



MEETPLAN VOOR AMMONIAKONDERZOEK BIJ VARKENSTALLEN MET GASWASSER

vleesvarkensbedrijf Bonte

14 maart 2025

Verantwoording

Titel	MEETPLAN VOOR AMMONIAKONDERZOEK BIJ VARKENSTALLEN MET GASWASSER
Opdrachtgever	MTS Bonte
Projectleider	[REDACTED]
Auteur(s)	[REDACTED]
Tweede lezer	[REDACTED]
Uitvoering meetwerk	[REDACTED], [REDACTED]
Projectnummer	1298683-WME-FAG-RST
Aantal pagina's	34
Datum	14 maart 2025
Handtekening	

Colofon

TAUW bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Locatie stallen en -beschrijving	6
2.1	Locatiegegevens:	6
2.2	Gegevens van de meetstallen	7
2.2.1	Inrichting van de meetstallen	9
2.2.2	Ontwerp van de afzuiging - gaswasser	9
3	Organisatorische aspecten	11
4	Ontwerp automatisch meetsysteem (AMS)	12
4.1	Opzet metingen	12
4.1.1	Homogeniteitscontrole	12
4.2	Concentratiemetingen	13
4.3	Klimaat metingen	14
4.4	Ventilatiemetingen	14
4.5	Nadere beschrijving meetpunten	14
4.6	Berekening ammoniakemissie	16
5	Kwaliteitsborging sensoren en debietregistratie	17
5.1	Ammoniak sensor	17
5.1.1	Stap 1: Validatie van de sensor	17
5.1.2	Stap 2: Ingangsccontrole van de sensor	17
5.1.3	Stap 3: Controlemeting bij het plaatsen (kalibratiemeting)	17
5.1.4	Stap 4: Periodieke controlemetingen	18
5.1.5	Stap 5 Controle op drift op basis van data-analyse en periodieke metingen	18
5.1.6	Vervanging sensorelementen en eindcontrole	18
5.2	Debieten	18
5.3	<i>Meetonnauwkeurigheid</i>	19
6	Controle op volledigheid, kwaliteit en consistentie	19
7	Uitval meetdata	19
8	Dataverwerking en rapportage	21
8.1	Dataverwerking	21
8.2	Rapportage	21

Bijlage 1	SRM-meetmethoden	23
Bijlage 2	Controles	24
Bijlage 3	Meetonzekerheid	26
Bijlage 4	Referenties	27
Bijlage 5	Milieutekening en schets regelkleppen	28
Bijlage 6	Verdeling homogeniteitstest	29
Bijlage 7	Foto's	30

1 Inleiding

Op verzoek van MTS Bonte te Sint-Kruis is door TAUW B.V. een meetplan opgesteld voor het uitvoeren van ammoniakmetingen bij fam. Bonte te Sint-Kruis, voor een onbepaalde periode, aan een gaswasser van twee vleesvarkensstallen, met behulp van sensoren.

Het meten heeft 2 doelen:

1. Meten voor het verkrijgen en behouden van een doelvoorschriftenvergunning.
2. Meten om de emissiereductie van het emissie reducerende systeem te onderbouwen.

Het meetplan is gebaseerd op door de veehouder geleverde tekeningen en fotomateriaal alsmede beschikbare informatie uit het document: "Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen d.d. november 2024"; Werkgroep richtlijnen emissies veehouderij).

Het meetplan is opgedeeld in de volgende onderdelen:

- Hoofdstuk 2: Informatie met betrekking tot de veehouderij, het huisvestingssysteem managementmaatregelen en de toegepaste emissie reducerende techniek
- Hoofdstuk 3: Organisatorische aspecten
- Hoofdstuk 4: Informatie met betrekking tot het automatisch meetsysteem (AMS)
- Hoofdstuk 5: Informatie met betrekking tot de borging van de kwaliteit van zowel het AMS, de dataverwerking en van de meetinstantie
- Hoofdstuk 6: Informatie met betrekking tot de controle op volledigheid, kwaliteit en consistentie
- Hoofdstuk 7: Informatie met betrekking tot de data handling
- Hoofdstuk 8: Eisen rondom rapportage

2 Locatie stallen en -beschrijving

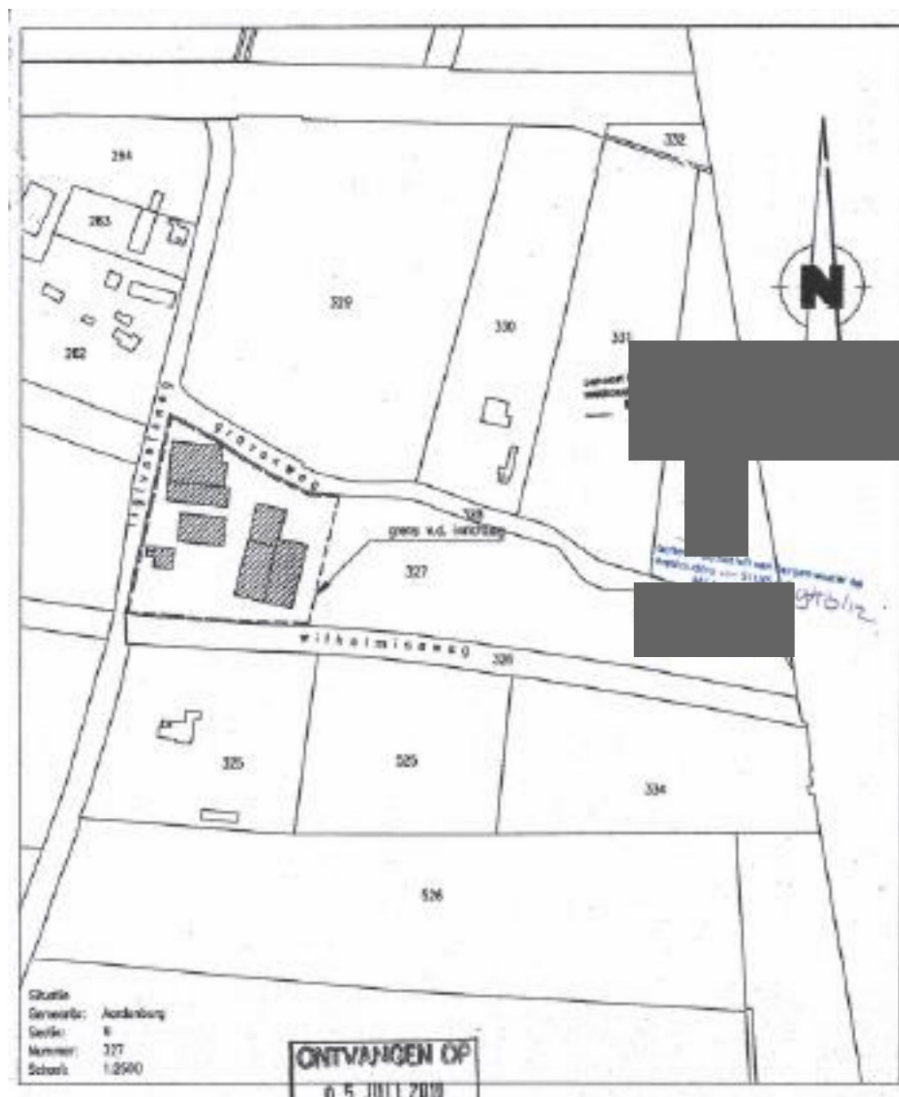
2.1 Locatiegegevens:

De volgende locatiegegevens zijn aangeleverd:

Adres:	Ligtvoetsweg 1, 4528 EW Sint-Kruis
Gemeente:	Gemeente Sluis
Kadastrale gegevens:	Gemeente Aardenburg, Sectie N, nummer 832 (zie figuur 2.2)
Oppervlakte terrein:	8.817 m ²



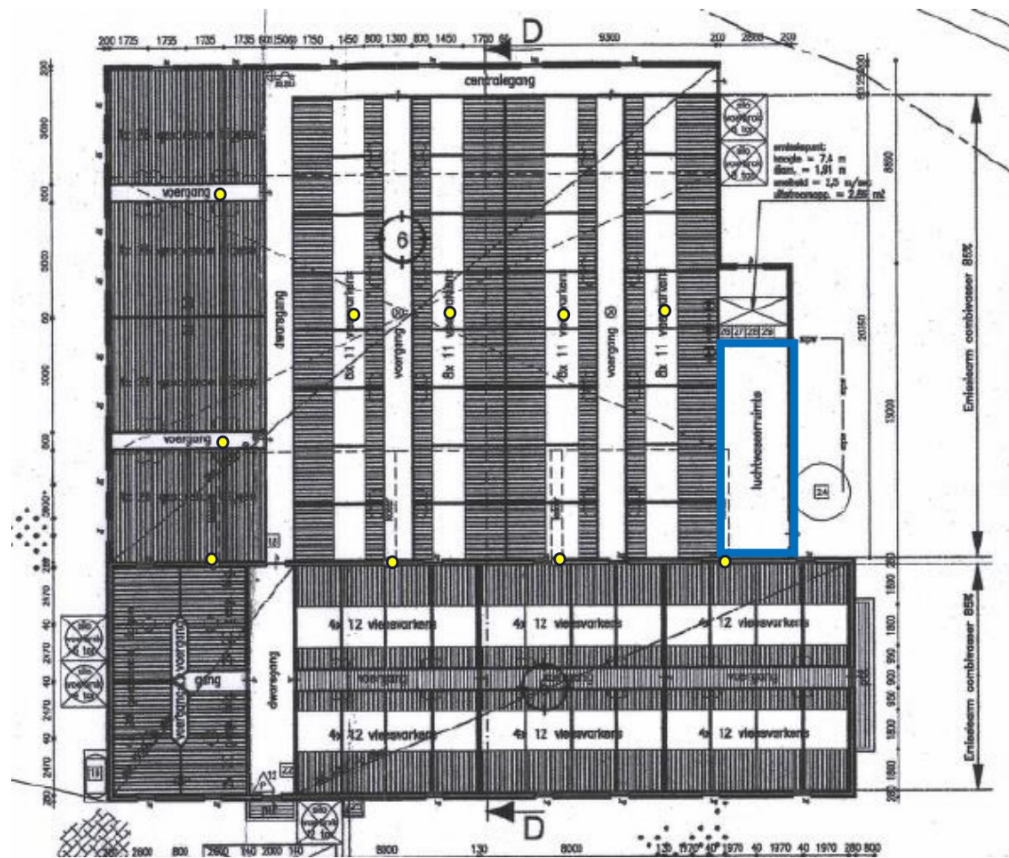
Figuur 2.1. Locatie bedrijf en meetstallen (geel kader); bron Google maps



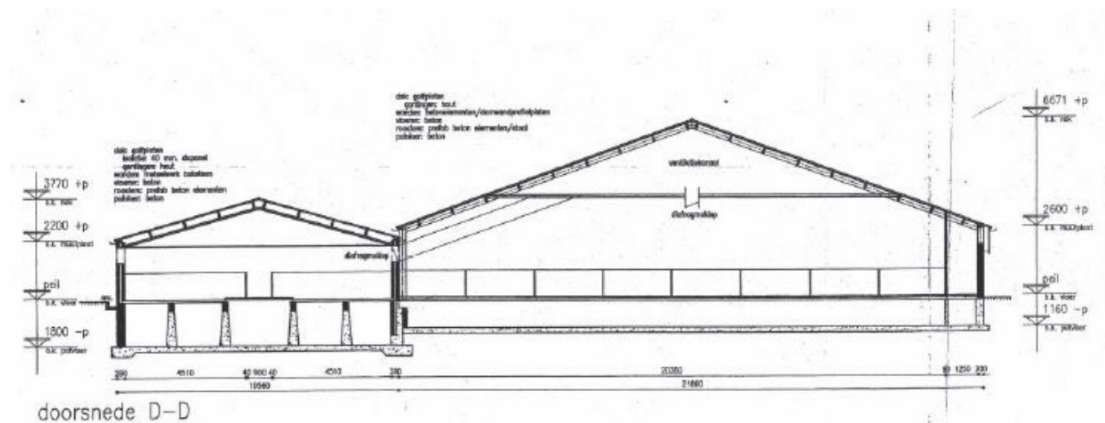
Figuur 2.2. Kadastrale tekening bedrijf

2.2 Gegevens van de meetstallen

Meetstallen 5 en 6 betreffen de betrokken meetstallen. Deze stallen zijn aangesloten op 1 gaswasser. In figuur 2.3 en 2.4 zijn respectievelijk het bovenaanzicht en een dwarsdoorsnede opgenomen.



Figuur 2.3 Boven-aanzicht stallen met aanduiding regelkleppen (●)



Figuur 2.4. Doorsnede meetstallen

Er worden in de 2 betrokken stallen 640 vleesvarkens gehuisvest en 576 gespeende biggen.

- Meetstal 5 bestaat uit 3 afdelingen met elk 96 vleesvarkens gescheiden door een centrale midden gang, haaks op deze gang bevinden zich aan weerszijden 4 hokken met 12 vleesvarkens.

Tevens zijn er 160 gespeende biggen gehuisvest.

- Meetstal 6 bestaat uit 2 afdelingen met elk 176 vleesvarkens gescheiden door een centrale midden gang, haaks op deze gang bevinden zich aan weerszijden 8 hokken met 11 vleesvarkens.

Tevens zijn er 416 gespeende biggen gehuisvest.

Op het bedrijf zijn momenteel de volgende gebouwen/potentiële emissiebronnen aanwezig naast de te meten stallen:

- Stal 1: varkensstal voor 216 vleesvarkens en 21 dragende zeugen (zonder gaswasser) gelegen ten Oosten van meetstallen.
- Stal 2: varkensstal voor 7 opfokzeugen en 36 dragende zeugen (zonder gaswasser) tevens gelegen ten Oosten van de meetstallen.
- Stal 3: machineloods
- Stal 4 varkensstal voor 21 kraamzeugen, 40 dragende zeugen en 252 gespeende biggen (zonder gaswassers) tevens gelegen ten Zuiden van de meetstallen.

2.2.1 Inrichting van de meetstallen

Hokafscheidingen zijn uitgevoerd in kunststof (stal 6) en in beton (stal 5). De hokken zijn uitgerust met een Groba brijbak. De stallen zijn onderkelderd ten behoeve van de mestopvang.

Beide stallen zijn voorzien van een beton roostervloer. In stal 5 en 6 is er een vloeroppervlakte van 0,8 m²/dier voor de vleesvarkens beschikbaar en voor de gespeende biggen 0,4 m²/dier. Het percentage dichte vloer bedraagt 40% voor de vleesvarkens en 0 % voor de gespeende biggen (volledig rooster).

De afmetingen van het de stallen zijn:

Stal 5

- Lengte: 33,1 m
- Breedte: 10 m
- Hoogte dakgoten: 2,2 m
- Nokhoogte: 3,77 m
- (Geschat) volume: 728 m³

Stal 6

- Lengte: 27,37 m
- Breedte: 20,35 m
- Hoogte dakgoten: 2,60 m
- Nokhoogte: 6,67 m
- (Geschat) volume: 2.000 m³

2.2.2 Ontwerp van de afzuiging - gaswasser

Er is sprake van een centrale afzuiging voor de 2 stallen. De afgezogen lucht uit de stallen wordt over een Devie combiluchtwater geleid. De centrale afzuiging wordt verzorgd door 3 frequentie gestuurde afzuigventilatoren, welke zijn geplaatst in een ventilatieschacht voor intrede van de water.

De totale ventilatiecapaciteit van de 3 afzuigventilatoren is ca. 26.000 m³/h. Deze 3 ventilatoren hebben een doorsnede van 90 cm. De 3 ventilatoren zijn parallel geschakeld en hebben een gelijk debiet.

Per afdeling wordt de ventilatie geregeld met regelkleppen en meetwaaiers in ventilatiekokers.

Stal 5

- 3 afdelingen met vleesvarkens
- per afdeling een horizontaal gelegen regelklep met meetwaaier.
- de 4 hokken met gespeende biggen hebben samen 1 regelklep met meetwaaier (zie schets in bijlage 5).
- De intredende lucht wordt in stal 5 via de centrale gang en vervolgens de plafonds de stal ingezogen (plafondventilatie).

Stal 6

- 2 afdelingen met vleesvarkens
- per afdeling 2 regelkleppen waarvan er steeds 1 voorzien is van een meetwaaier. NB op de originele tekening is slechts 1 regelklep weergegeven.
- De 8 hokken met gespeende biggen hebben samen 2 regelkleppen met meetwaaier (zie schets in bijlage 5).
- De intredende lucht wordt in stal 6 vanuit gang aan zijkant van de stal via de kelder de stal ingezogen (kanaalventilatie).

In bijlage 7 zijn de afgezogen luchtstromen nader aangeduid (Foto B7.5 t/m B7.8).

De afmetingen van de wasser zijn als volgt:

- Uitstroomhoogte gaswasser: 7,4 m,
- Oppervlak uitstroom gaswasser 2,86 m².

De pH, geleidbaarheid, spuiwaterproductie, drukval over filterpakket en elektriciteitsverbruik van de waswaterpomp van de gaswasser worden door de veehouder geregistreerd. Het rendement van de gaswasser zal worden gerelateerd aan deze parameters. Tevens zal de veehouder periodiek (2 maal per jaar) analyses met betrekking tot NO₃, NO₂ en NH₃ op het spuiwater laten uitvoeren ter verificatie van de werking van de wasser.

3 Organisatorische aspecten

De uit te voeren continue registrerende metingen worden verricht door de firma Devriotech, TAUW voert controles op deze metingen uit. De taakverdeling is opgenomen in tabel 1.

Tabel 1, Taakverdeling werkzaamheden

Werkzaamheden	Taak van Devriotech	Taak TAUW
Opstellen meetplan		X
Inspectie stal	X	
Vaststellen homogeniteit na wasser	X	
Levering Sensoren	X	
Laboratorium kalibratie sensoren		X
Installatie sensoren	X	
1 ^e controle sensoren en debieten in veld		X
Onderhoud en troubleshooting	X	
Vervolg controles		X

De bedrijfsgegevens van Devriotech zijn:

Bedrijfsnaam: Devriotech BV
 Adres: Oosteinde 219, 7671 AX Vriezenveen
 Tel: 0031-(0)546-564951

4 Ontwerp automatisch meetsysteem (AMS)

4.1 Opzet metingen

Bij de in het onderzoek te betrekken stallen wordt continue registrerend gemeten met betrekking tot ammoniak en het ventilatedebiet gedurende een onbepaalde periode.

De concentraties van ammoniak worden gemeten in de lucht in het ventilatiekanaal voor de afzuigventilatoren en de lucht na de druppelvanger van de gaswasser. Het debiet wordt gemeten door een registratie van de frequentie van afzuigventilatoren. Op basis van deze concentraties en debieten worden emissievrachten bepaald.

4.1.1 Homogeniteitscontrole

Voordat wordt overgegaan tot de plaatsing van sensoren zal er een homogeniteitscontrole uitgevoerd worden (ref 6).

4.1.1.1 Intredegasstroom

De intredegasstroom wordt homogeen verondersteld op de locatie direct voor de afzuigventilatoren.

Er wordt in dit meetplan ervan uitgegaan dat de intredegasstroom, homogeen verdeeld is op deze locatie.

Indien aangetoond wordt dat het meetvlak niet homogeen zullen er meerdere sensoren te worden toegepast.

Op minimaal 6 meetplaatsen voor de afzuigventilatoren, worden NH_3 -metingen met behulp van gasindicatiebuisjes uitgevoerd.

Indien de relatieve standaardafwijking op de gemiddeld gemeten concentratie aan gasvormig NH_3 met de gasmeetbuisjes of een ammoniaksensor aan de binnen de 10% ligt, dan volstaat 1 sensor. Indien de relatieve standaardafwijking groter is dan 10% dan zullen meerdere sensoren ingezet worden (maximaal 3).

Deze controle wordt per bezoek (2 maal per jaar) in duplo uitgevoerd.

4.1.1.2 Uittredegasstroom

Er wordt in dit meetplan ervan uitgegaan dat de uittrede van het emitterend oppervlak, van de gaswasser, homogeen verdeeld is. Indien aangetoond wordt dat het meetvlak niet homogeen zullen er meerdere sensoren te worden toegepast.

Op minimaal 6 meetplaatsen aan de uittrede van de gaswasser, gelijkmatig verdeeld over het totale oppervlak van de gaswasser, worden NH_3 -metingen met behulp van gasindicatiebuisjes uitgevoerd.

Indien de relatieve standaardafwijking op de gemiddeld gemeten concentratie aan gasvormig NH_3 met de gasmeetbuisjes of een ammoniaksensor aan de binnen de 10% ligt, dan volstaat 1 sensor. Indien de relatieve standaardafwijking groter is dan 10% dan zullen meerdere sensoren ingezet worden (maximaal 6).

Deze controle wordt per bezoek (2 maal per jaar) in duplo uitgevoerd. Een voorbeeld van een gelijkmatige verdeling van de monsternemingspunten wordt gegeven in bijlage 6.

4.2 Concentratiemetingen

De concentratie NH_3 wordt door Devrietech gemeten met een gevalideerde sensor voor de **intrede** van de gaswasser en een of meer gevalideerde verwarmde sensoren t.b.v. de **uittrede** van de gaswasser. Vooralsnog wordt uitgegaan van 1 sensor aan de uittrede. De sensor aan de uittrede wordt (om windinvloed te beperken) geplaatst in een koker met een diameter van 40 cm en een lengte van 50 cm. Deze koker wordt geplaatst op de druppelvanger in het centrum van het uittredekanaal (zie foto B7.3 in bijlage 7). De sensor wordt bevestigd op 10 cm boven de druppelvanger. Deze opzet is gangbare praktijk bij metingen aan bijvoorbeeld biobedden (zie ref 5).

De sensor aan de intrede wordt geplaatst in de aanzuigstroom net boven een van de 3 ventilatoren. Op deze plaats is de lichtsnelheid altijd $< 3 \text{ m/s}$ (NB de sensorleverancier geeft aan dat de sensor niet geschikt is voor metingen in luchtstromen $> 3 \text{ m/s}$). Een voorbeeld van de plaatsing is gegeven op foto B7.1 bijlage 7. Er wordt voor gekozen om niet na de afzuigventilatoren te meten, omdat de sensor dan onder het wasserpakket zit waar de luchtvochtigheid zeer hoog is.

Een indicatie van de plaatsing van de sensoren is in paragraaf 4.5 in tekeningen weergegeven.

Bij oostenwind en zuiderwind kan beïnvloeding van de meetstallen met betrekking tot de te meten NH_3 concentraties optreden door gebouw 1,2 en 4.

Omdat de intrede lucht binnenkomt via centrale of zijgangen van de 2 beoogde meetstallen is sprake van een eventuele beïnvloeding van de ammoniak concentraties in de meetstallen door deze stallen. Hierdoor is er mogelijk een (geringe) overschatting van de stal concentratie aan NH_3 . Bij een goed functionerende gaswasser is het effect op de uittrede concentratie echter verwaarloosbaar.

Voor NH_3 zal een sensor worden ingezet die is gevalideerd volgens deel D van de richtlijnen (ref 7.); Dit betreft een DOL51 zowel aan de intrede als de uittrede van de gaswasser.

Per heden is de genoemde sensor echter nog niet gevalideerd. Er loopt in 2025 een validatieprogramma dat wordt uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en daarnaast wordt door TAUW in 2025 een validatie verricht bij een diverse varkensstallen.

Zodra de validatierapporten beschikbaar zijn worden deze ter beschikking gesteld.

Om de juiste werking van de sensoren te controleren wordt in het 1^e jaar naast een kalibratie meting na het plaatsen van sensoren nog 1 keer per jaar en bij vervolgmetingen tweemaal per jaar, een controlemeting uitgevoerd aan de sensoren. Deze controles worden door TAUW uitgevoerd.

De kwaliteitsborging van de sensoren en de debietmeting is in hoofdstuk 5 uitgewerkt.

M.b.t. de stallen worden landbouwkundige aspecten geregistreerd en in een dashboard vastgelegd.

4.3 Klimaat metingen

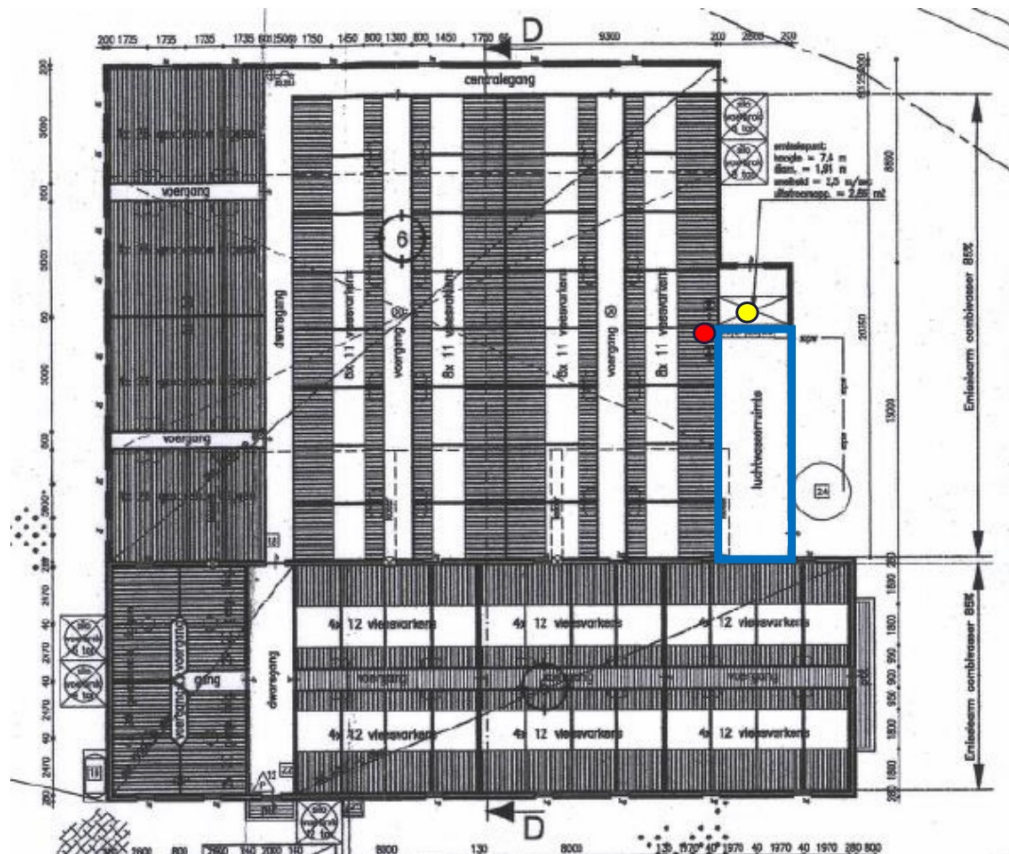
In het ventilatiekanaal en na de gaswasser zal door Devrietch een temperatuur en relatieve vochtigheidsmeting worden verricht met een DOL114 sensor.

4.4 Ventilatiemetingen

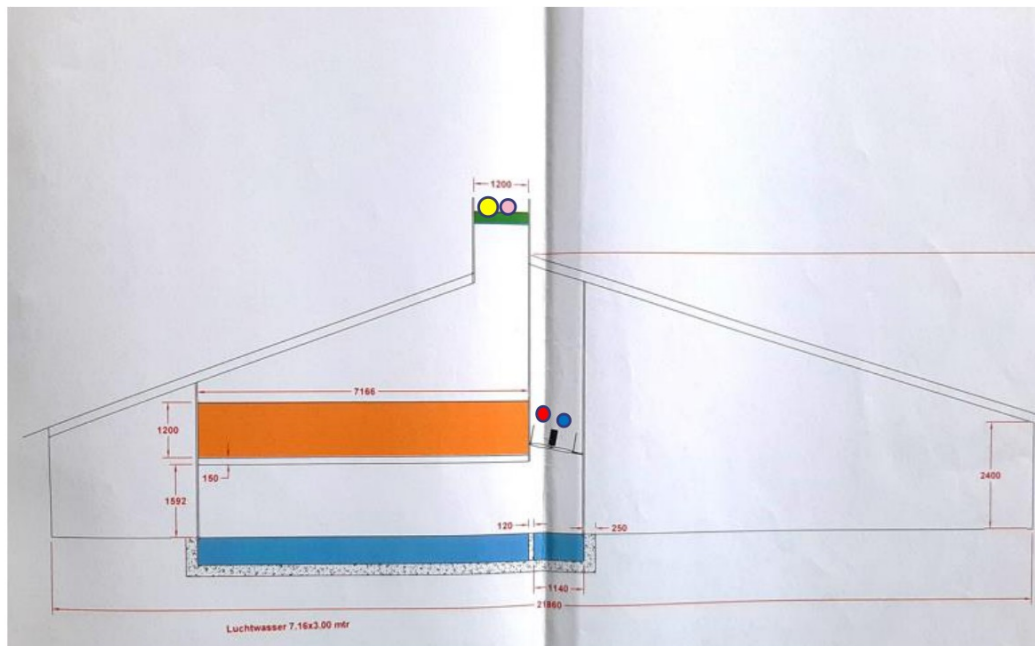
De debietregistraties van de (afzuig)ventilatoren worden door de veehouder aan Devrietech beschikbaar gesteld en door Devrietech gelogd.

4.5 Nadere beschrijving meetpunten

In figuur 4.1 en 4.2 zijn de plattegronden en doorsneden weergegeven met daarin ingetekend de meetpunten. In bijlage 7 zijn details gegeven van de plaatsing van sensoren.



Figuur4.1. Plattegrond meetstallen met gaswasser (blauw kader) en plaatsing NH_3 sensoren; aan de intrede (●) en aan de uitrede van de gaswasser (●).



Figuur 4.2. Plattegrond gaswasser met meetlocaties NH_3 (●●), RV, temperatuur sensoren voor (●) en na de gaswasser (●)

4.6 Berekening ammoniakemissie

In deze paragraaf wordt de berekening van de emissievrachten voor en na de gaswasser beschreven en de rendementsberekening.

De emissie voor de mechanisch geventileerde stallen wordt gepresenteerd in kg per dag en per jaar. De middelingstijd van de sensormeeetwaarden is 5 minuten, welke worden geaggregeerd tot uurgemiddelden op moment k:

De emissie (E_{uit_k} in kg/uur) van ammoniak aan de gaswasser uittrede wordt berekend door op moment (k) het totale ventilatiedebiet (Q_k ; m³/uur) te vermenigvuldigen met de stalluchtconcentratie aan de uittrede van de gaswasser (C_{uit_k} mg/m³). Een berekening per dierplaats is niet mogelijk omdat er zowel vleesvarkens als gespeende biggen in de stallen zijn gehuisvest.

$$E_{uit_k} \left(\frac{kg}{uur} \right) = Q_k * C_{uit_k} * \frac{1kg}{10^6 mg} \quad [1]$$

$$E_{uit_{dag}} \left(\frac{kg}{dag} \right) = E_{uit_k} \left(\frac{kg}{uur} \right) * \frac{24 \text{ uren}}{1 \text{ dag}} \quad [2]$$

De emissies op dagniveau ($E_{uit_{dag}}$) worden gesommeerd tot een jaarvracht (E_{uit_j}) volgens

$$E_{uit_j} (kg/jaar) = \sum (E_{uit_{dag}}) \quad [3]$$

De emissie (E_{in_k} in kg/uur) van ammoniak aan de wasserintrede wordt berekend door op moment (k) het ventilatiedebiet (Q_k ; m³/uur/dier) te vermenigvuldigen met de stalluchtconcentratie aan de intrede van de wasser (C_{in_k} mg/m³).

$$E_{in_k} \left(\frac{kg}{uur} \right) = Q_k * C_{in_k} * \frac{1kg}{10^6 mg} \quad [4]$$

$$E_{in_{dag}} \left(\frac{kg}{dag} \right) = E_{in_k} \left(\frac{kg}{uur} \right) * \frac{24 \text{ uren}}{1 \text{ dag}} \quad [5]$$

De emissies op dagniveau ($E_{in_{dag}}$) worden gesommeerd tot een jaarvracht (E_{in_j}) volgens

$$E_{in_j} (kg/jaar) = \sum (E_{in_{dag}}) \quad [6]$$

Het gaswasserrendement (emissiereductie ER_k ; %) wordt per dag en per jaar berekend volgens

$$ER_{dag}; \% = \frac{E_{in_{dag}} - E_{uit_{dag}}}{E_{in_{dag}}} * 100 \quad [7]$$

$$ER_j; \% = \frac{E_{in_j} - E_{uit_j}}{E_{in_j}} * 100 \quad [8]$$

5 Kwaliteitsborging sensoren en debietregistratie

5.1 Ammoniak sensor

De ammoniak sensoren die worden ingezet voldoen aan diverse kwaliteitscriteria.

Hieronder staan de verschillende stappen toegelicht. Zie ook bijlage 2 voor de toegepaste controlemiddelen.

5.1.1 Stap 1: Validatie van de sensor

Om na te gaan of een sensor geschikt is voor de omstandigheden waarin deze gebruikt gaat worden dient aangetoond te zijn dat tijdens een veldtest voldoet aan de gestelde eisen en optioneel ook onder laboratoriumomstandigheden. De testen zijn beschreven in deel D van de richtlijnen (ref 7.). De validatietest dient uitgevoerd te worden door een meetinstantie die instaat is om deze testen uit te voeren. Deze test vindt per sensor type eenmalig plaats.

5.1.2 Stap 2: Ingangscontrole van de sensor

Door TAUW wordt na aanschaf van sensoren door Devriotech die voldoen aan stap 1 een ingangscontrole gedaan. Voorafgaande aan de plaatsing worden alle sensoren gecontroleerd op juiste werking en wordt de afwijking vastgesteld tussen een referentiemiddel (kalibratiegas, en de sensor. Daarbij wordt aan controle van de nul waarde van de sensor en van een spanwaarde gedaan.

De sensoren worden beoordeeld uitgaande van de specificaties van de sensoren. Alleen indien de sensoren voldoen aan de specificaties worden ze ingezet voor de metingen.

De verkregen gegevens van de afwijking van de sensor binnen de specificaties wordt tezamen met de eerste kalibratiemetingen en vervolg controlemetingen afhankelijk van de afwijking gebruikt om de meetwaarden van de sensor te corrigeren.

Er wordt een kalibratierapport opgesteld met de resultaten van de uitgevoerde controles en kalibraties.

5.1.3 Stap 3: Controlemeting bij het plaatsen (kalibratiemeting)

Bij het plaatsen van de sensoren dienen twee zaken gecontroleerd te worden, de eerste controle betreft de monstername, de tweede controle betreft de werking van de sensor op locatie.

Bij de controle van de monstername zal nagegaan worden of de locatie waar de sensor is geplaatst voldoet aan de gestelde eisen en of deze goed functioneert.

De controle van een sensor wordt uitgevoerd door naast de sensormeting een meting in duplo uit te voeren met de standaard referentie methode (SRM), De methoden zijn beschreven in ref 7:

“Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen d.d. november 2024”; Werkgroep richtlijnen emissies veehouderij. Als alternatief kan een equivalente methode (EM) worden toegepast, gevalideerd volgens de procedure in hoofdstuk D van de voornoemde richtlijnen. Deze validatie is echter nog niet beschikbaar per maart 2025 en wordt daarom niet opgevoerd in onderhavig meetplan.

De SRM en EM voor ammoniak zijn uitgewerkt in bijlage 1. In onderhavige situatie wordt deze veldcontrole uitgevoerd aan de sensor voor de uittredende lucht en aan de sensor in de intredende lucht. De duur van de test voor de in – en uittredende lucht is 3 uur. De detectiegrens voor de SRM-methode is 0,1 mg/m³ bij deze meetduur.

Bij de controlemeting voor de sensor met de SRM-methode aan de uittredende en de intrede gasstroom wordt de lucht bemonsterd met een leiding van kunststof voorzien van een filter.

De verkregen gegevens van de afwijking van de sensor bij de kalibratiemeting wordt tezamen met de ingangscntrole meetwaarden en vervolg controlemetingen afhankelijk van de afwijking gebruikt om de meetwaarden van de sensor te corrigeren met lineaire regressie.

5.1.4 Stap 4: Periodieke controlemetingen

Om de juiste werking van de sensoren te controleren wordt in het 1^e jaar naast de controlemetingen na het plaatsen nog 1 keer per jaar en bij vervolg metingen tweemaal per jaar, een controlemeting uitgevoerd van de sensor en het bemonsteringssysteem. Deze controle is gelijk aan stap 3 voor de sensor in de uittredende lucht van de gaswasser en de intrede lucht

De verkregen gegevens van de afwijking van de sensor bij de kalibratiemeting wordt tezamen met de ingangscntrole meetwaarden en vervolg controlemetingen afhankelijk van de afwijking gebruikt om de meetwaarden van de sensor te corrigeren met lineaire regressie.

Dit geldt ook als de afwijking < 10 % en tussen de 10 en 20 % is. Als het verschil tussen de 10 en 20 % is (eventueel met een reeds eerder ingevoerde kalibratiefunctie), zal het meetsysteem op alle relevante aspecten worden gecontroleerd en zal een aanvullende SRM-meting worden uitgevoerd. Indien de afwijking 10-20 % blijft na deze SRM-meting zal een functie worden ingevoerd.

Wanneer echter het verschil tussen sensor en SRM-waarde groter is dan 20% van de SRM-waarde wordt de sensor vervangen. Hierna wordt opnieuw een SRM-meting uitgevoerd.

5.1.5 Stap 5 Controle op drift op basis van data-analyse en periodieke metingen

Gedurende meetduur van het project wordt de drift van sensoren gecontroleerd door middel van de controlemetingen in stap 4.

Indien er een drift is geconstateerd gelden de acties zoals beschreven onder stap 4.

5.1.6 Vervanging sensorelementen en eindcontrole

De sensoren worden permanent geplaatst. Indien de sensoren te veel drift vertonen of op een andere wijze onjuist functioneren worden de elementen vervangen. Het vervangen van de elementen zal plaats vinden tijdens het reguliere onderhoud waarna altijd controlemetingen dienen te worden uitgevoerd. Na vervanging zullen de NH₃ sensoren in het laboratorium worden gecontroleerd op drift, op een wijze zoals beschreven bij de ingangscntrole. De verkregen gegevens worden afhankelijk van de afwijking gebruikt om de meetwaarden te corrigeren met lineaire regressie.

5.2 Debieten

De ventilatiedebieten worden door TAUW tweemaal per jaar gecontroleerd middels vergelijkende debietmetingen aan de drie frequentie gestuurde ventilatoren voor de gaswasser door middel van

een gekalibreerde TAUW-metwaaier (zie bijlage 1). De TAUW-metwaaier wordt boven de aanwezige (ventilatoren geplaatst).

De TAUW-metwaaier heeft dezelfde diameter als de ventilatiekokers van de afzuigventilatoren en wordt luchtdicht aan de ventilatiekokers bevestigd.

5.3 Meetonnauwkeurigheid

In bijlage 3 is een uitwerking gegeven van de meetonnauwkeurigheid van de gebruikte methode(n).

6 Controle op volledigheid, kwaliteit en consistentie

De meetwaarden (alle geproduceerde uurgemiddelde concentratie meetwaarden, ventilatiedebieten, temperaturen en berekende emissiewaarden) worden na elk kwartaal gecontroleerd op volledigheid, kwaliteit en consistentie.

Verdachte waarden kunnen onder andere worden opgespoord met een uitbijtertoets. TAUW hanteert de boxplot-methode met driemaal de interkwartiel-afstand als maat voor uitbijters.

Voor alle verdachte waarnemingen geldt dat zij zullen worden onderworpen aan een controle op technische storingen of menselijke fouten in metingen en/of verdere processtappen. Bedacht moet echter worden dat verdachte waarnemingen, waaronder uitbijters, in werkelijkheid tot de normale variatie kunnen behoren omdat metingen doorgaans plaatsvinden onder (semi-)praktijk-omstandigheden met alle invloeden en variaties van dien.

Verdachte waarnemingen worden uitsluitend geëxcludeerd voor verdere verwerking, analyse en rapportage wanneer deze aantoonbaar het gevolg zijn van technische storingen of menselijke fouten in de metingen en/of verdere processtappen. Deze waarden zullen in het meetrapport worden opgenomen, en de reden voor exclusie wordt beargumenteerd.

7 Uitval meetdata

Door o.a. storingen in dataoverdracht, stroomstoringen, onderhoud is het mogelijk dat er tijdelijk geen data beschikbaar zijn. Daarnaast kan het noodzakelijk zijn om data te verwijderen na de uitbijteranalyse zoals hiervoor beschreven.

Op basis van de emissiedata worden gemiddelden op dagniveau berekend waarbij tenminste voor 80% van de uren per dag (19 van de 24 uren) valide meetdata beschikbaar zijn. Dagen met minder dan 19 uren aan emissiedata worden uitgesloten voor verdere dataverwerking en gelden als dagen met een ontbrekende emissiewaarde.

Voor het berekenen van de totale jaaremisse dienen voor tenminste 80% van de dagen (292 van de 365 dagen per jaar) valide meetdata beschikbaar te zijn.

Dagen zonder valide meetdata kunnen bestaan uit:

- dagen waarvan meetdata ontbreekt of is uitgesloten ten gevolge van technische storingen of menselijke fouten in de metingen en/of verdere processtappen;
- dagen waarvan meetdata is uitgesloten omdat voor minder dan 19 van de 24 uren (80%) valide meetdata beschikbaar zijn.

Voor dagen zonder valide meetdata over een periode van maximaal 7 aaneengesloten dagen zal de emissie worden geschat door lineair interpoleren tussen de laatste dag vóór en eerste dag na de periode zonder meetdata. Bij 8 of meer aaneengesloten dagen zonder valide meetdata zal een worst-case waarde voor de ontbrekende dagemissies worden ingevuld. Voor elke ontbrekende dag zal in dat geval de 95-percentielwaarde uit de dagemissies van het achterliggende jaar worden ingevuld. Wanneer er zich een periode zonder valide meetdata van 8 aaneengesloten dagen of langer voordoet tijdens het eerste jaar, wanneer er dus nog geen volledig jaar aan historische data bestaat, zullen de ontbrekende dagen worden ingevuld nadat er een jaar aan data is gerealiseerd.

De totale stal- of bedrijfsemissie wordt gerapporteerd voor alle 365 dagen in het jaar, op basis van valide gemeten en geïnterpoleerde waarden.

8 Dataverwerking en rapportage

8.1 Dataverwerking

De sensordata wordt afhankelijk van de situatie draadloos of gedraad naar een gateway geleid en tezamen met data van de veehouder (landbouwkundige data) zoals dieraantallen, diergewichten, verzameld. De dataopslag is beveiligd.

Ruwe data worden ook opgeslagen in Cloud van leverancier (volt, ampere en puls signalen)

Devrietch beheert ruwe data en de gepresenteerde data ten minste 10 jaar.

Er zijn controles mogelijk door analyse van trends en alarm instellingen op meetwaarden.

De veehouder dient landbouwkundige op te geven aan Devrietch (regime max om de 2 weken). Vanuit Devrietch zal een check op deze invoer worden gedaan.

Na het aanleveren van de gegevens door de veehouder, worden de resultaten van de periode voorafgaande aan de invoer gevalideerd.

De gemeten en berekenende emissie gerelateerde parameters kunnen online worden opgehaald door de veehouder. Dit betreft:

- Gevalideerde NH₃ concentraties en debieten
- Temperatuur, relatieve vochtgehalte
- Gevalideerde berekende emissie: momentopname en voortschrijdende gemiddelde over zelfgekozen periode van emissie in kg/jaar

8.2 Rapportage

Emissie gegevens zullen uiteindelijk in een jaar meetrapport worden gepresenteerd.

Per kwartaal wordt een tussentijdsrapport opgesteld.

Het kwartaalrapport omvat onder andere:

- kwartaal gemiddelde emissie in kg/jaar alsmede zo mogelijk een voorspellende waarde voor de jaaremissie uitgaande van emissieprognoses voor het staltype en stalsysteem
- -grafische weergave ammoniakemissie in kg/jaar
- stal- en buitenluchttemperatuur
- ijk en validatiegegevens
- gemiddelde zoötechnische gegevens
- het rendement van de gaswasser

Het jaarrapport omvat onder andere:

- meetplan
- stalomschrijving
- jaaremissie in kg/jaar
- meetresultaten: grafische weergave ammoniakemissie en jaaremissie in kg/jaar
- berekeningswijze
- ijk en validatiegegevens
- stal en buitenluchttemperatuur
- gemiddelde zoötechnische gegevens.

- het rendement van de gaswasser in relatie tot de pH, geleidbaarheid, spuiwaterproductie, drukval over filterpakket en elektriciteitsverbruik van de waswaterpomp
- resultaten en beoordeling spuiwateranalyse op NO_3 , NO_2 en NH_3
- Statistische gegevens met betrekking tot de meetdata (dagwaarden)
- Uitbijter analyse
- Gegevens met betrekking tot de gebruikte data (uur en dag waarden)

Bijlage 1 SRM-meetmethoden

SRM NH₃

Natchemische metingen worden uitgevoerd conform NEN 2826.

Er worden daarbij 3 impingerflessen in serie geplaatst met de derde fles als doorslag. De eerste twee flessen worden apart geanalyseerd van de doorslag. De meting wordt in duplo uitgevoerd. De analyses worden verricht in een geaccrediteerd laboratorium. Alle meetresultaten worden gerapporteerd.

De in te zetten pomp betreft een pomp met een flow van ca. 3 l/min.

De detectiegrens is 0,1 mg/m³ bij een monsterduur van 3 uur.

SRM-debiet

De kalibratie en controlemetingen voor debiet worden uitgevoerd met een gekalibreerde meetwaaier aan de in paragraaf 2.2.2 beschreven ventilatoren. Deze controles worden uitgevoerd gedurende circa 30 minuten per ventilator bij 3 ventilatorfrequenties behorende bij 30, 50 en 70 % van volle capaciteit.

De TAUW-meetwaaier wordt eenmaal per jaar gekalibreerd in een windtunnel.

Bijlage 2 Controles

NH ₃	Stal sensor intrede gaswasser	Stal sensor uittrede gaswasser
Ingangscontrol	IJkgas en nul (4 niveaus: 0, 10, 25 en 40 ppm))	IJkgas en nul (4 niveaus: 0, 3, 6 en 10 ppm))
1 ^e controle na een week in veld veld=kalibratiemeting	stallucht, 1*3 uur vergelijking met natchemie samen met ingangscontrol 5 niveaus)	stallucht, 1*3 uur vergelijking met natchemie samen met ingangscontrol 5 niveaus)
2 ^e controle na 6 maanden	stallucht, 1*3 uur vergelijking met natchemie	stallucht, 1*3 uur vergelijking met natchemie
Nacontrole/control bij vervanging	IJkgas en nul (4 niveaus: 0, 10, 25 en 40 ppm)	IJkgas en nul (4 niveaus: 0, 3, 6 en 10 ppm)

De ijkassen voor NH₃ hebben een onnauwkeurigheid van 2 %

Concentraties:

Iedere sensor heeft een eigen meetbereik. Vaak is dit veel hoger dan nodig is om te kunnen meten. Om de pieken te kunnen bepalen stellen we voor dat een sensor ten minste 4 x de te verwachten concentratie moet kunnen meten indien dit binnen het meetbereik valt, we noemen dit het geldigheidsgebied. Het geldigheidsgebied is nooit groter dan het meetbereik. Metingen die uitgevoerd worden binnen dit geldigheidsgebied dienen als betrouwbare meetwaarden te worden gezien.

De laagste spanwaarde is 0, de hoogste spanwaarde is ten minste 80% van de te verwachten concentratie (zie onderstaande tabel).

Keuze span op basis van te verwachten concentraties en geldigheidsgebieden

	Concentratie NH ₃ intrede gaswasser [ppm]	Concentratie NH ₃ uittrede gaswasser [ppm]
Te verwachten concentratie	16	1-3
Meetbereik AMS	0 - 50	0 - 50
Geldigheidsgebied	0 - 50	0 - 12
Voorgestelde spanwaarde	40	10

Criteria voor juiste werking sensor

De TAUW criteria zijn als volgt voor het voldoen aan de **ingangsccontrole**

Bij NH₃ meetwaarden nulniveau; verschil tussen SRM en sensor < 0,3 ppm;

Bij NH₃ meetwaarden spangas; verschil tussen SRM en sensor < 10 %

Deze 10 % is vastgesteld op basis van de fout van de sensormeting (10 %) en het spangas (2 %).

De TAUW criteria zijn als volgt bij **een kalibratiemeting en een periodieke controle**

Bij NH₃ meetwaarden < 1,5 ppm; verschil tussen SRM en sensor < 0,5 geen correctie met een functie en bij verschil > 0,5 ppm corrigeren met $y=ax+b$.

Bij NH₃ meetwaarden > 1,5 ppm; verschil tussen SRM en sensor < 20 % corrigeren met $y=ax+b$.

Bij verschil tussen SRM en sensor > 20 % afkeur sensor.

Deze 20 % is vastgesteld op basis van de fout van de sensormeting (10 %) en de natchemische SRM bepaling (17 %).

Controle voor Drift

Het bepalen van de drift van de sensoren gedurende de looptijd van het project is lastig aangezien er niet gewerkt wordt met een kalibratiegas in het veld. Hierdoor is het niet mogelijk om het verloop van de sensor exact vast te stellen. Doordat er wel wordt gecontroleerd op de juiste werking van de sensoren door middel van vergelijkende metingen is dit niet noodzakelijk om aan te kunnen tonen dat het AMS goed functioneert. Immers als er sprake is van drift zal de sensor niet voldoen aan de gestelde criteria.

Na afloop van de metingen wordt tijdens de eindcontrole wel gewerkt met kalibratiegassen en hierdoor kan de drift worden berekend.

TAUW hanteert de onderstaande criteria voor de drift na implementatie van eventuele kalibratiefuncties:

Drift < 20%, geen actie nodig

Drift ≥ 20% afkeur metingen

Bijlage 3 Meetonzekerheid

De meetonzekerheid geeft de onzekerheid van een gemeten waarde van een bepaalde grootte aan. Elke uitgevoerde meting heeft een bepaalde mate van onzekerheid. Bij elke meting wordt getracht de 'ware' waarde te bepalen. De gemeten waarde is echter altijd een benadering van deze ware waarde. Zodoende bestaat het resultaat van elke meting uit de gemeten waarde en de onzekerheid van deze gemeten waarde. In deze bijlage staan de meetonzekerheden vermeld van de metingen die door Devrietechniek worden uitgevoerd.

Voor de onderstaande parameters heeft TAUW de meetonzekerheden bepaald aan de hand van validatie onderzoek dan wel uit specificaties van gevalideerde sensoren. In tabel B4.2 zijn voor deze parameters de meetonzekerheden opgenomen.

Tabel B4.1 Meetonnauwkeurigheid

Parameter	Meetprincipe	Meetonnauwkeurigheid op meetwaarde
Ammoniak (NH ₃)	Elektrochemisch	10 %
Debiet	meetwaaier	16 %

De totale meetonnauwkeurigheid is de wortel van de som van de meetonnauwkeurigheden in het kwadraat.

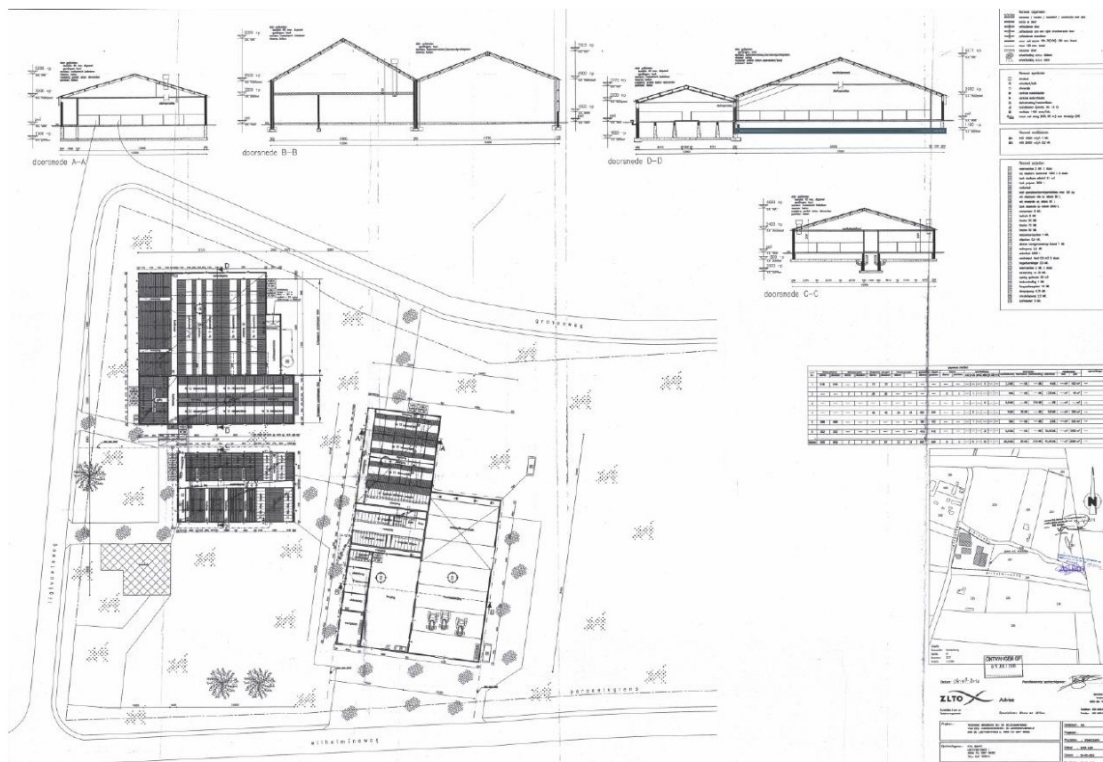
Tabel B4.2 Totale Meetonnauwkeurigheid

Parameterfout	Meetonnauwkeurigheid emissiefactorbepaling
Meetfout ammoniak	10 %
Meetfout debiet	16 %
Totale fout	$(10^2 + 16^2)^{0,5} = 19 \%$

Bijlage 4 Referenties

1. Ogink et al., 2017. Protocol voor meting van ammoniakemissie uit huisvestingssystemen in de veehouderij 2013a. Rapport 1032 Wageningen UR Livestock Research.
2. Van Ouwerkerk, E.N.J., red., 1993. Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Werkgroep 'Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen'. Uit: Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16. Wageningen DLO. IMAG-DLO rapport 0060.
3. Mosquera et al, 2019, Determination of ammonia concentrations in air from livestock housing systems).
4. Werkgroep richtlijnen emissies veehouderij; november 2024; "Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen
5. Winkel et al, 2010, Maatregelen ter vermindering van de fijnstof emissie uit de pluimveehouderij.
6. Vito, 2023, NH₃ rendementsbepaling van luchtwassers bij stalsystemen

Bijlage 5 Milieutekening en schets regelkleppen









Milieutekening



Schets regelkleppen

Bijlage 6 Verdeling homogeniteitstest

*Gelijkmatige verdeling van de monsternemingspunten over het oppervlak van de gaswasser
(bron: ref 6)*

Bijlage 7**Foto's****Meetpunten**

Fotoa B7.1 Afzuigkanaal boven afzuigventilatoren met plaatsing sensor (●)



Foto B7.2 Toegangsluik na ventilatoren, filterpakket zit hierboven

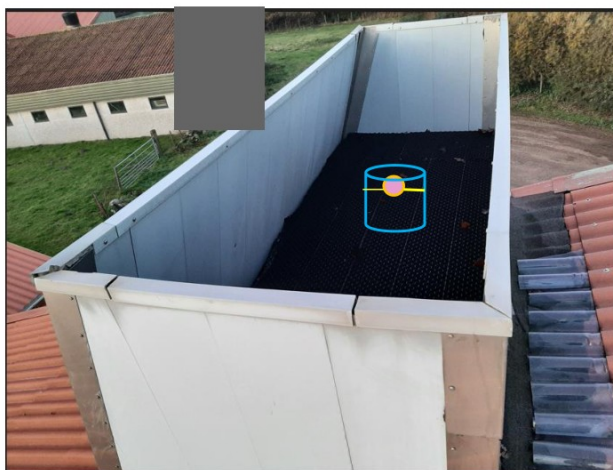


Foto B7.3 Uitlaat gaswasser met zicht op druppelvanger met plaatsing sensor(●).

De sensor na de gaswasser worden geplaatst in een meetkoker die bij een homogene gasstroom in het midden van het uitstroomoppervlak op het druppelvangerpakket wordt gezet. De meetkoker heeft een diameter van 40 cm en een hoogte van 50 cm. De sensor wordt op 10 cm boven de druppelvanger gehangen aan een draadeinde. Op deze wijze wordt windinvloed vermeden.

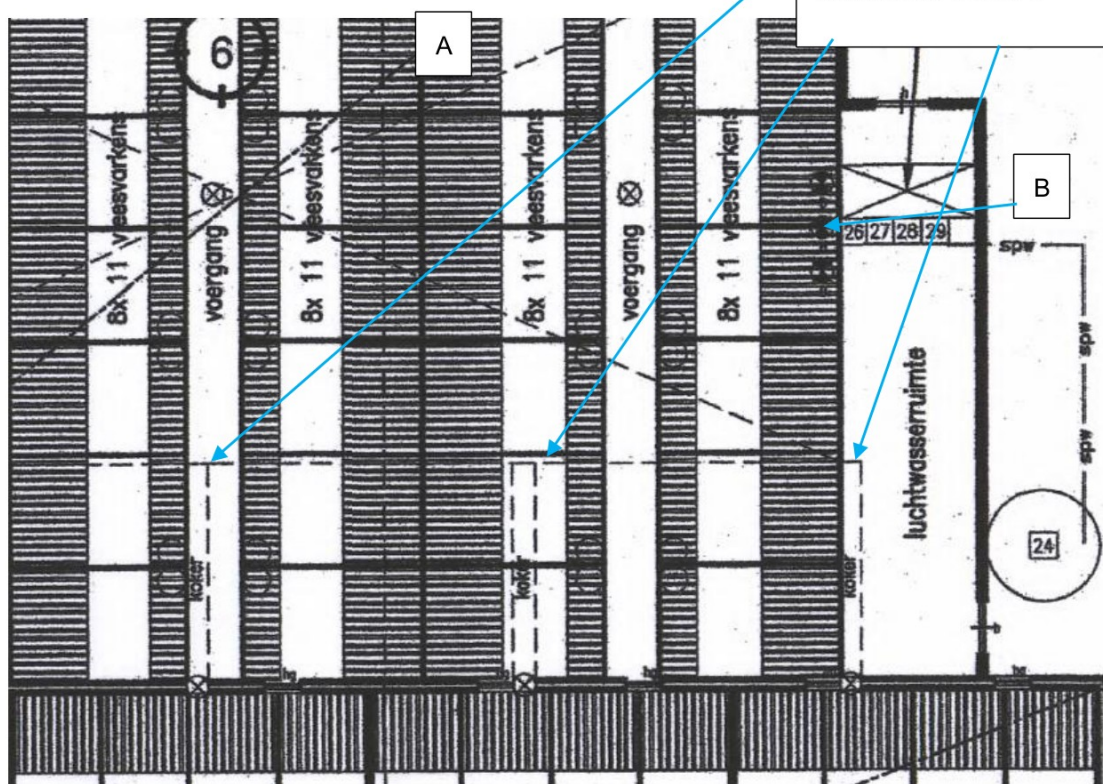
Ventilatie

B7.4 Regelklep stal 5





Foto B7.5 Regelkleppen stal 6



Verbindingen
luchtstroom stal 5 naar
luchtkanaal boven 6

Schets B7.1 Verbindingen luchtstroom stal 5 naar luchtkanaal boven 6



Foto B7.6 .Luchtkanaal boven stal 6 beeld gezien vanuit A



Foto B7.7 Verbinding naar afzuigventilatoren naar gaswasser ter plaatse van B



Foto B7. 8 Afzuigventilatoren gaswasser ter plaatse van B