenten diftar, dit komt overeen met circa 27 % van de huishoudens. In figuur 4.1 is een overzicht weergegeven van de gemeenten onderverdeeld naar wel of geen diftar. De diftar gemeenten komen voornamelijk voor in het oosten en zuiden van Nederland.



Figuur 4.1 Verdeling gemeenten wel/geen diftar
(bron figuur: Afvalstoffenheffing 2013, uitgave van Rijkswaterstaat, september 2013)

4.1.3 Transport

Het gft-afval en restafval wordt met behulp van vrachtwagens opgehaald waarbij onderscheid is naar type transportmiddel op basis van de inzamelmethoden. Er wordt gebruik gemaakt van zijladers, achterladers, laders voor de duobakken als vrachtwagens geschikt voor ledigen van verzamelcontainers.

Wanneer de afstand groot is naar de verwerker dan wordt er op een overslagstation overgeslagen in grotere eenheden. In praktijk veelal containers. Soms gaan ze via de trein verder/ soms via de boot, maar meestal per vrachtwagen.

Organisatie

De organisatie van de inzameling en transport verschilt per gemeente en kan op verschillende manieren plaatsvinden, zie figuur 4.2. Het rapport 'Markt of overheid?' (een uitgave van de NVRD) noemt het volgende over de organisatievormen:

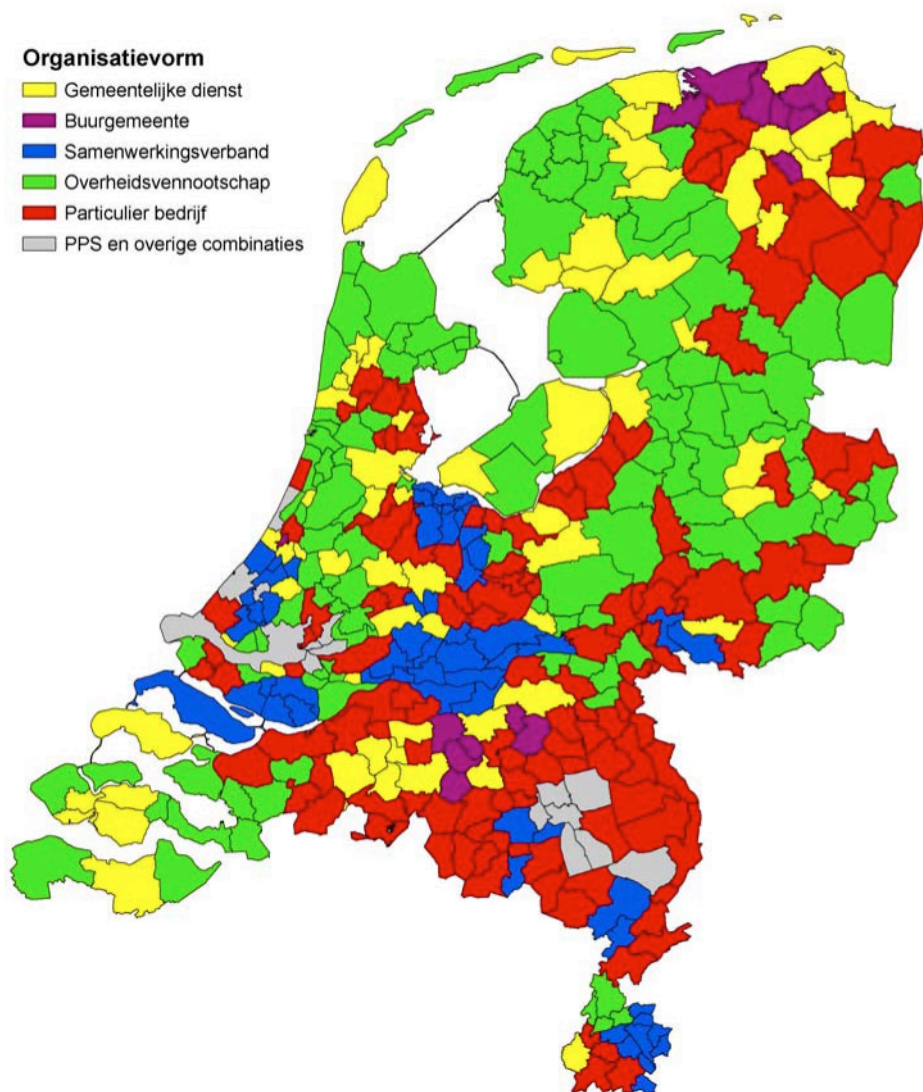
'Welke organisatievorm in een specifieke situatie het beste is, is afhankelijk van de uitgangssituatie, de bestuurlijke visie, het politieke draagvlak, lokale en regionale omstandigheden, en de financiële en organisatorische mogelijkheden en randvoorwaarden. Er is geen universele beste oplossing.'

Figuur 4.2 Organisatievormen afvalinzameling (bron figuur: rapportage Markt of overheid? door NVRD (2010))



Figuur 4.3 presenteert een overzicht van de organisatievormen per gemeente voor de situatie van 2013. In bijlage 2 zijn de namen van de organisaties per organisatievorm weergegeven.

Figuur 4.3 Organisatievorm inzamelorganisatie per gemeente 2013 (bron figuur: Afvalstoffenheffing 2013, uitgave van Rijkswaterstaat, september 2013 Verwerking)



4.1.4 Verwerking

Gft-afval

Gft-afval werd tot circa het jaar 2008 hoofdzakelijk gecomposteerd. Sinds 2009 wordt steeds meer gft-afval vergist alvorens het wordt gecomposteerd. Het betreft niet de volledige stroom. In 2012 werd circa 16 % van het huishoudelijk gft-afval vergist (bron: Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2012, uitgave van Rijkswaterstaat). Het biologisch gestabiliseerde compost wordt als Keurcompost afgezet. Keurcompost betreft een keurmerk die ontwikkelt is door de vereniging afvalbedrijven (VA) samen met de branchevereniging organische reststoffen (BVOR). Keurcompost is een gecertificeerd product, dat wordt geproduceerd volgens strenge criteria. Deze zijn vastgelegd in de 'Beoordelingsrichtlijn Keurcompost'. Op http://keurcompost.nl/wp-content/uploads/images/BRL-Keurcompost-versie-3.0_geldig-vanaf-1-februari-2014.pdf is de beoordelingsrichtlijn Keurcompost opgenomen. In bijlage 3 zijn tevens de positieve eigenschappen van compost opgenomen zoals genoemd in de brochure 'Een vruchtbare bodem met Keurcompost' (uitgave van platform Keurcompost).

Keurcompost wordt hoofdzakelijk afgezet in de land- en tuinbouw. In 2012 is in totaal 660 kton Keurcompost geproduceerd door de gft-verwerkers. Tabel 4.1 presenteert een overzicht van de afnemers van Keurcompost inclusief de bijbehorende hoeveelheden voor de jaren 2010 tot en met 2012.

	2010	2011	2012
LAND- EN TUINBOUW	394	405	452
POT- EN AANVULGRONDSECTOR	69	80	83
RECREATIE/GROENVOORZIENING	14	19	19
PARTICULIERE SECTOR	13	17	19
GLAS-TUINBOUW	1	7	17
GWV/CIVIELE SECTOR	23	23	35
BOXCOMPOST	-	8	28
OVERIG	120	108	-
TOTAAL	634	668	660

Tabel 4.1 Overzicht afzet compost 2010 – 2012 (Bron tabel: Groene groei met gft als grondstof, uitgave vereniging afvalbedrijven, juni 2013)

Organisatie gft-afval

Het gft-afval wordt momenteel verwerkt door 24 verwerkers. In bijlage 4 is een overzichtskaart van Nederland opgenomen met daarin opgenomen de locatie en namen van de 24 gft-verwerkers. Niet op alle locaties vindt deelvergisting van gft-afval plaats. In 2012 was sprake van 8 locaties waar ook gft wordt vergist. Bijlage 5 presenteert een overzichtskaart van Nederland met daarin opgenomen de locatie en namen van de gft-vergisters. In dit overzicht zijn tevens de locaties en namen genoemd van gft-vergisters die in 2013, 2014 of 2015 in bedrijf zullen komen.

Restafval

Restafval wordt doorgaans verbrand in afvalenergiecentrales (AEC's). De totale hoeveelheid afval (inclusief bedrijfsafval, gedroogd slib, papierslib, et cetera) welke in 2012 in 13 afval-energie-centrales is verbrand bedraagt circa 7.480 kiloton. In bijlage 6 is een overzicht weer-gegeven van de hoeveelheden verbrand afval per afvalcategorie per installatie. Voor zover in afvalenergiecentrales gedroogd slib wordt meeverbrand, is dat hierbij wel inbegrepen (bron: Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2012, uitgave Rijkswaterstaat, 4 oktober 2013).

De hoeveelheid reststoffen van de AEC's worden apart geregistreerd door de Vereniging Afvalbedrijven. In tabel 4.2 is een overzicht opgenomen van de hoeveelheid gestorte en nuttig toegepaste AEC-reststoffen voor de jaren 2010 tot en met 2012.

Tabel 4.2 Hoeveelheid gestorte en nuttig toegepaste AEC-reststoffen
(bron tabel: Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2012, uitgave Rijkswaterstaat, 4 oktober 2013)

AVI-reststoffen	Netto gestort (kton)			Nuttige toepassing (kton)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Sproeidroogzout	19	2	3	25	54	54
Filterkoek	10	12	11	1	–	–
Slib	3	6	8	1	0	–
Gips	3	2	1	2	4	3
Vlieg-as (droge stof)	41	33	36	44	75	76
Bodemas (inclusief steunlaag)	–	–	167	844	1.555	1.754
Schroot (ferro)	–	–	–	106	124	111*
Non-ferro metalen	–	–	–	21	37	251
Totaal inclusief steunlaag	76	55	226	1.043	1.849	2.022

* Opgaven schone metalen (zonder vervuiling)

Bij twee locaties in Nederland (Attero in Groningen en Omrin in Oudehaske) wordt de organisch natte fractie van het huishoudelijk afval mechanisch gescheiden en na een voorbehandeling vergist. Het geproduceerde biogas wordt in een verbrandings- of WKK-installatie in elektriciteit en/of warmte omgezet. Het digestaat (eindproduct van vergistingsproces) wordt momenteel niet meer gestort maar meeverbrand in de AEC. Door dit te mengen met overig afval kan gestuurd worden op de stookwaarde van de te verbranden massa (bron: actualisatierapport LAP).

Organisatie restafval

Zoals voorgaand genoemd word het restafval verbrand in 13 afvalenergiecentrales. In bijlage 6 is een overzicht weergegeven van de hoeveelheden verbrand afval per afvalcategorie per installatie. Hierin zijn tevens de installaties bij naam en locatie (provincie) genoemd.

4.2 Ontwikkelingen gft-afval en restafval

4.2.1 Inzameling

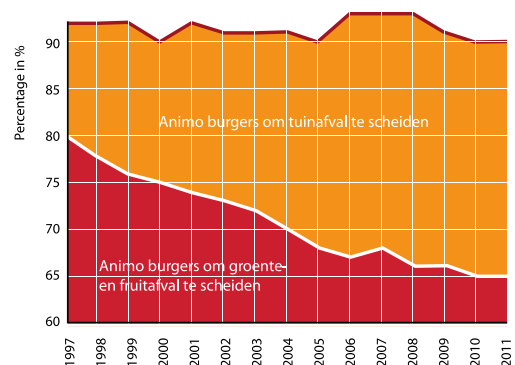
Gft-afval

De inzameling van gft-afval laat voor GF-afval een dalende trend zien (zie figuur 4.4). Steeds minder mensen zijn bereid om hun GF-afval te scheiden, terwijl de bereidheid tot scheiding van tuinafval hoog blijft.

Figuur 4.4 Trend gft-scheiding (bron: Meer waarde uit gft-afval, jaarverslag 2011, Vereniging afvalbedrijven, afdeling bioconversie)

Animo gft-scheiden neemt af

Voor de aanvoer zijn de gft-verwerkers hoofdzakelijk afhankelijk van burgers. Zij moeten hun gft-afval gescheiden aanleveren. De animo om gft te scheiden neemt in Nederland gestaag af. Was eind vorige eeuw nog 80 procent van de burgers bereid om het gf-afval te scheiden, in 2011 was dat nog geen 65 procent. De neergaande trend baart zorgen. Het is belangrijk burgers te stimuleren om méér gft-afval te scheiden. De animo om tuinafval te scheiden blijft onverminderd hoog. In 2011 was maar liefst 90 procent van de Nederlanders bereid om het tuinafval gescheiden aan te leveren.



De afgelopen jaren (en ook nu nog) is er in de afvalketen een groeiende aandacht om de GF(T)-inzameling te verbeteren. In mei 2012 is er bijvoorbeeld een adviesrapport verschenen aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu (rapport uitgegeven door de NVRD) met als titel 'Hoe kunnen we 2/3 van het huishoudelijk afval recycleren'. Dit rapport gaat in op de verschillende deelstromen waar per deelstroom een advies is gegeven. Het advies in relatie tot het gft-afval is in figuur 4.5 opgenomen.

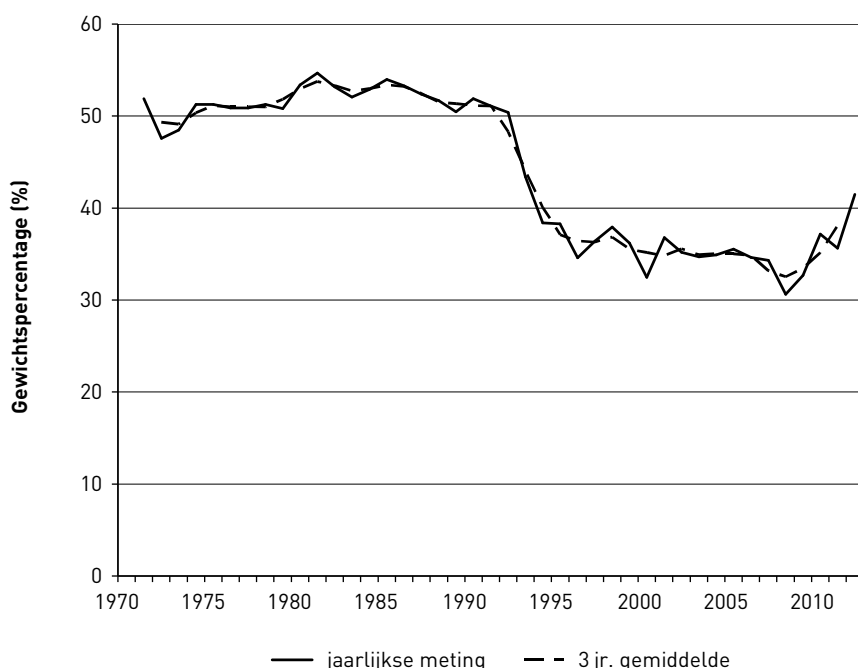
Groente, fruit, en tuinafval

- Toezien op de naleving van de scheidingsplicht voor GFT-afval
- Breed diftar invoeren: dit heeft een positief effect op de gescheiden inzameling van GFT.
- Het kosteloos aanbieden van GFT-afval in diftargemeenten moet worden bevorderd. Dit is in het kader van gescheiden GFT inzameling een voorwaarde voor succes.
- Gemeenten zullen meer service moeten verlenen op de GFT fractie, bijvoorbeeld door het verstrekken van grotere containers.
- Keukenmanagement: een goede infrastructuur voor afvalscheiding in de keuken kan bijdragen aan de scheiding van de GF-fractie. In de keukenfractie is nog veel winst te behalen.

Het landelijk gemiddelde aandeel van gft-afval in restafval is vooralsnog hoog getuige de sorteeranalyses van 2012 waaruit bleek dat er circa 41 gew. % gft-afval en ondefinieerbare rest (or.) in het huishoudelijke restafval zit (zie ook paragraaf 2.1).

Figuur 4.6 presenteert de ontwikkeling van het aandeel gft-afval en ondefinieerbare rest. vanaf 1971. In de figuur is te zien dat het aandeel is gedaald van circa 50 % in de jaren tachtig van de vorige eeuw naar ongeveer 35 % rond de eeuwwisseling. De daling tussen 1990 en 1995 is als gevolg van de introductie van de groene container (gft).

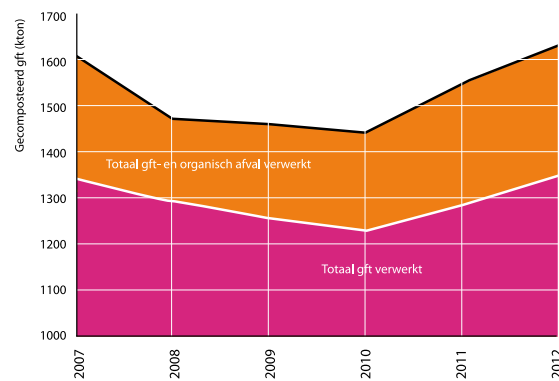
Vanaf 2008 is er sprake van een stijgend aandeel gft-afval en or in het huishoudelijk restafval. De stijging van het gewichtspercentage kan veroorzaakt zijn doordat vanaf het jaar 2008 bij een deel van gemeenten is gestart met de inzameling van kunststofverpakkingen. Het aandeel kunststofverpakkingen in het restafval neemt sindsdien terug.



Figuur 4.6 Ontwikkeling aandeel gft-afval en ondefinieerbare rest in het huishoudelijk restafval (bron figuur: Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2012, uitgave Rijkswaterstaat, mei 2013)

Indien nader wordt ingezoomd op de gft-verwerking is te zien dat er sprake van een stijging van de hoeveelheid verwerkte kilotonnen gft sinds 2010. In figuur 4.7 is dit illustratief weer-gegeven.

Figuur 4.7 Verwerkte kilotonnen gft en gft inclusief organisch afval
(Bron: Groene groei met gft als grondstof, uitgave vereniging afvalbedrijven, juni 2013)



Voor het tweede jaar op rij stijgt de hoeveelheid ingezameld gft. In 2012 verwerkten de Nederlandse gft-verwerkers 1.339 kton gft en 322 kton ander organische materiaal als veiling-,

In totaal komt dat op 1.661 kton organisch afval, een stijging van maar liefst 235 kton ten opzichte van 2010. Dat de gft-inzameling in de lift zit, is verheugend nieuws. Er lijkt sprake

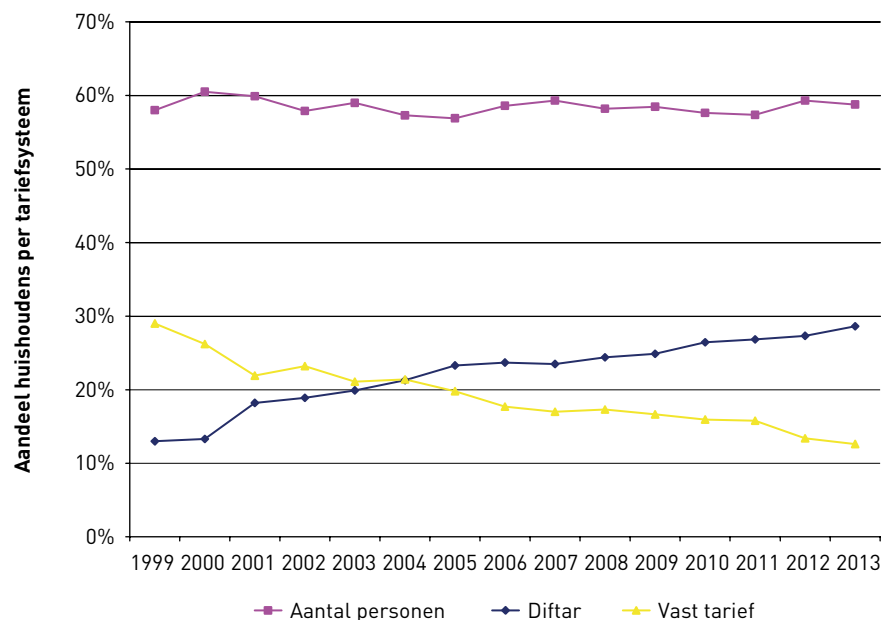
jaar geleden nam de hoeveelheid gescheiden ingezameld gft geleidelijk af. De stijging geeft aan dat gemeenten en burgers meer aandacht schenken aan de gft-inzameling. Per inwoner

meld. Dat is 1 kilo meer dan in 2011. Het ministerie wil in 2015 naar 100 kilo per inwoner. Dat het doel mogelijk is, bewijst het jaar 1997, toen 98 kilo per inwoner werd ingezameld.

De vereniging van afvalbedrijven spreekt van een mogelijke trendbreuk. Een ontwikkeling die mogelijk (mede)oorzaak is van de stijging van de totale verwerkte kilotonnen gft is de steeds verdere invoering van diftar³ bij gemeenten (zie ook figuur 4.8) in combinatie met het promoten van de inzameling van gft-afval door het hanteren van een nultarief voor het gft-afval (ook bij gemeenten die diftar al eerder hebben ingevoerd). Ofwel het gft-afval wordt steeds vaker 'gratis' opgehaald om zodoende de burger te stimuleren om gft-afval te scheiden. Uiteraard is dit niet gratis, maar zijn deze kosten elders gecompenseerd in de afvalstoffenheffing.

Dit nultarief is ingevoerd, omdat met de invoering van diftar (met betaling voor afvoer van gft-afval), de ingezamelde hoeveelheden gft-afval fors terug liep. Dit kan doordat burgers gaan thuiscomposteren, maar ook het afvullen van de restafvalcontainer met gft-afval is een bekend alternatief. Door de inzameling van gft-afval op een nultarief te zetten, ontstaat er een prikkel die burgers er weer toe verleidt om gft-afval gescheiden aan te bieden.

Figuur 4.8 Aandeel huishoudens naar tariefsysteem
(bron figuur: Afvalstoffenheffing 2013, uitgave van Rijkswaterstaat, september 2013)



Gemeenten proberen de hoeveelheid gescheiden ingezameld gft steeds verder te verhogen ook bij hoogbouw door inzetten van 'Citybins' ofwel groenbakken, zo groot als een pedaal-emmer, die makkelijker de trappen op en neer te dragen zijn (bijvoorbeeld in Utrecht). Daarnaast experimenteren ook gemeenten (Breda) met aanrechtbakjes (soort vergiet met opvangbakje). Tevens worden ook speciale bakjes met biologisch afbreekbare zakken getest (Tilburg). [Bron: Groene groei met gft als grondstof, uitgave vereniging afvalbedrijven, juni 2013].

³ Dit houdt in dat gemeenten tariefdifferentiatie toepassen op het afvalaanbod. Dit betekent dat de hoogte van de afvalstoffenheffing afhankelijk is van het afvalaanbod van een huishouden.

Een gemeente die nog een stap verder gaat is de gemeente Horst aan de Maas. Sinds januari 2012 wordt daar het 'GF'- en 'T'-afval niet meer gezamenlijk ingezameld, maar worden deze stromen apart gehouden. Tuinafval wordt ingezameld in korven en verwerkt tot groencompost. Het GF-afval (keukenafval) wordt hoogfrequent ingezameld (twee per week) en vergist en nagecomposteerd. Het restafval wordt in tariefzakken ingezameld (EUR 1,20 per zak). Sinds de introductie van deze inzamelingsmethode is de hoeveelheid restafval van 170 kg per inwoners gedaald naar 21 kg restafval per inwoner. In bijlage 7 is een door de NVRD opgestelde factsheet opgenomen over de afvalinzameling bij gemeente Horst aan de Maas waarin meer achtergrondinformatie is terug te vinden. Recent was een gesprek op BNR met wethouder Birgit op de Laak van de gemeente Horst aan de Maas (<http://www.bnr.nl/nieuws/652062-1302/horst-heeft-de-lichtste-vuilmiszakken>). Er wordt gesteld dat de succesvolle inzameling van het GF-afval (twee keer per week) en de hoge prijs voor de restafvalzak, ervoor zorgt dat er maar weinig restafval wordt geproduceerd. Gemeente Horst aan de Maas heeft gekozen voor een full service inzamelconcept (dus niet vanuit logistiek optimaliseren, zodat volle containers worden ingezameld (is de gangbare benadering), maar vanuit de wensen vanuit de burgers). Volgens het interview bestond voorheen 40 % van het restafval uit keukenafval. Door de gewijzigde inzameling sinds 2012 blijken burgers bereid om het keukenafval gescheiden te houden.

Hoewel Horst aan de Maas een kleine gemeente is, lijkt de casus aan te tonen dat meer GF-afval wordt gescheiden van het huishoudelijk restafval indien een hoogfrequente inzameling (twee keer per week) wordt aangeboden. Deze wijze van inzamelen lijkt echter ook kostbaar. Er is geen informatie gevonden over de gevolgen van de kosten sinds de introductie van deze nieuwe manier van afvalinzameling. Deze hoogfrequente inzamelingsmethodiek wordt eveneens toegepast in Milaan. Ook hieruit blijkt dat een hoogfrequente inzameling van GF-afval tot meer scheiding van GF-afval zorgt.

4.2.2 Transport

Op het gebied van het transport zijn er momenteel weinig ontwikkelingen te zien. Voor sommige situaties zal mogelijk sprake zijn van een 'modal shift' naar schepen als zowel het verzendadres als verwerkingsadres heel gunstig liggen en er genoeg tonnen over het water kunnen worden vervoerd.

4.2.3 Verwerking

Gft-afval:

De laatste jaren is voor de afzet van gft-compost sprake van een trend naar steeds meer diversificatie in afzetkanalen. In de actualisatie studie LAP is een samenvoeging van de gegevens uit [AgentschapNL, 2011] en de toerekening naar functies conform [Grontmij, 2004] opgenomen. De afzet van gft-compost is in tabel 4.3 opgenomen.

Afzetkanaal	%	Veenvervanging	Vervanging dierlijke mest	Kunstmest vervanging	Koolstof vastlegging
Akkerbouw	62		31	31	
Pot en aanvul	11	11			
Particulier	2			2	
Recreatie	2			2	
Glastuin	0				
Civiel	4				4
Overig	20	10		10	
Totaal	101	21	31	45	4

Tabel 4.3 Afzet van gft-compost, samenvoeging van gegevens

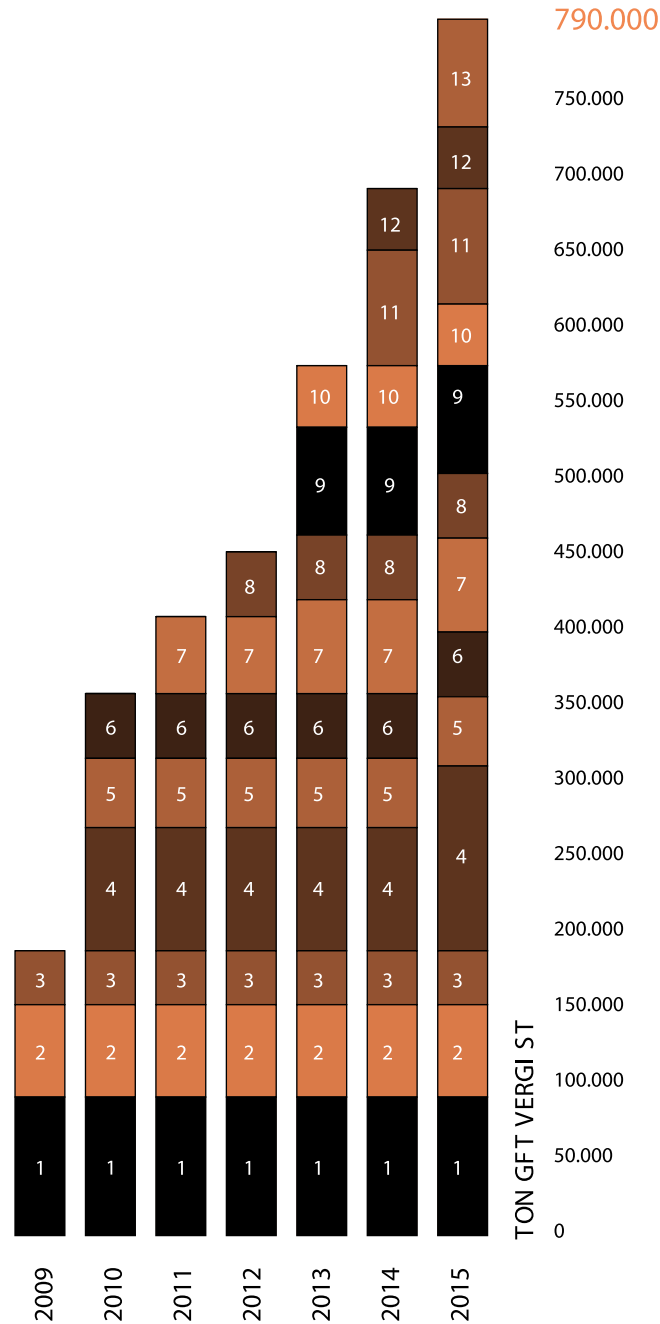
Sinds 2009 investeren de gft-verwerkers in vergistingsinstallatie. In 2009 zijn 3 vergistingsinstallaties gerealiseerd en de verwachting is dat in 2015 er sprake zal zijn van 13 vergistingsinstallaties (zie ook figuur 4.9).

De verwachting is dat vanaf 2015 er 790.000 kton aan gft-afval vergist kan worden.

Uitgaande van een min of meer gelijke aanvoer van gft in 2015 als in 2012, zijnde circa 1.350 kton betekent dit dat circa 60 % van de totale gft-aanvoer vergist kan worden. Een percentage van 50-60 % is ook maximaal mogelijk in verband met de composteringsstap.

Voor de composteringsstap is namelijk energie benodigd die in het gft-afval zit. Indien al het gft-afval vergist zou worden alvorens compostering, is onvoldoende energie beschikbaar en is compostering niet meer mogelijk.

Figuur 4.9 Ontwikkeling gft-vergistingsinstallaties (bron figuur: Groene groei met gft als grondstof, uitgave vereniging afvalbedrijven, juni 2013)



Bij de afvalverwerkers ligt steeds meer focus op een 'biobased economy', een economie waarin fossiele brand- en grondstoffen zoveel mogelijk worden vervangen door biomassa. Tevens is het verder verduurzamen van de bedrijfsvoering een aandachtspunt. Het bouwen van gft-vergisters sinds 2009 is hier een gevolg van.

Wat betreft de gft-vergisters wordt momenteel ook onderzoek gedaan naar optimalisaties. Afvalverwerker Twence zoekt bijvoorbeeld in TKI verband naar mogelijkheden om de biogas-opbrengst te verhogen [bron: TKIgas⁴, www.tki-gas.nl]. Volgens deze bron vallen de opbrengsten van vergisting van het gft-afval sectorbreed namelijk tegen. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door het grote aandeel tuinafval met veel complexe lignocelluloseverbindingen die slechts beperkt afbreken in het huidige vergistingsproces, waardoor een deel van de capaciteit

⁴ Vanuit de overheid is in 2011 besloten de Nederlandse economie te sterken door 9 topsectoren te onderscheiden, en er met behulp van het bedrijfsleven extra in te investeren. Hier valt onder andere de topsector Energie onder, een sector waar Nederland veel kennis van heeft die ook in het buitenland interessant kan zijn. Vanuit de Topsector is een TopTeam Energie aangewezen, welke de taak gekregen welke weer uiteenvalt in verscheidene Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI). Dit zijn er in totaal 7 en het TKI Gas is er hier één van. Voor meer informatie zie <http://www.tki-gas.nl/tki-gas/oprichting-doelen>.

onbenut blijft. Ook het grote aandeel inert materiaal (zand) in gft heeft een nadelige invloed op de vergisting van biomassa.

Tevens is een onderzoek gaande naar insectenkweek op gft-afval om zodoende eiwitten als grondstof te winnen. Deze studie bevindt zich momenteel nog in verkennend stadium. De gedachte is om de insecten te oogsten en af te zetten bij diervoerbedrijven.

In de rapportage 'Routes voor GFT' (2009) in opdracht van de NVRD, Circulus en Berkel Milieu is het volgende opgenomen voor de lange termijn ontwikkelingen:

Lange termijn

Voor de langere termijn worden diverse technologieën als kansrijk gezien: vergassing, Hydro Thermal Upgrading (HTU), natte torrefactie, gravity pressure vessel (GPV) en pyrolyse. Door ECN, TNO wordt in samenwerking met afvalverwerkers zoals HVC en Twence onderzoek op dit terrein gedaan.

Het algemene beeld is dat geen van deze technieken op korte termijn operationeel zullen zijn. Voor al deze technieken geldt dat er relatief schone biomassastromen nodig zijn. Gescheiden inzameling van GFT is een voorwaarde en ook dan zal een speciale voorbereiding noodzakelijk zijn. GFT wordt gezien als een moeilijke stroom; het is nat en vervuild met inert materiaal (zand). Verwerkingstechnieken moeten vooral 'robuust' zijn.

Restafval:

Voor restafval blijven afvalenergiecentrales (AEC's) vooralsnog 'state-of-the-art'. In 2012 werd ongeveer 50 % van het huishoudelijk afval in deze installaties verbrand; de overige 50 % is gescheiden ingezameld. Het overheidsbeleid is erop gericht om steeds meer afvalstromen te scheiden ten behoeve van recycling. Het doel is om in 2015 60-65 % van het huishoudelijk afval te scheiden. Deze verbetering moet gerealiseerd worden door meer inzameling van met name papier, kunststoffen en gft-afval. Deze doelstelling wordt verder verhoogd tot 75 % in 2020. Door deze ontwikkeling zal het aanbod van brandbaar huishoudelijk afval bij de AEC's de komende jaren halveren. De reeds bestaande restcapaciteit voor brandbaar Nederlands restafval, zal hierdoor de komende jaren verder toenemen. Deze restcapaciteit wordt ingevuld met het importeren van buitenlands brandbaar afval. Deze ontwikkeling heeft er de laatste jaren toe geleid dat de verwerkingsprijzen voor huishoudelijk restafval zijn gedaald.

Voor zeer stedelijke gebieden (waaronder Amsterdam, Rotterdam en Den Haag) is het gescheiden inzamelen van gft-afval in het verleden niet succesvol gebleken. De kwaliteit van het ingezamelde gft-afval is veelal te slecht om er compost uit te kunnen produceren. Alleen in wijken, waar de kwaliteit wel voldoende is, wordt de gft gescheiden ingezameld. Voor de overige wijken geldt dat het gft-afval in het restafval terechtkomt. Om de afvalscheiding te verbeteren, onderzoeken deze steden diverse alternatieven zoals:

- Nascheiding van kunststoffen uit het restafval
- Gft-inzamelen, doch deze dan gebruiken als voedselbron voor het kweken van insecten (zie ook vorige pagina) die op hun beurt gebruikt kunnen worden als eiwitvervangers in veevoer (en dus niet voor compost vanwege te slechte kwaliteit)
- Nascheiding van grof huishoudelijk afval

5 Afvalwaterketen - stand van zaken en ontwikkeling

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de stand van zaken van de afvalwaterketen en de ontwikkelingen. Er is onderscheid gemaakt tussen inzameling, transport en verwerking. Tevens wordt kort ingegaan op de organisatie en wetgeving.

5.1 Stand van zaken afvalwaterketen

5.1.1 Wetgeving

Inzameling en transport

In Nederland zijn gemeenten verantwoordelijk voor het inzamelen van het afvalwater en van het afvoeren van hemelwater. De wijze waarop het afvalwatertransport plaatsvindt is niet wettelijk vastgelegd. Om deze reden zijn er verschillende variaties te vinden. In de Waterwet worden wel een aantal zaken wettelijk vastgelegd ten aanzien van de gemeentelijke zorgplichten voor hemelwater (en grondwater). In de Waterwet staat het volgende:

Artikel 3.5:

1. De gemeenteraad en het college van burgemeester en wethouders dragen zorg voor een doelmatige inzameling van het afvloeiend hemelwater, voor zover van degene die zich daarvan ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen, redelijkerwijs niet kan worden gevergd het afvloeiend hemelwater op of in de bodem of in het oppervlaktewater te brengen
2. De gemeenteraad en het college van burgemeester en wethouders dragen tevens zorg voor een doelmatige verwerking van het ingezamelde hemelwater. Onder het verwerken van hemelwater kunnen in ieder geval de volgende maatregelen worden begrepen: de berging, het transport, de nuttige toepassing, het, al dan niet na zuivering, terugbrengen op of in de bodem of in het oppervlaktewater van ingezameld hemelwater, en het afvoeren naar een zuiveringstechnisch werk

Artikel 3.6:

1. De gemeenteraad en het college van burgemeester en wethouders dragen zorg voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet tot de zorg van de beheerder of de provincie behoort

Naast de hemel- en grondwaterzorgplichten in de Waterwet kent de Wet milieubeheer (art. 10.33 Wm) een gemeentelijke zorgplicht voor de doelmatige inzameling en het transport van stedelijk afvalwater.

Hoe de gemeente de drie waterzorgplichten invult, legt zij vast in haar gemeentelijk rioleringsplan (GRP) (art.4.22-4.24 Wm).

Verwerking

In Nederland zijn waterschappen verantwoordelijk voor het verwerken van het door de gemeente ingezamelde afvalwater en hemelwater. De taakbeschrijving van het waterschap is vastgelegd in de Waterschapswet. In de Waterschapswet wordt ook verwezen naar de Waterwet. In beide wetgevingen staat het volgende omschreven:

Waterschapswet - Artikel 1

1. Waterschappen zijn openbare lichamen welke de waterstaatkundige verzorging van een bepaald gebied ten doel hebben
2. De taken die tot dat doel aan waterschappen zijn of worden opgedragen betreffen de zorg voor het watersysteem en de zorg voor het zuiveren van afvalwater op de voet van artikel 3.4 van de Waterwet. Daarnaast kan de zorg voor een of meer andere waterstaatsaangelegenheden zijn of worden opgedragen
3. De zorg voor het watersysteem, bedoeld in het tweede lid, omvat mede het voorkomen van schade aan waterstaatswerken veroorzaakt door muskus- en beverratten, bedoeld in artikel 3.2A van de Waterwet

Waterwet - Artikel 3.4

1. Zuivering van stedelijk afvalwater gebracht in een openbaar vuilwaterriool geschiedt in een daartoe bestemde inrichting onder de zorg van een waterschap. Een zodanige inrichting kan worden geëxploiteerd door het waterschap zelf dan wel door een rechtspersoon die door het bestuur van het waterschap met die zuivering is belast
2. In afwijking van het eerste lid kunnen het bestuur van het betrokken waterschap en de raad van een betrokken gemeente op voorstel van één van beide partijen besluiten, dat de zuivering van daarbij aangewezen stedelijk afvalwater in die gemeente, vanaf een daarbij te bepalen tijdstip, geschiedt in een daartoe bestemde inrichting onder de zorg van die gemeente. Een besluit als bedoeld in de vorige volzin kan slechts worden genomen op grond dat zulks aantoonbaar doelmatiger is voor de zuivering van stedelijk afvalwater

5.1.2 Inzameling

Het afvalwater dat binnen woningen en bedrijven vrijkomt wordt onder vrij verval ingezameld door de binnenriolering. Bij eengezinswoningen 'verlaat' het riool de woning doorgaans met een diameter van rond 125 mm. Dit afvalwater wordt veelal samen met het regenwater dat op de percelen valt, via de perceelriolering onder vrijverval afgevoerd naar het gemeentelijke rioolstelsel.

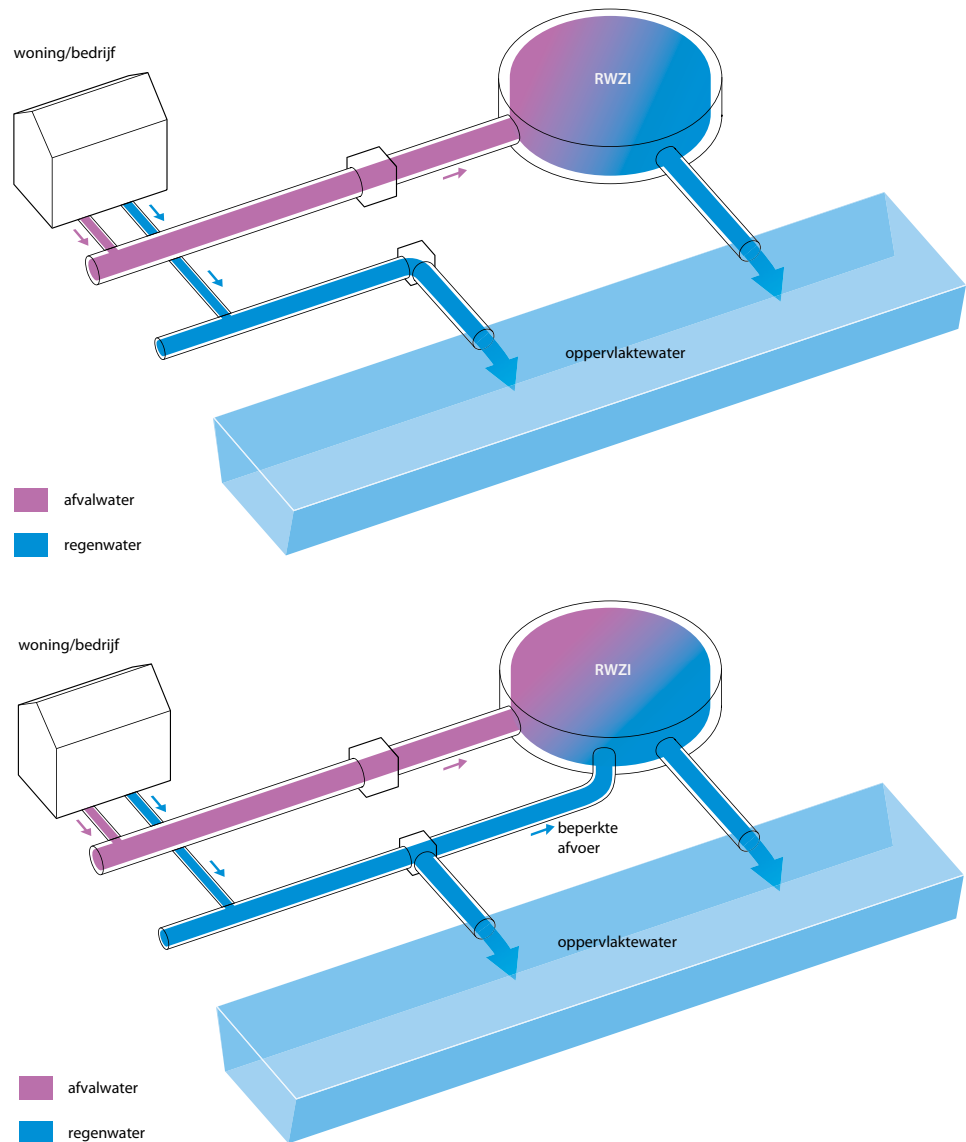
5.1.3 Transport

Het ingezamelde afvalwater in combinatie met regenwater die vrijkomt vanuit de woningen en bedrijven wordt vervolgens geloosd op het gemeentelijk riool. In het gemeentelijk riool wordt het huishoudelijk afvalwater en regenwater verder gemengd met afvalwater en regenwater van bedrijven en voor zover van toepassing afvalwater van industrie. Via het gemeentelijke riool dat veelal zichtbaar is door de grote gietijzeren putdeksels in de weg, wordt ook het afstromende regenwater van de wegen afgevoerd. Het afvalwater en het afstromende regenwater wordt al dan niet via een rioolgemaal afgevoerd naar een rioolwater zuiveringsinstallatie (rwzi). Hoe groter de afstand tussen het gemeentelijk riool en de rwzi, hoe dieper het vrijvervalriool moet worden gelegd. En hoe dieper het riool, hoe duurder de aanleg. Om het afvalwater over grotere afstanden te transporteren worden daarom rioolgemaal en persleidingen toegepast. Persleidingen kunnen namelijk vlak gelegd worden omdat het pompen in het rioolgemaal het water onder druk afvoeren in plaats onder vrijverval. Persleidingen kunnen tot meer dan 10 km lang zijn.

Type rioolstelsels

De eerste rioolstelsels die in Nederland werden aangelegd waren gemengde rioolstelsels. Vanaf circa 1985 worden ook gescheiden en verbeterd gescheiden rioolstelsels aangelegd, waarbij afvalwater en regenwater ingezameld worden in twee gescheiden systemen. Figuur 5.1 presenteert schematisch de verschillen tussen een gescheiden en verbeterd gescheiden riool.

Figuur 5.1 Schematische weergave gescheiden en verbeterd gescheiden riool (bron figuren: Riolering in beeld, uitgave Rioned)



Stichting Rioned heeft recent (2013) een cijfermatig overzicht gemaakt van de riolering en het stedelijk waterbeheer in Nederland. Tabel 5.1 geeft het overzicht weer van de aangelegde hoeveelheid naar stelseltype.

Tabel 5.1 Totale lengte van de hoofdtypen vrijvervalriolering (bron tabel: Riolering in beeld, uitgave Rioned)

Stelseltype	km buis		
Gemengd		51.000	(54%)
Gescheiden		33.000	(35%)
afvalwater (dwa)	15.500		
hemelwater (hwa)	17.500		
Verbeterd gescheiden		10.700	(11%)
afvalwater (dwa)	5.000		
hemelwater (hwa)	5.700		
Totaal vrijverval		94.700	

De lengte vrijvervalriolering bedraagt omgerekend gemiddeld 14,9 m per woning. Jaarlijks wordt circa 825 km riool per jaar vervangen (=0,87 % van het huidige stelsel). Dit percentage past bij de huidige leeftijdsopbouw van de riolering en een technische levensduur van gemiddeld 60 jaar.

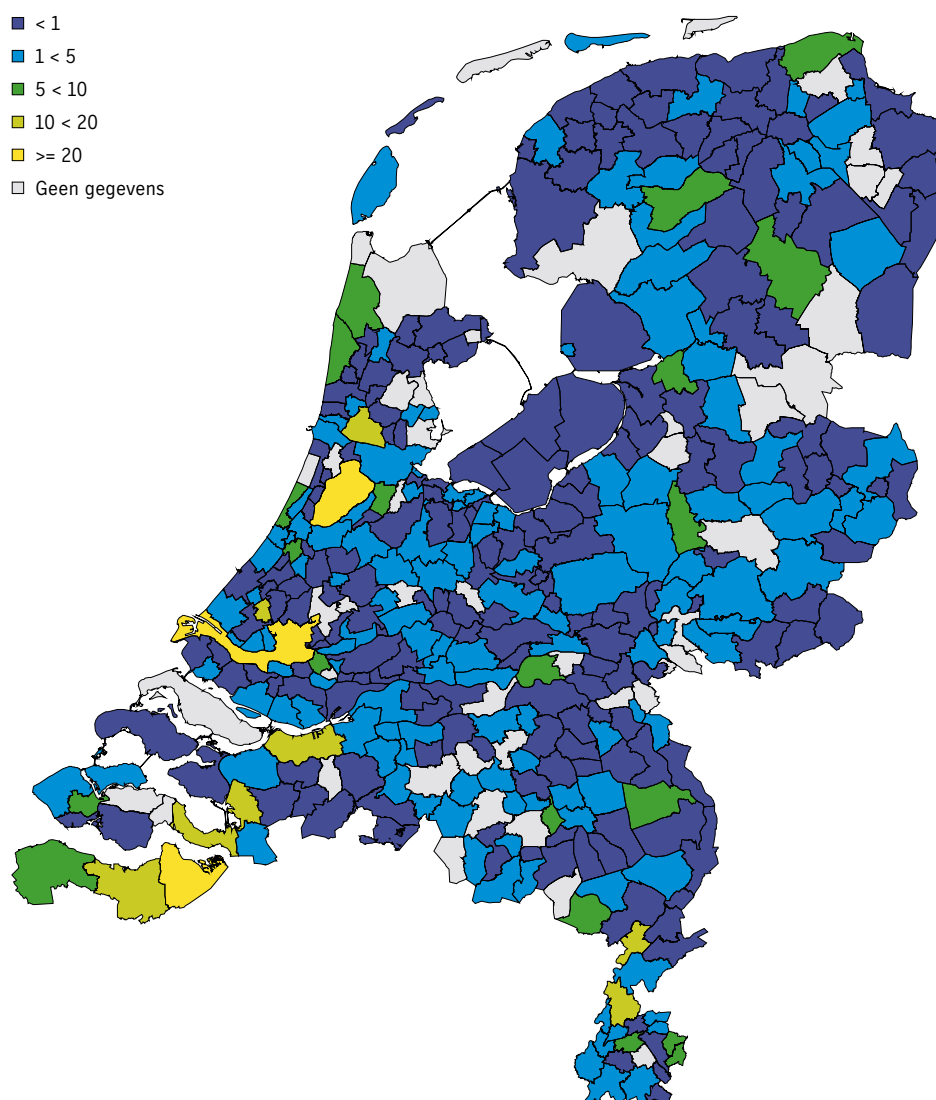
Rioolgemalen (bron: Riolering in beeld, uitgave Rioned)

Er zijn in Nederland in totaal 16.300 tussen- en eindgemalen ten behoeve van het opvoeren en transporteren van afvalwater naar de rioolwaterzuiveringsinstallaties. De gemeenten beheren hiervan 87 % (14.300), de overigen worden beheerd door waterschappen. In totaal

ligt er circa 12.000 km persleidingen waarvan circa 36 % (4.320) in beheer van de gemeenten en de overigen (7.750) worden beheerd door de waterschappen (bron: Zuiver Afvalwater 2012, uitgave Unie van Waterschappen). Gemiddeld zijn er 2,3 gemalen per 1.000 woningen. De groep kleinste gemeenten hebben in verhouding 2,8 keer zo veel gemalen per 100 km als de gemeenten boven de 100.000 inwoners.

Overstorten (bron: Riolering in beeld, uitgave Rioned)

Gemengde rioolstelsels zijn voorzien van overstorten om zodoende afvalwater bij hevige regenbuien af te voeren naar oppervlaktewater. Het aantal overstorten is sinds 2005 afgenomen van 15.000 overstorten naar inmiddels 13.700 overstorten (per kilometer gemengd stelsel zijn er gemiddeld 0,26 overstorten). In Nederland zijn alle risicovolle overstorten (in relatie tot de gezondheid van mens en dier) gesaneerd. Ten opzichte van andere bronnen (zoals landbouw, oppervlakkige afspoeling, verkeer, industrie en rwzi's) dragen riooloverstorten weinig bij aan de belasting van oppervlakte water. Figuur 5.2 presenteert het percentage overstorten dat een knelpunt vormt voor de waterkwaliteit.

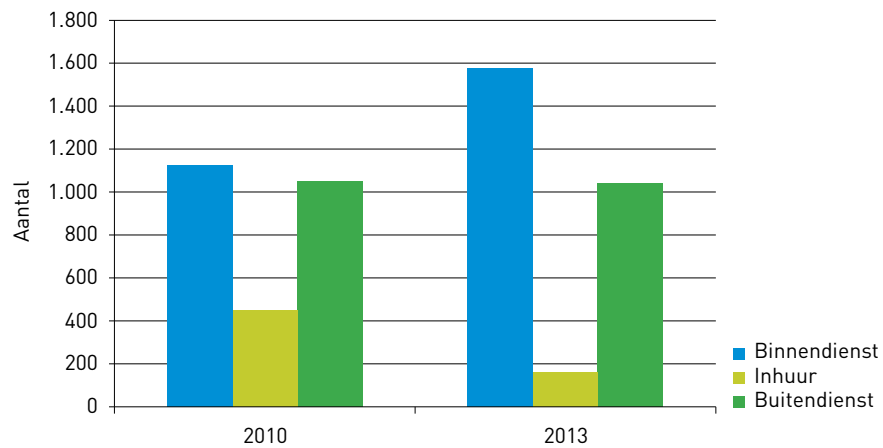


Figuur 5.2 Percentage overstorten dat een knelpunt vormt voor de waterkwaliteit (bron figuur: Riolering in beeld, uitgave Rioned)

Organisatie

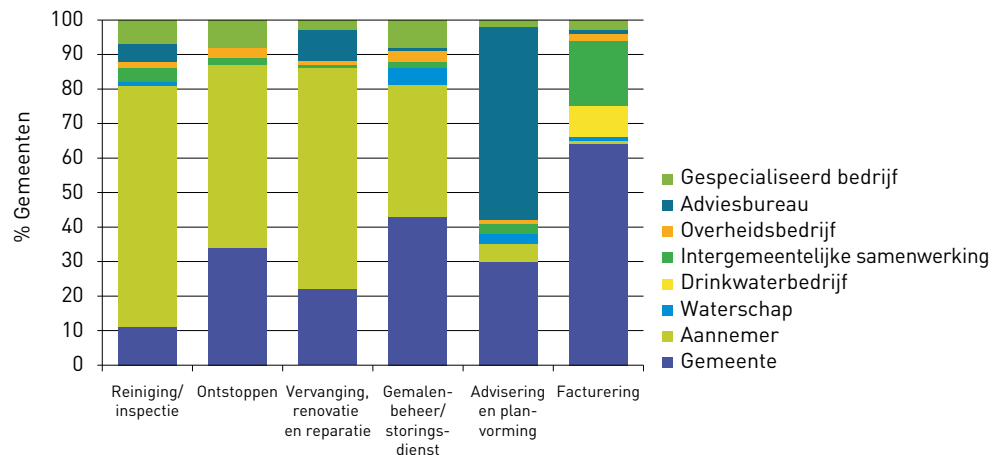
De rioleringszorg wordt hoofdzakelijk uitgevoerd door de gemeentelijke binnendienst en de gemeentelijke buitendienst. Deel vindt externe inhuur plaats. Figuur 5.3 presenteert het aantal formatieplaatsen in Nederland van de binnendienst, inhuur en buitendienst in 2013 en 2010.

Figuur 5.3 De formatie van de binnendienst, inhuur en buitendienst in 2013 en 2010
(bron figuur: Riolering in beeld, uitgave Rioned)



De beheertaken worden door verschillende partijen uitgevoerd. Figuur 5.4 presenteert een overzicht van de verschillende beheertaken met de verdeling naar de uitvoeringspartijen.

Figuur 5.4 Uitvoeringspartijen beheertaken riolering
(bron figuur: Riolering in beeld, uitgave Rioned)

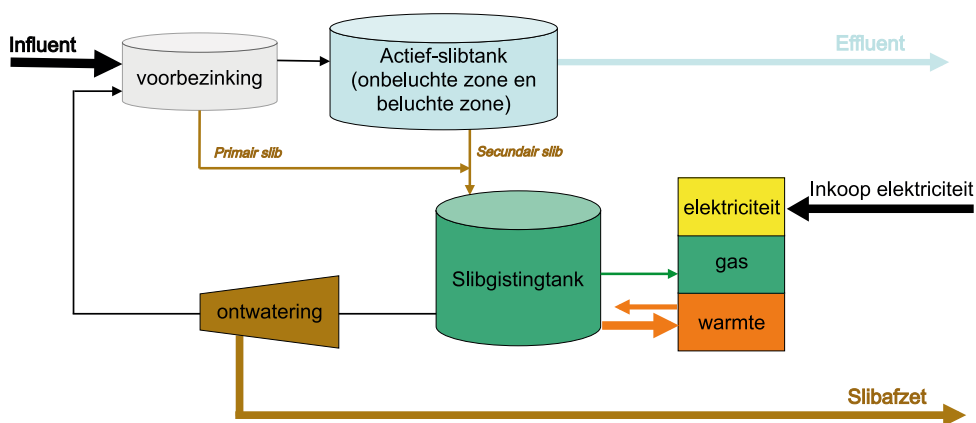


5.1.4 Verwerking

Het ingezamelde afvalwater wordt behandeld op een rwzi. De samenstelling van het afvalwater varieert afhankelijk van het aangesloten gerioleerd gebied (platteland, dorp, stad, industrie), het type rioolstelsel (gescheiden, gemengd, persleiding, vrijverval riool, lengte en helling van het rioolstelsel, staat van het riool: lekkage of drainage) en de diverse lozingen. De verwerking van het afvalwater bestaat in hoofdlijnen uit de volgende stappen:

- Afscheiden grove delen (doorgaans alles groter dan 6 mm wordt middels een rooster afgescheiden)
- Zandverwijdering (doorgaans wordt bij de rwzi's ook zand verwijderd ter voorkoming van extra slijtage van onderdelen)
- Afhankelijk van de grootte van de rwzi wordt optioneel voordat het afvalwater wordt gereinigd voorbezinking plaats. Hierbij ontstaat slib, ook wel primair slib genoemd, dat kan worden vergist
- Reiniging afvalwater met behulp van bacteriën (actiefslib)
- Afscheiding van gereinigd water en actiefslib (in een nabezinktank), het gereinigd water wordt geloosd op lokaal oppervlaktewater
- Spuien van hoeveelheid slib als gevolg van groei actief slib, wordt ook wel secundair slib of spuislib genoemd
- Verdere verwerking van slibhoeveelheid door vergisting en ontwatering (vaak centraal op grotere rwzi's)
- Afzetten van vergist ontwaterd slib naar slibeindverwerker

Het voorgaande is op hoofdlijnen schematisch weergegeven in figuur 5.5. Hierna volgt een verdere toelichting van de werking van de rwzi.



Figuur 5.5 Schematische weergave rwzi op hoofdlijnen

Organisatie

De rwzi's zijn in beheer bij de waterschappen. Figuur 5.6 presenteert een geografisch overzicht van de waterschappen en de waterschapsgrenzen.



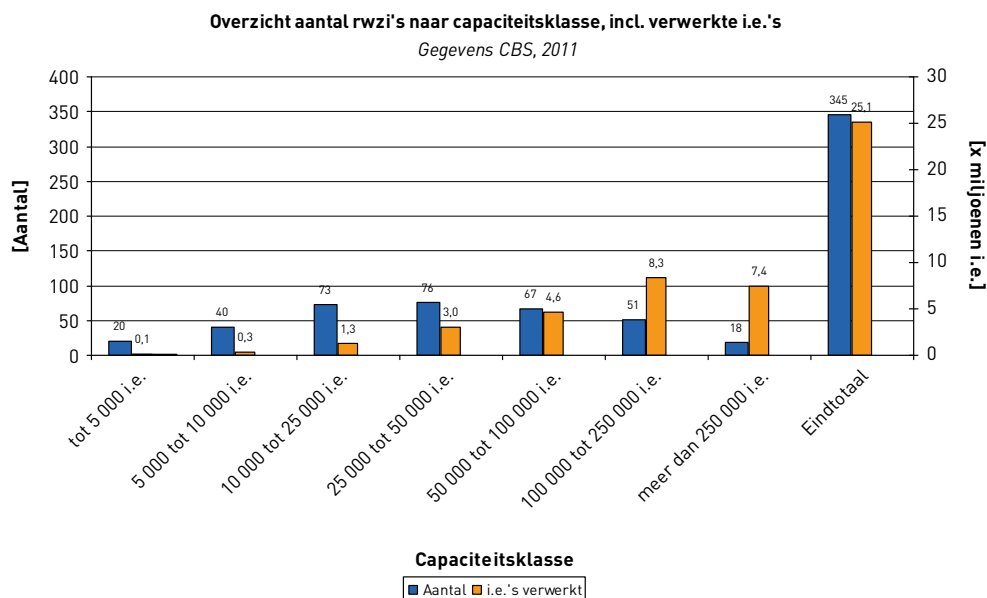
Figuur 5.6 Waterschapsgrenzen anno 2013 (26 waterschappen)

Sinds 2014 is sprake van 25 waterschappen. Waterschap Regge & Dinkel en Velt en Vecht (rechts op de kaart) zijn sinds 1 januari 2014 gefuseerd tot waterschap Vechtstromen.

Rwzi's en slibverwerking

De afgelopen jaren zijn het aantal rwzi's teruggelopen (tendens is dat de rwzi's met een kleine capaciteit worden opgeheven). In het jaar 2005 betrof het aantal rwzi's nog 368 stuks en is dat in het jaar 2011 nog 345 stuks (bron: CBS; 2011 is meest recente data). Figuur 5.7 presenteert een overzicht van het aantal rwzi's naar capaciteitsklasse inclusief de verwerkte i.e.'s. In totaal is in 2011 25,1 miljoen i.e. verwerkt op de rwzi's. In figuur 5.7 is te zien dat de rwzi's groter dan 100.000 i.e. het gros van het aantal i.e.'s verwerkte, te weten 15,7 miljoen i.e. (= circa 63 %).

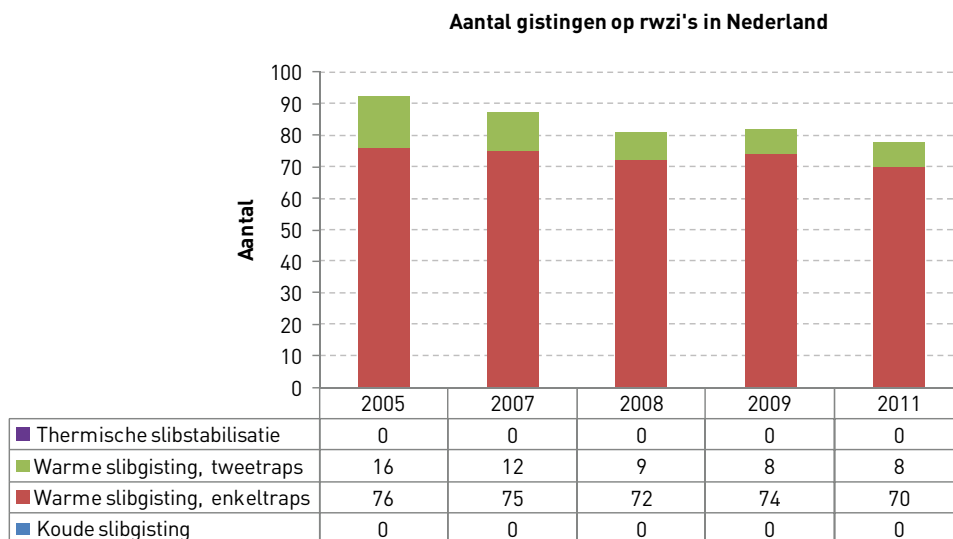
Figuur 5.7 Overzicht aantal
rwzi's naar capaciteitsklasse,
incl. verwerkte i.e.'s



Slibgisting

Het primaire slib dat ontstaat bij de voorbezinking (niet bij alle rwzi's) en het secundaire slib dat ontstaat bij het actief slib proces wordt veelal vergist. De vergistingsinstallaties staan door- gaans centraal op de grotere rwzi's. Slib afkomstig van de rwzi's zonder vergistingsinstallaties wordt doorgaans per tankwag en daar aangevoerd. In figuur 5.8 is het aantal gistinginstallaties voor zuiveringsslib in Nederland weergegeven.

Figuur 5.8 Aantal rwzi's met
gistingen (bron: CBS)

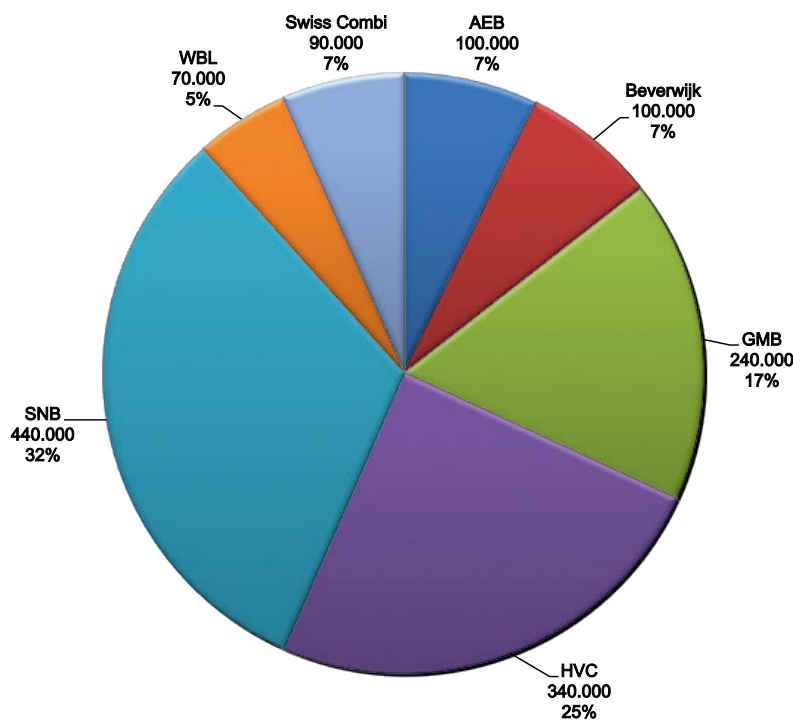


Circa 23 % van de rwzi's heeft een vergistingsinstallatie (78 van de 345 rwzi's in Nederland; 2011 gegevens). Deze rwzi behandelen ruim 50 % van het afvalwater, totaal wordt (inclusief het per tankwag en aangevoerde slib van overige rwzi's) 80 % van het slib vergist in Nederland (bron: Thermische hydrolyse als de motor voor centrale slibverwerking, artikel (in druk) vakblad H₂O).

Het slib dat uit de slibgisting komt wordt door een pers of centrifuge ontwaterd totdat het product steekvast is. Het slib bestaat dan nog grotendeels uit water (circa 75 tot 80 % water, en 25 tot 20 % drogestof). Door de verdergaande ontwatering kunnen de slibtransport- bewegingen naar de slibeindverwerking geminimaliseerd worden.

Slibeindverwerking

De totale hoeveelheid te verwerken zuiveringsslib in Nederland bij de eindverwerkers is circa 1.400.000 ton slibkoek per jaar (cijfers 2012, gemiddeld 24 % droge stof; bron: STOWA- rapport '(Voor)droging van zuiveringsslib in kassen met en zonder restwarmte'. Momenteel is de slibmarkt in handen van de volgende partijen, zie figuur 5.9. De hoeveelheden slib (in ton slibkoek per jaar) die worden verwerkt zijn opgenomen gezamenlijk met het pro- centueel aandeel.



Figuur 5.9 Slibeindverwerkers verdeeld in totale verwerkingshoeveelheid (in ton slibkoek per jaar) en het procentueel aandeel van het totaal slibaanbod

In hoofdlijnen zijn drie wijzen van slibeindverwerking aan de orde:

- Monoverbranding van slib met eventuele opwerking van asrest voor fosfaatterugwinning (SNB en HVC)
- Coverbranding met huishoudelijk afval (AEB)
- Biologisch drogen (GMB)
- Thermisch drogen (Beverwijk, Swiss Combi, WBL)
- Slibeindverwerking met als doel het produceren van een biobrandstof die bijgestookt kan worden in bijvoorbeeld een oven (strategie van GMB, Swiss Combi, WBL)

Het biologisch gedroogde slib van GMB (ook wel biogranulaat genoemd) wordt vervolgens toegepast als secundaire brandstof in kolencentrales in Nederland en/of bruinkoolcentrales in Duitsland. Granulaat van Beverwijk gaat naar de biomassacentrale van HVC in Alkmaar. Gedroogd slib van Swiss Combi en WBL gaat naar de cementindustrie (ENCI). Uiteindelijk wordt dus al het slib verbrand.

5.2 Ontwikkelingen afvalwaterketen

5.2.1 Inzameling

Volgens klimaatscenario's van het KNMI wordt het weer in de toekomst extremer. De meest extreme buiten ooit zijn allemaal in de afgelopen 15 jaar geregistreerd. Alle gemeenten nemen al maatregelen tegen wateroverlast. 90 % van de gemeenten houdt daarbij ook al rekening met toekomstige klimaatontwikkelingen.

Bij nieuwbouw geven veel gemeenten de voorkeur aan het waterbewust inrichten van de bovengrondse omgeving, gevolgd door meer berging in het watersysteem en afkoppelen (hemelwater verwerken waar het valt). In bestaand gebied hebben gemeenten een sterke voorkeur voor afkoppelen (bron: Riolering in beeld, uitgave Rioned).

Een andere ontwikkeling in de inzameling betreft nieuwe sanitatie. Hierbij wordt onder andere gekeken naar het vergaand scheiden van afvalstromen (zie voor meer informatie bijlage 8). Indien nieuwe sanitatie wordt toegepast kan meer biogas worden verkregen. Hierbij wordt het zwartwater (toiletwater) gescheiden gehouden van het grijswater (afkomstig van badkamer, keuken, wasmachine). Het toiletwater wordt ingezameld met vacuümtoiletten om het zo geconcentreerd mogelijk te houden. Op het vacuümsysteem kan dan ook een voedselrestenvermaler worden aangesloten. Door toepassing van vacuümtechniek wordt een zeer geconcentreerde stroom van zwartwater en GF-afval verkregen die direct kan worden vergist. Het grijswater kan op de conventionele wijze worden ingezameld en op het conventionele riool worden afgevoerd. Recent is een dergelijk concept uitgewerkt in het project Nieuwe Sanitatie Apeldoorn II (Stowa-rapport 2013-26).

5.2.2 Transport

Gemengde rioolstelsels worden momenteel niet meer aangelegd. Al vanaf circa 1990 worden in nieuwe stedelijke gebieden gescheiden of verbeterd gescheiden rioolstelsels aangelegd. Als gemengde rioolstelsels vervangen moeten worden, gebeurt dit vaak door gescheiden rioolstelsels. Hierdoor wordt steeds minder regenwater afgevoerd naar de rwzi en wordt het relatief schone regenwater binnen de 'wijk' gehouden. Deze ontwikkeling sluit logischerwijs aan bij de ontwikkeling in de inzameling (zie voorgaande subparagraaf), ofwel het verder afkoppelen van regenwater bij de woningen.

De afgelopen jaren hebben een aantal gemeenten onderzoek laten uitvoeren naar de toepasbaarheid van vacuümriolering. Vacuümriolering lijkt in opmars te zijn in de buitengebieden als vervanger van de persriolering. Dit omdat de verblijftijd in de vacuümriolering korter is en daarmee minder aanslag in het riool en stank optreedt. Toepassing van vacuümriolering lijkt ook kansrijk in gebieden met een slappe bodem. Een groot aantal gemeentes (vooral in het westen van Nederland) hebben te kampen met hoge rioleringskosten door een slechte (slappe) bodem. Nu wordt dit conventioneel opgelost en gecompenseerd (onder andere door extra fundatie, lichtere aanvulmaterialen, et cetera). Door toepassing van vacuümtechniek hebben de riolen een kleinere diameter en zijn van kunststof.

5.2.3 Verwerking

De afgelopen jaren hebben de ontwikkelingen in de afvalwaterketen niet stilgestaan. Waterschappen hebben veelvuldig ingestoken op innovaties als gevolg van het conformeren aan het Nationaal Bestuursakkoord Water, de MeerJarenAfspraak 3 en het Klimaatakkoord. De drijfveer van de innovaties waren voornamelijk toegespitst op:

1. Energiereductie
2. Grondstoffenproductie en beperken van grondstofgebruik
3. Kostenreductie

Deze drie pijlers zijn dan ook terug te vinden in de ondertekende akkoorden.

Ten aanzien van de afspraken en akkoorden hebben een aantal organisaties een visieplannen/-document opgesteld. Het betreft de *Routekaart afvalwaterketen 2030* opgesteld door Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) in samenwerking met de Unie van Waterschappen en *"Op weg naar RWZI 2030"* opgesteld door STOWA.

Naast de visieplannen en documenten zijn er de afgelopen jaren ook al initiatieven geïnitieerd en zijn sommige zelfs al in uitvoering. Hierna volgt welke technieken het meest in de belangstelling staan en in welk opzicht deze technische ontwikkelingen raakvlakken hebben met de visieplannen/-documenten en de afspraken en akkoorden.

In de toekomstvisie staat verduurzaming van de waterketen centraal. Dit wordt bereikt door middel van terugwinning en hergebruik van grondstoffen en het terugdringen van het gebruik van fossiele grondstoffen. Waterschappen zetten in op activiteiten om afval om te zetten in schone grondstoffen, energie en schoon water. De volgende duurzaamheidsaspecten staan momenteel hierbij centraal en zullen dan ook in de volgende paragrafen aan bod komen:

- Energie
- Nutriënten/Grondstoffen

Samengevat zijn de belangrijkste ontwikkelingen op het energiegebied:

- Vergroten van de slibvergistbaarheid door toepassing van voorbehandeling van het te vergisten slib met behulp van hoge druk en hoge temperaturen (bekend als thermische slibontsluiting maar ook als thermische druk hydrolyse). Als gevolg van de hogere vergistbaarheid van het slib neemt de energieproductie toe en de slibafzetkosten af. Dit ligt in het kader van de MJA3, klimaatakkoord en het Nationaal Bestuursakkoord Water. Daarnaast wordt door de betere vergistbaarheid extra capaciteit verkregen in de gisting-installatie dat ruimte biedt voor het vergisten van meer slib of andere organische stromen
- Beperking van het energiegebruik door inzet van meer efficiëntere apparatuur. Dit ligt in het kader van de MJA3 en het klimaatakkoord

Concreet zijn de volgende grondstoffen het meest voor de hand liggend om terug te winnen:

- Voor de slibontwatering kan door toevoeging van magnesiumchloride struviet worden gevormd en worden teruggewonnen. Het gewonnen struviet kan worden gebruikt als kunstmest. Dit ligt in het kader van het klimaatakkoord, maar ook (bij afzet naar landbouw) in het kader van het Nationaal Bestuursakkoord Water
- Vanuit het korrelslib van het Nereda-proces kan Alginaat worden teruggewonnen. Dit kan als verdikkingsmiddel in de farmaceutische industrie, zuivel- en voedingsmiddelen-industrie worden gebruikt. Dit ligt in het kader van het klimaatakkoord
- Door toepassing van voorbehandeling van het ruw afvalwater met behulp van een fijnzeef kan cellulose worden teruggewonnen die na verwaarding ingezet kan worden als bijvoorbeeld isolatiemateriaal, (bio)ethanol, afdruipremmers of polymelkzuur. Dit ligt in het kader van het klimaatakkoord

Slibeindverwerking

Veel waterschappen overwegen een verdere benutting van de slibgisting door introductie van voorbehandeling van het te vergisten slib. Het gevolg hiervan is dat de slibontwaterbaarheid toeneemt en een drogestofgehalte van 30 % kan worden gerealiseerd. Voor de slibeindverwerkers zal dit gaan betekenen dat ten behoeve van de slibdroging minder energie nodig is (voordeel). Echter, als gevolg van het vergroten van de vergistbaarheid van het slib neemt de organische hoeveelheid drogestof af en neemt hierdoor de energie die vrijkomt bij de verbranding tevens af (nadeel). Sommige slibeindverwerkers ondervinden – door de daling van de hoeveelheid organische slib – zoveel hinder dat ze in de contractvorming hebben opgenomen dat het geleverde slib tenminste een bepaald percentage organisch slib moet bevatten.

Slib heeft als drager van energie momenteel veel aandacht. Momenteel worden in Nederland studies uitgevoerd naar alternatieve eindverwerkingstechnieken. Hierbij kan gedacht worden aan:

- Superkritisch vergassen (300 bar en 450 – 700 °C)
- Pyrolyse/vergassen (1 bar en 850 °C)
- PAD droging ('Pulverised Air Dryer')
- Kassendroging

Er is veel aandacht voor het drogen van slib met restwarmte, waarna het gedroogde slib (verkregen door bijvoorbeeld kassendroging) vervolgens wordt afgezet als biobrandstof (bij een kolencentrale of AEC). Dit is gunstig voor het klimaatakkoord en MJA3. Bij afzet als biobrandstof is er echter geen terugwinning van fosfaat mogelijk. Voor fosfaatterugwinning uit slib is op dit moment alleen monoverbranding of vergassing een mogelijkheid.

Daarnaast onderzoekt slibeindverwerker GMB of het ook mogelijk/haalbaar is om hun gehygiëniseerde biogranulaat als organische meststof in de landbouw te brengen (bron: Alles is maatwerk, uitgave van GMB Bioenergie, 2013).

De 'slibmarkt' is momenteel behoorlijk in beweging en het is vooralsnog niet duidelijk welke richting het zich op zal gaan bewegen.

6 Afvalketen – duurzaamheid

Navolgend hoofdstuk gaat nader in op kentallen in de afvalketen in kader van duurzaamheid. Deze kentallen dienen als informatie/basis voor de nog uit te voeren LCA.

6.1 Inzameling en transport

Het aangeleverde afval bij de afvalverwerker en de toegepaste technieken van afvalverwerking in Nederland zijn verschillend. Om binnen het kader van deze studie te blijven is alleen gekeken naar de afvalverwerkingstechnieken waar mogelijk of voornamelijk GF(T)-afval in zit. Voor de verwerking van het GF(T)-afval worden de volgende afvalbeheersalternatieven gescheiden:

1. (T)-afval gemengd met restafval en afvoeren naar een:

1A. afvalenergiecentrale (AEC), of naar een

1B. vergistingsinstallatie (afval wordt ter plaatse gescheiden en gewassen, SWV-concept),

2. Gescheiden inzamelen van GF(T)-afval en restafval en GF(T)-afval afvoeren naar een:

2A. composteringsinstallatie of

2B. vergistingsinstallatie

Het GF(T)-afval kan ook vergast worden, maar dit wordt in Nederland nog niet toegepast⁵. Bovendien bestempeld men dit afvalbeheersalternatief ook als een alternatief dat niet serieus zal worden opgepakt in de toekomst. Derhalve zal niet nader worden ingegaan op dit afvalbeheersalternatief.

De hoeveelheid transportbewegingen en de af te leggen afstanden zijn eveneens afhankelijk van het gekozen afvalbeheersalternatief. In het Landelijk AfvalbeheersPlan (ook bekend als LAP) is een beschouwing opgenomen over het bepalen van de transportafstanden, zie navolgend kader:

MER-LAP, achtergronddocument A14; uitwerking GFT-afval – paragraaf 4.2

Voor het inschatten van de transportafstanden is derhalve gekeken naar marktpotentie van het betreffende alternatief. Met andere woorden, naarmate de verwachting is dat op meerdere plaatsen de betreffende techniek kan worden uitgevoerd, worden de transportafstanden kleiner. Dit geldt evenzeer voor de aanvoer van bedrijfsmiddelen en afzet van stromen naar recycling bedrijven.

In het kader van deze studie wordt derhalve uitgegaan van de in tabel 4.2 opgenomen transportafstanden(heen en terug). Hierbij wordt uitgegaan van ‘aantal locaties’ hetgeen betekent: aantal verwerkers, aantal leveranciers bedrijfsmiddelen, aantal afzetkanalen reststromen, et cetera. Als ondergrenskiezen we een afstand van 35 km. Per geval worden, wanneer daar aanleiding voor is, specifieke uitzonderingen van deze tabel expliciet gemotiveerd. Dit geldt bijvoorbeeld voor stoffen als veen (import).

AANTAL LOCATIES	transportafstand (km)
1	150
2	100
3-5	75
6-10	50
11-15	40
>15	35

Uitgaande van de bestaande situatie met 11 AEC's en circa 30 composteerinstallaties zou voor de “integraal inzamelen en AEC” 40 km aangehouden moeten worden en voor bijvoorbeeld “gescheiden inzamelen en composteren” 35 km (zie tabel 4.2). In dit MER wordt er voor gekozen om ook voor de andere drie opties uit te gaan van 35 km, hierbij aannemende dat deze verwerkingsopties in het algemeen qua schaalgrootte kleiner zijn dan de AEC en dus het afval meer uit de eigen regio zullen betrekken. Alleen voor “integraal inzamelen en AEC” wordt derhalve 40 km aangehouden en voor alle andere opties 35 km.

5 Het vergassen van gft-afval wordt nog niet toegepast. EPZ heeft bij de Amercentrale een houtvergasser gerealiseerd, waarmee momenteel praktijkervaring wordt opgedaan.

Naast de daadwerkelijke inzameling van het afval zijn er ook transportbewegingen voor het afvoeren van de (bij)producten en reststoffen. Ook hier geldt dat de afstand en de hoeveelheid te vervoeren (bij)product en reststoffen afhankelijk is van het afvalbeheersalternatief. Hierna volgt een samenvatting van hetgeen in de Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan (MER-LAP) staat opgenomen.

De aan- en afvoerhoeveelheden van de verschillende afvalbeheersalternatieven zijn in bijlage 14 illustratief samengevat. Eveneens is paragraaf de afvalbeheersalternatief illustratief samengevat.

In het MER-LAP is als functionele eenheid gekozen voor een ton gft-afval met daarin 5 % verontreiniging. Een ton gft-afval bestaat in deze aanpak dus uit ongeveer 950 kg gft en 50 kg papier, plastic, karton (en eventueel wat metalen). Voor de afvalbeheersalternatieven waarbij de inzameling van gft-afval gemengd is met restafval slaan de getallen ook op de specifieke gft-fractie en heeft deze een samenstelling zoals hiervoor genoemd.

6.1.1 Gft-afval gemengd met restafval en verwerking in een afvalenergiecentrale

Het gft-afval wordt eens per twee integraal met het overig huishoudelijk afval ingezameld en vervolgens vervoerd naar de afvalverwerkingsinrichting. Aangenomen is dat het transport naar de inrichting plaatsvindt in bulk (28 ton/vracht).

Bij dit afvalbeheersalternatief vindt – naast het transport welke gemoeid is voor de inzameling – transport plaats voor:

- Het afvoeren van reststoffen (slakken, vliegas en rookgasreinigingsresidu)
- Hulpstoffen (gebruik van chemicaliën bij de rookgasreiniging, natronloog, ammonia-oplossing en kalk)

Daarnaast worden ook grondstoffen geproduceerd en kan hiervoor met het aantal vermeden transportkilometers worden gerekend. Het betreft de transportkilometers van:

- Zand (slakken worden nuttig toegepast, dus geen winning in Noordzee en/of IJsselmeer)
- Afdekzand (nuttig toepassing van rookgasreinigingsresidu waardoor ook geen zand vanuit Noordzee en/of IJsselmeer hoeft te worden gewonnen)

De uitkomsten qua transporthoeveelheden zijn samengevat in onderstaande tabel.

MATERIAAL	normaal			andere samenstelling		
	kg	afstand (km)	tkm	kg	afstand (km)	tkm
gft-afval (in integraal huisvuil)	1000	40	40	1000	40	40
slakken	166,7	75	12,5	166,7	75	12,5
vliegas	13,3	130	1,73	13,3	130	1,73
rookgasreinigingsresidu	1,73	50	0,086	4,12 50	0,206	
afdekzand (stort rgrr)	1,30	35 (land) 50 (water)	0,045 0,065	3,09	35	0,108 0,155
vermeden zand (toepassing AVI slak)	166,7	35 (land) 50 (water)	5,83 8,34	166,7	35 (land) 50 (water)	5,83 8,34
bedrijfsmiddelen (2)	2,0	75	0,150	2,0	75	0,150
kalk	0,71	600 (w) 50 (as)	0,036 0,428	2,33	600 (w) 50 (as)	0,116 0,140

Tabel 6.1 Transport en vermeden transport per ton gft-afval
(bron tabel: Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

1) zie toelichting boven de tabel.

2) het betreft de som van natronloog (20%) en ammonia-oplossing (25%); zie tabel 6.5



6.1.2 Gft-afval gemend met ander huishoudelijk afval en verwerking in een vergistingsinstallatie

Het gft-afval wordt eens per twee, samen met ander huishoudelijk afval, ingezameld en vervolgens vervoerd naar de afvalverwerkingsinrichting. Aangenomen is dat het transport naar de inrichting plaatsvindt in bulk (28 ton/vracht).

Het afval wordt gescheiden in de volgende fracties: een te verbranden fractie (RDF), metalen, een papier/kunststof-fractie (PKF) en een organische natte fractie (ONF). De RDF wordt afgevoerd naar een AEC. Het aandeel PKF is relatief klein en is niet nader gespecificeerd. Bij dit afvalbeheersalternatief vindt – naast het transport welke gemoeid is voor de inzameling – transport plaats voor:

- Het afvoeren van reststoffen (te verbranden fractie (RDF), ontwaterd digestaat, zand/inert materiaal)
- Reststoffen AEC (slakken, vliegias en rookgasreinigingsresidu)
- Hulpstoffen t.b.v. waterzuivering (gebruik van chemicaliën bij de rookgasreiniging, natronloog, ammonia-oplossing en kalk)
- Hulpstoffen t.b.v. AEC (gebruik van chemicaliën bij de rookgasreiniging, natronloog, ammonia-oplossing en kalk)

Daarnaast worden - door de verbranding van ontwaterd digestaat en RDF – ook grondstoffen door de AEC geproduceerd en kan hiervoor met het aantal vermeden transportkilometers worden gerekend. Het betreft de transportkilometers van:

- Zand (slakken worden nuttig toegepast, dus geen winning in Noordzee en/of IJsselmeer)
- Afdekzand (nuttig toepassing van rookgasreinigingsresidu waardoor ook geen zand vanuit Noordzee en/of IJsselmeer hoeft te worden gewonnen)

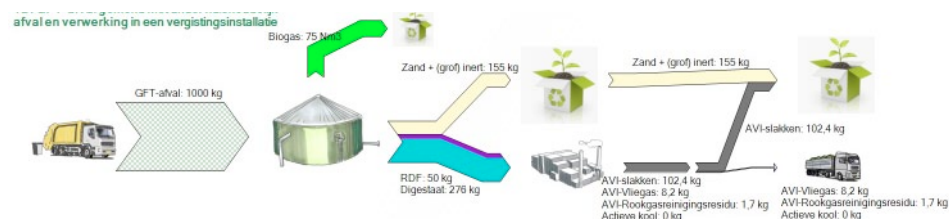
De uitkomsten qua transporthoeveelheden zijn samengevat in navolgende tabel.

Tabel 6.2 Transport en vermeden transport per ton gft-afval (bron tabel: Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

MATERIAAL	normaal			andere samenstelling		
	kg	afstand (km)	tkm	kg	afstand (km)	tkm
gft-afval (in integraal huisvuil)	1000	40	40	1000	40	40
RDF en digestaat	326	40	13,04	326	40	13,04
zand/inert	155	35	5,43	155	35	5,43
AVI-slakken	102,4	75	7,68	102,4	75	7,68
AVI-vliegias	8,2	130	1,07	8,2	130	1,07
rookgasreinigingsresidu	1,73	50	0,086	4,12	50	0,206
afdekzand (stort rgrr)	1,30	35 (land) 50 (water)	0,045 0,065	3,09	35	0,108 0,155
vermeden zand (toepassing AVI slak en zand/inert)	267,4	35 (land) 50 (water)	9,36 13,37	267,4	35 (land) 50 (water)	9,36 13,37
bedrijfsmiddelen [2]	1,94	75	0,146	1,94	75	0,146
kalk	0,71	600 (w) 50 (as)	0,036 0,428	2,33	600 (w) 50 (as)	0,116 0,140

1) zie toelichting boven de tabel.

2) het betreft de som van natronloog (20%) en ammonia-oplossing (25%); zie tabel 8.5



6.1.3 Gescheiden inzamelen van GF(T)-afval en restafval en GF(T)-afval afvoeren naar een composteringsinstallatie

Het gft-afval wordt eens per twee weken, samen met ander huishoudelijk afval, ingezameld en vervolgens vervoerd naar de afvalverwerkingsinrichting. Aangenomen is dat het transport naar de inrichting plaatsvindt in bulk (28 ton/vracht). De getallen welke genoemd staan in tabel 6.3 zijn voor het ingezamelde gft-afval (gemiddelde samenstelling hiervan is opgenomen in paragraaf 3.1).

Bij dit afvalbeheersalternatief vindt – naast het transport welke gemoeid is voor de inzameling – transport plaats voor:

- Het afvoeren van producten (compost)
- Het afvoeren van reststoffen (residu vanuit voorbewerking wordt verbrand, residu vanuit compostnabewerking wordt gestort)
- Reststoffen AEC (slakken, vliegas en rookgasreinigingsresidu)
- Hulpstoffen t.b.v. AEC (gebruik van chemicaliën bij de rookgasreiniging, natronloog, ammonia-oplossing en kalk)

Daarnaast worden – door de verbranding van residu vanuit nascheiding gisting – ook grondstoffen door de AEC geproduceerd en kan hiervoor met het aantal vermeden transportkilometers worden gerekend. Het betreft de transportkilometers van:

- Productvervanging (inzet van compost als vervanging van dierlijk mest, kunstmest, veen)
- Zand (slakken worden nuttig toegepast, dus geen winning in Noordzee en/of IJsselmeer)
- Afdekzand (nuttig toepassing van rookgasreinigingsresidu waardoor ook geen zand vanuit Noordzee en/of IJsselmeer hoeft te worden gewonnen)

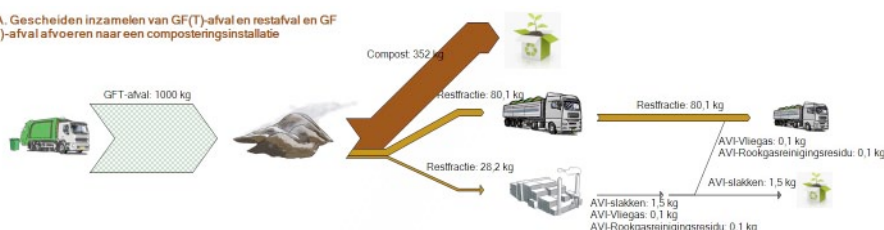
De uitkomsten qua transporthoeveelheden zijn samengevat in navolgende tabel.

MATERIAAL	kg per ton gft-afval	afstand (km)	normaal	andere samenst.	hoogw. verv.	laagw. verv.
gft-afval	1000	35	35	35	35	35
compost	352	35	20,4	20,4	20,4	20,4
residu naar stort	80,1	35	2,8	2,8	2,8	2,8
residu naar AVI	28,2	40	1,13	1,13	1,13	1,13
AVI-slak	1,48	75	0,11	0,11	0,11	0,11
AVI-vliegas	0,12	130	0,02	0,02	0,02	0,02
AVI-rookgasreinigingsresidu	0,05	50	0,003	0,003	0,003	0,003
NaOH (20%) en NH ₄ OH (25%)	0042	75	0,003	0,003	0,003	0,003
kalk	0,030	600 (w) 50 (as)	0,02 0,001	0,02 0,001	0,02 0,001	0,02 0,001
afdekzand (stort rgrr)	0,038	35 (land) 50 (water)	0,001 0,002	0,001 0,002	0,001 0,002	0,001 0,002
vermeden zand (toepassing AVIslak)	1,48	35 (land) 50 (water)	0,05 0,07	0,05 0,07	0,05 0,07	0,05 0,07
vermeden veen	103 [1]	1000	103	103	146	59
vermeden kunstmest	2,17 [2]	75	0,16	0,16	0,26	0,13
vermeden dierlijke mest	341 [3]	0	0	0	0	0

Tabel 6.3 Transport en vermeden transport per ton gft-afval (bron tabel: Milieueffectrapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

- 1) Geldt voor niet voor “hoogwaardiger vervanging” (146) en “laagwaardiger vervanging” (59)
- 2) Geldt voor niet voor “hoogwaardiger vervanging” (3,47) en “laagwaardiger vervanging” (1,75)
- 3) Geldt voor niet voor “hoogwaardiger vervanging” (546) en “laagwaardiger vervanging” (273)

2A. Gescheiden inzamelen van GF(T)-afval en restafval en GF(T)-afval afvoeren naar een composteringsinstallatie



6.1.4 Gescheiden inzameling en vergisting van gft-afval

Het gft-afval wordt eens per twee weken gescheiden ingezameld en vervolgens vervoerd naar de afvalverwerkingsinrichting. Aangenomen is dat het transport naar de inrichting plaatsvindt in bulk (28 ton/vracht). De getallen welke genoemd staan in tabel 6.4 zijn voor het ingezamelde gft-afval (gemiddelde samenstelling hiervan is opgenomen in paragraaf 3.1).

Bij dit afvalbeheersalternatief vindt - naast het transport welke gemoeid is voor de inzameling - transport plaats voor:

- Het afvoeren van producten (nagereinigd compost)
- Het afvoeren van reststoffen (residu vanuit nascheiding gisting)
- Reststoffen AEC (slakken, vliegas en rookgasreinigingsresidu)
- Hulpstoffen t.b.v. AEC (gebruik van chemicaliën bij de rookgasreiniging, natronloog, ammonia-oplossing en kalk)

Daarnaast worden - door de verbranding van residu vanuit nascheiding gisting - ook grondstoffen door de AEC geproduceerd en kan hiervoor met het aantal vermeden transportkilometers worden gerekend. Het betreft de transportkilometers van:

- Productvervanging (inzet van compost als vervanging van dierlijk mest, kunstmest, veen)
- Zand (slakken worden nuttig toegepast, dus geen winning in Noordzee en/of IJsselmeer)
- Afdekzand (nuttig toepassing van rookgasreinigingsresidu waardoor ook geen zand vanuit Noordzee en/of IJsselmeer hoeft te worden gewonnen)

De uitkomsten qua transporthoeveelheden zijn samengevat in navolgende tabel.

Tabel 6.4 Transport en vermeden transport per ton gft-afval (bron tabel: Milieueffectrapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

MATERIAAL	kg per ton gft-afval	afstand (km)	normaal	andere samenst.	hoogw. verv.	laagw. verv.
gft	1000	35	35	35	35	35
compost	407	35	14,4	14,4	14,4	14,4
residu naar AVI	53,5	40	2,1	2,1	2,1	2,1
AVI-slak	2,8	75	0,2	0,2	0,2	0,2
AVI-vliegas	0,22	130	0,03	0,03	0,03	0,03
AVI-rookgasreinigingsresidu	0,099	50	0,005	0,005	0,005	0,005
afdekzand (stort rgrr)	0,074	35 (land) 50 (water)	0,003 0,004	0,003 0,004	0,003 0,004	0,003 0,004
vermeden zand (toepassing AVI-slak)	2,8	35 (land) 50 (water)	0,1 0,14	0,1 0,14	0,1 0,14	0,1 0,14
vermeden veen	33,8 (1)	1000	33,8	33,8	33,8	0
vermeden kunstmest	4,41 (2)	75	0,33	0,33	0,54	0,13
vermeden dierlijke mest	788 (3)	0	0	0	0	0

1) Geldt voor niet voor "hoogwaardiger vervanging" (67,6) en "laagwaardiger vervanging" (0)

2) Geldt voor niet voor "hoogwaardiger vervanging" (7,18) en "laagwaardiger vervanging" (1,76)

3) Geldt voor niet voor "hoogwaardiger vervanging" (1262) en "laagwaardiger vervanging" (316)

2B. Gescheiden inzameling en vergisting van GFT-afval



6.2 Verwerking

Vanaf het jaar 2003 is er een Landelijk Afvalbeheerplan in werking. Een belangrijk onderdeel in dit plan zijn de sectorplannen voor afvalstoffen. In deze sectorplannen staat de gewenste wijze van beheer per afvalstoffen beschreven. De be-/verwerking van een afvalstof moet voldoen aan de minimum standaard die in een sectorplan is aangegeven. Dit minimum standaard wordt mede vastgesteld op basis van een Levens Cyclus Analyse (LCA). Voor de sectorplannen zijn LCA's uitgevoerd waarin, per afvalstof, de diverse alternatieve be-/verwerkingstechnieken worden beoordeeld. Ten behoeve van een LCA worden de uitgangspunten van deze be-/verwerkingstechnieken geïnventariseerd. Deze uitgangspunten hebben een uiterst belangrijk aandeel in het uiteindelijke resultaat. Recentelijk zijn de uitgangspunten van de betreffende LCA's geactualiseerd. Deze resultaten zijn terug te vinden in het Tauw-rapport "LCA's in afvalbeleid".

Net als in voorgaande paragraaf zijn voor de verwerking van het GF(T)-afval de volgende afvalbeheersalternatieven gescheiden:

1. Gf(t)-afval gemengd met restafval en afvoeren naar een:
 - 1A. afvalenergiecentrale (AEC), of naar een
 - 1B. vergistingsinstallatie (afval wordt ter plaatse gescheiden en gewassen, SWV-concept),
2. Gescheiden inzamelen van gf(t)-afval en restafval en gf(t)-afval afvoeren naar een:
 - 2A. composteringsinstallatie of
 - 2B. vergistingsinstallatie

Hierna volgt een samenvatting van hetgeen in de Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan (MER-LAP) staat opgenomen. De betreffende geactualiseerde getallen zijn waar nodig vermeld.

6.2.1 Gft-afval gemengd met restafval en verwerking in een afvalenergiecentrale

Rekening moet worden gehouden met:

- Het energieverbruik en de energieproductie van de AEC
- Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen
- Het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- Het vermeden energieverbruik door gebruik van secundaire grondstoffen

Het energieverbruik en de energieproductie van de AEC

Een gemiddelde AEC verbruikt ongeveer 100 kWh elektrische energie per ton restafval. Daarnaast kan bij een gemiddelde stookwaarde van 10,5 MJ/kg restafval (inclusief het aandeel gft) circa 750 kWh elektrische energie per ton huishoudelijk restafval worden teruggewonnen (ongeveer 26 %). Omdat de calorische waarde van gft-afval veel lager is, zal de gemiddelde energievraag van de rookgasreiniging afnemen. Het energieverbruik wordt ingeschat op 50 kWh per ton gft-afval.

De exacte toerekening van de geproduceerde energie dient plaats te vinden op basis van de calorische waarde van het te verstoffen afval. Voor gft-afval wordt de calorische waarde geschat op ongeveer 3,2 MJ/kg⁶. Feitelijk is deze warmte-inhoud zo laag dat redelijkerwijs niet kan worden verondersteld dat gft-afval nog een werkelijk bijdrage levert aan de energieproductie van de AEC. Het stoken van een AEC met afval van een dergelijke lage stook waarde zal in praktijk niet eens als goed zelfstandig verbrandingsproces blijven lopen. Als uitgangspunt wordt, gelet op deze lage stookwaarde van gft-afval, dan ook afgezien van het toerekenen van een bijdrage van de elektriciteitsproductie aan gft-afval. Teneinde de relevantie van deze keuze op de uitkomst van de LCA-vergelijking te kunnen toetsen is als gevoeligheidsanalyse een deel van de energieproductie aan gft-afval toegerekend op basis van het hierboven genoemde bruto-rendement van de AEC. Uitgaande van een calorische waarde van 3,2 GJ/ton en een bruto elektrisch rendement van 26 % levert dit bruto 231 kWh elektriciteit per ton gft-afval.

6 $0,4 * 11,3 - 0,6 * 2,26$. Hierin geldt:
0,4 staat voor 40 % drogestof
11,3 staat voor stookwaarde drogestof
0,6 staat voor 60 % water
2,26 staat voor verdampingswaarde water

Het voorgaande is samengevat in tabel 6.5.

Tabel 6.5 Eenrgiegebruik en productie per ton gft-afval
(bron tabel: Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

	normaal	toch toerekenen van energie
gebruik (kWh/ton)	50	50
productie (kWh/ton)	0	231

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen

De reststoffen welke bij de verbranding over blijven zijn: het vlieggas en rookgasreinigingsresidu.

- Voor het vlieggas gaat het om 5,2 kWh (voor de menger) en 87 MJ (voor het opbrengen van het immobilisaat) per ton vlieggas, ofwel 0,07 kWh en 1,16 MJ per ton gft-afval
- Voor het rookgasreinigingsresidu gaat het om 60 MJ (voor het opbrengen van het residu) en 45 MJ (voor aanbrengen afdeklaag) per ton rookgasreinigingsresidu. Per ton gft-afval is dit in de normale situatie (1,73 kg residu) in totaal 0,18 MJ en in de gevoeligheidsanalyse “andere samenstelling” (dus 4,12 kg rookgasreinigingsresidu) 0,43 MJ

Het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen

De slakken kunnen zonder verdere bewerking worden gebruikt en het energieverbruik voor het opbrengen van de slakken zal gelijk zijn aan het vermeden energieverbruik voor het opbrengen van zand. Het is niet duidelijk welk vermeden energieverbruik hiervoor is gehanteerd.

Volgens een infoblad van AgentschapNL (thans RVO) is de gemiddelde stookwaarde van het gft-afval dat nog ongescheiden in het restafval aanwezig is 1,51 MJ/kg.

Als gft gescheiden wordt ingezameld en verwerkt, is de opbrengst aan energie en waardevolle stoffen door vergisten en composteren hoger. De stookwaarde van gescheiden gft bedraagt volgens het infoblad van AgentschapNL gemiddeld over het jaar 2,5 MJ/kg:

- Ongeveer tweederde tuinafval met een stookwaarde van 3,1 MJ/kg
- Ongeveer eenderde keukenafval met een stookwaarde van 1,36 MJ/kg

6.2.2 Gft-afval gemengd met ander huishoudelijk afval en verwerking in een vergistingsinstallatie

Rekening moet worden gehouden met:

- Het energieverbruik en de energieproductie van de SWV-installatie
- Het energieverbruik bij de zuivering van afvalwater
- De energieproductie van de AEC waar de RDF en het digestaat worden verbrand
- Het energieverbruik bij het storten van reststoffen (rookgasreinigingsresidu AEC)
- Het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen (AEC-slakken, AEC-vlieggas, zand/inert)
- Het vermeden energieverbruik door de productie van secundaire grondstoffen (AEC-slakken, AEC-vlieggas, zand/inert)

Het energieverbruik en de energieproductie van de SWV-installatie

Bij de Vagron is de bruto elektriciteitsproductie 190 kWh_e/ton ONF. Uit gft-afval wordt dan per ton 151 kWh_e⁷ verkregen. Om ONF te verkrijgen uit grijs afval is in het scheidingsproces 8 kWh_e per ton integraal ingezameld huishoudelijk afval nodig, per ton gft-afval is dat dus 3,2 kWh_e (aandeel te wassen ONF is 0,40 ton/ton huishoudelijk afval, dus $8 \cdot 0,4$). Voor de was- en vergistingsinstallatie is 18 kWh_e per ton integraal ingezameld huishoudelijk afval nodig. Gelet op het feit dat het alleen de ONF-fractie uit voor deze energieconsumptie verantwoordelijk is, wordt hier voor gft-afval een correctiefactor van 0,95/0,4 gehanteerd. Deze factor is gebaseerd op 0,40 ton te wassen ONF per ton integraal ingezameld huishoudelijk afval en 0,95 ton te wassen ONF per ton gft-afval. De netto elektriciteitsproductie komt daarmee op $151^8 - 3,2 - (0,95/0,4 \cdot 18) = 105$ kWh_e per ton gft-afval.

⁷ Uit 1 ton gft-afval volgt na afscheiding van 5% RDF en 15,5% inert 0,795 ton te vergisten ONF.

Met een bruto elektriciteitsproductie per ton ONF is dit dus per ton gft-afval 151 kWh_e ($0,795 \cdot 190$).

⁸ In de originele berekening staat 143 in plaats van 151. Dit is niet correct.

Het RDF wordt afgezet naar de AEC. Voor de AEC zijn de daarvoor geldende rendementen aangehouden, zie ook subkop "1A. Gft(-afval) gemengd met restafval en verwerking in een afval-energiecentrale". De calorische waarde van RDF is rond de 18,5 MJ/kg. Voor 50 kg RDF per ton gft-afval en een bruto elektrisch rendement van 26 % levert dit bruto 67 kWh elektriciteit per ton gft-afval ($50 \cdot 0,26 \cdot 18,5/3,6$).

Voor het digestaat wordt uitgegaan van een stookwaarde van 5 MJ/kg. Feitelijk is deze warmte-inhoud zo laag dat redelijkerwijs niet kan worden verondersteld dat dit materiaal werkelijke bijdrage levert aan de energieproductie van de AEC. Voor de gevoeligheidsanalyse wordt dit wel meegenomen. Voor 276 kg digestaat per ton gft-afval betekent dit $276 \cdot 0,26 \cdot 5/3,6 = 99,7$ kWh per ton gft-afval.

	normaal	toch toerekenen van energie
gebruik (kWh/ton)	33	33
productie (kWh/ton)	67	166,7

Tabel 6.6 Energiegebruik en productie per ton gft-afval (bron tabel: Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

In de actualisatie rapportage staat het volgende genoemd:

- Uit het Achtergronddocument volgen de volgende energie kengetallen.
- Elektriciteitsproductie: 190 kWh/ton ONF
- Scheiding van ONF: 8 kWh/ton ONF
- Was- en vergistingsinstallatie: 18 kWh per ton integraal ingezameld afval
- Stookwaarde RDF: 18,5 MJ/kg
- Stookwaarde digestaat 5 MJ/kg

Mede op basis van Attero lijken de volgende data meer actuele waarde te hebben.

Stookwaarde RDF: 13,5 MJ/kg

Stookwaarde digestaat 2,5 MJ/kg

Alleen opwerken tot groen gas is nog niet mee genomen. Het energieverbruik daarbij is volgens [Attero, 2012] $0,13 \text{ kWh/m}^3$ biogas in verband met het verwijderen van CO_2 door wassen met amine. Hierbij moet worden opgemerkt dat ook andere methoden voor verwijderen van CO_2 toepasbaar zijn, daarvan waren echter geen praktijkgegevens beschikbaar.

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen

De reststoffen welke bij de verbranding over blijven zijn: het vlieggas en rookgasreinigings-residu.

- Voor het vlieggas gaat het om 5,2 kWh (voor de menger) en 87 MJ (voor het opbrengen van het immobilisaat) per ton vlieggas, ofwel 0,04 kWh en 0,7 MJ per ton gft-afval
- Voor het rookgasreinigingsresidu gaat het om 60 MJ (voor het opbrengen van het residu) en 45 MJ (voor aanbrengen afdeklaag) per ton rookgasreinigingsresidu. Per ton gft-afval is dit in de normale situatie (1,73 kg residu) in totaal 0,18 MJ en in de gevoeligheidsanalyse "andere samenstelling" (dus 4,12 kg rookgasreinigingsresidu) 0,43 MJ

Het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen

De slakken kunnen zonder verdere bewerking worden gebruikt en het energieverbruik voor het opbrengen van de slakken zal gelijk zijn aan het vermeden energieverbruik voor het opbrengen van zand. Het is niet duidelijk welk vermeden energieverbruik hiervoor is gehanteerd.

In het actualisatie rapport wordt het volgende genoemd:

- In de scheidingsinstallatie van Attero Groningen wordt geen PFK meer afgescheiden
- De massabalans van de scheidingsinstallatie is tegenwoordig beduidend anders dan in het Achtergronddocument is aangenomen

Door [Attero, 2012] wordt de volgende balans aangegeven.

Tabel 6.7 Massabalans nascheiding van huishoudelijk afval, [Attero, 2012]

Materiaalstroom	Hoeveelheid per ton integraal afval
RDF	56 % ¹⁾
ONF	29 %
Kunststoffen	3,7 %
Ferro/Non-ferro	2,6 %
Zand/inert	8,7 %

¹⁾ As received, dus 560 kg. RDF per ton ontvangen restafval

In totaal ontstaat in de installatie van Attero Groningen ongeveer 56 kton ONF. De groen gas productie bedraagt 46 m³/ton. Nu bevat groen gas ongeveer 82 % methaan en biogas ongeveer 55 %. De productie aan biogas was dus 70 m³/ton. Bij verdere optimalisatie van de groen gas productie verwacht Attero tot waarden van 77-80 m³/ton te kunnen komen. Hiermee is de aangehouden waarde in het Achtergronddocument (75m³/ton) goed in overeenstemming.

- De hoeveelheid verontreiniging in gft ligt iets lager dan de aangenomen 5 %. Uit de massabalansen van gft-compostering volgt dat 1,6 % wordt afgevoerd naar een AEC
- De stookwaarde van gft-afval bedraagt 2,5 MJ/kg in plaats van 3,2 MJ/kg (ligt ook in lijn met hetgeen in het infoblad van AgentschapNL is opgenomen)
- De transportafstand voor gft bedraagt 100 km. In plaats van 40 km
- De stookwaarde van RDF bedraagt 13,5 MJ/kg in plaats van 18,5 MJ/kg. De stookwaarde van digestaat bedraagt 2,5 MJ/kg in plaats van 5 MJ/kg
- Het vergistingsgas van ONF wordt meer en meer verwerkt tot groen gas in plaats van verbrand in een WKK
- Aanvullend op het aangenomen energieverbruik bij vergisten is er een verbruik van 0,13 kWh/m³ biogas in verband met het verwijderen van CO₂ door wassen met amine

Het energieverbruik van het Biocel proces bedraagt volgens het Achtergronddocument ongeveer 350 MJ/ton gft-afval. Onduidelijk is overigens of hierbij het energieverbruik van de nacompostering is inbegrepen. [IVAM, 2008] gaat uit van een verbruik van 10 kWh/ton voor het batchproces (Biocel) en 25 kWh/ton voor een continu proces (gewogen gemiddelde voor Kompogas en Dranco). Voor het nacomposteren gaat [IVAM, 2008] uit van een verbruik van 15 kWh (waarbij niet duidelijk is of dit per ton gft is of per ton digestaat). De VAR stelt als energieverbruik voor vergisting 21,4 kWh/ton en voor composteren 23,7 kWh/ton (terug gerekend naar tonnen input aan de poort). Verder verbruikt de vergister van VAR warmte van de WKK installatie. Dit is restwarmte die niet in de energiebalans moet worden mee genomen.

6.2.3 Gescheiden inzamelen van GF(T)-afval en restafval en GF(T)-afval afvoeren naar een composteringsinstallatie

Rekening moet worden gehouden met:

- Het energieverbruik van het gft-afvalverwerkingsinrichting
- Het energieverbruik bij zuiveren afvalwater in RWZI
- Het energieverbruik en de energieproductie bij de verwijdering van reststoffen
- Het (vermeden) energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen

Het energieverbruik van het gft-afvalverwerkingsinrichting

De composteringsinrichting van het CAW verbruikt elektriciteit, te weten circa 260 MJp per ton gftafval. Het energieverbruik 114 MJe oftewel bijna 32 kWh/ton gft-afval. Dit is redelijk in lijn met de resultaten van de LCCM-studie (KEMA, 2000) analyse (29 kWh/ton).

Het energieverbruik bij zuiveren afvalwater in RWZI

Per ton verwerkt gft-afval ontstaat circa 0,114 m³ afvalwater. Deze afvalwaterstroom wordt geloosd op de m. Het is niet duidelijk welk vermeden energieverbruik hiervoor is gehanteerd.

Het energieverbruik en de energieproductie bij de verwijdering van reststoffen

Bij de composteringsinstallatie komt vanuit voorbereiding een residu welke bij een AEC wordt afgezet en verbrand, daarnaast wordt ook gedeelte van het residu vanuit compost-nabewerking gestort.

Voor de AEC zijn de daarvoor geldende rendementen aangehouden, zie ook subkop '1A. Gft(t)-afval gemengd met restafval en verwerking in een afvalenergiecentrale'. De calorische waarde van het residu ligt op de 15,9 MJ/kg. Voor 28,2 kg residu per ton gft-afval en een bruto elektrisch rendement van 26 % levert dit bruto 32,4 kWh elektriciteit per ton gft-afval ($28,2 \cdot 0,26 \cdot 15,9/3,6$).

Bij het storten van het residu wordt uitsluitend energie (diesel) verbruikt door het materieel dat wordt ingezet voor de feitelijke verwerking op de stort (plaatsen, aandrukken, afdekken). In dit MER wordt hiervoor het kengetal van 60 MJ per ton te storten afval aangehouden. Voor 80,1 kg betekent dit een energiegebruik van 4,8 MJ per ton gft-afval.

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Aangezien het slechts gaat om een fractie van de energiebijdragen van andere processen wordt dit energiegebruik verder buiten beschouwing gelaten.

Het (vermeden) energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen

Als grondstoffen worden bij dit afvalbeheersalternatief compost gemaakt. Dit compost kan worden ingezet als vervanging van dierlijk mest, kunstmest, veen. De volgende besparingen worden hiervoor gerekend:

- Voor het uitrijden van de compost en het opbrengen op de locatie van toepassing wordt uitgegaan van 60 MJ/ton compost
- Bij veenvervanging in potgrond wordt energie verbruikt bij het mengen van de compost met andere materialen. Hierbij wordt uitgegaan van een energieverbruik (elektriciteit) bij mengen van 15 kWh per ton compost dat als veenvervanger dient (uitgaande van een menger met een vermogen van 150 kW, die 1.600 uur/jaar in bedrijf is en 10 ton mengsel per uur aanmaakt)
- Bij veenvervanging wordt per ton vervangen veen tevens het opbrengen daarvan vermeden (60 MJ/ton)
- Bij het vervangen van kunstmest gaat het om 49,5 kg kunstmest per ton compost die als kunstmestvervanger wordt ingezet. Onbekend is welk energieverbruik met het vermeden opbrengen van kunstmest wordt uitgespaard, maar het lijkt redelijk aan te nemen dat het energiegebruik voor het uitrijden van kunstmest een vergelijkbare ordegrootte zal hebben als het uitrijden van een ton compost. Er wordt dan ook gerekend met 60 MJ per ton vermeden kunstmest
- Ten aanzien van dierlijke mest wordt er vanuit gegaan dat vervanging daarvan feitelijk niet leidt tot vermeden energie, daar de dierlijke mestproductie onafhankelijk van de compostinzet doorgaat en de dierlijke mest vervolgens elders zal moeten worden afgezet

Het voorgaande is samengevat in tabel 6.8.

Proces	energie in MJ per ton	normaal		gevoeligheids-analyse hoogw. vervanging		gevoeligheids-analyse laagw. vervanging	
		omvang (kg)	energie (MJ)	omvang (kg)	energie (MJ)	omvang (kg)	energie (MJ)
opbrengen compost	60	317 (1)	19	317 (1)	19	317 (1)	19
vermeden veenwinning	- 120	103	-12,4	146	-17,5	59	-7,1
opmengen veen in potgrond	- 15 kWh	35,2	-0,5 kWh	35,2	-0,5 kWh	35,2	-0,5 kWh
verm. opbr. veen	-60	103	-6,2	146	-8,8	59	-3,5
verm. opbr. mest	0	341	0	546	0	273	0
verm. opbr. kunstmest	-60	2,17	-0,1	3,47	-0,2	1,75	-0,1

Tabel 6.8 Energie en vermeden energie bij toepassen van compost (bron tabel: Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

(1) totale composthoeveelheid van 352 kg/ton is gecorrigeerd voor de 10% die in potgrond wordt ingezet

In het actualisatie rapport wordt het volgende genoemd:

- De opbrengst aan compost bedraagt zo'n 425 kg per ton gft-afval in plaats van 352 kg. Daarnaast wordt 47 kg biomassa geproduceerd dat gebruikt wordt voor energie opwekking in een biomassa energiecentrale

6.2.4 Gescheiden inzameling en vergisting van gft-afval

Rekening moet worden gehouden met:

- De energieopbrengst uit de gft-vergistingsinstallatie
- Het energieverbruik van de gft-vergistingsinstallatie
- Het energieverbruik bij het zuiveren van het afvalwater in de RWZI
- Het energieverbruik en de energieproductie bij de verwijdering van reststoffen
- Het energieverbruik bij de nuttige toepassing van de geproduceerde secundaire grondstoffen
- Het vermeden energieverbruik door het gebruik van de secundaire grondstoffen.

Energieopbrengst uit de gft-vergistingsinstallatie

De energieopbrengst van de gft-vergistingsinstallatie kan worden berekend, uitgaande van een stookwaarde van 20 MJ/Nm³ biogas (KEMA, 2000). Bij een biogasproductie van 75 Nm³/ton gftafval bedraagt de energie-inhoud $20 \times 75 = 1500$ MJ/ton gft-afval. De elektriciteitsproductie bedraagt 555 MJ_e/ton gft-afval bij een gasmotorrendement van 35 %. Dit komt overeen met 146 kWh_e. Zie ook tabel 6.9.

Tabel 6.9 Energieopbrengst van de gft-vergistingsinstallatie
(bron tabel: Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

	normaal	meer biogas	minder biogas
energie-inhoud biogas [MJ/ton gft-afval]	1500	2000	800
elektriciteitsproductie [kWh _e /ton gft-afval]	146	194	78

Het energieverbruik van de gft-vergistingsinstallatie

De geoptimaliseerde Biocel gft-vergistingsinstallatie verbruikt ongeveer 350 MJ per ton gft-afval. Dit komt overeen met 97 kWh_e/ton gft-afval.

Het energieverbruik bij zuiveren afvalwater in RWZI

Per ton verwerkt gft-afval ontstaat circa 0,186 m³ afvalwater. Deze afvalwaterstroom wordt geloosd op de rwzi. Het is niet duidelijk welk vermeden energieverbruik hiervoor is gehanteerd.

Het energieverbruik en de energieproductie bij de verwijdering van reststoffen

Bij de vergistingsinstallatie komt vanuit nabewerking een residu welke bij een AEC wordt afgezet en verbrand. Voor de AEC zijn de daarvoor geldende rendementen aangehouden, zie ook subkop '1A. Gf(t)-afval gemengd met restafval en verwerking in een afvalenergiecentrale'. De calorische waarde van het residu ligt op de 18,0 MJ/kg. Voor 53,5 kg residu per ton gft-afval en een bruto elektrisch rendement van 26 % levert dit bruto 69,6 kWh elektriciteit per ton gft-afval ($28,2 \times 0,26 \times 15,9/3,6$).

Het energieverbruik bij de verwijdering van reststoffen

Aangezien het slechts gaat om een fractie van de energiebijdragen van andere processen (het betreft 220 g vliegias en 99 g rookgasreinigingsresidu) wordt dit energiegebruik verder buiten beschouwing gelaten.

Het voorgaande is in tabel 6.10 opgenomen.

Proces	energie in MJ per ton	normaal		gevoeligheids-analyse hoogw. vervanging		gevoeligheids-analyse laagw. vervanging	
		omvang (kg)	energie (MJ)	omvang (kg)	energie (MJ)	omvang (kg)	energie (MJ)
opbrengen compost	60	407	24,4	407	24,4	407	24,4
vermeden veenwinning	- 120	33,8	-4,1	67,6	-8,1	0	0
verm. opbr. veen	-60	33,8	-2	67,6	-4,1	0	0
verm. opbr. mest	0	788	0	1262	0	316	0
verm. opbr. kunstmest	-60	4,41	-0,3	7,18	-0,43	1,76	-0,1

Tabel 6.10 Energie en vermeden energie bij het toepassen van compost (bron tabel: Milieueffect-rapportage Landelijk AfvalbeheersPlan)

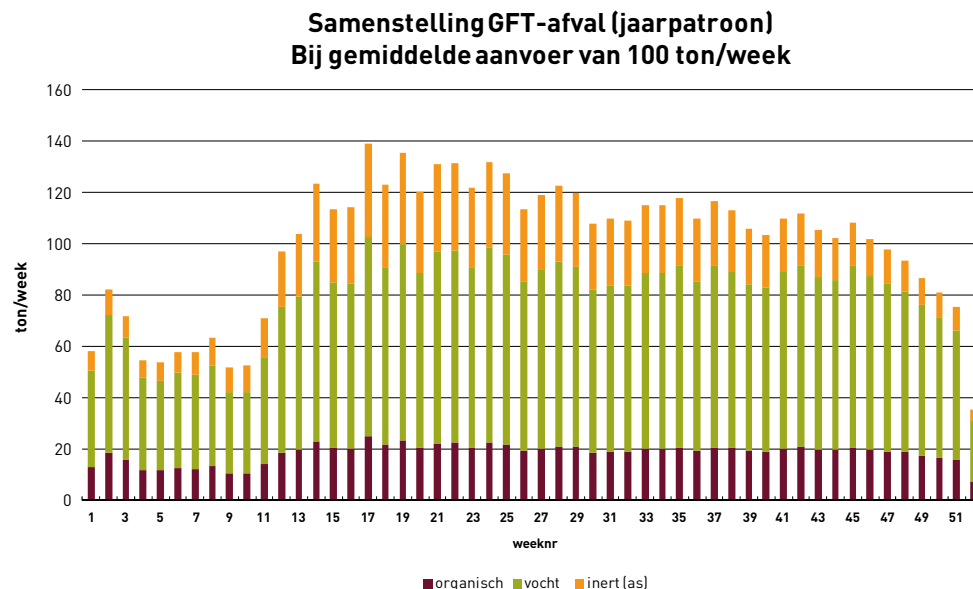
In het actualisatie rapport wordt het volgende genoemd:

- De hoeveelheid verontreiniging in gft ligt iets lager dan de aangenomen 5 %. Uit de massabalansen van gft-compostering volgt dat 1,6 % wordt afgevoerd naar een AEC
- De opbrengst van gas zal in de praktijk rond de 50 – 75 m³ per ton gft bedragen. De waarde die is aangenomen in het achtergronddocument (75 m³ per ton gft) is dus weliswaar reëel, maar aan de hoge kant
- Het vergistingsgas wordt meer en meer verwerkt tot groen gas in plaats van verbrand in een WKK
- Aanvullend op het aangenomen energieverbruik bij vergisten is er een verbruik van 0,13 kWh/m³ biogas in verband met het verwijderen van CO₂ door wassen met amine

6.2.5 Voedselresten

De stookwaarde is voor AEC's een belangrijke parameter. De stookwaarde van voedselresten is niet exact bekend. Verschillende bronnen hanteren een stookwaarde van circa 1,4 MJ/kg. Deze stookwaarde is herleid aan de hand van de gemiddelde stookwaarde van gft-afval van 2,5 MJ/kg en een 1/3^{de} 2/3^{de} verdeling voor GF-afval en T-afval in het gft-afval (bron: MER-lap, agentschap).

Attero heeft van de aangevoerde vrachten een langdurig jaargemiddelde opgesteld. Van dit langdurig jaargemiddelde zijn het vochtgehalte, organisch stofgehalte en de asrest bepaald. Het schema is in figuur PM opgenomen.

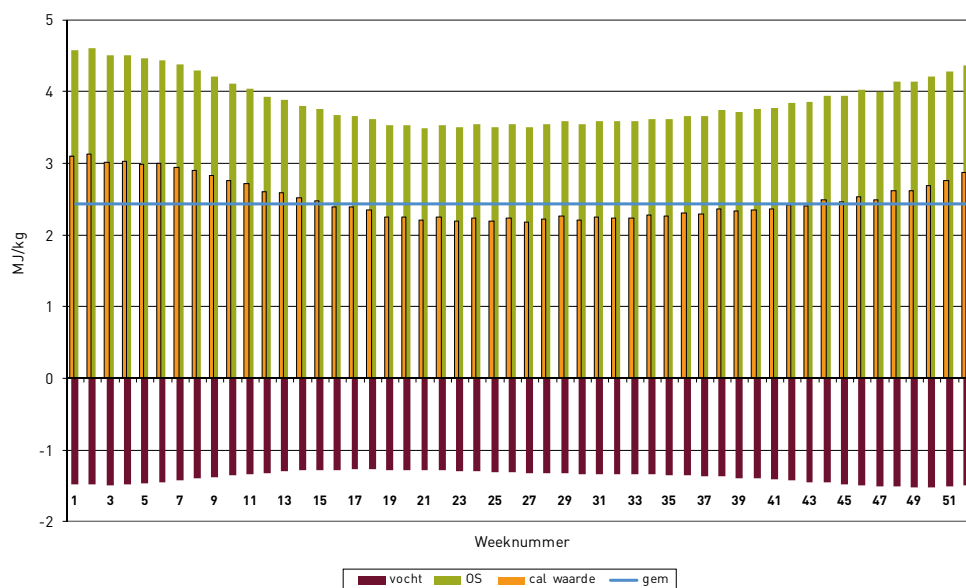


Figuur 6.1 Langdurig jaargemiddelde aanvoer [bron: Attero]

In de voorgaande figuur is te zien dat de aanvoer in de wintermaanden (vanaf circa week 52 tot week 10) lager ligt dan de overige maanden. Als de aanvoer van deze weken wordt gemiddeld dan is dit circa 60 ton/week. In de overige maanden is de aanvoer circa 111 ton/week. Dit is circa 15 % van het totaal. Doordat in de wintermaanden nagenoeg geen T-afval wordt afgevoerd lijkt het aannemelijk dat de hoeveelheid welke in de wintermaanden wordt weggebracht overeenkomt met de hoeveelheid GF in gft-afval. Uiteraard geeft dit een overschatting van de totale hoeveelheid GF in gft-afval want er blijven naast voedselresten ook andere zaken vanuit het huishouden gedeponeerd in de groene container (bijvoorbeeld kattenbakvulling).

De stookwaarde van het gft-afval ligt jaargemiddeld op 2,4 GJ/ton (is 2,4 MJ/kg). Dit is berekend op basis van de benodigde energie voor verdamping van water (2,26 MJ/kg) en een stookwaarde voor organische stof (van 20,55 MJ/kg). Het inerte deel doet niet mee in de verbranding en heeft dus een stookwaarde van 0 MJ/kg. De stookwaarde volgens het langdurig jaargemiddelde is weergegeven in figuur 6.2.

Figuur 6.2 Jaarpatroon van stookwaarde en gemiddelde stookwaarde van gft-afval
[bron: Attero]



In de figuur is te zien dat de stookwaarde in de zomermaanden lager ligt dan in de wintermaanden. Dit valt te verklaren doordat in de zomermaanden het aandeel anorganische stof (onder andere zand) toeneemt in relatie tot de wintermaanden.

Hoewel deze benadering een aandeel voedselresten in gft-afval en een stookwaarde oplevert, is dit allemaal niet exact bepaald. Om exact te bepalen wat het aandeel voedselresten in gft-afval is, moet een sorteeraanlyse worden uitgevoerd. Voor deze studie is navraag gedaan of een dergelijke sorteeraanlyse is uitgevoerd voor gft-afval. Uit deze exercitie blijkt dat het niet gebruikelijk is om een sorteeraanlyse voor gft-afval uit te voeren. Voor enkele steden is het uitgevoerd en een samenvatting van de uitkomsten is in tabel pm opgenomen.

	Onderzoek 1		Onderzoek 2		Onderzoek 3		Onderzoek 4	
Waar?	Den Bosch	Den Bosch	Buiten-gebied	Kern	Almere 1	Almere 2	Laag-bouw	Hoog-bouw
Wanneer?	Najaar	Voorjaar	-	-	-	-	2009	2009
Percentage GF	4,0%	2,0%	6,0%	4,0%	4,7%	15,0%	7,5%	18,0%
Percentage T	94,0%	98,0%	88,0%	93,5%	65,0%	53,0%	80,0%	67,0%
Vervuiling	2,0%		5,0%	2,5%	30,0%	32,0%	7,5%	7,0%
Zeef-fractie*						5,0%	8,0%	

* zeef-fractie = kleiner dan 2,5 cm (dit is niet gesorteerd)

In de voorgaande tabel is te zien dat de spreiding van het aandeel GF in gft-afval tussen de verschillende onderzoek aanzienlijk is. Onderzoek 3 is minder representatief voor de Nederlandse situatie. Almere heeft een duobak welke in een klein aantal gemeentes in Nederland wordt gebruikt (vereniging afvalbedrijven pleit daarnaast ook voor afschaffing van de duobakken, zie ook paragraaf 4.1.2).

De hiervoor opgenomen informatie is bij Eureco telefonisch verkregen. Onderliggende informatie is niet vrij beschikbaar. Het is dus niet exact bekend hoe deze waarden tot stand zijn gekomen. Naast deze sorteeraanlyses heeft CREM ook sorteeraanlyses op zowel restafval als gft-afval uitgevoerd. De sorteeraanlyses zijn uitgevoerd conform de methodiek van Rijkswaterstaat. De totale gesorteerde hoeveelheden zijn echter lager. Hierdoor zijn de resultaten mogelijk minder representatief. Zoals in figuur 3.8 is te zien liggen de hoeveelheden gft in restafval van Rijkswaterstaat (57,5 kg) en CREM (65 kg) in dezelfde ordegrrootte

en kunnen de hoeveelheden naar verwachting representatief worden beschouwd. Om die reden is de verwachting ook dat de sorteeranalyses die CREM op gft-afval heeft uitgevoerd als representatief kunnen worden beschouwd.

Met behulp van de chemische samenstelling (structuurformules) - zoals genoemd in paragraaf 3.1- kan de theoretische stookwaarde worden bepaald. Channiwala (1992) heeft de stookwaarde (HHV) per kilogram droogproduct voor 200 verschillende biomassa's bepaald en hieruit de volgende relatie afgeleid:

$$HHV = 34910*Y_c + 117830*Y_h - 10340*Y_o - 1510*Y_n + 10050*Y_s - 21110*Y_a$$

Hierin geldt dat C, H, O, N en S overeenkomen met de gewichtspercentages van de scheikundige elementen. A staat voor het asgehalte (welke in de studie op 5 % is aangehouden).

In MER LAP wordt de volgende benaderingsformule gebruikt voor het berekenen van de stookwaarde op natte basis.

$$LHV_{nat} = \frac{1,06 * 81,3*Y_c + 243*Y_h - 23,5*Y_o + 15*Y_n + 45,6*Y_s - 6*W}{239}$$

LHV_{nat} stookwaarde op natte basis bij 20 °C in MJ/kg

$Y_c, Y_H, Y_N, Y_S, Y_O, W$ Y staat voor gewichts-aandeel en de letters in subscript staan voor de verschillende scheikundige elementen

De waarde 1,06 is een correctiefactor die door de KEMA is gevonden door berekende stookwaarden te toetsen aan experimenteel gevonden stookwaarden van biomassa's.

In navolgende tabel is aan de hand van de structuurformule de stookwaarde van voedselresten bepaald.

Omschrijving	J. de Koning Gemengd afval 1	J. de Koning Gemengd afval 2	J. de Koning Gemengd afval 3	Camp Dresser en McKee
Structuurformule	$C_{231}H_{396}O_{111}N_{15}S$	$C_{445}H_{736}O_{221}N_{27}S$	$C_{402}H_{597}O_{221}N_{16}S$	$C_{308}H_{489}O_{181}N_{14}S$
Molmassa	5.186	10.022	9.053	7.305
Gewichtspercentages				
- C	50,5 %	53,5 %	53,3 %	53,3 %
- H	6,7 %	7,6 %	7,3 %	6,6 %
- O	39,6 %	34,2 %	35,3 %	37,3 %
- N	2,7 %	4,0 %	3,8 %	2,5 %
- S	0,4 %	0,6 %	0,3 %	0,4 %
- A	5 %	5 %	5 %	5 %
Stookwaarde ^a (LHV/kg nat GF)	2,51	2,88	2,83	2,73
Stookwaarde ^b (LHV/kg nat GF)	1,97	2,49	2,39	2,18

a Op basis van benaderingsformule Channiwala

b Op basis van benaderingsformule MER LAP

De theoretische stookwaarde (LHV) van voedselresten ligt in de range van 2,0 tot 2,9 MJ/kg.

Voor het aandeel GF in gft-afval zijn verschillende waarden gevonden. Ook voor de stookwaarde zijn een aantal verschillende waarden gevonden, maar zijn deze niet of slecht onderbouwd. Om een indicatie van de stookwaarde te kunnen krijgen, is van een aantal verschillende componenten welke verwacht mogen worden in gft-afval de stookwaarde bepaald.

Tabel 6.11

Het betreffen de componenten:

- Voedselresten
- Inert materiaal
- Bladmateriaal
- Grasmateriaal
- Houtachtig materiaal

In navolgende tabel is een samenvatting van de berekende stookwaarde van gft-afval opgenomen.

Tabel 6.12 Berekende stookwaarde gft-afval

Omschrijving	Aandeel in gft [%]	Stookwaarde [MJ/kg]
Voedselresten	12,5 % [CREM]	3,45 ^a
Inert materiaal	21,0 % [Attero]	0
Houtachtigmateriaal	5,0 % [Attero]	
Overig materiaal ^b	61,5 %	16,5 ^a [gras, spoorboekje NRVD] 15,1 [bladeren, Phyllis 2]
Droog gft-afval	100%	11,6
Nat gft-afval		3,2

a Terugberekend vanuit vochtgehalte en verdampingswarmte van water

b Overig materiaal bestaat uit blad- en grasmateriaal van de hoogste stookwaarde is uitgegaan

Het gemiddelde vochtgehalte vanuit het langdurige jaargemiddelde vanuit de gegevens van Attero is 60 % vocht. Op basis van het voorgaande wordt een stookwaarde van 3,2 MJ/kg berekend. Dit ligt in lijn met de stookwaarde welke eerder is gehanteerd bij de MER LAP. Derhalve wordt deze berekening als representatief beschouwd.

6.2.6 Samenvattend

De getallen rondom de stookwaarde geven ruis. Op basis van de theoretische stookwaarde wordt een hogere stookwaarde verwacht.

Navolgende is een samenvattingstabel opgenomen van de hiervoor besproken waarden.

Tabel 6.13 Samenvattingstabel

Omschrijving	Eenheid	AEC	Vergisting	compostering	vergisting
Inzameling					
- Restafval	-	ja	ja	nee	nee
- Gft-afval	-	ja	ja	ja	ja
Stookwaarde					
- Restafval (inclusief gft)	MJ/kg	10,5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
- Gft-afval	MJ/kg	3,2	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
- Voedselresten	MJ/kg	2,5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
- RDF	MJ/kg	n.v.t.	13,5	n.v.t.	n.v.t.
- Digestaat	MJ/kg	n.v.t.	2,5	2,5	2,5
- Restfractie	MJ/kg	n.v.t.	n.v.t.	15,9	18
- Biogas	MJ/Nm ³	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	20
Producten nuttige toepassing					
- Biogas	Nm ³ /kg gft	n.v.t.	0,075	n.v.t.	0,075
- Compost	kg/kg gft	n.v.t.	n.v.t.	0,425	0,407
- Zand + (grof) inert	kg/kg gft	n.v.t.	0,155	n.v.t.	n.v.t.
- AEC-slakken	kg/kg gft	0,1667	0,1024	Nihil	0,0028

Omschrijving	Eenheid	AEC	Vergisting	compostering	vergisting
Reststoffen					
- AEC-vliegias	kg/kg gft	0,0133	0,00173	Nihil	Nihil
- AEC-rookgasreinigingsresidu	kg/kg gft	0,0017	0,0082	Nihil	Nihil
- Actieve kool	kg/kg gft	0,0003	Nihil	Nihil	Nihil
- Restfractie voorbewerking	kg/kg gft	n.v.t.	n.v.t.	0,0282	n.v.t.
- Restfractie nabewerking	kg/kg gft	n.v.t.	n.v.t.	0,0801	0,0535
- Digestaat	kg/kg gft	n.v.t.	0,276	0,114	0,186
Energie					
- Eigen proces	kWh _e /kg gft	- 0,05	+ 0,105	- 0,032	- 0,097
- Gebruik vanuit reststoffen	kWh _e /kg gft	n.v.t.	0,033	0,0324	0,0075
- Opwekking vanuit reststoffen ^a	kWh _e /kg gft	n.v.t.	0,067 – 0,1667	0,0039	0,0696
- Gebruik verwijdering reststoffen	MJ/ton gft	1,34 ^b	0,88 ^c	4,8 ^d	Nihil
- Gebruik opwerking groengas	kWh _e /Nm ³	n.v.t.	0,13	n.v.t.	0,13
Elektrisch rendement					
- WKK	%	n.v.t.	inbegrepen	n.v.t.	35
- Proces	%	26	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

a) Bij de genoemde getallen is al rekening gehouden met het rendement van de AEC en stookwaarde van het medium. Hierbij moet opgemerkt worden dat er soms een bandbreedte is aangehouden (wel of niet toerekenen van energie als gevolg van relatief lage stookwaarde)

Verwijdering reststoffen bestaat uit vliegias en rookgasreinigingsresidu vanuit de AEC. Voor het vliegias 5,2 kWh (menger) en 87 MJ (opbrengen) per ton vliegias, voor rookgasreinigingsresidu 60 MJ (opbrengen residu) en 45 MJ (aanbrengen afdeklaag)

b) Vliegias 1,16 MJ per ton gft (13,3 kg vliegias), rookgasreinigingsresidu 0,18 MJ per ton gft (1,7 kg rookgasreinigingsresidu). Totaal is dit 1,34 MJ per ton gft-afval

c) Vliegias 0,7 MJ per ton gft (8,2 kg vliegias), rookgasreinigingsresidu 0,18 MJ per ton gft (1,73 kg rookgasreinigingsresidu). Totaal is dit 0,88 MJ per ton gft-afval

d) Dit is het storten van de restfractie nabewerking. Het betreft het storten van 80,1 kg per ton gft en zal worden gestort. Het storten vraagt 60 MJ per ton te storten afval. Totaal is dit dan 4,8 MJ per ton gft

6.3 Milieu-impact

Activiteiten in de afvalbranche leiden tot zowel het uitstoten als het vermijden van CO₂-emissie. Uitstoot komt voort uit bijvoorbeeld het gebruik van diesel en het verbranden van restafval. Er wordt ook veel CO₂-emissie vermeden door gescheiden inzameling van afvalstoffen. Door grondstoffen uit het afval te recyclen, worden er minder nieuwe grondstoffen geproduceerd. Bij afvalverbranding wordt warmte en elektriciteit teruggewonnen, wat het gebruik van olie en kolen bespaart. Ook dit vermijdt CO₂-emissies. De NRVD heeft recentelijk een nieuwe Benchmark gelanceerd. In deze benchmark (bron: Benchmark Afvalinzameling Peiljaar 2012 Benchmarkanalyse, uitgave NVRD) is een overzicht van de CO₂-besparing opgenomen. De uitgestoten en vermeden CO₂ zijn berekend met behulp van de stromen gft, oud papier en karton, kunststofverpakkingen, glasverpakkingen en textiel/ Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen het deel van een stroom dat gescheiden is ingezameld en het deel dat nog in het restafval zit. De CO₂-impact is gebaseerd op het iWaste model van de Universiteit Utrecht, gebaseerd op de gemiddelde Nederlandse kwaliteit van verwerking. De resultaten geven de relatieve vermeden CO₂-uitstoot t.o.v. verbranding weer. De potentiële CO₂-besparing (ten opzichte van verbranding) is gebaseerd op de hoeveelheden die – op basis van de sorteeranalyses – per stroom nog in het restafval zitten. Met name de stromen oud papier en karton en glas hebben een hoog besparingspotentieel.

Tabel 6.14 CO₂ bespaard t.o.v. verbranding per afvalstroom in kg CO₂ per inwoner (bron: Benchmark Afvalinzameling Peiljaar 2012 Benchmarkanalyse, uitgave NVRD)

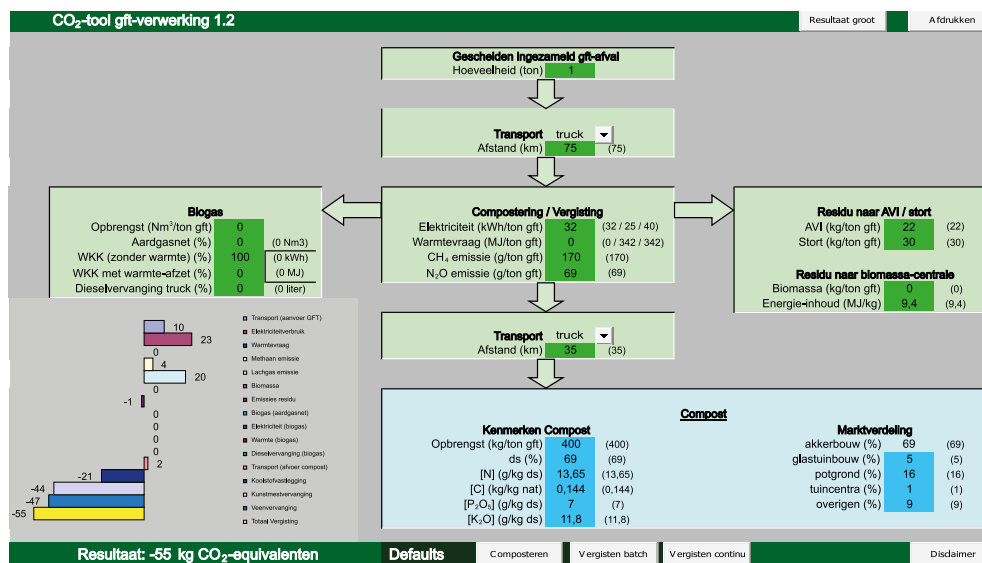
CO ₂ -besparing (t.o.v. verbranding)	Gemiddelde per Hoogbouwklasse					Tot.gemiddelde Benchmark
	A	B	C	D	E	
Totaal (kgCO ₂ /inw)	*	89.5	82.5	102.4	108.5	95.4
GFT (kgCO ₂ /inw)	*	15.6	14.8	18.1	19.6	16.9
Oud papier en karton (kgCO ₂ /inw)	*	42.6	45.3	51.9	58.5	49.5
Kunststof (kgCO ₂ /inw)	*	5.2	4.7	5.2	5.8	5.1
Glas (kgCO ₂ /inw)	*	27.4	29.2	31.4	34.9	30.7
Textiel (kgCO ₂ /inw)	*	-1.4	-1.7	-2.1	-2.4	-1.9

Potentiële CO ₂ -besparing (t.o.v. verbranding) o.b.v. sorteeranalyses	Gemiddelde per Hoogbouwklasse					Tot.gemiddelde Benchmark
	A	B	C	D	E	
Totaal (kgCO ₂ /inw)	*	257.3	279.0	237.4	290.5	263.7

In vergelijking met de benchmark met peiljaar 2011 is een groot verschil te zien tussen de CO₂-besparing van het gescheiden inzamelen van gft-afval. Bovenstaand is namelijk een positieve waarde opgenomen van circa 15 – 20 kg CO₂ per inwoner terwijl bij peiljaar 2011 een negatieve waarde van circa -0,5 tot -2,0 kg CO₂ per inwoner. De sorteeranalyses laten een ongeveer een soortgelijk gft-aandeel zien en daarnaast is ook hetzelfde iWaste model toegepast. Het is vooralsnog onduidelijk waar dit verschil in ligt.

De vereniging van afvalbedrijven heeft een CO₂-tool ontwikkeld waarmee van de verschillende afvalbeheersalternatieven (gescheiden inzameling en composteren of batchgewijs/continu vergisten) de CO₂ besparing kan worden doorgerekend. De standaardwaarden die in deze CO₂-tool zijn opgenomen wijken af van hetgeen hierboven is besproken. In figuur 6.3 is een overzicht opgenomen van de CO₂-tool van de vereniging afvalbedrijven.

Figuur 6.3 CO₂-tool verenging van afvalbedrijven



Voor het Landelijk Afvalbeheerplan is in 2002 een LCA uitgevoerd voor de verschillende afval-beheersalternatieven voor gft-verwerking. In de rapportage 'Routes voor gft-afval' is kort opgenomen welke afvalbeheersalternatieven zijn bekeken en wat daarvan de conclusies zijn. Het volgende is geconcludeerd:

- Vergisten met energieopwekking en nacomposteren is (iets) beter dan composteren. In beide gevallen ontstaat compost als nuttig eindproduct. Bij vergisten is er bovendien sprake van energieopbrengst (biogas)
- Integraal verbranden verschilt niet significant van gescheiden inzamelen/composteren

De laatste conclusie heeft tot veel discussie geleid. Ter achtergrondinformatie is voorgaande kort samengevat in bijlage 10.

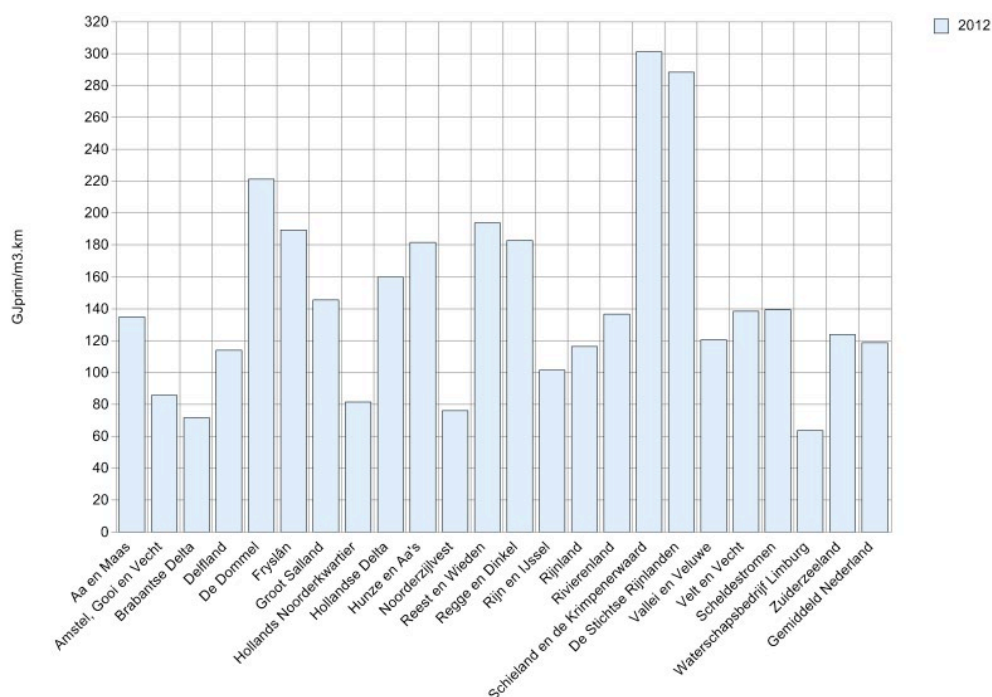
7 Afvalwaterketen – duurzaamheid

Navolgend hoofdstuk gaat nader in op kentallen in de afvalwaterketen in kader van duurzaamheid. Deze kentallen dienen als informatie/basis voor de nog uit te voeren LCA.

7.1 Inzameling en transport

Jaarlijks wordt er circa 2 miljard m³ afvalwater ingezameld en getransporteerd naar de rwzi's. De totale hoeveelheid energie die daarmee gemoeid gaat is circa 204 GWh/jaar. De gemiddelde energievraag voor de transport van afvalwater komt daarmee op circa 0,10 kWh/m³. [bron: STOWA rapport 2010 – 35; energie in de waterketen].

De Unie van Waterschappen geeft om de 3 jaar een bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer uit. De laatst verschenen bedrijfsvergelijking betreft die van het jaar 2012. In deze bedrijfsvergelijking (bron: bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer 2012 (BVZ 2012)) worden de resultaten van de verschillende waterschappen met elkaar vergeleken. In de bedrijfsvergelijking staat ook de hoeveelheid energie opgenomen welke gemoeid staat voor het afvalwatertransport. Dit staat uitgedrukt als de hoeveelheid primaire⁹ energie per m³ afvalwater per transport kilometer. Het overzicht staat opgenomen in figuur 7.1. Het landelijk gemiddelde ligt op circa 120 GJ_{prim}/m³.km. Het minimum ligt op circa 65 GJ_{prim}/m³.km en het maximum op circa 300 GJ_{prim}/m³.km.



Figuur 7.1 Overzicht primair energiegebruik afvalwater-transport jaar 2012 per waterschap
[bron figuur: BVZ, 2012]

7.2 Verwerking

Er zijn diverse manieren te bedenken om afvalwater te reinigen. In Nederland zijn de meest voorkomende zuiveringssysteem biologisch. De configuratie van het systeem samen met de hoeveelheid aangevoerd vuilwater bepaald in grote mate hoeveel energie er wordt gebruikt, hoeveel slib er wordt geproduceerd en hoeveel chemicaliën aan het afvalwater moet worden toegevoegd. Bij iedere configuratie komen dan ook de volgende zaken aanbod:

- Energiegebruik
- Slibproductie
- Chemicaliëngebruik

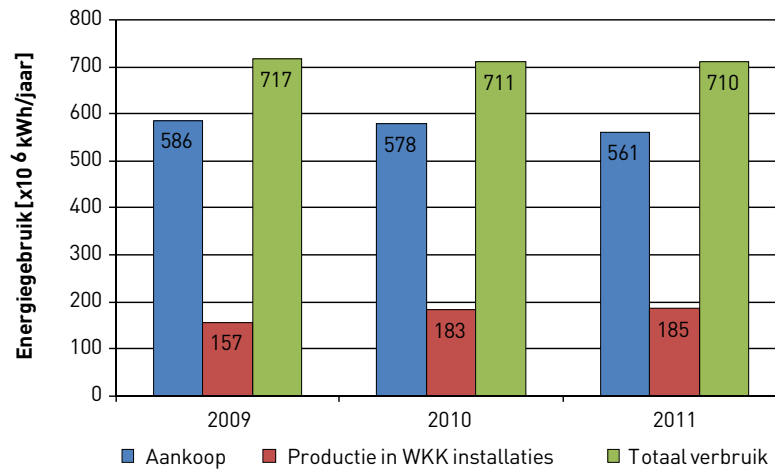
Op deze aspecten zal hierna verder worden ingegaan.

⁹ Momenteel wordt de energie grotendeels ingekocht bij de energiebedrijven. De energiebedrijven hebben een gemiddelde elektrisch rendement van 40%. Voor de omrekening is dit rendement aangehouden

7.2.1 Energiegebruik

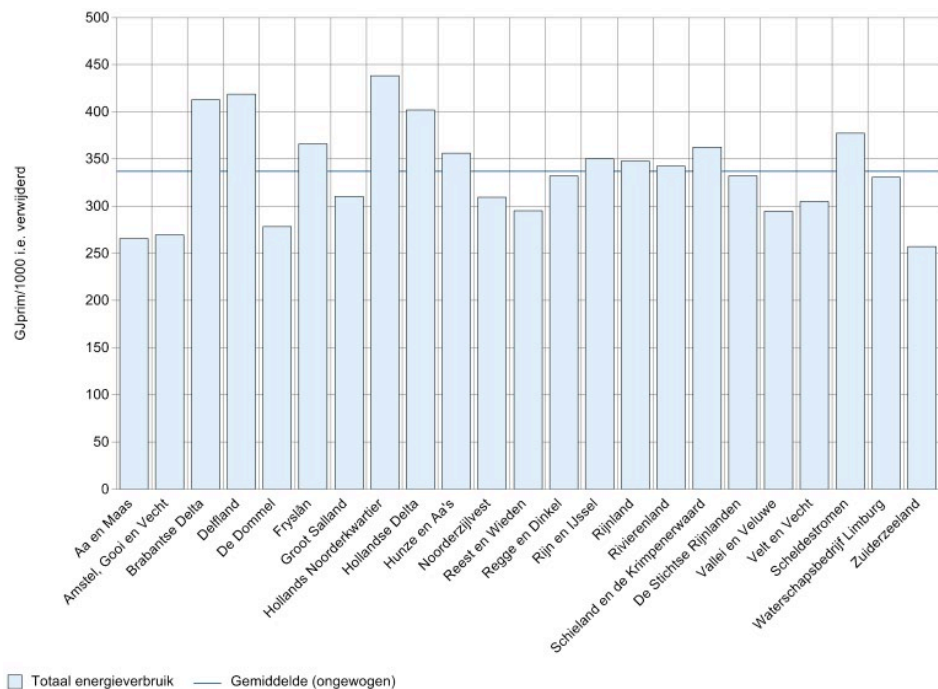
Voor de verwerking van het afvalwater wordt energie gebruikt, maar ook chemicaliën. Jaarlijks wordt er circa 710 miljoen kWh aan elektriciteit gebruikt voor het reinigen van het afvalwater. Door het nuttig inzetten van het gevormde biogas in een WKK wordt een gedeelte hiervan zelf opgewekt. In 2011 bedroeg dit aandeel circa $\frac{1}{4}$.

Figuur 7.2 Elektriciteitsgebruik en eigen elektriciteitsopwekking
[bron: CBS]



In figuur 7.3 is het totaal energiegebruik (uitgedrukt als GJ primaire energie) per 1.000 verwijderde i.e.'s opgenomen. In dit figuur is te zien dat het landelijk gemiddelde circa 340 GJ_{prim}/1.000 i.e. verwijderd bedraagt. De range van het totaal energiegebruik ligt tussen 260 – 440 GJ_{prim}/1.000 i.e. verwijderd.

Figuur 7.3 Overzicht totaal primair energiegebruik jaar 2012 per waterschap



De grootste energievragende onderdelen op de rwzi zijn ten behoeve van:

- Beluchting van het actiefslib
- Ontwatering van het slib

Deze energievragende onderdelen worden hierna verder besproken.

Beluchting

Op het totale energiegebruik neemt de beluchting het grootste aandeel in (gemiddeld 50 – 60 %). Het relatieve gebruik voor de beluchting kan verschillend zijn voor de diverse beluchtingsmethoden en voor verschillende slibbelastingen. Het energiegebruik voor beluchting bij ultralaagbelaste installaties is aanzienlijk hoger dan bij hoogbelaste installaties. Het energiegebruik van het beluchtingssysteem is afhankelijk van de zuurstofbehoefte van het actief slib en het rendement van de zuurstoftoevoer van het beluchtingssysteem.

Ontwatering

Het energiegebruik voor ontwatering is vooral afhankelijk van de ontwateringsmethode (centrifuge of zeefbandpers) en van de aanwezigheid van een (gravitatie-)indikkingsstap in het proces. Ontwatering met gravitaire voorindikking gebruikt minder elektriciteit dan ontwatering zonder gravitaire voorindikking. Voor randapparatuur (voedingspompen, de polymeerinstallatie, het transport en de opslag van het ontwaterde slib) is het energiegebruik beperkt (circa 0,01 kWh/kg ds).

In figuur 7.4 is een overzicht opgenomen van het behaalde drogestofgehalte na ontwatering. In dit figuur is te zien dat de spreiding tussen circa 18 tot circa 28 % drogestof ligt.



Figuur 7.4 Overzicht gemiddeld behaald drogestof gehalte ontwaterd slib

Het specifiek energiegebruik van de slibontwatering wordt in de bedrijfvergelijking zuiveringsbeheer uitgedrukt in GJ primaire energie per 1.000 ton drogestof. Het landelijk gemiddelde ligt op circa 1.150 GJ_{prim}/1.000 ton ds. De range van het energiegebruik ligt tussen 450 – 2.550 GJ_{prim}/1.000 ton ds.

Hoeveelheid energie

De onlangs verschenen bedrijfvergelijking zuiveringsbeheer maakt geen onderscheid meer tussen het totaal energiegebruik van de rwzi en het specifiek energiegebruik van de beluchting. Om dit inzichtelijk te maken, is de bedrijfvergelijking zuiveringsbeheer van 2009 bekeken. De verdeling van het energiegebruik is opgenomen in tabel 7.1.

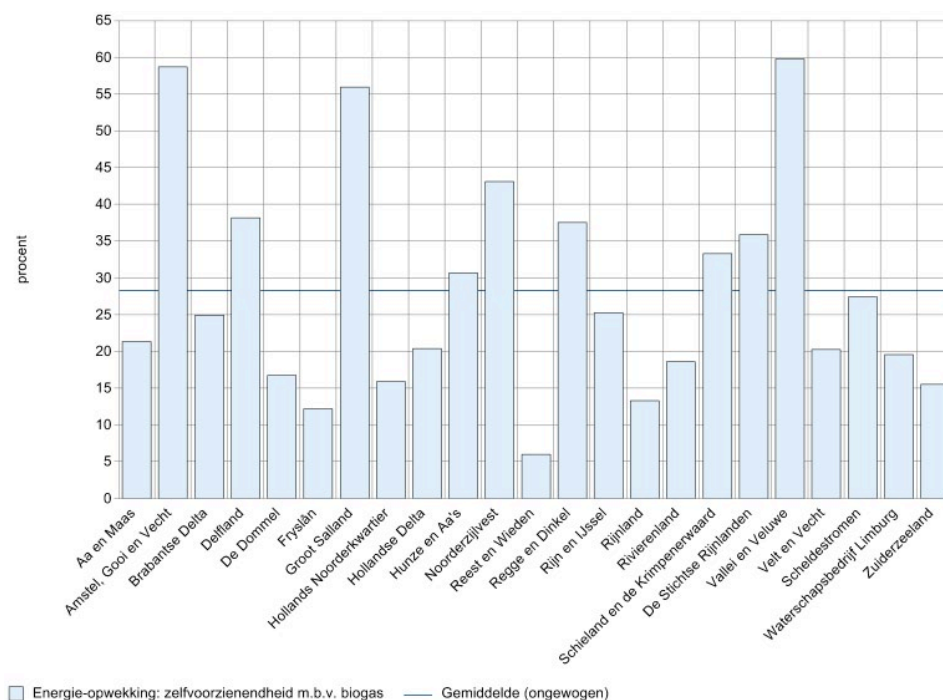
Tabel 7.1 Verdeling energiegebruik

Omschrijving	Eenheid	BVZ 2009		
		2009	2006	2003
Jaar				
Totaal rwzi	kWh/verw. ie	31,0	29,4	30
Beluchting	kWh/verw. ie	16,7	16,3	17,2
Slibontwatering	kWh/kg ds	0,11	0,12	0,12

Energieopwekking

In Nederland werd in 2012 door de waterschappen in totaal meer dan 100 miljoen m³ biogas opgewekt op jaarbasis. Dit biogas wordt grotendeels in gasmotoren omgezet in elektriciteit en warmte, een paar waterschappen werken dit op tot groen aardgas dat in het openbare net wordt geïnjecteerd. Met de in gasmotoren opgewekte elektriciteit kunnen de waterschappen gemiddeld in circa 29% van het (totale) eigen energiegebruik voorzien. De energieopwekking bij de waterschappen varieert van 6 tot 60 %. Het doel is 40 % duurzame energieopwekking in 2020. De zelfvoorzienendheid van de waterschappen is in figuur 7.5 opgenomen.

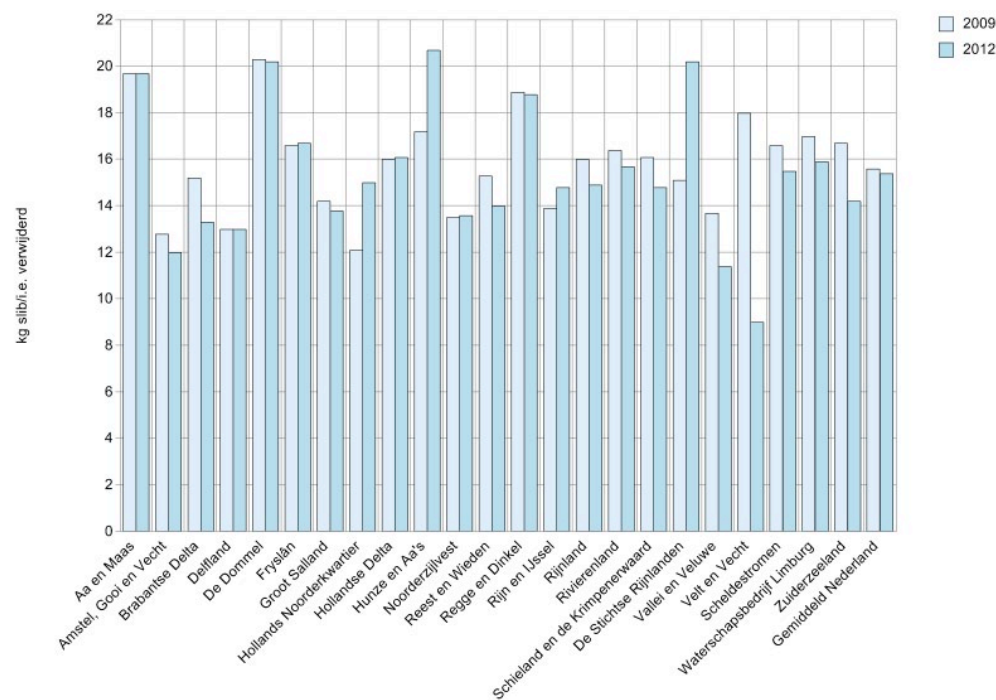
Figuur 7.5 Overzicht
zelfvoorzienendheid
jaar 2012 per waterschap



7.2.2 Slibproductie

Door de biologische behandeling van het afvalwater ontstaat er een bepaalde hoeveelheid slib. De hoeveelheid slib wat geproduceerd wordt is afhankelijk van meerdere factoren (onder andere: configuratie van de rwzi, slibbelasting, gekozen sibleeftijd). In de bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer 2012 wordt de specifieke slibproductie uitgedrukt als kg drogestof per verwijderde ie. De specifieke slibproductie van 2009 en 2012 staat opgenomen in figuur 7.6. Hierin is te zien dat de het landelijk gemiddelde voor 2009 en 2012 op 16,6 kg ds/verwijderde ie ligt. De range van de specifieke slibproductie ligt op 12,1 en 25,5 kg ds/verwijderde ie voor 2009 en voor 2012 op 9,0 en 27,1 kg ds/verwijderde ie.

Figuur 7.6 Overzicht
specifieke slibproductie
jaren 2009 en 2012
per waterschap

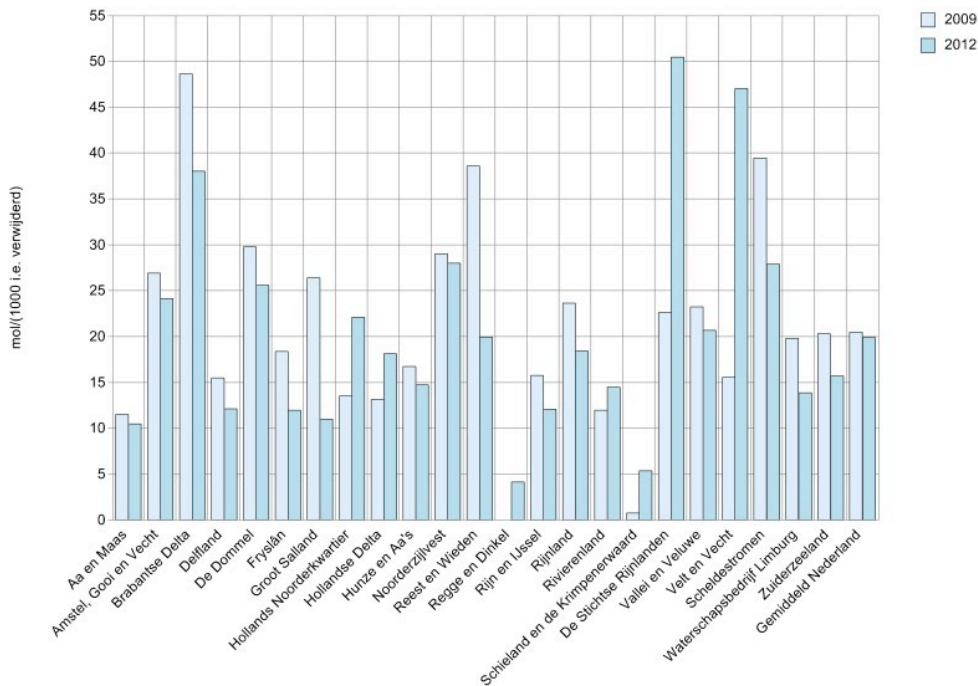


7.2.3 Chemicaliëngebruik

Chemicaliën worden in hoofdzaak voor twee doeleinden gebruikt op rwzi's, namelijk ten behoeve van de fosfaatverwijdering en ten behoeve van de slibontwatering. Daarnaast wordt op een aantal rwzi's nog een koolstofbron gedoseerd in de actief-slibtank dan wel op een nageschakeld zandfilter ten behoeve van de nitraatverwijdering.

Defosfatering

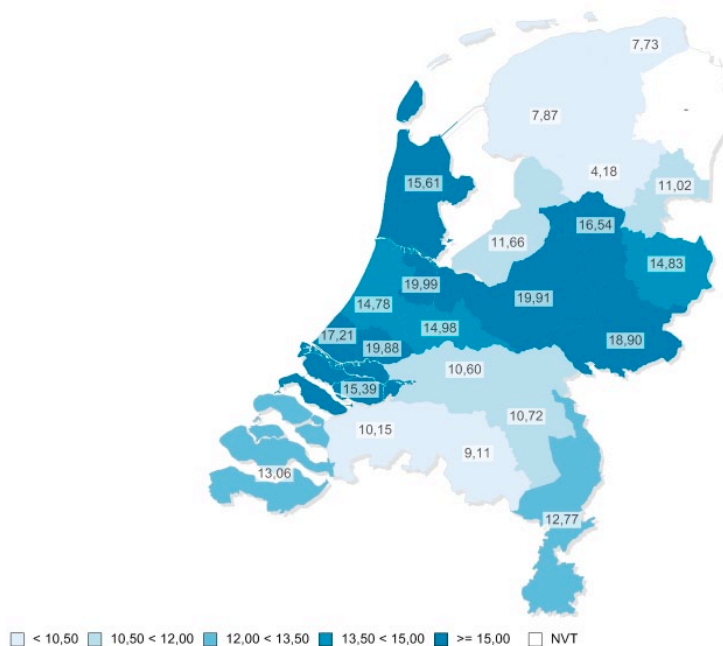
Voor de fosfaatverwijdering wordt veelal gebruik van een ijzer- dan wel aluminiumzoutoplossing. Het specifieke chemicaliënverbruik is in de bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer 2012 uitgedrukt als mol per 1.000 verwijderde ie's. In figuur 7.7 is het specifieke chemicaliënverbruik voor de jaren 2009 en 2012 met elkaar vergeleken. Hierin is te zien dat het specifieke chemicaliënverbruik landelijk gemiddeld voor 2009 en 2012 op respectievelijk circa 20,5 en 19,9 mol per 1.000 verwijderde ie's ligt.



Figuur 7.7 Overzicht specifiek chemicaliëngebruik ten behoeve van defosfatering voor jaar 2009 en 2012

Slibontwatering

Om de ontwaterbaarheid van het slib te vergroten, wordt bij de slibontwatering een polymeer toegevoegd aan het slib. De benodigde hoeveelheid toe te voegen polymeer is onder andere afhankelijk van het systeemtype en het gewenste drogestofgehalte. In figuur 7.8 is een overzicht te vinden in welke mate er bij de slibontwatering PE wordt toegevoegd. De getallen zijn uitgedrukt als gram PE per kilogram drogestof.

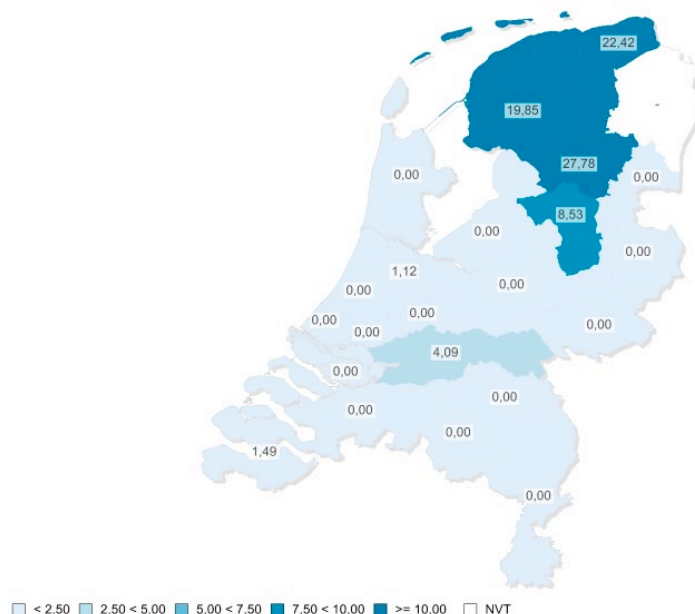


Figuur 7.8 Overzicht specifiek chemicaliëngebruik ten behoeve van ontwatering voor jaar 2012

Het specifiek PE-gebruik bij de slibontwatering ligt landelijk gemiddeld op circa 13,6 g per kilogram drogestof (range ligt op 4,2 tot 20 g PE/kg ds). In 2006 en 2009 lag het landelijk gemiddelde op circa 9,8 en 11,6 g per kilogram drogestof.

Bij enkele waterschappen wordt ook ijzer bij de slibontwatering toegevoegd. In figuur 7.9 is het specifieke chemicaliëngebruik opgenomen.

Figuur 7.9 Overzicht specifiek chemicaliëngebruik ten behoeve van ontwatering voor jaar 2012



7.2.4 Milieu-impact hulpstoffen

De STOWA heeft van een redelijke hoeveelheid chemische hulpstoffen welke bij de rwzi's worden gebruikt de energie-impact van de productie van de chemicaliën bepaald. De GER-waarden (Gross energy requirements) en de ReCiPe-score zijn opgenomen in de STOWA rapportages:

- STOWA 2012-06; GER-waarden en milieu-impact scores productie van hulpstoffen in de waterketen
- STOWA 2012-30; Handleiding model milieu-impact en energiebehoefte rwzi

In tabel 7.2 zijn een aantal van deze waarden opgenomen. Voor een volledige lijst wordt verwezen naar de hiervoor genoemde rapportages.

Tabel 7.2 GER-waarden en milieu-impact hulpstoffen rwzi

Omschrijving	GER-waarde totaal [MJ/kg]	GER-waarde niet hernieuwbaar [MJ/kg]	GER-waarde hernieuwbaar [MJ/kg]	ReCiPe-score [dPt/kg]
Defosfatering				
- Aluminiumchloride, hydraatvorm	14,9	14,3	0,6	1
- Polyaluminiumchloride	19,4	18,7	0,7	1,3
- IJzer(III)chloride, 40 % in H ₂ O	16,3	15,2	1,2	0,92
- IJzerchloridesulfaat	12,3	11,5	0,8	0,67
- IJzersulfaat	3,4	3,2	0,3	0,19
Slibontwatering				
- Polyacrylamide homopolymeer, non-ionisch, poeder, 99 % zuiver	79,3	78,2	1,1	4,6
- Polyacrylamide, anionisch, poeder	76,6	75,6	1,0	4,4
- Polyacrylamide, anionisch, vloeibaar, emulsie	62,2	61,4	0,8	3,4
- Polyacrylamide, kationisch, poeder	85,6	84,2	1,5	4,9
- Polyacrylamide, kationisch, vloeibaar, emulsie	66,7	65,7	1,0	3,6

7.2.5 Emissies

Bij de behandeling van afvalwater worden broeikasgassen uitgestoten. Het gaat om de broeikasgassen koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). De emissie van CO₂ bij rwzi's is gerelateerd aan het elektriciteitsgebruik, het gebruik van aardgas of andere primaire energiedragers. Deze gebruiken zijn goed gedocumenteerd waardoor de emissie aan CO₂ inzichtelijk is. Over de emissies van CH₄ en N₂O zijn de gegevens minder duidelijk. Het ministerie van VROM heeft in 2008 een protocol opgesteld waarin emissiefactoren voor CH₄ en N₂O zijn opgenomen. Recent is het protocol door ministerie Infrastructuur en Milieu vernieuwd (ministerie I&M, 2013). De emissiefactoren zijn onveranderd gebleven in het protocol en zijn als volgt:

- Voor de emissie van methaan bedraagt de emissiefactor 0,007 kg CH₄ per kg CZV_{influent} voor rwzi's zonder slibgisting en 0,0085 kg CH₄ per kg CZV_{influent} voor rwzi's met slibgisting
- Voor de emissie van lachgas wordt een emissiefactor van 1 % gehanteerd op basis van de inkomende stikstofvracht

STOWA heeft onderzoek uitgevoerd naar de bruikbaarheid van de bestaande emissiefactoren en voert momenteel onderzoek uit naar de oorzaak van deze emissies en hoe deze beperkt kunnen worden. Hierover zijn reeds twee rapportages verschenen (STOWA rapportnummer 2010-08 en 2012-20). Uit het onderzoek in 2010 is gebleken dat de emissie van methaan vanuit rwzi's voornamelijk kan worden ingeschat door gebruik te maken van de factoren zoals genoemd in het protocol van het ministerie van I&M. Voor de emissie van N₂O is gesteld dat het niet mogelijk is om een algemene emissiefactor op te stellen, aangezien de emissie afhangt van of de betreffende rwzi hoog- of laagbelast is in relatie tot de stikstofbelasting. Voor hoogbelaste rwzi's (>0,015 kg N kg ds⁻¹.d⁻¹) lijkt de emissiefactor van het ministerie een onderschatting en bij laagbelaste rwzi's een overschatting. Geconcludeerd is dat de meeste rwzi's in Nederland laagbelast zijn en dat door het gebruik van de huidige emissiefactoren voor N₂O een overschatting wordt gemaakt van de bijdrage aan de nationale emissie. Bij dit onderzoek is voor de laagbelaste rwzi's een N₂O emissie gevonden van 0,04 – 0,048 %.

Binnen onderliggend onderzoek is veiligheidshalve 0,05 % aangehouden voor de N₂O emissie bij rwzi's, ofwel 0,0005 kg N₂O-N per kg N_{Kjeldahl} influent.

7.2.6 Samenvattend

Navolgende is een samenvattingstabel opgenomen van het hiervoor besprokene.

Omschrijving	Eenheid	zonder voedselresten		met voedselresten	
Configuratie rwzi					
- Voorbezinktank	-	nee	ja		
- Slibgisting	-	nee	ja		
Inzameling afvalwater					
Hoeveelheid					
- Huishoudens	m³/pers.jaar	43,8	43,8	44,9	44,9
- Industrie	m³/pers.jaar	15,4	15,4	15,4	15,4
- Rioolvreemd water	m³/pers.jaar	27,0	27,0	27,0	27,0
- Totaal	m³/pers.jaar	86,3	86,3	87,4	87,4
Verontreiniging					
- Aandeel huishoudens	%	70	70	77	77
- Aandeel industrie	%	30	30	23	23
- Gemiddelde vervuilingseenheden	pers/ie	0,7	0,7	0,77	0,77
Energie					
- Transportenergie	GJ _{prim} /m³	3.221	3.221	3.221	3.221
- Specifieke transportenergie	GJ _{prim} /pers.jaar	277.811	277.811	281.337	281.337

Tabel 7.3 Samenvattingstabel

Omschrijving	Eenheid	zonder voedselresten		met voedselresten	
Samenstelling ruw afvalwater					
- CZV	mg/l	520	520	714	714
- BZV	mg/l	201	201	340	340
- N-kj	mg/l	47	47	52	52
- P-tot	mg/l	7	7	7	7
- Onopgeloste bestanddelen*	mg/l	241	241	380	380
- Vuillast	ie	1,2	1,2	1,5	1,5
- BZV/N verhouding	-	4,3	4,3	6,6	6,6
Samenstelling afvalwater AT					
- CZV	mg/l	520	338	714	413
- BZV	mg/l	201	141	340	198
- N-kj	mg/l	47	45	52	49
- P-tot	mg/l	7	6	7	7
- Onopgeloste bestanddelen	mg/l	241	169	380	168
- Vuillast	ie	1,2	0,9	1,5	1,0
- BZV/N verhouding	-	4,3	3,2	6,6	4,0
Zuivering afvalwater					
Energie					
- Energiegebruik beluchting	GJprim/ie.jaar	0,161	0,106		
- Energiegebruik ontwatering	kWh/tonds.jaar	n.v.t.	123		
- Totaal energiegebruik	GJprim/ie.jaar	0,242	0,308		
- Eigen opwekking	kWh/tonds.jaar	n.v.t.	631		
Slibproductie					
- primair slib	kg ds/ie.jaar	n.v.t.	11,1		
- secundair slib	kg ds/ie.jaar	15,4	12,9		
- uitgegist slib	kg ds/ie.jaar	n.v.t.	9,2		
- aandeel primair slib vergist	%	n.v.t.	100%		
- aandeel secundair slib vergist	%	n.v.t.	66%		
Gebruik chemicaliën					
- Defosfatering (ijzerchloride 40%)	mol/ie.jaar	0,009	0,026		
- Slibontwatering (kationisch poeder)	kg/ton ds	n.v.t.	13,7		

* aanname van onopgeloste bestanddelen is BZV x 1,2

8 Voedselrestenvermalers

8.1 Algemene informatie

Voedselrestenvermalers zijn elektrisch apparaten voor de verwerking van voedselresten. Een voedselrestenvermaler wordt onder de wasbak van de keuken gemonteerd. De voedselresten worden vervolgens fijn vermalen en geloosd op de riolering. Indien de voedselrestenvermaler niet in bedrijf is kan de wasbak op dezelfde wijze worden gebruikt als gewend. Figuur 8.1 presenteert een illustratie.



Figuur 8.1 Illustratie voedselrestenvermaler (bron figuur: InSinkErator)

Voor de nieuwe sanitatie variant waarbij de voedselrestenvermaler gekoppeld wordt aan een vacuümtoiletsysteem zal sprake zijn van een anderhalve wasbakopstelling. In figuur 8.2 is dit schematisch weergegeven.



Figuur 8.2 Opstelling voedselrestenvermaler bij koppeling met vacuümtoiletsysteem

Voedselrestenvermalers kennen al een lange historie; de eerste voedselrestenvermaler is in 1927 al ontworpen in de VS. In de VS heeft inmiddels circa 50 % van de huishoudens een voedselrestenvermaler.

Er zijn meerdere leveranciers van voedselrestenvermalers (onder andere InSinkErator, WasteKing, Franke, Wastemaid, Ecosink). Veruit de grootste naam/fabrikant wereldwijd is InSinkErator. Zij leveren verschillende typen voedselrestenvermalers. Voor de Nederlandse markt¹⁰ hebben ze vijf modellen geselecteerd. In figuur 8.1 zijn de vijf modellen toegelicht met hun specificaties.

¹⁰ Alhoewel het momenteel verboden is om voedselrestenvermalers aan te sluiten op de riolering is de verkoop niet verboden. Voedselrestenvermalers worden momenteel voornamelijk verkocht bij de luxueuzere keukenzaken en via webshops. Het is niet bekend hoeveel voedselrestenvermalers er reeds in Nederland in gebruik zijn (persoonlijke communicatie de heer Teunissen, sales manager InSinkErator). Dit kan niet worden nagegaan, omdat voedselrestenvermalers ook eenvoudig via Duitse of Engelse webshops kunnen worden besteld.

Tabel 8.1 Overzicht modellen
InSinkErator



Model	Evolution 200	Evolution 100	Model 65	Model 55	Model 45
Type vermaling	3-fase vermaler	2-fase vermaler	1-fase vermaler	1-fase vermaler	1-fase vermaler
Garantie	6 jaar	5 jaar	4 jaar	3 jaar	2 jaar
Vermogen	0,75 pk (0,56 kW)	0,70 pk (0,52 kW)	0,65 pk (0,48 kW)	0,55 pk (0,41 kW)	0,45 pk (0,33 kW)
Inhoud maalkamer	1180 ml	1005 ml	980 ml	980 ml	980 ml
Afmetingen (diameter x hoogte)	234 x 344 mm	205 x 312 mm	185 x 318 mm	173 x 318 mm	159 x 318 mm
Bijzonderheden	60% stiller t.o.v. model 55 Standaard voorzien van luchtdruk- schakelaar	40% stiller t.o.v. model 55 Standaard voorzien van luchtdruk- schakelaar	20% stiller t.o.v. model 55 Standaard voorzien van luchtdruk- schakelaar		

Het meest gangbare model wereldwijd is Model 65 (persoonlijke communicatie de heer Teunissen, InSinkErator).

8.2 Ervaringen

Wereldwijd zijn er veel ervaringen met voedselrestenvermalers. In de literatuurstudie (hoofdstuk 9) wordt hier ook nader op ingegaan.

Wat betreft ervaringen met voedselrestenvermalers in combinatie met een vacuümtoilet-systeem (de nieuwe sanitatie variant, zie ook projectvoorstel), is er alleen ervaring in de wijk Noorderhoek in Sneek. De wijk Noorderhoek is nog in aanbouw en zal uiteindelijk ruim 230 huurwoningen omvatten. In de huidige situatie (begin 2014) zijn 32 appartementen en 30 zorgwoningen opgeleverd. In de zorgwoningen zijn geen voedselrestenvermalers geïnstalleerd. Hier is een groter type voedselrestenvermaler opgesteld in de centrale keuken van het zorgcomplex. Bij de 32 appartementen zijn wel voedselrestenvermalers toegepast. Eind 2011/begin 2012 heeft een gebruikersonderzoek plaatsgevonden. Bij het uitgevoerde gebruikersonderzoek is zowel de ervaring met het vacuümtoilet als de ervaring met de voedselrestenvermalers onderzocht. Het gebruikersonderzoek is gehouden bij 20 bewoners van het appartementencomplex.

Uit de interviews komt naar voren (zie bijlage 11 voor meer detailinformatie) dat de voedselrestenvermaler in het algemeen goed wordt geaccepteerd. Het wordt als een goede vervanger van de groene container ervaren. Het feit dat ze niet meer naar buiten hoeven om het groen afval weg te gooien wordt ook positief ervaren. Wel zijn twee aandachtspunten te benoemen:

1. De grootte van de opening van de voedselrestenvermaler (circa 8 cm) is niet groot genoeg om al het groen afval er direct in te kunnen stoppen. Het grote groen afval dient eerst kleiner te worden gemaakt. Meer dan de helft van de bewoners vindt dit lastig
2. Daarnaast stoort iets minder dan de helft van respondenten zich aan het geluid bij gebruik van de voedselrestenvermaler

Belangrijke informatie hierbij is dat de 20 geïnterviewde bewoners allen ouder zijn dan 60 jaar. In de literatuurstudie (hoofdstuk 9) is geconstateerd dat de leeftijd van gebruikers een rol speelt. Ouderen hebben moeite met correct gebruik van de voedselrestenvermaler. Helaas is nog geen gebruikersinformatie beschikbaar van jongere mensen waarbij een voedselrestenvermaler is gecombineerd met een vacuümtoiletsysteem.

8.3 Kosten

De kosten van een voedselrestenvermaler zijn afhankelijk van het merk, maar daarnaast ook het type. Ter beeldvorming is voor de vijf modellen van InSinkErator een richtprijs opgenomen. Vanwege de lage afzet van voedselrestenvermalers in Nederland zijn de prijzen van de Nederlandse winkels hoger dan in landen zoals Engeland waar de afzet hoger is.

Tabel 8.2 presenteert een overzicht van de richtprijzen voor Nederland.

De tweede kolom presenteert de richtprijs voor consumenten, ofwel bij de afname van 1 stuks per keer. Bij collectieve/projectinkoop door bijv. gemeente (zoals in Surahammar) zal de stuksprijs lager zijn. Naar verwachting dient dan rekening gehouden te worden met 25 % lagere prijzen (bron: de heer Teunissen, InSinkErator). Deze richtprijzen zijn in de rechterkolom weergegeven. Ter informatie: Op Engelse webshops zijn de prijzen circa 10% lager dan de opgenomen richtprijs bij collectieve/projectinkoop.

Model	Richtprijs inclusief BTW consument	Richtprijs incl. BTW bij collectieve/projectinkoop
Evolution 200	EUR 599,-	EUR 480,-
Evolution 100	EUR 519,-	EUR 415,-
Model 65	EUR 449,-	EUR 360,-
Model 55	EUR 279,-	EUR 225,-
Model 45	EUR 159,-	EUR 125,-

Tabel 8.2 Overzicht richtprijzen

8.4 Watergebruik

Een voedselrestenvermaler is slechts kort in gebruik (verwachting gemiddeld circa 30 seconden per persoon per dag). Echter een en ander is afhankelijk van wat voor type voedselresten worden vermalen en wat voor type voedselrestenvermaler is geplaatst (1, 2 of 3-fase versnijder). Het watergebruik hangt daar uiteraard mee samen. Het gerapporteerde watergebruik loopt uiteen van 1 tot 6 liter per persoon per dag.

De universiteit van Karlsruhe heeft onderzoek gehouden naar het toepassen van voedselrestenvermalers (zie verder ook de literatuurstudie in hoofdstuk 9) en heeft daarbij ook het watergebruik inzichtelijk gemaakt voor verschillende typen voedselresten, zie tabel 8.3.

Het watergebruik is uitgedrukt als watergebruik per kilo voedselresten. In de tabel is te zien dat het watergebruik uiteenloopt van 5,6 liter tot 22,4 liter per kilogram voedselresten. Het gemiddelde watergebruik komt daarmee op 10,65 liter per kilogram voedselresten.

Abfall	Wasserbedarf	
	(L/kgFM)	(L/25kgFM)
Strukturschwaches Gemüse I (Tomaten, Paprika)	5,6	140
Strukturschwaches Gemüse II (Kartoffeln, Möhren, Zwiebeln)	6,8	170
Mittelstrukturiertes Gemüse (grüne Bohnen mit Schale)	12,0	300
Strukturstarkes Gemüse (Spinat, Salat, Blumenkohlblätter)	22,4	560
Gebrauchter Kaffeefilter	9,9	248
Obst (Orangen, Bananen, Apfel)	7,2	180

Tabel 8.3 Watergebruik (eigen onderzoeksresultaten van onderzoek universiteit Karlsruhe)

In paragraaf 3.3.1 is in het genoemde kader geconstateerd dat we in Nederland circa 220 g (plus eventueel 0 tot 40 g extra aan ondefinieerbare rest) aan voedselresten per persoon per dag produceren. Uitgaande van 220 g en een gemiddelde van 10,65 liter per kilogram voedselresten resulteert dit in een gemiddeld watergebruik van circa 2,4 liter per persoon per dag. In de praktijk zal mogelijk meer water worden gebruikt dan strikt noodzakelijk. De verwachting is dat een gemiddeld watergebruik van 3 liter per persoon per dag een reële waarde is.

Het watergebruik is naast het type voedselresten en type voedselrestenvermaler ook nog afhankelijk van wanneer men de voedselrestenvermaler gebruikt. Indien het wordt gecombineerd met het voorspoelen van borden en dergelijke of bij wassen van groente zal er mogelijk geen toename in drinkwatergebruik zijn. Hierbij is wel een aandachtspunt te benoemen. De voedselrestenvermaler – althans van de leverancier InSinkErator – mag niet in gebruik zijn terwijl heet water wordt gebruikt. Dit in verband met mogelijke oververhitting van de elektromotor.

Voor de nieuwe sanitatie variant, ofwel waarbij de voedselrestenvermaler wordt gecombineerd met een vacuümtoiletsysteem, is het watergebruik van de voedselrestenvermaler 0,5 tot 1 liter per persoon per dag (bron: project Waterschoon in Sneek). Dit watergebruik ligt aanzienlijk lager omdat bij dit systeem de onderdruk in het riool het transportmedium is in plaats van water.

9 Literatuurstudie voedselrestenvermalers

In de literatuur zijn verschillende artikelen te vinden over het gebruik van voedselrestenvermalers. Het betreft literatuur vanuit Europa maar ook van buiten Europa. De gevonden literatuur is gebaseerd op onderzoek waar praktijktesten zijn uitgevoerd, wetenschappelijke onderzoeken zijn gehouden met soms aanvullende proeven uitgevoerd op het laboratorium en overkoepelende onderzoeken (onderzoeken waar verschillende literatuur bronnen zijn geraadpleegd en aanvullend theoretisch onderzoek is uitgevoerd) zonder aanvullende testen en proeven. Omdat het buitenlandse onderzoeken betreft moet men de conclusies met voorzichtigheid bekijken. Buitenlandse situaties kunnen immers sterk verschillend zijn dan de Nederlandse situatie.

Een samenvatting van de literatuurstudie is te vinden in bijlage 12.

Waar in het bijzonder naar is gekeken bij dit onderzoek zijn de (grootschalige) praktijktesten. Ten aanzien van het gebruik van voedselrestenvermalers zijn praktijktesten uitgevoerd in:

- Amerika:
 - New York City: meer dan 1.000 huishoudens
- Zweden:
 - Staffanstorp (universiteit van Lund): 100 appartementen
 - Surahammar: meer dan 1.500 huishoudens
- Italië:
 - Gagliole: 95 personen en schoolkantine
- Japan:
 - Utanobori: 300 voedselrestenvermalers in zowel huizen als hotels

In de stad Surahammar is de meest grootschalige praktijktest uitgevoerd. Dit ook aanleiding geweest om Per Andersson van de gemeente Surahammar naar Nederland te halen. Per Andersson is vanaf de implementatie van de voedselrestenvermalers in Surahammar betrokken. Op 23 januari 2014 heeft een middagsessie plaatsgevonden waarbij Per Andersson alle ervaringen ten aanzien van de voedselrestenvermalers heeft gepresenteerd. De presentatie is in bijlage 13 bijgevoegd. De aanleiding van het toepassen van voedselrestenvermalers in Surahammar was dat de gistinginstallatie van de rwzi aanzienlijke overcapaciteit had. Om de capaciteit verder aan te vullen werd gedacht aan het vergisten van voedselresten. Hiervoor hadden ze twee mogelijkheden of via een aparte bak en transport via de weg of via een voedselrestenvermaler. Deze laatste is uiteindelijk gekozen. Om niet alle vrijheden van de bewoners weg te geven stelde men de volgende verwerkings- en inzamelingsmogelijkheden voor:

1. GF-afval in voedselrestenvermaler en restafval	verwerkingskosten EUR 339 per jaar
2. Compostering van GF-afval aan huis en restafval	verwerkingskosten EUR 302 per jaar
3. Gescheiden inzameling van GF-afval en restafval	verwerkingskosten EUR 458 per jaar

Vanaf het jaar 1997 hebben veel huishoudens gekozen voor de optie waar het GF-afval door de voedselrestenvermaler wordt verwerkt. In het jaar 2013 ziet de verdeling er als volgt uit:

De huishoudens laten weten dat men (zeer) tevreden is over het gebruik van de voedselrestenvermaler. Slechts een paar huishoudens zijn minder positief over het gebruik.

-> Villas 1-2 family	option 1 FWD	1 471	househ.	51,2 %
-> Villas 1-2 family	option 2 compost	1 343	househ.	46,7 %
-> Villas 1-2 family	option 3 bin for food waste	61	househ.	2,1 %
-> Apartments	option 1 FWD	837	househ.	45,9 %
-> Apartments	option 2 compost	0	househ.	0 %
-> Apartments	option 3 bin for food waste	988	househ.	54,1 %
-> Total households	option 1 FWD	2 308	househ.	49,1 %
-> Total households	option 2 compost	1 343	househ.	28,6 %
-> Total households	option 3 bin for food waste	1 049	househ.	22,3 %

- 1 *Groene groei met gft als grondstof*, uitgave vereniging afvalbedrijven, juni 2013
- 2 *Benchmark Afvalinzameling Peiljaar 2011 Benchmarkanalyse*, uitgave NVRD, maart 2013
- 3 *Markt of overheid? Afwegingskader voor gemeenten bij de organisatie van de inzameling van huishoudelijk afval*, uitgave NVRD, 2010
- 4 *Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2012*, uitgave Rijkswaterstaat; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, mei 2013
- 5 *Watergebruik thuis 2010*, door TNS NIPO uitgevoerd in opdracht van Vewin, 28 januari 2011
- 6 *Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2012*, uitgave Rijkswaterstaat; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 4 oktober 2013
- 7 *Routes voor GFT, verkenning van plussen en minnen*, uitgevoerd door JPS in opdracht van NVRD, Circulus, Berkel Milieu, 6 mei 2009
- 8 *Meer waarde uit gft-afval; Jaarverslag 2011*, uitgave vereniging afvalbedrijven, afdeling bioconversie, juli 2012
- 9 *Afvalstoffenheffing 2013*, uitgave Rijkswaterstaat; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, september 2013
- 10 *Bio-energie – Input; Groente, fruit- en tuinafval (gft)*, infoblad uitgegeven voor Agentschap NL, <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Bio-energie%20-%20Input%20-%20Groente-%20C%20fruit-%20en%20tuinafval%20%28gft%29.pdf>
- 11 *Beleidsnota huishoudelijk afval 2013 – 2018*, Rotterdam
- 12 *Verkenning inzamelsystemen en inzamelerspilots*, uitgevoerd door SRE Milieudienst in opdracht van Ambtelijke Werkgroep Materialentransitie (AWM) van de 21 gemeenten van het Samenwerkingsverband Regio Eindhoven, 14 mei 2013
- 13 *Hoe kunnen we 2/3 van het huishoudelijk afval recycleren? – Advies aan de staatssecretaris van Infrastructuur en Milieu*, uitgave NVRD, mei 2012
- 14 *DWAAS, Stowa-rapport, 2005-20*, juni 2005
- 15 *Riolering in beeld – Benchmark rioleringszorg 2013*, uitgave stichting RIONED, november 2013
- 16 *Bepaling voedselverliezen in huishoudelijk afval in Nederland – Vervolgmeting 2013*, CREM rapport nr. H13, eindrapport oktober 2013
- 17 *Bepaling voedselverliezen bij huishoudens en bedrijfscatering in Nederland*, uitgave CREM, september 2010
- 18 *Anerobic Digestion of Blackwater and Kitchen Refuse*, Claudia Wendland, Phd-thesis, Technische Universiteit Hamburg-Harburg, 2008
- 19 *Afval in en urine uit het riool?*, artikel in *intech K&S*, blz. 92-94, april 2003
- 20 *Afval het riool in!*, dr. Ir. J. de Koning, artikel opgenomen in congresbundel behorend bij de 55e vakantiecursus van de TU Delft, 2003
- 21 *Zuiver afvalwater 2012 – Landelijke rapportage Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer*, uitgave Unie van Waterschappen, november 2013
- 22 *Thermische hydrolyse als de motor voor de centrale slibverwerking*, Davy Ringoot et al., vakblad H₂O, http://vakbladh2o.nl/images/2014/1403/1403-07_Thermische_slibhydrolyse.pdf
- 23 *(Voor)droging van zuiveringsslib in kassen met en zonder restwarmte*, Stowa-rapport 2013-38
- 24 *Nieuwe sanitatie Apeldoorn 2*, Stowa rapport 2013-26, oktober 2013
- 25 *LCA's in afvalbeleid*, rapport Tauw, kenmerk R001-4822801JUL-srb-V03-NL, 14 maart 2013
- 26 *Benchmark Afvalinzameling Peiljaar 2012 Benchmarkanalyse*, uitgave NVRD, februari 2014
- 27 *Energie in de waterketen*, Stowa rapport 2010-35, september 2010
- 28 *Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer 2012 (BVZ 2012)*, uitgave Unie van Waterschappen, 24 september 2013
- 29 *Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer 2009 (BVZ 2009) – Wetterskip Fryslân*, uitgave Unie van Waterschappen, geen datum vermeld.
- 30 *GER-waarden en milieu-impact scores productie van hulpstoffen in de waterketen*, Stowa rapport 2012-06, februari 2012
- 31 *Handleiding model milieu-impact en energiebehoefte rwzi*, Stowa rapport 2012-30, november 2012
- 32 *Food waste disposers: energy, environmental and operational consequences of household residential use*, DANVA Report # 85, 2011
- 33 *Food Waste disposers - An integral part of the EU's future waste management strategy*, CECED, lente 2003
- 34 *Kitchen disposal units (KDU) in Stockholm – Stockholm Water's pre-study on the preconditions, options and consequences of introducing KBU in households in Stockholm*, Stockholm Water, mei 2008
- 35 *Food waste Disposers The Evidence Base; a report for the catering equipment suppliers association (CESA)*, Tim Evans Environment; 9 februari 2011

- 36 Food waste disposers, dr. ir. Jaap de Koning, 2004
- 37 Die Verwendung von Küchenabfallzerkleinerern (KAZ) aus abwasser- und abfallwirtschaftlicher Sicht, Jörg Kegebein, 2006
- 38 Application of food waste disposers and alternate cycles process in small-decentralized towns: A case Study, Paolo Battistoni, Francesco Fatone, Daniele Passacantando, David Bolzonella, 12 November 2006
- 39 Food Waste Disposers – Effect on Wastewater Treatment Plants – A study from the Town of Surahammar, Tina Karlberg, Erik Norm, September 1999
- 40 Surahammar: a case study of the impacts of installing food waste disposers in 50 % of households, Tim D. Evans, FCIWEM, Per Anderson, Åsa Wievegg & Inge Carlsson, 2010
- 41 Co- Vergärung von festen und flüssigen Substraten, Werner Edelmann, Hans Engeli, datum ontbreekt
- 42 Household food waste to wastewater or to solid waste? That is the question, Carol Diggelman & Robert K. Ham, 10 oktober 2003
- 43 Life Cycle Assessment of Systems for the Management and Disposal of Food Waste, Laura E. Mar, P.E., Matt van Duinen, 28 februari 2011
- 44 Energy Balance and Nutrient Removal Impacts of Food Waste Disposers on Wastewater Treatment, Harold Leverenz and George Tchobanoglous, 30 mei 2013
- 45 Assessment of food disposal options in multi-unit dwellings in Sydney, CRC for Waste Management and Pollution Control Limited, December 2000
- 46 Report on Social Experiment of Garbage Grinder Introduction; National Institute for Land and Infrastructure Management Ministry of Land, National Institute for Land and Infrastructure Management Ministry of Land, Infrastructure and Transport, maart 2005
- 47 The impact of Food Waste Disposers in Combined Sewer Areas of New York City, New York City Department of Environmental Protection, 1999
- 48 Tweede Kamer der Staten-Generaal – Toekomst milieuwetgeving – Brief van de staatsecretaris van volkshuisvesting, ruimtelijke ordening en milieubeheer (kamerstuk 27 664, nr. 40), P. L. B. A. van Geel, 25 augustus 2005
- 49 Emissies van broeikasgassen van rwzi's, Stowa rapport 2010-08
- 50 Emissies van broeikasgassen van rwzi's, vervolgonderzoek, Stowa rapport 2012-20
- 51 Protocol 12-035 Afvalwater, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, april 2013

Bijlage 1 Lijst met afkortingen

BZV	Biochemisch Zuurstof Verbruik. <i>Het verschil tussen CZV en BZV geeft de mate weer van niet biologisch afbreekbaar materiaal</i>
CZV	Chemisch Zuurstof Verbruik, <i>geeft de mate van chemisch oxideerbare stoffen weer</i>
N-Kjeldahl	Kjeldahl stikstof. <i>In het afvalwater komt stikstof (N) voor in organische stoffen en als ammonium (NH₄). De som van deze parameters noemen we Kjeldahl stikstof. N-Kjeldahl kan tijdens het biologische zuiveringsproces met zuurstof worden omgezet in nitriet en vervolgens nitraat</i>
P-totaal	Totaal fosfor (P). <i>P komt zowel in opgelost vorm (ortho-P genoemd) als onopgeloste vorm in afvalwater</i>
Gft-afval	Groente-, fruit- en tuinafval
T-afval	Tuinafval
Or	Ondefinieerbare rest. <i>De ondefinieerbare rest betreft een organische reststroom waarvan men niet meer de oorsprong kan herleiden</i>
AEC	Afvalenergiecentrale
WKK	Warmte Kracht Koppelingsinstallatie
Rwzi	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
ONF	Organisch natte fractie
SWV-installatie	Scheiding, Was en Vergistingsinstallatie
i.e.	Inwonerequivalent <i>Maat voor vervuiling.</i>
RDF	Refused Derived Fuel, <i>dit is de fractie die bij het zeven wordt tegengehouden en wordt afgevoerd naar een AEC</i>

Bijlage 2 Inzamelaars per organisatievorm

Samenwerkingsverbanden	Overheidsvennootschappen	Particuliere bedrijven
Avalax	Afvalcombinatie De Vallei N.V.	Aconov
AVRI	Area Reiniging	Baetsen Containers B.V.
CURE	Berkel Milieu	Dusseldorp
GAD	Circulus	Firma Wolfswinkel
Gevulei	Cyclus	GP Groot
RAD Hoeksche Waard	DAR	Icova
RD4	De Meerlanden	Leemans B.V.
Reinigingsbedrijf Midden Nederland	Flevocollect	Ophof
Reinigingsdienst De Liemers	HollandCollect	Remondis
Reinigingsdienst Maasland	HVCInzameling	SITA
Reinigingsdienst Waardlanden	Irado	Ter Horst Milieu B.V.
	N.V. Reinis	Tol Milieu
	Netwerk N.V.	Transportbedrijf Van Vliet B.V.
	OMRIN	Van Gansewinkel
	ReinUnie	Van Kaathoven
Publiek Private Samenwerking	ROVA	
Blink	RWM	
N.V. Milieuservices AVR-Krimpen aan den IJssel	Saver	
N.V. Milieuservices AVR-Noordwijk	Spaarnelanden N.V.	
N.V. Milieuservices AVR-Ridderkerk	Twente Milieu	
NV Haagse Milieu Services	ZRD	

Bron: Afvalstoffenheffing 2013, uitgave van Rijkswaterstaat, september 2013

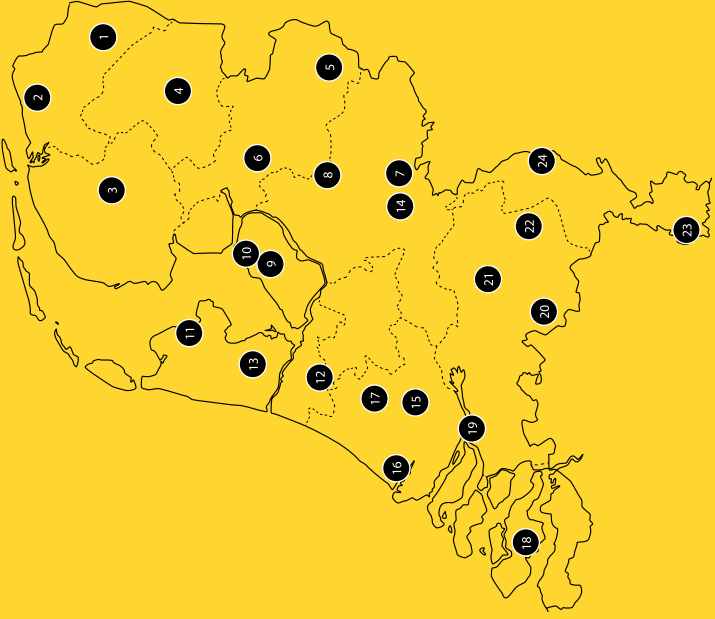
Bijlage 3 Positieve eigenschappen van compost

Positieve eigenschappen van compost



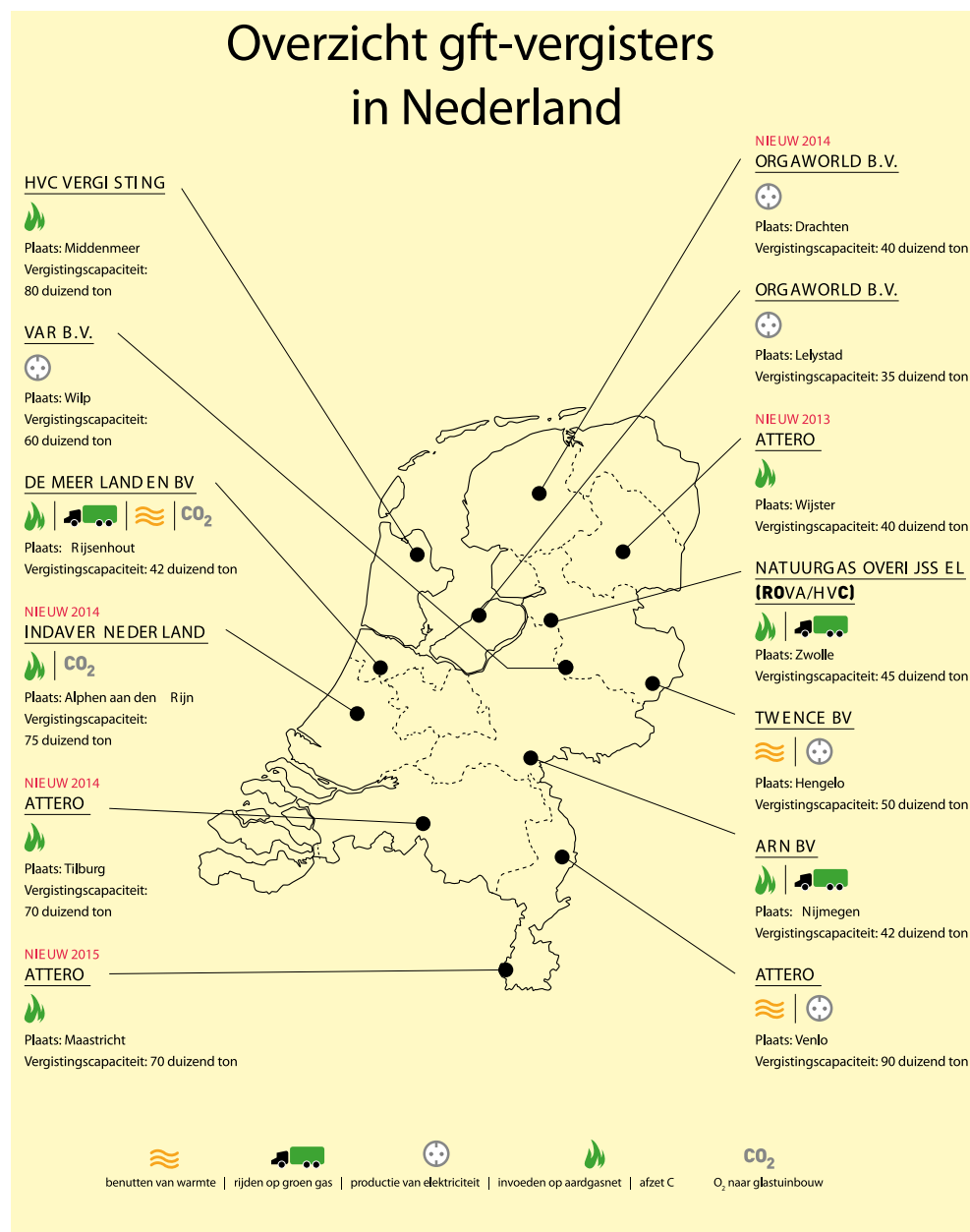
Bron: Brochure 'Een vruchtbare bodem met Keurcompost', uitgave van Platform Keurcompost, <http://bvor.nl/wp-content/uploads/2012/09/Vruchtbare-bodem-met-Keurcompost-folder.pdf>

Bijlage 4 Overzicht gft-verwerkers

Gft-verwerkers in Nederland 			
1	OOST-BRONINGER AFVAL RECYCLING OOSTAR PLAATS: OUDERPELA, GE. ONNEN VERWERKT GFT IN 2012: 28,9 KT ON	14	AIN BV PLAATS: NIJMEGEN VERWERKT GFT IN 2012: 32 KTON
2	AFVAL BEHEER, NOORD-BRONNEN COMPOSTERING, LUTING, LUSQUET PLAATS: LUSQUET, GE. ONNEN VERWERKT GFT IN 2012: 14,1 KT ON	15	INDAVERNE DELIAN D-GFT COMPOSTERING PLAATS: NIEUWEN PLAATS: BER, GSCHEIN, ODE, ZUID-HOLLAND VERWERKT GFT IN 2012: 23,6 KTON
3	ORGAWORLD COMPOSTERING, DRACHTEN PLAATS: DRACHTEN, FRIESLAND VERWERKT GFT IN 2012: 68,1 KT ON	16	INDAVERNE DELIAN D-GFT COMPOSTERING EUROPOORT PLAATS: EUROPOORT, ZUID-HOLLAND VERWERKT GFT IN 2012: 72,6 KTON
4	ATTERO WILSTER PLAATS: MISTER, DRENTE VERWERKT GFT IN 2012: 53,7 KT ON	17	INDAVERNE DELIAN D-GFT COMPOSTERING ALPHEN AAN DEN RIJN PLAATS: ALPHEN AAN DEN RIJN, ZUID-HOLLAND VERWERKT GFT IN 2012: 67 KTON
5	TWENCE COMPOSTERING PLAATS: HENGEL, O. OVERISSEL VERWERKT GFT IN 2012: 31,2 KTON	18	INDAVERNE DELIAN D-GFT COMPOSTERING VLISSENEN-OOST PLAATS: VLISSIN, GEN, ZUID-HOLLAND VERWERKT GFT IN 2012: 45,3 KTON
6	NATUURGAS OVERIJSEL, BY IROVAJ PLAATS: ZW ALLE O. OVERISSEL VERWERKT GFT IN 2012: 37,1 KTON	19	ATTERO MOERDIJK PLAATS: IN OERDIJK, NOORD-BRABANT VERWERKT GFT IN 2012: 67,2 KTON
7	AVR AFVALVER, WERKING PLAATS: DULVEN, GELDERLAND VERWERKT GFT IN 2012: 26,9 KTON	20	VAN KAT HOFEN COMPOSTERING, BIA DEL B.V. PLAATS: BIADEL, NOORD-BRABANT VERWERKT GFT IN 2012: 20 KTON
8	VAN DER GRIEN, AFD. COMPOSTERING PLAATS: WILP, GELDERLAND VERWERKT GFT IN 2012: 19,9 KTON	21	VAN KAT HOFEN COMPOSTERING ST. OEDERHO DE B.V. PLAATS: ST. OEDERHO DE, NOORD-BRABANT VERWERKT GFT IN 2012: 23 KTON
9	ORGAWORLD VERGIESTING, BICHEL PLAATS: LELSTAD, FLEVOLAND VERWERKT GFT IN 2012: 29,2 KTON	22	ATTERO DELBINE PLAATS: DELBINE, NOORD-BRABANT VERWERKT GFT IN 2012: 42,9 KTON
10	ORGAWORLD COMPOSTERING LELSTAD B.V. PLAATS: LELSTAD, FLEVOLAND VERWERKT GFT IN 2012: 29,1 KT ON	23	ATTERO MAASTRICHT PLAATS: MAASTRICHT, LIMBURG VERWERKT GFT IN 2012: 70,6 KTON
11	HCV COMPOSTERING, LOCATIE, NIDEN MEER PLAATS: NIDEN MEER, NOORD-HOLLAND VERWERKT GFT IN 2012: 89,1 KTON	24	ATTERO VENLO PLAATS: VENLO, O. LIMBURG VERWERKT GFT IN 2012: 69,6 KTON
12	DE MERIAN DEN COMPOSTERING B.V. PLAATS: BUSEN, OUD, NOORD-HOLLAND VERWERKT GFT IN 2012: 46,3 KTON	* GEEN LID VAN DE VERENIGING AFVALBEDRIJVEN HOOFDVERBOD OP BASIS VAN SCHAKELING G.	
13	HVC COMPOSTERING, LOCATIE, PUR MEER D PLAATS: PUR MEER D, NOORD-HOLLAND VERWERKT GFT IN 2012: 33,1 KTON		

Bron: Groene groei met gft als grondstof, uitgave vereniging afvalbedrijven, juni 2013

Bijlage 5 Overzicht gft-vergisters



Bron: Groene groei met gft als grondstof, uitgave vereniging afvalbedrijven, juni 2013

Bijlage 6 Hoeveelheid verbrand afval per afvalcategorie per installatie (gegevens 2012)

	Groningen	Friesland	Drenthe	Overijssel	Gelderland		Noord-Holland		Zuid-Holland			Noord-Brabant	
	EEW Energy From Waste Delzijl BV	REC Harlingen	Attero Noord BV GAVI Wijster	Twence Afval en energie	ARN	AVR Afvalverwerking Duiven	HVCafval-centrale locatie Alkmaar	Afval Energie Bedrijf	AVR Afvalverwerking Rijnmond	HVCafval-centrale locatie Dordrecht	ZAVIN CV	AEC Moerdijk	SITA ReEnergy
Totaal (ton)	316.608	227.733	677.239	607.899	294.060	383.093	639.666	1.473.120	1.292.757	301.039	8.935	924.087	334.040
Gemengd stedelijk afval	84.119	-	-	390.533	682	271.286	12.942	765.899	763.248	99.882	-	588.534	245.203
(Grof) huishoudelijkafval	1.498	16.213	-	11.939	117.835	3.218	331.847	-	4.585	-	-	35.065	1.455
Bedrijfsafval (hdo)	831	25.821	-	95	92.527	2.227	268.457	13	17.125	176.841	-	179	13
Industrieel afval, niet gevaarlijk	12.535	17.195	-	30	1.404	5.779	-	3.596	2.515	-	-	2.531	652
Overig afval	32.358	1.035	-	8.784	6.585	20.146	-	82.828	37.688	24.316	-	4.011	0
Reinigingsdienstafval	-	-	-	-	1.682	-	-	5.860	7.885	-	-	-	-
Residu composteren / vergisten	-	24.278	-	14.039	-	10.351	-	2.667	3.986	-	-	47.654	-
Scheidingsresiduen	183.946	143.191	677.239	180.143	69.998	67.676	26.420	589.785	403.780	-	-	239.255	80.585
Specifiek ziekenhuisafval niet gevaarlijk	951	-	-	2.337	2.077	2.410	-	15.660	4.280	-	-	6.066	6.131
Specifiek ziekenhuisafval gevaarlijk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.935	-	-
Gevaarlijk afval, niet gespecificeerd	370	-	-	-	1.270	-	-	6.811	47.864	-	-	792	-

Bron tabel: Afvalverwerking in Nederland, gegevens 2012, uitgave Rijkswaterstaat; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 4 oktober 2013, bijlage C

Bijlage 7 Voorbeeld gemeente Horst aan de Maas (factsheet NVRD)

Afvalinzameling Horst aan de Maas FACTSHEET

Algemene informatie

Naam inzamelvariant	Afvalinzameling Horst aan de Maas
Uitvoerende gemeente/organisatie	Gemeente Horst aan de Maas
Gebied	Volledige gemeente
Aantal huishoudens in gebied	17.000 huishoudens, 42.000 inwoners
Beschrijving gebied	De gemeente Horst aan de Maas is een plattelandsgemeente gelegen in Noord-Limburg. De gemeente bestaat uit 16 kernen en is qua oppervlak de grootste gemeente van Limburg.
Aanleiding	Gemeentelijke herindeling in 2010 en de daaruit voortvloeiende verplichting om te komen tot één nieuw afvalstelsel. Deze verplichting is opgepakt als een kans om de afvalinzameling structureel beter te organiseren en het onnodig ontstaan van restafval te voorkomen.

Systeem tot 1-1-2012

Vanaf de gemeentelijke herindeling tot aan 1-1-2012 waren er in Horst aan de Maas twee systemen van afvalinzameling. In de zes kernen van de voormalige gemeenten Sevenum en Meerlo-Wanssum gold een diftarsysteem waarbij werd betaald per ledigingsbeurt van de restafval en gft-container, in combinatie met brengen naar een milieustation. In de voormalige gemeente Horst aan de Maas was het diftarsysteem gebaseerd op de grootte van de restafvalcontainer. Er was geen GFT-inzameling, maar korven voor tuinafval. In plaats van een milieustation was er een (gratis) haalsysteem aan huis voor de meeste afvalstromen.

Systeem vanaf 1-1-2012



Horst aan de Maas zamelt 'GF' en 'T' niet gezamenlijk in, maar houdt tuinafval en keukenafval apart. Tuinafval wordt ingezameld in korven en verwerkt tot groencompost. Keukenafval wordt twee keer per week aan huis ingezameld in kleine emmers. Het keukenafval wordt vergist - wat biogas oplevert - en nagecomposteerd. Plastic verpakkingen worden ingezameld met een container, die elke twee weken wordt geleegd. Restafval wordt in tariefzakken ingezameld. Een restafvalzak kost €1,20. Blik en drankenkartons worden sinds 2012 apart ingezameld, in gratis gele zakken, die elke twee weken aan huis worden opgehaald. De inzameling van papier gebeurt met behulp van lokale verenigingen en is per kern verschillend georganiseerd. Voor het merendeel vindt de inzameling huis-aan-huis, en eens per maand plaats.

Resultaten

Scheidingsresultaat 'oude' systeem	170 kg restafval per inwoner (2009)	
Scheidingsresultaat nieuwe systeem	21 kg restafval per inwoner	
Respons(kg/inwoner) 2012	Kunststof (kg/inw)	27
	Drankenkartons en blik	9
	Keukenafval/luiers	80

Communicatie

Informatievoorziening bij start	Vooraf bestond het communicatietraject uit twee delen: bewustwording (er gaat wat veranderen) en instructie (wat gaat er veranderen)
Informatievoorziening na de invoering	Zoveel mogelijk op-maat-gesneden informatievoorziening over praktische zaken. Daarnaast ook door middel van excursies, zwerfvuilacties, etc. vergroten van draagvlak voor het systeem. In 2013 is ook een 'Afvalpanel' opgericht: een groep inwoners die praktisch meedenkt over de doorontwikkeling van het inzamelsysteem.
Klachten(afhandeling)	Klachten komen binnen bij het callcenter van de gemeente. Klachten over de inzameling worden twee keer per dag doorgespeeld aan de inzamelaar.

Toekomst

Voortzetting en/of uitbreiding?	Horst aan de Maas wil in de toekomst van de plasticcontainer een verpakkingencontainer maken (PMD-inzameling) en dan de aparte MD-zak afschaffen. Verder wordt er gewerkt aan optimalisatie van de inzameling.
---------------------------------	--

Meer informatie

Contactpersoon gemeente Horst aan de Maas	Sonja Coolen, beleidsmedewerker Milieu Email: s.coolen@horstaandemaas.nl Tel. 077-4674695
Algemene informatie inzamelmethoden NVRD	Samuel Stollman Email: stollman@nvr.nl Tel. 088 3770019

Bijlage 8 Wat is nieuwe sanitatie?

Betere afvalwaterzuivering (lagere concentraties koolstofverbindingen, stikstof en fosfaat in het effluent) is een belangrijke reden voor de sterke verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater in de afgelopen 50 jaar. Maar effluentlozingen vormen nog altijd een belangrijke emissiebron. Met name voor meststoffen, zware metalen, hormoonverstorende stoffen en medicijnresten is het effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) op een aantal plaatsen een significante bron van emissies. In het huidige inzamelingsstelsel worden alle afvalwaterstromen van een huishouden samengevoegd en naar de zuivering getransporteerd. Hierbij wordt relatief geconcentreerd afvalwater verdund met minder geconcentreerd afvalwater.

Sinds begin deze eeuw wordt in Nederland onderzoek uitgevoerd naar slimme manieren om afvalwater in te zamelen, te transporteren en te zuiveren. Hierbij ligt de huidige focus op een brongescheiden aanpak van afvalwaterstromen. Het geconcentreerde afvalwater, zoals toiletafvalwater, wordt gescheiden ingezameld en getransporteerd. Daarnaast wordt gekeken of bijvoorbeeld zwartwater en GF-afval gecombineerd ingezameld en verwerkt kunnen worden. Deze manier van afvalwater inzamelen is een vorm van 'nieuwe sanitatie'.

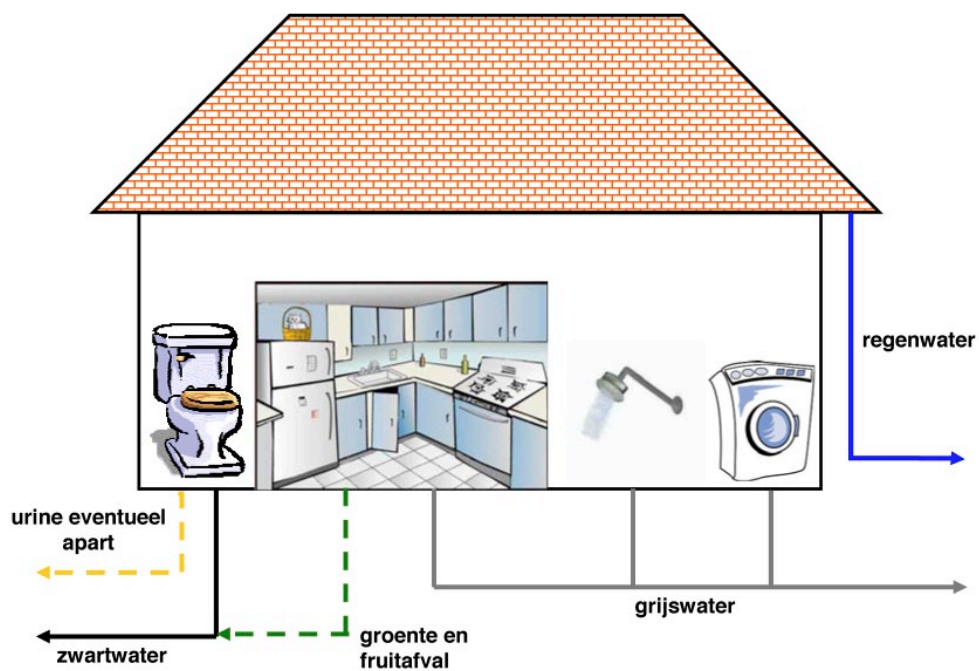
De basisgedachte achter nieuwe sanitatie is dat afvalwater waardevolle stoffen bevat. Om deze te kunnen verwaarden dienen deze stoffen zo geconcentreerd mogelijk te worden gehouden. Het is efficiënter om het geconcentreerde afvalwater apart te houden en apart te zuiveren. Het is technisch mogelijk om dit te doen. Met urinoirs en vacuümtoiletten kan urine en faeces apart geconcentreerd worden ingezameld.

Figuur B8.0.1 presenteert een schematische weergave van de verschillende huishoudelijke afvalwaterstromen die binnen een huishouden kunnen worden onderscheiden.

- **Zwartwater:** Zwartwater bestaat uit urine en fecaliën en is een geconcentreerde stroom. Het zwartwater kan nog verder onderverdeeld worden naar in fecaliën (bruinwater) en enkel urine (geelwater). Zwartwater bevat 80 % van de organische stof, 90 % van de stikstof en 80 % van het fosfaat die aanwezig is in het huishoudelijke afvalwater, terwijl het zonder spoelwater maar circa 1 % van het totaal debiet uitmaakt. Daarnaast bevat zwartwater ten opzichte van de totale huishoudelijke afvalwaterstroom zo goed als alle ziekteverwekkende micro organismen (pathogenen) en vrijwel alle hormoonverstorende stoffen en medicijnresten
- **Grijswater:** Grijswater is water afkomstig van keuken, bad, douche, wastafels en wasmachine. De grijswaterstroom is een relatief licht vervuilde stroom
- **Regenwater:** Regenwater is de minst vervuilde stroom. Bij nieuwbouw wordt regenwater zo min mogelijk geloosd op het vuilwaterriool. Bij oudere wijken wordt een deel van het regenwater van verharding wel op het riool geloosd
- **Groente en fruitafval (GF afval):** Groente en fruitafval (voedselresten) bevatten relatief veel organische stof. Per huishouden wordt bijna net zoveel organische stof via het groente- en fruitafval afgevoerd als met het zwartwater en grijswater

Dagelijks produceren we per persoon circa 126 liter zwart- en grijswater per dag. Hiervan is circa 29 % (36 liter) zwartwater vermengd met spoelwater en 71 % (90 liter) grijswater. Bij toepassing van vacuümtoiletten wordt het zwartwater geconcentreerd in circa 7 liter en zal per persoon circa 97 liter zwart- en grijswater per dag worden geproduceerd. Het aandeel zwartwater is dan circa 7 % ten opzichte van totale aanvoer zwart- en grijswater, maar bevat wel de bulk van de organische stof, stikstof, fosfaat, pathogenen, hormoonverstorende stoffen en medicijnresten.

Figuur B8.0.1 Schematische weergave
huishoudelijke afvalwaterstromen



Bijlage 9 Afvalstoffenheffingen, tariefsystemen en inzamelaars per gemeente (2013)

Bron: Afvalstoffenheffing 2013, uitgave van Rijkswaterstaat, september 2013

Overzicht gebruikte nummering tariefsystemen

- 0 Geen reinigingsheffing
- 1 Vast tarief
- 2 Aantal personen
- 3 Volume
- 4 Volume & frequentie
- 5 Dure zak
- 6 Dure zak & aantal personen
- 7 Dure zak & ledigingen
- 8 Gewicht
- 9 Gewicht & frequentie
- 10 Gewicht & aantal personen
- 11 Volume, frequentie & aantal personen

Het gemiddelde tarief per provincie is een gewogen gemiddelde naar het aantal aangeslagen huishoudens per gemeente.

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Appingedam	254	263	238	91%	2	SITA
Bedum	250	250	250	100%	1	Groningen
Bellingwedde	282	303	237	100%	4	Omrin
De Marne	262	286	204	100%	4	Groningen
Delfzijl	273	292	231	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Eemsmond	20	24	12	6%	2	Gemeentelijke Dienst
Groningen	320	362	259	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Grootegast	208	228	148	100%	8	Van Gansewinkel
Haren	234	268	171	98%	8	Groningen
Hoogezand-Sappemeer	214	237	172	100%	4	Gemeentelijke Dienst
Leek	210	235	152	100%	8	Van Gansewinkel
Loppersum	265	285	236	100%	2	Groningen
Marum	216	238	149	100%	8	Van Gansewinkel
Menterwolde	249	254	234	100%	2	SITA
Oldambt	238	256	205	100%	3	Van Gansewinkel
Pekela	260	286	204	100%	2	SITA
Slochteren	227	233	210	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Stadskanaal	195	217	149	100%	4	SITA
Ten Boer	267	275	243	100%	3	Groningen
Veendam	292	311	250	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Vlagtwedde	266	266	266	100%	1	Van Gansewinkel
Winsum	275	313	185	100%	9	Groningen
Zuidhorn	200	222	141	100%	8	Van Gansewinkel
Gemiddeld Groningen	262	285	219			

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Achtkarspelen	244	265	186	100%	2	Omrin
Ameland	206	223	170	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Boarnsterhim	227	238	202	100%	2	Omrin
Dantumadiel	189	199	159	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Dongeradeel	188	197	167	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Ferwerderadiel	260	279	209	100%	2	Omrin
Franekeradeel	222	229	206	98%	2	Omrin
Gaasterlân-Sleat	187	208	143	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Harlingen	222	243	183	100%	2	Omrin
Heerenveen	216	238	174	100%	4	Omrin
Het Bildt	238	259	189	100%	2	Omrin
Kollumerland en Nieuwkruisland	240	262	183	100%	2	Smallingerland
Leeuwarden	220	255	170	100%	2	Omrin
Leeuwarderadeel	249	262	208	100%	2	Omrin
Lemsterland	254	260	237	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Littenseradiel	203	215	170	100%	2	Omrin
Menameradiel	249	267	200	100%	2	Omrin
Ooststellingwerf	177	196	133	100%	4	Omrin
Opsterland	197	214	154	100%	4	Omrin
Schiermonnikoog	316	333	233	90%	2	Omrin
Skarsterlân	232	246	195	100%	3	Gemeentelijke Dienst
Smallingerland	195	205	174	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Súdwest Fryslân	222	234	195	100%	2	Omrin
Terschelling	200	200	200	100%	1	Omrin
Tytsjerksteradiel	161	176	123	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Vlieland	290	326	245	100%	2	Omrin
Weststellingwerf	235	261	172	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Gemiddeld Friesland	215	233	177			
Aa en Hunze	229	244	183	100%	2	SITA
Assen	223	243	173	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Borger-Odoorn	205	221	159	100%	8	SITA
Coevorden	282	295	245	100%	2	Area Reiniging
De Wolden	201	213	168	100%	2	SITA
Emmen	290	300	266	100%	2	Area Reiniging
Hoogeveen	256	278	206	100%	2	Area Reiniging
Meppel	238	238	238	100%	1	Gemeentelijke Dienst
Midden-Drenthe	193	205	160	100%	2	Van Gansewinkel
Noordenveld	212	225	179	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Tynaarlo	199	225	135	100%	8	SITA
Westerveld	230	251	176	100%	2	ROVA
Gemiddeld Drenthe	241	255	205			

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Almelo	284	284	284	100%	1	Twente Milieu
Borne	255	255	255	100%	1	Gemeentelijke Dienst
Dalfsen	185	203	127	100%	4	ROVA
Deventer	308	352	241	95%	4	Circulus
Dinkelland	167	181	121	100%	2	Ter Horst Milieu B.V.
Enschede	299	310	276	100%	2	Twente Milieu
Haaksbergen	217	228	188	100%	3	Van Gansewinkel
Hardenberg	214	241	138	100%	4	ROVA
Hellendoorn	227	237	195	100%	3	Gemeentelijke Dienst
Hengelo (O.)	267	301	207	100%	4	Twente Milieu
Hof van Twente	235	244	212	100%	3	Twente Milieu
Kampen	226	248	172	100%	4	Gemeentelijke Dienst
Losser	213	226	177	100%	3	Twente Milieu
Oldenzaal	260	278	217	100%	2	Twente Milieu
Olst-Wijhe	188	211	126	100%	4	ROVA
Ommen	238	248	210	100%	3	ROVA
Raalte	153	176	92	100%	4	ROVA
Rijssen-Holten	176	187	136	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Staphorst	233	250	166	100%	4	ROVA
Steenwijkerland	220	246	154	88%	4	ROVA
Tubbergen	174	185	137	90%	4	Ophof
Twenterand	192	212	123	100%	4	ROVA
Wierden	234	245	193	100%	3	Leemans B.V.
Zwartewaterland	226	246	168	100%	4	ROVA
Zwolle	251	269	215	100%	2	ROVA
Gemiddeld Overijssel	246	262	210			
Aalten	158	171	127	100%	4	ROVA
Apeldoorn	248	277	190	93%	11	Circulus
Arnhem	176	200	148	77%	2	SITA
Barneveld	245	274	165	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Berkelland	167	178	135	100%	3	Ter Horst Milieu B.V.
Beuningen	177	190	141	100%	5	DAR
Bronckhorst	243	251	112	100%	4	Van Gansewinkel
Brummen	238	258	184	100%	4	Van Gansewinkel
Buren	205	214	174	100%	3	AVRI
Culemborg	204	217	177	100%	3	AVRI
Doesburg	210	238	149	96%	4	Van Gansewinkel
Doetinchem	232	245	201	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Druten	159	177	110	100%	6	DAR
Duiven	293	312	234	100%	2	SITA
Ede	223	234	193	100%	2	Afalcombinatie De Vallei N.V.
Elburg	189	216	140	98%	2	Aconov

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Epe	279	289	251	100%	2	Circulus
Ermelo	148	167	116	100%	4	Dusseldorp
Geldermalsen	204	214	174	100%	3	AVRI
Groesbeek	150	172	103	100%	6	Van Gansewinkel
Harderwijk	189	203	156	100%	2	Aconov
Hattem	229	249	168	100%	4	ROVA
Heerde	217	243	141	100%	4	ROVA
Heumen	143	159	100	100%	6	DAR
Lingewaal	208	217	177	100%	3	AVRI
Lingewaard	155	167	118	100%	4	DAR
Lochem	297	335	195	100%	4	Berkel Milieu
Maasdriel	207	217	177	100%	3	AVRI
Millingen aan de Rijn	205	221	163	100%	6	Van Gansewinkel
Montferland	150	158	126	100%	4	Reinigingsdienst De Liemers
Neder-Betuwe	205	214	174	100%	3	AVRI
Neerijnen	213	221	181	100%	3	AVRI
Nijkerk	174	186	141	100%	4	Dusseldorp
Nijmegen	106	137	90	55%	6	DAR
Nunspeet	218	234	175	100%	2	Aconov
Oldebroek	241	255	192	100%	2	Aconov
Oost Gelre	169	183	134	100%	4	ROVA
Oude IJsselstreek	184	203	131	100%	2	Ter Horst Milieu B.V.
Overbetuwe	194	207	152	100%	4	SITA
Putten	116	127	88	100%	5	Gemeentelijke Dienst
Renkum	259	279	219	100%	2	Afvalcombinatie De Vallei N.V.
Rheden	185	213	145	100%	3	SITA
Rijnwaarden	244	271	168	100%	4	Ter Horst Milieu B.V.
Rozendaal	224	229	203	100%	2	Ter Horst Milieu B.V.
Scherpenzeel	190	200	160	100%	2	SITA
Tiel	211	223	183	100%	3	AVRI
Ubbergen	172	186	140	100%	2	Dusseldorp
Voorst	195	207	156	100%	2	SITA
Wageningen	248	271	174	100%	2	Afvalcombinatie De Vallei N.V.
West Maas en Waal	211	221	181	100%	3	SITA
Westervoort	257	276	207	100%	4	SITA
Wijchen	159	174	118	100%	4	Dusseldorp
Winterswijk	200	213	170	100%	3	ROVA
Zaltbommel	207	217	177	100%	3	AVRI
Zevenaar	103	113	81	100%	4	Reinigingsdienst De Liemers
Zutphen	239	262	198	100%	4	Berkel Milieu
Gemiddeld Gelderland	196	219	150			

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Amersfoort	208	223	173	94%	2	ROVA
Baarn	216	216	216	100%	1	Reinigingsbedrijf Midden Nederland
Bunnik	206	219	165	100%	2	Van Gansewinkel
Bunschoten	135	139	119	100%	2	Dusseldorp
De Bilt	207	245	127	100%	2	Van Gansewinkel
De Ronde Venen/Abcoude	215	245	127	100%	2	Van Gansewinkel
De Ronde Venen/ De Ronde Venen	197	209	161	100%	2	Van Gansewinkel
Eemnes	173	193	122	100%	2	SITA
Houten	164	182	107	100%	2	Van Gansewinkel
IJsselstein	184	209	108	100%	2	Reinigingsbedrijf Midden Nederland
Leusden	148	155	124	100%	2	SITA
Lopik	207	222	161	100%	3	Gemeentelijke Dienst
Montfoort	177	195	120	100%	2	Van Gansewinkel
Nieuwegein	183	201	140	100%	2	Reinigingsbedrijf Midden Nederland
Oudewater	203	231	138	100%	2	SITA
Renswoude	223	226	201	100%	2	Remondis
Rhenen	184	197	148	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Soest	192	199	175	100%	2	Reinigingsbedrijf Midden Nederland
Stichtse Vecht	199	220	145	100%	2	Van Gansewinkel
Utrecht	265	281	237	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Utrechtse Heuvelrug	182	197	156	100%	2	SITA
Veenendaal	248	267	200	100%	2	Afvalcombinatie De Vallei N.V.
Vianen	236	253	194	100%	3	Gemeentelijke Dienst
Wijk bij Duurstede	212	212	212	100%	1	SITA
Woerden	243	255	213	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Woudenberg	192	204	153	100%	2	Firma Wolfswinkel
Zeist	202	226	154	100%	2	Reinigingsbedrijf Midden Nederland
Gemiddeld Utrecht	215	230	182			
Aalsmeer	299	318	245	100%	3	De Meerlanden
Alkmaar	211	244	153	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Amstelveen	228	243	200	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam Centrum	275	319	239	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam Nieuw-West	312	344	258	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam Noord	333	367	275	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam Oost	298	335	251	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam West	311	356	267	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam Westpoort	220	264	198	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam Zuid	293	334	251	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Amsterdam Zuidoost	330	352	299	96%	2	Gemeentelijke Dienst

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Beemster	207	222	158	97%	2	GP Groot
Bergen (NH.)	281	310	233	88%	2	HVCInzameling
Beverwijk	228	258	172	100%	2	ReinUnie
Blaricum	222	263	131	100%	2	GAD
Bloemendaal	245	264	204	100%	3	De Meerlanden
Bussum	228	264	171	100%	2	GAD
Castricum	244	264	200	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Den Helder	277	308	213	100%	2	HVCInzameling
Diemen	401	420	365	100%	2	De Meerlanden
Drechterland	311	332	248	100%	2	HollandCollect
Edam-Volendam	237	254	188	100%	2	Tol Milieu
Enkhuizen	317	351	250	93%	2	HollandCollect
Graft-De Rijp	179	194	139	100%	4	SITA
Haarlem	284	336	202	98%	2	Spaarnelanden N.V.
Haarlemmerliede en Spaarnwoude	312	320	293	92%	2	De Meerlanden
Haarlemmermeer	296	312	259	100%	3	De Meerlanden
Heemskerk	268	285	228	100%	2	ReinUnie
Heemstede	232	249	199	100%	3	De Meerlanden
Heerhugowaard	227	236	199	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Heiloo	195	225	126	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Hilversum	254	296	179	100%	2	GAD
Hollands Kroon	280	310	200	100%	2	HVCInzameling
Hoorn	279	304	228	100%	2	HollandCollect
Huizen	250	271	203	100%	2	GAD
Koggenland	268	287	217	100%	2	HollandCollect
Landsmeer	255	275	206	100%	2	GP Groot
Langedijk	242	271	150	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Laren (NH.)	247	283	193	100%	2	GAD
Medemblik	327	351	264	100%	2	HollandCollect
Muiden	369	413	261	100%	2	GAD
Naarden	236	266	168	100%	2	GAD
Oostzaan	266	281	221	100%	2	SITA
Opmeer	283	306	213	100%	2	HollandCollect
Ouder-Amstel	212	230	178	100%	5	Icova
Purmerend	330	330	330	100%	1	Gemeentelijke Dienst
Schagen	205	215	180	100%	2	HVCInzameling
Schermer	205	215	180	100%	2	GP Groot
Stede Broec	295	317	232	100%	2	HollandCollect
Texel	229	256	159	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Uitgeest	227	249	165	100%	2	GP Groot
Uithoorn	237	237	237	100%	1	Van Gansewinkel
Velsen	337	337	337	100%	1	ReinUnie
Waterland	247	276	168	100%	2	Tol Milieu

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Weesp	210	235	170	100%	2	GAD
Wijdmeren	246	266	193	100%	2	GAD
Wormerland	254	254	254	100%	1	HVCInzameling
Zaanstad	269	269	269	100%	1	HVCInzameling
Zandvoort	227	254	186	100%	2	SITA
Zeevang	251	268	201	100%	2	GP Groot
Gemiddeld Noord-Holland	277	301	235			
Alblasserdam	258	273	217	100%	2	Netwerk NV
Albrandswaard	263	278	209	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Alphen aan den Rijn	257	283	198	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Barendrecht	239	265	149	100%	2	Van Gansewinkel
Bergambacht	235	267	150	100%	11	Cyclus
Bernisse	232	242	202	100%	2	Van Gansewinkel
Binnenmaas	177	186	153	100%	2	RAD Hoeksche Waard
Bodegraven-Reeuwijk	242	254	203	100%	2	Cyclus
Boskoop	268	285	221	100%	2	Cyclus
Brielle	177	177	177	100%	1	Van Gansewinkel
Capelle aan den IJssel	280	301	234	100%	2	Van Gansewinkel
Cromstrijen	176	184	152	100%	2	RAD Hoeksche Waard
Delft	273	317	202	99%	2	Avaalex
Dordrecht	248	248	248	96%	1	Netwerk NV
Giessenlanden	228	240	186	100%	2	Reinigingsdienst Waardlanden
Goeree-Overflakkee	201	216	162	98%	2	Van Gansewinkel
Gorinchem	186	199	159	100%	2	Reinigingsdienst Waardlanden
Gouda	326	349	279	100%	2	Cyclus
Hardinxveld-Giessendam	249	249	249	100%	1	Reinigingsdienst Waardlanden
Hellevoetsluis	199	199	199	100%	1	Van Gansewinkel
Hendrik-Ido-Ambacht	285	306	215	93%	2	Netwerk NV
Hillegom	276	285	258	91%	2	Gemeentelijke Dienst
Kaag en Braassem	280	307	206	100%	2	Cyclus
Katwijk	290	317	216	93%	2	Gemeentelijke Dienst
Korendijk	178	186	153	100%	2	RAD Hoeksche Waard
Krimpen aan den IJssel	268	274	251	100%	2	N.V. Milieuservices AVR- Krimpen aan den IJssel
Lansingerland	362	378	302	100%	2	Irado
Leerdam	263	263	263	100%	1	Reinigingsdienst Waardlanden
Leiden	212	261	139	59%	2	Gemeentelijke Dienst
Leiderdorp	281	308	220	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Leidschendam-Voorburg	291	313	258	100%	2	Avaalex
Lisse	269	291	216	100%	2	De Meerlanden
Maassluis	296	308	265	100%	2	Gemeentelijke Dienst

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Midden-Delfland	288	305	229	100%	2	Avaalex
Molenwaard	229	240	191	100%	2	Reinigingsdienst Waardlanden
Nederlek	291	291	291	100%	1	N.V. Milieuservices AVR- Krimpen aan den IJssel
Nieuwkoop	196	210	149	100%	2	Cyclus
Noordwijk	291	330	209	100%	2	N.V. Milieuservices AVR-Noordwijk
Noordwijkerhout	286	318	210	100%	2	De Meerlanden
Oegstgeest	280	280	280	100%	1	Leiden
Oud-Beijerland	176	184	152	100%	2	RAD Hoeksche Waard
Ouderkerk	220	252	113	100%	2	N.V. Milieuservices AVR- Krimpen aan den IJssel
Papendrecht	222	222	222	100%	1	Netwerk NV
Pijnacker-Nootdorp	275	290	213	100%	2	Avaalex
Ridderkerk	255	279	201	100%	2	N.V. Milieuservices AVR-Ridderkerk
Rijnwoude	230	249	177	100%	2	Cyclus
Rijswijk (ZH.)	290	320	249	100%	2	Avaalex
Rotterdam	340	340	340	91%	1	Roteb in Rotterdam en Irado in Rozenburg
Schiedam	305	322	273	100%	2	Irado
Schoonhoven	223	262	131	100%	2	Cyclus
s-Gravenhage	269	291	236	100%	2	NV Haagse Milieu Services
Sliedrecht	177	194	138	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Spijkenisse	320	320	320	100%	1	N.V. Reinis
Strijen	174	186	153	95%	2	RAD Hoeksche Waard
Teylingen	319	339	270	100%	3	SITA
Vlaardingen	277	300	233	100%	2	Irado
Vlist	243	259	198	100%	2	Cyclus
Voorschoten	287	305	247	100%	2	Gevulei
Waddinxveen	278	294	234	100%	2	Cyclus
Wassenaar	380	425	295	100%	2	Avaalex
Westland	215	227	180	100%	2	Transportbedrijf Van Vliet B.V.
Westvoorne	255	272	191	100%	2	Irado
Zederik	208	227	150	100%	2	Reinigingsdienst Waardlanden
Zoetermeer	262	275	233	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Zoeterwoude	265	290	196	100%	8	Gevulei
Zuidplas	272	281	244	76%	4	Van Gansewinkel
Zwijndrecht	282	290	265	98%	2	Netwerk NV
Gemiddeld Zuid-Holland	277	289	256			

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Borsele	268	296	198	96%	2	Gemeentelijke Dienst
Goes	218	238	178	97%	2	Gemeentelijke Dienst
Hulst	249	275	193	100%	2	ZRD
Kapelle	262	279	209	100%	2	ZRD
Middelburg	258	266	242	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Noord-Beveland	218	234	175	95%	2	ZRD
Reimerswaal	296	325	215	93%	2	ZRD
Schouwen-Duiveland	211	227	170	100%	3	Gemeentelijke Dienst
Sluis	255	281	205	100%	2	ZRD
Terneuzen	280	293	251	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Tholen	273	289	224	99%	2	ZRD
Veere	225	229	204	100%	3	ZRD
Vlissingen	315	315	315	100%	1	Gemeentelijke Dienst
Gemiddeld Zeeland	258	272	228			
Aalburg	279	300	201	100%	4	SITA
Alphen-Chaam	233	250	174	100%	2	Baetsen Containers B.V.
Asten	120	138	78	100%	4	Blink
Baarle-Nassau	179	213	107	100%	3	Baetsen Containers B.V.
Bergeijk	149	158	121	100%	4	Van Kaathoven
Bergen op Zoom	278	291	249	100%	4	Saver
Bernheze	188	205	134	100%	9	Afvalstoffendienst 's-Hertogenbosch
Best	244	244	244	100%	1	Baetsen Containers B.V.
Bladel	145	159	100	100%	4	Van Kaathoven
Boekel	233	238	218	100%	5	Van Gansewinkel
Boxmeer	181	186	168	100%	5	Van Gansewinkel
Boxtel	266	280	231	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Breda	295	312	261	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Cranendonck	181	197	135	100%	4	Van Gansewinkel
Cuijk	149	153	137	100%	5	Van Gansewinkel
Deurne	142	161	86	100%	4	Van Gansewinkel
Dongen	259	283	189	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Drimmelen	224	238	177	100%	4	SITA
Eersel	106	118	67	100%	4	Van Kaathoven
Eindhoven	225	263	189	100%	2	CURE
Etten-Leur	263	290	196	100%	4	Van Gansewinkel
Geertruidenberg	209	227	159	100%	2	Baetsen Containers B.V.
Geldrop-Mierlo	205	230	151	100%	4	CURE
Gemert-Bakel	152	163	123	100%	4	Blink
Gilze en Rijen	182	195	142	100%	4	Gemeentelijke Dienst
Goirle	193	219	110	96%	2	Van Gansewinkel
Grave	186	191	174	100%	5	Van Gansewinkel
Haaren	175	190	129	100%	4	Afvalstoffendienst 's-Hertogenbosch

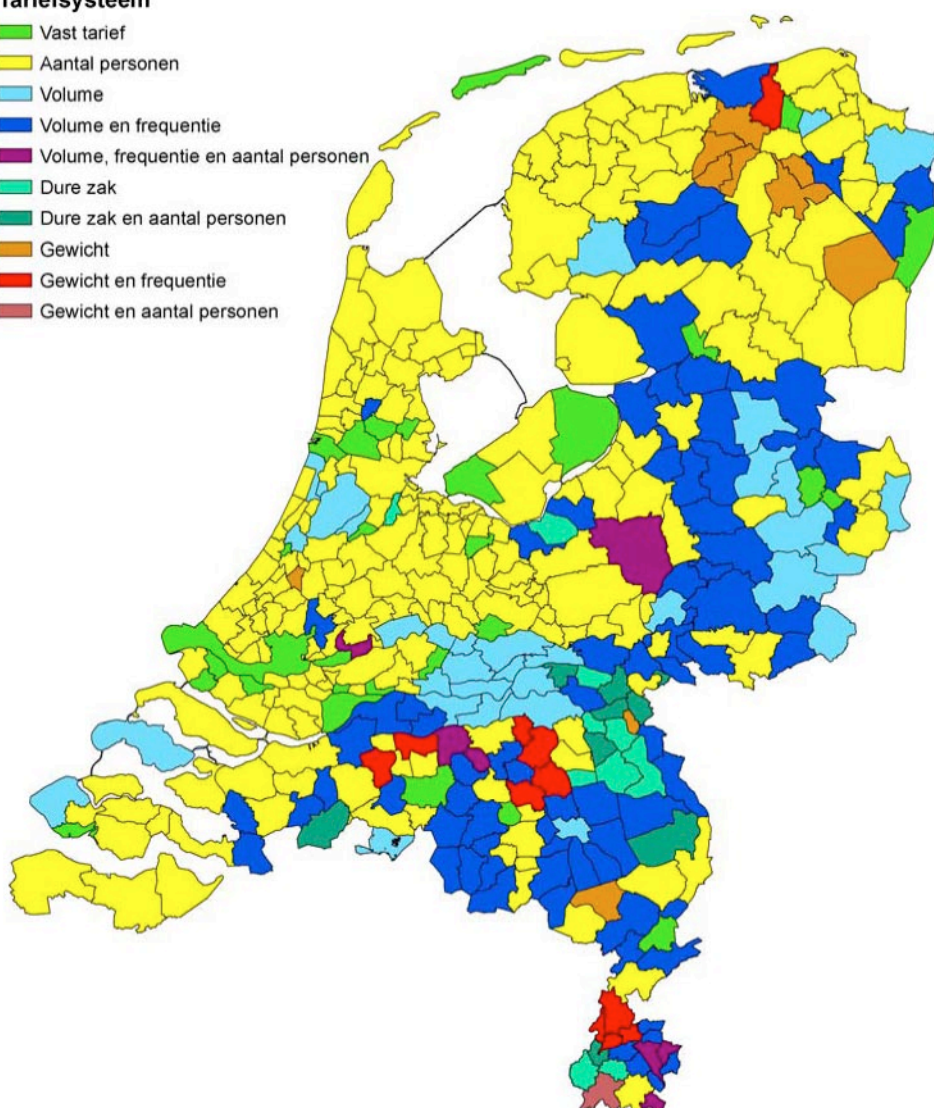
Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Halderberge	266	284	213	100%	2	Saver
Heeze-Leende	178	202	110	100%	4	SITA
Helmond	197	209	172	100%	3	Blink
Heusden	162	182	102	100%	11	Afvalstoffendienst 's-Hertogenbosch
Hilvarenbeek	149	161	111	100%	4	Van Gansewinkel
Laarbeek	173	192	116	100%	4	Blink
Landerd	253	274	182	100%	2	SITA
Loon op Zand	211	228	151	100%	2	Van Gansewinkel
Maasdonk	197	213	146	100%	9	Afvalstoffendienst 's-Hertogenbosch
Mill en Sint Hubert	180	194	134	100%	6	Van Gansewinkel
Moerdijk	255	272	204	100%	2	Van Gansewinkel
Nuenen, Gerwen en Nederwetten	196	214	143	100%	4	Blink
Oirschot	152	170	95	100%	4	Van Kaathoven
Oisterwijk	160	179	120	100%	4	Afvalstoffendienst 's-Hertogenbosch
Oosterhout	253	296	151	100%	9	Gemeentelijke Dienst
Oss	246	258	220	100%	3	Gemeentelijke Dienst
Reusel-De Mierden	168	185	112	100%	4	Van Kaathoven
Roosendaal	310	331	265	100%	2	Saver
Rucphen	225	244	167	100%	4	Van Gansewinkel
Schijndel	201	216	159	95%	4	SITA
's-Hertogenbosch	249	267	213	100%	2	Gemeentelijke Dienst
Sint Anthonis	196	200	182	100%	5	Van Gansewinkel
Sint-Michielsgestel	140	152	105	100%	4	Van Kaathoven
Sint-Oedenrode	195	216	140	100%	9	Van Kaathoven
Someren	179	200	123	100%	4	Blink
Son en Breugel	200	211	168	100%	2	Van Gansewinkel
Steenbergen	296	317	237	100%	2	SITA
Tilburg	242	242	242	100%	1	Gemeentelijke Dienst
Uden	275	290	240	100%	2	Van Gansewinkel
Valkenswaard	255	285	188	100%	2	CURE
Veghel	198	221	138	100%	9	SITA
Veldhoven	201	223	149	100%	2	Baetsen Containers B.V.
Vught	251	297	158	100%	11	Afvalstoffendienst 's-Hertogenbosch
Waalre	203	222	156	100%	2	Baetsen Containers B.V.
Waalwijk	244	271	183	100%	9	Gemeentelijke Dienst
Werkendam	260	281	192	100%	4	SITA
Woensdrecht	227	241	187	100%	4	Saver
Woudrichem	195	217	125	100%	4	SITA
Zundert	189	203	156	100%	6	Van Kaathoven
Gemiddeld Noord-Brabant	227	244	192			

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Beek (L.)	220	236	180	100%	9	RWM
Beesel	148	160	118	100%	4	SITA
Bergen (L.)	191	208	141	100%	4	SITA
Brunssum	233	251	201	100%	4	RD4
Echt-Susteren	186	206	137	100%	2	Baetsen Containers B.V.
Eijsden-Margraten	146	157	110	100%	10	Van Gansewinkel
Gennep	188	209	135	98%	4	SITA
Gulpen-Wittem	227	249	169	96%	2	Van Gansewinkel
Heerlen	274	333	200	100%	11	RD4
Horst aan de Maas	213	235	153	96%	6	SITA
Kerkrade	208	228	176	100%	4	RD4
Landgraaf	237	263	184	100%	11	RD4
Leudal	169	189	113	100%	4	Reinigingsdienst Maasland
Maasgouw	181	201	131	100%	4	Reinigingsdienst Maasland
Maastricht	277	298	262	100%	5	Gemeentelijke Dienst
Meerssen	213	230	168	100%	6	Van Gansewinkel
Mook en Middelaar	174	185	148	100%	8	Van Kaathoven
Nederweert	133	142	106	99%	8	Van Gansewinkel
Nuth	184	201	143	100%	4	RD4
Onderbanken	232	247	190	100%	4	RD4
Peel en Maas	199	210	160	100%	2	Gemeentelijke Dienst in Helden, Reinigingsdienst Maasland in Kessel en Meijel, Van Gansewinkel in Maasbree
Roerdalen	151	163	119	100%	4	Van Gansewinkel
Roermond	202	202	202	100%	1	Van Gansewinkel
Schinnen	226	242	189	100%	9	RWM
Simpelveld	172	188	131	100%	4	RD4
Sittard-Geleen	223	244	187	92%	9	RWM
Stein (L.)	218	232	180	100%	9	RWM
Vaals	264	297	215	100%	11	RD4
Valkenburg aan de Geul	157	165	143	100%	5	Van Gansewinkel
Venlo	213	245	147	100%	2	Van Gansewinkel
Venray	198	224	138	100%	4	SITA
Voerendaal	187	202	146	100%	4	RD4
Weert	267	283	233	100%	2	Van Gansewinkel
Gemiddeld Limburg	220	237	188			

Gemeente	Gem tarief per hh (euro)	Tarief mp hh (euro)	Tarief 1p hh (euro)	Perce- tage dekking	Tarief- sys- teem	Inzamelaar
Almere	311	311	311	100%	1	Gemeentelijke Dienst
Dronten	270	270	270	100%	1	Gemeentelijke Dienst
Lelystad	252	268	227	100%	2	Flevocollect
Noordoostpolder	248	258	219	100%	2	Flevocollect
Urk	207	207	207	100%	2	ROVA
Zeewolde	227	240	185	100%	2	Flevocollect
Gemiddeld Flevoland	281	284	273			

Tariefsysteem

- Vast tarief
- Aantal personen
- Volume
- Volume en frequentie
- Volume, frequentie en aantal personen
- Dure zak
- Dure zak en aantal personen
- Gewicht
- Gewicht en frequentie
- Gewicht en aantal personen



Bijlage 10 Resultaat LCA gft-verwerking

Onderstaande tekst is rechtstreeks gekopieerd uit de rapportage Routes voor GFT, uitgevoerd door JPS in opdracht van NVRD, Circulus en Berkel Milieu.

Hoe zijn de verschillende verwerkingsroutes te vergelijken in termen van milieuprestatie? Welk systeem of route verdient de voorkeur? Er is en wordt veel onderzoek op dit terrein verricht. In Nederland is vanaf 2003 veel werk verricht in het kader van de landelijke evaluatie van het GFT-beleid. Maar ook in Duitsland, België²⁷ en op Europees niveau zijn een aantal milieustudies verschenen, waarin de verschillende verwerkingsroutes worden beoordeeld op milieuprestatie²⁸. In Europa is veel aandacht voor de ontwikkeling van richtlijnen voor uitvoering van een Levenscyclusanalyse voor de beoordeling van biologische afvalstromen²⁹. Hier beperken we ons grotendeels tot de publicaties die in de Nederlandse discussies een rol spelen.

Ter voorbereiding op het eerste Landelijk Afvalbeheer Plan (LAP) is in 2002 een Milieueffectrapportage (MER) opgesteld. Voor diverse stromen - waaronder groenafval en GFT - zijn uitgebreide levenscyclusanalyses (LCA) uitgevoerd³⁰. Hierbij zijn de milieueffecten op thema's als broeikaseffect, verzuring, vermesting, schadelijke stoffen (toxiciteit) e.a. voor elk onderdeel van de afvalketen -inzameling, transport, verwerking en toepassing - in kaart gebracht en gewogen. Hierbij wordt ook rekening gehouden met 'vermeden' milieueffecten. Als gevolg van de productie van GFT-compost wordt er bijvoorbeeld minder kunstmest in de akkerbouw of veen (voor potgrond) gebruikt en wordt er CO₂ in de bodem vastgelegd. Dit geldt ook voor de 'vermeden' energie, dat is energie die anders op conventionele wijze opgewekt zou zijn met fossiele brandstoffen. Deze GFT-LCA-analyse is in de daarop volgende jaren op een aantal punten in vervolgstudies bijgesteld en geactualiseerd (procesemissies composteren, vergistingstechnieken, verbranding)³¹.

²⁷ In België bijvoorbeeld: Vergelijking van verwerkingsscenario's voor restfractie van huishoudelijk en niet-specifiek categorie IIbedrijfsafval, OVAM 2001. Meer informatie bij: Christof Delatter (VMSG/ Interafval).

²⁸ In Duitsland bijvoorbeeld Ökobilanz Bioabfallverwertung, van de Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2002.

²⁹ Europa: Groenboek Beheer Bioafval in EU' (december 2008) en European Commission, environment, waste, biodegradable waste: <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/index.htm>.

Ontwikkeling van richtlijnen voor LCA studies: zie LCA Biowaste <http://viso.jrc.ec.europa.eu/lca-biowaste/>

³⁰ Milieueffectrapport Landelijk Afvalbeheer Plan 2002-2012, met achtergrond document A14 over GFT afval, AOO, 2002.

³¹ Nadere beschouwing van de LCA voor GFT-afval uit de MER-LAP, IVAM, mei 2004; Herziening levenscyclusanalyse GFTafval, herberekening LCA bij het MER-LAP, Grontmij/IVAM, november 2004; CO₂ kentallen afvalscheiding, CE Delft, september 2007, aanvullend: additionele data GFT-afval en papier, CE/Haskoning, december 2007; Onderzoek bepalen kentallen methaan en lachgas composteerbedrijven, TAUW, november 2007; Milieuanalyse GFT vergisten, IVAM, februari 2008; Nog niet openbaar: GFT verbranding, Haskoning, J. Vroonhof, 2008, in opdracht VA.

Er zijn vier bestaande GFT-routes bekeken:

1. Gescheiden inzamelen, composteren
2. Gescheiden inzamelen en vergisten (energie, nacomposteren)
3. Integraal inzamelen en vergisten (alleen energie)
4. Integraal verzamelen, verbranden (met/zonder energierugwinning)

Daarnaast is ook de optie 'gescheiden inzamelen, vergassen en bijstoken in een kolencentrale' doorgerekend. Deze methode is nog niet operationeel, maar werd gezien als kansrijke optie voor de toekomst. Er is niet naar thuis composteren gekeken.

De conclusie is als volgt:

- Vergisten met energieopwekking en nacomposteren is (iets) beter dan composteren. In beide gevallen ontstaat compost als nuttig eindproduct. Bij vergisten is er bovendien sprake van een energieopbrengst (biogas).
- Integraal verbranden verschilt niet significant van gescheiden inzamelen/composteren.

Het effect van zware metalen in compost is in de genoemde studies niet meegerekend ('op nul gezet'), omdat de LCA beoordelingsmethodiek voor de milieueffecten van metalen nog teveel onzekerheden bevat. Aangenomen is dat de strenge regelgeving t.a.v. compost deze milieueffecten ondervangt (certificering, Uitvoeringsbesluit meststoffenwet, Besluit Gebruik Meststoffen).

In deze LCA studies is geen rekening gehouden met mogelijke positieve effecten van compost zoals ziekteverwerende eigenschappen, bodemverbetering, e.d. Zie 'ecologisch potentieel compost'.

3.3 Verbranding van GFT?

De conclusie dat integraal verbranden vanuit milieuoogpunt gelijkwaardig aan composteren/vergisten is, heeft veel discussie opgeleverd. De meeste deskundigen zijn sceptisch over verbranding van GFT. Het bestaat grotendeels uit water, heeft een erg lage stookwaarde en kan bovendien het AVI-rendement in negatieve zin beïnvloeden. Zoals iemand het kernachtig formuleerde: Ooit een krop sla zien branden?

Het milieueffect van GFT-verbranding is afhankelijk van de mate waarin een deel van de energieopbrengst bij verbranding in AVI's toegerekend kan worden aan de GFT³⁴. In de eerdere studies was hier geen rekening meegehouden. In 2008 is dit aspect in opdracht van VA nader bestudeerd. Als gevolg van de lage stookwaarde van GFT is de opbrengst gering; hier komt echter bij dat het algehele rendement van een AVI kan afnemen als de stookwaarde van het totale afvalpakket afneemt. Het totale energie-effect van GFTverbranding is in dat geval vrijwel verwaarloosbaar. Onderzoeker Jan Vroonhof concludeert dat 'niet goed te zeggen (is) wat nu precies het beste is; de (energie)verschillen zijn echter dermate gering dat er geen voorkeur is te geven voor vergisten of verbranden³⁵'. Daarnaast resteert er bij de verbranding van met zand en glas vervuilde GFT een inerte restfractie (bodemas)³⁶.

³⁴ Haskoning, 2008 Energieopbrengst als gevolg van verbranden van GFT, RoyalHaskoning J. Vroonhof, 19 november 2008. Dit is opgesteld in opdracht VA. Deze rapportage is (nog) niet openbaar, maar verkregen via NVRD. In de analyse zijn de effecten van inzet van GFT op de doorzet van AVI's meegewogen.

³⁵ Interview Jan Vroonhof en emails d.d. 17 en 19 februari 2009.

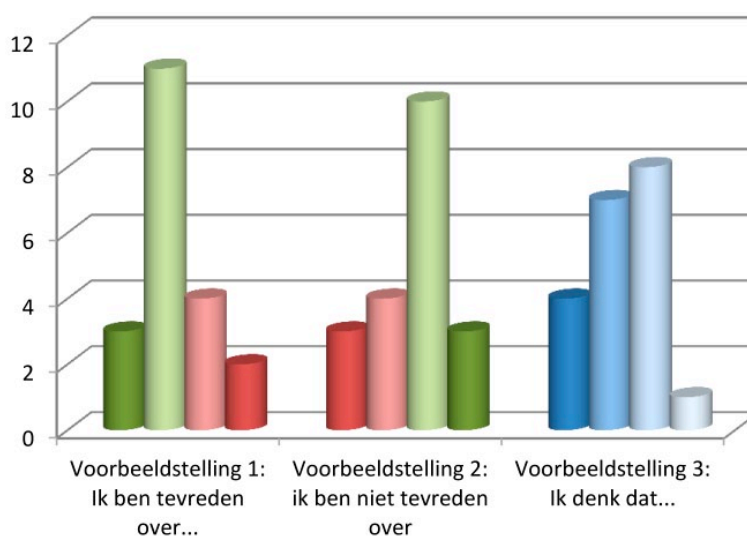
³⁶ Interview Willem Elsinga, interview 9 maart 2009.

Bijlage 11 Acceptatie van voedselrestenvermalers i.c.m. een vacuümtoiletsysteem door bewoners in Noorderhoek

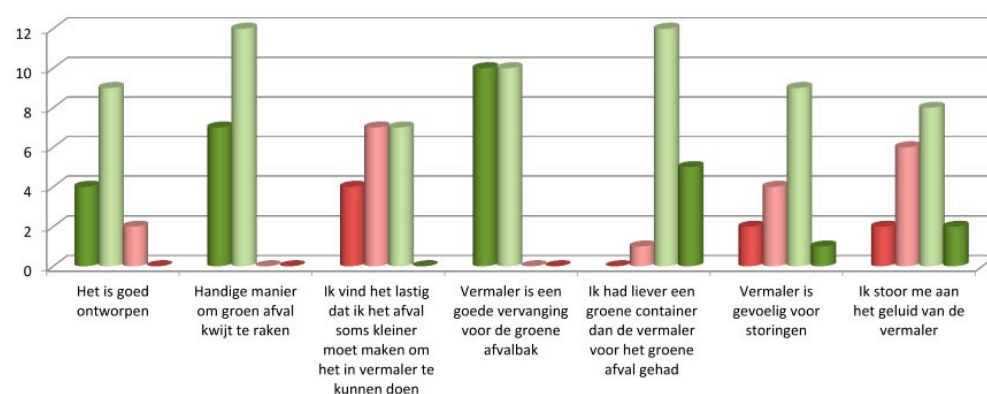
Interpretatie staafdiagrammen (geciteerd):

Staf 1 correspondeert met 'zeer mee eens', staf 2 met 'mee eens', enz. De kleur van de staf geeft vervolgens aan of het gaat om een positieve ervaring (groen), een negatieve ervaring (rood) of een ervaring waarbij het voor ons niet duidelijk is of het een positieve of negatieve ervaring betreft (blauw). Dit is nodig omdat sommige stellingen positief geformuleerd zijn (voorbeeldstelling 1), waar andere negatieve associaties oproepen (voorbeeldstelling 2).

Verder zijn de gegevens in de staafdiagrammen weergegeven in absolute aantallen, niet in percentages. Dus, als 10 bewoners hebben aangegeven dat ze het met de stelling eens zijn, dan zal de staf '10' aangeven bij 'mee eens' (2e staf). Percentages zouden een verkeerde indruk kunnen geven, gezien de beperkte omvang van de geënquêteerde groep en het feit dat niet alle vragen door evenveel respondenten zijn ingevuld.



Bron: Joeri Naus en Bas van Vliet, 2012, *Over spoelen en vermaleren*, Wageningen universiteit



Bron: Joeri Naus en Bas van Vliet, 2012, *Over spoelen en vermaleren*, Wageningen universiteit

Bijlage 12 Literatuurstudie

In deze bijlage is een samenvatting opgenomen van de literatuurstudie. Er is een onderscheid gemaakt tussen literatuur binnen Europa (1) en buiten Europa (2).

1 Europa

In navolgend stuk is onderzoek in relatie tot voedselrestenvermalers besproken dat binnen Europa heeft plaatsgevonden. Er is een onderscheid gemaakt in overkoepelende onderzoeken (paragraaf 1.1), wetenschappelijke onderzoeken (paragraaf 1.2) en praktijkonderzoeken (paragraaf 1.3).

1.1 Overkoepelende onderzoeken

DANVA Report # 85; Food waste disposers: energy, environmental and operational consequences of household residential use – 2011, Denemarken

Net als in Nederland heeft Denemarken weinig tot geen ervaring met het gebruik van voedselrestenvermalers. De DANVA heeft om deze reden een inventarisatie gehouden naar de effecten van het toepassen van voedselrestenvermalers op de werking van de riolering, afvalwaterverwerkingssysteem en het afvalverwerkingssysteem. Daarnaast wordt ook bekeken wat de milieu-impact is wanneer de voedselresten verwerkt worden op een afval-energiecentrale, vergistingsinstallaties of een slibgistingsinstallatie van een rwzi. Het rapport is gebaseerd op literatuur vanuit Europa en Amerika.

De volgende conclusies worden in deze rapportage getrokken:

- In algemene zin kan gesteld worden dat de verwachte impact op de werking van het rioleringsysteem vooral gebaseerd is op het gebruik van “gezond verstand”. Zo wordt bijvoorbeeld verwacht dat het aantal verstoppingen zal toenemen (meer vervuiling dus meer verstoppingen). Voor het bepalen van het effect zijn proeven op laboratoriumschaal uitgevoerd en zijn er in Amerika, Noorwegen en Zweden grootschalige praktijkstudies uitgevoerd. In deze onderzoeken wordt geen bewijs gevonden dat het inbrengen van voedselresten in de riolering problemen veroorzaakt ten aanzien van een verhoogde kans op verstoppingen, vetophoping en een toename van ratten. Er zijn zelfs aanwijzingen dat als gevolg van het inbrengen van voedselresten in het rioleringsysteem de hoeveelheid verstoppingen en vetophoping verminderd
- De verwachte toename in watergebruik en daarmee toename in productie van afvalwater is geschat op 3 – 6 liter per persoon per dag. Dit is een toename van minder dan 2% per persoon per dag (voor de Deense situatie)
- Als gevolg van het verwerken van voedselresten op de rwzi's neemt de belasting van organische stoffen, nutriënten en zouten toe. Bij een penetratiegraad van 10% worden de prestaties van de rwzi marginaal beïnvloed. Bij een penetratiegraad van 50% zal de vracht met circa 20% toenemen voor organisch materiaal en circa 5% voor nutriënten. Zie navolgende tabel.

Material	Material supplied from food disposer waste	Extra load	Combined load for sewage treatment plant		
		10%	50%	10%	50%
	kg/person/year	connection	connection	connection	connection
PE			55-101%	65-113%	
COD	25	2-5 %	12-25%		
BOD	8.7	2-5 %	14-25%		
Tot-N	0.6	0.8-1.7 %	4-8%		
Tot-P	0.08	0.6-1.3 %	3-6%		

Tabel Toename in vracht bij 10 en 50% penetratiegraad

- Doordat er geen voedselresten meer in de afvalbakken worden gedeponeerd, neemt de hoeveelheid te verwerken afval met circa 20 tot 30 % af. Als gevolg hiervan kan het aantal keer dat een afvalbak wordt leeggemaakt naar beneden worden gesteld
- De totale energie-inhoud van de voedselresten wordt het meest benut wanneer deze in een afvalenergiecentrale worden verwerkt, daarna volgt de verwerking in een gisting-installatie en het minst gunstig is de verwerking in een slibgistingstank van een rwzi. De verwerking van voedselresten op een slibgistingstank is het minst gunstig doordat de voedselresten gezamenlijk met het afvalwater wordt aangevoerd naar de rwzi. Hierdoor gaat (zelfs in combinatie met voorbezinking) nog circa 40% van de CZV verloren in het zuiveringsproces. Dit verlies kan vervolgens ook niet worden vergist
- De verwerking van voedselresten in een gistinginstallatie heeft de laagste milieu-impact (green-house gases)

CECED; Food Waste disposers - An integral part of the EU's future waste management strategy, 2003 - België

CECED heeft voor alle landen binnen de Europese Unie gekeken in hoeverre de voedselrestenvermalers zijn verboden. Daarnaast heeft men veelvuldig naar de literatuur gekeken. Een korte samenvatting van het aantal proeven op laboratorium dan wel praktijktesten is hierin opgenomen. De volgende onderzoeken heeft men bekeken:

- Amerika:
 - New York City
 - Universiteit Wisconsin (studiematig)
- Zweden:
 - Staffanstorp (universiteit van Lund)
 - Surahammar
 - Hammarby Marina
 - Bokenäs
 - Havslunden en Vitruvius (Malmö)
 - Inspektören (Kalmar)
- Duitsland:
 - Universiteit van Karlsruhe (studiematig)
 - Universiteit van Hannover (studiematig)
- Noorwegen:
 - Steden Frøya, Hitra en Bardu
- Italië:
 - Steden Trezzano sul Naviglio, Lombardy en Capri

De onderzoeken van New York City, Wisconsin worden uitvoerig besproken in hoofdstuk 3 (paragraaf 3.2 en 3.3). Ten aanzien van Staffanstorp, Surahammar (zie ook paragraaf 2.3), Bokenäs, Universiteit van Karlsruhe (zie ook paragraaf 2.2) en Universiteit van Hannover wordt het volgende genoemd. De overige genoemde onderzoeken/steden worden in het artikel niet inhoudelijk verder besproken.

Staffanstorp (universiteit van Lund)

Op de universiteit van Lund heeft men in circa 100 appartementen gedurende 2 jaar onderzoek gehouden naar verstoppingen en sedimentatie in het rioolstelsel en daarnaast heeft men de geluidsniveaus van een voedselrestenvermaler vastgesteld. Gedurende deze 2 jaar zijn er ten aanzien van het afvalwatertransport geen problemen geconstateerd. Daarnaast zijn ook na een gebruiksinterval van 1.500 en 3.000 keer, foto's gemaakt van het rioleringsstelsel. In de 50 mm rioleringsbuizen zijn betrekkelijk kleine sedimentlagen terug gevonden. Opgemerkt wordt dat de testen zijn uitgevoerd met alleen koud water. Aan dit koud water zijn soms ook zeep en (vaat)wasmiddelen toegevoegd. Het afvalwater dat vrij is gekomen is ook geanalyseerd. Men zag hier een toename van 50% voor BZV en stikstof 12%. De toename op fosfaat was betrekkelijk gering.

Surahammar

In circa 40 % van de huishoudens (circa 1.500 stuks) in Surahammar zijn voedselrestenvermalers geplaatst. Voor en na implementatie van de voedselrestenvermalers is het rioolstelsel bekeken en is de werking van de rwzi beoordeeld. Over het algemeen werd geconcludeerd dat er alleen positieve effecten zijn waargenomen en geen negatieve effecten. De conclusies waren samenvattend:

- Een kleine toename van de hoeveelheid afgevangen roostergoed
- Geen toename waargenomen in de aanvoervrachten stikstof, fosfaat, BZV. Het influent-debiet liet eveneens geen toename zien
- Nadat circa 50 % van de huishoudens van voedselrestenvermalers zijn voorzien heeft men geen toename van de effluentkwaliteit gezien. De effluentkwaliteit is gelijk gebleven
- De benodigde beluchtingsenergie wordt niet beïnvloedt (niet toegenomen)
- De biogasproductie van de slibgistingsinstallatie is toegenomen

Bokenäs

In 1994 heeft Volvo AB een vakantiestad (met 103 appartementen) in het westen van Zweden aangelegd. Deze vakantie stad is niet verbonden aan het vaste elektriciteitsnet en ook niet met een rioolstelsel welke wordt afgevoerd naar een rwzi. Het afvalwater vanuit de appartementen wordt samen met het afvalwater afkomstig van de voedselrestenvermalers in een gisting gebracht. De gistingtank heeft een verblijftijd van circa 4 weken. Het vergiste slib wordt hierna ontwaterd en het stikstof en fosfaat wordt geprecipiteerd tot struviet. Het behandelde water wordt daarna opgeslagen in een tank en periodiek afgevoerd naar een rwzi, waar het verder wordt behandeld.

Universiteit van Karlsruhe (studiematig)

Door de universiteit van Karlsruhe zijn de economische en ecologische voor- en nadelen voor het toepassen van voedselrestenvermalers bekeken. In deze studie wordt geconcludeerd dat voor iedere case de voor- en nadelen moet worden bepaald (er kon geen algemeen beeld worden geschetst). Voordelen van het toepassen van voedselrestenvermalers is dat de emissie vanuit afvalbakken afneemt, de hoeveelheid gebruikte brandstof daalt en de hygiëne binnenshuis verbeterd.

Universiteit van Hannover (studiematig)

In deze studie is de toepassing van voedselrestenvermalers verkend. Dit vanuit het oogpunt dat separate inzameling van het GF-afval niet (voldoende) goed werkt bij de grotere steden. Op basis van deze studie bevelen ze de toepassing van voedselrestenvermalers aan. Hierbij wordt wel opgemerkt dat de rwzi voorzien moet zijn van een voorbezinktank, slibgistingsinstallatie en dat er voldoende capaciteit in de water- en sliblijn aanwezig moet zijn. Wanneer deze voorzieningen niet op de rwzi aanwezig zijn, is deze verwerkingsoptie niet kosteneffectief.

Kitchen disposal units (KDU) in Stockholm – Stockholm Water's pre-study on the pre-conditions, options and consequences of introducing KBU in households in Stockholm; 2008 – Zweden

Stockholm Water heeft samen met Waste Collection and Disposal Administration onderzoek gehouden naar het toepassen van voedselrestenvermalers. Bij het onderzoek zijn geen praktijktesten uitgevoerd. Het betreft voornamelijk een onderzoek gebaseerd op andere literatuurstudies. Op basis van deze studie wordt ten aanzien van de werking op de rwzi het volgende gesteld:

- Wanneer 10 % van de huishoudens voedselrestenvermalers gebruiken neemt de biogasproductie toe met 3,2 – 3,7 %. Bij 50 % van de huishoudens neemt deze toe tot circa 16,0 – 18,3 %
- Wanneer 10 % van de huishoudens voedselrestenvermalers gebruiken neemt de slibproductie toe met 2,9 – 3,4 %. Bij 50 % van de huishoudens neemt deze toe tot circa 14,5 – 17,2 %
- Door toevoeging van voedselresten zal de slibkwaliteit iets verbeteren. Eén van de bekeken rwzi's heeft in de huidige situatie geen aanvullende koolstofbrondosering nodig. Na toepassing van voedselrestenvermalers neemt de hoeveelheid BZV toe. Verwacht wordt dat deze BZV-toename geen positieve gevolgen heeft op de nitraatverwijdering van deze specifieke rwzi. Bij de andere rwzi wordt er wel extra koolstofbron toegevoegd (in de vorm van methanol). Door de toename in de BZV-vracht kan er circa 74 en 370 m³ methanol per jaar worden bespaard

- Wanneer 10% van de huishoudens voedselrestenvermalers gebruiken neemt de stikstofvracht met circa 1% toe. Wanneer 50 % van de huishoudens een voedselrestenvermaler gebruikt neemt de stikstofvracht met circa 4% toe. Als gevolg van de toename in stikstofvracht zal het effluentgehalte met circa 0,2 – 0,5 mg N/l toenemen

Food waste Disposers The Evidence Base; a report for the catering equipment suppliers association (CESA); T. Evans; 2011 – Engeland

Tim Evans heeft veel informatie verzameld en onderzoek gehouden ten aanzien van het gebruik van voedselrestenvermalers en de effecten op het rioolstelsel en de prestaties van de rwzi. Op een aantal “standaard” vragen komt hij in deze notitie met een inhoudelijke reactie. De motivatie bij de antwoorden zijn onderbouwd met citaten vanuit de literatuur. De vragen en antwoorden zijn hierna behandeld:

1. Wat is het effect van voedselrestenvermalers op de werking van het riool?

Vanuit alle praktijktesten komt naar voren dat de voedselrestenvermalers geen negatief invloed hebben op de werking van het riool. Bij alle praktijktesten is er geen significante toename van het aantal verstoppingen geconstateerd. Ook is de corrosie en de geuroverlast niet toegenomen. De volgende praktijktesten worden hierbij genoemd:

- Atwater (1947) heeft van 300 gemeentes in Amerika de werking van de riolering bekeken. Deze gemeentes zijn speciaal geselecteerd omdat ze allen meer dan 10 jaar voedselrestenvermalers gebruiken. In de rioleringen zijn – na 10 jaar gebruik van voedselrestenvermalers - geen verstoppingen aangetroffen
- Er zijn grootschalige praktijktesten uitgevoerd in Amerika, Zweden en Japan.
 - In Amerika heeft men in New York City (1999) in meer dan 1.000 huishoudens voedselrestenvermalers geplaatst
 - in Zweden zijn bij circa 100 appartementen in Staffanstorp (Nilsson 1990) voedselrestenvermalers geplaatst en in Surahammar circa 1.500 huishoudens (Karlberg Norm 1999)
 - in Japan zijn circa 300 voedselrestenvermalers in de stad Utanobori geplaatst (NILIM 2005)

Op alle locaties heeft men met behulp van een videocamera een gedeelte van de rioleringsstreng voor en na toepassing van een voedselrestenvermaler bekeken. Gedurende de doorlooptijd van de studie zijn op alle locaties geen toename van het sediment waargenomen. Ook zijn er geen verstoppingen geconstateerd

- Op basis van laboratoriumtesten is geconcludeerd dat door de relatief kleine fracties van de voedselresten er geen bezinking optreedt in de conventioneel ontworpen rioolstelsels (Kegebein et. al (2001), Nilsson, et. al (1990))

2. Voedselrestenvermalers en het effect op de biogasproductie?

- Bij Surahammar in Zweden zijn bij 50% van huishoudens voedselrestenvermalers geplaatst. Na toepassing van de voedselrestenvermalers is de biogasproductie met 46% toegenomen. Dit komt overeen met een energieproductie van 76 kWh/huishoudens per jaar
- Op basis van laboratoriumtesten heeft Kegebein et. al (2001) geconcludeerd dat de energieproductie circa 73 kWh/huishouden per jaar bedraagt. Dit ligt in lijn met de waargenomen energieproductie in Surahammar

3. Vergroot de voedselrestenvermaler de verwerkingskosten van het afvalwater?

- Het afvalwater wordt ongeacht de wijze van inzameling op een gegeven moment door pompen opgevoerd. Op basis van praktijktesten in Zweden (Surahammar) en in Italië (Gagliole) heeft men geconstateerd dat de energie – welke gemoeid is met het opvoeren van het afvalwater – niet is toegenomen
- In vergelijking met de data voorafgaand aan de implementatie van voedselrestenvermalers laat de rwzi geen toename in de verwerkingskosten zien. Deze constatering ligt in lijn met de bevindingen in Surahammar (Evans et al. 2010 & Karlberg and Norin 1999) en Gagliole (Battistoni et al. 2007)

4. LCA's en voedselrestenvermalers?

- Ten aanzien van het selecteren van de meest optimale verwerking van voedselresten zijn diverse life-cycle analyses uitgevoerd. De verwerkingsmethodes welke gekozen zijn, zijn vaak afhankelijk van de huidige verwerkingsmethodiek:
 - Diggelman en Ham (2003) concluderen dat het benodigde oppervlak en de milieu-impact het laagste is wanneer de voedselresten door de rwzi worden verwerkt. Ook scoort deze verwerkingsoptie laag op de emissie naar de lucht. Verder noemt men dat door de toevoeging van voedselresten de effluentkwaliteit van de rwzi zal verbeteren
 - Lundie en Peters (2005) concludeert dat de hoogste score wordt gehaald voor compostering aan huis. De toepassing van voedselrestenvermalers heeft wel de laagste milieu-impact. Ook zal deze verwerkingsmethodiek een toename van de eutrofiëring als gevolg hebben en eveneens een toename in toxische stoffen voor het biologische slib van de rwzi. Het verwerkingssysteem voor (gescheiden) inzameling scoort hoger ten aanzien van deze onderwerpen, maar scoort op de andere onderwerpen lager. Gescheiden inzameling scoort ten aanzien van energie het laagste omdat de handeling die uitgevoerd moeten worden met ophalen intensief zijn (wekelijks ophalen van afval) en ook zwaar meetellen in de balans. Wanneer compostering aan huis slecht uitgevoerd wordt dan zal dit grote invloed hebben op de LCA score en zal de emissie naar de lucht toenemen (methaan)
 - Evans (2007) concludeert dat de milieu-impact (global warming potential) voor het transport van voedselresten via de weg of riolering gelijk aan elkaar zijn. Ook scoren deze routes (transport via weg of riool) ten opzichte van compostering, verbranding en storten scores beter

1.2 Wetenschappelijke onderzoeken

Food waste disposers; dr. Ir. Jaap de Koning; TU-Delft

TU-Delft heeft in de jaren 2003 tot en met 2005 wetenschappelijk onderzoek gehouden naar het gebruik van voedselrestenvermalers en het effect ervan op de rwzi's. Het onderzoek betreft een wetenschappelijk onderzoek waarin berekeningen zijn uitgevoerd voor het kwantificeren van de effecten op de rwzi. Daarnaast is ook een beschouwing opgenomen voor het vervangen van de huidige groene minicontainers door voedselrestenvermalers. Voor dit onderzoek hebben geen praktijkmetingen plaatsgevonden. Het volgende wordt in deze studie geconcludeerd.

- De effecten voor het verwerken van voedselresten op de rwzi zijn marginaal
- De verwerking van voedselresten resulteert in een toename van de biogasproductie. De warmtebehoefte van de slibgistingtank is ruim voldoende. Door de toename van de biogasproductie neemt de hoeveelheid opgewekte elektriciteit toe (bij een penetratiegraad van 10% van de woningen neemt de biogasproductie met 10 % toe) en hierdoor neemt ingekocht hoeveelheid energie af
- De hoeveelheid surplusslib neemt door de verwerking van de voedselresten toe. Hierdoor neemt (na gisting) ook de hoeveelheid te verwerken slib toe en resulteert dit in hogere slibafzetkosten
- Door de toename van slibverwerkingskosten en de afname van ingekochte hoeveelheid energie, blijven de totaal jaarlijkse kosten ongeveer gelijk
- Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd op de jaarlijkse kosten. Hieruit valt af te leiden dat de slibverwerkingskosten de meeste invloed heeft op de totaal jaarlijkse kosten. Bij hogere slibverwerkingskosten zijn de totaal jaarlijkse kosten van de rwzi negatief (hogere lasten dan baten)

Domestic food waste – the carbon and Financial costs of the options; T. Evans; 2012

In dit onderzoek zijn diverse effecten van voedselrestenvermalers vergeleken ten opzicht van andere verwerkingsmogelijkheden. Men heeft onder andere de volgende effecten beschreven:

- Werking van het rioleringssysteem
- Watergebruik
- Energie en milieu-impact
- Geur, ratten en ziektes
- Slibproductie op de rwzi

Het onderzoek maakt alleen gebruik van literatuur. Er zijn geen aanvullende praktijkonderzoeken uitgevoerd. De volgende samenvattende conclusies worden in de studie getrokken:

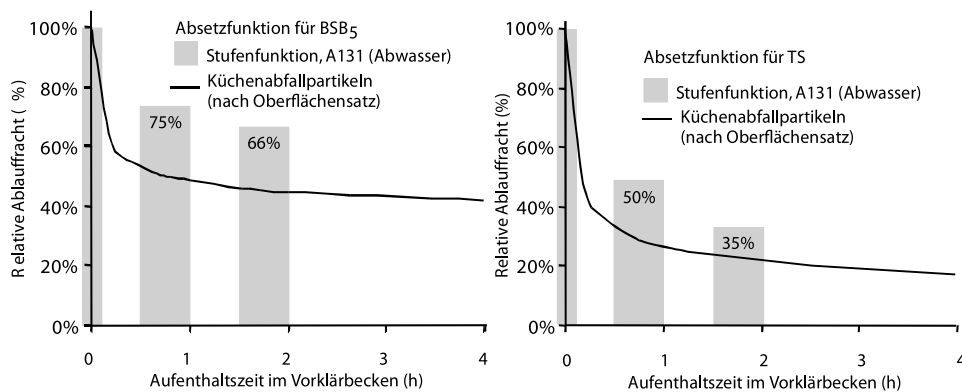
- Werking van het rioleringssysteem wordt niet nadelig beïnvloedt:
 - Vanuit praktijkonderzoeken in New York (zie ook paragraaf 3.3) en laboratorium onderzoek blijkt dat er zich in de riolering geen sedimentlaag ophoopt bij toepassing van voedselrestenvermalers. Ook wordt genoemd dat vanuit een zeeffractie en testen kon worden geconcludeerd dat de doorstroomsnelheid in een rioleringsbuis voldoende hoog is en boven de ontwerpwaarde ligt
 - Vanuit praktijkonderzoeken in Japan (zie ook paragraaf 3.3) blijkt dat er zich geen sedimentlaag ophoopt in het riool en dat er geen verhoogde concentratie olie en vetten aanwezig zijn in zowel het afvalwater als in de rioleringsbuis. Er wordt gesteld dat eventuele vetlagen ook niet veroorzaakt zullen worden door de toepassing van voedselresten, aangezien vet in het riool een algemeen probleem is
- Watergebruik neemt na toepassing van een voedselrestenvermaler nauwelijks toe:
 - Op basis van zes praktijkonderzoeken werd geen significante toename van het watergebruik geconstateerd. Bij sommige onderzoeken werd zelfs een vermindering van het watergebruik geconstateerd. De gemiddelde tijdsduur dat een voedselrestenvermaler wordt gebruikt, is berekend en ligt tussen de 15 en 38 seconden
- Energie en milieu-impact:
 - Voor de evaluatie op energie (en de milieu-impact) heeft men gebruik gemaakt van de resultaten van het praktijkonderzoek vanuit Surahammar in Zweden (zie ook paragraaf 2.3). In dit dorp heeft men al meer dan 10 jaar ervaring met voedselrestenvermalers en hebben circa 50% van de huishoudens een voedselrestenvermaler. Vanuit het onderzoek blijkt dat de biogasproductie (en daarmee ook de energieproductie) sterk was toegenomen, terwijl de benodigde energie voor de verwerking op de waterlijn niet was toegenomen. Dit laatste kon worden verklaard doordat het influent eerst voorbezinken wordt voordat deze biologisch wordt behandeld
 - De milieu-impact ligt gelijk voor zowel de verwerking van voedselresten op de rwzi's als de gescheiden vaste inzameling als vergisting. Volgens deze studie hebben de verwerkingssystemen een lagere milieu-impact dan compostering, verbranding en storten. Genoemd wordt dat bij gescheiden vaste inzameling en vergisting het vuil vanuit de huishoudens niet voldoende goed wordt gescheiden. Zo bevindt er zich in deze afvalstroom nog veel glas-, metaal- en plasticmateriaal. Voedselrestenvermalers vermaler geen plastic materiaal waardoor er meer/beter aan huis kan worden gescheiden
- Geur, ratten en ziektes:
 - 'The British Pest Control Association' noemt dat de vermaler voedselresten welke afgevoerd worden naar het riool een relatief kleine doorsnee hebben. De ratten zullen door de relatief kleine doorsnee deze delen niet opmerken. De ratten worden eerder aangetrokken wanneer voedselresten worden gemorst of slecht worden opgeslagen. Om ratproblemen te beperken kun je volgens hen dus beter voedselrestenvermalers toepassen.
 - Daarnaast wordt genoemd dat het apart opslaan van voedselresten in de keuken kan leiden tot een toename van aerosolen en allergenen. Dit kan voor personen welke 'gevoelig' zijn aan de luchtwegen, leiden tot ademhalingsproblemen
- Slibproductie op de rwzi neemt nauwelijks toe:
 - Vanuit de praktijk blijkt dat door toepassing van voedselrestenvermalers de slibproductie van de rwzi's nauwelijks toeneemt. Dit kan worden verklaard doordat voedselresten relatief veel vocht bevatten en daarnaast ook uit veel vluchtige vetzuren bestaat (welke goed kunnen worden omgezet)

Universität Karlsruhe (TH); Die Verwendung von Küchenabfallzerkleinerern (KAZ) aus abwasser- und abfallwirtschaftlicher Sicht; Jörg Kegebein; 2006 – Duitsland

De universiteit van Karlsruhe heeft onderzoek gehouden naar het toepassen van voedselrestenvermalers en het effect daarvan op onder andere de rwzi. In deze studie zijn een aantal laboratoriumproeven uitgevoerd en is het effect op de rwzi van het toepassen van voedselrestenvermalers in huishoudens modelmatig verkend.

Op het laboratorium is de bezinkbaarheid van de voedselresten bepaald. De uitkomsten hiervan zijn gebruikt voor het verwijderingsrendement van de voorbezinktank. Hierbij is aangenomen dat het rendement afhankelijk is van de hydraulische verblijftijd in de voorbezinktank.

$$TS_{KAZ}(t_{VK}) = 0,17 \cdot \left(\frac{4m}{t_{VK}}\right)^{0,324} \quad BSB_{KAZ}(t_{VK}) = 0,3 + 0,12 \cdot \left(\frac{4m}{t_{VK}}\right)^{0,324}$$



Bij de modelmatige verkenning heeft men een aantal varianten bekeken. Hierbij is aangenomen dat 50% van de voedselresten middels een voedselrestenvermaler wordt afgevoerd naar de rwzi. De verblijftijd in de voorbezinktank varieert per variant. Het voorbezonden afvalwater wordt hierna in de actief-slibtank behandeld. Doordat de hoeveelheid onopgeloste bestanddelen in het afvalwater toeneemt, neemt eveneens de slibproductie toe en neemt hierdoor de slibleeftijd af. Bekend is dat bij een lagere slibleeftijd de slibgroei hoger is. Als gevolg van de toename van onopgeloste bestanddelen zal dus de slibproductie toenemen. In hoeverre de slibleeftijd wordt beïnvloed, is gekwantificeerd.

Bij een slibleeftijd van 16 dagen zal door toevoeging van voedselrestenvermalers de slibleeftijd afnemen met circa 3 dagen en bij een slibleeftijd van 12 dagen met circa 2 dagen.

Het effect van toepassing van voedselrestenvermalers op de slibproductie, slibproductie na gisting en de biogasproductie is in navolgende figuren opgenomen. De linker grafieken (A, C en E) betreft de resultaten zonder het gebruik van voedselrestenvermalers en de rechter grafieken (B, D en F) met toepassing van voedselrestenvermalers. In alle grafieken is op de x-as de verblijftijd in de voorbezinktank opgenomen. Het volgende kan samengevat worden: *Let op! zoals eerder vermeld is in deze studie aangenomen dat 50% van de voedselresten middels een voedselrestenvermaler wordt afgevoerd naar de rwzi.*

• De slibproductie:

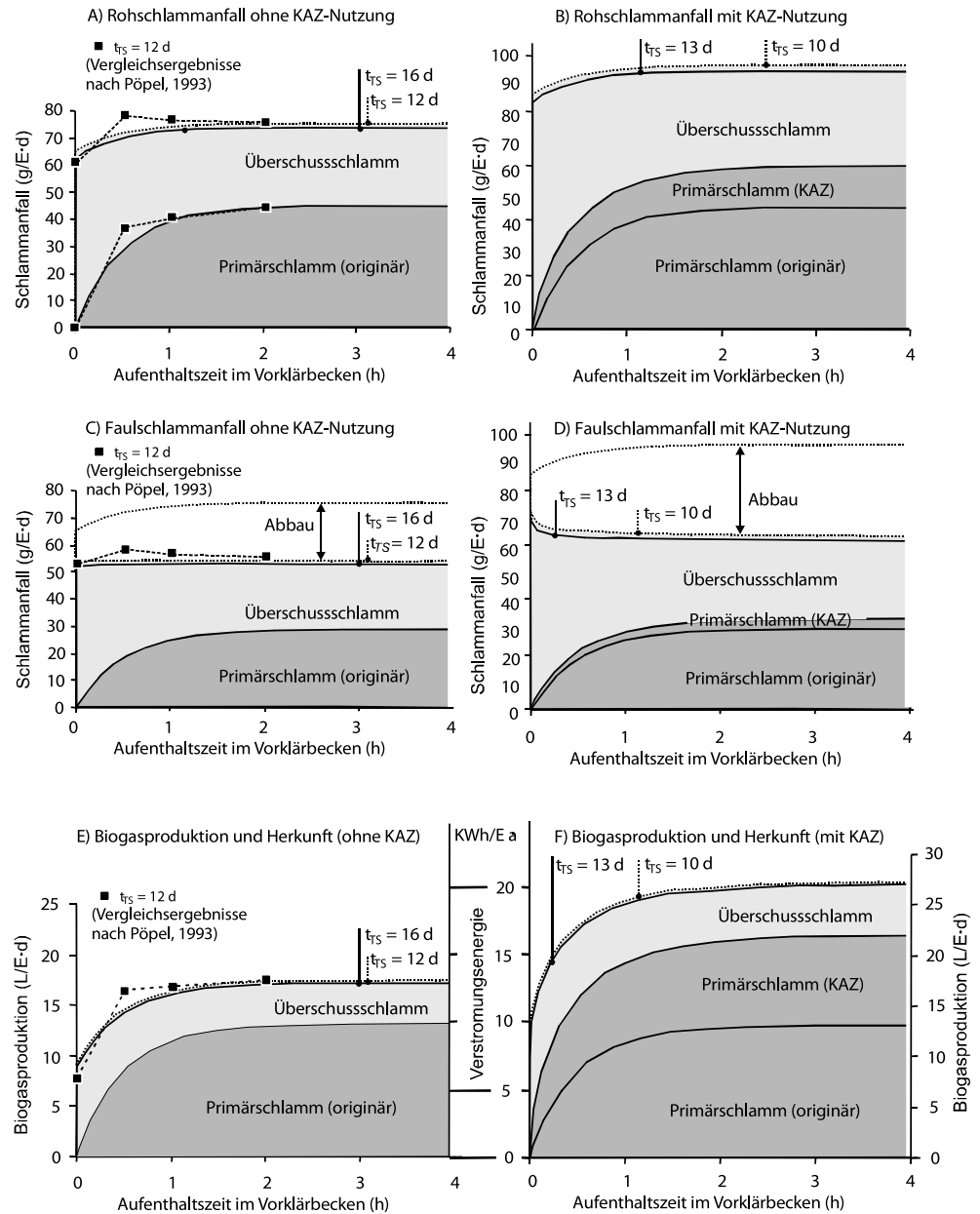
- Zonder voorbezinktank (0 uur verblijftijd in voorbezinktank) en zonder voedselrestenvermalers ligt de slibproductie op circa 65 g per persoon per dag en met voedselrestenvermalers op circa 85 g per persoon per dag
- Bij een hydraulische verblijftijd van circa 4 uur is de slibproductie zonder voedselrestenvermaler circa 75 g per persoon per dag en met voedselrestenvermaler circa 95 g per persoon per dag
- Gezegd kan dus worden dat door toepassing van de voedselrestenvermalers de slibproductie netto 10 g per persoon per dag hoger ligt

• De slibproductie na gisting:

- Zonder voorbezinktank en zonder voedselrestenvermaler ligt de slibhoeveelheid na gisting op circa 50 g per persoon per dag en met voedselrestenvermalers op circa 72 g per persoon per dag. De afbraak komt daarmee in totaal op respectievelijk 15 en 23 g per persoon per dag
- Bij een hydraulische verblijftijd van circa 4 uur in de voorbezinktank is de slibproductie zonder voedselrestenvermaler circa 50 g per persoon per dag en met voedselrestenvermaler circa 60 g per persoon per dag. De afbraak komt daarmee in totaal op respectievelijk 15 en 35 g per persoon per dag
- Door toepassing van voedselrestenvermalers ligt de slibproductie na gisting circa 20 g per persoon per dag hoger. Door toepassen van een voorbezinktank blijft de slibproductie circa 10 g per persoon per dag hoger. Wanneer voedselrestenvermalers worden toegepast ligt de totale slibafbraak in de gisting echter met 8 tot 20 g per persoon per dag hoger

- De biogasproductie:

- Zonder voorbezinktank en zonder voedselrestenvermaler ligt de biogasproductie op circa 8 liter per persoon per dag en met voedselrestenvermaler op circa 14 liter per persoon per dag. De totale toename van de biogasproductie komt daarmee op circa 6 liter per persoon per dag
- Bij een hydraulische verblijftijd van circa 4 uur in de voorbezinktank ligt de biogasproductie zonder voedselrestenvermaler op circa 18 liter per persoon per dag en met voedselrestenvermaler op circa 27 liter per persoon per dag. De totale toename van de biogasproductie komt daarmee op circa 9 liter per persoon per dag



1.3 Praktijkonderzoeken

Application of food waste disposers and alternate cycles process in small-decentralized towns: A case Study; 2006 – Italië

In deze studie zijn voedselrestenvermalers in het kleine stadje Gagliole (Italië) geplaatst. Het betreft in totaal 95 personen die hebben deelgenomen aan deze studie. Ook is in schoolkantine een industriële voedselrestenvermaler geplaatst. Het afvalwater wordt gezuiverd in een 20 jaar oude zuiveringsinstallatie welke alleen het afvalwater van het stadje zuivert. De rwzi bestaat uit achtereenvolgens de volgende onderdelen: trommelfilter, actief-slibtank, nabezinktank, desinfectie. Het slib wordt gedroogd in slibdroogbedden. De studie is gedurende 275 dagen uitgevoerd, waarvan 179 dagen na de toepassing van de voedselrestenvermalers. In deze studie zijn de werking van het riool en de rwzi geëvalueerd. Het volgende wordt geconcludeerd:

- Op het einde van de studie is het rioolstelsel middels video- en fotoinspectie bekeken. Tijdens de inspectie zijn er geen noemenswaardige sedimentlagen gevonden. Opgemerkt wordt dat de gevonden sedimentlagen afhangt van het correct gebruiken van de voedselrestenvermaler. De gevonden sedimentlagen bestonden voornamelijk uit botten en eierschalen, terwijl dit niet in de voedselrestenvermalers moest worden gedeponeerd
- Op basis van literatuur werd een toename van het afvalwaterdebiet verwacht. Dit is echter niet geconstateerd
- De aanvoerkrachten op de rwzi lieten een toename in CZV (44 %), stikstof (19 %) en onopgeloste bestanddelen (30 %) zien. De toename op fosfaat was betrekkelijk gering
- Het slibgehalte in de actief-slibtank van de rwzi is tussen 3,4 en 4,5 kg ds/m³ gehouden en de slibbelasting tussen de 0,13 en 0,25 kg CZV/kg ds.dag. Na toepassing van de voedselrestenvermalers is geen opmerkelijke verandering geconstateerd ten aanzien van de slibsamenstelling
- Door de verandering in de samenstelling van het influent neemt de verwijdering van nitraat toe. In de praktijkcase heeft dit geleid tot een verbetering van 27%. Mede door de toename van de nitraatverwijdering hoeft er minder zuurstof te worden ingebracht
- De voedselrestenvermalers hebben geen significant effect op het energiegebruik van de rwzi

Food Waste Disposers – Effect on Wastewater Treatment Plants – A study from the Town of Surahammar; Karlberg, Norm; 1999 – Zweden

In de stad Surahammar heeft de gemeente haar inwoners drie opties gegeven voor de verwerking van het huishoudelijk afval. Op basis van de voorgestelde verwerkingsopties hebben vanaf het jaar 1980 tot aan 1999 circa 40 % van de huishoudens een voedselrestenvermaler voor het verwerken van de voedselresten via de rwzi. De werking van de rwzi en het rioolstelsel zijn een jaar na invoering van de voedselrestenvermalers vergeleken met de jaren voor de toepassing van de voedselrestenvermalers. Op basis van de praktijktesten kan het volgende worden geconcludeerd:

- Voordat men voedselrestenvermalers bij de huishoudens heeft geplaatst, heeft men de riolering middels een video-inspectie geïnspecteerd. Daarnaast zijn delen welke verwacht werden gevoelig te zijn voor sedimentatie gereinigd. Gedurende het jaar hebben zich meerdere inspecties aangedaan. Echter zijn er geen noemenswaardige sedimentlagen gevonden
- Na toepassing van de voedselrestenvermalers is het aanvoerdebiet vergeleken met het jaar zonder toepassing van voedselrestenvermalers. Hieruit bleek dat het aanvoerdebiet was verminderd. Uit navraag blijkt dat de rioolbeheerder veel aanpassingen in het systeem heeft doorgevoerd om het aandeel rioolvreemdwater, zoals grondwater, te verminderen
- De aanvoerkrachten op de rwzi zijn door toepassing van de voedselrestenvermalers niet significant toegenomen. Er worden wel kanttekeningen/hypothesen gemaakt bij de monstername van het influent. De belangrijkste is dat de monstername van het influent voornamelijk op dinsdag en woensdag plaatsvindt, terwijl mogelijk de bulk van de voedselresten in het weekend wordt vermalen. Dit kan dus tot een foutief beeld leiden
- Na toepassing van de voedselrestenvermalers is er een toename in de hoeveelheid roostergoed (screened matter) geconstateerd. Voorafgaand (1996 -1997) aan de toepassing van de voedselrestenvermalers bedroeg de hoeveelheid roostergoed circa 26 kg per dag, na de toepassing lag dit in de periode van maart tot en met december op circa 46 kg per dag.
- Bij de zandverwijderingsstap zijn geen veranderingen geconstateerd

- Voordat het afvalwater in een actief-slibtank wordt behandeld wordt het afvalwater in een voorbezinktank voorbezonden. Door toepassing van deze voorbezinking wordt circa 50% van de BZV afgevangen (belasting is 1,67 m/h). Het is niet duidelijk in hoeverre voedselresten door de voorbezinktank worden afgevangen. De hoeveelheid slib welke door de voorbezinktank is afgevangen, is echter niet significant toegenomen. Daarentegen is de benodigde beluchtingsenergie ook niet significant toegenomen. Gedacht wordt dat voedselresten geen invloed hebben op de prestaties van de rwzi
- De totale biogasproductie van de jaren 1995 tot en met 1998 zijn met elkaar vergeleken. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de biogasproductie een spreiding kent, maar dat na toepassing van de voedselrestenvermalers een grote toename van de biogasproductie is te zien (meer dan mag worden verwacht op basis van de spreiding)
- De effluentkwaliteit van de rwzi is voor zowel de periode voor als na de implementatie van voedselrestenvermalers gelijk gebleven

Surahammar: a case study of the impacts of installing food waste disposers in 50 % of households; Tim D. Evans, Anderson, Åsa Wievegg & Inge Carlsson; 2010 – Zweden

In het jaar 1998 zijn door Karlberg & Norm de werking van de rwzi en het rioolstelsel van Surahammar geëvalueerd. Twaalf jaar nadat de eerste voedselrestenvermalers zijn toegepast heeft men het systeem nogmaals geëvalueerd. Het betreft een evaluatie van zowel het rioolringssysteem als de rwzi. Op basis van deze evaluatie wordt het volgende geconcludeerd:

- In 50% van de huishoudens zijn voedselrestenvermalers toegepast. De influentsamenstelling is echter niet significant veranderd
- Na toepassing van de voedselrestenvermalers is het aanvoerdebit niet significant veranderd
- De rioolbeheerder geeft aan dat er in de tussenliggende periode geen toename van het aantal verstopping heeft plaatsgevonden. Ook is er geen toename in corrosie en stank-overlast (H_2S productie) waargenomen
- Vanuit de eerste evaluatie bleek dat de aanvoerhoeveelheid CZV, BZV, N-totaal en NH_4-N was toegenomen. Vanuit de nieuwe data blijkt dat na deze periode de waarden wederom daalden naar de oorspronkelijk waarden
- De P-totaal is gedurende de periode afgenomen. Dit ligt vermoedelijk aan de vermindering van fosfaat in wasmiddelen en zeep
- Doordat er in de jaren meer huishoudens een voedselrestenvermaler hebben, is de biogasproductie nog verder toegenomen
- Doordat sommige huishoudens aan huis composteren zijn het aantal meldingen ten aanzien van ratten toegenomen. Opgemerkt wordt dat deze meldingen niet iets te maken hadden met de rioolring en de toepassing van voedselrestenvermalers

Co- Vergärung von festen und flüssigen Substraten; Zwitserland

Dit onderzoek betreft geen specifiek onderzoek naar voedselrestenvermalers, maar in dit onderzoek is GF-afval toegevoegd aan een bestaande gisting op een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Het onderzoek had als doel om de haalbaarheid van het covergisten van GF-afval samen met primair slib van de rwzi aan te tonen. Het GF-afval is verkregen bij lokale supermarkten (let op betreft rauw/ongekookt GF-afval). Data is verzameld over een periode van 14 maanden. Uit het onderzoek bleek dat het voor het rauwe GF-afval een tweetraps-voorbehandeling nodig is. Eerst grof versnipperen en dan fijn vermalen tot een grootte van 1-2 mm om zodoende een homogene suspensie te krijgen. Het GF-afval was uitstekend te vergisten. Tevens lijkt het erop dat het vergistingsproces werd versneld en dat ook de mate van afbraak werd verhoogd. Dit heeft men echter niet met zekerheid kunnen vaststellen.

2 Buiten Europa

In navolgend stuk is onderzoek in relatie tot voedselrestenvermalers besproken dat buiten Europa heeft plaatsgevonden. Er is een onderscheid gemaakt in overkoepelende onderzoeken (paragraaf 2.1), wetenschappelijke onderzoeken (paragraaf 2.2) en praktijkonderzoeken (paragraaf 2.3).

2.1 Overkoepelend onderzoeken

Niet van toepassing.

2.2 Wetenschappelijk onderzoeken

Household food waste to wastewater or to solid waste? That is the question;

C. Diggelman and K. Ham; 2003

Binnen dit onderzoek is een 'life cycle inventory' uitgevoerd. Met behulp van de 'life cycle inventory' kan de meest optimale verwerking van voedselresten worden geselecteerd. Het onderzoek kijkt voor de verwerking van voedselresten naar de volgende mogelijkheden:

- Gemeentelijke afvalinzameling en storten (vuilstort)
- Gemeentelijke afvalinzameling en compostering
- Gemeentelijke afvalinzameling en afvalverbranding (waste to energy)
- Voedselrestenvermaler en verwerking door rwzi
- Voedselrestenvermaler en verwerking door een septic tank

In deze studie zijn er geen aanvullende praktijkonderzoek geweest. De data die nodig is voor het uitvoeren van een levenscyclusanalyse is per verwerkingsmogelijk hierna verder gespecificeerd:

- Informatie voor de verwerking op rwzi's, compost, vuilstorten, gemeentelijke afvalinzameling is verkregen door het bekijken van ontwerpen, aanbiedingen, contracten, factuurdocumenten en rapportages waarin de technische werking staat benoemd en ten aanzien van het voldoen aan de vigerende vergunning
- Informatie voor de verwerking van afvalverbranding (waste to energy) is door de uitvoerende partijen gegeven
- Informatie met betrekking tot de toegepaste materialen in een voedselrestenvermaler zijn door de leveranciers aangereikt
- Informatie voor de verwerking door een septic tank zijn verkregen door discussies te houden met experts en adviserende partijen
- Informatie met betrekking tot energie, toegepaste materialen en de emissie van de materialen zijn vanuit literatuur verkregen. Aanvullend is er ook nog directe communicatie met een specialistisch LCA bureau geweest

In de studie is aangenomen dat bij de verwerking op de rwzi en door compostering de voedselresten door de bacteriën worden geoxideerd (tot CO₂ en water). Voor beide verwerkingssystemen geldt dat dit tot nieuwe biomassa leidt (1/3^{de} nieuwe biomassa en 2/3^{de} voor reactie). Deze biomassa kan vervolgens anaeroob worden vergist. Bij de septic tank en afvalstort gaat men uit dat de voedselresten direct anaeroob worden omgezet tot biogas. Bij de afvalverbranding worden de voedselresten omgezet tot water, CO₂, NO en N.

De volgende resultaten zijn gepresenteerd, zie navolgende tabel. Opgemerkt moet worden dat de beoordeling van de systemen tussen de 1 en 5 ligt waarbij 1 de hoogste score (meest optimaal) is en 5 de laagste (meest nadelige).

	FWD/ OSS	FWD/ POTW	MSW Collection/ Compost	MSW Collection/ WTE	MSW Collection/ Landfill
Land, m ² /100 kg	1.9E+00	3.0E-04	7.6E-02	1.9E-03	1.9E-02
Rank	5	1	4	2	3
Materials (minus FW and CW), kg/ 100kg	2214	130	41	53	153
Rank	5	3	1	2	4
Energy (minus exportable food waste energy), J/100kg	9.8E+08	4.8E+07	1.5E+08	3.0E+08	8.5E+07
Rank	5	1	3	4	2
Water, kg/100kg	1744	1058	27	30	104
Rank	5	4	1	2	3
Cost, \$/100kg	67.20	17.94	16.60	20.30	13.65
Rank	5	3	2	4	1
Air emissions, kg/100kg	66	55	121	157	48
Rank	3	2	4	5	1
Acid gases (NO _x and SO ₂), kg/ 100kg***	0.46	0.05	0.10	1.33	0.09
Rank	4	1	3	5	2
Greenhouse gases (21*CH ₄ +CO ₂), kg/100kg*	202	44	47	64	83
Rank	5	1	2	3	4
Wastewater, kg/100kg	1744	1058	27	30	104
Rank	5	4	1	2	3
Waterborne wastes, kg/100kg	5.73	1.27	0.02	0.03	0.06
Rank	5	4	1	2	3
SW+CW, kg/100 kg	216	2	1	1	3
Rank	5	3	2	1	4
FW byproduct, kg/100 kg**	140	155	18	2	11
Rank	4	5	3	1	2
Average Rank	4.67	2.50	2.42	2.92	2.50
Rank	5	2/3	1	4	2/3

*Methane values are multiplied by 21; on a kg for kg basis, methane is 21 times more potent than CO₂ over a 100 year time period USEPA 2000 (<http://www.epa.gov/ghginfo/qa/index.htm#11>).

**Septage (OSS), sludge (POTW), compost (compost), ash (WTE), food residues (landfill).

***HCl negligible; all methane generated is combusted in energy recovery or emitted (no soil oxidation or sorption).

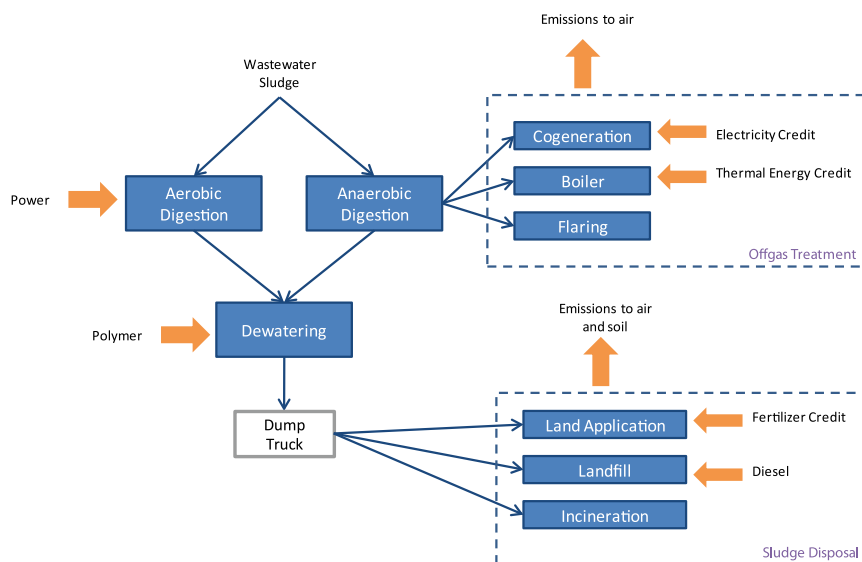
Vanuit de tabel is te zien dat de verwerkingsoptie waar voedselresten worden ingezameld en gecomposteerd (MSW collection/compost) het meest gunstig is, gevolgd door verwerking van voedselresten op de rwzi en de afvalstort. Daarna komt de afvalverbranding (waste to energy) en de minst gunstig variant is de septic tank. Opvallend is dat bij de verwerkings-systemen waar voedselrestenvermalers worden toegepast de benodigde hoeveelheid water zwaar meeweegt in de milieu-impact (ten opzichte van totaal score circa 85%).

Life Cycle Assessment of Systems for the Management and Disposal of Food Waste; PE Americas; 2011 – Amerika

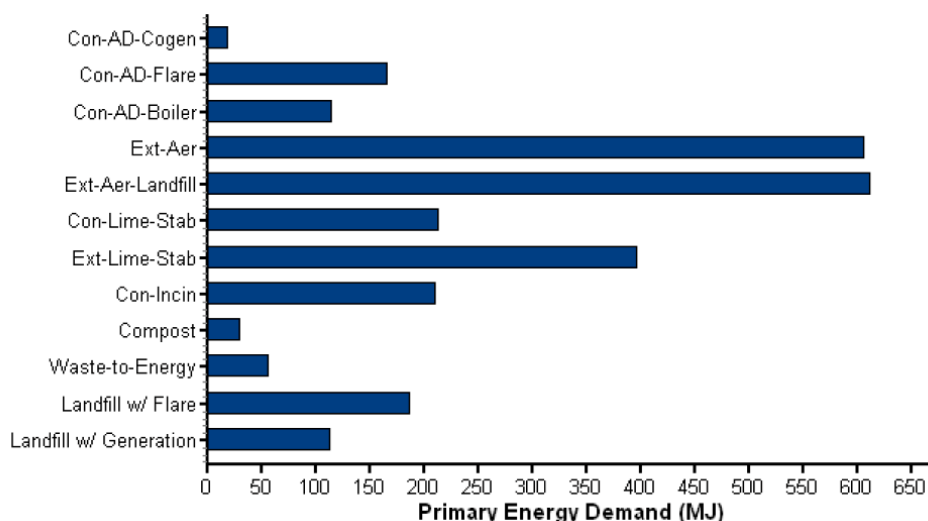
In opdracht van InSinkErator (leverancier voedselrestenvermalers) heeft PE Americas een LCA uitgevoerd. Bij de LCA zijn 12 verschillende verwerkingsmethoden voor de voedselresten verkend, namelijk:

- Verwerking van voedselresten op de rwzi (8 verschillende configuraties)
- Inzameling van voedselresten en verwerken door een afvalenergiecentrale
- Inzameling van voedselresten en compostering
- Inzameling van voedselresten en storten (2 verschillende scenario's)

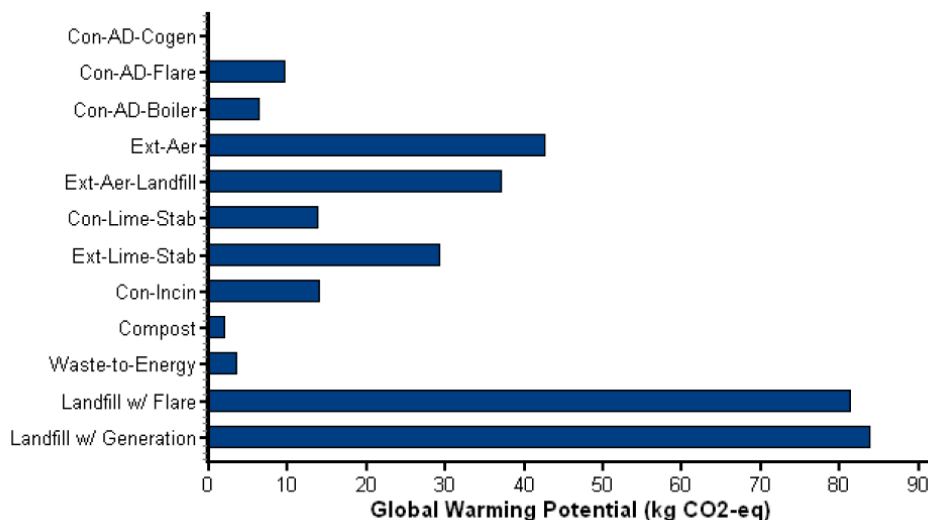
De verschillende configuraties van rwzi's komen allen voor in Amerika. Bij 5 van de 8 verschillende configuraties wordt een (an)aerobe gistingsinstallatie toegepast, bij 2 configuraties wordt het slib op het land aangebracht en bij de laatste wordt het slib verbrand. Zie ook de schematische weergave.



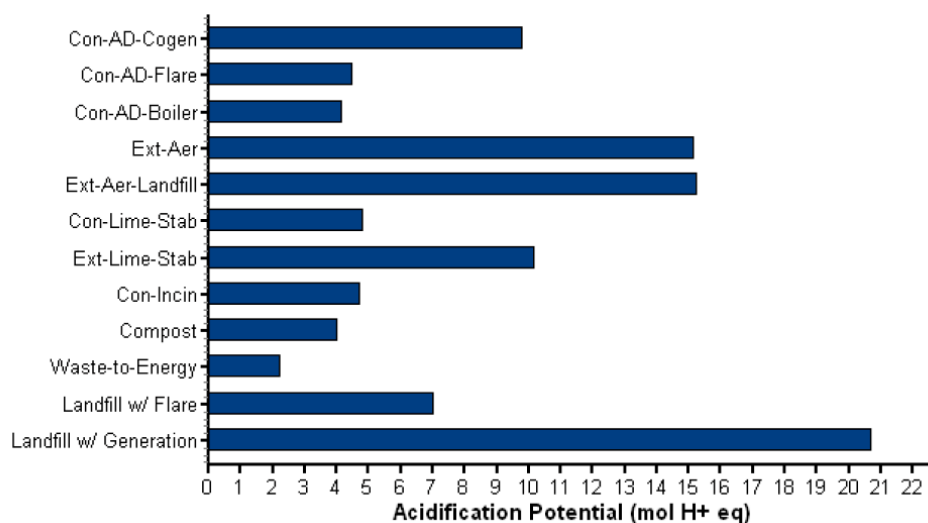
Voor de variant waar de voedselresten worden gestort zijn er twee verschil scenario's bekeken. Het verschil tussen deze scenario's is dat bij de ene variant het stortgas wordt verbrand waar- bij elektriciteit wordt opgewekt en bij de ander het stortgas alleen wordt afgefakkeld.



Bij uitvoering van de LCA zijn van de verschillende varianten de totale primaire energievraag bepaald. De variant waarbij op conventionele wijze het afvalwater wordt gezuiverd en energie wordt geproduceerd vanuit het vrijkomende biogas, heeft het laagste totale energiegebruik, daarna volgt de variant waarbij de voedselresten worden gecomposteerd. De rwzi configuratie met nabeluchting van het afvalwater heeft het hoogste primaire energiegebruik. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door het energiegebruik van de nabeluchting.



Naast het primair energiegebruik heeft men ook gekeken naar de milieu-impact. Ten aanzien van de CO₂-emissie scoort de variant waarbij op conventionele wijze het afvalwater wordt gezuiverd en het biogas in een WKK wordt gebruikt het laagste, daarna volgt compostering en afvalverbranding. Het storten van de voedselresten heeft de hoogste milieu-impact.

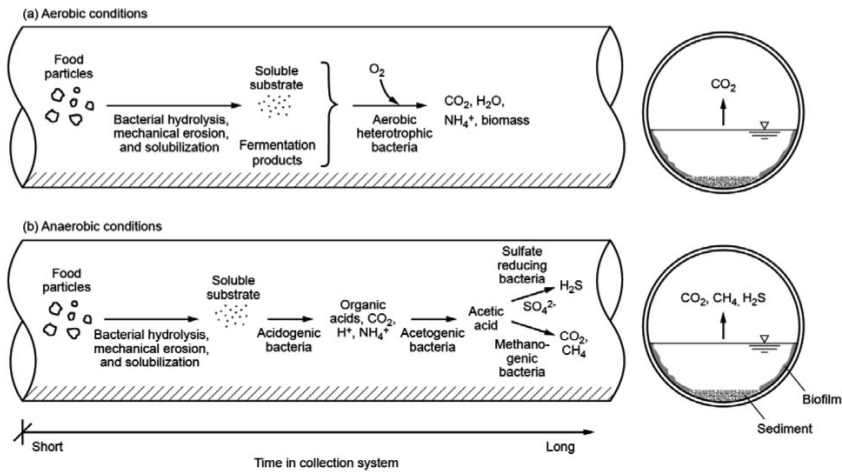


Ten aanzien van de eutrofiëring scoort het storten van de voedselresten het slechtst, gevolgd door de conventionele afvalwaterbehandeling. In vergelijking met de afvalwaterbehandeling scoren de variant waarbij de voedselresten verbrand of gecomposteerd worden beter.

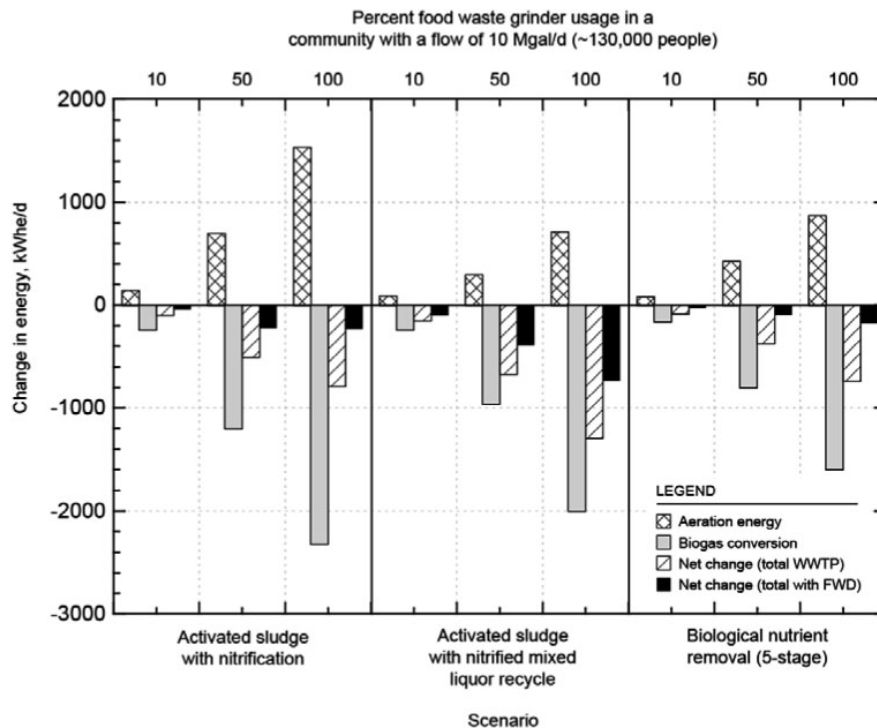
Energy Balance and Nutrient Removal Impacts of Food Waste Disposers on Wastewater Treatment; Leverenz, Harold and George Tchobanoglous; 2013 – Amerika

Leverenz en Tchobanoglous hebben onlangs een modelmatig onderzoek uitgevoerd naar de effecten van het toepassen van voedselrestenvermalers. Voor het kwantificeren van het effect op de rwzi zijn drie verschillende configuraties bekeken. Bij de configuraties zijn allen een voorbezinktank voorzien. Naast de gekozen configuraties van de rwzi is ook het effect van een toenemend aantal huishoudens met voedselrestenvermalers opgenomen. Het aantal huishoudens met voedselrestenvermalers varieert tussen de 0, 10, 50 en 100%. Vanuit deze modelmatig uitgevoerde studie wordt het volgende geconcludeerd:

- Voor het bepalen van het op de aanvoervrachten van de rwzi is eerst gekeken wat de samenstelling van de voedselresten zijn en in welke hoeveelheid voedselresten vanuit de huishoudens vrijkomt. Vanuit de literatuur (Diggelman & Ham 1998 en Tchobanoglous et al. 1993) leidt men af, dat zonder toepassing van voedselresten er circa 0,07 kg/persoon per dag aan voedselresten via de gootsteen wordt afgevoerd. Door toepassing van een voedselrestenvermaler zal dit toenemen met 0,1 kg/persoon per dag. Hierbij wordt aangenomen dat de voedselresten voor 70% uit vocht bestaat en 30% drogestof. Totaal komt men dan op 21 g ds/persoon per dag zonder toepassing van voedselrestenvermalers en met toepassing van een voedselrestenvermaler komt men op 51 g ds/persoon per dag
- Op basis van literatuur (Tchobanoglous et al., 1993) heeft men de volgende samenstelling van voedselresten aangehouden: C21.53 H34.21 O12.66 N1.00 S0.07. Op basis van deze chemische samenstelling kan men zeggen dat 100 kg aan voedselresten circa 15,2 kg C bevat en 0,82 kg N
- Verwacht wordt dat de samenstelling van de voedselresten verandert in het riolerings-systeem. De mate waarin de samenstelling verandert, is afhankelijk van het type systeem, verblijftijd, redox condities en temperatuur. In hoofdlijnen verwacht men dat de voedselresten gedeeltelijk worden gehydrolyseerd



- Ten aanzien van de impact op het energiegebruik van de rwzi kan het volgende worden geconcludeerd. Wanneer 50 tot 100% van de huishoudens een voedselrestenvermaler gebruiken, dan zal het energiegebruik voor de beluchting toenemen in de ordegrootte van 5 tot 19 %
- Netto gezien zal het energiegebruik op de rwzi afnemen. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt doordat er meer biogas wordt opgewekt na verwerking van voedselresten op de rwzi



Assessment of food disposal options in multi-unit dwellings in Sydney; 2000

In opdracht van InSinkErator (leverancier) heeft CRC for Waste Management & Pollution Control Limited onderzoek gehouden naar voedselrestenvermalers en de impact op: het milieu, de economie en de maatschappij. Er zijn 5 verschillende onderzoeksdoelstellingen geformuleerd, te weten:

- Kwantificeer het effect op de riolering, rwzi en het oppervlakte water
- Vergelijken van verschillende verwerkingssystemen met behulp van een levenscyclusanalyse
- Opstellen van een kostenvergelijk tussen de verschillende verwerkingssystemen.
- Het uitvoeren van een microbiële risicobeoordeling voor het bepalen of er zich gezondheidsproblemen kunnen voordoen
- Het kwantificeren van maatschappelijk effect van toepassen voedselrestenvermalers

In dit onderzoek is veelvuldig gebruik gemaakt van literatuur, maar zijn ook laboratoriumtesten uitgevoerd. De conclusies zijn voornamelijk vanuit de literatuur. De volgende conclusies zijn ten aanzien van het effect op de riolering, rwzi en het oppervlakte water gegenereerd:

- Door riooloverstorten kan het oppervlakte water met extra vuil worden belast. De kans dat er een riooloverstort plaatsvindt, wordt niet/nauwelijks beïnvloed door de toepassing van voedselrestenvermalers. Het hydraulisch debiet dat naar de rwzi wordt afgevoerd, neemt dan ook niet/nauwelijks toe
- Er worden geen problemen verwacht met vuilophoping en dichtslibben van de riolering
- De hoeveelheid H_2S die in het riool wordt gevormd, zal naar verwachting gaan toenemen wanneer voedselrestenvermalers worden toegepast. Dit is gebaseerd op basis van de rekenregels van Pomeroy. Hierbij wordt wel opgemerkt dat de hoeveelheid geproduceerd H_2S moeilijk te kwantificeren is
- De hoeveelheid benodigde energie voor het verwerken van het afvalwater neemt in beperkte mate toe

De volgende verwerkingssystemen zijn voor de LCA met elkaar vergeleken:

- Toepassen van voedselrestenvermalers en verwerking op de rwzi
- Compostering aan huis
- Voedselresten inzamelen op de conventionele manier (vrachtwagens) en storten op een vuilstort
- Gescheiden inzameling van gft-afval en huishoudelijk afval

De volgende conclusies zijn gegenereerd:

Rank	Energy	Global warming	Human toxicity	Aquatic eco-toxicity	Terrestrial eco-toxicity	Acidification	Eutrophication
1	HC	HC	HC	HC	HC	HC	HC
2	FWP	FWP	CD	CD	CD	FWP	CD
3	CD	CC	CC	CC	CC	CD	CC
4	CC	CD	FWP	FWP	FWP	CC	FWP

FWP food waste processor
 HC home composting
 CD co-disposal
 CC centralised composting

De compostering aan huis heeft op alle geselecteerde onderwerpen de grootste voordelen. Het verwerkingssysteem met voedselrestenvermalers scoort daarna het best op de hoeveelheid opgewekte energie en milieu-impact. Ten aanzien van toxiciteit voor mensen, oppervlakte water kwaliteit en eutrofiering scoort de voedselrestenvermaler slecht. Het verwerkingssysteem voor (gescheiden) inzameling scoort wel beter ten aanzien van deze onderwerpen, maar scoort op de andere onderwerpen lager. Gescheiden inzameling scoort ten aanzien van energie het laagste omdat de handeling die uitgevoerd moeten worden met ophalen intensief zijn (wekelijks ophalen van afval). Deze handelingen tellen ook zwaar mee in de LCA.

Een kostenvergelijk ten aanzien van de tussen de verschillende verwerkingssystemen is opgesteld. De verwerkingssystemen welke zijn bekeken zijn dezelfde systemen als die van de LCA. De laagste kosten worden gemaakt indien compostering aan huis wordt uitgevoerd. Daarna zijn de laagste kosten voor de gescheiden inzameling van gft-afval en huishoudelijk afval. De duurste optie is het toepassen van voedselrestenvermalers. Dit heeft vooral te maken met de relatief hoge kosten van een voedselrestenvermaler. Het verwerken op de conventionele manier is niet verder bekeken omdat hier geen aanvullende kosten voor gemaakt hoeven te worden.

Bij de uitvoering van een microbiële risicobeoordeling is gekeken of er zich gezondheidsproblemen kunnen voordoen door toepassing van voedselrestenvermalers. Voor voedselrestenvermalers wordt het volgende genoemd:

- De rioolwateroverstorten zullen niet toenemen door de toepassing van voedselrestenvermalers
- Er is voor overdraagbare ziektes geen significant verschil gevonden tussen de toepassing van voedselrestenvermalers en aan huis compostering (in goedgekeurde containers)

Voor het kwantificeren van het maatschappelijk effect van het toepassen van voedselrestenvermalers zijn via een persbericht mensen uitgenodigd voor het deelnemen aan een discussie. In de uitnodiging werd gevraagd hoe voedselresten het best verwerkt kunnen worden. Men maakt hier wel een kanttekening dat door een persbericht uit te sturen (geen persoonlijke uitnodiging) een minder representatief beeld ontstaat van de gehele maatschappij. Immers komen alleen de mensen welke zich bezighouden met het milieu. Uit de discussie blijkt dat de toepassing van voedselrestenvermalers en het gescheiden inzamelen i.c.m. centraal composteren de meest aantrekkelijk varianten waren.

2.3 Praktijkonderzoeken

Report on Social Experiment of Garbage Grinder Introduction; National Institute for Land and Infrastructure Management Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

In Japan is door de overheid een onderzoek gehouden naar het gebruik van voedselrestenvermalers. Het onderzoek is uitgevoerd vanaf 2000 tot 2004. Tijdens dit onderzoek zijn er in de stad Utanobori circa 300 voedselrestenvermalers in zowel huizen als hotels geplaatst. Aan de huishoudens met voedselrestenvermalers is gevraagd om de ervaring met voedselrestenvermalers te beoordelen en te noteren. Daarnaast zijn de prestaties op de rwzi – daar waar de voedresten zijn verwerkt – bekeken. Gedurende het 5-jaar durende onderzoek zijn de volgende zaken ten aanzien van het onderhoud genoteerd:

- Bij de voedselrestenvermalers zijn in totaal 19 defecten opgetreden, hebben er 12 verstoppingen in de sifon plaatsgevonden en zijn 4 melding geweest van een verstopt riool.
- De verstoppingen hadden te maken met het te weinig gebruiken van spoelwater. Ook kan men problemen verwachten wanneer de vermaler eerst volledig wordt gevuld en daarna pas in bedrijf wordt genomen. Na herinstructies van het gebruik van de vermalers zijn er geen defecten meer opgetreden
- Leeftijd van de gebruikers speelt een rol. Ouderen hebben moeite met het correct gebruiken van de voedselrestenvermaler. Het duurt enige tijd voordat de ouderen aan het apparaat zijn gewend
- Het onderhoud was telkens snel en eenvoudig te verhelpen

Ten aanzien van het gebruik van voedselrestenvermalers zijn enquêtes gehouden en is het afval – welke is verwerkt door de afvalverwerker – geanalyseerd. Ten aanzien van het gebruik kon het volgende worden gesteld:

- Voordat de voedselrestenvermalers waren geïnstalleerd bedroeg de hoeveelheid voedselresten welke worden weggegooid circa 220 g per persoon. De hoeveelheid voedselresten welke in de vermaler werden verwerkt bedroeg circa 100 g. Dit betekent dat circa 45 % van de voedselresten werden verwerkt
- Na meer dan een jaar de voedselrestenvermalers te hebben gebruikt, veranderde hoeveelheid gescheiden afval significant en nam het gebruik van de voedselrestenvermalers toe

Vanuit de enquêtes kwam het volgende naar voren:

- Circa 60% van de respondenten gebruikte de voedselrestenvermalers na iedere maaltijd (dus meerdere keren per dag) en circa 80% gaf aan de voedselrestenvermaler circa één keer per dag te gebruiken
- Meer dan 90% van de respondenten gaf aan dat de voedselrestenvermaler werd gebruikt voor het verwerken van groente- en fruitafval en circa 60% gebruikte het voor het verwerken van eierschalen
- Circa 40% van de respondenten heeft last gehad van enige verstoppingen van het leidingwerk

- Als voordelen van toepassing van de voedselrestenvermaler werd door ongeveer 80% van de respondenten genoemd, dat ze een (sterk) gevoel hadden dat de hygiëne in de keuken was verbeterd, en circa 70% vond dat het gemak van afvalverwerking was toegenomen (onder andere door het verminderde slepen van vuilniszakken)
- Als nadeel noemde een groot aantal respondenten dat ze het geproduceerde geluid en vibraties vervelend vonden
- Circa 80% van de respondenten gaven aan dat ze de voedselrestenvermaler willen blijven gebruiken

Na toepassing van de voedselrestenvermalers is voor het rioleringsstelsel genoemd dat:

- De hoeveelheid sediment is toegenomen. Het sediment bestaat voornamelijk uit eierschalen. Op plekken waar de eierschalen accumuleerden nam de H_2S productie – voornamelijk in de zomermaanden – toe
- Bij gemalen en pompinstallaties geen veranderingen werden geconstateerd. De hoeveelheid gevormd H_2S is gemeten gedurende de zomermaanden, maar hier is geen noemenswaardig verschil uit gebleken

Voor de werking van de rwzi's werd na toepassing van de voedselrestenvermalers het volgende genoemd:

- Op piekperiodes (rond etenstijd) was het duidelijk waarneembaar dat de samenstelling van het afvalwater veranderde. De hoeveelheid BZV en onopgeloste bestanddelen in het influent namen sterk toe
- Er zijn geen noemenswaardig verschillen geconstateerd ten aanzien van de prestaties van de rwzi
- De voedselresten werden direct door het actiefslib opgenomen. Hierdoor steeg direct ook de hoeveelheid geproduceerd slib
- Het drogestofgehalte van het ontwaterde slib nam toe

New York City Department of Environmental Protection

In New York is vanaf de jaren 1970 het gebruik van voedselrestenvermalers verboden. Als motivatie wordt gegeven dat bij hevige regenval rioolwateroverstorten plaatsvinden. Door het verbieden van voedselrestenvermalers neemt de hoeveelheid organisch afval in het afvalwater af en kan zodoende de vuilbelasting van het oppervlaktewater verminderd worden wanneer een rioolwateroverstort plaatsvindt.

De stad New York heeft drie pilot locaties aangewezen voor het bepalen van de effecten van voedselrestenvermalers. Daarnaast is ook onderzoek gedaan naar de werking van de riolering. Met behulp van een videocamera is een gedeelte van de rioleringsstreng voor en na toepassing van een voedselrestenvermaler bekeken. Gedurende de (korte) doorlooptijd van de studie is geen waarneembare toename van sediment waargenomen. Daarnaast noemt men ook dat door goede dimensionering van het leidingwerk de snelheid en het zelfreinigend vermogen van de riolering voldoende is. Zo wordt genoemd dat bij een vuilwaterriool de doorstroomsnelheid tenminste 0,8 m/s dient te zijn. Doordat de dichtheid van het mengsel van voedselresten en water 1,01 kg/l is en dat van vuilwater 1,05 kg/l is, wordt er ook geen sediment van voedselresten verwacht. Daarnaast zijn de onopgeloste bestanddelen dat door het hemelwater wordt meegevoerd ook vele malen hoger (2,65 kg/l). Deze onopgeloste bestanddelen leiden wel tot een verhoogde hoeveelheid sediment.

Bijlage 13 Presentatie Surahammar door Per Andersson



Surahammars Kommun



The rural district of Surahammar has a population of about 9 900 people. There are three municipalities in the district, Surahammar, Ramnäs and Virsbo. Surahammar is the biggest with 6 700 residents, Ramnäs 1 700 and Virsbo 1 500 inhabitants. Surahammar is the chief town of the district.

The district of Surahammar has a history dating back to the fourteenth century. The main industry in all three locations is and has always been the steel industry.



Per A 201309



Surahammars Kommun



- Ø Surahammar is mostly known worldwide for wheels for trains and electrical steel products. The original company Surahammars Bruk AB was taken over by TATA-steel and is now called Cogent Power Ltd.
- Ø Ramnäs Bruk is known worldwide for their top quality chains for offshore safety. They started to produce chains in 1876 and have produced chains for the offshore market since 1968.



Per A 201309



Surahammars Kommun



- Ø Wirsbo Bruk is known for their production of plastic pipes and is now owned by the Finnish company Uponor. Another worldwide product is their floor heating system.
- Ø Today Surahammar is also well known in Sweden and in a lot of countries in Europe for the use of Food Waste Disposers.



Per A 201309



- Ø Owned 100 % by Surahammars kommun the main purpose is:
 - Ø (produce and distribute district heating) on sale
 - Ø produce and distribute drinking water
 - Ø drain and clean waste water
 - Ø dispose of waste
 - Ø administer municipal buildings, streets and parks



Per A 201309

Background, 1992

An important piece in the puzzle was that the sewage plant in Surahammar was oversized, especially the digester. If we could use the digester to its maximum it was calculated that it could increase gas production from 120 000 m³/year to 200 000 m³/year, with ca 40 000 m³ from food waste.

We needed about 600 ton food waste and the question was how to get it to the sewage plant?

An extra bin for food waste and transport by truck and mincing on the sewage plant?

FWD and transport of the food waste in a working sewerage system??



Per A 201309

Test project 1993–95

- Ø 1993 Test of FWDs was decided.
- Ø 1993–95 In 1993 we started a test by installing 30–40 continuous feed FWDs in apartments and villas.
- Ø The sewage system in the nearby area is flushed and filmed. We wanted to know
 - ┆ How does the FWD work, technically and for the user?
 - ┆ How does the recycling work?
 - ┆ What does the user think of the FWD?
- Ø 1995–96 An evaluation is made. It was decided to use a batch feed model instead of continuous feed.
- Ø 1996 The company board of Surahammars KommunalTeknik AB agreed to allow FWDs to be used as an alternative for taking care of food waste



Per A 201309

Information

- Ø We presented the whole idea of recycling to households, property owners, schools, merchants and yes everyone in Surahammar.
- Ø The part regarding information was the really hard part for our organization
- Ø “Bad information = bad result”



Per A 201309

The process

- Ø The City Council of Surahammar decided in February 1997 that FWD was one of the three alternatives in the new waste rates.
- Ø An information card was then sent to the home owners where they could choose the option they wanted.
- Ø For those who chose option 1: installation of FWD, we started to film their sewer systems.
- Ø In September 1997 we started to install the first FWDs. We involved three local plumbing companies to do the installations. In a short time we had about 1 400 FWDs installed.



Per A 201309

Domestic waste options

Household waste option		Cost (conversion)
1	Installed FWD and 140 liters residual bin collection	€ 339 per year (incl. € 80 FWD cost)
2	Compost bin (excl. bin cost) and 140 liters residual bin collection	€ 302 per year
3	120 liters bin for food waste and 140 liters residual bin collection	€ 458 per year



Per A 201309

Experiences

- Ø A survey of 1000 households with FWDs was made in late 1998
- Ø 71 % answered
- Ø The majority answered “good” or “very good”
- Ø Very few had negative experiences from their use of FWD



Per A 201309

The mix of the 3 options of out sorting food waste in Surahammars kommun 2013-09-19

Ø Villas 1-2 family househ. 51,2 %	option 1 FWD	1 471	
Ø Villas 1-2 family househ. 46,7 %	option 2 compost	1 343	
Ø Villas 1-2 family househ. 2,1 %	option 3 bin for food waste	61	
Ø Apartments	option 1 FWD	837	househ. 45,9 %
Ø Apartments	option 2 compost	0	househ. 0 %
Ø Apartments	option 3 bin for food waste	988	househ. 54,1 %
Ø Total households	option 1 FWD	2 308	househ. 49,1 %
Ø Total households	option 2 compost	1 343	househ. 28,6 %
Ø Total households	option 3 bin for food waste	1 049	househ. 22,3 %



Per A 201309

FAQ/"Myths"

- Ø "There will be blocks in the sewer system!"
- Ø "There will be an increase of rats!"
- Ø "The maintenance of the sewer system will increase!"
- Ø "The water costs/consumption will increase!"
- Ø "The electrical bill will rise to the sky!"
- Ø The maintenance of the sewage plant will increase!"
- Ø "We will lose our fingers/cats/dogs/gold rings etc!"
- Ø "They'll force me to install an FWD!"

These are some examples of comments from homeowners, treatment plant personnel, waste managers, environment personnel, etc. - ALL UNFOUNDED



Per A 201309

My hands



Per A 201401

Gas production, Haga

To increase the gas production was one of the main reasons for taking care of the food waste ourselves.

Ø 1992	120 000 m ³
Ø 2001	148 200 m ³
Ø 2012	206 300 m ³
Ø 2001–2012	+ 58 100 m ³ , (39,2%)

The gas is used in the sewage plant Haga for heating. (no oil is used)

There's an excess of 25 000 m³/year. There will be a test, probably later this year of electricity generation



Per A 201309

Reports

- Ø 'Surahammar – a case study of the impacts of installing food waste disposers in fifty percent of households' av Dr Tim Evans, Tim Evans Enviroment, har publiceras i "The Water and Enviroment Journal".
- Ø Luleå Tekniska Universitet: Food Waste disposers – Long term impact on sewer systems. (A research of the sewer system in Surahammar and Smedjebacken by performing TV-inspection. Jonathan Mattsson, Annelie Hedström Luleå Tekniska Universitet. Svenskt Vatten nr 2012-08)
- Ø Vid Lunds VA-teknik/Institutionen för Kemiteknik, Lunds Tekniska Högskola har genomfört " Förstudie av olika system för matavfallsutsortering med köksavfallskvarnar – KAK". (Avfall Sverige Rapport U2011:8 "Förstudie av olika system för matavfallsutsortering med avfallskvarnar", Svenskt Gastekniskt Center rapport SGC 231)



Per A 201309

Summary

(excerpt from the summary of "Food waste disposers– Long term impact on sewer systems")

- Ø "The results indicate that the introduction of FWD has had an impact on the sewer, albeit a minor one. The most evident impact was eggshells which were documented in a number of places, in particular where sags were presented. FWD cannot handle the grinding of shells to the adequate particle size but instead just turns them into small flakes which settle and accumulate in i.e. pipe sags. The results from the regression analysis further indicate that FWD exacerbated the function of pipes which already had many sags as well as gentle slope. However the impact must still be considered minor since only relatively few larger deposits were documented.
- Ø FWD could not be determined to significantly increase water consumption for individual households. No levels of hydrogen sulphide could be measured from a section of a section of a sewer containing heavy build-ups of sediments"



201401

Pictures, 2011



201401

More pictures, 2011

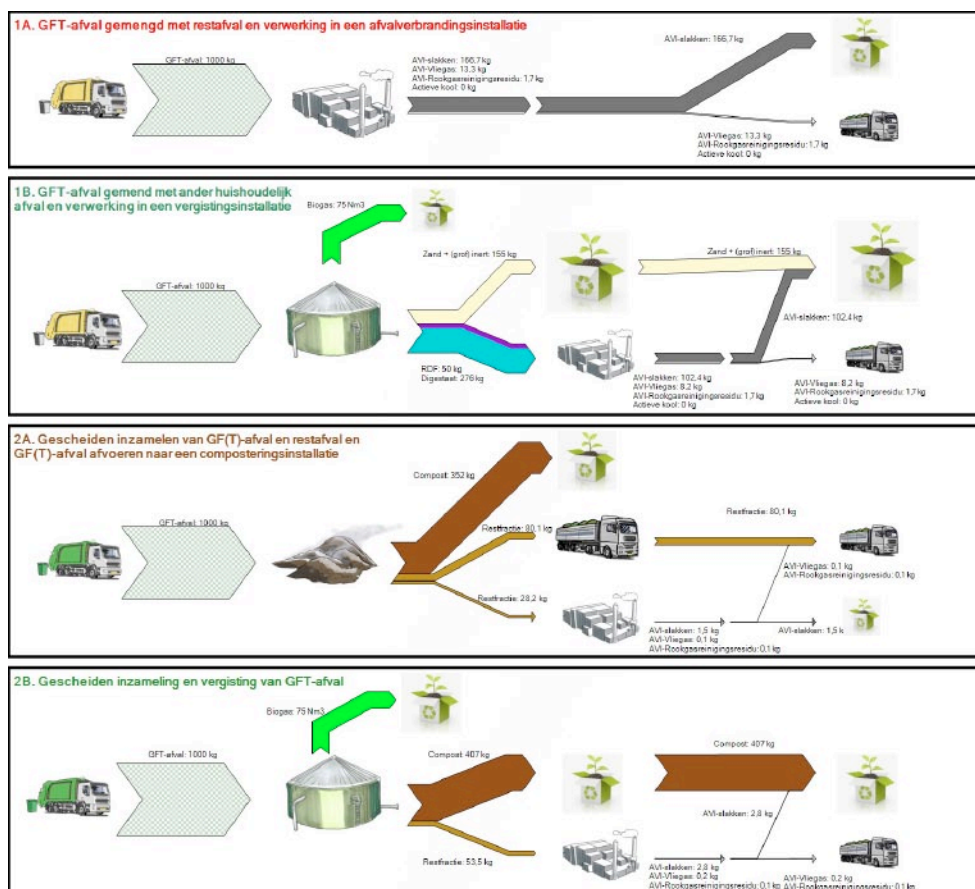


201401

Questions please?

- Ø Thank you for listening.
- Ø I am sure you have questions?

Bijlage 14 Illustraties behorend bij afvalketen – duurzaamheid



Legenda	
	Inzameling GFT-afval met gemengd afval
	Gescheiden inzameling van GFT-afval
	Stortplaats
	Afvalverbrandingsinstallatie
	Vergistingsinstallatie
	Nuttige toepassing van (rest)producten
	Compostering

	GFT-afval [kg]
	Zand + (grof) inert [kg]
	RDF [kg]
	Digestaat [kg]
	Restfractie [kg]
	Compost [kg]
	AVI-slakken [kg]
	AVI-Vliegas [kg]
	AVI-Rookgasreinigingsresidu [kg]
	Actieve kool [kg]
	Biogas [Nm3]

Bijlage 15 Overzicht resultaten sorteeranalyses 2011 - 2012

Sorteeranalyses aandeel GFT in huishoudelijk restafval						
Rapportage:	RWS	Stedelijkheidsklasse				
Jaartal		1	2	3	4	5
2012	Rotterdam	35%				
2012	Den Haag	26%				
2012	Amsterdam	45%				
2011	Beverwijk	33%				
2011	Haarlem	31%				
2011	Rijswijk	38%				
2012	Assen		39%			
2012	Arnhem		46%			
2011	Amersfoort		36%			
2011	Zw ijndrecht		43%			
2012	Apeldoorn			32%		
2012	Waddinxveen			31%		
2011	Nijmegen			28%		
2011	Dongen			30%		
2012	Blaricum				50%	
2012	Son en Breugel				49%	
2012	Dalfsen				51%	
2011	Heerjansdam				38%	
2011	Zeewolde				26%	
2011	Heerde				42%	
2012	Drechterland					48%
2011	Harenkarspel					31%

STOWA en Stichting RIONED in het kort

Stichting RIONED is de koepelorganisatie voor de riolering en het stedelijk waterbeheer in Nederland. In RIONED participeren alle partijen die bij de rioleringszorg betrokken zijn: overheden (gemeenten, waterschappen, rijk en provincies), bedrijven (leveranciers, adviesbureaus, inspectiebedrijven en aannemers) en onderwijsinstellingen. De belangrijkste taak van Stichting RIONED is het beschikbaar stellen van kennis aan de vakwereld. Dit doet RIONED door onderzoek, het bundelen van bestaande kennis en het op vele manieren informeren en bij elkaar brengen van professionals.

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

© 2015 Stichting RIONED en STOWA

Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Disclaimer

Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

auteurs

Ronnie Berg (Tauw), Paul Telkamp (Tauw)

projectleider uitvoering:

Paul Telkamp (Tauw)

projectgroepleden:

Arné Boswinkel (RVO), Hugo Gastkemper (Stichting RIONED), Ton Beenen (Stichting RIONED), Bert Palsma (STOWA), Diederik Anema (Gemeente Apeldoorn), Auke Doornbosch (Gemeente Hengelo), Douwe Jan Tilkema (Waterschap Vallei en Veluwe), Frank Groot (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier), Jeroen Buitenweg (Waterschap Vechtstromen), Marcel Zandvoort (Waternet), Rob Ververs (Waternet), Bas Assink (Twente Milieu), Robert Jan Saft (Vereniging van Afvalbedrijven / Attero), Wiebe Bosma (Vereniging van Afvalbedrijven / HVC), Maarten Goorhuis (NVRD), Arjen Brinkmann (BVOR), Ingrid Odegard (CE Delft), Geert Bergsma (CE Delft), Ronnie Berg (Tauw), Paul Telkamp (Tauw)

vormgeving

Jelle de Gruyter, gaw ontwerp+communicatie b.v., Wageningen

rapportnummer

2015-W-01