

to ODBN (Marc Pijnenburg, Marc Jacobs, Norma van de Wijngaard, Simon Teerink)  
 cc MACE (Frans Meulenmeesters), OOC (Eric Nooijen), Royal Haskoning DHV (Jeroen Konings)  
 author Thijs Adriaans, Ralf van der Zanden  
 subject toelichting stikstofbalans MACE  
 our ref 1758367-M04  
 projectnr. 1758367  
 date 18-1-2018

## Introductie

MACE werkt aan de realisatie van een mestbewerkingsinstallatie op het terrein van OOC aan de Merwedestraat te Oss. Ingenia heeft aanvang 2017 een eerste technisch schetsontwerp gemaakt voor deze installatie, waarin drijfmest wordt bewerkt tot gehygiëniseerde rulle fractie, mineralenconcentraat en schoon water. Deze memo is de onderbouwing voor de stikstofbalans voor de installatie zoals gevraagd door ODBN in het kader van de Wnb- en Omgevingsvergunning.

## Onderliggende documentatie

Het ontwerp is grafisch weergegeven in het processchema "PFD stikstofbalans MACE", laatste revisie d.d. 1 nov 2017. De PFD is onderdeel van een Excel-rekenblad waarin de complete massabalans van de MACE-installatie wordt gemodelleerd op basis van met MACE overeengekomen uitgangspunten. In de begeleidende memo 1758257-M02 van 6 april 2017 wordt dit toegelicht, alsmede een toetsing van de uitgangspunten, BBT-toets en eerste beknopte inventarisatie van de technische risico's.

## 1. Stikstof ingaand

Om de stikstofbalans te kunnen opstellen, moet worden bepaald wat het stikstofgehalte in de ingenomen mest is en hoe deze gehalten doorwerken in de verschillende processtappen die in de verwerkingsinstallatie worden doorlopen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen minerale stikstof en organisch gebonden stikstof. Daarbij omvat de minerale stikstof ammonium en theoretisch ook nitraat, deze laatste is echter in drijfmest verwaarloosbaar klein.

De organisch gebonden stikstof omvat alle stikstof die organisch gebonden is. Dit betreft bijvoorbeeld ureum en aminozuren. De samenstelling van de input zoals deze door MACE jaarrond gemiddeld verwacht wordt, is als volgt.

Tabel 1 – eigenschappen drijfmest als input

	aandeel	d.s.%	o.s.%	o.d.s. (%)	Ntot (kg/t)	Nmin (kg/t)	Norg (kg/t)
Vleesvarkensmest	45%	9,0%	6,8%	75,6%	7,0	3,7	3,3
Zeugenmest	45%	3,0%	2,5%	83,3%	5,0	3,3	1,7
Nertsenmest	5%	12,0%	7,7%	64,4%	8,3	4,7	3,6
Koeienmest	5%	8,0%	6,2%	77,5%	4,0	1,9	2,1
Totaal mest	100%	6,4%	4,9%	78,6%	6,0	3,5	2,5
<b>Uitgangspunt MACE</b>		<b>8,0%</b>	<b>4,9%</b>		<b>6,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,0</b>

Hierbij is de regel 'uitgangspunt MACE' de ontwerpgrondslag. Hierbij is bewust een 'slechtere' samenstelling gehanteerd om de eisen aan de installatie niet te onderschatten. De waarden in de tabel zijn grotendeels in overeenstemming met <http://www.eurolab.nl/meststof-organisch-v.htm> echter voor nertsenmest is een opgave van MACE gebruikt (de tabel van Eurolab geeft alleen dikke fractie nertsenmest, deze waarden zijn veel te hoog voor 'as received' nertsenmest).

Alle stikstofgehalten in dit document zijn per ton a.r. ('op origineel'; 'natte mest').

Gebaseerd op een innamecapaciteit van 500.000 ton/jaar drijfmest, kan de jaarvracht (totale inname) van stikstof (Ntot) worden berekend als 3.000 ton/jaar (500.000 ton à 6 kg/ton). De totale inname van minerale stikstof is analoog berekend als 2.000 ton/jaar.

## 2. Dik/dun scheiding

Voor de verdeling van de droge stof en tevens totale stikstof en minerale stikstof over de dikke en dunne fractie is aangesloten bij het meest recente BBT-document over mestverwerking (VITO 2007; tabel hieronder). Er is de laatste twintig jaar uitgebreid onderzoek gedaan aan de samenstelling van mest uit diverse types scheiding. De grootteordes van de hier gebruikte scheidingsrendementen worden gestaafd door diverse andere documenten van o.a. WUR. Een bandbreedte in de getallen is onvermijdelijk door de aard van mest als natuurproduct. Bij de zeefbandpersen zal MACE vlokmiddel (flocculant) toepassen, omdat zonder flocculant de gewenste scheidingsrendementen niet kunnen worden behaald.

Voor de vijzelpersen geldt dat 92% van de totale stikstof in de dunne fractie komt en 8% in de dikke fractie. De vijzelpersen produceren een dikke fractie met 30% droge stof en een dunne fractie met 5,9% droge stof.

Voor de zeefbandpersen geldt dat 48% van de totale stikstof in de dunne fractie komt en 52% in de dikke fractie. De zeefbandpersen produceren een dikke fractie met 24% droge stof en een dunne fractie met 2% droge stof.

Voor de vijzelpersen geldt dat 98% van de minerale stikstof in de dunne fractie komt en 2% in de dikke fractie.

Voor de zeefbandpersen geldt dat 56% van de minerale stikstof in de dunne fractie komt en 44% in de dikke fractie.

*Literatuur 1 – tabel 4.16 uit VITO (2007): Beste beschikbare technieken (BBT) voor mestverwerking derde editie*

*Tabel 4.16: Scheidingsefficiëntie per type scheider, percentages van de parameters nog aanwezig in de dunne fractie t.o.v. de ruwe mest*

Parameter	Centrifuge	Vijzelpers	Zeefbandpers
Droge stof	47	73	24
Organische stof	40	60	15
N totaal	80	92	48
N mineraal	87	98	56
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	24	86	9
K <sub>2</sub> O	96	99	88
Na <sub>2</sub> O	96	95	89
CaO	31	80	4
MgO	12	86	3
aantal stalen	72	5	2

Bron: BDB

Hieruit resulteert de verdeling van stikstofproducten als weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2 – verdeling totale en minerale stikstof over dikke en dunne fractie vijzelpersen

	vracht (ton/jr a.r.) @ drogestofgehalte	Ntot (kg/t)   vracht (ton/jr)	Nmin (kg/t)   vracht (ton/jr)
Input naar vijzelpersen (drijfmest)	500.000 t/jr @ 8%	6 kg/t   3.000 ton/jr	4 kg/t   2.000 ton/jr
Dikke fractie uit vijzelpersen	43.568 t/jr @ 30%	5,5 kg/t   240 ton/jr	0,9 kg/t   40 ton/jr
Dunne fractie uit vijzelpersen = input naar zeefbandpersen	456.432 t/jr @ 5,9%	6 kg/t   2.760 ton/jr	4,3 kg/t   1.960 ton/jr
Dikke fractie uit zeefbandpersen	80.913 t/jr @ 24%	17,7 kg/t   1435 ton/jr	10,7 kg/t   862 ton/jr
Dunne fractie uit zeefbandpersen	375.519 t/jr @ 2,0%	3,5 kg/t   1.325 ton/jr	2,9 kg/t   1.098 ton/jr

Rekenblad 1 – uittreksel model massabalans (Ingenia) ter verantwoording scheidingsrendementen

Input					
500.000 ton/jaar					
8,0% droge stof					
6,0 kg N-tot per ton	3.000 ton/jaar N-totaal				
4,0 kg N-min per ton	2.000 ton/jaar N-min				
3,6 kg P2O5 per ton	1.800 ton/jaar P2O5				
7,0 kg K2O per ton	3.500 ton/jaar K2O				
Dik-dun scheiding 1: vijzelpersen					
8% van N-totaal naar dikke fractie					92%
2% van N-mineraal naar dikke fractie					98%
14% van P2O5 naar dikke fractie					86%
1% van K2O naar dikke fractie					99%
Dikke fractie naar tussenbuffer hygiënisatie		laag	hoog	Dunne fractie naar zeefbandpersen	
30,0% droge stof in dikke fractie		24%	30%	5,9% droge stof in dunne fractie	
43.568 ton/jaar dikke fractie				456.432 ton/jaar dunne fractie	
13.071 ton/jaar droge stof				26.929 ton/jaar droge stof	
5,51 kg/ton	240 ton/jaar N-totaal			6,05 kg/ton	2.760 ton/jaar N-totaal
0,92 kg/ton	40 ton/jaar N-min			4,29 kg/ton	1.960 ton/jaar N-min
5,78 kg/ton	252 ton/jaar P2O5			3,39 kg/ton	1.548 ton/jaar P2O5
0,80 kg/ton	35 ton/jaar K2O			7,59 kg/ton	3.465 ton/jaar K2O
Dik-dun scheiding 2: zeefbandpersen					
52% van N-totaal naar dikke fractie					48%
44% van N-mineraal naar dikke fractie					56%
91% van P2O5 naar dikke fractie					9%
12% van K2O naar dikke fractie					88%
Dikke fractie naar tussenbuffer hygiënisatie		laag	hoog	Dunne fractie naar tussenbuffer indamper	
24,0% droge stof in dikke fractie		24%	30%	2,0% droge stof in dunne fractie	
80.913 ton/jaar dikke fractie				375.519 ton/jaar dunne fractie	
19.419 ton/jaar droge stof				7.510 ton/jaar droge stof	
17,74 kg/ton	1.435 ton/jaar N-totaal			3,53 kg/ton	1.325 ton/jaar N-totaal
10,66 kg/ton	862 ton/jaar N-min			2,92 kg/ton	1.098 ton/jaar N-min
17,41 kg/ton	1.409 ton/jaar P2O5			0,37 kg/ton	139 ton/jaar P2O5
5,14 kg/ton	416 ton/jaar K2O			8,12 kg/ton	3.049 ton/jaar K2O

De dunne fractie uit de zeefbandpersen wordt verwerkt in de indamper/stripser.

De dikke fractie uit beide persen wordt samen met het mineralenconcentraat uit de indamper/stripser verwerkt in de hygiënisatie (biologisch drogen).

### 3. Verwerking dunne fractie: indamper/stripser

De indamper/stripser combinatie heeft als doel het produceren van zo geconcentreerd mogelijke mineralenconcentraten en zo schoon mogelijk effluent uit de dunne fractie afkomstig van de zeefbandpersen en uit de spuistroom van de luchtwassers. Ook wordt hieraan toegevoerd het concentraat van de laatste omgekeerde osmose. Deze worden uit één buffertank gezamenlijk verwerkt. De installatie is door Ingenia in de totale massabalans doorgerekend aan de hand van leveranciersgegevens, uitgangspunten van MACE en grenswaarden uit de vergunning. De lucht die uit de buffertank vrijkomt, wordt toegevoegd aan de proceslucht voor de hygiënisatie.

De indamper/stripser produceert een mineralenconcentraat dat met de dikke fractie naar de hygiënisatie (biologische droging) wordt gevoerd. Dit product bevat naast 122 kg/t K, tevens 18 kg/t N-totaal en ca. 9 kg/t N-mineraal.

De indamper/stripser produceert een hooggeconcentreerde (88 kg/t N) ammoniumsulfaat-oplossing, die als product wordt afgezet.

De indamper/stripser produceert tevens water in de vorm van condensaat, dat conform de garantiewaarde van leverancier maximaal 10 mg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N bevat (N<sub>min</sub>). Dit water wordt naar de omgekeerde osmose geleid om te worden nagezuiverd tot maximaal 1 mg/m<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>-N voor lozing op oppervlaktewater.

#### Literatuur 1 – opgave garantiewaarde condensaat door leverancier indamper-stripser (offerte p. 10)

##### FRANCE EVAPORATION

ZI A de Seclin Rue René CAUCHE 59139 NOYELLES LES SECLIN

##### MACE

20th June 2013

##### Quality of condensates:

For basic data:

- COD	< 50 mg/l
- N (NH <sub>4</sub> )	< 10 mg/l

#### Rekenblad 2 – overzicht inputs en outputs indamper-stripser

Inputs			
dunne fractie	spui luchtwassers	concentraat OO	totaal
375.519 ton/jaar	5.318 ton/jaar	482 ton/jaar	381.319 ton/jaar
7.510 ton/jaar droge stof	1.064 ton/jaar droge stof	3 ton/jaar droge stof	8.577 ton/jaar droge stof
1.325 ton/jaar N-totaal	226 ton/jaar N-totaal	3 ton/jaar N-totaal	1.554 ton/jaar N-totaal
139 ton/jaar P2O5	0 ton/jaar P2O5	0 ton/jaar P2O5	139 ton/jaar P2O5
3.049 ton/jaar K2O	0 ton/jaar K2O	0 ton/jaar K2O	3.049 ton/jaar K2O
<b>Hulpstoffen</b>			<b>totaal incl. hulpstoffen</b>
Zwavelzuur			395.651 ton/jaar
4.082 ton/jaar			12.659 ton/jaar droge stof
Stoom			1.554 ton/jaar N-totaal
10.250 ton/jaar			139 ton/jaar P2O5
			3.049 ton/jaar K2O
Outputs			
mineralenconcentraat	ammoniumsulfaat	loosbaar water naar O.O.	totaal
24.921 ton/jaar	12.478 ton/jaar	358.252 ton/jaar	395.651 ton/jaar
7.476 ton/jaar droge stof	5.179 ton/jaar droge stof	4 ton/jaar droge stof	12.659 ton/jaar droge stof
453 ton/jaar N-totaal	1.097 ton/jaar N-totaal	4 ton/jaar N-totaal	1.554 ton/jaar N-totaal
139 ton/jaar P2O5	0 ton/jaar P2O5	0 ton/jaar P2O5	139 ton/jaar P2O5
3.049 ton/jaar K2O	0 ton/jaar K2O	0 ton/jaar K2O	3.049 ton/jaar K2O

\* De indamper gebruikt zwavelzuur (96% geconcentreerd) als hulpstof, deze komt in het product terecht. De indamper gebruikt tevens stoom (1,3 ton/uur volgens leverancier) als energiebron/hulpstof, ook deze komt in het product terecht. Deze is met name bij opstart benodigd, het stoomverbruik zal, zodra de installatie draait, waarschijnlijk afnemen. Hier is met de opgave van leverancier gerekend als worst case.

#### 4. Verwerking dikke fractie: hygiënisatie

De dikke fracties uit de mechanische scheiding en het mineralenconcentraat uit de indamper/stripser worden gezamenlijk verwerkt vanuit één buffer. Het doel van de hygiënisatie is voornamelijk het drogen van de dikke fractie t.b.v. reductie van de massa met zoveel mogelijk behoud van het gehalte stikstof in het product. In de hygiënisatie wordt hiertoe, naast buitenlucht, de afgezogen lucht uit de hal en de diverse buffertanks als input gebruikt.

De hygiënisatie produceert een gereed, droog product (60% d.s.) dat als organische meststof wordt afgezet. Het product wordt op deze specificatie gemaakt vanwege de toepasbaarheid (strooibeeld bij uitrijden). Het is nu niet de bedoeling de dikke fractie te gaan pelletteren.

De hygiënisatie produceert tevens vochtige lucht die o.a. ammoniak bevat en die in de gaswassers gereinigd wordt. Aan de hygiënisatie wordt percolaat toegevoerd (recycled) dat ontstaat uit de reiniging van het condensaat uit deze vochtige lucht.

In de hygiënisatie geldt dat ca. 50% van de totale stikstof is minerale stikstof. Omdat de precieze condities in de hygiënisatie vooraf niet te voorspellen zijn, heeft Ingenia de hygiënisatie op twee manieren doorgerekend. Doel van de twee berekeningen is een idee te krijgen van uitersten in de ammoniakconcentratie en dat in alle gevallen de juiste verwerking gewaarborgd is.

**Eerste spoor:** aan de hand van bekende BBT-getallen, uitgangspunten van MACE en leveranciersgegevens is getracht een realistische concentratie voor het gehalte ammoniak vast te stellen. Ingenia heeft zich hierbij gebaseerd op haar ervaring, en op getalswaarden overeenkomstig de vorige versie van het IPPC BREF document “intensieve veehouderij” (2003) en de BBT mestverwerking. Uitgangspunt in deze eerste berekening is aldus de aanname dat 25% van de minerale stikstof naar de uitgaande lucht wordt geëmitteerd als  $\text{NH}_3$ . Dit komt dus overeen met 50% (minerale stikstof van totaal, zie boven) maal 25% = ca. 12,5% van de totale stikstof. Deze waarde ligt middenin het venster van 10-15% dat in het vorige IPPC BREF document<sup>1</sup> “intensieve veehouderij” wordt genoemd. In de juist vernieuwde 2017 versie van deze BREF wordt een dergelijk venster niet meer genoemd. In de massabalans is ervan uitgegaan dat de minerale stikstof uit het mineralenconcentraat (226 ton/jaar) niet wordt omgezet, daar het als zout (ammoniumsulfaat) aanwezig is. Dit komt als zodanig in de gehygiëniseerde fractie terecht, samen met het restant (ca. 75%) van de minerale stikstof uit de dikke fracties. Als gevolg van de gekozen uitgangspunten ontstaat een berekende concentratie  $\text{NH}_3$  in de lucht van 506 mg/Nm<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> IPPC BAT Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry and Pigs (IRPP; 2003), pagina 245: “ $\text{NH}_3$  emissions to air: 10-15% of N”



Rekenblad 3 – uittreksel model hygiënisering uit massabalans (Ingenia) met 25% N-min naar lucht

<b>Inputs</b>			
mineralenconcentraat	dikke fractie vijzelpers	dikke fractie zeefbandpers	totaal
24.921 ton/jaar	43.568 ton/jaar	80.913 ton/jaar	149.403 ton/jaar
7.476 ton/jaar droge stof	13.071 ton/jaar droge stof	19.419 ton/jaar droge stof	39.966 ton/jaar droge stof
453 ton/jaar N-totaal	240 ton/jaar N-totaal	1.435 ton/jaar N-totaal	2.128 ton/jaar N-totaal
139 ton/jaar P2O5	252 ton/jaar P2O5	1.409 ton/jaar P2O5	1.800 ton/jaar P2O5
3.049 ton/jaar K2O	35 ton/jaar K2O	416 ton/jaar K2O	3.500 ton/jaar K2O
<b>hallucht in</b>			<b>totaal incl. lucht</b>
5.128 ton water/jaar			154.531 ton/jaar
			39.966 ton/jaar droge stof
1 ton/jaar N-totaal			2.129 ton/jaar N-totaal
45.000 Nm3/h			1.800 ton/jaar P2O5
3 mg/Nm3			3.500 ton/jaar K2O
<b>Outputs</b>			
droge organische meststof	afbraak organische stof	condensaat	totaal
59.057 ton/jaar	4.622 ton/jaar	66.384 ton water/jaar	130.063 ton/jaar
35.344 ton/jaar droge stof	4.622 ton/jaar droge stof		39.966 ton/jaar droge stof
1.902 ton/jaar N-totaal			1.902 ton/jaar N-totaal
1.800 ton/jaar P2O5			1.800 ton/jaar P2O5
3.500 ton/jaar K2O			3.500 ton/jaar K2O
<b>verzadigde lucht uit</b>			<b>totaal incl. lucht</b>
24.468 ton water/jaar			154.531 ton/jaar
			39.966 ton/jaar droge stof
227 ton/jaar N-totaal			2.129 ton/jaar N-totaal
56.000 Nm3/h			1.800 ton/jaar P2O5
506 mg/Nm3			3.500 ton/jaar K2O
<b>Luchtbalans stikstof (25% N-min. naar luchtfase)</b>			
56.000 Nm3/h lucht uit de tunnels			
506 mg/Nm3			
869 ppm			
44.000 Nm3/h lucht uit hal			
3 mg/Nm3			
5 ppm			
100.000 Nm3/h totaal lucht naar wassers			
285 mg/Nm3			
489 ppm			
29 kg/uur ammoniak (N) in de lucht naar de wasser			
228 ton/jaar ammoniak (N) in de lucht naar de wasser			

Te zien is dat de lucht naar de wassers wordt samengesteld uit hallucht (3 mg/Nm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub>) en lucht uit de tunnels (506 mg/Nm<sup>3</sup> NH<sub>3</sub>). De gecombineerde lucht naar de wassers bevat uiteindelijk 285 mg/Nm<sup>3</sup> ammoniak. Er resteert 1.902 ton/jaar totaal stikstof in het gehygiëniseerde product.

**Tweede spoor:** om een maximumscenario te schetsen voor de ammoniak die bij de hygiëniseratie kan vrijkomen, is in dit spoor ermee gerekend dat 100% van de minerale stikstof vrijkomt als ammoniak naar de lucht. Benadrukt wordt dat dit geen realistisch scenario is, omdat er tussen  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NH}_3$  altijd een evenwicht zal heersen. Er zal dus in werkelijkheid altijd een zekere mate van minerale stikstof in de gehygiëniseerde dikke fractie achterblijven. Dit is ook gewenst vanwege de wens om zoveel mogelijk bemestende waarde (ook stikstof) in de dikke fractie te behouden. Dit scenario geeft echter wel een 'stresstest' voor de luchtverwerkende technieken (gaswassers en biobed).

Wederom is in onderstaande tabel samengevat wat er gebeurt met de input- en outputwaarden over de hygiëniseratie. Hierbij valt op dat de inputwaarden (uiteraard) gelijk zijn aan die van bovenstaand, eerste scenario. De verschillen ontstaan bij de outputs als gevolg van de gewijzigde verdeling van de minerale stikstof. De resulterende concentratie ammoniak in de lucht is met  $2.017 \text{ mg/Nm}^3$  zoals gezegd onrealistisch hoog. In dit scenario is ook de hallucht hoger belast met ammoniak ( $12 \text{ mg/Nm}^3$  i.p.v.  $3 \text{ mg/Nm}^3$ ). Dit is niet een noodzakelijk gevolg van de hogere concentratie ammoniak in de lucht uit de hygiëniseratietunnels, maar samenhang is wel aannemelijk.

Te zien is dat de lucht naar de wassers wordt samengesteld uit hallucht ( $12 \text{ mg/Nm}^3 \text{ NH}_3$ ) en lucht uit de tunnels ( $2017 \text{ mg/Nm}^3 \text{ NH}_3$ ). De gecombineerde lucht naar de wassers bevat volgens de berekening uiteindelijk  $1135 \text{ mg/Nm}^3$  ammoniak. Er resteert  $1.901 \text{ ton/jaar}$  totaal stikstof in het gehygiëniseerde product. Dit als gevolg van het feit dat de stikstof nog steeds, maar nu als ammoniumsulfaat (zout), in het gedroogde product terecht komt. De hogere concentratie ammoniak in de hallucht heeft overigens een verwaarloosbare invloed op het totaal.

Rekenblad 4 – uittreksel model hygiënisering uit massabalans (Ingenia) met 100% N-min naar lucht

<b>Inputs</b>			
mineralenconcentraat	dikke fractie vijzelpers	dikke fractie zeefbandpers	totaal
24.921 ton/jaar	43.568 ton/jaar	80.913 ton/jaar	149.403 ton/jaar
7.476 ton/jaar droge stof	13.071 ton/jaar droge stof	19.419 ton/jaar droge stof	39.966 ton/jaar droge stof
453 ton/jaar N-totaal	240 ton/jaar N-totaal	1.435 ton/jaar N-totaal	2.128 ton/jaar N-totaal
139 ton/jaar P2O5	252 ton/jaar P2O5	1.409 ton/jaar P2O5	1.800 ton/jaar P2O5
3.049 ton/jaar K2O	35 ton/jaar K2O	416 ton/jaar K2O	3.500 ton/jaar K2O
<b>hallucht in</b>			<b>totaal incl. lucht</b>
5.128 ton water/jaar			154.531 ton/jaar
			39.966 ton/jaar droge stof
1 ton/jaar N-totaal			2.129 ton/jaar N-totaal
45.000 Nm3/h			1.800 ton/jaar P2O5
3 mg/Nm3			3.500 ton/jaar K2O
<b>Outputs</b>			
droge organische meststof	afbraak organische stof	condensaat	totaal
59.057 ton/jaar	4.622 ton/jaar	66.384 ton water/jaar	130.063 ton/jaar
35.344 ton/jaar droge stof	4.622 ton/jaar droge stof		39.966 ton/jaar droge stof
1.225 ton/jaar N-totaal			1.225 ton/jaar N-totaal
1.800 ton/jaar P2O5			1.800 ton/jaar P2O5
3.500 ton/jaar K2O			3.500 ton/jaar K2O
<b>verzadigde lucht uit</b>			<b>totaal incl. lucht</b>
24.468 ton water/jaar			154.531 ton/jaar
			39.966 ton/jaar droge stof
904 ton/jaar N-totaal			2.128 ton/jaar N-totaal
56.000 Nm3/h			1.800 ton/jaar P2O5
2.017 mg/Nm3			3.500 ton/jaar K2O
<b>Luchtbalans stikstof (100% N-min. naar luchtfase)</b>			
56.000 Nm3/h lucht uit de tunnels			
2.017 mg/Nm3	(factor 4 hoger)		
3.463 ppm			
44.000 Nm3/h lucht uit hal			
12 mg/Nm3	(factor 4 hoger)		
21 ppm			
100.000 Nm3/h totaal lucht naar wassers			
1.135 mg/Nm3			
1.948 ppm			
114 kg/uur ammoniak (N) in de lucht naar de wasser			
908 ton/jaar ammoniak (N) in de lucht naar de wasser			



### Hygiënisatie-installatie ('Upcycling') MACE

De installatie die MACE voornemens is te bouwen in Oss, is zeer vergelijkbaar met de Upcycling installatie in Gemert. De technieken die gebruikt worden voor de hygiënisatietunnels, zoals de beluchte vloer, de recycling van luchtstromen en de warmteterugwinning zullen nagenoeg identiek zijn aan de installatie in Gemert.

Uit de massabalans volgt een gemiddelde concentratie  $\text{NH}_3$  in de lucht van  $506 \text{ mg/Nm}^3$ . Het gehalte ammoniak is zeer afhankelijk van de gebruikte grondstof (o.a. C/N verhouding) en de bedrijfsvoering van de hygiënisatie. Over de duur van het (batchgewijze) hygiënisatieproces zal de ammoniakemissie sterk fluctueren. Onderstaande tabel uit de BBT-studie mestverwerking (overigens identiek in de BBT-studie compostering) geeft een indruk van de mogelijke spreiding tijdens één en hetzelfde proces (in dit geval productie van champignonsubstraat). Hierbij moet worden aangemerkt dat de input voor champignonsubstraat geen varkensmest maar kippenmest betreft, die veel meer ammoniak bevat. De ammoniakconcentraties zullen bij varkensmest dus eerder lager zijn. Tevens moet worden aangemerkt dat bij installaties zoals MACE voorstaat, met meerdere tunnels, de gemiddelde ammoniakconcentratie wordt genivelleerd doordat de verschillende tunnels elk in een andere fase zijn en de luchthuishouding ervoor zorgt dat de pieken en dalen worden afgevlakt. Het is door al deze variaties lastig een uitspraak te doen over de gemiddelde concentratie ammoniak in de lucht bij installaties voor biothermisch drogen van mest. De berekende waarde past goed in het venster genoemd in de BBT-studie Mestverwerking<sup>2</sup> ( $>200 \text{ mg/Nm}^3$ ).

Literatuur 2 – tabel 4.40 uit VITO (2007): *Beste beschikbare technieken (BBT) voor mestverwerking derde editie*

Tabel 4.40:  $\text{NH}_3$ -emissies gemeten bij een Vlaams champignonsubstraat bedrijf

Emisstepunt	$\text{NH}_3$ -concentratie ( $\text{mg/Nm}^3$ )	Berekend geëmitteerd Debiet ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	$\text{NH}_3$ uitstoot (g/s)
Na 1 dag composteren	1 020	12 500	3,54
Na 6 dagen composteren	136	1 875	0,07
Afkoelingsfase	2 720	25 000	18,90
Pasteuriseringsfase	156	14 000	0,61
Conditioneringsfase	34	14 000-16 000	0,13-0,15
Percolaattank	7	9800	0,02

Algemeen kan worden opgemerkt dat het behouden van zoveel mogelijk stikstof in het te hygiëniseren product gewenst is, en daarmee een lage concentratie ammoniak in de lucht. Metingen aan de Upcycling installatie in Gemert uitgevoerd door SGS laten concentraties zien van slechts  $101\text{-}118 \text{ mg/Nm}^3$  bij een mengsel van champost en dikke fractie varkensmest (verhouding 350/90 ton). Het meetrapport is als bijlage toegevoegd. Hierbij moet worden aangemerkt dat die installatie tijdens de meting in een bedrijfssituatie was waarbij sprake was van een lage tot gemiddelde ammoniakconcentratie. Naar verwachting zullen tijdens normaal bedrijf van een dergelijke hygiëniseringsinstallatie met biologische droging, duidelijk hogere concentraties optreden. Om deze reden is door Ingenia in het gebruikte model bewust een benadering gebruikt met hoge concentratie ammoniak in de lucht (ca.  $500 \text{ mg/Nm}^3$ ). Enerzijds om de

<sup>2</sup> Vito BBT kenniscentrum – BBT voor Mestverwerking, pagina 201: "Voor installaties die N-rijke materialen verwerken kunnen te maken hebben met hoge  $\text{NH}_3$ -emissies (meer dan  $200 \text{ mg/Nm}^3$ )"

kwaliteit (verkoopwaarde) van het product rulle fractie niet te overschatten, anderzijds om als worst case input voor de luchtreiniging te dienen.

Noot: in de praktijk ontstaan er slechts twee producten uit de hygiëniseringsproces: rulle fractie en vochtige lucht. Het condensaat ontstaat bij de afkoeling van de verzadigde lucht (dit is nodig om de temperatuur te reduceren, omdat de gaswassers en biobed een dergelijke hoge temperatuur niet verdragen). De afbraak organische stof is bovenstaand apart weergegeven om de balans herleidbaar te sluiten. In de praktijk zal deze afgebroken organische stof natuurlijk als CO<sub>2</sub> met de lucht ontwijken.

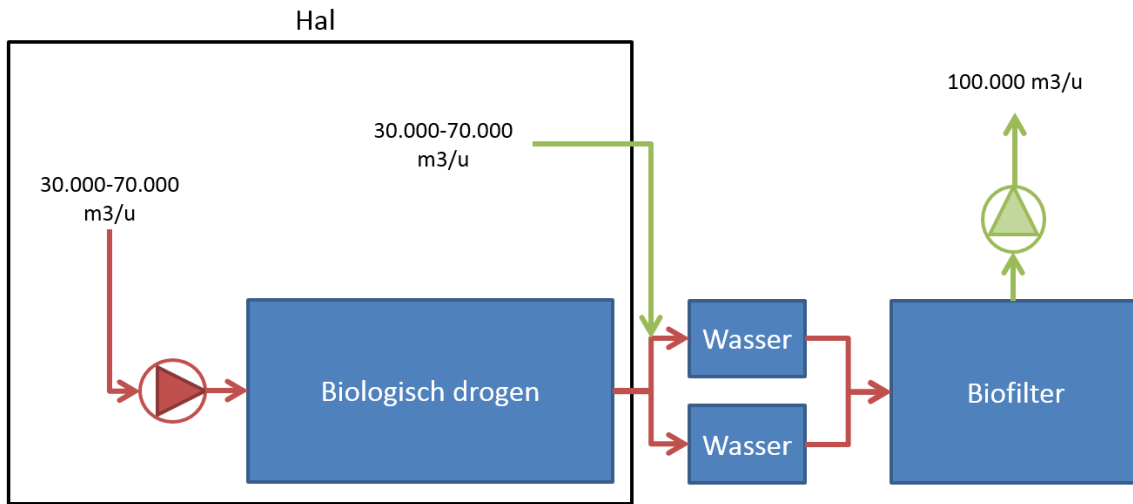
## 5. Verwerking lucht uit hygiëniseringsproces: luchtwassers en biobed

De afgekoelde, nog steeds vochtige, ongereinigde lucht uit de hygiëniseringsproces wordt verwerkt in een gecombineerde gasreiniging. Deze bestaat uit twee parallel geschakelde 'zure' luchtwassers en een biobed. De lucht moet vooraf worden afgekoeld omdat tenminste het biobed de hoge temperatuur van boven 60 °C niet verdraagt. Er moet worden verzekerd dat de temperatuur ten hoogste 38 °C is. Hiertoe kan de lucht in een warmtewisselaar worden afgekoeld, waarbij de onttrokken warmte nuttig kan worden toegepast of worden vernietigd. Als alternatief kan extra lucht uit de hal worden onttrokken, die voor de gaswassers kan worden bijgesuppleerd tot een totaal van 100.000 Nm<sup>3</sup>/uur. Aangenomen is een ammoniakconcentratie in de hallucht van 3 mg/Nm<sup>3</sup> conform WUR Rapport 402 (2010) Emissies mestverwerkingsinstallaties.

### Luchtdebieten

Het luchtdebiet zoals berekend in de massabalans is een gemiddelde van de luchtdebieten die kunnen voorkomen. Er zijn namelijk meerdere procesfasen per tunnel die kunnen voorkomen. Daarnaast is ook de gelijktijdigheid van de vijf tunnels niet continu en de procesfasen zullen hierbij voor iedere tunnel verschillend zijn in de tijd. Het gemiddelde luchtdebiet is gebaseerd op de lucht, benodigd voor het verdampen van de hoeveelheid water die uit de dikke fractie verwijderd moet worden. Dit gemiddelde is 60.000 Nm<sup>3</sup>/u voor alle vijf de tunnels bij een temperatuur in de hygiëniseringsprocessen van 65°C.

De installatie kan een totaal luchtdebiet verwerken van 100.000 Nm<sup>3</sup>/u, waarbij de lucht die niet door de hygiëniseringsprocessen gaat, direct wordt onttrokken uit de hal waarin zich de tunnels voor het biologisch drogen (hygiëniseren) bevinden. De lucht die wel gebruikt wordt in de tunnels, komt dus ook uit deze zelfde hal (zie schets in figuur 1 hieronder). Wanneer 60.000 Nm<sup>3</sup>/u in en uit de tunnels nodig is, resteert dus nog 40.000 Nm<sup>3</sup>/u direct uit de hal. De zuig/trekventilator\* bij de schoorsteen controleert het totale debiet. De kleine ventilator\* in de hal controleert het debiet dat door de hygiëniseringsproces gaat. Het verschil wordt langs natuurlijke weg aangezogen (groen). (\* de tekst is voor de eenvoud in enkelvoud gesteld; constructief kunnen meerdere ventilatoren gekozen worden.)



Figuur 1 – schets luchthuishouding hygiëniseratie (biologisch drogen)

De overdimensionering van de luchtdebieten is nodig om meerdere redenen:

1. Voor de afkoelfase van het biologisch drogen kan relatief veel lucht nodig zijn, zeker als veel tunnels tegelijkertijd zich in deze afkoelfase bevinden.
2. Om er zeker van te zijn dat er altijd een zekere hoeveelheid lucht uit de hal wordt weggezogen en dus de hal altijd voldoende geventileerd en op onderdruk blijft (en dus geen emissie door deuren etc. mogelijk is).
3. Om de lucht richting het biofilter extra te kunnen koelen wanneer de temperatuur van de lucht te hoog wordt (>38°C)

In de luchtwassers wordt de lucht 'gedouched' met een zure oplossing (in dit geval 96% zwavelzuur) over een pakking. Hiermee worden bij voldoende contacttijd ammoniak en geur uit de lucht gehaald. Navolgend wordt alleen de verwijdering van ammoniak beschouwd. De contacttijd moet voor een verwijderingsrendement van 99% op ammoniak tenminste 0,4 s bedragen (bron: Infomil<sup>3</sup> en EPA studie<sup>4</sup>). In het ontwerp van de beoogde leverancier van MACE wordt een contacttijd van ca. 1,2 s per wasser bereikt (bron: offerte beoogde installatie). Wanneer de wasser denkbeeldig wordt beschouwd als een serieschakeling van drie wassers met elk 0,4 s contacttijd, wordt duidelijk dat deze wassers drie keer een verwijderingsrendement van telkens 99% zouden kunnen bereiken (reductie met drie maal een factor 100 = factor 10<sup>6</sup>). Ingenia heeft in het technisch schetsontwerp defensief met een totaal verwijderingsrendement van 'slechts' 99,9% (factor 1.000) gerekend. In het biobed wordt aanvullend nog enige ammoniak (-/- 30%)<sup>5, 6</sup> en met name geur verwijderd. Ingenia heeft in het technisch schetsontwerp defensief aangenomen dat in het biobed geen verwijdering van ammoniak optreedt.

<sup>3</sup> [http://www.infomil.nl/milieumaatregelen/onderwerpen/emissiebeperking/zure\\_gaswasser\\_acid/](http://www.infomil.nl/milieumaatregelen/onderwerpen/emissiebeperking/zure_gaswasser_acid/)

<sup>4</sup> <https://www3.epa.gov/ttn/catc/dir1/fpack.pdf>

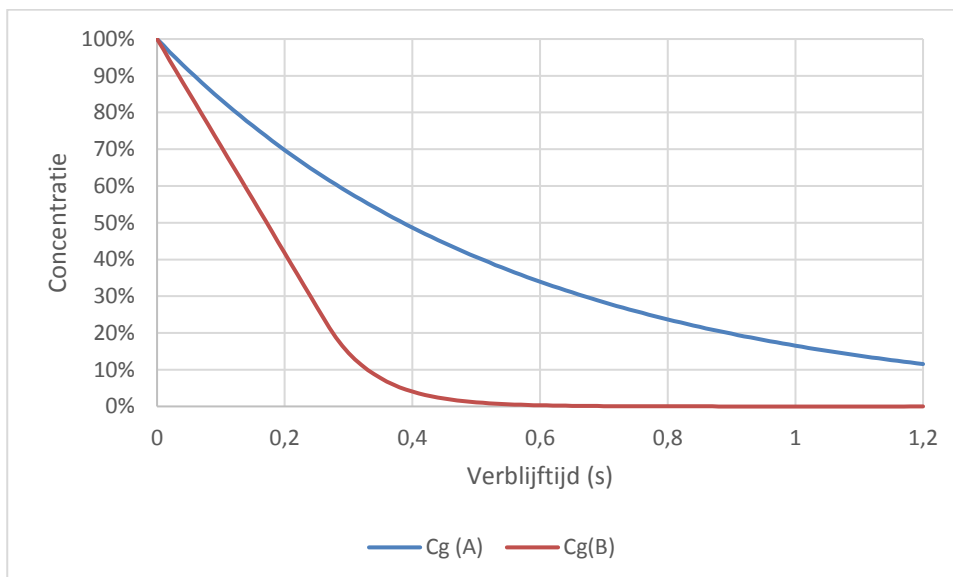
<sup>5</sup> <http://www.infomil.nl/milieumaatregelen/onderwerpen/emissiebeperking/biofiltratie-biobed/>

<sup>6</sup> <https://www3.epa.gov/ttn/catc/dir1/fbiorect.pdf>

### Toelichting op het rendement van de gaswasser n.a.v. vragen ODBN, december 2017

Het werkingsprincipe van een gaswasser is gebaseerd op het concentratieverschil van een op te lossen component tussen de gas- en vloeistoffase en de weerstand tegen dit stofoverdrachtproces. De bijbehorende flux (massa transport) is het gevolg van de sequentiële weerstanden: gasfase, het gaszijdige en vloeistofzijdige deel van het grensvlak en de vloeistof (bulk). Dit betreft het 2-filmmodel van Lewis.

In veel gevallen in de praktijk worden gaswassers gebruikt voor stoffen die in lage concentratie in de lucht aanwezig (geurhinder), of waarvan de oplosbaarheid in water beperkt is. Bij dit type absorptieprocessen ligt de weerstand vaak in de vloeistoffase en is de flux relatief laag. Hierdoor is er veel verblijftijd (contacttijd) noodzakelijk (= grote gaswasser, meerdere gaswastrappen). Een voorbeeld hiervan is gegeven in figuur 2, Cg(A) blauwe curve. In deze figuur is het verband gegeven tussen de (superficiële) verblijftijd en de afname van de concentratie van een bepaalde component.



*Figuur 2 – Voorbeeld concentratie in gasfase van uit te wassen component als functie van superficiële verblijftijd*

In het bijzondere geval van chemisch versnelde gasabsorptie (gasabsorptie gevolgd door een chemische reactie) tussen een sterk zuur (zwavelzuur) en een sterke base (ammoniak), waarvan de reactie instantaan verloopt en waarvan de reactieproducten zeer goed oplosbaar zijn in water, is er sprake van een zeer goed absorptieproces. De - in dit geval geringe - weerstand tegen stofoverdracht ligt hier volledig in de gasfase. Deze weerstand is sowieso altijd laag, en doordat de weerstanden in de andere grensvlakken in dit bijzondere geval laag zijn, is de netto weerstand ook laag. Dat betekent dat de absorptieflux relatief hoog is. Een voorbeeld van een dergelijk stofoverdrachtproces is gegeven in figuur 2 onder Cg(B), rode curve. Hier is goed te zien dat, in dit voorbeeld, het eerste stuk (tot 0,3 seconden) lineair is. Dit resulteert in een (nagenoeg) constant rendement van het absorptie-proces. Pas bij heel lage concentraties (in dit voorbeeld <10% component resterend) gaat de absorptie minder effectief worden.

Voor chemische versnelde absorptie van ammoniak met zwavelzuur wordt in de praktijk ca. 0,4 seconden verblijftijd aangehouden per gaswastrap. Hoewel bij stalwassers soms 0,2 sec wordt aangehouden geldt voor de industriële stand

der techniek 0,4 seconden, en worden alleen twee trappen (totaal 0,8 seconden) aangehouden indien de ingangconcentratie ammoniak hoog is en er een hoog verwijderingsrendement moet worden behaald, en/of wanneer een nageschakeld biobedfilter niet te zwaar mag worden belast met stikstof (als ammoniak).

Gezien de hoge eisen in het onderhavige project ten aanzien van:

- a) stikstofdepositie,
- b) essentiële rol van de gaswasser in het gehele proces en
- c) de noodzakelijke borging van ammoniakdoorslag naar het biobed,

wordt in het ontwerp uitgegaan van totaal 1,2 seconden verblijftijd.

Het rendement van industriële gaswassers op ammoniakverwijdering met zwavelzuur is vrijwel altijd groter dan 99%. Conform figuur 1, rode curve, is te zien dat over een groot gebied het verband lineair is; alleen bij lage concentraties neemt het rendement af. Voor ammoniakwassers is dit omslagpunt doorgaans rond de 5-10 mg/Nm<sup>3</sup>.

Het overall-rendement op verwijdering van ammoniak bij 1,2 seconden verblijftijd (3 fictieve trappen van 0,4 sec.) is gegeven in tabel 3. Hieruit blijkt dat de mate van overdimensionering voldoende flexibiliteit oplevert.

*Tabel 3 – berekeningen overall rendementen gaswasser*

Worstcase				
	NH3 < 5 mg/Nm3	NH3 in (mg/Nm3)	rend.	NH3 uit (mg/Nm3)
Trap 1 @ 0,4 sec.	Nee	369	99,0%	3,69
Trap 2 @ 0,4 sec.	Ja	3,69	90,0%	0,369
Trap 3 @ 0,4 sec.	Ja	0,369	60,0%	0,1476
		Over-all rend.	99,960%	

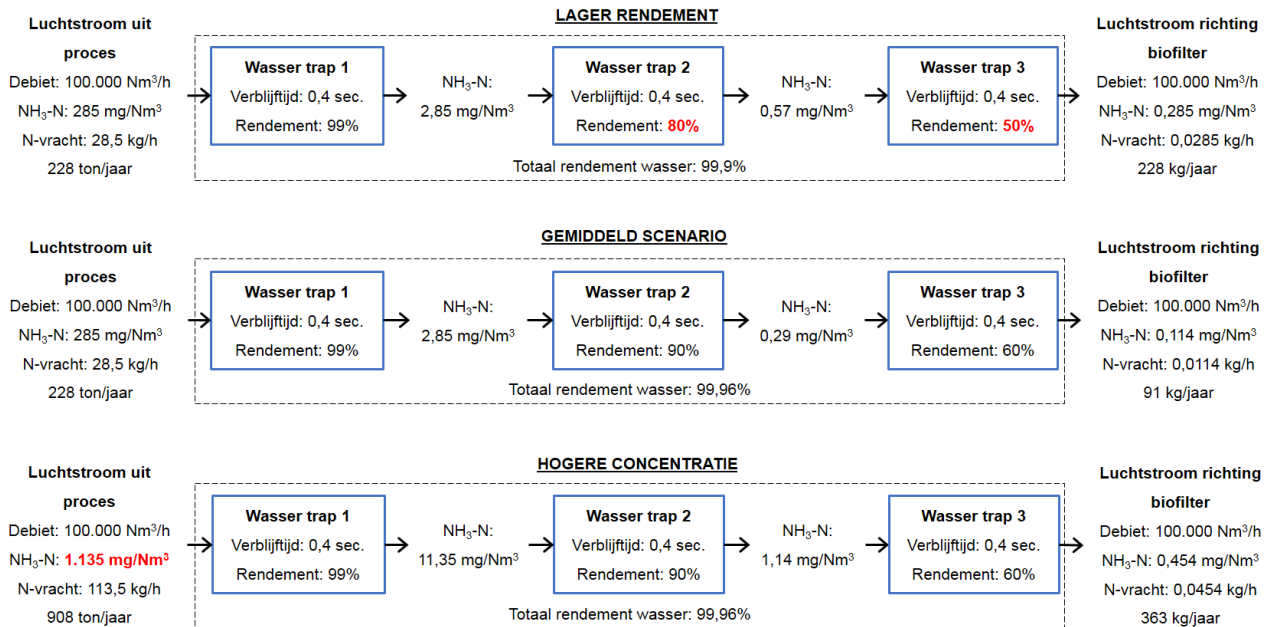
Verwacht				
	NH3 < 5 mg/Nm3	NH3 in (mg/Nm3)	rend.	NH3 uit (mg/Nm3)
Trap 1 @ 0,4 sec.	Nee	369	99,4%	2,214
Trap 2 @ 0,4 sec.	Ja	2,214	99,0%	0,02214
Trap 3 @ 0,4 sec.	Ja	0,02214	50,0%	0,01107
		Over-all rend.	99,997%	

Best case				
	NH3 < 5 mg/Nm3	NH3 in (mg/Nm3)	rend.	NH3 uit (mg/Nm3)
Trap 1 @ 0,4 sec.	Nee	369	99,7%	1,107
Trap 2 @ 0,4 sec.	Ja	1,107	99,0%	0,01107
Trap 3 @ 0,4 sec.	Ja	0,01107	60,0%	0,004428
		Over-all rend.	99,999%	

Bovengenoemde berekende scenario's sluiten aan bij onze praktijkervaring. Wij benadrukken dat agrarische stalwassystemen niet voldoen aan de industriële standaard en dat industriële data niet zondermeer hiermee kan worden vergeleken.

In onderstaand stroomschema wordt vergeleken welke emissie van ammoniak er zou kunnen optreden bij 1) een laag verwijderingsrendement, 2) normale condities en 3) een hoger gehalte ammoniak in de lucht naar de wasser.



Figuur 3 – Indicatieve restemissie ammoniak bij verschillende scenario's

Bij de getallen in bovenstaand stroomschema moet het volgende worden opgemerkt. Deze restemissie ammoniak kan in de praktijk kan worden gerealiseerd, als er voldoende borging in de ontwerp- en operationele fase van de gecombineerde installaties wordt gerealiseerd. Het is in dit stadium niet realistisch ervan uit te gaan dat de installatie exact deze emissie in de praktijk ook zal bereiken. Ingenia stelt voor de haalbare restemissie te vervangen door een veiligheidsmarge van enkele honderden kg per jaar. Hierin zijn dan ook onvoorziene omstandigheden en storingen verdisconteerd.

### Toelichting op ammoniakverwijdering in het biobed

In de praktijk wordt ook ammoniak in biobedden verwijderd, grofweg 30-70%. Dit is concentratie-afhankelijk. Belangrijke randvoorwaarde is dat de ingaande ammoniakconcentratie langdurig gemiddeld beneden 5 mg/Nm<sup>3</sup> blijft en bij voorkeur beneden 35 mg/Nm<sup>3</sup>. Bij lage ingaande concentraties is het rendement in de wasser niet relevant, zoals in onderhavig geval. Derhalve is onze mededeling over "30% rendement" feitelijk niet van toepassing.



Literatuur 3 - Verwijderingsrendement ammoniak in zure luchtwassers (uit bron 3: Infomil -> milieumaatregelen)

**Componenten**

Verwijderde componenten	Verwijderings-efficiëntie <sup>1</sup> , %	Restemissie, mg/m <sub>0</sub> <sup>3</sup>	Validatiekengetal
NH <sub>3</sub> en amines	99	< 1	3
Esters	80	-	3
Ethyleenoxide	99	-	1

Het totale, aangenomen verwijderingsrendement voor ammoniak is 99,9% (reductie met ca. een factor 1.000). Daarmee reduceert het debiet aan minerale stikstofverbindingen (N-min) in de lucht van 226 ton/jaar (ingaaend) tot 222 kg/jaar (uitgaand). Uitgedrukt als ammoniak (molmassa 17/14) is dit 270 kg/jaar.

Het geproduceerde spuiwater (oplossing van ammoniumsulfaat) wordt aan de indamper toegevoerd voor verwerking.

**6. Omgekeerde osmose**

Binnen het proces technisch ontwerp zijn twee installaties voor omgekeerde osmose (OO) voorzien.

De eerste, kleine OO ontdoet het condensaat uit de warmteterugwinning van de lucht uit de hygiënisatie van ammoniumstikstof. Deze wordt aangestroomd met een debiet van 9,1 m<sup>3</sup>/uur dat eerst door een filtratie is gevoerd.

Aangenomen wordt hierin een concentratie NH<sub>4</sub>-N van 1 g/l. Uit deze OO ontstaat 8,3 m<sup>3</sup>/uur permeaat dat nog 1 mg/l NH<sub>4</sub>-N bevat. Dit wordt naar de tweede, grote OO gevoerd die dit + het effluent van de indamper-stripper nazuivert. Het concentraat (0,8 m<sup>3</sup>/uur met 10 g/l NH<sub>4</sub>-N) wordt als percolaat aan de hygiënisatie teruggevoerd. De vracht minerale stikstof uit de kleine OO naar de grote OO is 57 kg/jaar.

De tweede, grote OO is achter de indamper-stripper voorzien als "veiligheidsfilter" om te borgen dat geen ongewenste emissies naar het oppervlaktewater plaats vinden, zoals ook door het Waterschap vereist voor de lozingsvergunning. Er wordt, conform technische garantie van de leverancier van de indamper, van uitgegaan dat de output van de indamper-stripper maximaal 10 mg/kg N<sub>min</sub> bevat. Voor het permeaat uit de eerste OO geldt dat de stikstofconcentratie 1 mg/kg bedraagt. De totale vracht minerale stikstof naar de tweede, grote OO is daarmee 3,7 ton/jaar. Deze tweede, grote OO zal deze gecombineerde input zuiveren tot een stikstofgehalte < 1 mg/kg N<sub>min</sub> conform vergunning. Het concentraat met een concentratie van 7 kg/ton N<sub>min</sub> wordt teruggevoerd aan de buffertank voor dunne fractie voor de indamper-stripper. De concentratie N<sub>min</sub> in het concentraat van deze OO is vergelijkbaar met die in het concentraat van de installaties B, C en F in de pilot mineralenconcentraten (2011), die qua grootte en proces het meest met het initiatief van MACE overeenkomen:

Literatuur 4 – tabel 2 uit *Synthese Pilot Mineralenconcentraten* (Velthof, WUR, 2011, p. 22)

Gemiddelde gehalten aan stikstof, fosfor en kalium (in g per kg) in de mineralenconcentraten van de installaties<sup>1</sup>

Installatie	Droge stof	Organische stof	N-totaal	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Aantal monsters
A	29,1 <sup>a</sup>	10,5 <sup>ab</sup>	6,41 <sup>a</sup>	5,92 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	7,08 <sup>ab</sup>	16
B	39,3 <sup>b</sup>	18,2 <sup>bc</sup>	7,17 <sup>a</sup>	6,86 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	6,75 <sup>a</sup>	17
C	40,2 <sup>b</sup>	19,3 <sup>c</sup>	8,92 <sup>b</sup>	7,77 <sup>c</sup>	0,34 <sup>c</sup>	8,44 <sup>c</sup>	22
D	25,8 <sup>ac</sup>	7,81 <sup>a</sup>	5,26 <sup>c</sup>	4,72 <sup>d</sup>	0,11 <sup>d</sup>	6,81 <sup>a</sup>	19
E	19,4 <sup>c</sup>	6,32 <sup>a</sup>	4,16 <sup>d</sup>	3,56 <sup>e</sup>	0,08 <sup>bd</sup>	5,53 <sup>d</sup>	10
F	33,9 <sup>ab</sup>	13,7 <sup>abc</sup>	8,12 <sup>b</sup>	7,13 <sup>bc</sup>	0,26 <sup>a</sup>	8,08 <sup>bc</sup>	13
H	113 <sup>d</sup>	70,7 <sup>d</sup>	11,0 <sup>e</sup>	10,5 <sup>f</sup>	0,27 <sup>ac</sup>	15,7 <sup>e</sup>	4

Deze tweede OO brengt daarmee bijna 90% van de minerale stikstof uit de input in het concentraat. Dit komt overeen met de verdeling van N-NH<sub>4</sub> in de massabalans (tabel 4) van de bovengenoemde installaties B, C en F, waarbij resp. 69/69 = 100%, 66/70 = 94% en 70/73 = 96% van de N-NH<sub>4</sub> in het concentraat komt:

Literatuur 5 – tabel 4 uit *Synthese Pilot Mineralenconcentraten* (Velthof, WUR, 2011, p. 22) (gedeeltelijk)

**Tabel 4**

Relatieve massaverdeling van fosfor, organische stof, droge stof, stikstof, ammonium en kalium over de eindproducten van de verwerkingsinstallaties op de installaties (in %).

Ruwe mest/digestaat		P	Organische stof	Droge stof	N-totaal	N-NH <sub>4</sub>	K
		100	100	100	100	100	100
B	Dikke fractie	100	98	95	52	35	24
	Concentraat OO	0	14	21	49	69	67
	Permeaat OO	0	0	0	0	0	0
	Saldo (input-output)	0	-12	-16	-1	-4	9
C	Dikke fractie	92	92	84	42	26	18
	Concentraat OO	8	13	20	51	66	73
	Permeaat OO	0	0	0	3	4	1
	Saldo (input-output)	0	-5	-4	4	4	8
F	Dikke fractie	93	99	89	42	26	17
	Concentraat OO	7	12	21	53	70	80
	Permeaat OO	0	0	0	2	3	1
	Saldo (input-output)	0	-11	-10	3	1	3

Tabel 4 – verdeling totale en minerale stikstof over inputs en outputs OO installaties

	vracht (ton/jr a.r.) @ drogestofgehalte	Ntot (kg/t)   vracht (ton/jr)	Nmin (kg/t)   vracht (ton/jr)
Input OO1: condensaat uit lucht uit hygiëniseratie	73.077 t/jr @ 0,0%	1 kg/t   66,4 t/jr	1 kg/t   66,4 t/jr
Output OO1: concentraat retour als percolaat hygiëniseratie	6.643 t/jr	10 kg/t   66,4 t/jr	10 kg/t   66,4 t/jr
Output OO1: permeaat	66.434 t/jr @ 0,0%	1 mg/kg   57 kg/jr	1 mg/kg   57 kg/jr
Input OO2: som van condensaat indamper-stripper en permeaat OO1	358.252 t/jr @ 0,0% + 66.434 t/jr @ 0,0% = 424.686 t/jr @ 0,0%	10 mg/kg   3,7 ton/jr + 1 mg/kg   57 kg/jr = 10 mg/kg   3,7 ton/jr	10 mg/kg   3,7 ton/jr + 1 mg/kg   57 kg/jr = 10 mg/kg   3,7 ton/jr
Output OO2: concentraat	482 t/jr @ 0,7%	6,8 kg/ton   3,3 ton/jr	6,8 kg/ton   3,3 ton/jr
Output OO2: permeaat naar oppervlaktewater	424.204 t/jr @ 0,0%	1 mg/kg   365 kg/jr	1 mg/kg   365 kg/jr

Noot: van het permeaat naar oppervlaktewater worden twee deelstromen hergebruikt. Er wordt 4.259 ton/jaar als voedingwater voor de luchtwassers gebruikt en 10.400 ton/jaar als voedingwater voor de stoomketel voor de indamper-stripper. Er wordt uiteindelijk 409.556 ton/jaar geloosd op oppervlaktewater.

## 7. Gevoeligheidsanalyse hoger gehalte minerale stikstof

Op verzoek van ODBN is kort onderzocht wat het gevolg is indien de mest meer minerale stikstof bevat, bijvoorbeeld indien zeer verse mest wordt ingenomen. Ook een hoger gehalte minerale stikstof in de mest dan de aangenomen 4 kg/ton wordt in deze configuratie goed verwerkt. Dit komt met name voor rekening van de indamper-stripper combinatie. In de doorgerekende configuratie is de input naar de indamper 47,7 ton/uur met 2,9 kg/ton  $N_{min}$ , terwijl deze door leverancier is ontworpen voor 52,5 ton/uur met 4,3 kg/ton  $N_{min}$  (bron: offerte France Evaporation p. 7). Dit betekent dat een 10% hoger debiet en een bijna 50% hogere concentratie minerale stikstof aan de indamper-stripper kunnen worden aangeboden. De totale vracht minerale stikstof naar de indamper-stripper mag daarmee binnen de grenzen van het ontwerp met 60% stijgen. Zoals verwacht stijgt dan vooral het verbruik van zwavelzuur en de productie van ammoniumsulfaat. Met de gehanteerde scheidingsrendementen voor de dik-dun scheiding mag het gehalte minerale stikstof in de input tot 5,9 kg/ton  $N_{min}$  bedragen binnen de grenzen van het ontwerp. Uiteraard leidt de hogere concentratie ammoniak ook tot een hogere belasting van de luchtwassers. Zoals hierboven al betoogd is het benodigde verwijderingsrendement voor een goed ontworpen, gebouwde en gebruikte industriële gaswasser ruimschoots haalbaar.

## 8. Beschouwing

Van de 3 miljoen kg/jaar totale stikstof die met de mest wordt ingenomen, vindt 99,98% zijn weg naar nuttige producten: 63,4% in de gehygiëniseerde dikke fractie en 36,6% in hooggeconcentreerd ammoniumsulfaat. Slechts een kleine 600 kg/jaar komt vrij naar het milieu, waarvan 365 kg/jaar naar water en 228 kg/jaar (277 kg  $NH_3$ ) naar lucht.

De gepresenteerde getallen zijn afkomstig uit het technische schetsontwerp dat Ingenia in opdracht van MACE gemaakt heeft. Het voornaamste doel van dit schetsontwerp was het maken van een eerste massabalans voor de gehele installatie om input en output te kwantificeren. Hoewel de balans sluitend is, en het aantal significante cijfers een grote nauwkeurigheid suggereert, moet worden beseft dat dit slechts een benadering van de werkelijkheid met beperkte nauwkeurigheid is. Bij meer gedetailleerd ontwerp kunnen cijfers veranderen en ook tijdens bedrijf kunnen en zullen waarden anders zijn, bijvoorbeeld door veranderende samenstelling van de input.

Door de keuze van de eindverwerkingstechnologieën is evenwel geborgd dat de emissies naar het milieu niet boven de gestelde waarden zullen uitkomen. De (tweede) installatie voor omgekeerde osmose borgt dat de concentratie minerale stikstof in het te lozen water naar oppervlaktewater niet boven  $1 \text{ mg/m}^3$  komt. De gecombineerde luchtwassers en het biobed kunnen een veel hoger verwijderingsrendement van ammoniak (en overigens ook van geur) uit de lucht waarmaken dan waarmee op dit moment wordt gerekend. Hiermee is de door de vergunning opgelegde minimalisatieverplichting voor uitstoot van stikstofverbindingen, en daarmee van de mogelijke impact op het leefmilieu en de gezondheid in de wijde omgeving, ruimschoots ingevuld.

#### **Bijlage(n)**

- PFD massabalans MACE (schetsontwerp) d.d. 1 november 2017
- SGS meetrapport "Geur- en ammoniakmetingen Upcycling Gemert BV 3 oktober 2016"

**Bijlage: tabellen die voor overzicht uit hoofdstuk verwijderd zijn**

*Tabel 5 – verdeling totale en minerale stikstof over inputs en outputs indamper-stripper*

	vracht (ton/jr a.r.) @ drogestofgehalte	Ntot (kg/t)   vracht (ton/jr)	Nmin (kg/t)   vracht (ton/jr)
Input 1 (dunne fractie)	375.519 t/jr @ 2,0%	3,5 kg/t   1.325 ton/jr	2,9 kg/t   1.098 ton/jr
Input 2 (spui luchtwassers)	5.318 t/jr @ 20%	42,4 kg/t   226 ton/jr	42,4 kg/t   226 ton/jr
Input 3 (concentraat OO)	482 t/jr @ 0,7%	7 kg/t   3,3 ton/jr	7 kg/t   3,3 ton/jr
Input hulpstof (zwavelzuur)*	4.004 t/jr @ 96%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr
Input hulpstof (stoom)*	10.400 t/jr @ 0,0%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr
Input 1+2+3 (totaal uit buffertank)	381.319 t/jr @ 2,2%	4,1 kg/t   1.554 ton/jr	2,9 kg/t   1.327 ton/jr
Output (mineralenconcentraat)	24.921 t/jr @ 30%	18,2 kg/t   453 ton/jr	9,1 kg/t   226 ton/jr
Output (ammoniumsulfaat)	12.478 t/jr @ 41,5%	88 kg/t   1.097 ton/jr	88 kg/t   1.097 ton/jr
Output (loosbaar water naar omgekeerde osmose)	358.252 t/jr @ 0,0%	10 g/m <sup>3</sup>   3,65 ton/jr	10 g/m <sup>3</sup>   3,65 ton/jr

*Tabel 6 – verdeling totale en minerale stikstof over inputs en outputs hygiënisering (scenario 1: 25% Nmin naar lucht)*

	vracht (ton/jr a.r.) @ drogestofgehalte	Ntot (kg/t)   vracht (ton/jr)	Nmin (kg/t)   vracht (ton/jr)
Input (dikke fractie vijzelpers)	43.568 t/jr @ 30%	5,5 kg/t   240 ton/jr	0,9 kg/t   40 ton/jr
Input (dikke fractie zeefbandpers)	80.913 t/jr @ 24%	17,7 kg/t   1.435 ton/jr	10,7 kg/t   862 ton/jr
Input (mineralenconcentraat)	24.908 t/jr @ 30%	18,2 kg/t   453 ton/jr	9,1 kg/t   226 ton/jr
Input (totaal substraten)	149.403 t/jr @ 26,8%	14,2 kg/t   2.128 ton/jr	7,5 kg/t   1.128 ton/jr
Input (retour percolaat uit OO)	6.643 t/jr @ 1,0%	1 kg/t   66,4 ton/jr	1 kg/t   66,4 ton/jr
Input (afgezogen lucht uit hal en buffers)	45.000 Nm <sup>3</sup> /h bevat 5.128 t/jr vocht	3 mg/Nm <sup>3</sup>   1 ton/jr	3 mg/Nm <sup>3</sup>   1 ton/jr
Output (gehygiëniseerde droge organische meststof)	59.057 t/jr @ 60%	32,2 kg/t   1.902 ton/jr	15,3 kg/t   903 ton/jr
Output (te reinigen lucht naar luchtwassers, na condensatie)	56.000 Nm <sup>3</sup> /h bevat 24.468 t/jr vocht	506 mg/Nm <sup>3</sup>   227 ton/jr	506 mg/Nm <sup>3</sup>   227 ton/jr
Output (condensaat naar OO)	66.384 t/jr @ 0,0%	1 kg/t   66,4 ton/jr	1 kg/t   66,4 ton/jr
Output (afbraak organische stof)	4.622 t/jr @ 100%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr

*Tabel 7 – verdeling totale en minerale stikstof over inputs en outputs hygiënisering (scenario 2: 100% Nmin naar lucht)*

	vracht (ton/jr a.r.) @ drogestofgehalte	Ntot (kg/t)   vracht (ton/jr)	Nmin (kg/t)   vracht (ton/jr)
Input (dikke fractie vijzelpers)	43.568 t/jr @ 30%	5,5 kg/t   240 ton/jr	0,9 kg/t   40 ton/jr
Input (dikke fractie zeefbandpers)	80.913 t/jr @ 24%	17,7 kg/t   1.435 ton/jr	10,7 kg/t   862 ton/jr



Input (mineralenconcentraat)	24.908 t/jr @ 30%	18,2 kg/t   453 ton/jr	9,1 kg/t   226 ton/jr
Input (totaal substraten)	149.403 t/jr @ 26,8%	14,2 kg/t   2.128 ton/jr	7,5 kg/t   1.128 ton/jr
Input (retour percolaat uit OO)	6.643 t/jr @ 1,0%	1 kg/t   66,4 ton/jr	1 kg/t   66,4 ton/jr
Input (afgezogen lucht uit hal en buffers)	45.000 Nm <sup>3</sup> /h bevat 5.128 t/jr vocht	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr
Output (gehygiëniseerde droge organische meststof)	59.057 t/jr @ 60%	20,7 kg/t   1.225 ton/jr	0,0 kg/t   0 ton/jr
Output (te reinigen lucht naar luchtwassers, na condensatie)	56.000 Nm <sup>3</sup> /h bevat 24.468 t/jr vocht	2017 mg/Nm <sup>3</sup>   904 ton/jr	2017 mg/Nm <sup>3</sup>   904 ton/jr
Output (condensaat naar OO)	66.384 t/jr @ 0,0%	1 kg/t   66,4 ton/jr	1 kg/t   66,4 ton/jr
Output (afbraak organische stof)	4.622 t/jr @ 100%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr

Tabel 7 – verdeling totale en minerale stikstof over inputs en outputs luchtwassers en biobed (scenario 25% Nmin)

	vracht (ton/jr a.r.) @ drogestofgehalte	Ntot (kg/t)   vracht (ton/jr)	Nmin (kg/t)   vracht (ton/jr)
Input (lucht uit hygiëniseratie)	56.000 Nm <sup>3</sup> /h vochtig bevat 24.468 t/jr vocht	506 mg/Nm <sup>3</sup>   226 ton/jr	506 kg/m <sup>3</sup>   226 ton/jr
Input (aanvullend hallucht*)	44.000 Nm <sup>3</sup> /h	3 mg/Nm <sup>3</sup>   1 ton/jr	3 mg/Nm <sup>3</sup>   1 ton/jr
Input lucht totaal	100.000 Nm <sup>3</sup> /h	304 mg/Nm <sup>3</sup>   227 ton/jr	304 mg/Nm <sup>3</sup>   227 ton/jr
Input hulpstof (zwavelzuur)	823 t/jr @ 96%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr
Input hulpstof (water)	4.259 t/jr @ 100%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr
Output (gereinigde lucht)	100.000 Nm <sup>3</sup> /h vochtig bevat 24.468 t/jr vocht	0,0 mg/Nm <sup>3</sup>   7 kg/jr	0,0 mg/Nm <sup>3</sup>   7 kg/jr
Output (spui: ammoniumsulfaat)	5.318 t/jr @ 20%	42,6 kg/t   226 ton/jr	42,6 kg/t   226 ton/jr

\* het vocht uit de additionele hallucht wordt nu even verwaarloosd omdat het in de stikstofbalans geen rol speelt.

Tabel 8 – verdeling totale en minerale stikstof over inputs en outputs luchtwassers en biobed (scenario 100% Nmin)

	vracht (ton/jr a.r.) @ drogestofgehalte	Ntot (kg/t)   vracht (ton/jr)	Nmin (kg/t)   vracht (ton/jr)
Input (lucht uit hygiëniseratie)	56.000 Nm <sup>3</sup> /h vochtig bevat 24.468 t/jr vocht	2017 mg/Nm <sup>3</sup>   908 ton/jr	2017 kg/m <sup>3</sup>   908 ton/jr
Input (aanvullend hallucht*)	44.000 Nm <sup>3</sup> /h	3 mg/Nm <sup>3</sup>   1 ton/jr	3 mg/Nm <sup>3</sup>   1 ton/jr
Input lucht totaal	100.000 Nm <sup>3</sup> /h	1131 mg/Nm <sup>3</sup>   904 ton/jr	1131 mg/Nm <sup>3</sup>   904 ton/jr
Input hulpstof (zwavelzuur)	3.293 t/jr @ 96%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr
Input hulpstof (water)	17.034 t/jr @ 100%	0 kg/t   0 ton/jr	0 kg/t   0 ton/jr
Output (gereinigde lucht)	100.000 Nm <sup>3</sup> /h vochtig bevat 24.468 t/jr vocht	0,1 mg/Nm <sup>3</sup>   29 kg/jr	0,1 mg/Nm <sup>3</sup>   29 kg/jr
Output (spui: ammoniumsulfaat)	21.293 t/jr @ 20%	42,6 kg/t   908 ton/jr	42,6 kg/t   908 ton/jr