



Rapport datum: 20 mei 2015

RWZI 's-Hertogenbosch - renovatie

**MER oplegnotitie
Gegund ontwerp & Groen gas project**

Projectnummer 7341.09.08



Rapport titel : RWZI 's-Hertogenbosch MER oplegnotitie
Project nummer : 000121
Rapport datum : 20 mei 2015

Klant : **Combinatie Besix-Hegeman**
Adres : Trondheim 22-24, 2993 LE Barendrecht
Website :
Contact persoon : De heer B. Peters / de heer J. de Rouck
Tel. : -
GSM. : +32 0476 870 545
Email : jderouck@besix.com

Uitgevoerd door: : **Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v.**
Adres : Kreekzoom 5, 4561 GX Hulst, NL
Website : www.colsen.nl
Contact persoon : De heer E.A.M. van den Branden
Tel. : +31 (0) 114 - 311 548
GSM. : +31 (0) 6 509 893 27
Email : e.vandenbranden@colsen.nl

Auteur: Eric van den Branden Goedgekeurd door: Boris Colsen

Handtekening: Handtekening:

Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek, b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING.....	1
1.1. TUSSENTIJDSE-MER ADVIES.....	1
1.2. INHOUD OPLEGNOTITIE.....	1
2. ONTWERP RENOVATIE RWZI.....	2
2.1. WATERLIJN.....	2
2.2. SLIBLIJN.....	5
2.3. BENUTTING BIOGAS.....	8
3. RUIMTELIJKE ASPECTEN & EFFECTENBESCHRIJVING.....	12
3.1. RUIMTEBESLAG.....	12
3.2. VERKEERSONTWIKKELING.....	14
3.3. EXTERNE VEILIGHEID.....	15
3.4. GELUID.....	17
3.5. LUCHTKWALITEIT.....	21
3.6. NATUUR.....	23
3.7. GEUR.....	23
4. OPMERKINGEN COMMISSIE M.E.R. TUSSENTIJDSE MER.....	26
4.1. MILIEUGEVOLGEN VAN DE ENERGIEOPWEKKING DOOR SLIBVERWERKING.....	26
4.2. MITIGERENDE MAATREGELEN EN BEST BESCHIKBARE TECHNIEKEN.....	26
4.3. INPASSING IN DE OMGEVING.....	26
4.4. MILIEUGEVOLGEN IN DE AANLEGFASE.....	27

Bijlagen

1. Aanbieding gegund ontwerp Combinatie Besix-Hegeman, d.d. 11-07-2014
2. Lay-out gegund ontwerp, tekeningnummer 8000-0-CIV-TEK-DO-0001
3. Kwantitatieve risico analyse, Royal Haskoning DHV, d.d. 08-05-2015
4. Akoestisch onderzoek, Royal Haskoning DHV, d.d. 12-05-2015
5. Luchtkwaliteitsonderzoek, Royal Haskoning DHV, d.d. 08-05-2015
6. Ecologische risico-analyse, Besix, d.d. 06-05-2015
7. Geuronderzoek, Royal Haskoning DHV, d.d. 11-05-2015
8. Procesflowdiagram gegund ontwerp, Combinatie Besix-Hegeman

1. INLEIDING

De huidige rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) 's-Hertogenbosch zuivert sinds 1973 dagelijks het afvalwater van huishoudens en bedrijven uit de gemeente Vught, de gemeente Heusen en vrijwel de gehele gemeente 's-Hertogenbosch.

Een groot deel van de RWZI is verouderd en toe aan grootschalige revisie. Het Waterschap heeft omwille van open communicatie richting de omgeving in een vroegtijdig stadium een (tussentijds) MER opgesteld.

In het (tussentijds) MER zijn twee mogelijke uitvoeringsvormen beschreven en onderzocht. Deze uitvoeringsvormen zijn reeds beschreven in het (tussentijds) MER RWZI 's-Hertogenbosch van 12 februari 2014, opgesteld door Royal HaskoningDHV. Mede op basis hiervan heeft Waterschap Aa en Maas de aanbesteding vorm gegeven.

Op basis van een openbare aanbesteding is de opdracht gegund aan de Combinatie Besix-Hegeman. De variant waarvoor door Waterschap Aa en Maas opdracht is gegeven wijkt af van het de uitvoeringsvormen zoals beschreven in het (tussentijds) MER.

1.1. Tussentijds-MER advies

Door Waterschap Aa en Maas is, via Gedeputeerde Staten van de Provincie Noord-Brabant, aan de commissie m.e.r. verzocht advies uit te brengen op het tussentijds-MER. Op 22 mei 2014 (rapportnummer 2511-44) heeft de commissie m.e.r. een tussentijds advies uitgebracht.

1.2. Inhoud oplegnotitie

In deze oplegnotitie worden enerzijds de afwijkingen van de in opdracht gegeven ontwerp (vanaf hier genoemd gegund ontwerp) ten opzichte van het referentieontwerp besproken, getoetst op milieu- en omgevingsgevolgen en ingegaan op de opmerkingen welke zijn gegeven op het tussentijds-MER door de commissie m.e.r.

Indien in dit document op onderdelen geen afwijking is opgenomen ten opzichte van het referentieontwerp komt het gegund ontwerp overeen met het referentieontwerp.

2. ONTWERP RENOVATIE RWZI

De renovatie van de RWZI is grofweg onder te verdelen in de Waterlijn, de Sliblijn en de verwerking van biogas. De volledige beschrijving van het ontwerp is opgenomen in de aanbieding van de Combinatie, welke is bijgevoegd als bijlage 1 en als Proces Flow Diagram als bijlage 8. Op specifieke onderdelen is sprake van voortschrijdend inzicht ten opzicht van de aanbieding van de Combinatie. Daar waar dit aan de orde is, wordt dit specifiek beschreven.

2.1. Waterlijn

2.1.1. Voorbehandeling

De behandeling van het binnenkomend afvalwater alsmede de verwerking van de daarbij vrijkomende reststromen wijzigt niet. Wel wijzigt de locatie van het ontvangstwerk. Het bestaande ontvangstwerk komt hiermee te vervallen. De locatiewijziging is meegenomen in het onderzoek naar de milieuaspecten.

2.1.2. Biologische behandeling

In het referentieontwerp is uitgegaan van de zuiveringstechnologie Nereda®, het gegund ontwerp gaat uit van de zuiveringstechnologie EssDe® in combinatie met een Demon®-installatie.

EssDe®

Een groot deel van het energieverbruik van een conventionele zuiveringsinstallatie komt door de oxidatie van stikstof (ammonium). In de eerste stap van het EssDe® proces wordt koolstof vergaand verwijderd, zodat het beschikbaar is voor biogasproductie. Fosfaat wordt in de voorbezinktank (welke primair slib bevat) neergeslagen door co-precipitatie met FeCl₃. Ook een deel van het influent-stikstof wordt afgescheiden. Door de productie van biogas (vergisting) komt deze stikstof vrij in de vorm van ammonium. Bij de ontwatering van slib ontstaat daardoor een stikstofrijke stroom (rejectiewater). Deze stroom gaat niet rechtsreeks terug naar de afvalwaterzuivering, maar eerst wordt ge-deammonificeerd in een Demon®-reactor. De tweede trap in de behandeling van afvalwater wordt verrijkt met de-ammonificerende bacteriën uit deze Demon®-reactor. De de-ammonificerende bacteriën handhaven zich in de waterlijn als gevolg van geavanceerde processturing van het EssDe®-

proces. Op deze wijze wordt de-ammonificatie in de waterlijn geïntroduceerd, en wordt de stikstof die in de eerste trap niet wordt afgevangen, energiezuinig verwijderd in de waterlijn.

DEMON®

De eerste stap bestaat uit het oxideren van een deel van het ammonium tot nitriet door nitrificerende bacteriën. Vervolgens laat een tweede groep bacteriën, de deammonificerende bacteriën, ammonium en nitriet met elkaar reageren tot stikstofgas. Het DEMON-proces maakt het mogelijk om deze bacteriegroepen in één reactor te laten groeien, ondanks de verschillende eisen die ze stellen aan hun leefomgeving.

Belangrijke voordelen van het proces zijn:

- slechts de helft van het ammonium hoeft genitrificeerd te worden, en dan ook nog maar tot nitriet en niet tot nitraat. Dit scheelt vele tientallen procenten op de energievraag voor de beluchting;
- bij de deammonificatie-reactie wordt geen koolstofbron verbruikt, waardoor het proces zeer geschikt is voor de behandeling van afvalwaterstromen met een lage BZV/Nverhouding. Bovendien hoeft geen externe koolstofbron te worden ingekocht, hetgeen financieel voordeel oplevert;
- de deammonificerende bacteriën hebben een lage groeisnelheid, waardoor de kosten voor slibverwerking laag zijn.

	Proces	Processtappen		Wijziging
		Referentieontwerp	Gegund ontwerp	
Waterlijn	Basiszuivering	actiefslib reactoren	actiefslib reactoren	één extra
		compressoren	compressoren	geen
		nabezinktanks	nabezinktanks	twee extra
		influentbuffer	calamiteitenbuffer	geen influentbuffer, wel calamiteitenbuffer
		korrelreactoren	-	geen korrelreactoren
			Demon-reactor	Twee reactoren (oude BABE en één nieuwe)

Tabel 1 Wijzigingen in proces waterlijn

In het gegund ontwerp wordt de bestaande regenwaterbuffer gebruikt als calamiteitenbuffertank. De invloed hiervan op geur en geluid is meegenomen in de respectievelijke onderzoeken.

Naast de hierboven genoemde wijziging, wijzigt ook de locatie van de compressor. In het referentieontwerp werd rekening gehouden met een nieuw compressorgebouw. In het gegund ontwerp wordt uitgegaan van plaatsing in het bestaande compressorgebouw. De conform het gegund ontwerp gekozen locaties van de toegevoegde onderdelen is weergegeven in bijlage 2.

Relevante milieu- en omgevingsaspecten

Ten opzichte van het referentieontwerp neemt het gegund ontwerp minder ruimte in beslag. De verschillen worden in hoofdstuk 3 uitgewerkt. De effecten van het verschuiven van geluid- en geurbronnen wordt in de verschillende deelonderzoeken uitgewerkt.

2.2. Sliblijn

2.2.1. Slibverwerking

Het ontvangst van het extern slib geschiedt op dezelfde wijze als in het referentiemodel. Een bestaande slibindikker blijft gehandhaafd. Een nieuwe buffer uitgegist slib wordt gebouwd.

	Proces	Processtappen		Wijziging
		Referentieontwerp	Gegund ontwerp	
Sliblijn	Slibverwerking	retourslibgemaal	retourslibgemaal	geen
		slibindikking (gravitair)	slibindikking (gravitair)	Één slibindikker (gravitair) in plaats van twee
		slibindikking (mechanisch)	slibindikking (mechanisch)	geen
		slibbuffer (overslag naar eindverwerking)	slibbuffer (overslag naar eindverwerking)	geen
		Slibbuffertank uitgegist slib	Slibbuffertank uitgegist slib	De bestaande slibbuffer wordt gesloopt, een nieuwe (kleinere) wordt gebouwd.
		slibbuffertank (voor ontvangst extern slib)	slibbuffertank (voor ontvangst extern slib)	geen
		korrelslibbuffer	-	Geen korrelslibbuffer
			Demon-reactor	Nieuw (zie ook waterlijn)

Tabel 2 Wijzigingen in de slibverwerking

Relevante milieu- en omgevingsaspecten

De wijziging van het aantal slibindikers heeft een beperkte milieueffect naar geluid en geur.

De wijziging wordt meegenomen in het geluid- en geuronderzoek.

2.2.2. Slibgisting

Het extern aangevoerde slib alsmede het intern vrijkomende slib wordt vergist in twee slibgistingstanks. Deze hebben elk een volume van 4.000 m³. In het referentieontwerp werd rekening gehouden met drie slibgistingstanks. Door een optimalisatie van de bedrijfsvoering is het niet noodzakelijk een derde slibgistingstank te realiseren. In het bedrijven van de slibgistingstanks wijzigt niets, het principe van thermofiele slibgisting blijft behouden. In tegenstelling tot het referentieontwerp is geen eigen stoomopwekking voor het slibgistingproces noodzakelijk. In het gegund ontwerp wordt dan ook niet uitgegaan van stoomopwekking.

Mengsysteem slibgistingstanks

Het mengsysteem wordt uitgevoerd conform het DIGESTMIX®-systeem. Het DIGESTMIX® systeem mengt de inhoud van de vergistingstank door het slib steeds vanuit het bovenste gedeelte van de slibgistingstanks mee te nemen en vervolgens langs de onderzijde terug in de reactor te sturen. Hierdoor is de kans op drijf laagvorming in de reactor nagenoeg nihil. Het DIGESTMIX® systeem wordt zodanig geplaatst, dat er geen kortsluitstromen optreden en er een optimale menging in de reactor is.

Door tegelijkertijd de inhoud van de slibgistingstanks in het mengsysteem te verwarmen, wordt een optimale warmteoverdracht en -verspreiding verkregen en wordt een bijzonder stabiele bedrijfsvoering gerealiseerd.

Het slib voor de slibgistingstanks kan tijdens het mengen worden ingevoerd, waarbij er onmiddellijk een optimale menging plaats vindt. Het DIGESTMIX® systeem gebruikt door een doordacht hydraulisch ontwerp een minimum aan meng-energie. Doordat er zich geen mechanische delen in de reactor zelf bevinden is systeemonderhoud zeer eenvoudig. Ook verstoppingen en grote slijtage aan warmtewisselaars zijn hiermee verleden tijd. Tijdens onderhoud of bij vervanging van componenten kan de slibgistingstank gevuld blijven en hoeft deze niet geopend te worden. Dank zij de optimale menging wordt een zeer stabiele procesvoering voor slibgisting bereikt. De warmte, noodzakelijk om de warmteverliezen te compenseren, is afkomstig van een externe partij. Een CV-ketel zal stand-by staan ingeval van storingen in de warmteleverantie.

	Proces	Processtappen		Wijziging
		Referentieontwerp	Gegund ontwerp	
Sliblijn	Slibgisting	Slibgistingstank	Slibgistingstank	2 slibgistingstank in plaats van 3
		CV-ketel	CV-ketel (stand-by)	Geen extra warmte

				nodig, als stand-by maatregel een CV-ketel
		Warmtelevering	Warmtelevering	geen

Tabel 3 Wijzigingen in de slibgisting

Relevante milieu- en omgevingsaspecten

Door het reduceren van het aantal slibgistingstank treden wijzigingen op in de geur- en geluidsemissies. Deze wordt meegenomen in de verschillende onderzoeken.

2.2.3. Wijzigingen in deelstroombehandeling

De deelstroombehandeling van het slib geschiedt op dezelfde wijze als in het referentieontwerp. De centrifuge wordt voorzien boven op de slibbuffer in plaats van in het slibbehandelingsgebouw. Er wordt in het gegund ontwerp geen struviet geproduceerd.

	Proces	Processtappen		Wijziging
		Referentieontwerp	Gegund ontwerp	
Sliblijn	Nabehandeling	Slibontwatering	Slibontwatering	Locatie
		Slibbuffer, overslag	Slibbuffer, overslag	geen
		Deelstroombehandeling - Struviet (P-verwijdering) - Annamox	Deelstroombehandeling - Demon (Annamox) - FeCL3-dosering (P-verwijdering) -NaOH / Ca(OH) ₂ (tbv alkaliniteit	Geen struvietwinning

Tabel 4 Wijzigingen in nabehandeling

Relevante milieu- en omgevingsaspecten

Het verschuiven van de slibontwatering heeft gevolgen voor de geluidsemissie. Dit wordt meegenomen in het geluidsonderzoek.

2.3. Benutting biogas

Ten opzichte van het referentieontwerp wordt er geen biogastankstation gebouwd (m.u.v. een kleine afleverinstallatie voor het eigen wagenpark) op het terrein van Aa en Maas en vervalt de LNG opslag. In het MER d.d. 27 januari 2014, zijn deze processtappen omschreven als:

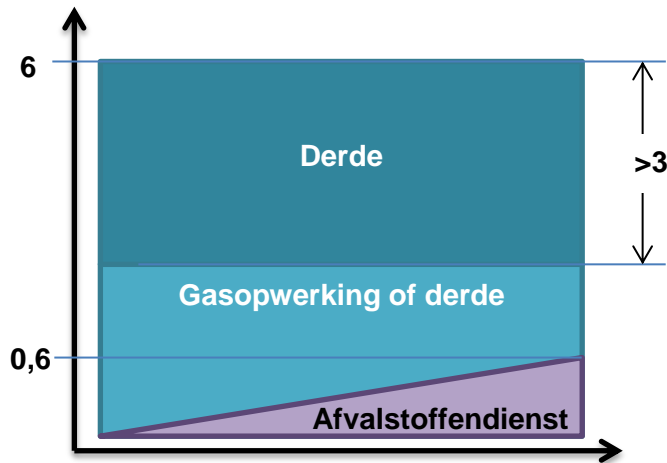
- G5: biogastankstation
- G6:LBG opslag.
- G9: groengasproject moet zijn G9: compressor ten behoeve van transport van gas naar derden.

In het referentie ontwerp worden 4 opties genoemd om de kwaliteit van het biogas na de eerste basiszuivering (ontzwaveling) te verbeteren. Deze vier genoemde opties zijn:

1. Reiniging door middel van hogedruk waterscrubber;
2. Reiniging door middel van organische scrubber;
3. Reiniging via membraanscheiding
4. Cryogene zuivering.

In het referentieontwerp is gekozen voor optie 4: cryogene zuivering. Door voortschrijdend inzicht heeft cryogene zuivering niet meer de voorkeur en is dan ook komen te vervallen. Er wordt nog een keuze gemaakt tussen één van de overige drie opwerkingstechnieken. Opgewerkt biogas wordt direct via een ondergrondse leiding naar de afvalstoffendienst geleid. Er wordt dan ook geen LBG, maar opgewerkt biogas geproduceerd (CBG). De samenstelling van dit gas vergelijkbaar met aardgas.

De maximale productie van biogas is 6,2 miljoen Nm³ per jaar. Het grootste gedeelte hiervan wordt geleverd aan derden (minimaal 3 miljoen m³). Circa 550.000 m³ wordt jaarlijks afgezet aan de Afvalstoffendienst. De in het MER beschreven geleidelijke overgang van de afname van opgewerkt biogas door de Afvalstoffendienst blijft gehandhaafd. Er is alleen een wijziging in de hoeveelheden.



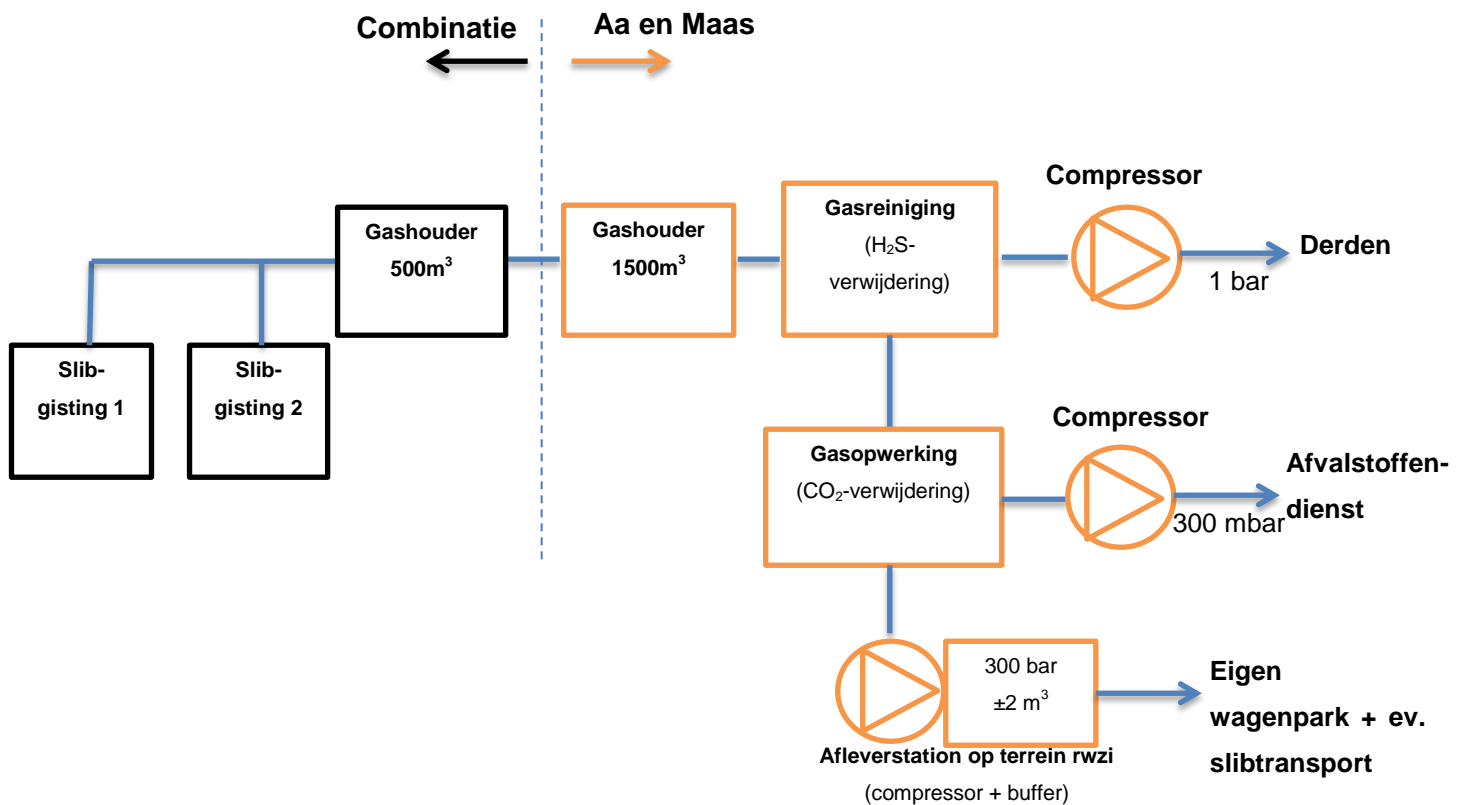
Figuur 1: Levering van opgewerkt biogas in de loop van de tijd

Direct na de opwerking van biogas wordt binnen het hekwerk van RWZI 's-Hertogenbosch een klein afleverstation gerealiseerd voor kleinschalige aflevering van CBG aan het eigen wagenpark van Aa en Maas. Mogelijk wordt dit in de toekomst ook gebruikt voor het tanken van het bestaande slibtransport. Dit is dan ook een vergroening van het slibtransport naar Moerdijk. Het aantal transportbewegingen blijft hetzelfde. Naar verwachting wordt jaarlijks 200.000 kg CBG afgeleverd via dit afleverstation.

Ten behoeve van het afleveren is er een buffer aanwezig van 2 m³ op een druk van 300 bar.

De groene zone langs de Treurenburg waar in het referentieontwerp het biogastankstation was gepland blijft in stand waardoor er fysiek minder houtopstand moet worden gekapt. Ten behoeve van de aanleg van een tijdelijke bouwweg wordt wel enige houtopstand gekapt.

Volgens de huidige planning zal in 2015 de omgevingsvergunning voor het biogasproject worden aangevraagd bij het bevoegd gezag.



Figuur 2 Schematische weergave gaslijn

Bovenstaand figuur geeft de route van het biogas binnen de inrichting en het transport naar derden en de afvalstoffendienst weer.

Het biogas wordt binnen de RWZI na reiniging (ontzwaveling) verdeeld in twee stromen: één stroom wordt door middel van een compressor geleverd aan een industriële partij (Derdien).

De andere stroom wordt op kwaliteit gebracht (en vervolgens als opgewerkt biogas via een ondergrondse leiding naar de afvalstoffendienst vervoerd. Drukverhoging ten behoeve van het transport van biogas is in de gasopwerking geïntegreerd. Het biogastankstation (waarover werd gesproken in het referentieontwerp) wordt op het terrein van de Afvalstoffendienst geplaatst en maakt geen onderdeel meer uit van het MER. De ondergrondse leiding voor het transporteren van opgewerkt biogas, is in beheer bij de gemeente .

	Proces	Processtappen		Wijziging
		Referentieontwerp	Gegund ontwerp	
Sliblijn	Energieconversie	Gashouder	Gashouder (2)	Extra gashouder

		Gaszuivering	Gaszuivering	geen
		Gasverwerking	Gasverwerking	Wijziging van opwerkingsmethode, onbekend
		biogastankstation	Biogastankstation (eigen wagenpark)	Tankstation voor derden wordt naar Afvalstoffendienst verplaatst.
		LNG opslag	CBG opslag (eigen wagenpark)	Kleine opslagcilinder
		Groengasinstallatie	Groengasinstallatie	Geen
		Fakkels	Fakkels	Geen

Tabel 5 Wijzigingen energieconversie

Relevante milieu- en omgevingsaspecten

Het belangrijkste milieu- en omgevingsaspect is het verplaatsen van het biogastankstation van RWZI 's-Hertogenbosch naar de Afvalstoffendienst. Hiermee vervallen op jaarbasis 13.250 transportbewegingen hetgeen meegenomen wordt in het luchtkwaliteit- en geluidsonderzoek. Door het vervallen van een LNG opslag, de plaatsing van een extra gashouder en de reductie van het aantal slibgistingstanks ten opzichte van het referentieontwerp treden wijzigingen op ten aanzien van de externe veiligheid. Dit wordt meegenomen in de kwantitatieve risicoanalyse.

3. RUIMTELIJKE ASPECTEN & EFFECTENBESCHRIJVING

3.1. Ruimtebeslag

Doordat het biogastankstation gebouwd wordt op het terrein van de Afvalstoffendienst wordt, in tegenstelling tot het referentieontwerp, de aanwezige verharding niet uitgebreid ten behoeve van de ontsluiting van het biogasstation. Daarnaast wordt er aan de energieconversie geen installatie voor cryogene gasopwerking toegevoegd.

Ook het toepassen van een andere zuiveringstechnologie heeft impact op het ruimtebeslag. In onderstaande tabel zijn de wijzigingen gekwantificeerd.

	Proces	Procesonderdelen	Ruimtebeslag (referentieontwerp)	Ruimtebeslag (gegund ontwerp)
			Voornemen m ²	Voornemen m ²
Waterlijn	Voorbehandeling	Ontvangstwerk	50	50
		Roostergoedverwijdering	150	165
		Zandvanger en verdeelwerk	1.000	465
		Bufferbezinktank /calamiteitenbuffer	0	3.440
		Voorbezinktanks	7.600	4.440
		Influentbuffer	800	0
	Basiszuivering	Actiefslibreactoren	6.500	5.500
		Compressorruimte (actiefslib)	300	300
		Korrelslibreactoren	3.500	0
		Compressorruimte (korrelslib)	600	0
		Nabezinktanks	16.800	21.500
		Venturi nabezinktanks	0	730
		Elektra biologische zuivering	0	60
		pompgemalen	0	190
Sliblijn	Slibverwerking	Voorindickers (gravitair)	950	475
		Mechanische indikking	250	0
		Tijdelijke opslag korrelslib	50	0
		Machineruimte	700	700
		Buffer ingedikt slib	400	100
		Pompgebouw ingedikt slib	0	40

		Loshal extern slib	350	260
		Externe silosilo's	100	115
		Thermofiele slibgisting	1.500	500
		Silo's ontwaterd slib	100	115
		Gashouder	0	80
		Traphal	0	20
		Digestmix en pompkelder	0	100
	Sliblagunes	Sliblagunes	0	0
	Deelstroombehandeling	Annamox behandeling	350	460
		Technisch gebouw	350	105
		Struvietreactor	350	0
Overig	Gebouwen en verharding	Bedrijfsgebouw	800	800
		Parkeervoorzieningen	1.000	1.000
		Wegen	15.500	15.500
		Overige verhardingen	2.000	2.000
		veldschuur	0	100
		Garage	0	170
		Flotatiehal (opslag)	0	260
Groen gas	Verwerking biogas	Totaal benodigde oppervlakte	0	500
Totaal ruimtebeslag			62.050	60.240

Tabel 3.1 Ruimtebeslag vergeleken met referentieontwerp

Opgemerkt moet worden dat in het tussentijds MER geen rekening is gehouden met de realisatie van de gasopwerking en het biogastankstation. In tabel 7.1 van het tussentijds MER is de vergelijking gemaakt met de bestaande situatie (65.000 m²) waardoor het ruimtebeslag gereduceerd werd met circa 4.000 m².

In vergelijking met de huidige situatie neemt het ruimtebeslag in het gegund ontwerp af met 4.760 m², in vergelijking met het referentie ontwerp met 1.810 m².

3.2. Verkeersontwikkeling

Omdat het biogastankstation niet wordt geplaatst komt, ten opzichte van het referentieontwerp, het aantal transportbewegingen dat samenhangt met het LBG station te vervallen. Per saldo zijn dit 52 afvalwagens per dag, op jaarbasis 13.250 afvalwagens. De overige verkeersstromen blijven in het gegund ontwerp gelijk met het referentieontwerp.

Deze wijziging is verwerkt in het geluidonderzoek en luchtkwaliteitsonderzoek.

Doordat het biogasstation is vervallen blijft de groene zone langs de Treurenburg intact.

3.3. Externe veiligheid

Het wijzigen van het aantal slibgistingstanks, het vervallen van het biogasstation en daarmee het vervallen van de LNG opslag heeft gevolgen voor de externe veiligheid. Daarnaast is in het referentiemodel van uitgegaan dat de vergisters (slibgistingstank) volledig gevuld waren met biogas. In de kwantitatieve risicoanalyse voor het gegund ontwerp is rekening gehouden met de bedrijfssituatie waarbij de ruimte tussen het vloeistofniveau en het dak 1 meter bedraagt.

Er is uitgegaan van de volgende gegevens:

Insluitsysteem		Stof	Maximale hoeveelheid [m ³]
Vergistings- installatie	Vergister 1	Biogas (~68% methaan)	Inhoud 4000 m ³ , max 227 m ³ biogas aanwezig tussen vloeistofniveau en dak
	Vergister 2	Biogas (~68% methaan)	Inhoud 4000 m ³ , max 227 m ³ biogas aanwezig tussen vloeistofniveau en dak
biogasbuffer	Gashouder 1	Biogas (~68% methaan)	500
	Gashouder 2	Biogas (ca 68% methaan)	1.500
Verpompen biogas	Leidingwerk en compressor(en)	Methaan	20

In de QRA is de gasleiding meegenomen tot de grens van de inrichting. De leiding onder de openbare weg zou eigenlijk onder het Besluit buisleidingen vallen, maar daarvoor is de leiding te klein. De Afvalstoffendienst is zelf verantwoordelijk is voor de gasleiding voor zover die binnen hun grens van de inrichting ligt.

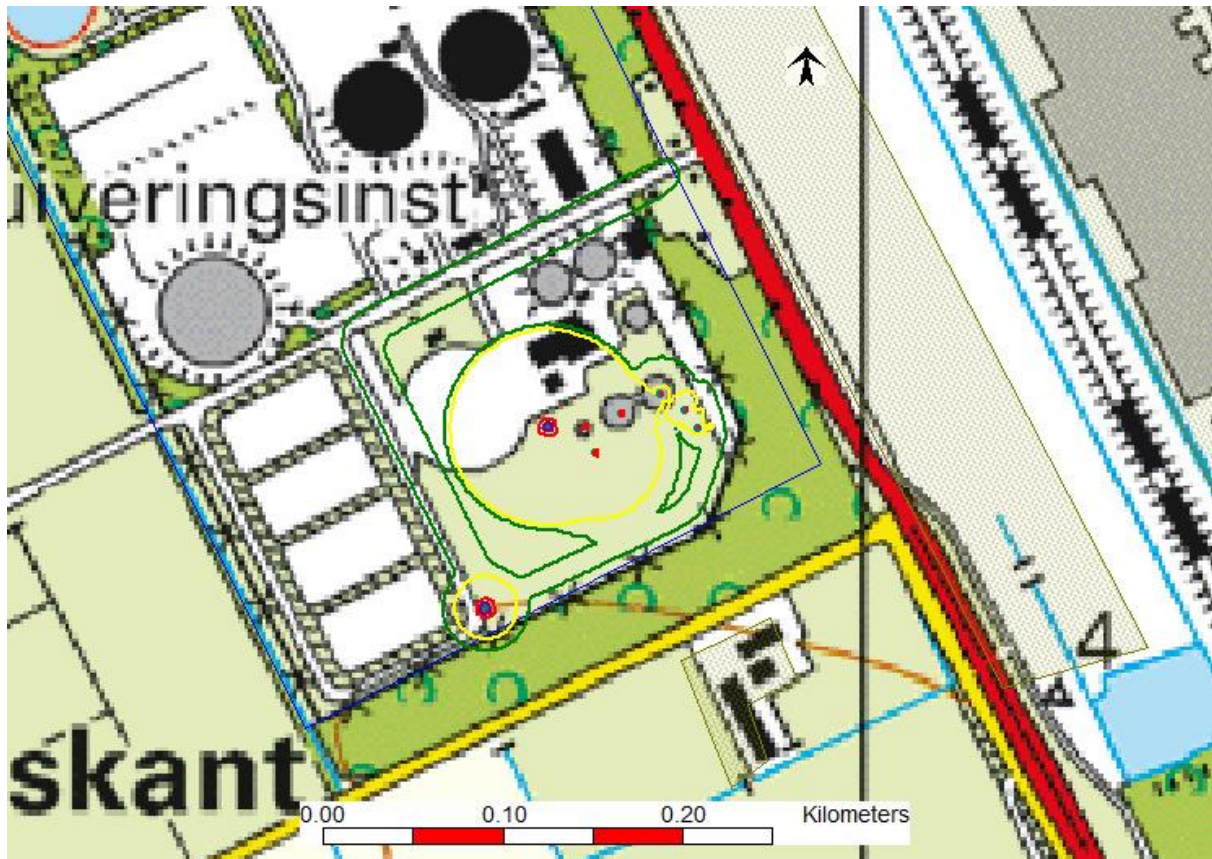
3.3.1. Conclusie

Door Royal Haskoning DHV is een kwantitatieve risico analyse opgesteld. Deze is bijgevoegd als bijlage 3.

Plaatsgebonden risico

In Figuur 3.1 is het plaatsgebonden risico, ten gevolge van de activiteiten conform het gegund ontwerp bij RWZI 's-Hertogenbosch, in de vorm van zogenaamde risicocontouren gegeven.

Risicocontouren verbinden locaties met eenzelfde risico met elkaar. Opgemerkt wordt dat het plaatsgebonden risico onafhankelijk is van de daadwerkelijke aanwezigheid van personen.



Figuur 3.1 Plaatsgebonden risico RWZI 's-Hertogenbosch

Uit Figuur 3.1 blijkt dat er PR contouren en 10^{-6} per jaar wordt berekend, maar dat deze zich geheel binnen de inrichting bevindt. Derhalve zijn er binnen deze contour ook geen kwetsbare of beperkt kwetsbare objecten gelegen en wordt voldaan aan de normen ten aanzien van het plaatsgebonden risico conform het Bevi.

Groepsrisico

Binnen het invloedsgebied bevinden zich geen objecten waar structureel personen aanwezig zijn. Safeti-NL kan daarom geen groepsrisico berekenen voor de beschreven activiteiten op de RWZI.

Wijzigingen ten opzichte van het referentieontwerp

De belangrijkste wijziging in het gegunde ontwerp ten opzichte van het referentiealternatief wijkt met betrekking tot het opwerken tot groen gas af door de (cryogene) opslag en verlading van vloeibaar biogas. Het externe risico als berekend voor het referentiealternatief werd vrijwel geheel bepaald door deze opslag. Het externe risico (en het invloedsgebied) als berekend voor het gegunde ontwerp is daarom vele malen kleiner.

3.4. Geluid

Wijzigingen ten opzichte van referentieontwerp die relevant zijn voor geluid (vergelijking blz 128 van het MER):

- Verplaatsing van enkele procesonderdelen (zoals ontvangstwerk, slibcentrifuge, compressor)
- Twee extra nabezinktanks en één actiefslibtank
- Geen opwerking van biogas tot LBG
- Geen tankstation voor derden (Afvalstoffendienst)
- Geen stoomopwekking (enkel stand-by CV-ketel)
- Wel opwerking van biogas tot opgewerkt biogas
- Kleinschalig CBG afleverstation binnen hekwerk RWZI in plaats van LBG-tankstation
- Wel compressor ten behoeve van transport biogas naar derden.
- Voor noodsituaties zal één WKK worden behouden

Door het vervallen van het tankstation zijn de opmerkingen gemaakt door de commissie m.e.r. ten aanzien van de onduidelijkheid omtrent het aantal transportbewegingen achterhaald. De onduidelijkheid is overigens in het akoestisch rapport weggenomen.

3.4.1. Bouwwerkzaamheden

Tijdens de bouwwerkzaamheden zal enige hinder ontstaan. Deze wordt beperkt door het toepassen van schroefpalen in plaats van heistellingen. Overigens is slechts op één onderdeel (buffertank uitgestist slib) fundatie noodzakelijk, de overige onderdelen (zoals de nabezinktanks en de actiefslibtank worden op staal gefundeerd.

De (geluids)effecten ten aanzien van het bouwverkeer zijn meegenomen in het opgestelde akoestisch onderzoek. Overige effecten ten aanzien van de bouwwerkzaamheden zijn niet te verwachten.

3.4.2. Conclusies

Door Royal Haskoning DHV is een akoestisch onderzoek opgemaakt naar de gevolgen van het gegund ontwerp ten opzichte van zowel het referentie- als het conventioneel ontwerp. De rapport is bijgevoegd als bijlage 4.

De resultaten van de berekening van het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau zijn in tabel 3.2 aangegeven.

Tabel 3.2 Rekenresultaten langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ in dB(A)

Immissie- /controle- puntnr.	Locatie	Waarneemhoogte in meters t.o.v. maaiveld	$L_{Ar,LT}$ in dB(A) Vergund			$L_{Ar,LT}$ in dB(A) Gegund ontwerp		
			Ld	La	Ln	Ld	La	Ln
01	Gemaalweg 1	5	35	32	32	37	37	37
02	Gemaalweg 5a	5	32	30	30	32	32	32
03	Gemaalweg 17	5	34	32	32	34	34	34
24*	Contr. punt 55 etm. cont. ZO	5	44	43	43	49	45	45
25	Contr. punt 55 etm. cont. NO	5	44	44	44	45	45	45
26	Contr. punt 55 etm. cont. NW	5	44	44	44	44	44	44
27**	Contr. punt 55 etm. cont. W	5	44	44	44	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

* Punt gelegen op toerit

** Punt gelegen binnen de grens van de inrichting

De resultaten van de berekening van de maximale geluidniveaus zijn in tabel 3.3 aangegeven.

Tabel 3.3 Rekenresultaten maximale geluidniveau L_{Amax} in dB(A)

Immissie- /controle- puntnr.	Locatie	Waarneemhoogte in meters t.o.v. maaiveld	L_{Amax} in dB(A) Vergund			L_{Amax} in dB(A) Gegund ontwerp		
			Ld	La	Ln	Ld	La*	Ln*
01	Gemaalweg 1	5	70	65	60	48	37	37
02	Gemaalweg 5a	5	70	65	60	38	32	32
03	Gemaalweg 17	5	70	65	60	40	34	34

* In de avondperiode zijn er geen activiteiten die expliciete maximale geluidniveaus tot gevolg hebben en zijn de langtijdgemiddelde niveaus (tabel 3.2) overgenomen.

Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau

Uit tabel 3.2 blijkt dat, als gevolg van de veranderingen in de bedrijfsvoering, de geluidimmissie in de avond- en nachtperiode toeneemt ten opzichte van de voorschriften van de vigerende vergunning. In de dagperiode blijft de geluidimmissie bij twee woningen gelijk, doordat activiteiten die voorheen alleen in de dagperiode plaatsvonden komen te vervallen. Opgemerkt wordt dat de berekende geluidsniveaus circa 1 dB(A) hoger uitvallen omdat we in het model enkele conversiefouten hebben hersteld die in het verleden zijn ontstaan. Dit extra verschil met de vergunde waarden is dus niet toe te schrijven aan de wijzigingen in de bedrijfsvoering van de inrichting.

Bij Gemaalweg 1 is sprake van een toename van 2 dB(A) in de dagperiode en 3 dB(A) in de avondperiode en nachtperiode. Bij Gemaalweg 5a en 17 is sprake van een toename van respectievelijk 2 en 1 dB(A) in de avond- en nachtperiode. De toenames worden voornamelijk veroorzaakt door het gebouw met de centrifuges.

Het geluidniveau ter hoogte van de woningen bedraagt ten hoogste 37 dB(A) in de dagperiode en 35 dB(A) in de avond- en nachtperiode. De geluidimmissie is ruim lager dan het referentieniveau van het omgevingsgeluid. Het referentieniveau van het omgevingsgeluid bedraagt 52 dB(A) in de dagperiode, 51 dB(A) in de avondperiode en 43 dB(A) in de nachtperiode.

Maximaal geluidsniveau

Bij woningen van derden bedragen de maximale geluidsniveaus, die door de inrichting worden veroorzaakt, ten hoogste 45 dB(A) in de dagperiode en 42 dB(A) in de nachtperiode. Het maximale geluidniveau wordt in de dagperiode bepaald door rijden met vrachtwagens. Er wordt ruim voldaan aan de grenswaarden uit de vigerende vergunning.

3.4.2.a. *Vergelijking met alternatieven*

In zowel het referentiealternatief als het gegund ontwerp worden nieuwe centrifuges geplaatst in een nieuw gebouw. De centrifuges zijn de gehele dag in bedrijf en veroorzaken in beide scenario's (mede) bij Gemaalweg 1 een toename van respectievelijk 3 en 5 dB(A) ten opzichte van de vergunde waarden in de avond- en nachtperiode.

Ook bij het conventioneel alternatief is in de avond- en nachtperiode sprake van een

toename (van 1 à 2 dB(A)) ten opzichte van de vigerende vergunningsvoorschriften. De toename wordt bij de diverse woningen veroorzaakt door respectievelijk de gaszuivering en de gasopwerking, de voorbezinktanks en de zandwasser, en nabezinktank 5. Bij het conventioneel alternatief wordt gebruikgemaakt van de bestaande centrifuge in het machinegebouw. Omdat de geluidstraling van dit gebouw relatief gering is, zijn de voor dit scenario berekende geluidimmissies maximaal 3 dB(A) lager dan in beide overige scenario's.

Het verschil in de maximale geluidniveaus tussen het referentiealternatief en het conventioneel alternatief wordt voornamelijk veroorzaakt door de ligging van de parkeerplaats en de biogasinstallatie; het verschil tussen het referentiealternatief en het

Verkeersaantrekkende werking / indirecte hinder

Gezien de ligging van de ontsluitingsroute en de afstand tot woningen van derden is het geluid vanwege verkeer van en naar de RWZI bij alle onderzochte scenario's verwaarloosbaar. Hierbij kan nog worden aangetekend dat in het gegund ontwerp de verkeersaantrekkende werking aanzienlijk lager is dan in het referentiealternatief en conventioneel alternatief, omdat het biogastankstation niet wordt gerealiseerd.

3.5. Luchtkwaliteit

Wijzigingen van emissiebronnen ten opzichte van het referentie ontwerp:

- Extern transport is verminderd met 52 vrachtwagenbewegingen per dag.
- Geen eigen warmteproductie (enkel stand-by, niet meegerekend)

3.5.1. Conclusies

Door Royal Haskoning DHV is een luchtkwaliteitsonderzoek opgesteld naar de gevolgen van het gegund ontwerp en vergeleken met het referentieontwerp. Dit onderzoek is bijgevoegd als bijlage 5.

Tabel 3.4 Jaargemiddelde immissieconcentraties, bijdrage van de RWZI

Component	Grenswaarde Wlk [µg/m ³]	Toetsingspunt	Jaargemiddelde achtergrond- concentratie [µg/m ³]	Jaargemiddelde bronbijdrage RWZI [µg/m ³]	Jaargemiddelde concentratie (achtergrond + bronbijdrage RWZI) ¹⁾ [µg/m ³]
Referentieontwerp (2020)					
NO ₂	40	1	18,6	0,29	18,9
		2		0,17	18,8
		3		0,15	18,7
		4		0,07	18,7
PM ₁₀	40	1	21,3	0,00	21,3
		2		0,00	21,3
		3		0,00	21,3
		4		0,00	21,3
Gegund ontwerp (2020)					
NO ₂	40	1	18,6	0,09	18,7
		2		0,06	18,7
		3		0,05	18,6
		4		0,03	18,6
PM ₁₀	40	1	21,3	0,00	21,3
		2		0,00	21,3
		3		0,00	21,3
		4		0,00	21,3

1) Door afrondingsverschillen en verschillende achtergrondconcentraties op verschillende rekenpunten is de jaargemiddelde concentratie niet noodzakelijk gelijk aan de jaargemiddelde achtergrondconcentratie + bronbijdrage.

Tabel 3.5 Maximaal aantal overschrijdingen van de grenswaarden

Component	Maximaal toelaatbaar [aantal over- schrijdingen per jaar]	Toetsingspunt	Aantal overschrijdingen grenswaarde [aantal per jaar]	
			Overschrijdingen in plangebied t.g.v. achtergrondconcentratie	Overschrijdingen in plan- gebied t.g.v. achtergrondconcentratie + bronbijdrage RWZI

Basisalternatief (2020)				
NO ₂	18	1	0	0
		2		0
		3		0
		4		0
PM ₁₀	35	1	10	10
		2		10
		3		10
		4		10
Gegund ontwerp (2020)				
NO ₂	18	1	0	0
		2		0
		3		0
		4		0
PM ₁₀	35	1	10	10
		2		10
		3		10
		4		10

Uit de resultaten van de verspreidingsberekeningen (met het rekenmodel Stacks) blijkt dat de maximale bronbijdrage van de RWZI 's-Hertogenbosch op de vier toetsingspunten voor de component NO₂ in het referentieontwerp 0,29 µg/m³ bedraagt (toetsingspunt 1). In het gegund ontwerp is de maximale bronbijdrage voor de component NO₂ 0,09 µg/m³ (toetsingspunt 1).

Uit de resultaten van de verspreidingsberekeningen blijkt dat op de vier toetsingspunten geen bijdrage wordt berekend van de component fijn stof (PM₁₀). Dit geldt voor zowel de het referentieontwerp als het gegund ontwerp.

Ten slotte zijn de bijdragen van alle bronnen gesommeerd met de heersende achtergrondconcentraties, voor alle vier de toetsingspunten afzonderlijk.

Uit de resultaten van de gesommeerde resultaten blijkt dat in het referentieontwerp de totale jaargemiddelde concentratie voor de component NO₂ maximaal 18,9 µg/m³ bedraagt (toetsingspunt 1). Voor het gegund ontwerp bedraagt de totale maximale jaargemiddelde NO₂ concentratie 18,7 µg/m³ (toetsingspunt 1). Er worden geen overschrijdingen van de uurgemiddelde grenswaarden berekend. Hiermee wordt voldaan aan uit de eisen zoals gesteld in de Wlk.

Voor de component fijn stof (PM₁₀) bedraagt de totale jaargemiddelde concentratie in het referentieontwerp en het gegund ontwerp maximaal 21,3 µg/m³. Daarnaast worden maximaal

10 overschrijdingen van de daggemiddelde grenswaarde in de toekomstige alternatieven berekend. Hiermee wordt voldaan aan uit de eisen zoals gesteld in de Wik

3.6. Natuur

In het referentieontwerp verdwijnen soorten die hun broed-, foerageer- en/of verblijfplaats vinden in de stukken bos aan weerszijde van de ingang en het gerooide struweel binnen het RWZI-gebied. Nu het biogastankstation op het terrein van de Afvalstoffendienst wordt geplaatst, zal er minder houtopstand worden gekapt.

3.6.1. Conclusies

Door Besix is het Ecologisch onderzoek (bijlage 6) welke gevoegd was bij het tussentijds MER geactualiseerd. Op basis van de resultaten van het onderzoek is het voor vleermuizen noodzakelijk om vervolgonderzoek te doen en op voorhand reeds maatregelen te treffen. Deze maatregelen zijn reeds getroffen door het ophangen van diverse vleermuiskasten. Daarnaast dient rekening gehouden te worden met de nestlocaties van broedvogels. Tevens zullen de maatregelen en de planning in een ecologisch werkprotocol worden opgenomen. De werkzaamheden zullen in overeenstemming met dit protocol worden uitgevoerd.

3.7. Geur

Wijzigingen ten opzichte van het referentieontwerp:

- Geen verwerking watervan
- Extra beluchtingstank en nabezinktanks
- Geen influentbuffer, wel een calamiteitenbuffert

Voor de overige wijzigingen die een invloed kunnen hebben op de geuremissie verwijzen wij naar bijlage 7.

3.7.1. Conclusie

Door Royal Haskoning DHV is een geuronderzoek opgesteld waarbij het gegund ontwerp wordt getoetst aan de relevante wet- en regelgeving alsmede de vergelijking wordt gemaakt met het referentieontwerp.

98-percentiel waarden:

Voor geurgevoelige objecten uit de omgevingscategorie 'wonen' geldt een richtwaarde van $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. De dichtstbijzijnde geurgevoelige objecten uit deze categorie liggen ten westen

en oosten van de inrichting. Uit de resultaten blijkt dat deze contour niet rijkt tot deze geurgevoelige objecten.

Voor geurgevoelige objecten uit de omgevingscategorie 'gemengd' geldt een richtwaarde van $1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. De dichtstbijzijnde geurgevoelige objecten uit deze categorie (bedrijfswoningen) liggen ten zuiden en ten oosten van de inrichtingsgrens. Uit de resultaten blijkt dat deze contour niet rijkt tot deze geurgevoelige objecten.

99,99-percentiel waarden:

Voor geurgevoelige objecten uit de omgevingscategorie 'wonen' geldt een richtwaarde van $5,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. De dichtstbijzijnde geurgevoelige objecten uit deze categorie liggen ten westen en oosten van de inrichting. Uit de resultaten blijkt dat deze contour niet rijkt tot deze geurgevoelige objecten.

Voor geurgevoelige objecten uit de omgevingscategorie 'gemengd' geldt een richtwaarde van $10 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. De dichtstbijzijnde geurgevoelige objecten uit deze categorie (bedrijfswoningen) liggen ten zuiden en ten oosten van de inrichtingsgrens. Uit de resultaten blijkt dat deze contour niet rijkt tot deze geurgevoelige objecten.

De resultaten op de gevoelige locaties zijn in de onderstaande tabel 3.5 opgenomen.

Tabel 3.5 Geurbelasting op gevoelige objecten in het gegund ontwerp

Locatie	Kenmerk	Geurbelasting 98- percentiel [ou_E/m^3]	Richtwaarde 98-percentiel [ou_E/m^3]	Geurbelasting 99,99- percentiel [ou_E/m^3]	Richtwaarde 99,99- percentiel [ou_E/m^3]	Toetsing aan richt- waarde
Gemaalweg 1	Gemengd	0,17	1,0	0,81	10	Voldoet
Gemaalweg 5	Gemengd	0,11	1,0	0,82	10	Voldoet
Gemaalweg NW (Meerwijk)	Gemengd	0,10	1,0	0,76	10	Voldoet
Engelen	Wonen	0,08	0,5	0,65	5,0	Voldoet
Den Bosch	Wonen	0,10	0,5	0,45	5,0	Voldoet

Resumerend kan worden gesteld dat ter hoogte van alle omliggende geurgevoelige objecten wordt voldaan aan de richtwaarden.

Een vergelijking tussen het referentiealternatief en het gegund ontwerp wordt voor de omliggende gevoelige bestemmingen gemaakt in onderstaande tabel 3.6.

Tabel 3.6 Vergelijking tussen geurbelasting op gevoelige objecten in het referentiealternatief ten opzichte van het gegund ontwerp

Locatie	Kenmerk	X, Y	Geurbelasting 98- percentiel [ou_E/m^3]		Geurbelasting 99.99- percentiel [ou_E/m^3]	
			Ref. alternatief	Gegund ontwerp	Ref. alternatief	Gegund ontwerp
Gemaalweg 1	Gemengd	147.947, 414.417	0,15	0,17	0,73	0,81

Gemaalweg 5	Gemengd	147.461, 414.264	0,15	0,11	0,71	0,82
Gemaalweg NW (Meerwijk)	Gemengd	147.252, 414.803	0,13	0,10	0,63	0,76
Engelen	Wonen	147.112, 414.599	0,10	0,08	0,50	0,65
Den Bosch	Wonen	148.233, 415.158	0,10	0,10	0,49	0,45

Uit bovenstaande tabel valt op te maken dat de geursituatie ten gevolge van het gegund ontwerp voor een aantal toetspunten iets verslechtert ten opzichte van de geurbelasting zoals deze is bepaald voor het referentieontwerp. De verschillen zijn klein en het gegund ontwerp zal in vergelijking met het referentieontwerp niet tot een wezenlijk andere geursituatie leiden.

4. OPMERKINGEN COMMISSIE M.E.R. TUSSENTIJDSE MER

Door de commissie m.e.r. zijn op het tussentijdse MER een aantal opmerkingen geplaatst die moeten bijdragen aan het verduidelijken van de mogelijke milieugevolgen die de renovatie van de RWZI met zich meebrengt. Samenvattend is het advies te categoriseren in:

- een beter inzicht in de milieugevolgen van de energieopwekking door slibverwerking;
- een duidelijk overzicht welke (reductie van) milieugevolgen (ook onder de normstelling) mogelijk zijn en welke worden verwacht voor de aspecten geur, geluid en waterkwaliteit;
- een nadere toelichting op de inpassing van de installatie in de omgeving;
- een kwantificering van de milieugevolgen van de aanlegfase.

4.1. Milieugevolgen van de energieopwekking door slibverwerking

De opmerkingen die de commissie voor dit aspect gemaakt heeft gingen over de eventuele gevolgen die struvietverwijdering heeft op de effluentkwaliteit. In het gegund ontwerp is er voor gekozen om geen struviet meer te winnen. Van een verhoging of een verlaging van de stikstof of fosfaatvracht is derhalve geen sprake meer in het gegund ontwerp.

De andere opmerkingen voor het aspect energieopwekking hadden betrekking op geluidhinder. Door het vervallen van het tankstation is de geconstateerde onduidelijkheid in het aantal transportbewegingen achterhaald. De onduidelijkheid met betrekking tot het wel of niet aanwezig zijn van de WKK is in deze oplegnotitie en het akoestisch onderzoek verwerkt.

4.2. Mitigerende maatregelen en best beschikbare technieken

Door de commissie is geadviseerd om een duidelijk overzicht te geven welke (reductie van) milieugevolgen (ook onder de normstelling) mogelijk zijn en welke worden verwacht voor de aspecten geur, geluid en waterkwaliteit.

In de opgestelde rapporten met betrekking tot de aspecten geur en geluid is een afweging gemaakt of voldaan wordt aan BBT en dus impliciet welke reducerende maatregelen worden doorgevoerd in het project.

Aspect waterkwaliteit

Bij hevige regenval wordt het aangevoerde water door de zuivering ook verwerkt. Dit heeft geen effecten op de kwaliteit van het te lozen effluent.

4.3. Inpassing in de omgeving

De commissie heeft geadviseerd om te motiveren waarom :

- De parkeerplaatsen en het LBG-station zijn gespiegeld;
- De materiaalopslag wordt verplaatst;
- De groenstrook en opgaande begroeiing aan de huidige westgrens niet kan worden ontzien

In het gegund ontwerp is het LBG-station (tankstation) komen te vervallen. De parkeerplaatsen blijven gehandhaafd en dienen vanwege veiligheidsredenen buiten het hekwerk van de RWZI te blijven.

De materiaalopslag (opslag organisch materiaal) wordt verplaatst om een logische verkeersroute te creëren, anderzijds moet de materiaalopslag in de directe nabijheid van het ontvangstwerk worden gepositioneerd. Overigens heeft de opslag in het gegund ontwerp een andere locatie gekregen. Deze is verwerkt in de diverse onderzoeken.

De groenstrook en de opgaande begroeiing aan de westgrens van het terrein wordt in het gegund ontwerp ontzien. De werkzaamheden vinden plaatsen binnen het bestaande hekwerk van de RWZI.

4.4. Milieugevolgen in de aanlegfase

De milieugevolgen tijdens de aanlegfase beperken zich tot geluid. In deze oplegnotitie en het onderliggende akoestisch onderzoek is aandacht besteed aan de akoestische gevolgen.