

Notitie / Memo

**HaskoningDHV Nederland B.V.
Industry & Buildings**

Aan: G.I. Dynamics
Van: Bram Geensen
Datum: 17 januari 2022
Kopie: Nora Pitz (RHDHV)
Ons kenmerk: AMA – M19 - Bijlage Q
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Toelichting methanolgaswasser

Tijdens de methanolopslag ontstaat 'outbreathing' wanneer de omgevingstemperatuur toeneemt of wanneer er lading van ruwe methanol naar de opslagtank wordt gepompt. Om te voorkomen dat er emissies richting de omgeving en daarmee verliezen van methanol ontstaan, wordt er een methanolterugwinning toegepast. Deze methanolterugwinning wordt gedaan door middel van een natte wasstap. Ook vanuit de pure methanol opslag zijn er dampverliezen, deze worden via dezelfde natte wasstap gereduceerd.

Vanuit de Omgevingsdienst NZKG is het verzoek naar voren gekomen om de keuze voor deze natte wasstap toe te lichten:

Voor de gaswasser zijn argumenten gegeven waarom deze volgens AMA BBT is. Deze argumenten zijn niet kwantitatief onderbouwd. Daarnaast missen wij de vergelijking van andere mogelijke technieken. De methode uit het DHV-rapport¹ is hiervoor geschikt. Omdat dit ontbreekt kunnen wij niet beoordelen of de gaswasser als BBT is vast te stellen, of dat een andere techniek BBT is. Wij vragen daarom om ook de informatie over de andere technieken die bekeken zijn te delen, inclusief de vergelijking/afweging die is gemaakt tussen de technieken. Ook onze suggestie, een combinatie van technieken, dient onderzocht te worden.

In deze aanvulling is een toelichting gegeven op luchtmissiebeperkende technieken vanuit de BBT-conclusies organische bulkchemie en de BREF op- en overslag bulkgoederen.

Om geleide emissies van organische verbindingen naar de lucht te verminderen, is één of een combinatie van de onderstaande technieken van toepassing (BBT 10 uit de BBT-conclusies organische bulkchemie).

¹Handreiking luchtmissiebeperkende technieken - InfoMil - 15 april 2009 DEFINITIEF

Tabel 1 - BBT 10 uit de BBT-conclusies organische bulkchemie

Techniek	Beschrijving	Toepasbaarheid
a) Condensatie	Een techniek voor het verwijderen van de dampen van organische en anorganische verbindingen afkomstig van een procesafgas- of afgasstroom door de temperatuur ervan te verlagen tot onder het dauwpunt, zodat de dampen vloeibaar worden. Afhankelijk van het vereiste bedrijfstemperatuurbereik zijn er verschillende condensatiemethoden, bv. met koelwater, gekoeld water (temperatuur doorgaans rond 5 °C) of koelmiddelen zoals ammoniak of propeen.	Algemeen toepasbaar
b) Adsorptie	Een techniek voor het verwijderen van verbindingen uit een procesafgas- of afgasstroom door retentie op een vast oppervlak (doorgaans actieve kool). Adsorptie kan regeneratief of niet-regeneratief zijn.	Algemeen toepasbaar
c) Natte wassing (absorptie)	Wassing of absorptie is de verwijdering van verontreinigende stoffen uit een gasstroom door contact met een vloeibaar oplosmiddel, vaak water (zie „natte wassing”). Dit kan een chemische reactie opwekken (zie „loogwassing”). In bepaalde gevallen kunnen de stoffen worden teruggewonnen uit het oplosmiddel.	Alleen toepasbaar op VOS die kunnen worden geabsorbeerd in waterige oplossingen
d) Katalytische oxidator	Reductieapparatuur die verbrandbare verbindingen in een procesafgas- of afgasstroom oxideert met lucht of zuurstof in een katalytisch bed. De katalysator maakt oxidatie bij lagere temperaturen en in kleinere apparatuur dan in een thermische oxidator mogelijk.	De aanwezigheid van katalysator vergiftigers kan de toepasbaarheid beperken
e) Thermische oxidator	Reductieapparatuur die de brandbare verbindingen in een procesafgas- of afgasstroom verbrandt door het in een verbrandingskamer met lucht of zuurstof tot boven de zelfontbrandingstemperatuur te verhitten en lang genoeg op een hoge temperatuur te houden om volledige verbranding tot koolstofdioxide en water tot stand te brengen.	Algemeen toepasbaar

De technieken die in het BBT-document genoemd worden komen ook terug in de Handreiking luchtemissiebeperkende technieken². In dit geval worden de technieken benoemd als werkingsprincipe en zijn er nog specifiekere technieken benoemd. De volgende technieken zijn geschikt voor de verwijdering van VOS (gelinkt aan de werkingsprincipes uit de BREF op- en overslag bulkgoederen):

Tabel 2 - Werkingsprincipes en technieken uit de BREF op- en overslag bulkgoederen

Werkingsprincipe	Techniek
Condensatie	Condensor
	Cryocondensatie
	Adsorptie
Adsorptie	Adsorptie (algemeen)
	Adsorptie actief kool
	Adsorptie Zeolieten
	Adsorptie Polymeren
Natte wassing (absorptie)	Gaswasser
	Zure gaswasser
	Alkalische gaswasser
Katalytische oxidator	Thermische naverbrander
	Fakkel
Thermische oxidator	Katalytische naverbrander

Naast bovenstaande technieken worden er in dezelfde BREF en handreiking ook technieken (Tabel 3) genoemd die in staat zijn VOS te verwijderen. Echter vallen deze niet onder een werkingsprincipe, zoals benoemd in de BBT-documenten.

Tabel 3 - Technieken ter verwijdering van VOS

Werkingsprincipe	Techniek
Stofwassers	Stofwassers (algemeen)
	Sproeitoren
	Venturiwasser
Biologische reiniging	Biofiltratie
	Biotrickling
	Biologische wasser
	Moving bed trickling filter
Koude oxidatie	Ionisatie
	Foto Oxidatie
Chemische reductie	Niet selectieve katalytische reductie.
Overige	Membraan filtratie

² Handreiking luchtemissiebeperkende technieken - InfoMil - 15 april 2009 DEFINITIEF

Genoemde technieken zijn door AMA onderzocht op basis van drie criteria:

- Een hoog verwijderingsrendement voor VOS;
- Geschiktheid voor terugwinnen;
- Geschiktheid voor methanol.

Stofwassers zijn wat werkingsprincipe betreft voor methanol gelijk aan natte wassing (absorptie). Daarom wordt in de vergelijking enkel naar natte wassing gekeken en niet naar stofwassers.

In het geval van biologische reiniging is er ook een grote overeenkomst met natte wassing omdat in de meeste gevallen de methanol opgelost moet worden in water. Echter wordt bij biologische reiniging de methanol omgezet in plaats van teruggewonnen.

Het laatste is ook het geval voor oxidatie en chemische reductie, hierbij wordt de methanol afgebroken in plaats van afgevangen voor terugwinning.

Op basis van deze criteria blijven de volgende technieken over. Deze lijst bevat de technieken die in de handreiking luchtmissie beperkende technieken worden benoemd als meest toegepast voor dampretoursystemen (Vapor Recovery Units).

Tabel 4 -Technieken ter verwijdering van VOS

Techniek	Verwijdering van VOS	Techniek voor Terugwinning	Geschikt voor methanol	Verwijdering Rendement van VOS	Restemissie	Debiet Nm ³ /uur	Ingaande concentratie VOS mg/m ³
Condensator	Deels	Deels	Ja	90%	-		
Cryocondensatie	Primair	Ja	Ja	99%	< 150 mg/Nm ³		1000 g/Nm ³ (methanol)
Adsorptie (algemeen)	Primair	Ja	Ja	95%	-	100 - 1.000.000	
Adsorptie actief kool	Primair	Ja	Ja	95%	5 - 100 mg/Nm ³	100 - 1.000.000	10 - 50.000
Adsorptie Zeolieten	Primair	ja	Ja	99%	-		
Adsorptie Polymeren	Primair	Ja	Ja	98%	10-200 ppm		500 - 2000 ppm
Gaswasser	Primair	Ja	Ja	99%	> 100 mg/Nm ³	50 – 500.000	200 – 5000
Membraan filtratie	Primair	Ja	ja	99.90%	150 – 300 mg/Nm ³	< 3.000	

Om de verschillende technieken te vergelijken wordt gekeken naar de specifieke ontwerpsituatie in het proces. Wanneer er een flash van ruwe methanol naar de ruwe methanol tank wordt gestuurd ontstaat er een 'outbreathing' van de tank met een concentratie van 430.000 mg/m³ methanol, ongeveer 27% op gewichtsbasis. Wanneer er gekeken wordt naar de verwijderingsrendementen voor VOS komen de volgende technieken als meest gunstige naar voren:

- Cryocondensatie
- Adsorptie, Zeoliet en Polymeer
- Gaswasser
- Membraan filtratie

Echter voldoet geen van deze technieken aan de emissiegrenswaarde uit het Activiteitenbesluit van 50 mg/Nm³, als er wordt uitgegaan van het gegeven verwijderingsrendementen voor VOS.

De handreiking luchtmissie beperkende technieken geeft aan dat rendementen afhankelijk zijn van de specifieke configuratie, bedrijfscondities, en waar toepasbaar het gebruikte reagens. Daarom is verder gekeken naar de specifieke situatie bij AMA en het verwijderingsrendement van methanol voor bovenstaande technieken.

Cryocondensatie

Voor cryocondensatie wordt aangegeven dat nagenoeg elke restemissie kan worden behaald, als de koeling diep genoeg is.

Adsorptie

Voor adsorptie kunnen lage restemissies behaald worden. Dit wordt echter sterk bepaald door de hoeveelheid adsorptie materiaal dat gebruikt wordt. Wanneer er naar het rendement van adsorptie wordt gekeken is het niet direct mogelijk om de 50 mg/Nm³ te behalen. Er zouden hiervoor meerdere stappen nodig zijn. Wel wordt er aangegeven dat een restemissie van onder de 50 mg/m³ mogelijk is met adsorptie.

Gaswasser (absorptie)

VOC: Removal efficiencies for gas absorbers vary for each pollutant-solvent system and with the type of absorber used. Most absorbers have removal efficiencies in excess of 90 percent, and packed-tower absorbers may achieve efficiencies greater than 99 percent for some pollutant-solvent systems. The typical collection efficiency range is from 70 to greater than 99 percent (EPA, 1996a; EPA, 1991³).

De leverancier van AMA voor de gaswasser geeft aan dat door de selectie van de juiste pakking, en de vanwege de goede oplosbaarheid van methanol in water, een verwijderingsrendement van 99,99% behaald kan worden. De verdere onderbouwing hiervoor wordt na de selectie van de techniek gegeven. Door middel van het juiste ontwerp kan door de leverancier een restemissie van <50 mg/Nm³ behaald worden.

Membraanfiltratie

Deze techniek wordt meestal gebruikt voor terugwinning van een component in een geconcentreerde stroom, waarbij de restemissie vervolgens vaak verder worden behandeld.

³ <https://www3.epa.gov/ttnchie1/mkb/documents/fpack.pdf>

In het volgende overzicht ⁴zijn de voor- en nadelen en kosten van bovengenoemde technieken naast elkaar gezet.

Tabel 5 - Voor- en nadelen en kosten van genoemde technieken

	Cryocondensatie	Adsorptie, Zeoliet en Polymeer.	Gaswasser	Membraan filtratie
Specifieke voordelen	<ul style="list-style-type: none"> - Compacte en robuuste technologie - Mogelijkheid tot (beperkte) terugwinning van warmte - Geschikt om de grootste vuilvracht af te scheiden, waardoor nabehandlingsinstallaties economischer en/of technisch beter toegepast kunnen worden - Mogelijkheid tot oplosmiddelenterugwinning, mits de compositie van de opgeloste VOS dat toestaat - Betrouwbaar 	<ul style="list-style-type: none"> Hoge efficiëntie voor VOS-verwijdering en terugwinning - Simpele en robuuste technologie - Hoge verzadigingswaarde van het adsorbent - Eenvoudige installatie en onderhoud. - Geschikt voor discontinue processen 	<ul style="list-style-type: none"> - Breed toepassingsbereik - Zeer hoge verwijderingsrendementen mogelijk - Compacte installatie en eenvoudig In onderhoud - Relatief eenvoudige technologie - Kan ook als koeling dienen voor warme gasstromen (quencher) - Betrouwbaar 	<ul style="list-style-type: none"> - Hergebruik van grondstoffen mogelijk - Gemakkelijk in gebruik (weinig onderhoud, bedieningsgemak) - Geen afval geproduceerd door het proces.
Specifieke nadelen	<ul style="list-style-type: none"> - In bepaalde uitvoeringen koelwater nodig - Verwijderingsrendement afhankelijk van afgassenstelling en debiet - Veelal nog nabehandelingstechniek nodig. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengsels kunnen een vroegtijdige doorbraak In het adsorptiebed veroorzaken - Niet geschikt voor vochtige afgasstromen - Brandgevaar 	<ul style="list-style-type: none"> - Afvalwater moet worden behandeld - Water- en reagentieverbruik - Vorst- en corrosiegevoelig - Pluim kan zichtbaar zijn (maar afkoeling geeft minder pluimstijging wat nadelig is voor geurverspreiding) - Afhankelijk van de plaats kan een draagconstructie nodig zijn 	<ul style="list-style-type: none"> - Membraanfiltratie is slechts een concentratietechniek en moet worden gevolgd door een tweede zuiveringsstap - Explosiegevaar.

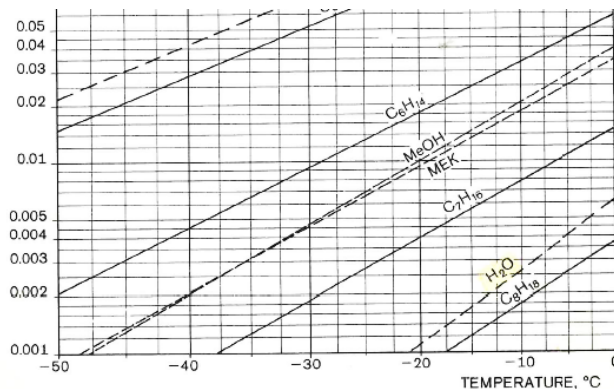
⁴ Bronnen:

- InfoMil/Handreiking luchtmissiebeperkende technieken, versie 3, DHV B.V. 2009.
- BREF Afgas- en afvalwaterbehandeling.

Hulpstoffen	<ul style="list-style-type: none"> - Koelwater, voor het koelwater zijn ook onderstaande hulpstoffen nodig - Corrosie-inhibitoren - Biociden om groei van bio-organismen te voorkomen - Energie voor koelinstallatie. 	-Naast het adsorptie materiaal is er naast het systeem stoom, inert gas, koelvloeistof of warmte nodig	- Water	- Periodiek zal het membraan moeten worden vervangen
Cross media effecten	- Condensaat, het condensaat kan worden hergebruikt, opgewerkt of dient als vloeibaar afval te worden verwijderd.	<ul style="list-style-type: none"> - Periodieke vervanging van het polymeer of zeoliet - Tweede zuiveringsstap 	<ul style="list-style-type: none"> - Reinigen waswater - Tweede zuiveringsstap 	- Tweede zuiveringsstap
Investering (per 1000 m ³ /h)	400.000 Euro, exclusief stikstofopslag en nageschakelde technieken	- Gebaseerd op actieve kool 10.000 tot 50.000 Euro niet duidelijk of dit met regeneratie is.	6.730 – 34.700 Euro	EUR 345.000 gebaseerd op 200 Nm ³ /u behandelingssystem
Operationele kosten	<ul style="list-style-type: none"> - personeel 1 dag per week - Koelmiddelverbruik - koelsysteem verbruik 70 kWh/1.000 Nm³ 	<ul style="list-style-type: none"> - Personeel enkele dagen per jaar (afhankelijk van uitvoering) - Energie verbruik regeneratie - 1.000–3.000 EUR/t VOS 	<ul style="list-style-type: none"> - Een dag per week - Water consumptie max 250 kg/h - Energie voor terugwinnen methanol en reinigen waswater 	<ul style="list-style-type: none"> - Personeel 1.500 euro/jaar - hulpsystemen 60.000 euro/jaar per 1.000 Nm³/h

Bovenstaande vergelijking in beschouwing nemend kunnen de volgende keuzes gemaakt worden:

Middels cryogene condensatie kan mogelijk een restconcentratie van 50 mg/Nm³ behaald worden, als diep (<-50°C) gekoeld wordt. Omdat methanol een zeer vluchtige stof is en de druk in dit systeem laag is er een zeer lage temperatuur nodig om onder de 50 mg/Nm³ te komen. In onderstaand figuur is de dampspanning van methanol en temperatuur aangegeven. De nodige dampspanning om onder de 50 mg/Nm³ te komen zou neerkomen op ongeveer 3×10^{-5} bara, ver onder -50 °C. Dit zou betekenen dat er een systeem nodig is om deze temperatuur te behalen. Dit gaat ook samen met een significant energieverbruik.



**VAPOUR PRESSURE OF HYDROCARBONS
AND SOME OTHER SUBSTANCES AT
TEMPERATURES OF -50 TO 0 °C (-58 TO 32 °F)**

1 at = 0.98 bar

Echter hier staan significant hogere investeringskosten tegenover. De operationele kosten (voornamelijk stroom gebruik van de koelinstallatie) zijn qua orde grote vergelijkbaar met de andere technieken. Vergeleken met adsorptie en gaswassing is de cryogene condensatie daarom minder aantrekkelijk en heeft om deze reden niet de eerste voorkeur. Alleen als de nodige nabehandeling om de emissiegrenswaarde te behalen voor adsorptie of membraan filtratie deze investering niet overstijgen, kan deze optie worden overwogen.

Membraanfiltratie geniet door de hoge investeringskosten eveneens niet de voorkeur. Daarnaast heeft membraanfiltratie ook een tweede zuiveringstap nodig om de emissiegrenswaarde te halen.

Terugwinnen door middel van adsorptie is minder geschikt wanneer het gaat om hoge concentraties. Desalniettemin lijken de technieken adsorptie en gaswassing uit de bovenstaande vergelijking geschikt en bevinden zich in dezelfde orde grootte van kosten. Allebei de technieken zorgen voor een vergelijkbare terugwinning van methanol. Echter behalen beide technieken volgens de beschouwde studies niet het benodigde rendement om aan een emissiegrenswaarde van 50 mg/m³ te kunnen voldoen. Hierdoor zal voor beide technieken gekeken moet worden met welke nabehandeling of maatregelen nodig zijn zodat voldaan kan worden aan de emissiegrenswaarden.

Nabehandeling

Om met bovenstaande technieken aan de emissiegrenswaarde van methanol (50 mg/m_0^3 droog) te voldoen is een nabehandeling nodig. De technieken die hier mogelijk voor gebruikt kunnen worden zijn dezelfde technieken die hiervoor beschreven zijn echter kunnen nu ook de technieken bekeken worden die niet geschikt zijn voor terugwinning (zie Tabel 6). Uitzondering zijn cryo condensatie omdat deze techniek geen nabehandeling nodig heeft. De fakkelt wordt hierin ook niet meegenomen omdat er geen continue stroom naar de fakkelt mag zijn.

Tabel 6 - Technieken voor de nabehandeling

Techniek	Verwijderingsrendement van VOS	Restemissie
Adsorptie (algemeen)	95%	-
Gaswasser	99%	$> 100 \text{ mg/m}_0^3$
Thermische naverbrander	99,90%	$< 1 - 20 \text{ mg/m}_0^3$
Katalytische naverbrander	99%	$< 1 - 20 \text{ mg/m}_0^3$
Biofiltratie	95%	$> 5 \text{ mg/m}_0^3$
Biotrickling	95%	
Biologische wasser	90%	
Moving bed trickling filter	95%	
Ionisatie	99,90%	
Foto Oxidatie	95%	$25 - 50 \text{ mg/m}_0^3$
Membraan filtratie	99,90%	$150 - 300 \text{ mg/m}_0^3$

Uitgegaan is van 100 mg/m_0^3 als inlaatconditie voor de nabehandeling. Door uit te gaan van het verwijderingsrendementen van bovenstaande technieken is met elk van deze technieken te voldoen aan de emissie-eisen.

Als er bij AMA een thermische of katalytische oxidatiestap plaats vindt voor verschillende afgassen zou er voor gekozen kunnen worden om de gastroom vanuit de opslag tank naar deze eenheid te sturen. De rest stroom van $100 \text{ Nm}^3/\text{h}$ uur (wat overeen komt met ongeveer 200 kg/h) zou de capaciteit van de thermische oxidator doen toenemen met ongeveer 20%. Afhankelijk van de calorische waarde van het afgas, wat laag is door de lage concentratie methanol zou er additionele brandstof nodig zijn. Dit alles zou leiden tot een toename van rookgas en de totale uitstoot van NO_x . Deze route heeft daarom niet de voorkeur van AMA.

De koude oxidatie methoden zoals ionisatie en foto oxidatie resulteren niet direct in de uitstoot van NO_x of gebruik van een steun brandstof. Echter is hiervoor wel een additioneel energieverbruik mee gemoeid. Investerings liggen tussen de 3.000 en 7.000 Euro per $1.000 \text{ m}_0^3/\text{uur}$. Daarnaast zijn er operationele kosten voor katalysator energie en onderhoud.

Bij biologische reiniging zou gebruik gemaakt worden van nog een additionele wasstap. Omdat het gas volume ongeveer gelijk blijft zou dit systeem ongeveer dezelfde diameter hebben in verband met de gas snelheid, de hoogte zou echter wel kleiner kunnen. De kosten voor investering liggen afhankelijk van het systeem tussen de 6.000 en 30.000 euro per $1.000 \text{ m}_0^3/\text{uur}$.

Membraanfiltratie zou kunnen worden toegepast wanneer de selectiviteit hoog genoeg is om te zorgen voor een rest concentratie van minder dan 50 mg/m³. Echter zijn hier wederom significante investeringen mee gemoed zoals hierboven al aangegeven, (EUR 345.000 gebaseerd op 200 Nm³/u behandelingssystem)

Een additionele gaswasserstap kan toegepast worden om een lager restemissie te halen. In het geval van terugwinning met een gaswasser kan deze stap geïntegreerd worden in het systeem zelf. Hierbij wordt gebruik gemaakt van additionele hoogte in de kolom en extra was vloeistof. Om de concentratie nog verder terug te brengen kan ook gebruik gemaakt worden van een gekoelde was vloeistof. Uit de ontwerpberekeningen van het gas was kolom komt naar voren dat met additionele was vloeistof onder de emissie grenswaarde kan worden gebleven van 50 mg/m³. Details van de ontwerpberekening zijn te vinden als bijlage van dit stuk. De kosten voor het verlagen van 100 mg/ m³ naar 50 mg/ m³ blijven daardoor dat er alleen een kleine hoeveelheid (50 kg/uur) additioneel was water nodig is erg gering. De kosten voor demiwater komen neer op 0.31 Euro/m³. De totale kosten van de kolom blijven hierbij binnen het eerder genoemde bereik van 6.730 – 34.700 Euro per 1.000 m³/uur. Daarom is er maar een kleine hoeveelheid van de investeringskosten toe te schrijven aan de reiniging van de restemissie.

Een alternatief voor het gaswassen is het terugbrengen van de temperatuur van het waswater. Dit kan hetzelfde effect hebben als het gebruik van meer waswater om van 100 mg/ m³ naar 50 mg/ m³ te gaan. Hiervoor is echter een additionele investering nodig en bijkomende kosten van een extra warmtewisselaar en het verbruik van koelwater. Hierdoor blijft het gebruik van de 50 kg/uur extra demiwater een meer aantrekkelijke optie. Deze optie is dan ook verder meegenomen in de berekening van de kosteneffectiviteit.

Een additioneel adsorptie bed kan ook gebruikt worden om de emissie van methanol verder te reduceren. Dit zou dan zonder regeneratie zijn, hetgeen zou resulteren in het periodiek vervangen van het adsorptie bed. Investering en operationele kosten zijn gelijk aan het boven genoemde kosten voor adsorptie: 10.000 - 50.000 Euro per 1.000 m³/uur en 1.000–3.000 EUR/t VOS.

Kosteneffectiviteit en Conclusie

Om de keuze voor de gaswasser verder te onderbouwen is gekeken naar de kosteneffectiviteit om de emissies te reduceren. Hieruit komt ook de gaswasser naar voren als meest kosteneffectieve techniek.

Tabel 7 - Kosteneffectiviteit nabehandeling

	Thermische oxidatie	Koude oxidatie	Biologische reiniging	Membraan filtratie	Gaswasser	Adsorptie
Investering (euro)	€ 400.000	€ 700	€ 3.000	€ 172.500	€ 600	€ 5.000
Investeringskosten	€ 52.000	€ 91	€ 390	€ 22.425	€ 78	€ 650
Variabele kosten	€ 4.600	€ 317	€ 360	€ 21.605	€ 128	€ 600
Totale kosten	€ 56.600	€ 408	€ 750	€ 44.030	€ 206	€ 1.250
Gereinigde concentratie (mg/m ³)	50	50	50	50	50	50
Emissie (kg/jaar)	41	41	41	41	41	41

Emissiereductie (kg/jaar)	41	41	41	41	41	41
Kosteneffectiviteit (Euro/kg)	1380	10	18	1074	5	30

Met behulp van deze gegevens vertrouwt AMA er op voldoende onderbouwing te hebben gegeven voor de keuze van de gaswasser en de techniek die toegepast wordt om de emissie van de gaswasser te reduceren tot onder de 50 mg/m³.

Bijlage I ontwerp berekening gaswasser

De casus die hieronder wordt toegelicht is de ontwerp casus van de gaswasser. Alle andere situaties vallen binnen dit design en hebben een lagere uitlaat concentratie. De ontwerp casus is gebaseerd op een niet standaard bedrijfssituatie waarbij de ruwe methanol vanuit de destillatie column naar de ruwe methanol tank wordt gestuurd. Deze situatie is maatgevend, de situatie waarbij er dampverliezen vanuit de pure methanol opslag tanks wordt gewassen zal altijd lager zijn dan de ontwerp casus waardoor de emissies altijd onder de 50 mg/m_0^3 zal blijven.

Bij een maximale zonnestraling intensiteit (0.18 kW/m^2) over 6 uur is de maximaal te verwachten concentratie van methanol in de gasstroom naar de gaswasser. 72.000 mg/m_0^3 , dit is bijna 6 x zo laag als de concentratie gebruikt voor de onderstaande ontwerp casus.

De systeem situatie is als PFD bijgevoegd aan dit document.

De onderstaande resultaten wijken met $<50 \text{ mg/m}_0^3$ af van de restemissie die aangegeven is in het DHV rapport van $> 100 \text{ mg/m}_0^3$ voor alcoholen. De ontwerpberekening geven duidelijk aan dat met een ontwerp waarbij voldoende schotels (stages) in de wasser zijn opgenomen, dit zijn er in het onderstaande ontwerp 5. Indien er voldoende waswater (300 kg/h) wordt toegepast kan een restemissie van 44.26 mg/m_0^3 (droog) behaald worden. De licentieverstrekker geeft aan dat op basis van leveranciers informatie geen problemen te verwachten is in het behalen van de restemissie van $<50 \text{ mg/m}_0^3$, ze geven dan hier ook garantie op. Daarnaast zullen de leveranciers van de apparatuur en de pakking ook gevraagd worden om deze 50 mg/m_0^3 te garanderen.

Daarnaast wordt in het DHV rapport ook aangegeven dat de restemissies indicatief bedoeld zijn en dat deze voor een specifieke situatie kunnen afwijken.

Op basis van deze gegevens zijn er geen redenen om aan te nemen dat het behalen van de restemissie van 50 mg/m_0^3 (droog) niet mogelijk is.

Een alternatieve of additionele manier om de restemissie nog verder terug te dringen is het gebruik van koeling. Deze koeling kan worden toegepast op zowel de voedingsstroom van gas als op het demiwater stroom. Koeling van deze stromen zou kunnen leiden tot het nog verder terugdringen van de emissies. In het niet te verwachten geval dat de 50 mg/m_0^3 (droog) niet behaald wordt kan koeling toegepast worden om de emissiegrenswaarde alsnog te halen.

380-T-001
MeOH recovery column internals

			Bottom	Top
Type of packing			Structured	
height of packing	mm		2125	
Number of theoretical transfer unit			5	
Allow. Press. Drop	kPa		0.4	

Operating case			Maximum Reactivity Composition - MOR	
vapor	Mass flow	kg/h	235	186
	Temperature	°C	44	56
	Density	kg/m3	1.4	1.3
	Viscosity	cP	0.011	0.015
	Act. volume flow	m3/h	170.8	148.0
	Mol. Wt.	g/mol	35.30	33.86
	Pressure	barg	0.01	0.00
	Comp. factor	-	0.993	0.996
	Vap. op. range	%	100	100
liquid	Mass flow	kg/h	349	300
	Temperature	°C	67	30
	SG (hot)		0.93	1.0041
	Viscosity	cP	0.427	0.806
	Vol Flow (hot)	m3/h	0.4	0.3
	Surface tension	dyn/cm	59.96	71.32
	Liq. Op. range	%	100	100

Treated stream

Vapour / Phase Fraction	1
Temperature [C]	55.91424996
Pressure [bar_g]	0
Molar Flow [Nm3/h(gas)]	123.3019439
Mass Flow [kg/h]	186.2607297

	Mass Fractions	Mole Fractions
Hydrogen	2.24E-04	3.77E-03
Nitrogen	0.133482599	0.161337665
CO	5.87E-04	7.10E-04

CO2	0.723486209	0.556612026
Methane	5.35E-02	0.113001965
Argon	2.01E-03	1.70E-03
H2O	0.086641849	0.162840253
Methanol	2.45E-05	2.59E-05

concentration:

mg MeOH	4568.33	mg
Nm3 dry total flowrate	103.22	Nm3 dry
MeOH concentration	44.26	mg/Nm3 dry

Untreated stream

Vapour / Phase Fraction	1
Temperature [C]	44.17471277
Pressure [bar_g]	7.85E-03
Molar Flow [Nm3/h(gas)]	149.3176093
Mass Flow [kg/h]	235.1434016

	Mass Fractions	Mole Fractions
Hydrogen	1.78E-04	3.11E-03
Nitrogen	0.105739194	0.133234747
CO	4.65E-04	5.86E-04
CO2	0.573734909	0.460154841
Methane	4.24E-02	9.33E-02
Argon	1.59E-03	1.41E-03
H2O	5.00E-03	9.79E-03
Methanol	27.09%	29.84%

