

(Emissie-)metingen bij koeien, varkens, kippen of nog anders: verschillen en overeenkomsten

Landelijk symposium bedrijfsspecifiek meten stalemissie

25-11-2024, Jan Vonk



Inhoud

- Waarom, wat en waar wil ik meten?
- Mechanisch vs. natuurlijk geventileerde stallen
- Juiste sensor(en) voor de job
- Kalibreren in het lab en het veld
- Inzichten!

Waarom wil ik meten?

#1

In het algemeen twee hoofdredenen:

- Beheersen stalklimaat
 - Niet teveel ventileren, maar ook niet te weinig
 - Stroom- en stookkosten
 - Betere diergezondheid dus productiviteit
 - Eigen werkomstandigheden verbeteren

Waarom wil ik meten?

#2

- Vaststellen en/of sturen op emissie(s)
 - 'Licence to produce'
 - Beloningen
 - Efficiëntieverbetering

Waarom je wilt meten, bepaalt wat en waar te meten

Wat (en waar) te meten

#1

■ Stalklimaat

- Temperatuur en relatieve vochtigheid
- Daarnaast ammoniak en koolstofdioxide
 - $\text{NH}_3 < 20 \text{ ppm}$
 - $\text{CO}_2 < 3.000 \text{ ppm}$
- Op dierniveau

Tabel 2.1 Statistische kenmerken voor een aantal onderzochte variabelen per diercategorie uit missieonderzoek met referentiemethoden: daggemiddelde concentraties van NH₃, CO₂ en CH₄ in inkomende en uitgaande stallucht, en temperatuur en RV in de stal. Data in de periode 2004-2016 met #Loc: aantal locaties; #Met: aantal metingen (meetdagen); Gem: gemiddelde; Stdev: standaarddeviatie. Bron: Wageningen Livestock Research.

Parameter	Diercategorie	#Loc	#Met	Mediaan	Gem	Stdev	Min	Max	Gegevensbereik (95% alle waarden)
NH ₃ stallucht (ppm)	Melkvee	18	475	2,0	2,2	1,1	0,5	7,1	[0,5 : 4]
	Varkens	42	101	14,6	15,8	9,4	2,0	61,1	[2,0 : 35]
	Pluimvee	19	457	5,2	8,8	10,7	0,1	72,7	[0,1 : 30]
NH ₃ buitenlucht (ppm)	Melkvee	12	59	0,12	0,14	0,10	0,02	0,54	[0,1 : 0,3]
	Varkens	36	88	0,13	0,16	0,11	0,03	0,70	[0,1 : 0,4]
	Pluimvee	17	253	0,12	0,16	0,12	0,02	0,75	[0,1 : 0,4]
CO ₂ stallucht (ppm)	Melkvee	18	475	675	702	171	439	1880	[439 : 1044]
	Varkens	40	96	1720	1882	696	865	4070	[865 : 3274]
	Pluimvee*	19	274	1500	1700	701	711	4550	[711 : 3101]
CO ₂ buitenlucht (ppm)	Melkvee	13	53	424	435	40	392	587	[392 : 514]
	Varkens	29	58	445	450	28	406	544	[406 : 506]
	Pluimvee	15	149	454	462	48	390	589	[390 : 558]
CH ₄ stallucht (ppm)	Melkvee	18	66	27,6	29,0	14,0	5,7	79,8	[6 : 57]
	Varkens	42	94	57,2	77,7	75,0	6,5	375,5	[6 : 228]
	Pluimvee	19	197	2,7	3,6	2,8	1,8	29,6	[2 : 9]
CH ₄ buitenlucht (ppm)	Melkvee	18	47	2,5	3,1	1,5	1,9	8,9	[2 : 6]
	Varkens	42	63	2,7	2,9	0,8	1,9	4,9	[2 : 4]
	Pluimvee	19	97	2,2	2,3	0,3	1,9	3,4	[2 : 3]
Temperatuur stallucht (°C)	Melkvee	18	474	12	12	5	-1	31	[1 : 23]
	Varkens	41	99	25	24	2	18	30	[20 : 29]
	Pluimvee	19	413	24	25	4	16	35	[17 : 32]
RV stallucht (%)	Melkvee	14	266	92	89	10	51	100	[69 : 100]
	Varkens**	41	100	58	58	9	41	84	[41 : 76]
	Pluimvee	19	409	64	65	12	41	100	[42 : 88]

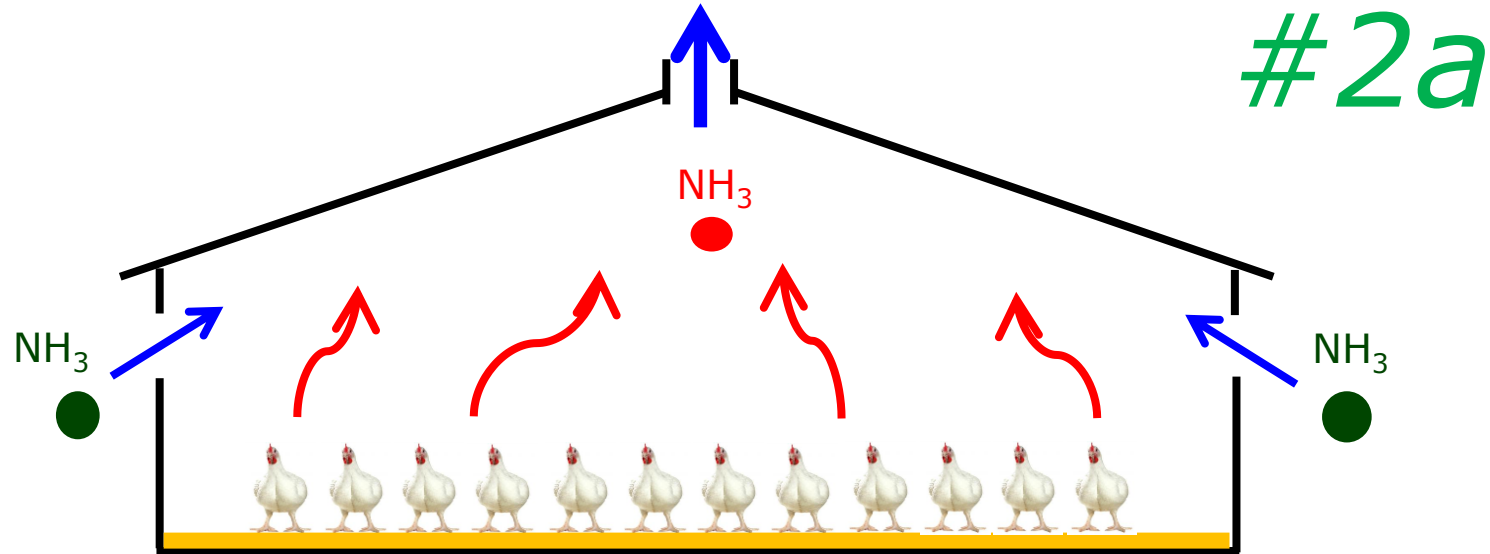
* In vleeskuikenstallen kan gebruik gemaakt worden van gasheaters, die een veel hogere CO₂-concentratie in de stal kunnen veroorzaken dan de hier aangegeven bovengrens. ** In de varkenshouderij wordt op grote schaal gebruik gemaakt van luchtwassers. Voor de inzet van sensoren in de ventilatielucht die de luchtwasser verlaat ligt de mediaanwaarde aanzienlijk hoger (> 90%) en is in veel gevallen sprake van 100% RV.

■ Emissies

- Concentratie alleen niet genoeg, ventilatiedebiet nodig
 - $\text{Emissie} = \text{concentratie} \times \text{volume}$
- Luchtvervuilende stoffen: ammoniak, fijnstof
- Broeikasgassen: methaan, lachgas
- Hinder: geur
- Uitgaande en (optioneel) ingaande lucht

Mechanische ventilatie – (relatief) eenvoudig!

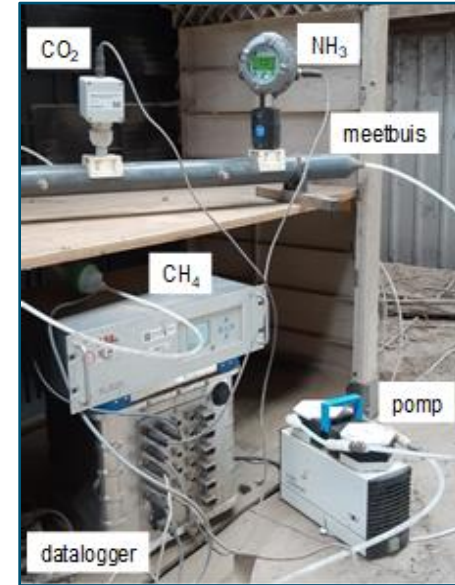
Emissie (kg/jaar per dierplaats) = ventilatiehoeveelheid, $\text{m}^3/\text{h} \times [\text{uitgaande concentratie, } \mu\text{g}/\text{m}^3 - \text{achtergrondconcentratie, } \mu\text{g}/\text{m}^3] \times 10^{-9} \times \frac{24 \text{ uur}}{\text{dag}} \times \frac{365 \text{ dagen}}{\text{jaar}} \times \frac{n_{\text{dieren aanwezig}}}{n_{\text{dierplaatsen}}}$



Natuurlijke ventilatie – beduidend lastiger



#2b



CO₂ productiemodel

#2b

Diercategorie	STANDAARDWAARDEN			
	Gewicht m [kg]	Dagen in dracht p [dagen]	Energiewaarde voer M [MJ/kg ds]	Gewichtstoename Y ₂ [kg/dag]
Melkgevende koeien	650	160	---	---
Droge koeien	650	220	---	---
Drachtig jongvee	400	140	10	0.6
Niet-drachtig jongvee	250	---	10	0.6

Y₁: melkproductie [kg/dag] --> metingen, geen standaardwaarden

$$\begin{aligned}
 \text{PCO}_2 (\text{melkvee}) &= 0,2 * \left(5,6 m^{0,75} + 22 * Y_1 + 1,6 * 10^{-5} * p^3 \right) / 1000 \\
 \text{PCO}_2 (\text{droogstaande koeien}) &= 0,2 * \left(5,6 m^{0,75} + 1,6 * 10^{-5} * p^3 \right) / 1000 \\
 \text{PCO}_2 (\text{drachtige pinken}) &= 0,2 * \left(7,64 m^{0,69} + Y_2 * \left(\frac{23}{M} - 1 \right) * \left(\frac{57,27 + 0,302 * m}{1 - 0,171 * Y_2} \right) + 1,6 * 10^{-5} * p^3 \right) / 1000 \\
 \text{PCO}_2 (\text{pinken, niet drachtig}) &= 0,2 * \left(7,64 m^{0,69} + Y_2 * \left(\frac{23}{M} - 1 \right) * \left(\frac{57,27 + 0,302 * m}{1 - 0,171 * Y_2} \right) \right) / 1000 \\
 \text{PCO}_2 &= \text{PCO}_2 (\text{melkvee}) * \text{aantal melkkoeien} \\
 &\quad + \text{PCO}_2 (\text{droogstaande koeien}) * \text{aantal droogstaande koeien} \\
 &\quad + \text{PCO}_2 (\text{drachtige pinken}) * \text{aantal drachtige pinken} \\
 &\quad + \text{PCO}_2 (\text{pinken, niet drachtig}) * \text{aantal pinken (niet drachtig)} \\
 \text{PCO}_2 &= \text{PCO}_2 * (1000 + 4 * (20 - t_{\text{stal}})) / 1000
 \end{aligned}$$

- Lagere concentraties, moeilijker te meten
- Hoge debieten, grotere onzekerheid in emissie
 - Validatie CO₂-productiemodel
 - Zo specifiek mogelijke inputwaarden helpen
- Beweiden
 - CO₂-productie valt grotendeels weg, meten niet mogelijk
 - Onderwerp van onderzoek

■ Vooralsnog onmeetbare stallen:

- Zeer open stallen
- Meerdere nokken
- Serrestallen
- ...



Verschillende doelen, andere apparatuur #1

Bijvoorbeeld:

DOL 53

- Meetbereik 0-100 ppm NH_3

DOL 139

- Meetbereik 0-10.000 ppm CO_2

Vraag is of deze goed genoeg zijn om emissies (voldoende nauwkeurig) te bepalen



Verschillende doelen, andere apparatuur #2a

Bijvoorbeeld:

DOL 51

- Meetbereik 0-50 ppm NH_3

Vaisala GMP252

- Meetbereik 0-5.000 ppm CO_2



CO_2 feitelijk optioneel bij directe meting/logging debiet

Intermezzo: fijnstof (1)

#2a

Speelt met name in de pluimveehouderij

- Bestaande apparatuur voor de industrie niet bruikbaar
 - Geen duidelijk ventilatiekanaal
 - Luchtsnelheid niet constant
- Idem apparatuur voor omgevingsmetingen
 - Concentraties te hoog

Intermezzo: fijnstof (2)

#2a

Beschikbare meetprincipes:

- Lichtverstrooiing
- Inductieve elektrificatie

Positieve ontwikkelingen

Meetduur beperken, door aan-uit te meten



Verschillende doelen, andere apparatuur #2b

Bijvoorbeeld:

Dräger A400 (prototype)

- Meetbereik 0-20 ppm NH_3



Vaisala GMP252

- Meetbereik 0-2.000 ppm CO_2



Ook meting CO_2 ingaand nodig

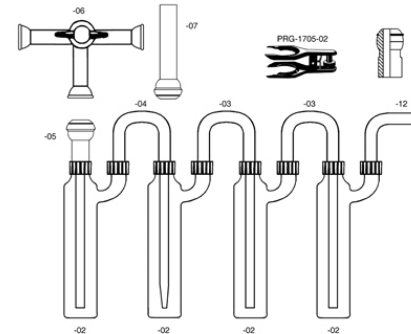
Hoe goed is mijn meting eigenlijk?

#1/2

- Omstandigheden die sensoren kunnen beïnvloeden:
 - Temperatuur
 - Relatieve vochtigheid
 - Druk
 - Stoorcomponenten (interferenten)
 - Veroudering
 - ...

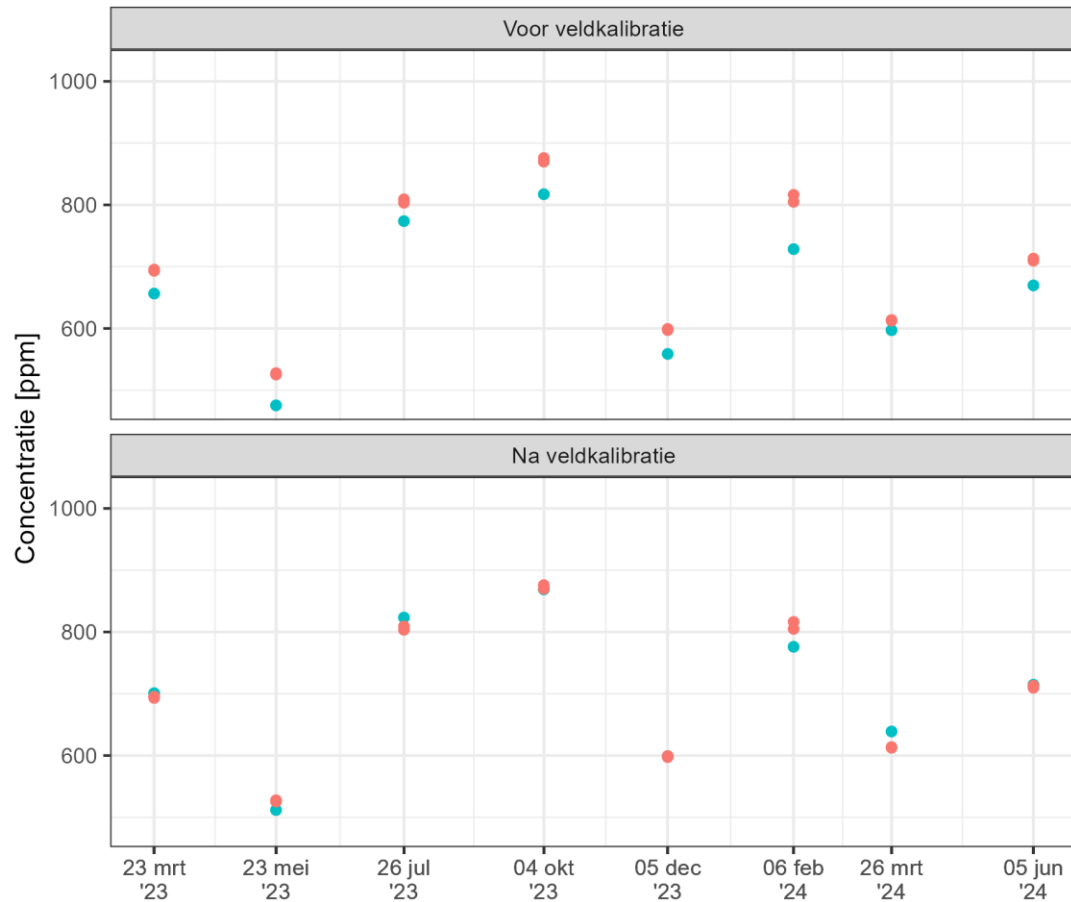
In normen e.d. vastgelegde standaardmethoden

- Natchemie voor NH_3
- Luchtzakken voor BKG
- Filterwegingen voor PM



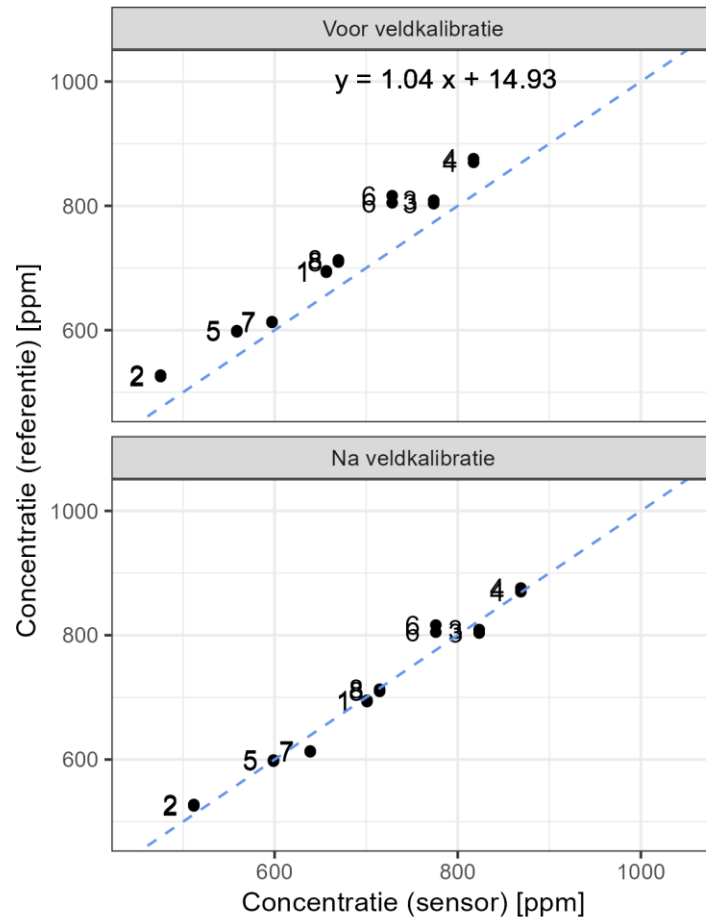
Levert veldkalibratielijnen op, leidend over labkalibraties!

referentie Sensor



Sensor

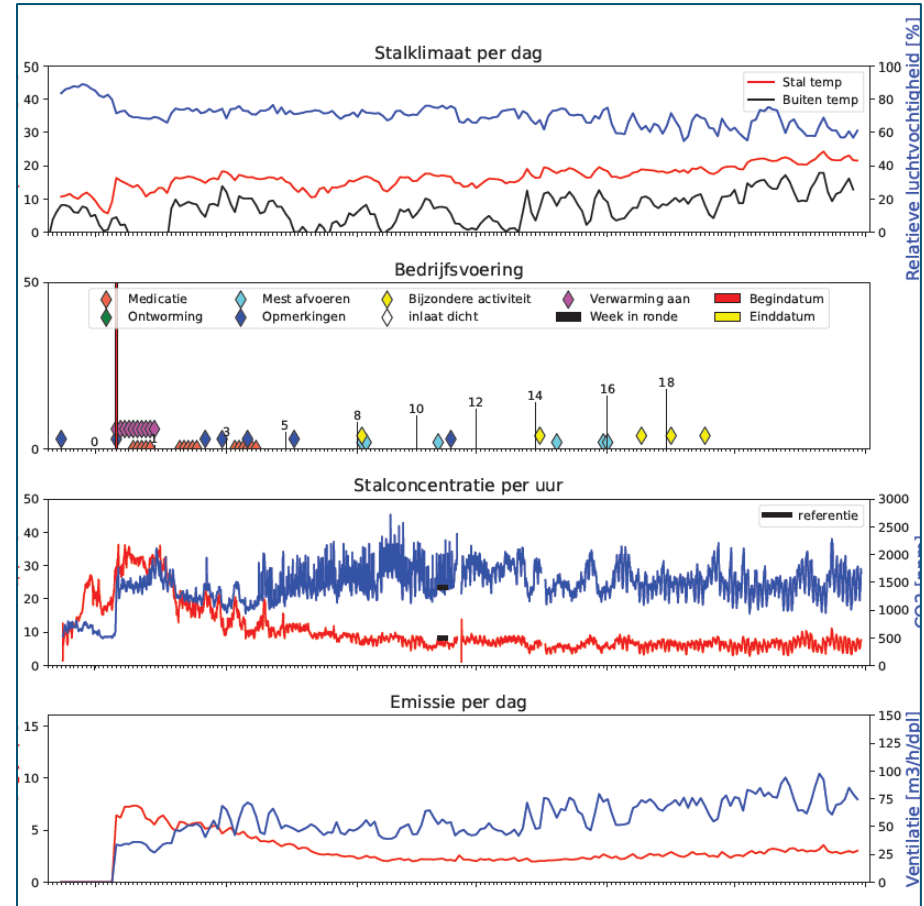
#2



Datahonger #2

Veel gegevens nodig

- Sensordata
- Referentiedata
- Dieraantallen
- Activiteitenlogboek
- Parameters CO₂-productie
- Liefst ook meteo



Inzichten (1)

- Concentraties zeggen iets over stalklimaat, maar nog niets over emissies
- Klimaatbeheersing speelt vooral bij varkens en pluimvee, niet zozeer bij melkvee
- Emissies meten bij mechanisch en natuurlijk geventileerde stallen vraagt verschillende aanpak
- Tijdens beweiden kan niet gemeten worden, vanwege toepassing CO₂-productiemodel

Inzichten (2)

- Behoorlijk deel van de natuurlijk geventileerde stallen leent zich door uitvoering niet (goed) voor meten
- Labkalibraties zijn nuttig maar zeggen lang niet alles, veldkalibratie of –controles blijven nodig
- Met de metingen alleen ben je er nog niet, veel andere gegevens nodig om emissies te berekenen

Dank voor je aandacht!

jan.vonk@wur.nl

