

Continu meten Noord-Brabant
Brabants Meetvoorschrift

Datum
6 maart 2024

Project	Continu meten Noord-Brabant
Opdrachtgever	Provincie Noord-Brabant
Document	Brabants Meetvoorschrift
Status	Concept 03
Datum	6 maart 2024
Referentie	137131/24-
Projectcode	137131
Projectleider	Dr.ir. A.C. de Niet
Projectdirecteur	Ir. J.L. Dierx
Auteur(s)	H.A. de Jonge MSc, I.T.F. Konter MSc
Gecontroleerd door	Dr.ir. A.C. de Niet
Goedgekeurd door	Dr.ir. A.C. de Niet
Adres	Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. Leeuwenbrug 8 Postbus 233 7400 AE Deventer +31 (0)570 69 79 11 www.witteveenbos.com KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veelelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Achtergrond	4
1.2	Doel	4
1.2.1	Doel van het meetvoorschrift	4
1.2.2	Doel van de metingen	5
2	Stappenplan in hoofdlijnen	6
3	Toelichting stappenplan	7
3.1	Vorbereiding	7
3.1.1	Provincie Noord-Brabant stelt stalfactsheet op	7
3.1.2	Meetinstantie voert locatiebezoek uit	7
3.1.3	Meetinstantie en veehouder maken afspraken over levering van benodigde productieparameters	8
3.1.4	Meetinstantie kiest sensoren die geschikt zijn om te meten	8
3.1.5	Meetinstantie stelt meetplan op	9
3.1.6	Provincie Noord-Brabant controleert meetplan	9
3.1.7	Meetinstantie verwerkt eventuele feedback	9
3.1.8	Provincie Noord-Brabant keurt het meetplan goed	10
3.2	Sensoren installeren	10
3.2.1	Meetinstantie stelt sensoren beschikbaar gedurende het meetproject	10
3.2.2	Meetinstantie zorgt voor kalibratie van sensoren voor juist meetbereik	10
3.2.3	Meetinstantie installeert meetopstelling volgens meetplan	11
3.2.4	Meetinstantie controleert werking van sensoren na installatie	11
3.2.5	Meetinstantie levert verslag van meetinstallatie	12
3.3	Beheer en onderhoud tijdens het meten	12
3.3.1	Meetinstantie voert tijdens de pilot referentiemetingen uit	12
3.3.2	Meetinstantie en veehouder verzamelen (extra) productieparameters tijdens referentiemeting	12
3.3.3	Meetinstantie berekent meetonnauwkeurigheid	12
3.3.4	Meetinstantie vervangt of reinigt sensor indien nodig	13
3.3.5	Meetinstantie voert onderhoud uit	13
3.3.6	Meetinstantie houdt logboek van wijzigingen bij	14
3.4	Productieparameters	14
3.4.1	Meetinstantie en veehouder verzamelen productieparameters	14
3.5	Dataverwerking en ontsluiting via dashboard	15
3.5.1	Meetinstantie verwerkt de data in dashboard	15
3.5.2	Meetinstantie verwerkt wekelijks productieparameters	15
3.5.3	Meetinstantie berekent emissievracht	15
3.5.4	Meetinstantie beveiligt gegevens in dashboard en beheert toegang	16
3.5.5	Maandelijks rapportage	16
3.6	Project afronden	16
3.6.1	Meetinstantie overlegt met provincie over afronding	16
3.6.2	Meetinstantie voert meetopstelling uit stal af	17
3.6.3	Meetinstantie levert eindrapport op	17
Bijlage(n)	18	
Bijlage: Benodigde productieparameters per staltype en diercategorie		18

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De provincie Noord-Brabant gaat als pilot (continu) emissiemetingen uitvoeren bij 25 veehouderijbedrijven. Het achterliggende doel van de provincie is toewerken naar vergunningverlening op basis van doelvoorschriften. In een dergelijk doelvoorschrift kan dan een maximale emissie van bepaalde stoffen opgenomen worden, behorende bij een vergunde activiteit. Om tot een goede bepaling van de emissies van methaan en ammoniak te komen, is het van groot belang dat de metingen correct worden uitgevoerd volgens bestaande protocollen en normen voor het (continu) meten en monitoren.

Wageningen Livestock Research (WLR), de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), het Vlaamse Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) en de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) werken in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij (LNV), het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) aan het opstellen van een landelijk meetprotocol voor onder andere het continu meten en monitoren van emissies in de veehouderij. De eerste versie van de Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen¹ (hierna: “landelijk meetprotocol”) is gereed. Het landelijk meetprotocol is generiek geformuleerd, zodat het breed toepasbaar is in de veehouderij.

In Noord-Brabant is behoefte aan een praktische vertaling van het meetprotocol naar concrete werkstappen voor de uitvoering van de emissiemetingen bij veehouderijen in Noord-Brabant. Met dat doel is dit document, het Brabants Meetvoorschrift, opgesteld. Dit meetvoorschrift bevat het stappenplan voor het uitvoeren van continue emissiemetingen in een stal. De verantwoordelijkheden van de provincie, de omgevingsdienst, de veehouder en de meetinstantie zijn erin beschreven. Voor het opstellen zijn de bestaande meetprotocollen en NEN-normen bestudeerd en verschillende stakeholders geïnterviewd: leveranciers van meetinstallaties, veehouders, vakspecialisten op het gebied van sensormetingen, experts van WLR, medewerkers van de omgevingsdiensten en de regionale en landelijke overheid.

Het Brabants Meetvoorschrift is in ontwikkeling. Deze eerste versie van het meetvoorschrift zal worden gebruikt voor de uitvoering van de metingen bij de 25 pilots in Noord-Brabant. Bij uitvoering van deze pilots komen ongetwijfeld onvolkomenheden aan het licht: onhaalbare eisen vanuit het meetprotocol en de NEN-normen die van toepassing zijn verklaard, voorschriften die in de praktijk niet goed uitvoerbaar zijn, onhandige keuzes in de vastlegging of omissies in de formulering van de werkstappen. De pilots zijn er juist voor bedoeld om die aan het licht te brengen, zodat die kunnen worden aangepast in de volgende versie van het Brabants meetvoorschrift en eventueel het landelijke meetprotocol.

1.2 Doel

1.2.1 Doel van het meetvoorschrift

De provincie Noord-Brabant heeft het volgende voor ogen met dit meetvoorschrift:

¹ Brusselman, E., Hensen, A., Laanen, L., Mosquera, J., Ogink, N., Otten, G., Verfaillie, A., Vonk, J., Winkel, A., & van Dinther, D. (2024). Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen: Guidelines for determination of emissions from livestock barns. (Rapport / Wageningen Livestock Research; No. 1470). Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18174/646830>

1. duidelijkheid geven over het proces van continu meten van emissies van ammoniak (NH₃), methaan (CH₄) en koolstofdioxide (CO₂) in stallen in Noord-Brabant;
2. voorschrijven van een vaste werkwijze, zodat het geen verschil maakt welke meetinstantie metingen uitvoert;
3. controleerbaar maken dat de metingen en het bepalen van de emissie volgens de voorgeschreven werkwijze worden uitgevoerd;
4. eisen stellen aan de kwaliteit van de metingen in stallen;
5. borgen dat de data goed ontsloten is voor de veehouder en de provincie.

1.2.2 Doel van de metingen

Het uiteindelijke doel van het meten van emissies is het mogelijk maken van het verlenen van vergunningen op doelvoorschriften. De pilots draaien echter in eerste instantie om het opdoen van ervaringen met continu meten en het bepalen van emissies in verschillende typen stallen en hiervan leren. Daarbij ligt de focus op het ondervinden van de keuzes en moeilijkheden die optreden voor het kunnen controleren van een (toekomstig) doelvoorschrift op emissies van de stal.

Op dit moment zijn er veel onduidelijkheden met betrekking tot de effectiviteit van emissiearme huisvestingssystemen. Het meten van verschillende huisvestingssystemen in verschillende sectoren kan verschillende inzichten geven met betrekking tot de werking van de emissiearme huisvestingssystemen.

Behalve de emissiearme huisvestingssystemen zijn invloeden van de bedrijfsvoering ook belangrijk. Door continu te meten kan de veehouder inzicht krijgen in de invloed die hij/zij kan hebben op de uitstoot met betrekking tot aspecten in de bedrijfsvoering. De veehouder krijgt de mogelijkheid de bedrijfsvoering aan te passen om emissies naar de buitenlucht te beperken.

Aan de hand van de uitgevoerde metingen kan een jaarvracht bepaald worden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van berekeningen die te vinden zijn in paragraaf C6.3 van het landelijk meetprotocol, in combinatie met de CIGR-rekenregels² voor het berekenen van het ventilatiedebiet bij natuurlijk geventileerde stallen.

De meetinstanties dienen de continue data beschikbaar te stellen in een online dashboard dat toegankelijk is voor de veehouder en de provincie. Hierin moeten tenminste de gemeten waarden zichtbaar zijn, en moet een overzicht met daggemiddelden gegeven worden. Ook moet de berekende emissievracht getoond worden in het dashboard.

Daarnaast zal er een centraal dashboard komen voor de provincie, waarin de geanonimiseerde data overzichtelijk samengevat weergegeven wordt en zodat patronen in emissie en beschikbaarheid inzichtelijk zijn. De data voor het centrale dashboard wordt met API-toegang door de meetinstanties beschikbaar gesteld aan de beheerder van het centrale dashboard.

² Pedersen, S., & Sällvik, K. (2002). CIGR 4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses Heat and moisture production at animal and house levels. *International Commission of Agricultural Engineering: Aarhus, Denmark*.

2 Stappenplan in hoofdlijnen

Onderstaand stappenplan geeft een globaal overzicht van de stappen die zijn voorgeschreven bij continu metingen aan stallen in de provincie Noord-Brabant. Stappen 1 en 2 dienen voorafgaand aan het meten te worden uitgevoerd. Stappen 3 tot en met 5 dienen continu herhaald te worden gedurende de looptijd van de continue metingen. Tot slot bevat stap 6 de stappen die moeten worden uitgevoerd aan het eind van de meetperiode. In hoofdstuk 3 worden alle benoemde stappen verder toegelicht.

Het is belangrijk om elke genomen stap goed te documenteren. Voor deze pilot vooral om uit te leren, en om bij te dragen aan de mogelijkheid van het verlenen van een vergunning op basis van doelvoorschrift.

De stappen zijn:

1. voorbereiding;
 - provincie Noord-Brabant stelt stalfactsheet op;
 - meetinstantie voert locatiebezoek uit;
 - meetinstantie en veehouder maken afspraken over levering van benodigde productieparameters;
 - meetinstantie kiest sensoren die geschikt zijn om te meten;
 - meetinstantie stelt meetplan op;
 - provincie Noord-Brabant controleert meetplan;
 - meetinstantie verwerkt eventuele feedback;
 - provincie Noord-Brabant keurt meetplan goed;
2. sensoren installeren;
 - meetinstantie stelt sensoren beschikbaar gedurende meetproject;
 - meetinstantie zorgt voor kalibratie van de sensoren voor juist meetbereik;
 - meetinstantie installeert sensoren volgens meetplan;
 - meetinstantie controleert werking van sensoren na installatie;
 - meetinstantie levert verslag van de installatie;
3. beheer en onderhoud tijdens het meten;
 - meetinstantie voert tijdens pilot referentiemetingen uit;
 - meetinstantie en veehouder verzamelen (extra) productieparameters tijdens referentiemeting;
 - meetinstantie berekent meetonnauwkeurigheid;
 - meetinstantie vervangt of reinigt sensor indien nodig;
 - meetinstantie voert onderhoud uit;
 - meetinstantie houdt logboek van wijzigingen bij;
4. productieparameters;
 - meetinstantie en veehouder verzamelen productieparameters;
5. dataverwerking en ontsluiting via dashboard;
 - meetinstantie verwerkt continue ruwe meetgegevens in dashboard;
 - meetinstantie verwerkt wekelijks productieparameters in dashboard;
 - meetinstantie berekent emissievracht;
 - meetinstantie beveiligd gegevens in dashboard en beheert toegang;
 - meetinstantie levert maandelijkse rapportage op aan provincie;
6. project afronden;
 - meetinstantie overlegt met provincie over afronding;
 - meetinstantie voert meetopstelling uit stal af;
 - meetinstantie levert eindrapport op.

3 Toelichting stappenplan

3.1 Voorbereiding

Onderstaande stappen beschrijven het proces dat vooraf dient te gaan aan het continu meten van emissieconcentraties in stallen.

3.1.1 Provincie Noord-Brabant stelt stalfactsheet op

De provincie Noord-Brabant beslist welke veehouders en stallen in aanmerking komen voor deelname aan de pilot. Daarbij dient onder andere rekening gehouden te worden met de bemeetbaarheid van de stal.

Wanneer een stal geselecteerd is om bemeten te worden, stelt de provincie een zogenaamde stalfactsheet op. Deze factsheet bevat gegevens over de stal, die bekend zijn bij de provincie. Deze informatie deelt de provincie met de meetinstantie. De factsheet bevat tenminste de volgende gegevens:

- de diercategorie;
- de te bemeten stof(fen);
- de te bemeten stal(len);
- een inschatting over de bemeetbaarheid van de stal;
- de bij de provincie bekende gegevens van de te bemeten stal(len);
- eventuele aandachtspunten die in het meetplan naar voren dienen te komen.

Voor de te bemeten stoffen stelt de provincie verder vast welke andere parameters en metingen er nodig zijn naast concentraties van stoffen, om de emissieberekeningen goed uit te kunnen voeren.

3.1.2 Meetinstantie voert locatiebezoek uit

Om een goed beeld te krijgen van de locatie en de zaken waar rekening mee gehouden zal moeten worden bij het meten van emissies, voert de meetinstantie een locatiebezoek uit. Tijdens dit locatiebezoek zijn een aantal zaken van belang:

- kloppen de gegevens op de stalfactsheet? (zie stap 3.1.1);
- wat is het type stal dat moet worden bemeten?
- kan de stal representatief bemeten worden?
- zijn er aandachtspunten die het meten in deze stal bemoeilijken?
- welke diersoort is aanwezig in de stal?
- is er sprake van mechanische ventilatie? Zo ja, zijn debietmetingen beschikbaar van de ventilatoren?
- waar bevinden zich de luchtinlaten en luchtuitlaten van de stal?
- zijn er om de stal heen mogelijk verstorende bronnen? Productiefactoren als weidegang, mestrobots, nageschakelde technieken dienen in beeld gebracht te worden;
- is het mogelijk de achtergrondconcentratie representatief te bemeten? Zo ja, waar?
- waar kunnen de sensoren, verzamelleidingen, meetbuis en aanzuigpunten geplaatst worden?
- heeft de veehouder specifieke wensen of eisen waar rekening mee gehouden dient te worden?

De bevindingen van het locatiebezoek ten aanzien van bovenstaande punten worden vastgelegd in een verslag van het locatiebezoek. Het verslag bevat ook foto's van de locatie en van de stal die wordt bemeten. Het verslag wordt als bijlage in het meetplan (zie stap 3.1.5) opgenomen.

3.1.3 Meetinstantie en veehouder maken afspraken over levering van benodigde productieparameters

Om de emissieberekeningen uit te kunnen voeren aan de hand van de gemeten concentraties, zijn een aantal productieparameters nodig. De benodigde parameters verschillen per staltype en diercategorie. Bijlage 1 bevat de benodigde productieparameters in elke situatie.

Voor elke van toepassing zijnde productieparameter uit deze lijst dient de wijze en regelmaat van verzamelen gedocumenteerd te worden. In bijlage 1 is voor elke productieparameter opgenomen hoe vaak deze (ten minste) verzameld dient te worden. Indien de meetinstantie of de veehouder van dit voorschrift wil afwijken, dient dit onderbouwd te worden in het meetplan (zie stap 3.1.5). Indien mogelijk, dienen productieparameters automatisch opgehaald te worden.

Als voor één of meerdere van de productieparameters geldt dat deze niet bemeten wordt, kan in een aantal gevallen gebruik gemaakt worden van een standaard waarde (dit geldt bijvoorbeeld voor 'energiewaarde voer'). Indien gebruik gemaakt wordt van een standaardwaarde, dient dit in het meetplan onderbouwd te worden.

Naast de productieparameters genoemd in bijlage 1, dienen ook de landbouwkundige randvoorwaarden bijgehouden te worden, indien deze van toepassing zijn. De volgende randvoorwaarden dienen verzameld te worden (de verzamelfrequentie staat genoemd tussen haakjes):

- Weidegang/uitloop van dieren (dagelijks, de precieze momenten dat waarop de dieren niet in de stal zijn);
- Moment van verwijderen van mest (bij gebeurtenis);
- Start- en eindgewicht dieren (bij brengen of ophalen van dieren);
- Gemiddeld watergebruik (bij veranderingen);
- Voersamenstelling (bij veranderingen);
- Ureumgehalte melk (bij veranderingen);
- Melkvetgehalte (bij veranderingen);
- Melkeiwitgehalte (bij veranderingen);
- Voergift (bij veranderingen);
- Dag in de ronde (Wekelijks en bij aankomst en vertrek van dieren).

Als voor één of meerdere randvoorwaarden geldt dat momenteel geen informatie beschikbaar is, kan in overleg met de provincie Noord-Brabant besloten worden om een bepaalde randvoorwaarde niet bij te houden.

De verzamelde productieparameters en landbouwkundige randvoorwaarden dienen (minimaal) wekelijks verwerkt te worden in het dashboard en opgeleverd te worden aan de beheerder van het centrale dashboard.

De meetinstantie stemt de gewenste verzamelmethode af met de veehouder, om de haalbaarheid van de methoden te waarborgen.

3.1.4 Meetinstantie kiest sensoren die geschikt zijn om te meten

Tabel 2.1 in deel D van het landelijk meetprotocol toont per diercategorie en per te meten stof de eisen die van toepassing zijn op de sensor die gebruikt gaat worden om in de betreffende situatie de betreffende stof te meten. Op basis van deze eisen dient de sensor(en) gekozen te worden die in de stal de emissies zal gaan meten.

De sensor dient geschikt te zijn om ten minste iedere 5 minuten een waarde te kunnen meten.

In het meetplan (zie stap 3.1.5) dient de keuze voor specifieke sensoren onderbouwd te zijn met informatie vanuit de leverancier of situaties uit de praktijk waarin gebleken is dat de sensoren aan de gestelde eisen voldoen.

3.1.5 Meetinstantie stelt meetplan op

Met de informatie uit voorgaande stappen dient de meetinstantie aan de hand van het landelijk meetprotocol voor het continu meten van emissie een meetplan op te stellen per te bemeten stal. Dit meetplan beschrijft duidelijk op welke manier alle gewenste stoffen, die genoemd staan in de stalfactsheet, gemeten gaan worden. Het meetplan bevat daarvoor tenminste de volgende onderdelen:

- welke stoffen en parameters (bijvoorbeeld buiten- en staltemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, debiet) gemeten gaan worden;
- per te meten stof/parameter het type sensor dat gebruikt wordt, inclusief onderbouwing waarom de sensor geschikt is;
- de locatie van aanzuigpunten, zowel binnen als buiten de stal, op basis van paragraaf A4.4.1 en A5.4 van het landelijk meetprotocol;
- een schets van de meetinstallatie zoals die geplaatst gaat worden op de locatie;
- het aantal sensoren en aanzuigpunten dat gebruikt gaat worden;
- aanpak van de controlemeting na installatie;
- borging van de betrouwbaarheid van de metingen;
- borging van de representativiteit van de metingen voor het afleiden van de emissiewaarden;
- locatie en opstelling van de referentiemetingen op basis van paragraaf A4.4.1 en A5.4 van het landelijk meetprotocol;
- welke productieparameters bijgehouden worden en hoe vaak;
- het al dan niet automatisch verzamelen van productieparameters;
- informatie zoals benoemd in paragraaf A3.1 van het landelijk meetprotocol.

Indien ervoor gekozen wordt om op bepaalde punten in het meetplan af te wijken van het landelijk meetprotocol, dan dient deze keuze onderbouwd te worden met heldere argumenten.

3.1.6 Provincie Noord-Brabant controleert meetplan

Voordat het meetplan in de praktijk gebracht kan worden, wordt deze gecontroleerd door de provincie Noord-Brabant. De meetinstantie stuurt het meetplan daartoe naar de provincie.

De provincie Noord-Brabant, of een door de provincie aangewezen geschikte partij, voorziet het protocol waar nodig van feedback, en geeft aan op welke punten aanpassingen gewenst zijn.

Pas nadat het meetplan is goedgekeurd door de provincie Noord-Brabant, kan gestart worden met de metingen. Het is aan de meetinstantie om hier rekening mee te houden in de planning tussen indienen meetplan en start metingen.

3.1.7 Meetinstantie verwerkt eventuele feedback

Indien vanuit vorige stap aanpassingen aan het meetprotocol gewenst zijn, verwerkt de meetinstantie deze. De meetinstantie legt het meetplan daarna opnieuw aan de provincie Noord-Brabant voor, om vast te stellen of de gewenste aanpassingen naar tevredenheid zijn gedaan.

3.1.8 Provincie Noord-Brabant keurt het meetplan goed

Stappen 3.1.6 en 3.1.7 worden herhaaldelijk doorlopen, totdat de provincie Noord-Brabant akkoord gaat met het opgestelde meetplan. De continu meten pilot kan pas starten als de provincie Noord-Brabant het meetplan formeel heeft goedgekeurd.

3.2 Sensoren installeren

Onderstaande stappen beschrijven het proces dat gevolgd dient te worden voor het installeren van sensoren in/rond de stal waar gemeten gaat worden.

3.2.1 Meetinstantie stelt sensoren beschikbaar gedurende het meetproject

Tijdens de voorbereiding wordt per te bemeten stof een geschikte sensor geselecteerd door de meetinstantie. De meetinstantie zorgt dat de benodigde hoeveelheden sensoren en bijbehoren - volgens meetplan - beschikbaar zijn.

De meetinstantie is verantwoordelijk voor de kwaliteit en beschikbaarheid van sensormetingen. Er dient een minimale databeschikbaarheid van 80% gehaald te worden.

Wanneer in een jaar deze databeschikbaarheid niet gehaald wordt, zullen de metingen langer voortgezet moeten worden om alsnog de databeschikbaarheid te halen. In het geval van een defecte sensor, dient deze dus snel vervangen te worden, om te zorgen voor zo min mogelijk dataverlies. Hier dient rekening mee gehouden te worden bij het beschikbaar stellen van sensoren.

3.2.2 Meetinstantie zorgt voor kalibratie van sensoren voor juist meetbereik

Om de sensoren voor continuumetingen te kalibreren, wordt allereerst een labkalibratie uitgevoerd. Dit dient uitgevoerd te worden door een partij, welke de meetinstantie zelf kan zijn, met standaardgassen waarvan is vastgesteld en herleidbaar is wat de concentratie is. De resultaten hiervan worden door de partij overlegd met een kalibratierapport.

Concentratiesensor

Om de sensoren voor concentraties - zoals NH₃, CO₂ en CH₄ - te kalibreren, kan een luchtstroom met een bekende concentratie van een van de stoffen gevoed worden aan de bijbehorende sensor(en). Dit wordt herhaald voor minstens 4 verschillende bekende ingaande concentraties, waarvan bij een van de metingen de concentratie nul bedraagt. Elke concentratie dient in triplo gemeten te worden. De ingaande concentratie dient binnen de range te vallen die te verwachten is in het type stal (tabel 2.1 in deel D landelijk meetprotocol).

Indien de gemeten gemiddelde waarde binnen 5 % van de bekende invoer valt, en de onderlinge resultaten van de triplo metingen niet meer dan 5 % van elkaar afwijken, voldoet de sensor. Betreffende de afwijking bij het nulpunt staat in paragraaf 3.1.2 in deel D van het landelijk meetprotocol omschreven hoe er gebruik gemaakt kan worden van een lineaire regressielijn, waarbij het nulpunt niet significant ($P < 0,05$) verschillend mag zijn van nul. Deze sensor kan dan gecorrigeerd worden op basis van de invoerconcentraties. De resulterende labkalibratie dient gerapporteerd te worden en opgeleverd te worden in de rapportage van de meetinstallatie (stap 3.2.5).

Als de gemeten waarde meer dan 5 % afwijkt van de bekende invoer, dient de sensor afgekeurd te worden. De sensor dient dan gerepareerd of vervangen te worden door de leverancier. Hierna moet de labkalibratie opnieuw doorlopen worden.

Snelheidsensor

Een snelheidsensor kan gebruikt worden om het debiet te bepalen in een mechanisch geventileerde stal. Om een snelheidsensor te kalibreren, wordt gebruik gemaakt van een windtunnel. Minstens 4 verschillende bekende luchtsnelheden worden gevoed aan de sensor(en). Deze snelheden dienen binnen de range te vallen die te verwachten is in het type stal (tabel 2.1 in deel D landelijk meetprotocol). Per snelheid dient in triplo gemeten te worden.

Indien het gemiddelde van de gemeten waarden binnen 5 % van de bekende invoer valt, en de onderlinge resultaten van de triplo metingen niet meer dan 5 % van elkaar afwijken, voldoet de sensor. Betreffende de afwijking bij het nulpunt staat in paragraaf 3.1.2 in deel D van het landelijk meetprotocol omschreven hoe er gebruik gemaakt kan worden van een lineaire regressielijn, waarbij het nulpunt niet significant ($P < 0,05$) verschillend mag zijn van nul. Deze sensor kan dan gecorrigeerd worden op basis van de invoer concentraties.

Als de sensor niet voldoet aan bovenstaande, dient de sensor afgekeurd te worden. De sensor dient dan gerepareerd of vervangen te worden door de leverancier, de betreffende sensor dient vervolgens de lab kalibratie te doorlopen.

Temperatuursensor

Een temperatuursensor kan gebruikt worden om de temperatuur te bepalen in een stal. Om een temperatuursensor te kalibreren, dient de sensor te worden gekalibreerd bij 4 verschillende bekende temperaturen. Deze temperaturen dienen binnen de range te vallen die te verwachten is in het type stal (tabel 2.1 in deel D landelijk meetprotocol). Per temperatuur dient in triplo gemeten te worden.

Indien de gemeten waarden niet meer dan ± 2 °C afwijken van de bekende invoer, voldoet de sensor (hoofdstuk 3 in deel D landelijk meetprotocol). Deze kan dan gecorrigeerd worden op basis van de bekende temperaturen.

Als de sensor niet voldoet aan bovenstaande, dient de sensor afgekeurd te worden. De sensor dient dan gerepareerd of vervangen te worden door de leverancier, de betreffende sensor dient vervolgens de lab kalibratie te doorlopen.

3.2.3 Meetinstantie installeert meetopstelling volgens meetplan

De meetinstantie installeert de meetopstelling (sensoren en toebehoren) volgens het meetplan. Indien de meetinstantie tijdens de installatie toch moet afwijken van het meetplan, past de meetinstantie het meetplan hier op aan en legt de wijzigingen voor aan de provincie.

3.2.4 Meetinstantie controleert werking van sensoren na installatie

Na installatie van de sensoren, zorgt de meetinstantie dat binnen 1 maand een controlemeting wordt uitgevoerd volgens het landelijk meetprotocol. Hiervoor wordt een SRM-meting uitgevoerd, zoals beschreven in paragraaf A7.1 en A7.3. Dit kan uitgevoerd worden door de meetinstantie zelf zijn, mits deze daartoe bevoegd is.

De resultaten van de continue- en de referentiemetingen (per stof/parameter) worden door de meetinstantie met elkaar vergeleken, volgens paragraaf D4.1 punt 4, 5, en 6, en D4.2 uit het landelijk meetprotocol. Als de afwijking groter is, kan niet zondermeer worden vastgesteld dat de continue meetwaarden representatief zijn.

De meetinstantie dient de oorzaak van de afwijking te achterhalen. Het kan bijvoorbeeld dat een van de sensoren toch niet juist werkt. De meetinstantie verandert de opstelling waar nodig, en

past dit aan in het meetplan. Deze wordt ter goedkeuring aan de provincie voorgelegd. Na aanpassingen dient opnieuw via een controlemeting bepaald te worden of de resultaten voldoen aan de gestelde maximale afwijking.

Wanneer de afwijking voldoet, zijn de resultaten van de continue meting tot dan toe betrouwbaar, en wordt de meetperiode gestart dan wel voortgezet met de bestaande opstelling.

3.2.5 Meetinstantie levert verslag van meetinstallatie

Nadat een controlemeting is uitgevoerd waaruit blijkt dat de meetinstallatie naar behoren werkt, worden deze resultaten binnen 2 weken gedeeld in een verslag met het bevoegd gezag. Daarbij worden tevens foto's van de installatie bijgevoegd, waaruit de locatie van de meetapparatuur, aanzuigpunten en dergelijke duidelijk wordt. Deze tussenrapportage wordt tevens verwerkt in de eindrapportage (stap 3.6.3). De meetinstantie stelt deze tussenrapportage eenmalig op. Wanneer naderhand wijzigingen in meetapparatuur, aanzuigpunten en dergelijke worden doorgevoerd, wordt dit beschreven in bijvoorbeeld de maandelijkse rapportage (stap 3.5.5).

3.3 Beheer en onderhoud tijdens het meten

Onderstaande stappen beschrijven het te volgen proces tijdens het uitvoeren van het continue meten.

3.3.1 Meetinstantie voert tijdens de pilot referentiemetingen uit

Om tijdens de pilot na te kunnen gaan of de sensoren nog steeds naar behoren werken, en bijvoorbeeld niet vervuild zijn, dient bij gebruik van gevalideerde sensoren minimaal 2 keer per jaar een referentiemeting uitgevoerd te worden per stof/parameter volgens paragraaf C5.3 en hoofdstuk A7 in het landelijk meetprotocol.

Wanneer niet gevalideerde sensoren³ worden ingezet, moet jaarlijks zes keer een referentiemeting (in plaats van twee keer) uitgevoerd worden. Hiervoor gelden dezelfde eisen als onder 3.2.4 bij de start van de pilot.

De meetinstantie stemt het moment waarop de referentiemetingen uitgevoerd worden af met de veehouder. Gedurende de 24 uur dat de referentiemeting plaatsvindt, moeten de productieparameters genoteerd worden en waar mogelijk constant gehouden worden door de veehouder. Zie ook stap 3.3.2.

De meetinstantie levert de gemeten waarden tijdens de referentiemetingen in een rapportage aan de provincie Noord-Brabant. Hierbij wordt ook het 24-uurs gemiddelde uit de continuumetingen benoemd.

3.3.2 Meetinstantie en veehouder verzamelen (extra) productieparameters tijdens referentiemeting

Voor elke productieparameter die verzameld wordt, moet duidelijk zijn wat de waarde is tijdens het uitvoeren van de referentiemetingen.

De waarde van de productieparameters wordt opgenomen in de rapportage van de referentiemetingen.

3.3.3 Meetinstantie berekent meeton nauwkeurigheid

De meetinstantie vergelijkt de waarde van de sensormetingen met de referentiemeting en bepaalt op basis daarvan of de gemeten waarden in de afgelopen periode voldoende

³ Bij inzet van niet gevalideerde sensoren moet de meetinstantie - minstens via een labkalibratie - onderbouwen waarom deze sensor geschikt wordt geacht om te meten in het type stal.

representatief zijn. Wanneer de afwijking tussen de meetwaarden kleiner is dan in stap 3.2.4 benoemd, dan zijn de meetwaarden van de afgelopen periode betrouwbaar. De meetopstelling kan onveranderd blijven.

Wanneer er een te grote afwijking is tussen de continue meting en de referentiemeting, kan niet vastgesteld worden of de resultaten van de afgelopen periode betrouwbaar zijn. In dat geval voert de meetinstantie stap 3.3.4 uit.

3.3.4 Meetinstantie vervangt of reinigt sensor indien nodig

Als blijkt dat de onnauwkeurigheid groter is dan genoemd in 3.2.4, achterhaalt de meetinstantie de oorzaak. Dit kan bijvoorbeeld vervuiling van de sensor zijn, of een defect aan de sensor. De meetinstantie verhelpt dit probleem en de actie dient bijgehouden te worden (zie stap 3.3.6). Zo kan een overzicht gecreëerd worden hoe vaak onderhoud/vervanging van de sensoren benodigd is. Ook kan het zijn dat de referentiemeting niet juist is, in dat geval kan ervoor gekozen worden alleen de referentiemeting te herhalen, zonder verdere aanpassingen aan de continue meetopstelling.

De meetinstantie mag ook om een andere reden de sensor vervangen of reinigen, dit wordt dan genoteerd inclusief reden.

Vervolgens wordt opnieuw een referentiemeting uitgevoerd, om de juiste werking vast te stellen. Vanaf dit moment wordt de volgende datum voor een referentiemeting vastgesteld, op basis van de frequentie zoals benoemd in stap 3.3.1. De meetwaarden van de voorgaande periode tot aan de laatste succesvolle referentiemeting zijn dan niet betrouwbaar.

Indien een nieuwe sensor wordt geplaatst, dient het hele stappenplan genoemd onder 3.2 doorgelopen te worden voor de sensor/opstelling. Anders kan volstaan worden met enkel stap 3.2.4.

Wanneer de meetinstantie op basis van de data meent dat een deel van de meetwaarden toch betrouwbaar is, ondanks dat de referentiemeting aangeeft van niet, kan dit voorgelegd worden aan provincie Noord-Brabant. Dit zou kunnen wanneer er een afnemende trend of abrupte dip wordt waargenomen vanaf een bepaald moment, die niet met de productieparameters samenhangt maar met een probleem in een sensor. De meetwaarden van vóór deze gebeurtenis zouden dan nog wel als betrouwbaar beschouwd kunnen worden.

3.3.5 Meetinstantie voert onderhoud uit

De meetinstantie volgt de onderhoudsinstructie zoals verstrekt door de fabrikant op.

De veehouder controleert de meetopstelling regelmatig visueel als onderdeel van de reguliere bedrijfsvoering. Als de veehouder een afwijking ziet, geeft de veehouder dit door aan de meetinstantie. Denk hierbij aan een grote ophoping van stof, of een sensor of aanzuigpunt die niet meer recht of op de juiste hoogte hangt.

De meetinstantie beoordeelt de status van de sensoren tijdens de referentiemetingen. Opvallende zaken, vervanging van onderdelen (zoals filters) en onderhoud worden genoteerd en teruggekoppeld aan de provincie. Indien een sensor vervangen wordt, moet het stappenplan onder 3.2 opnieuw gevolgd worden.

De meetinstantie controleert elke 14 dagen de meetdata op afwijkende waarden. Wanneer afwijkingen gesignaleerd worden, dient de meetinstantie de oorzaak te achterhalen en weg te nemen. De afwijking en de genomen actie worden opgenomen in het logboek.

Op basis van deze gegevens bepaalt de provincie waar nodig extra preventief onderhoud en de bijbehorende frequentie, die gedurende de rest van de pilot kunnen gelden. De noodzaak voor extra preventief onderhoud kan volgen uit de referentiemetingen of afwijkende waarden van de continue meting. Wanneer de provincie bijvoorbeeld constateert dat bij meerdere locaties na een aantal maanden de referentiemetingen sterk afwijken van de continue meting, en de meetinstantie hiervoor als oorzaak de continue meetopstelling vaststelt, kan gesteld worden dat de sensor (of een onderdeel van de meetopstelling) preventief vervangen moet worden. Hierdoor hoeft minder vaak de referentiemeting overnieuw uitgevoerd te worden. Wanneer uit de continue meetdata (trend) blijkt dat na een bepaalde tijd meermaals de concentratie wijzigt (en dus de meetinstantie de resultaten als niet meer representatief beoordeelt), kan ook gekozen worden voor preventief onderhoud.

3.3.6 Meetinstantie houdt logboek van wijzigingen bij

De meetinstantie houdt een logboek bij van het beheer en onderhoud van de meetinstallatie. Hierin worden acties zoals het vervangen/onderhouden van sensoren of andere onderdelen van de meetinstallatie, uitvoeren van kalibratie, uitvoeren referentiemetingen en dergelijke bijgehouden. De provincie of de omgevingsdienst krijgen op verzoek inzicht in het logboek.

3.4 Productieparameters

Onderstaande stappen beschrijven het proces dat gevolgd dient te worden voor het verzamelen van de productieparameters tijdens het uitvoeren van het continu meten.

3.4.1 Meetinstantie en veehouder verzamelen productieparameters

Het verzamelen van de productieparameters en landbouwkundige randvoorwaarden wordt gedaan volgens het plan dat is opgesteld voorafgaand aan het meten. De verzamelde productieparameters en randvoorwaarden worden door de meetinstantie opgeslagen en gedeeld in het dashboard. De meetinstantie berekent op basis van de meetgegevens de emissievracht, en geeft ook deze weer in het dashboard.

Ten aanzien van het verzamelen van productieparameters en landbouwkundige randvoorwaarden zijn een aantal aandachtspunten van belang:

- het verzamelen van de productieparameters en randvoorwaarden gebeurt volgens de frequentie die is opgenomen in het meetplan. Voor sommige parameters betekent dit dat elke wijziging moet worden opgeslagen. Voor andere parameters is 1 waarde per 7 dagen voldoende;
- het verzamelen van de productieparameters en randvoorwaarden gebeurt zoveel mogelijk automatisch;
- de verzamelde productieparameters en randvoorwaarden worden opgenomen in het dashboard;

Mocht blijken dat het voor één of meerdere productieparameters of landbouwkundige randvoorwaarden niet mogelijk is om de gegevens te verzamelen volgens het vooraf opgestelde plan, dan moet een alternatieve verzamelmethode worden voorgesteld aan de provincie. Deze alternatieve methode moet voldoen aan de hierboven genoemde aandachtspunten. De provincie besluit of meetinstantie en/of veehouder de productieparameters en/of landbouwkundige randvoorwaarden mogen verzamelen volgens de voorgestelde alternatieve methode.

3.5 Dataverwerking en ontsluiting via dashboard

Onderstaande stappen beschrijven het proces dat gevolgd dient te worden voor het verwerken van de data en de ontsluiting via een dashboard.

3.5.1 Meetinstantie verwerkt de data in dashboard

De meetinstantie verzamelt de ruwe data en verwerkt deze conform hoofdstuk A8 en C6 van het landelijk meetprotocol. De meetinstantie ontsluit de ruwe en verwerkte data via een online dashboard. De data van de continu metingen wordt tenminste elke uur verzameld, zodat de veehouder altijd een actueel inzicht heeft in de concentraties in zijn stal.

In het dashboard wordt tenminste de volgende informatie getoond:

- grafieken van de concentraties van alle meetlocaties in en om de stal, zowel de ruwe meetgegevens als de meetgegevens gecontroleerd op volledigheid, kwaliteit en consistentie (zoals benoemd in paragraaf A8.1.2 van het landelijk meetprotocol);
- grafiek van de gemiddelde, minimale en maximale concentraties per dag;
- grafiek van de berekende gemiddelde, minimale en maximale emissies per uur en per dag;
- grafiek van de volledigheid, kwaliteit en consistentie per sensor per dag en maand;
- totale volledigheid, kwaliteit en consistentie per sensor over de gehele meetperiode;
- grafieken van de productieparameters;
- metadata van de sensoren (exacte locatie, type sensor, et cetera)
- waarden van de uitgevoerde referentiemetingen;
- logboek van uitgevoerd beheer en onderhoud aan de meetinstallatie;
- logboek van bijzonderheden ten aanzien van de bedrijfsvoering van de veehouder.

De grafieken in het dashboard zijn interactief, waarbij het minimaal mogelijk is om in- en uit te zoomen in zowel de tijd (op de horizontale as) als de range op de verticale as.

Het dashboard biedt de mogelijkheid om via een gedocumenteerde API (bij voorkeur volgens de OpenAPI Specification 3.0)⁴ alle verzamelde gegevens van een pilot op te vragen. Daarnaast moet het mogelijk zijn om documenten te up- en downloaden in en vanuit de dashboardomgeving.

3.5.2 Meetinstantie verwerkt wekelijks productieparameters

De meetinstantie zorgt ervoor dat de productieparameters tenminste één keer per week in het dashboard worden bijgewerkt. Indien in de periode van een week meerdere waarden zijn verzameld voor één productieparameter, dan worden al deze waarden opgeleverd.

De productieparameters dienen verwerkt en opgeleverd te worden met bijbehorende datum van verzamelen.

3.5.3 Meetinstantie berekent emissievracht

De beheerder van het dashboard zorgt ervoor dat de gegevens op de juiste manier verwerkt worden, en neemt deze mee in de berekening van de emissievracht. De meetgegevens vormen de basis voor het berekenen van de (jaar)vracht. De meetinstantie voert onderstaande stappen uit op basis van de meetgegevens:

- gebruik de formules die te vinden zijn in hoofdstuk A8 en C6 van het landelijk meetprotocol om de emissie op basis van metingen en productieparameters te berekenen;

⁴ <https://forumstandaardisatie.nl/open-standaarden/openapi-specification>

- indien sprake is van een natuurlijk geventileerde stal, wordt voor het berekenen van het ventilatiedebiet gebruik gemaakt van de CIGR-rekenregels⁵. Hierbij wordt rekening gehouden met weidegang;
- berekenen de nauwkeurigheid van de sensormetingen (en daarmee van de berekende jaarvracht) aan de hand van de referentiemetingen.

Binnen 3 maanden na de start van de meting wordt door de meetinstantie voor één van de meetlocaties een rapportage opgeleverd aan de provincie waarin een berekening van de emissievracht wordt gegeven, zoals deze in het dashboard is opgenomen. Hiervoor wordt een dataset uit de meetperiode gebruikt. De meetinstantie toont in de rapportage aan dat de berekening correct wordt uitgevoerd.

3.5.4 Meetinstantie beveiligt gegevens in dashboard en beheert toegang

De veehouder is eigenaar van de gegevens die op en over zijn bedrijf worden verzameld. Het dashboard is afgeschermd zodat alleen bevoegde personen toegang krijgen tot de gegevens van de veehouder. De meetinstantie geeft de volgende personen toegang tot de gegevens van een bedrijf:

- de veehouder zelf;
- personen die namens de provincie toezien op correcte uitvoering van de metingen;
- andere personen of instanties die de veehouder toegang wenst te geven.

3.5.5 Maandelijks rapportage

De meetinstantie uploadt per maand (voor de 15e van de daaropvolgende maand) een rapportage in de dashboardomgeving. In deze rapportage is tenminste het volgende opgenomen:

- grafiek van de berekende gemiddelde, minimale en maximale emissie per dag op basis van valide metingen;
- grafiek van het aantal uren per dag met valide metingen voor het bepalen van de emissie;
- de productieparameters gedurende de maand;
- eventueel uitgevoerde referentiemetingen;
- uitgevoerd beheer en onderhoud aan de meetinstallatie;
- relevante bijzonderheden ten aanzien van de bedrijfsvoering van de veehouder.

Door het rapport te uploaden in de dashboardomgeving, wordt voorkomen dat het rapport eigendom wordt van de provincie. Zo blijven de meetgegevens het eigendom van de veehouder.

De gegevens die gebruikt zijn voor de maandelijks rapportage worden in de database achter het dashboard opgeslagen, zodat deze via de API opgevraagd kunnen worden.

3.6 Project afronden

Onderstaande stappen beschrijven het proces dat gevolgd dient te worden bij afronding van het meten. Het continu meten vindt plaats gedurende minimaal één jaar.

3.6.1 Meetinstantie overlegt met provincie over afronding

Voordat de meetinstantie over kan gaan tot het afronden van het meten, wordt hierover overlegd met de provincie. Indien de provincie akkoord is met het afronden van de metingen, kan overgegaan worden tot de volgende stap.

⁵ Pedersen, S., & Sällvik, K. (2002). CIGR 4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses Heat and moisture production at animal and house levels. *International Commission of Agricultural Engineering: Aarhus, Denmark*.

3.6.2 Meetinstantie voert meetopstelling uit stal af

Aan het eind van de meetperiode, verwijdert de meetinstantie alle in de stal geïnstalleerde meetapparatuur. Denk hierbij aan sensoren, maar ook verzamelleidingen, capillairen en meetbuizen.

3.6.3 Meetinstantie levert eindrapport op

De meetinstantie dient aan het eind van de meetperiode een rapport in bij de provincie, waarin ten minste de volgende dingen zijn opgenomen:

- bevindingen en overige bijzonderheden van tijdens de meetperiode;
- het meetplan inclusief eventuele wijzigingen die gedurende het meten zijn aangebracht;
- logboek met uitgevoerd onderhoud/vervanging van meetinstallatie;
- samenvatting van welke perioden als representatief beoordeeld zijn;
- ervaringen van de veehouder, betreffende de bruikbaarheid van de metingen, eventuele aanvullende productieparameters die de veehouder als relevant heeft ervaren, wijzigingen in de bedrijfsvoering die de boer heeft doorgevoerd (en wanneer) of andere opmerkingen;
- meetonnauwkeurigheden van de sensoren, meetopstelling en (referentie en continue) metingen;
- documentatie waaruit blijkt dat opgeleverde metingen van voldoende niveau zijn.

De sensormetingen en berekende emissies worden niet opgenomen in dit rapport, om te borgen dat de meetgegevens geen eigendom worden van de provincie.

Dit rapport wordt maximaal 6 maanden na afronding van de meting ingediend bij de provincie.

Bijlage(n)

Bijlage: Benodigde productieparameters per staltype en diercategorie

Tabel 1 bevat een lijst met productieparameters die nodig zijn voor berekenen van het ventilatiedebiet. Dit debiet is nodig als het debiet niet op een andere manier bemeten kan worden in de stal.

Als het ventilatiedebiet niet berekend hoeft te worden, is het voldoende om het gewicht en totaal aantal dieren per diertype en het aantal dierplaatsen in de stal te registreren.

In tabel 1 is voor elke productieparameter aangegeven op welk diertype deze van toepassing is.

Om het ventilatiedebiet te kunnen berekenen, zijn naast de productieparameters ook de volgende tijdreeksen nodig:

- binnentemperatuur;
- CO₂ binnen en buiten de stal.

Voor het omzetten van gemeten concentraties naar emissies, zijn de volgende tijdreeksen nodig:

- het ventilatiedebiet;
- gemeten concentraties binnen en buiten de stal;
- luchtdruk.

Tabel 1 Benodigde productieparameters per diercategorie en staltype voor berekening ventilatiedebiet

Productieparameter	Verzamelfrequentie	Melkvee	Vleeskalveren	Varkens	Pluimvee	Geiten
gemiddeld gewicht per dier per diertype (kg)	wekelijks	x	x	x	x	x
gemiddelde gewichtstoename (kg/dag)	wekelijks	x (voor diertype (niet-)drachtige jonge koe)	x	x (voor diertype dragende zeug)		
aantal dieren per type dier in de stal	bij veranderingen in aantal	x	x	x	x	x
aantal dierplaatsen	bij veranderingen in aantal	x	x	x	x	x
gemiddeld aantal dagen in dracht	wekelijks	x (voor diertype drachtige jonge koe, droge koe en melkgevende koe)		x (voor diertype dragende zeug)		
melkproductie (kg/dier/dag)	wekelijks	x (voor diertype melkgevende koe)				x (voor diertype melkgeiten)
energiewaarde voer (MJ/kg ds)	bij veranderingen van voer	x (voor diertype (niet-)drachtige jonge koe)	x	x (voor diertype big en vleesvarken)		
CO ₂ -productie uit de pot/het strobed	maandelijks en bij grote veranderingen	x (indien van toepassing)	x (indien van toepassing)	x (indien van toepassing)	x (indien van toepassing)	x (indien van toepassing)
eierenproductie (gemiddeld aantal)	wekelijks				x (indien van toepassing)	
gemiddeld ei-gewicht (kg)	wekelijks				x (indien van toepassing)	