

Gezondheidsrisico's rond veehouderijen 2025: deel I

Evaluatie wetenschappelijke kennis over risico op longontstekingen bij omwonenden van geitenhouderijen

Aan: de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) en
de minister van Landbouw, Veehouderij, Visserij en Natuur (LVVN)
Nr. 2025/12, Den Haag, 3 juli 2025

Gezondheidsraad



inhoud

Samenvatting	3	04 Slotbeschouwing	29
01 Inleiding	5	4.1 Oorzakelijk verband waarschijnlijk	29
1.1 Aanleiding	5	4.2 Implicaties van een waarschijnlijk oorzakelijk verband	29
1.2 Adviesaanvraag	5	Literatuur	31
1.3 Commissie	5	Commissie	35
1.4 Advies in 2 delen	5		
1.5 Werkwijze en leeswijzer	6		
02 Oorzakelijk verband beoordelen	7		
2.1 EPA-beoordelingskader	7		
2.2 Verschillende typen onderzoek	9		
03 Evaluatie bewijskracht voor oorzakelijk verband	11		
3.1 Overzicht beschikbaar onderzoek	11		
3.2 Consistentie	19		
3.3 Biologische plausibiliteit	20		
3.4 Coherentie	25		
3.5 Onzekerheid	26		



samenvatting

Naar aanleiding van de resultaten van het recentste onderzoek naar Veehouderij en Gezondheid Omwonenden (VGO-III) heeft de minister van VWS, mede namens de minister van LVVN, de Gezondheidsraad om advies gevraagd over de mogelijke gezondheidseffecten van wonen in de buurt van een geitenhouderij. In 2018 concludeerde de Gezondheidsraad op basis van de toenmalige stand van de wetenschap dat er aanwijzingen waren voor een oorzakelijk verband tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen, maar dat de gegevensbasis op dat moment beperkt was. De commissie Veehouderij en gezondheid van de Gezondheidsraad heeft opnieuw de stand van de wetenschap in kaart gebracht, onder andere op basis van het 3^e VGO-onderzoek waarvan het eindrapport in februari 2025 werd gepubliceerd.

In dit 1^e deel van het advies gaat de commissie vooral in op de vraag welke conclusie er op basis van de huidige wetenschappelijke literatuur getrokken kan worden over de oorzakelijkheid van het verband tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het vaker optreden van longontstekingen.

Het 2^e deel zal dieper ingaan op de onderliggende oorzaken en de gezondheidsrisico's en waar mogelijk handelingsopties voor beleidsvertaling van de bevindingen bieden.

Voor deeladvies I heeft de commissie literatuurdatabases doorzocht op wetenschappelijke publicaties die sinds het vorige advies uit 2018 zijn gepubliceerd. Vervolgens heeft zij op basis van de beschikbare wetenschappelijke onderzoeksresultaten beoordeeld hoe sterk de bewijskracht is voor het bestaan van een oorzakelijk verband (causaliteit) tussen wonen in nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen.

De commissie onderscheidt daarbij de volgende categorieën:

- Er is een aangetoond oorzakelijk verband;
- Er is een waarschijnlijk oorzakelijk verband;
- Er zijn aanwijzingen voor een oorzakelijk verband;
- Er zijn onvoldoende gegevens om een uitspraak te kunnen doen over een oorzakelijk verband;
- Een oorzakelijk verband is onwaarschijnlijk.

De sterkte van de bewijskracht hangt onder meer af van het type onderzoek, de kwaliteit van het onderzoek en de consistentie van resultaten uit verschillende onderzoeken.

De commissie komt tot de conclusie dat het verband tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen waarschijnlijk oorzakelijk is. Het VGO-III onderzoek heeft bevindingen opgeleverd die de consistentie van de eerder gevonden associatie versterken, en de commissie concludeert op basis daarvan dat er voldoende bewijs is voor een verhoogd risico op longontsteking onder direct omwonenden van geitenhouderijen. Ook heeft de commissie op basis van beschikbare



wetenschappelijke onderzoeken een plausibel biologisch werkingsmechanisme geïdentificeerd dat deze associatie kan verklaren.

De commissie acht het aannemelijk dat er niet 1 specifieke ziekteverwekker verantwoordelijk is voor de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen, maar dat er sprake is van een samenspel van factoren (multicausaliteit). Hierbij leiden het stalsysteem en het stalmanagement van geitenhouderijen mogelijk tot (piek)bloomstellingen in de omgeving aan onder meer fijnstof en algemeen voorkomende ziekteverwekkers. Dat zou bij omwonenden kunnen zorgen voor (gevoeligheid voor) het krijgen van een longontsteking.

De vaststelling dat er waarschijnlijk sprake is van een oorzakelijk verband vormt volgens de commissie voldoende aanleiding voor overheden om op basis van het voorzorgbeginsel maatregelen te nemen om gezondheidsrisico's voor omwonenden van geitenhouderijen te beperken. Om meer richting te geven aan het type maatregelen dat passend en effectief kan zijn, zal de commissie in het 2^e deeladvies verder ingaan op de aard en ernst van het risico.



01 inleiding

1.1 Aanleiding

De Gezondheidsraad bracht in 2012 en 2018 advies uit over de gezondheidsrisico's voor omwonenden van veehouderijen.

De aanleiding daarvoor waren het IVG-onderzoek (Intensieve Veehouderij en Gezondheid) en de vervolgonderzoeken onder de noemer VGO (Veehouderij en Gezondheid Omwonenden). In het advies van 2018 gaf de Gezondheidsraad aan dat er in de wetenschappelijke literatuur duidelijke aanwijzingen waren voor gezondheidsrisico's voor omwonenden van veehouderijen. Uit de toen beschikbare onderzoeken kwam naar voren dat er een associatie bestond tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het optreden van longontstekingen.

De Gezondheidsraad concludeerde echter ook dat de gegevensbasis op dat moment beperkt was. Er zijn sindsdien aanvullende onderzoeken uitgevoerd door het VGO-consortium, waarin onder andere de epidemiologische analyses van huisartsgegevens werden uitgebreid met gegevens uit recente jaren en uit een tweede onderzoeksgebied, en gezocht werd naar de onderliggende biologische oorzaak van de longontstekingen. Het eindrapport van deze VGO-III onderzoeken werd op 4 februari 2025 gepubliceerd.

1.2 Adviesaanvraag

Na publicatie van het VGO-III eindrapport heeft het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS), mede namens het ministerie van Landbouw, Veehouderij, Visserij en Natuur (LVVN), de Gezondheidsraad gevraagd om het advies uit 2018 te actualiseren op basis van alle op dit moment beschikbare gegevens. Daarnaast zijn er op basis van de VGO-III resultaten een aantal specifieke vragen gesteld met betrekking tot gezondheidsrisico's voor omwonenden van geitenhouderijen en factoren die daarop van invloed zijn. De volledige tekst van de adviesaanvraag is te vinden op de website van de Gezondheidsraad.

1.3 Commissie

Voor de beantwoording van de adviesvraag heeft het bestuur van de Gezondheidsraad de tijdelijke commissie Veehouderij en gezondheid geïnstalleerd waarin experts uit verschillende disciplines werden opgenomen. De commissieleden zijn niet bij het VGO-III onderzoek betrokken geweest. De samenstelling van de commissie is te vinden achter in dit advies. Waar nodig zijn deskundigen buiten de commissie benaderd voor specifieke informatie.

1.4 Advies in 2 delen

De adviesvraag wordt in 2 delen beantwoord. In het voorliggende deel richt de commissie zich op de duiding van de gevonden associatie tussen het wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen.

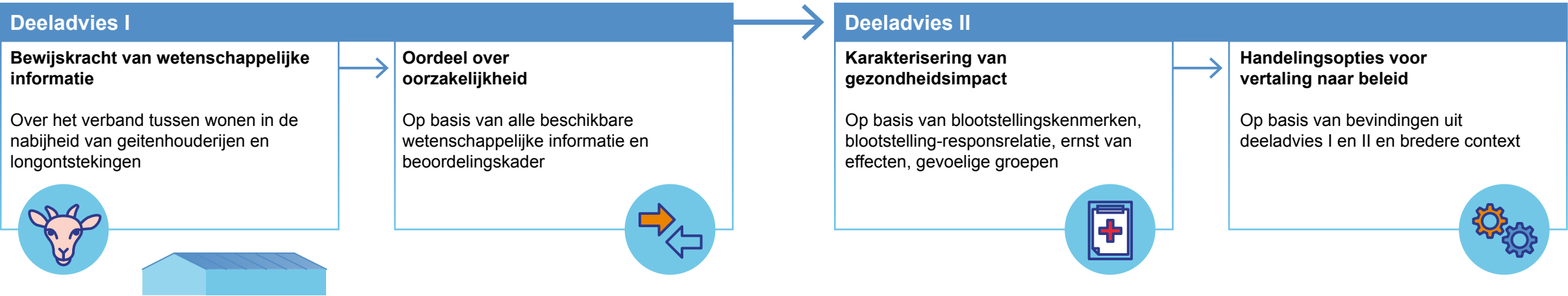


Daarvoor beoordeelt de commissie hoe sterk die associatie is en hoe sterk de bewijskracht voor een oorzakelijk (of causaal) verband is. In deel II zal de commissie dieper ingaan op de ernst en omvang van gezondheidsuitkomsten en specifieke factoren die daarop van invloed zijn. In dat deel zal de commissie ook een handreiking doen voor hoe de bevindingen uit beide deeladviezen naar regelgeving of beleidsmaatregelen vertaald kunnen worden.

1.5 Werkwijze en leeswijzer

Bij aanvang van het adviestraject zijn relevante (belangen)organisaties uitgenodigd om hun standpunten omtrent het onderwerp van dit advies te delen met de commissie. De ingezonden perspectieven zijn te vinden op de website van de Gezondheidsraad. De commissie heeft kennisgenomen van deze visies bij het opstellen van deeladvies I en zal deze ook in overweging nemen bij het 2^e deeladvies.

Voor het opstellen van dit eerste deeladvies heeft de commissie literatuurdatabases doorzocht op wetenschappelijke publicaties die sinds het vorige advies uit 2018 zijn gepubliceerd. Vervolgens heeft zij op basis van de beschikbare wetenschappelijke onderzoeksresultaten beoordeeld hoe sterk de bewijskracht is voor het bestaan van een oorzakelijk verband tussen het wonen in nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen. Bij de beoordeling van de bewijskracht volgt de commissie de systematiek van de *Environmental Protection Agency* (EPA)¹. Dat houdt in dat gegevens afkomstig van relevante wetenschappelijke onderzoeken worden gewogen en integraal beoordeeld op basis van consistentie, biologische plausibiliteit, coherentie en onzekerheid. Het EPA-beoordelingskader staat beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 past de commissie dit beoordelingskader toe op de beschikbare wetenschappelijke gegevens. In hoofdstuk 4, ten slotte, presenteert de commissie haar slotbeschouwing en blikt zij vooruit op het 2^e deeladvies.



02 oorzakelijk verband beoordelen

Als er in wetenschappelijk onderzoek een associatie wordt gevonden tussen omgevingsfactoren en gezondheidsuitkomsten, wil dat nog niet zeggen dat er sprake is van een oorzakelijk (of causaal) verband. Of er een uitspraak gedaan kan worden over oorzakelijkheid, en zo ja, hoe waarschijnlijk een oorzakelijk verband is, hangt onder meer af van het type onderzoek en de kwaliteit van het onderzoek dat daaraan ten grondslag ligt. Ook wordt een enkel op zichzelf staand methodologisch gedegen epidemiologisch onderzoek dat een associatie aantoonst doorgaans niet als voldoende bewijs gezien dat een bepaalde blootstelling een bepaalde gezondheidsuitkomst veroorzaakt. Om de waarschijnlijkheid van een oorzakelijk verband te beoordelen, wordt een bredere synthese van de beschikbare wetenschappelijke informatie toegepast. De commissie doet dat aan de hand van het beoordelingskader van het EPA.

2.1 EPA-beoordelingskader

Verschillende instanties hebben richtlijnen voor de synthese van wetenschappelijke gegevens voor beoordeling van causaliteit opgesteld. De Gezondheidsraad maakte voor *Gezondheidsrisico's rond veehouderijen: vervolgadvis*² uit 2018 en voor de adviezen *Gezondheids-winst door schonere lucht*³ en *Risico's van ultrafijnstof in de buitenlucht*⁴ gebruik van het beoordelingskader van het EPA¹. In het voorliggende advies maakt de commissie ook gebruik van het EPA-beoordelingskader

omdat dit gebaseerd is op internationaal erkende criteria voor causaliteit en geschikt is voor toepassing op milieu-epidemiologische vraagstukken, en vanwege de consistentie met de eerdere Gezondheidsraadsadviezen.

2.1.1 Criteria

In het EPA-beoordelingskader wordt de kwaliteit (de mate waarin er sprake is van methodologisch gedegen onderzoek) van individuele onderzoeken onder meer beoordeeld aan de hand van beschikbare informatie over de onderzoeksopzet, de selectie en definitie van de onderzoekspopulatie, de kwaliteit van blootstellingsdata en gezondheidsmetingen, de correctie voor vertekende factoren en de uitvoering en interpretatie van statistische methoden.

Daarnaast hanteert het EPA-beoordelingskader criteria voor causaliteit. De belangrijkste criteria voor het vaststellen van het oordeel over een oorzakelijk verband op basis van de synthese van wetenschappelijke gegevens zijn:

- *Consistentie*
In hoeverre wijzen onderzoeksuitkomsten van onafhankelijke studies bij vergelijkbare populaties en onder variërende omstandigheden in eenzelfde richting?
- *Biologische plausibiliteit*
In hoeverre is een associatie tussen een blootstelling en een gezondheidsuitkomst verklaarbaar op grond van kennis van



biologische werkingsmechanismen?

- *Coherentie*

In hoeverre stemmen uitkomsten van methodologisch verschillende onderzoeken overeen?

- *Onzekerheid*

In hoeverre kan de invloed van toeval, verstoring of vertekening worden uitgesloten?

2.1.2 Categorieën

De beoordeling van de waarschijnlijkheid van een oorzakelijk verband aan de hand van het EPA-beoordelingskader kent een onderverdeling in

5 categorieën:

- *Er is een aangetoond oorzakelijk verband*

Er is sprake van een aangetoond ('bewezen') oorzakelijk verband als dit verband bij relevante niveaus van blootstelling blijkt uit consistente bevindingen uit meerdere onderzoeken van hoge kwaliteit, uitgevoerd door verschillende onderzoeksgroepen in verschillende regio's of landen. Dit geldt bijvoorbeeld als consistente associaties worden gevonden in gecontroleerde, humane blootstellingsonderzoeken of in observationele studies waarin de invloed van toeval, verstoring of vertekening redelijkerwijs kan worden uitgesloten, en waarbij de biologische plausibiliteit wordt ondersteund door bijvoorbeeld experimenteel onderzoek of informatie over werkingsmechanismen.

- *Er is een waarschijnlijk oorzakelijk verband*

Er is sprake van een waarschijnlijk oorzakelijk verband als het verband bij relevante niveaus van blootstelling blijkt uit meerdere onderzoeken van hoge kwaliteit, waarvan de resultaten niet kunnen worden verklaard door toeval, verstoring of vertekening, maar waarin onzekerheden blijven. Bijvoorbeeld wanneer meerdere observationele onderzoeken associaties tonen met gezondheids-indicatoren, die mogelijk ook kunnen worden toegeschreven aan blootstelling aan andere agentia of waarvan het biologisch werkingsmechanisme beperkt of niet consistent ondersteund wordt door andere typen onderzoek.

- *Er zijn aanwijzingen voor een oorzakelijk verband*

Er zijn aanwijzingen voor een oorzakelijk verband bij relevante niveaus van blootstelling, maar het bewijs is onvoldoende sterk om te concluderen dat er sprake is van een (waarschijnlijk) oorzakelijk verband. Bijvoorbeeld als het aantal beschikbare studies beperkt is en de invloed van toeval, verstoring of vertekening niet voldoende kan worden uitgesloten. Dit geldt bijvoorbeeld als er maar 1 kwalitatief hoogwaardig epidemiologisch en/of toxicologisch onderzoek beschikbaar is dat een associatie toont. Als er wel meer onderzoeken beschikbaar zijn die wijzen op een gezondheidseffect, geldt dit bijvoorbeeld als de resultaten niet volledig consistent zijn, maar toxicologische (dier)experimenten de biologische plausibiliteit wel ondersteunen.



- *Er zijn onvoldoende gegevens om een uitspraak te kunnen doen over een oorzakelijk verband*

De bewijskracht is onvoldoende om een oorzakelijk verband aan te tonen als de kwantiteit, kwaliteit, consistentie of statistische betrouwbaarheid van de beschikbare onderzoeken onvoldoende zijn om vast te stellen of er al dan niet een verband is.

- *Een oorzakelijk verband is onwaarschijnlijk*

Een oorzakelijk verband is onwaarschijnlijk als meerdere kwalitatief goede onderzoeken, uitgevoerd bij veel verschillende concentraties waaraan mensen kunnen worden blootgesteld, geen nadelig effect laten zien van verhoogde blootstelling, ook niet bij mensen die mogelijk extra kwetsbaar zijn.

2.2 Verschillende typen onderzoek

De mate waarin een wetenschappelijk onderzoek kan bijdragen aan de bewijskracht voor een oorzakelijk verband is afhankelijk van het type onderzoek, de opzet (methodologie) en de uitvoering daarvan. Bij milieu-gezondheidskundige vraagstukken wordt veelal gebruik gemaakt van observationeel onderzoek. Er zijn verschillende typen observationeel onderzoek. Bij een cohortonderzoek wordt de onderzoekspopulatie geformeerd op basis van de te onderzoeken blootstelling. Deze blootstelling vindt plaats zonder interventie van de onderzoekers en gaat in de tijd vooraf aan de vastgestelde gezondheidsuitkomst. Bij een prospectief cohortonderzoek worden individuen door de tijd heen gevolgd, terwijl bij

een retrospectief cohortonderzoek informatie over het verleden wordt verzameld. Bij een case-control onderzoek wordt de onderzoekspopulatie gevormd op basis van de te onderzoeken gezondheidsuitkomst. Bij een cross-sectioneel of dwarsdoorsnedeonderzoek worden er op 1 moment gegevens over zowel blootstelling als gezondheidsuitkomsten in een onderzoekspopulatie verzameld. Observationeel onderzoek kan aan het licht brengen dat er sprake is van een statistisch significante afhankelijkheid tussen blootstelling aan een bepaalde omgevingsfactor en het optreden van een gezondheidsuitkomst. We spreken dan van een associatie.

Een ander type epidemiologisch onderzoek is interventie-onderzoek (bijvoorbeeld een *randomised controlled trial*). Hierbij worden deelnemers willekeurig toegewezen aan een groep die wordt blootgesteld aan een bepaalde factor (interventiegroep) of een groep die niet wordt blootgesteld (controlegroep), waarna de uitkomsten van beide groepen worden vergeleken. De onderzoekers hebben daarbij geen kennis over de toewijzing van deelnemers aan de groepen. Voor onderzoek naar effecten van een omgevingsfactor op de gezondheid van mensen zijn interventies echter vaak niet mogelijk, om ethische en praktische redenen.

Observationeel onderzoek naar een associatie tussen een bepaalde omgevingsfactor en een gezondheidsuitkomst kan *bias* met zich meebrengen: vertekening van de associatie door wel of niet gemeten



factoren anders dan de omgevingsfactor die wordt onderzocht.

Onderzoekers kunnen hier, tot een bepaalde hoogte, invloed op uitoefenen bijvoorbeeld door de methoden die ze toepassen voor de selectie van de onderzoekspopulatie en de gegevensverzameling.

Ook kan de aanwezigheid van sommige vormen van bias onderzocht worden met statistische analyses. Daarnaast is het mogelijk dat een gevonden associatie verstoord wordt door de invloed van een derde variabele die samenhangt met zowel de omgevingsfactor als de gezondheidsuitkomst (confounding). Er bestaan verschillende (statistische) methoden waarmee gecorrigeerd kan worden voor confounding indien er informatie over de confounder beschikbaar is.

Wanneer de uitkomsten van meerdere observationele onderzoeken bij verschillende populaties of omstandigheden in dezelfde richting wijzen (consistentie), draagt dit bij aan de bewijskracht voor een oorzakelijk verband, mits de onderzochte populaties en omstandigheden in deze verschillende onderzoeken in voldoende mate met elkaar overeenkomen.⁵

Ook uitkomsten van onderzoeken naar een biologisch werkingsmechanisme dat een relatie tussen een blootstelling en een gezondheidseffect kan verklaren, kunnen bijdragen aan bewijs voor de oorzakelijkheid van een verband (biologische plausibiliteit en coherentie).⁶



03 evaluatie bewijskracht voor oorzakelijk verband

De commissie is nagegaan hoe sterk de bewijskracht is voor het bestaan van een oorzakelijk verband tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen. Daarvoor evalueerde zij de beschikbare relevante wetenschappelijke kennis op basis van de criteria consistentie, biologische plausibiliteit, coherentie en onzekerheid. De commissie constateert dat het VGO-III onderzoek een associatie heeft aangetoond tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen, net als eerdere onderzoeken. Dat versterkt de consistentie van de associatie. De commissie constateert ook dat er een plausibel onderliggend biologisch werkingsmechanisme is dat de associatie kan verklaren.

3.1 Overzicht beschikbaar onderzoek

De commissie heeft verschillende literatuurdatabases doorzocht op wetenschappelijke publicaties die sinds 2018 zijn gepubliceerd over gezondheidsrisico's rond veehouderijen, in het bijzonder longontstekingen bij omwonenden van geitenhouderijen. De literatuurlijst is aangevuld met relevante publicaties die werden geïdentificeerd in referentielijsten van publicaties of werden aangedragen door deskundigen.

Internationaal is er weinig onderzoek gedaan naar de gezondheid van omwonenden van veehouderijbedrijven, zoals de Gezondheidsraad ook al vaststelde in de voorgaande adviezen uit 2012⁷ en 2018². Dat het meeste onderzoek Nederlands is, komt waarschijnlijk doordat de aanwezigheid van (intensieve) veehouderij in dichtbevolkte gebieden in Nederland uniek is voor Europa. Daarnaast heeft de Q-koortsepidemie van 2007-2010 in Nederland de aandacht gevestigd op gezondheidseffecten door de aanwezigheid van veehouderijen, en in het bijzonder geitenhouderijen. Dit is tevens de aanleiding geweest voor het IVG-onderzoek en de verschillende VGO-onderzoeken (zie paragraaf 1.1).

Onderstaande tabellen geven een overzicht van de bevindingen uit alle relevante publicaties voor de beantwoording van de adviesvraag die centraal staat in dit eerste deeladvies. De commissie maakt daarbij onderscheid tussen onderzoeken die gekeken hebben naar het optreden van longontstekingen en andere luchtwegklachten in de nabijheid van veehouderijen (tabel 1 en 2) en onderzoeken die gericht zijn op het achterhalen van mogelijke onderliggende biologische oorzaken (tabel 3 en 4).

Een uitgebreidere beschrijving van de literatuurstudie en de onderzoeksresultaten staat in het achtergronddocument.



3.1.1 Onderzoek naar associatie

Bij onderzoeken naar de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en andere veehouderijen en luchtwegeffecten maakt de commissie onderscheid tussen studies die specifiek hebben gekeken naar longontstekingen (tabel 1, volgende pagina) en studies die hebben gekeken naar andere luchtwegproblemen (tabel 2, pagina 14).



Tabel 1 Observationeel onderzoek naar associatie tussen nabijheid geitenhouderijen en andere veehouderijen en longontstekingen

Onderzoek	Opzet	Type veehouderij	Regio en periode	Blootstellingsmaat	Uitkomstmaat	Beperkingen	Resultaten
VGO-III, 2025 ^{a-11}	Cross-sectioneel en retrospectief cohortonderzoek	Geitenhouderij	VGO-gebied ^a , 2014-2019 UGO-gebied ^b , 2014-2017	- Aantal veehouderijen binnen een bepaald gebied - Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen) - Aantal geitenhouderijen en aantal geiten binnen een bepaalde afstand	Diagnose longontsteking door huisarts in elektronisch patiëntendossier	- Woonadres en nabijheid van veehouderijen als proxy voor blootstelling - Kans op differentiële misclassificatie en selectiebias - Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	- In VGO-gebied voor de periode 2014-2016 45% tot 60% meer longontstekingen per jaar t.o.v. controlegebied met weinig veehouderijen en voor 2017-2019 31% tot 39% meer. In UGO-gebied voor de periode 2014-2017 ca. 40% meer longontstekingen. - Associatie tussen kortere afstand tot geitenhouderij (500m afstand OR^c=1,73; 95% BI^d 1,24-2,42) en groter aantal geitenhouderijen in de woonomgeving en diagnoses van longontstekingen, in verschillende seizoenen
Roof et al., 2021 ¹²	Case-control onderzoek	Geitenhouderij	2 ziekenhuizen in Noord-Brabant en Gelderland, 2016-2017	Afstand tot pluimveehouderijen en geitenhouderijen	Positieve PCR- of antigenetest bij patiënten die met longontsteking in ziekenhuis zijn opgenomen	- Beperkte en ongevoelige uitkomstmaat - Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	Meer positieve antigenetests bij patiënten die binnen 2 km van een geitenhouderij wonen dan bij patiënten met een grotere woonafstand tot een geitenhouderij (15,2% vs. 11,3%, niet significant)
Roof et al., 2021 ¹³	Cross-sectioneel onderzoek	Geitenhouderij	Nederland, 2015	Aantal pluimveehouderijen en geitenhouderijen binnen een bepaald gebied	Voorschrijven van antibiotica waarmee longontstekingen frequent worden behandeld	Onnauwkeurige blootstellingsmaat en onvoldoende specifieke uitkomstmaat	Antibioticagebruik hoger in postcodegebieden met pluimveehouderijen; voor geitenhouderijen werd deze associatie niet gevonden
Simões et al., 2022 ¹⁴	Prospectief cohortonderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	Landelijk gebied in Nederland, 2005-2012	- Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen) - Aantal dieren binnen een bepaalde afstand	CBS ^e -data over respiratoire aandoeningen als doodsoorzaak	- Onderschatting van het aantal geitenhouderijen - Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	Associatie tussen woonafstand tot varkenshouderijen (binnen 2 km) en het aantal dieren en een hogere sterfte door chronische lage luchtwegaandoeningen en longontsteking (Hazard Ratio's variërend van 1,06 BI 1,02-1,10 tot 1,18 BI 1,13-1,24)
Poulsen et al., 2018 ¹⁵	Retrospectief cohortonderzoek	Veehouderijen anders dan geitenhouderijen	Pennsylvania (Verenigde Staten), 2004-2015	- Afstand tot pluimveehouderij - Aantal pluimveehouderijen en aantal dieren binnen een bepaalde afstand	Gegevens over longontsteking in elektronisch patiëntendossier	- Nabijheid van veehouderijen als proxy voor blootstelling - Geen geitenhouderijen bestudeerd	Associatie kortere woonafstand tot pluimveehouderij (binnen 4 km) en het optreden van longontstekingen (OR=1,66; 95% BI 1,27-2,18)

^a Onderzoeksgebied VGO: Noord-Brabant en Noord-Limburg

^b Onderzoeksgebied Utrecht, Gelderland en Overijssel

^c Odds Ratio

^d Betrouwbaarheidsinterval

^e Centraal Bureau voor de Statistiek



Tabel 2 Observationeel onderzoek naar associatie tussen nabijheid geitenhouderijen en andere veehouderijen en andere luchtwegproblemen

Onderzoek	Opzet	Type veehouderij	Regio en periode	Blootstellingsmaat	Uitkomstmaat	Beperkingen	Resultaten
Baliatsas et al., 2020 ¹⁶	Retrospectief cohortonderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	VGO-gebied ^a , 2014-2016	Aantal veehouderijen (waaronder geitenhouderijen) binnen een bepaald gebied	Infecties lage luchtwegen en acute respiratoire symptomen in elektronisch patiëntendossier	- Aantal veehouderijen als proxy voor blootstelling - Kans op differentiële misclassificatie en selectiebias - Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	Vaker infecties van de bronchiën (OR ^b 1,44 BI ^c 1,01-2,05) en acute ademhalingsproblemen (OR 1,27 BI 1,03-1,57) in veehouderijrijdichte gebieden t.o.v. controlegebied met weinig veehouderijen
Gerbecks et al., 2020 ¹⁷	Cross-sectioneel onderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	UGO-gebied ^d , 2017	- Aantal veehouderijen binnen een bepaald gebied - Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen)	Gegevens over ademhalingsklachten in elektronisch patiëntendossier	- Aantal veehouderijen als proxy voor blootstelling - Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	Vaker ademhalingsproblemen in veehouderijrijdichte gebieden t.o.v. controlegebied met weinig veehouderijen (OR 1,35 BI 1,12-1,84)
Kiss et al., 2023 ¹⁸	Cross-sectioneel onderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	Noord, west en midden Nederland, 2012-2014	- Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen) - Aantal veehouderijen binnen een bepaalde afstand	Forced expiratory volume in 1 seconde (FEV ₁) en forced vital capacity (FVC) bij 16-jarigen	- Nabijheid van veehouderijen als proxy voor blootstelling - Mismatch tussen bepalingen van blootstelling en uitkomst	Associatie tussen verminderde longfunctie (FEV ₁) en kortere woonafstand tot veehouderijen (1,4% BI 0,2-2,7%) en groter aantal veehouderijen in de woonomgeving (1,8% BI 0,8-2,9%)
Baliatsas et al., 2019 ¹⁹	Cross-sectioneel onderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	VGO-gebied ^a , 2012	Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen)	Luchtwegklachten bij mensen met astma en COPD ^e volgens elektronisch patiëntendossier	- Nabijheid van veehouderijen als proxy voor blootstelling - Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	Aanwezigheid geitenhouderijen binnen 1 km van woonadres risicofactor voor optreden luchtwegklachten bij mensen met astma en COPD (niet significant)
Post et al., 2021 ²⁰	Cross-sectioneel onderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	Nederland, 2016	Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen)	Verstrekking van medicatie voor astma en COPD aan volwassenen en kinderen o.b.v. data zorgverzekeraars	- Nabijheid van veehouderijen als proxy voor blootstelling - Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	Associatie tussen kortere afstand tussen woonhuis en veehouderij (met name rund- en pluimvee) en 1,6% (BI 1,3-1,9%) minder verstrekking van medicatie voor astma en COPD
Hogerwerf et al., 2022 ²¹	Cross-sectioneel onderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	Nederland (m.u.v. sterk verstedelijkt gebied en grensstreken), 2020-2021	Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen)	SARS-CoV-2 testuitslag	- Nabijheid van veehouderijen als proxy voor gevoeligheid voor luchtweginfecties - Geen individuele gegevens over o.a. opleiding, inkomen, comorbiditeit en blootstelling	Gevoeligheid voor (symptomen van) infectie met SARS-CoV-2 is geassocieerd met woonafstand tot 1 km van geitenhouderij (en andere veehouderijen) (OR 1,11 BI 1,10-1,12 voor zone 0-250 m)



Onderzoek	Opzet	Type veehouderij	Regio en periode	Blootstellingsmaat	Uitkomstmaat	Beperkingen	Resultaten
Brownell et al., 2024 ²²	Prospectief cohortonderzoek	Veehouderijen waaronder geitenhouderijen	Wisconsin (VS) vanaf 2013	Afstand tot veehouderijen (waaronder geitenhouderijen)	Door ouders gerapporteerde luchtwegklachten in de eerste 2 levensjaren	- Nabijheid van veehouderijen als proxy voor blootstelling - Beperkte onderzoekspopulatie	Associatie tussen kortere woonafstand tot veehouderij en minder luchtwegklachten (OR 0,82 BI 0,69-0,97; niet meer significant na correctie voor o.a. geslacht, seizoen, borstvoeding en kinderopvang)
Schulz et al., 2019 ²³	Cross-sectioneel onderzoek	Veehouderijen anders dan geitenhouderijen	Wisconsin (VS), 2008-2016	Afstand tot veehouderijen (melkvee, varken, pluimvee of kalkoen)	Allergieën, astma en medicatiegebruik (zelfgerapporteerd) en longfunctie (FEV ₁ en FVC)	- Nabijheid van veehouderijen als proxy voor blootstelling - Geen onderscheid tussen type en grootte van veehouderijen mogelijk - Zelfgerapporteerde gezondheidseffecten	Associatie tussen kortere woonafstand tot veehouderijen en 7,7% (BI 14,6-0,8) minder longfunctie (FEV ₁) en meer zelfgerapporteerde allergieën, astma, astma-aanvallen en medicatiegebruik voor astma (OR variërend van 2,08 tot 3,31)

^a Onderzoeksgebied VGO: Noord-Brabant en Noord-Limburg
^b Odds Ratio
^c Betrouwbaarheidsinterval
^d Onderzoeksgebied Utrecht, Gelderland en Overijssel
^e Chronic Obstructive Pulmonary Disease

3.1.2 Onderzoek naar mogelijke oorzaken

Bij onderzoeken naar de mogelijke oorzaken van de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen maakt de commissie onderscheid tussen studies die hebben gekeken naar micro-organismen (tabel 3) en studies die hebben gekeken naar luchtverontreiniging (tabel 4). Bij onderzoeken naar micro-organismen gaat het om studies die de aanwezigheid van ziekteverwekkers (bacteriën, virussen, schimmels) in en rond geitenhouderijen hebben onderzocht of gekeken hebben naar het microbioom (geheel van micro-organismen) in de luchtwegen van mensen die in de buurt van veehouderijen wonen of in fijnstof afkomstig van veehouderijen. In onderzoeken naar luchtverontreiniging

als mogelijke oorzaak is gekeken naar het effect op de luchtwegen van blootstelling aan fijnstof (PM10, stofdeeltjes met een doorsnede kleiner dan 10 micrometer) en endotoxinen (bestanddelen van de celwand van bacteriën) afkomstig van veehouderijen.



Tabel 3 Onderzoek naar aanwezigheid van micro-organismen en veranderingen in luchtwegmicrobioom

Onderzoek	Opzet	Regio en periode	Blootstellingsmaat	Uitkomstmaat	Resultaat
VGO-III ⁹	PCR-analyse en microbioom-analyse (amplicon-gebaseerde 16S rRNA-gen sequencing)	VGO-gebied ^a en UGO-gebied ^b , 2020-2023	n.v.t.	Aanwezigheid van micro-organismen in keel- en neusswabs van omwonenden van geitenhouderijen met en zonder longontsteking, geitenhouders en hun werknemers en in monsters uit geiten, geitenstallen, stallucht en omgevingslucht	• 23 bacteriën (vooral afkomstig uit stalbedekking en stalmest) die mogelijk longontsteking nabij geitenhouderijen veroorzaken • Clusters van micro-organismen die vaker voorkomen bij patiënten, geitenhouders of deelnemers die dichterbij geitenhouderijen wonen • Verschillen in microbioom-samenstelling tussen patiënten, controlepersonen en geitenhouders zonder significante invloed van woonafstand tot geitenhouderijen
Van Kersen et al., 2022 ²⁴	Microbioomanalyse (amplicon-gebaseerde 16S rRNA-gen sequencing)	VGO-gebied ^a , 2015-2016	Gemodelleerde jaar-gemiddelde concentraties PM10 ^c en endotoxinen uit veehouderijen	Microbioomsamenstelling in orofaryngeale swabs van COPD ^d -patiënten en controlepersonen	• Associatie tussen PM10 en endotoxinen concentraties op woonadres en luchtwegmicrobioom-samenstelling van COPD-patiënten
Liu et al., 2019 ²⁵	Microbioomanalyse (amplicon-gebaseerde rRNA sequencing) Experimenteel onderzoek (<i>in vitro</i>)	Nederland	Fijnstof uit geiten-, pluimvee- en varkenshouderijen	Microbioomsamenstelling van fijnstof Activatie van immuuncelreceptoren in HEK-Blue cellen en MM6 cellen	• Microbioomsamenstelling van fijnstof afkomstig van geitenhouderijen • Met name lipopolysaccharide van gramnegatieve bacteriën veroorzaakt immuunrespons

^a Onderzoeksgebied VGO: Noord-Brabant en Noord-Limburg
^b Onderzoeksgebied Utrecht, Gelderland en Overijssel
^c Stofdeeltjes met een doorsnede kleiner dan 10 micrometer
^d Chronic Obstructive Pulmonary Disease



Tabel 4 Onderzoek naar effecten op luchtwegen door luchtverontreiniging afkomstig van geitenhouderijen en andere veehouderijen

Onderzoek	Opzet	Regio en periode	Blootstellingsmaat	Uitkomstmaat	Beperkingen	Resultaten
VGO-III ⁹	Metingen luchtverontreiniging	VGO-gebied ^a en UGO-gebied ^b , 2019-2021	Gemeten 24-uurs- gemiddelde concentraties PM10 in stallucht en bepaling endotoxinegehalte	n.v.t.	Meetonzekerheid door meetplaats, gehanteerd ventilatie-debiet en vaste waarde voor CO ₂ in binnenkomende lucht	Concentratie PM10 ^c en endotoxinen bij geitenhouderijen lager dan bij andere typen veehouderijen
Kiss et al., 2023 ¹⁸	Cross-sectioneel onderzoek	Noord, west en midden Nederland, 2012-2014	Gemodelleerde jaar- gemiddelde concentraties PM10 uit veehouderijen	Longfunctie (FEV ₁ ^d en FVC ^e) bij 16-jarigen	Mogelijke mismatch tussen bepalingen van blootstelling en uitkomst	Associatie tussen hogere concentratie PM10 afkomstig van veehouderijen op het woonadres en verminderde longfunctie (FEV ₁) (0,9% BI 0,4-1,5%)
De Rooij et al., 2019 ²⁶	Cross-sectioneel onderzoek	VGO-gebied ^a , 2012-2015	Gemodelleerde jaar- gemiddelde concentraties PM10 en endotoxinen uit veehouderijen	Astma, COPD ^f , ademhalingsproblemen (zelfgerapporteerd), longfunctie (FEV ₁ en FVC)	Geen inzicht in korte- termijn fluctuaties in luchtkwaliteit Zelfgerapporteerde gezondheidseffecten	• Associatie tussen hogere concentratie endotoxinen op het woonadres en verminderde longfunctie (FVC) (niet significant) • Associatie tussen hogere concentratie endotoxinen, en in mindere mate PM10, en minder astma, COPD en ademhalingsproblemen; bij hoogste concentraties luchtverontreiniging juist meer ademhalingsproblemen
De Rooij et al., 2024 ²⁷	Cross-sectioneel onderzoek	VGO-gebied ^a , 2012-2015	Gemodelleerde week- gemiddelde concentraties PM10 en endotoxinen uit veehouderijen	Longfunctie (FEV ₁ , FVC, FEV ₁ / FVC, MMEF ^g)		Associatie tussen hogere concentratie endotoxinen op het woonadres en verminderde longfunctie (FVC) (1,1%), onafhankelijk van PM10 en ammoniakconcentraties, vooral bij mensen met COPD of astma (3,2%)
Van Kersen et al., 2020 ²⁸	Prospectieve panelstudie	VGO-gebied ^a , 2015-2016	Gemeten daggemiddelde concentraties ammoniak en PM10	Longfunctie (FEV ₁ en PEF ^h) bij COPD-patiënten	Geen inzicht in individuele blootstelling	Associatie tussen hogere concentratie ammoniak, en in minder mate PM10, en verminderde longfunctie (FEV ₁) bij COPD-patiënten (1,14% BI 1,05-1,25% per 12 µg/m ³ ammoniak)
Post et al., 2021 ²⁰	Cross-sectioneel onderzoek	Nederland, 2016	Gemodelleerde jaar- gemiddelde concentraties PM10 afkomstig van veehouderijen	Verstreking van medicatie voor astma en COPD aan volwassenen en kinderen o.b.v. data zorgverzekeraars	Geen gegevens over bv. roken als mogelijke confounder	Associatie tussen hogere PM10 concentratie op het woonadres en verstreking van 5,2% (BI 4,5-5,9%) minder medicatie voor astma en COPD
De Groot et al., 2020 ²⁹	Experimenteel onderzoek (<i>ex vivo</i>)	Nederland	Fijnstof uit geiten-, pluimvee- en varkenshouderijen	Cytokineproductie en oxidatieve stress in mononucleaire cellen uit perifere bloed (PBMC ⁱ) van astmapatiënten en controlepersonen	n.v.t.	• Vergelijkbare ontstekingsreactie in PBMC's van gezonde personen en astmapatiënten • Verhoogde gevoeligheid voor fijnstof (met name uit varkensstallen) bij astmapatiënten die stopten met medicatie



Onderzoek	Opzet	Regio en periode	Blootstellingsmaat	Uitkomstmaat	Beperkingen	Resultaten
Liu et al., 2020 ³⁰	Experimenteel onderzoek (<i>in vivo</i>)	Nederland	Fijnstof uit geitenhouderijen	Histopathologie en genexpressie in longweefsel en ontstekings-markers in vloeistof uit long-blaasjes in muizenmodel voor astma	n.v.t.	Acute ontstekingsreactie in luchtwegen van muizen met astma na blootstelling aan fijnstof
Liu et al., 2020 ³¹	Experimenteel onderzoek (<i>in vivo</i>)	Nederland	Fijnstof uit pluimvee- en varkenshouderijen	Histopathologie in longweefsel en ontstekingsmarkers in vloeistof uit longblaasjes in muizenmodel voor astma	n.v.t.	Acute ontstekingsreactie in luchtwegen van muizen met astma na blootstelling aan fijnstof
Martikainen et al., 2018 ³²	Experimenteel onderzoek (<i>ex vivo</i>)	Finland	Fijnstof uit veehouderij Finland en stedelijke omgeving China	Cytokineproductie en expressie van immuunreceptoren in PBMC's van 4 jaar oude kinderen	n.v.t.	Fijnstof uit veehouderij activeert PBMC's, terwijl fijnstof uit stedelijke omgeving de immuunreactie remt
Martikainen et al., 2023 ³³	Experimenteel onderzoek (<i>in vitro</i>)	Finland	Fijnstof uit rundveehouderijen	Productie van cytokinen en eiwitten en doorlaatbaarheid van gekweekt luchtwegweefsel	n.v.t.	Immuunrespons na blootstelling aan fijnstof, met verschillen tussen veehouderijbedrijven
Martikainen et al., 2021 ³⁴	Experimenteel onderzoek (<i>in vitro</i>)	Finland	Fijnstof uit rundveehouderijen	Cytokineproductie en oxidatieve stress in gekweekte humane longepitheelcellen en macrofagen	n.v.t.	Immuunrespons na blootstelling aan fijnstof

^a Onderzoeksgebied VGO: Noord-Brabant en Noord-Limburg
^b Onderzoeksgebied Utrecht, Gelderland en Overijssel
^c Stofdeeltjes met een doorsnede kleiner dan 10 micrometer
^d Forced Expiratory Volume in 1 seconde
^e Forced Vital Capacity
^f Chronic Obstructive Pulmonary Disease
^g Maximum Mid-Expiratory Flow
^h Peak Expiratory Flow
ⁱ Peripheral Blood Mononuclear Cell



3.2 Consistentie

3.2.1 Associatie met longontstekingen

In tabel 1 staat een overzicht van observationele onderzoeken naar de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en andere veehouderijen en longontstekingen die gepubliceerd zijn sinds 2018.

Om de consistentie van de gevonden associatie tussen de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen te beoordelen, heeft de commissie zich vooral gebaseerd op de VGO-onderzoeken.⁸⁻¹¹ Andere Nederlandse onderzoeken naar deze associatie heeft de commissie niet meegewogen omdat zij de gehanteerde uitkomstmaten niet geschikt acht voor de beantwoording van de adviesvraag. Internationaal onderzoek naar deze associatie werd niet aangetroffen.

In de VGO-onderzoeken is de diagnose van longontsteking door een huisarts als uitkomstmaat gehanteerd. Die diagnose is gesteld op basis van de richtlijnen van het Nederlands Huisarts Genootschap (NHG).

De commissie acht de huisartsdiagnose een geschikte uitkomstmaat voor observationeel onderzoek. In Nederland wordt het grootste deel van de longontstekingen immers door de huisarts geregistreerd en behandeld.³⁵

Bij voorkeur wordt de diagnose bevestigd middels aanvullende diagnostiek om eventuele misclassificatie te voorkomen, maar medisch microbiologisch onderzoek maakt niet standaard deel uit van de huisartsdiagnose.

Gezamenlijk beslaan de VGO-onderzoeken een periode van 11 jaar (2009 - 2019) en verschillende delen van Nederland (regio's in Noord-Brabant, Limburg, Utrecht, Gelderland en Overijssel). In alle onderzochte jaren, in verschillende maanden en seizoenen en in alle onderzochte gebieden is met meerdere statistische methoden een associatie aangetoond tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het vaker optreden van door huisartsen gediagnosticeerde longontstekingen. Een belangrijke bevinding voor de onderbouwing van een oorzakelijk verband is dat de associatie sterker is naarmate de afstand tot geitenhouderijen afneemt en naarmate het aantal geitenhouderijen binnen 2 kilometer van het woonadres toeneemt.⁹

Sinds 2018 zijn buiten het VGO-III onderzoek 3 andere Nederlandse onderzoeken naar wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en andere veehouderijen en longontstekingen gepubliceerd.¹²⁻¹⁴ Kort voor 2018 zijn buiten het VGO-onderzoek nog 2 andere Nederlandse studies gepubliceerd die specifiek de betreffende associatie onderzochten.^{36,37} Ziekenhuisopnames voor longontsteking, en een keeluitstrijk bij patiënten die met een longontsteking in het ziekenhuis werden opgenomen, zijn volgens de commissie geen geschikte uitkomstmaat omdat maar in weinig gevallen een ziekenhuisopname voor longontsteking nodig is. Een urinaire antigenetest bij patiënten die met een longontsteking in het ziekenhuis werden opgenomen toont slechts een beperkt aantal micro-organismen aan. Het gebruik van antibiotica is geen betrouwbare uitkomstmaat omdat



deze ook voor andere aandoeningen dan longontstekingen worden voorgeschreven. Doodsoorzaakgegevens van het CBS zijn ten slotte geen geschikte uitkomstmaat omdat veel patiënten herstellen van een longontsteking.

In het buitenland is tot op heden geen onderzoek uitgevoerd naar de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen. Er is alleen een onderzoek beschikbaar uit de Verenigde Staten dat meer longontstekingen in de nabijheid van pluimveehouderijen laat zien.¹⁵

3.2.2 Associatie met andere luchtwegproblemen

Verschillende Nederlandse en internationale onderzoeken hebben (ook) de associatie tussen wonen nabij een veehouderij en luchtwegproblemen anders dan longontstekingen onderzocht, zie tabel 2. Onderzoeken die gepubliceerd zijn sinds 2018 tonen aan dat er een associatie is tussen wonen in de nabijheid van veehouderijen en ademhalingsproblemen (veelal zelfgerapporteerd), verminderde longfunctie en meer astma- en COPD-gerelateerde klachten.^{16-19,23} Bij kinderen tot 2 jaar werden minder ademhalingsproblemen en verminderd gebruik van astmamedicatie gerapporteerd.^{20,22}

3.2.3 Conclusie consistentie

De commissie beschouwt de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het optreden van longontstekingen (door huisartsen gediagnosticeerd) met grote zekerheid als consistent. Het VGO-III onderzoek heeft daar in belangrijke mate aan bijgedragen. Niet alleen is de associatie opnieuw aangetoond in Noord-Brabant en Limburg, aanvullend heeft VGO-III de associatie ook aangetoond in Utrecht, Gelderland en Overijssel. De associatie is bovendien aangetoond in verschillende maanden en seizoenen en met meerdere, aanvullende statistische methoden. Daarnaast heeft het VGO-onderzoek een relatie aangetoond tussen het optreden van longontstekingen en de afstand tot geitenhouderijen en het aantal geitenhouderijen in de buurt van de woning. Internationaal onderzoek hierover is niet beschikbaar.

3.3 Biologische plausibiliteit

Er zijn verschillende onderzoeken gepubliceerd die zich richtten op het achterhalen van mogelijke biologische oorzaken voor de gevonden associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het optreden van longontstekingen (zie tabel 3 en 4). De commissie constateert dat er 4 hypothesen zijn voor onderliggende oorzaken:

- Eén of meerdere ziekteverwekkers die specifiek op geitenhouderijen voorkomen verspreiden zich via de lucht en veroorzaken longontstekingen bij omwonenden.
- Algemeen voorkomende micro-organismen komen op geitenhouderijen



in grote hoeveelheden vrij vanwege het kenmerkende stalsysteem en stalmanagement. Daardoor neemt onder omwonenden het dragerschap van deze micro-organismen toe en daarmee het risico op longontstekingen.

- Blootstelling aan fijnstof, endotoxinen, micro-organismen en/of andere componenten afkomstig van geitenhouderijen beïnvloeden het luchtwegmicrobioom van omwonenden waardoor zij gevoeliger worden voor longontstekingen door specifieke of meer algemene ziekteverwekkers.
- Blootstelling aan fijnstof, endotoxinen, micro-organismen en/of andere componenten afkomstig van geitenhouderijen veroorzaakt luchtwegproblemen bij omwonenden waardoor zij gevoeliger worden voor longontstekingen door specifieke of meer algemene ziekteverwekkers.

3.3.1 Specifieke ziekteverwekker uit geitenhouderijen

Tabel 3 laat zien dat het VGO-III onderzoek tot op heden het enige onderzoek is dat de hypothese van 1 of meerdere ziekteverwekkers afkomstig uit geitenhouderijen als oorzaak van longontstekingen bij omwonenden heeft onderzocht.⁹ In het VGO-III onderzoek is gekeken naar micro-organismen die zowel op de geitenhouderij voorkomen als bij de geitenhouders en de omwonenden. Daartoe zijn micro-organismen gemeten in keel- en neusswabs van omwonenden van geitenhouderijen met en zonder longontsteking en van geitenhouders en hun werknemers en in monsters uit geiten, geitenstallen, stallucht en omgevingslucht.

Er werden 23 bacteriën waarvan bekend is dat ze bij mensen een longontsteking kunnen veroorzaken, aangetroffen bij patiënten, omwonenden, geitenhouders en/of in de buitenlucht rondom geitenbedrijven. Veel van deze bacteriën kwamen ook voor in stalbedekking en stalmest van de onderzochte geitenhouderijen. Er werd geen duidelijke associatie aangetoond tussen de mate waarin de micro-organismen op geitenhouderijen voorkomen en de mate waarin ze en in de keel- en neusswabs van patiënten/omwonenden voorkomen. Ook werd er geen statistisch significant verband gezien tussen de aanwezigheid van deze micro-organismen bij omwonenden en de woonafstand tot een geitenhouderij.⁹ De betreffende bacteriën kennen meer bronnen dan enkel geitenhouderijen. Omdat het VGO-III onderzoek specifiek op geitenhouderijen was gericht, is niet bekend of de bacteriën ook rondom andere typen veehouderijen of in het VGO-controlegebied aanwezig waren.

Voor de meeste van de 23 aangetroffen bacteriën acht de commissie het niet waarschijnlijk dat zij na verspreiding over grote afstand via de lucht, omwonenden via inademing besmetten met een voldoende hoge dosis om een longontsteking te veroorzaken. Dit is bijvoorbeeld wel het geval bij de bacterie die Q-koorts veroorzaakt (*Coxiella burnetii*) vanwege de unieke kenmerken van de *small-cell* variant (spore) van die bacterie. Doordat deze zeer goed bestand is tegen uitdroging en hogere en lagere temperatuur en bovendien een lage infectieuze dosis heeft, kan deze over grote afstanden Q-koorts overbrengen.



De commissie constateert dat het VGO-III onderzoek, ondanks de uitgebreide opzet, geen specifieke ziekteverwekker heeft geïdentificeerd die zich vanuit geitenhouderijen via de lucht verspreidt over grote afstand en longontstekingen veroorzaakt bij omwonenden. De commissie acht het niet waarschijnlijk dat specifieke micro-organismen afkomstig van geitenhouderijen die wellicht nog niet in beeld zijn een dergelijke rol spelen.

Dat het VGO-III onderzoek geen specifieke ziekteverwekker geïdentificeerd heeft, kan verschillende oorzaken hebben. Ten eerste is een retrospectieve bepaling van micro-organismen in de keel en neus van patiënten met longontsteking niet representatief voor ziekteverwekkers die eerder lager in de luchtwegen een infectie veroorzaakten.^{38,39} Gemiddeld zaten er 8,3 dagen (mediaan 7 dagen, spreiding 1-49 dagen) tussen de eerste ziektedag en het moment dat de patiënt de huisarts consulteerde voor een mogelijke longontsteking.⁹ Ten tweede werden in het VGO-III onderzoek micro-organismen in de lucht gemeten op 8 locaties binnen 0,6 kilometer van een geitenhouderij.⁹ Doordat de micro-organismen middels een PCR-test en sequencing werden geïdentificeerd, en niet werden gekweekt, is enkel de aanwezigheid van micro-organismen aangetoond. Daarom is niet bekend aan welke hoeveelheid levende micro-organismen de omwonenden binnen een straal van 2 kilometer van een geitenhouderij werden blootgesteld. Tot slot werden in het patiëntenonderzoek van VGO-III minder patiënten geïnccludeerd dan oorspronkelijk beoogd, namelijk 108 van de beoogde 600 tot 800 patiënten. Dit belemmert de

identificatie van statistisch significante verschillen tussen patiënten met een longontsteking die binnen 2 kilometer en patiënten die verder dan 2 kilometer van een geitenhouderij wonen.⁹

3.3.2 Niet-specifieke ziekteverwekkers uit geitenhouderijen

VGO-III en andere studies onderzochten het microbioom (het geheel aan aanwezige micro-organismen) van de luchtwegen van geitenhouders en omwonenden of van fijnstof uit geitenhouderijen (zie tabel 3).^{9,24,25} Uit deze onderzoeken blijkt dat sommige algemeen voorkomende ziekteverwekkers vaker werden waargenomen bij geitenhouders, bij omwonenden en/of bij omwonenden met COPD of longontsteking dan bij andere groepen. De commissie acht het mogelijk dat algemeen voorkomende micro-organismen, ondanks dat ze niet specifiek zijn voor geitenhouderijen, toch een verklaring kunnen zijn voor de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen. Mogelijk speelt het kenmerkende stalsysteem en stalmanagement van geitenhouderijen daarbij een rol. Bij geitenhouderijen zijn de stallen vaak open. Ook zijn er in potstallen vaak grote hoeveelheden geiten en mest aanwezig. Met name bij het uitmesten van de potstal is er een aanzienlijke piek in het vrijkomen van micro-organismen in de (stal)omgeving te verwachten. Zo kunnen zich waarschijnlijk grote hoeveelheden micro-organismen naar de omgeving verspreiden. Niet alleen via de lucht (over korte afstanden, al dan niet gebonden aan fijnstof), maar ook door transmissie van de omgeving naar personen en tussen personen



onderling. Dit kan leiden tot meer dragerschap van deze micro-organismen bij omwonenden. Dragerschap leidt weliswaar niet per definitie direct tot ziekte, maar het kan er wel toe leiden dat er makkelijker longontstekingen kunnen ontstaan, vooral bij mensen die daar vatbaar voor zijn (rokers, COPD-patiënten, ouderen).

Transmissie van micro-organismen via de omgeving en tussen personen zou ook verklaren waarom de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen in verschillende seizoenen is waargenomen, terwijl ziekteverwekkers die zich via de lucht verspreiden over het algemeen minder goed in de buitenlucht overleven in de lente en zomer. Ook zou het kunnen verklaren waarom er wel een associatie werd gevonden tussen het aantal diagnoses van longontsteking door huisartsen en het aantal geitenbedrijven, maar niet met het aantal geiten per bedrijf. Omdat er geen meetgegevens beschikbaar zijn van micro-organismen in de omgeving op meerdere afstanden van geitenhouderijen, in controlegebieden met weinig veehouderijen, rondom andere typen veehouderijen en tijdens en na het uitmesten van potstallen, kan de hierboven geschetste verklaring niet onderbouwd of ontkracht worden.

3.3.3 Verstoring microbiom luchtwegen

Recente inzichten suggereren dat inhalatie van fijnstof, endotoxinen en micro-organismen afkomstig van veehouderijen het luchtwegmicrobiom kan verstoren. Emissies uit veehouderijen beïnvloeden de luchtwegcellen

en de reactie van het immuunsysteem waardoor het vestigen en vermenigvuldigen van micro-organismen (kolonisatie) in de luchtwegen verstoord wordt, of introduceren nieuwe micro-organismen die zich vestigen in de luchtwegen.^{38,40} Het microbiom van de luchtwegen speelt op zijn beurt mogelijk een rol in de vatbaarheid voor longontsteking, eveneens door een invloed op kolonisatie van micro-organismen en/of de immuunrespons.³⁹ Beentjes et al. (2022) beschrijven bijvoorbeeld dat luchtverontreiniging de gevoeligheid voor een infectie met *Streptococcus pneumoniae* kan vergroten: door 1) belemmering van beweging van de trilharen van luchtwegslijmvlies waardoor kolonisatie gemakkelijker wordt, 2) een invloed op de productie en functie van antimicrobiële peptiden en macrofagen, 3) een opwaartse regulatie van een bacteriële hechtingsfactor op epitheelcellen, en 4) een toename van productie van pro-inflammatoire cytokinen met weefselschade tot gevolg.⁴¹

Tabel 3 laat zien dat hier beperkt onderzoek naar gedaan is. Bij het VGO-III deelonderzoek naar het microbiom in de keel en neus van geitenhouders en omwonenden, was de aanname dat een verstoring van het microbiom in de hogere luchtwegen kan leiden tot verhoogde kolonisatie van commensale bacteriën (bacteriën die onder normale omstandigheden in of op de gastheer aanwezig zijn) en/of introductie en kolonisatie van nieuwe micro-organismen. Deze micro-organismen zouden zich vanuit de hogere luchtwegen kunnen verspreiden naar de longen en daar vervolgens ofwel zelf een infectie teweegbrengen ofwel



via verstoring van het longmicrobioom de gevoeligheid voor infectie door andere micro-organismen verhogen.^{39,42} In dit onderzoek werden verschillen gezien in het microbioom tussen patiënten met en zonder longontsteking en geitenhouders.⁹ *Streptococcus* bacteriën werden bijvoorbeeld vaker waargenomen bij patiënten met longontsteking.⁹ De aanwezigheid van *Streptococcus* in de neus is ook in ander onderzoek geassocieerd met een hoger risico op longontsteking.⁴² Ook werden hogere aantallen *Moraxella* waargenomen in de neus van deelnemers aan het onderzoek die dichtbij een geitenhouderij wonen in vergelijking met deelnemers die op grotere afstand van een geitenhouderij wonen.⁹ Het geringe aantal deelnemers aan het onderzoek belemmerde echter het vaststellen van significante verschuivingen in het microbioom als gevolg van de nabijheid van geitenhouderijen.

Volgens de commissie zou een verstoring van het luchtwegmicrobioom door luchtverontreiniging afkomstig van geitenhouderijen kunnen bijdragen aan de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen, vooral door piekmissies tijdens het uitmesten van stallen gevolgd door transmissie van de omgeving naar personen en tussen personen onderling. Beschikbaar onderzoek biedt onvoldoende gegevens voor de onderbouwing of ontkrachting van dit mechanisme. Vooral over piekmissies is nog weinig bekend. Metingen van emissies van fijnstof en endotoxinen uit geitenhouderijen in het VGO-III onderzoek op momenten dat er niet werd uitgemest, lieten lagere

concentraties zien dan voor andere typen veehouderijen.⁹ Dit blijkt ook uit andere onderzoeken.^{20,26}

3.3.4 Effecten luchtverontreiniging op luchtwegen

Tabel 4 toont de gepubliceerde onderzoeken naar effecten van luchtverontreiniging afkomstig van geitenhouderijen en andere veehouderijen op luchtwegproblemen. Het is bekend dat luchtverontreiniging een effect heeft op het ontstaan en verergeren van luchtweg- en longaandoeningen.³ Voor PM10 en/of endotoxinen afkomstig uit veehouderijen rapporteerden verschillende observationele en experimentele onderzoeken een associatie met verminderde longfunctie, ademhalingsproblemen, of een ontstekingsreactie in immuun- of luchtwegcellen.^{18,25-34} De commissie acht het echter niet aannemelijk dat het verhoogde risico op longontsteking bij omwonenden van geitenhouderijen volledig is toe te schrijven aan de jaargemiddelde blootstelling aan luchtvervuiling door PM10 en endotoxinen afkomstig van geitenhouderijen. Dat geldt voor zowel primair fijnstof, dat rechtstreeks afkomstig is uit geitenstallen, als secundair fijnstof, dat in de lucht ontstaat uit ammoniak afkomstig van geitenhouderijen en pas over lange afstanden wordt gevormd.² Emissies van fijnstof en endotoxinen zijn bij geitenhouderijen gemiddeld lager dan bij andere typen veehouderijen. Bovendien werd de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen in de VGO-onderzoeken vastgesteld in verschillende jaren en regio's, met verschillen in luchtkwaliteit.⁹ De verschillen en overeenkomsten tussen de



samenstelling van fijnstof afkomstig van geitenhouderijen en andere veehouderijen zijn niet onderzocht. Dat fijnstof afkomstig van geitenhouderijen een specifiek (infectieus of niet-infectieus) bestanddeel bevat dat een rol speelt in de associatie met longontstekingen acht de commissie niet waarschijnlijk. De commissie verwacht wel dat pieken in emissies van fijnstof, endotoxinen en andere componenten van luchtverontreiniging tijdens het uitmesten van geitenstallen⁹, naast verstoring van het luchtwegmicrobioom (zie 3.3.3), relevant kunnen zijn voor het optreden van acute luchtwegeffecten en voor de gevoeligheid voor andere luchtwegproblemen. Onderzoeken hiernaar ontbreken echter.

3.3.5 Conclusie biologische plausibiliteit

Er zijn verschillende hypothesen die de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen kunnen verklaren. In VGO-III werd de hypothese onderzocht van de verspreiding van een specifieke ziekteverwekker afkomstig uit geitenhouderijen via de lucht. De commissie ziet beperkingen in de opzet en uitvoering van het VGO-III onderzoek die het aantonen van deze hypothese belemmeren. Bovendien acht de commissie het niet aannemelijk dat een ziekteverwekker via de lucht en op grotere afstand een longontsteking veroorzaakt. Een plausibel mechanisme is volgens de commissie dat een aanzienlijke verspreiding van algemeen voorkomende ziekteverwekkers uit geitenhouderijen tot verhoogd dragerschap van micro-organismen bij omwonenden leidt en zo tot een hoger risico op longontstekingen, met

name bij gevoelige groepen. Transmissie van een voldoende hoge dosis infectieuze micro-organismen zou over korte afstanden kunnen plaatsvinden via de lucht en daarnaast van geiten naar de directe omgeving, van de omgeving naar personen, en tussen personen onderling.

Uitstoot van fijnstof, endotoxinen en micro-organismen uit geitenhouderijen zou daarnaast een bijdrage kunnen leveren aan de gevoeligheid voor longontstekingen door het ontstaan van ontstekingsreacties in de luchtwegen, een verschuiving in het luchtwegmicrobioom en een verhoogde infectiegevoeligheid. Het specifieke stalsysteem en -management dat geitenhouderijen kenmerkt, met name het periodiek uitmesten van potstallen, speelt mogelijk een rol bij deze mechanismen.

Door de complexiteit en het multicausale karakter van dit werkingsmechanisme is het aantonen van deze hypothese niet eenvoudig. Gegevens uit wetenschappelijk onderzoek onderbouwen deze hypothese ten dele, maar voor sommige aspecten ontbreken data uit methodologisch gedegen onderzoek. De beschikbare onderzoeksresultaten spreken de hypothese in ieder geval niet tegen.

3.4 Coherentie

3.4.1 Samenhang uitkomsten onderzoek

Om coherentie te beoordelen bekeek de commissie of uitkomsten van methodologisch verschillende onderzoeken overeenstemmen.

De associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het vaker optreden van door huisartsen gediagnosticeerde longontstekingen



is aangetoond in observationeel onderzoek (zie 3.2.1). Interventie-onderzoeken die vaststellen of longontstekingen vaker optreden na het vestigen van geitenhouderijen in de woonomgeving of juist minder na beëindiging van geitenhouderijen zijn niet beschikbaar. Andere typen onderzoek die uitgevoerd zijn om de ziekteverwekker die de longontstekingen veroorzaakt te achterhalen, betreffen analyses van micro-organismen en het microbioom in en rond geitenhouderijen en bij geitenhouders en omwonenden (zie 3.3.1 t/m 3.3.3). Daarnaast is er observationeel en experimenteel onderzoek beschikbaar dat een verband laat zien tussen luchtverontreiniging afkomstig van geitenhouderijen en effecten op de luchtwegen (zie 3.3.4). Deze onderzoeken leverden aanwijzingen op voor een mogelijke verklaring voor de aangetoonde associatie, zoals de aanwezigheid van algemeen voorkomende ziekteverwekkers in en rond geitenhouderijen en bij geitenhouders en omwonenden, en een ontstekingsrespons in de luchtwegen als gevolg van blootstelling aan emissies afkomstig van geitenhouderijen. Deze mechanismen kunnen elkaar bovendien versterken.

3.4.2 Conclusie coherentie

De associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het vaker voorkomen van longontstekingen is aangetoond in observationele onderzoeken. Er zijn daarnaast enkele observationele en experimentele onderzoeken beschikbaar naar de mogelijke rol van ziekteverwekkers en

luchtverontreiniging. De resultaten daarvan geven aanwijzingen voor coherentie, maar kunnen de gevonden associatie niet volledig verklaren.

3.5 Onzekerheid

De commissie is nagegaan in hoeverre in de beschikbare wetenschappelijke onderzoeken factoren tot vertekening of verstoring van de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen kunnen hebben geleid. Het gaat daarbij om de gehanteerde blootstellingsmaat en uitkomstmaat en de mogelijke alternatieve verklaringen voor het vaker optreden van longontstekingen in het onderzoeksgebied.

3.5.1 Blootstellingsmaat

In observationeel onderzoek waarin relevante specifieke blootstellingsfactoren nog niet bekend zijn, wordt een proxy gebruikt voor het bepalen van de blootstelling. In het VGO-onderzoek is wonen in de nabijheid van geitenhouderijen gebruikt als proxy. Er is daarbij gebruikgemaakt van het woonadres uit het gemeentelijke administratiebestand (GBA).

De commissie acht deze blootstellingsmaat geschikt, ondanks het ontbreken van informatie over de mate van blootstelling op individueel niveau. Omwonenden zullen weliswaar niet de volledige dag op het woonadres doorbrengen, maar mobiliteitspatronen in de omgeving bleken de gevonden associatie niet te beïnvloeden, terwijl de tijd die in de directe omgeving buitenshuis werd doorgebracht het risico op longontsteking wel



verhoogde.⁴³ Ook in onderzoek naar luchtverontreiniging is gebleken dat dergelijke blootstellingsmaten, zoals de relatie tussen fijnstof en afstand tot snelwegen, waardevolle en valide inzichten opleveren over gezondheidseffecten.

3.5.2 Uitkomstmaat

De commissie acht de huisartsdiagnose van longontstekingen een geschikte uitkomstmaat voor gebruik in observationeel onderzoek. Bij gebruik van de NHG-standaard Acuut Hoesten is het mogelijk dat er verschillen bestaan tussen huisartsen bij het stellen van de diagnose van een longontsteking. Een risico op misclassificatie is daarmee onvermijdelijk. Misclassificaties kunnen veroorzaakt worden door toevallige fluctuaties of door systematische vertekening. Er is sprake van een systematische vertekening als huisartsen eerder geneigd zijn de diagnose longontsteking te stellen bij omwonenden van geitenhouderijen door hun kennis over de Q-koortsepidemie en de publicitaire aandacht rondom de VGO-onderzoeken. Dat wordt ook wel differentiële misclassificatie genoemd. Kennis over en aandacht voor Q-koorts en VGO-onderzoeken kan ook leiden tot zogeheten selectiebias: een grotere geneigdheid van omwonenden van geitenhouderijen om zich met ademhalingsklachten te melden bij de huisarts. De commissie verwacht niet dat differentiële misclassificatie en selectiebias de consistent geobserveerde associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen volledig kunnen verklaren. De associatie is namelijk ook aangetoond in

regio's die niet getroffen zijn door de Q-koortsuitbraak.⁸ Bovendien acht de commissie het niet waarschijnlijk dat de huisarts steeds op de hoogte is van de afstand tussen het woonadres van patiënten en geitenhouderijen, of dat de huisarts deze afstand of de bezorgdheid van de patiënt meeweegt in het stellen van de diagnose.

3.5.3 Confounding

Omdat in het observationeel onderzoek binnen VGO-III gebruik is gemaakt van gegevens uit elektronische patiëntendossiers, was er geen systematische informatie beschikbaar over roken, sociaaleconomische status en andere mogelijke confounders. Eventuele verstoring van de onderzoeksresultaten door deze variabelen kon daardoor niet onderzocht worden.⁹ In ander onderzoek naar de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen of longfunctie was informatie over mogelijke confounders beschikbaar uit vragenlijsten. De associaties bleven ook na correctie voor deze variabelen bestaan.^{18,44} Confounders die in VGO-III wel werden onderzocht betreffen leeftijd, geslacht, huisartsenpraktijk en aanwezigheid van andere veehouderijen. Ook na correctie voor deze variabelen bleef de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen overeind.¹¹ De commissie acht het daarom niet aannemelijk dat het vaker optreden van longontstekingen onder omwonenden van geitenhouderijen is toe te schrijven aan bekende of onbekende verstorende variabelen.



3.5.4 Conclusie onzekerheid

De commissie heeft onzekerheden omtrent de blootstellingsmaat en uitkomstmaat en mogelijke alternatieve verklaringen voor het vaker optreden van longontstekingen in het onderzoeksgebied geïdentificeerd, maar acht het niet aannemelijk dat deze variabelen de gevonden associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen hebben vertekend of verstoord.



04 slotbeschouwing

4.1 Oorzakelijk verband waarschijnlijk

Op basis van de evaluatie van de beschikbare relevante wetenschappelijke literatuur en het EPA-beoordelingskader voor causaliteit, oordeelt de commissie dat het verband tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen waarschijnlijk oorzakelijk is. Er is volgens aanvaarde wetenschappelijke inzichten sprake van voldoende epidemiologisch bewijs voor een verhoogd risico op longontsteking onder direct omwonenden van geitenhouderijen. De commissie stelt bovendien dat er een plausibel biologisch werkingsmechanisme is. Zij acht het aannemelijk dat er niet 1 specifieke ziekteverwekker verantwoordelijk is voor de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen, maar dat er sprake is van een samenspel van factoren (multicausaliteit). Hierbij leiden het stalstelsel en het stalmanagement van geitenhouderijen mogelijk tot (piek) blootstellingen in de omgeving aan onder meer fijnstof en algemeen voorkomende ziekteverwekkers. Deze ziekteverwekkers kunnen zich verspreiden via transmissie van de omgeving naar personen en tussen personen onderling. Dit alles zou bij omwonenden kunnen zorgen voor een verhoogd dragerschap van ziekteverwekkers en een verhoogde gevoeligheid voor het krijgen van een longontsteking. Beschikbare gegevens uit wetenschappelijk onderzoek ondersteunen een dergelijk multicausaal werkingsmechanisme op onderdelen.

De bewijskracht voor een oorzakelijk verband tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen is volgens de commissie sterker dan in 2018, toen de Gezondheidsraad op basis van de wetenschappelijke kennis die toen beschikbaar was oordeelde dat er aanwijzingen waren voor een oorzakelijk verband. De bevindingen van het VGO-III onderzoek hebben de bewijskracht vergroot door het versterken van de consistentie van de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen. Het VGO-III onderzoek en andere onderzoeken die sinds 2018 gepubliceerd zijn, dragen daarnaast bij aan de onderbouwing van een plausibel biologisch werkingsmechanisme. Er zijn nog wel kennishiaten ten aanzien van dit werkingsmechanisme, zoals de precieze wijze en mate van verspreiding van micro-organismen in de omgeving.

4.2 Implicaties van een waarschijnlijk oorzakelijk verband

De vaststelling dat er waarschijnlijk sprake is van een oorzakelijk verband, vormt volgens de commissie voldoende aanleiding voor overheden om maatregelen te nemen om gezondheidsrisico's voor omwonenden van geitenhouderijen te beperken. Volgens haar kan het voorzorgsbeginsel daarbij van toepassing zijn. Het voorzorgsbeginsel geeft een grondslag voor het treffen van maatregelen wanneer er op basis van de beschikbare wetenschappelijke kennis gegronde redenen zijn om aan te nemen dat activiteiten negatieve gevolgen kunnen hebben voor de gezondheid, maar



er nog enige onzekerheid bestaat over de exacte oorzaak en de aard en ernst van het gezondheidsrisico.⁴⁵

Om te bepalen welk type maatregelen passend en effectief kunnen zijn, zal de commissie zich voor het 2^e deeladvies verdiepen in de aard en ernst van het risico. De commissie beoogt verder in te gaan op de blootstelling-effectrelatie van wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en longontstekingen, de bedrijfsfactoren die daarop van invloed kunnen zijn, de ernst van de gezondheidsuitkomsten en de mogelijke risicogroepen. Vervolgens zal de commissie de gezondheidsrisico's in een bredere context van andere gezondheidseffecten van wonen in de nabijheid van veehouderijen en van andere risicofactoren plaatsen, en waar mogelijk handelingsopties voor beleidsvertaling van de bevindingen aanreiken.



literatuur

- ¹ U.S. EPA. *Preamble To The Integrated Science Assessments (ISA)*. Washington, DC, 2015; EPA/600/R-15/067.
- ² Gezondheidsraad. *Gezondheidsrisico's rond veehouderijen: vervolgadvis*. Den Haag, 2018; publicatienr. 2018/04.
- ³ Gezondheidsraad. *Gezondheidswinst door schonere lucht*. Den Haag, 2018; publicatienr. 2018/01.
- ⁴ Gezondheidsraad. *Risico's van ultrafijnstof in de buitenlucht*. Den Haag, 2021; publicatienr. 2021/38.
- ⁵ Lawlor DA, Tilling K, Davey Smith G. *Triangulation in aetiological epidemiology*. Int J Epidemiol 2016; 45(6): 1866-1886.
- ⁶ Rothman KJ, Greenland S. *Causation and causal inference in epidemiology*. Am J Public Health 2005; 95 Suppl 1: S144-150.
- ⁷ Gezondheidsraad. *Gezondheidsrisico's rond veehouderijen*. Den Haag, 2012; publicatienr. 2012/27.
- ⁸ Lotterman A, Baliatsas C, de Rooij MMT, Huss A, Jacobs J, Dückers M, et al. *Increased risk of pneumonia amongst residents living near goat farms in different livestock-dense regions in the Netherlands*. PLoS One 2023; 18(7): e0286972.
- ⁹ RIVM. *Veehouderij en gezondheid omwonenden (VGO-III). Actualisatie epidemiologische studies 2014-2019. Onderzoek naar longontstekingen rond geitenhouderijen 2018-2024*. Bilthoven, 2024; RIVM-rapport 2024-0167.
- ¹⁰ Yzermans CJ, Moleman YP, Spreeuwenberg P, Nielen MMJ, Dückers MLA, Smit LAM, et al. *Risk of pneumonia in the vicinity of goat farms: a comparative assessment of temporal variation based on longitudinal health data*. Pneumonia (Nathan) 2023; 15(1): 13.
- ¹¹ Post PM, Hogerwerf L, Huss A, Petie R, Boender GJ, Baliatsas C, et al. *Risk of pneumonia among residents living near goat and poultry farms during 2014-2016*. PLoS One 2019; 14(10): e0223601.
- ¹² Roof I, van Gageldonk-Lafeber AB, Zomer TP, Vermeeren YM, Wever PC, van der Hoek W. *Identified micro-organisms in hospitalized community-acquired pneumonia patients living near goat and poultry farms*. Pneumonia (Nathan) 2021; 13(1): 13.
- ¹³ Roof I, van der Hoek W, Oude Boerrigter L, Wielders CCH, Smit LAM. *Use of Antibiotics among Residents Living Close to Poultry or Goat Farms: A Nationwide Analysis in The Netherlands*. Antibiotics (Basel) 2021; 10(11): 1346.
- ¹⁴ Simões M, Janssen N, Heederik DJJ, Smit LAM, Vermeulen R, Huss A. *Residential proximity to livestock animals and mortality from respiratory diseases in The Netherlands: A prospective census-based cohort study*. Environ Int 2022; 161: 107140.
- ¹⁵ Poulsen MN, Pollak J, Sills DL, Casey JA, Nachman KE, Cosgrove SE, et al. *High-density poultry operations and community-acquired pneumonia in Pennsylvania*. Environmental Epidemiology 2018; 2(2): e013.



- ¹⁶ Baliatsas C, Dückers M, Smit L, Heederik D, Yzermans J. *Morbidity Rates in an Area with High Livestock Density: A Registry-Based Study Including Different Groups of Patients with Respiratory Health Problems*. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(5): 1591.
- ¹⁷ Gerbecks J, Baliatsas C, Yzermans CJ, Smit LAM, Huss A, Heederik DJJ, et al. *Prevalence of non-specific health symptoms in livestock dense areas: Looking beyond respiratory conditions*. Int J Hyg Environ Health 2020; 230: 113603.
- ¹⁸ Kiss P, de Rooij MMT, Koppelman GH, Boer J, Vonk JM, Vermeulen R, et al. *Residential exposure to livestock farms and lung function in adolescence - The PIAMA birth cohort study*. Environ Res 2023; 219: 115134.
- ¹⁹ Baliatsas C, Smit LAM, Dückers MLA, van Dijk CE, Heederik D, Yzermans CJ. *Patients with overlapping diagnoses of asthma and COPD: is livestock exposure a risk factor for comorbidity and coexisting symptoms and infections?* BMC Pulm Med 2019; 19(1): 105.
- ²⁰ Post PM, Houthuijs D, Sterk HAM, Marra M, van de Kassteele J, van Pul A, et al. *Proximity to livestock farms and exposure to livestock-related particulate matter are associated with lower probability of medication dispensing for obstructive airway diseases*. Int J Hyg Environ Health 2021; 231: 113651.
- ²¹ Hogerwerf L, Post PM, Bom B, van der Hoek W, van de Kassteele J, Stermerding AM, et al. *Proximity to livestock farms and COVID-19 in the Netherlands, 2020-2021*. Int J Hyg Environ Health 2022; 245: 114022.
- ²² Brownell J, Lee KE, Chasman D, Gangnon R, Bendixsen CG, Barnes K, et al. *Farm animal exposure, respiratory illnesses, and nasal cell gene expression*. Journal of Allergy and Clinical Immunology 2024; 153(6): 1647-1654.
- ²³ Schultz AA, Peppard P, Gangnon RE, Malecki KMC. *Residential proximity to concentrated animal feeding operations and allergic and respiratory disease*. Environ Int 2019; 130: 104911.
- ²⁴ van Kersen W, Bossers A, de Steenhuijsen Piter WAA, de Rooij MMT, Bonten M, Fluit AC, et al. *Air pollution from livestock farms and the oropharyngeal microbiome of COPD patients and controls*. Environ Int 2022; 169: 107497.
- ²⁵ Liu D, Mariman R, Gerlofs-Nijland ME, Boere JF, Folkerts G, Cassee FR, et al. *Microbiome composition of airborne particulate matter from livestock farms and their effect on innate immune receptors and cells*. Sci Total Environ 2019; 688: 1298-1307.
- ²⁶ de Rooij MMT, Smit LAM, Erbrink HJ, Hagenaaars TJ, Hoek G, Ogink NWM, et al. *Endotoxin and particulate matter emitted by livestock farms and respiratory health effects in neighboring residents*. Environ Int 2019; 132: 105009.
- ²⁷ de Rooij MMT, Erbrink HJ, Smit LAM, Wouters IM, Hoek G, Heederik DJJ. *Short-term residential exposure to endotoxin emitted from livestock farms in relation to lung function in non-farming residents*. Environ Res 2024; 243: 117821.



- ²⁸ van Kersen W, Oldenwening M, Aalders B, Bloemsma LD, Borlée F, Heederik D, et al. *Acute respiratory effects of livestock-related air pollution in a panel of COPD patients*. Environ Int 2020; 136: 105426.
- ²⁹ de Groot LES, Liu D, Dierdorp BS, Fens N, van de Pol MA, Sterk PJ, et al. *Ex vivo innate responses to particulate matter from livestock farms in asthma patients and healthy individuals*. Environ Health 2020; 19(1): 78.
- ³⁰ Liu D, Wagner JG, Mariman R, Harkema JR, Gerlofs-Nijland ME, Pinelli E, et al. *Airborne particulate matter from goat farm increases acute allergic airway responses in mice*. Inhal Toxicol 2020; 32(6): 265-277.
- ³¹ Liu D, Wagner JG, Harkema JR, Gerlofs-Nijland ME, Pinelli E, Folkerts G, et al. *Livestock farm particulate matter enhances airway inflammation in mice with or without allergic airway disease*. World Allergy Organ J 2020; 13(4): 100114.
- ³² Martikainen MV, Rönkkö TJ, Schaub B, Täubel M, Gu C, Wong GW, et al. *Integrating farm and air pollution studies in search for immunoregulatory mechanisms operating in protective and high-risk environments*. Pediatr Allergy Immunol 2018; 29(8): 815-822.
- ³³ Martikainen MV, Huttunen K, Tossavainen T, Nordberg ME, Roponen M. *Cattle farm dust alters cytokine levels in human airway construct model*. Toxicol In Vitro 2023; 88: 105559.
- ³⁴ Martikainen MV, Tossavainen T, Taubel M, Wolczkiewicz K, Lahde A, Roponen M. *Toxicological and microbiological characterization of cow stable dust*. Toxicol In Vitro 2021; 75: 105202.
- ³⁵ Snijders B, van der Hoek W, Stirbu I, van der Sande MA, van Gageldonk-Lafeber AB. *General practitioners' contribution to the management of community-acquired pneumonia in the Netherlands: a retrospective analysis of primary care, hospital, and national mortality databases with individual data linkage*. Prim Care Respir J 2013; 22(4): 400-405.
- ³⁶ Beninca E, van Boven M, Hagenaars T, van der Hoek W. *Space-time analysis of pneumonia hospitalisations in the Netherlands*. PLoS One 2017; 12(7): e0180797.
- ³⁷ Huijskens EG, Smit LA, Rossen JW, Heederik D, Koopmans M. *Evaluation of Patients with Community-Acquired Pneumonia Caused by Zoonotic Pathogens in an Area with a High Density of Animal Farms*. Zoonoses Public Health 2016; 63(2): 160-166.
- ³⁸ Agarwal S, Tomar N, Makwana M, Patra S, Chopade BA, Gupta V. *Air pollution, dysbiosis and diseases: pneumonia, asthma, COPD, lung cancer and irritable bowel syndrome*. Future Microbiol 2024; 19(17): 1497-1513.
- ³⁹ Wu BG, Segal LN. *The Lung Microbiome and Its Role in Pneumonia*. Clin Chest Med 2018; 39(4): 677-689.
- ⁴⁰ de Steenhuijsen Piters WA, Sanders EA, Bogaert D. *The role of the local microbial ecosystem in respiratory health and disease*. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 2015; 370(1675): 20140294.
- ⁴¹ Beentjes D, Shears RK, French N, Neill DR, Kadioglu A. *Mechanistic Insights into the Impact of Air Pollution on Pneumococcal Pathogenesis*



and Transmission. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine 2022; 206(9): 1070-1080.

- ⁴² Smit LAM, Boender GJ, de Steenhuijsen Piters WAA, Hagenaaars TJ, Huijskens EGW, Rossen JWA, et al. *Increased risk of pneumonia in residents living near poultry farms: does the upper respiratory tract microbiota play a role?* Pneumonia (Nathan) 2017; 9: 3.
- ⁴³ Klous G, Smit LAM, Freidl GS, Borlée F, van der Hoek W, CJ IJ, et al. *Pneumonia risk of people living close to goat and poultry farms - Taking GPS derived mobility patterns into account*. Environ Int 2018; 115: 150-160.
- ⁴⁴ Freidl GS, Spruijt IT, Borlée F, Smit LA, van Gageldonk-Lafeber AB, Heederik DJ, et al. *Livestock-associated risk factors for pneumonia in an area of intensive animal farming in the Netherlands*. PLoS One 2017; 12(3): e0174796.
- ⁴⁵ Europese Commissie. *Mededeling van de Commissie over het voorzorgsbeginsel 2000*; 52000DC0001.



Commissie

Samenstelling commissie Veehouderij en gezondheid voor het advies

Gezondheidsrisico's rond veehouderijen 2025: deel I

- prof. dr. ir. A. Burdorf, hoogleraar determinanten van volksgezondheid, Erasmus Universiteit Rotterdam, *voorzitter*
- drs. R. van Aalsburg, arts maatschappij en gezondheid, medisch milieukundige, GGD Hart voor Brabant
- prof. dr. E.H.D. Bel, professor-emeritus longziekten, Universiteit van Amsterdam
- dr. ir. G. Hoek, universitair hoofddocent blootstelling aan omgevingsfactoren, Universiteit Utrecht
- mr. dr. R. Kegge, universitair docent bestuursrecht en omgevingsrecht, Universiteit Leiden
- prof. dr. F.L.B. Meijboom, hoogleraar sustainable animal stewardship, Universiteit Utrecht
- prof. dr. T. Nawrot, hoogleraar milieuepidemiologie, Universiteit Hasselt en Universiteit Leuven (België)
- prof. dr. J.A. Stegeman, hoogleraar gezondheid van landbouwhuisdieren, Universiteit Utrecht
- prof. dr. A. Voss, arts-microbioloog, UMCG, Groningen
- dr. F. Woudenberg, hoofd leefomgeving, GGD Amsterdam

Waarnemers^a

- dr. I.V.F van den Broek, VWS, Den Haag
- drs. E.C. van den Aker, LVVN, Den Haag

Secretarissen

- dr. K.A. Baken, Gezondheidsraad, Den Haag
- dr. D. Boers, Gezondheidsraad, Den Haag

^a Waarnemers hebben spreekrecht tijdens de vergadering. Ze hebben geen stemrecht en dragen geen verantwoordelijkheid voor de inhoud van het advies van de commissie.



De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement ‘voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid en het gezondheids(zorg)onderzoek’ (art. 22 Gezondheidswet).

De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn en Sport; Infrastructuur en Waterstaat; Sociale Zaken en Werkgelegenheid en Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. De raad kan ook op eigen initiatief adviezen uitbrengen, en ontwikkelingen of trends signaleren die van belang zijn voor het overheidsbeleid.

De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden als regel opgesteld door multidisciplinaire commissies van – op persoonlijke titel benoemde – Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt dit document downloaden van gezondheidsraad.nl.

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Gezondheidsraad. Gezondheidsrisico's rond veehouderijen 2025: deel I.

Den Haag: Gezondheidsraad 2025; publicatienr. 2025/12.

Auteursrecht voorbehouden

