

Notitie: advies verlagen bacterie-emissies in geitenhouderijen

10 april 2025

Albert Winkel, Wageningen Livestock Research

Thomas Hagenaars, Wageningen Bioveterinary Research

Aanleiding en doel van deze notitie

Op 4 februari 2025 is het eindrapport verschenen ([Van der Giessen et al., 2025](#); [RIVM Rapport 2024-0167](#)) van het onderzoek 'Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III', dat is uitgevoerd door RIVM, Universiteit Utrecht, het NIVEL en Wageningen University & Research. Uit dit onderzoek bleek opnieuw dat er meer longontstekingen voorkomen onder mensen die binnen 500 tot 2000 meter van een geitenhouderij wonen. Meer dan 30 verschillende bacteriën waarvan bekend is dat ze bij mensen een longontsteking kunnen veroorzaken, kwamen voor in de stallucht van minstens 25 procent van de onderzochte geitenbedrijven. Na samenbrengen van deze resultaten met die van de andere deelstudies uit het VGO-III onderzoek resulteert een kandidatenlijst met daarop achttien soorten bacteriën en vijf groepen bacteriën op genusniveau, die voorkomen in de stallucht, in meer of mindere mate in de andere deelstudies zijn gevonden en longontsteking bij mensen kunnen geven. Verspreiding van deze bacteriën uit geitenhouderijen via de lucht naar omwonenden zou een causaal mechanisme voor de extra longontstekingen kunnen zijn.

Eveneens op 4 februari 2025 heeft minister Agema van VWS aan de Gezondheidsraad gevraagd haar eerdere advies over de gezondheidsrisico's rond veehouderijen ([Gezondheidsraad, 2018](#); [Gezondheidsraad, 2012](#)) te herzien op basis van het voornoemde rapport. Deze [adviesaanvraag](#) is nader gepreciseerd in zes vragen. Volgens de [website](#) van de Gezondheidsraad wordt nu de commissie samengesteld en wordt het advies voorzien in twee delen: in juni en november 2025.

Op 6 februari 2025 heeft minister Wiersma van LNV aan de Tweede Kamer toegezegd een advies te vragen aan Wageningen University & Research over mogelijkheden om de emissie van bacteriën uit geitenhouderijen te verminderen. Op maandag 24 februari 2025 heeft hierover een gesprek plaatsgevonden tussen vertegenwoordigers van de ministeries van LNV en VWS en de auteurs. Doel van deze notitie is om kort te beschrijven welke (on)mogelijkheden er bestaan om op korte termijn (enkele maanden) te voorzien in het advies.

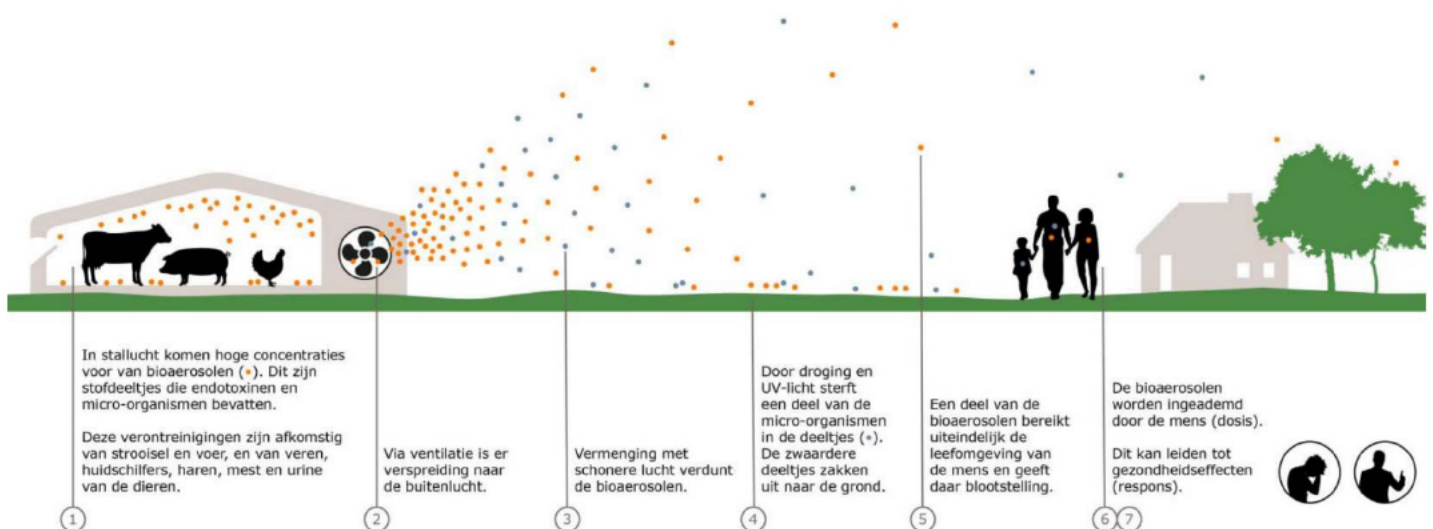
Toelichting vooraf: uitleg over de termen: *fijnstof*, *bioaerosol*, *bacteriën*

In deze notitie wordt gesproken over fijnstof, bioaerosol en bacteriën. De betekenis van, en de relatie tussen, deze termen wordt hier eerst uitgelegd. *Fijnstof* is een algemene verzamelterm voor alle in de lucht zwevende vloeibare druppeltjes en vaste deeltjes kleiner dan 10 micrometer (een micrometer is éénuizendste millimeter). Fijnstof wordt ook PM₁₀ genoemd. Daarbij staat PM voor 'particulate matter' en 10 voor de bovengrens in de grootte van de zwevende deeltjes. Omdat de deeltjes zo klein zijn blijven ze lang in de lucht zweven en kunnen ze bij inademen diep in de luchtwegen komen. Fijnstof in de lucht komt van natuurlijke processen, zoals bosbranden, vulkaanuitbarstingen en het opwaaien van bodemstof. Maar ook van menselijke processen, zoals industrie-schoorstenen, verbrandingsmotoren en houtstook. De eigenschappen van de deeltjes (grootte, dichtheid, vorm, kleur, chemische samenstelling) verschillen tussen bronnen. Zo zijn de deeltjes uit de uitlaat van (diesel)auto's bijvoorbeeld relatief klein. Ze bevatten veel roet (koolstof) maar geen organische moleculen of micro-organismen. Fijnstof uit stalgebouwen is relatief grof van grootte. Het is voornamelijk afkomstig van 'organische bronnen': mest, veren, haar, huid, voer, stro(oisel) en insecten. Ze bevatten organische moleculen (zoals eiwitten), micro-organismen (schimmels, bacteriën), bouwstenen van micro-organismen (zoals endotoxine, peptidoglycaan) en virussen. *Bioaerosol* (bio = leven, aerosol = oplossing in lucht) is de term voor zwevende druppeltjes en deeltjes van biologische oorsprong. Fijnstof uit stallen is dus een bioaerosol. In de

lucht zwevende bacteriën komen (net als schimmels en virussen) bijna altijd voor als onderdeel van een vast deeltje of vloeibaar druppeltje. Ze zitten dus meestal ergens in of aan. Als de concentratie van fijnstof in stallucht wordt verminderd, wordt tegelijk de concentratie van bacteriën verminderd. Bacteriën in fijnstof kunnen niet alleen worden verminderd, maar – omdat ze levend zijn – ook worden geïnactiveerd (gedood), bijvoorbeeld door UV-straling. Ze zijn dan nog wel aanwezig in lucht, maar kunnen niet meer zorgen voor infectie bij een mens of dier. Bij geitenbedrijven is het minder aannemelijk dat de fijnstofdeeltjes zelf, en de niet-infectieuze componenten daarin (zoals endotoxinen), verantwoordelijk zijn voor het vaker voorkomen van longontstekingen omdat de hoeveelheid emissie daarvan uit geitenbedrijven gering is. Waarschijnlijker is dat het fijnstof als drager fungeert van infectieuze micro-organismen. Het verminderen van de emissie van fijnstofemissie leidt dan ook tot een vermindering van de emissie van micro-organismen.

Reflectie op de adviesaanvraag

- Binnen een tijdsbestek van enkele maanden is het niet mogelijk om nieuwe kennis voort te brengen uit bijvoorbeeld ontwikkeling van (management)maatregelen, producten of technieken, of uit het uitvoeren van veldonderzoek gericht op beantwoording van onderzoeksvragen. Daarom zal een advies gebaseerd moeten zijn op een verzameling en duiding van bestaande kennis, en de toepassing daarvan op de bedrijfsvoering, bedrijfsuitrusting en (emissie)processen in specifiek de geitenhouderij.
- Kennis over de emissies van bioaerosolen is in het verleden voortgebracht door metingen op twee melkgeitenbedrijven door Aarnink et al. ([2012](#); [2014](#)) en door metingen op 16 geitenbedrijven in de 'Geitenbedrijvenstudie' van VGO-III, zoals gerapporteerd in par. 7.2.3 in [Van der Giessen et al. \(2025\)](#). De microbiële samenstelling van luchtmonsters in de leefomgeving rond geitenhouderijen staat gerapporteerd in paragraaf 7.4.
- Processen en factoren bij emissies van bioaerosolen uit stallen, en mogelijkheden voor het verminderen van die emissies, zijn in het verleden in overzichtsrapportages op een rij gezet door [Zhao et al. \(2014\)](#), [Aarnink et al. \(2015a\)](#), [Aarnink et al. \(2015b\)](#), en [Winkel et al. \(2016\)](#). In laatstgenoemde rapportage is verkend welke bestaande en nieuwe maatregelen genomen zouden kunnen worden om stalemissies van bioaerosolen te verlagen. Voor de meest perspectievolle maatregelen zijn jaarkosten (investeringskosten en exploitatiekosten) berekend.
- In [Winkel et al. \(2016\)](#) zijn de processen van stalbron naar omwonenden als volgt schematisch weergegeven. Dit schema is eveneens van toepassing op de situatie van deze notitie:



- Een melkgeitenbedrijf bestaat potentieel uit drie deelbronnen: de stal(len), de mestopslag en eventuele percelen waar stromest wordt uitgereden. Emissie uit de stal is een continu proces waarbij wel dal- en piekperioden optreden. Emissie uit de mestopslag lijkt vooral plaats te vinden bij het omzetten en opladen van de stromest. De frequentie hiervan is meestal enkele malen per jaar. Emissie vanuit het uitrijden van stromest op percelen vindt ook plaats in een beperkt aantal gebeurtenissen per jaar. Daarnaast moet bedacht worden dat stromest van een geitenbedrijf op percelen uitgereden kan worden op een andere locatie of regio dan die van het geitenbedrijf. De stal(len) dragen vrijwel zeker het belangrijkste bij aan de totale emissievracht van bioaerosolen uit een geitenbedrijf.
- Het is onbekend welke van de gevonden bacteriën uit VGO-III daadwerkelijk verantwoordelijk zijn voor het verhoogde voorkomen van longontstekingen rond geitenhouderijen; op welke momenten, op welke plaatsen (deelbronnen) en in welke hoeveelheden deze micro-organismen emitteren; en tot welk niveau emissies daarvan teruggebracht zouden moeten worden om aan het einde van het processchema hierboven tot gezondheidskundig relevant lagere blootstellingen te leiden. Als gevolg daarvan kunnen er waarschijnlijk slechts adviezen worden gegeven gericht op emissies van micro-organismen (aanwezig in de bioaerosolen) in algemene zin.
- De adviesvraag heeft raakvlakken/overlap met het vierde liggende streepje in de adviesaanvraag van VWS aan de Gezondheidsraad waar het gaat over 'bedrijfsfactoren [...] die het risico op longontsteking vergroten'. De genoemde bedrijfsfactoren overlappen met de 'processen en factoren' die genoemd worden in de onderhavige notitie. Dit vraagt om afstemming tussen beide adviesaanvragen.

Aanpak deskstudie en advies op korte termijn

Met inachtneming van de reflectie zijn de volgende aanpakken mogelijk om te komen tot het advies:

1. Het middels literatuuronderzoek inzoomen op de in het VGO-III onderzoek gevonden micro-organismen wat betreft de matrix (bronstructuur) waarin deze zijn aangetroffen, condities voor overleving en groei, voorkomen en overleving in lucht (bijv. effecten van temperatuur, vochtigheidsgraad en UV) en dosis-response-relatie bij de mens. Deze kennis kan richting geven voor mogelijke maatregelen om overleving, groei, aerosolisatie en emissie van deze micro-organismen te verlagen. Een systematisch literatuuronderzoek naar alle genoemde aspecten voor alle in het VGO-III onderzoek gevonden micro-organismen is tijdrovend. Verder zal naar verwachting gedetailleerde informatie over de genoemde aspecten voor specifieke micro-organismen niet altijd bestaan (kennislacunes). Het literatuuronderzoek zal zich daarom moeten richten op groepen van bacteriën (bijvoorbeeld op het niveau van *genera*) of op een aantal indicator bacteriën waarover relatief veel bekend is. Het is te overwegen dit onderdeel te splitsen in een eerste inventarisatie, vervolgens een go/no-go, en daarna eventueel een diepgaander/systematische studie.
2. a. Het op een rij zetten van de literatuur rond processen en factoren bij emissies van bioaerosolen uit stallen, en mogelijkheden voor het verminderen van die emissies, van 2015 tot heden. Het gaat hier dus nadrukkelijk om het op een rij zetten van wat in recente jaren aan nieuwe kennis is ontstaan.
 b. Het ranken van maatregelen in termen van toepasbaarheid in de geitenhouderij, verwacht effect, onzekerheid van het effect, complexiteit, kostenniveau en afwenteling of neveneffecten (waaronder diergezondheid en dierwelzijn). Het gaat hierbij om een semi-kwantitatieve inschattingen. Het kostenniveau kan in 2b kwalitatief worden ingeschat voor alle maatregelen, waarna alleen voor de meest perspectiefvolle maatregelen uit onderdelen 2 en 3 tezamen de investeringskosten en exploitatiekosten gedetailleerd berekend kunnen worden.
3. Het voeren van rondetafelgesprekken met geitenhouders (en mogelijk andere partijen) waarin een reflectie gevraagd wordt op de conceptresultaten uit 1. en 2. alsook het oogsten van

aanvullende of verfijnde ideeën om emissies van bioaerosolen te verlagen. De ervaring leert dat wanneer veehouders inzicht geboden wordt in processen en factoren van emissies op hun bedrijf (of in hun sector), zij vanuit hun praktijkervaring in staat zijn praktische oplossingen te bedenken waarin bedrijfsuitrusting of bedrijfsmanagement zodanig wordt aangepast dat ongewenste effecten (zoals emissies) worden voorkomen of verminderd.

Mogelijk aanvullend onderzoek op middellange termijn

4. Het uitvoeren van een vergelijkende meetcampagne naar emissies van micro-organismen op geitenbedrijven die een ander huisvestingssysteem dan de klassieke stropot hebben. Hiervan zijn er – voor zover bekend – slechts enkele in Nederland. Dit kan inzicht geven in de rol van de stropot in de emissie van bioaerosolen en het perspectief van niet-stropot huisvestingssystemen om tot structureel lagere emissies van bioaerosolen (en mogelijk andere componenten, zoals geur en ammoniak) te komen. De metingen zouden gaan om stofconcentratie metingen in de stallucht (en vervolgens berekende emissieniveaus) en om het bepalen van de aanwezigheid in de stallucht van bacteriën van de geprioriteerde lijst uit het VGO-III rapport alsook de totale bacteriële load via qPCR. Deze meetcampagne kan niet binnen slechts enkele maanden worden uitgevoerd. Een meetcampagne als deze vereist o.a. het zoeken van geitenbedrijven die mee willen werken, het installeren van meetvoorzieningen, het uitvoeren van monsternames en metingen in de geitenbedrijven, labanalyses (doorlooptijd ca. 2 maanden) en rapportage. De doorlooptijd voor een dergelijke meetcampagne is ongeveer 2 jaar.
5. Een ontwikkelprogramma gericht op het voortbrengen van praktijkrijpe technische en niet-technische maatregelen ter vermindering van bioaerosol emissies uit geitenbedrijven. Tussen 2008 en circa 2015 is een dergelijke [programma uitgevoerd door Wageningen Livestock Research](#) gericht op het verminderen van fijnstofemissies uit pluimveehouderijen. Een groot deel van de "Aanvullende technieken pluimvee" in Categorie "AP" in Bijlage VI van de [Omgevingsregeling](#) is voortgekomen uit dat programma. Voornoemde categorie bevat luchtwassers (water, chemisch, biologisch, combi), biobedden, warmtewisselaars, mestdroogtunnels, droogfilters, oliefilmsystemen, ionisatiesystemen en de strooiselschuif. In het programma van 2008-2015 zijn mogelijke maatregelen geïnventariseerd, eventueel doorontwikkeld door een innovator/producent, experimenteel beproefd onder gecontroleerde omstandigheden, en op praktijkbedrijven gevalideerd. Op basis van de prestaties van maatregelen in de validatiefase zijn maatregelen met een reductiepercentage voor PM₁₀ opgenomen in de regelgeving (thans de Omgevingsregeling). Een soortgelijk programma zou specifiek voor geitenhouderijen uitgevoerd kunnen worden, maar dan: (a) maatregelen die (ook) gericht zijn op het verminderen en/of afdoden van micro-organismen in bioaerosolen, (b) die specifiek voor de geitenhouderij geschikt lijken, (c) die voldoen aan randvoorwaarden als inpasbaarheid in bedrijfsvoering, kostenniveau, diergezondheid en dierenwelzijn, enzovoort, (d) voortbouwend op de kennis uit onderdelen 1-2-3, en (e) voortbouwend op het eerder genoemde programma voor pluimvee. Vanwege (a) tm (e) zou een dergelijk programma aanzienlijk specifiek, kleiner in omvang en korter in doorlooptijd (ca. 2-3 jaar) kunnen zijn.

Producten onderdelen 1 tm 3

Onderdeel 3 is ondersteunend aan 2. Onderdelen 1 en 2 lenen zich voor een rapportage. Echter, gezien de relatief korte termijn waarop een advies wordt gewenst en vanwege aspecten van laagdrempeligheid, begrijpelijkheid en toepassingsgerichtheid, kunnen een zelfstandig leesbaar PowerPoint document (of interactieve PDF) en een vakbladartikel passende alternatieven zijn.

Tijdspad onderdelen 1 tm 3

De doorlooptijd is ongeveer 6 maanden, startend vanaf een eventuele opdrachtverlening. Vanwege veel lopend onderzoek is de beschikbaarheid van onderzoekers met de juiste expertise op korte termijn een risicofactor voor tijdige uitvoering. Vanwege het politieke en maatschappelijke belang van het onderwerp wil WUR echter graag het maximale doen om een advies tijdig op te leveren.