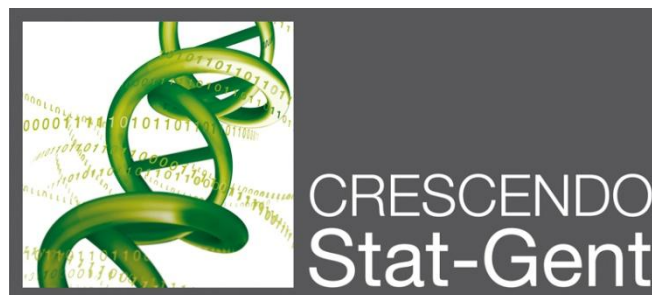


# Bespreking VGO - Geiten en Pneumonie

In opdracht van Platform Melkgeitenhouderij



10 juni 2026

Dries Reynders – Prof. dr. Els Goetghebeur

Dit rapport werd opgesteld door:

Dries Reynders (Stat-Gent, Universiteit Gent)

Prof. dr. Els Goetghebeur (Stat-Gent, Universiteit Gent)

Contact: [statgent@ugent.be](mailto:statgent@ugent.be)

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van Platform Melkgeitenhouderijen

De auteurs danken Bart Ampe voor verhelderende input en discussies.

## Inhoudsopgave

Afkortingen .....	5
Leeswijzer .....	6
1. Inleiding.....	7
2. Takeaway .....	8
3. Samenvatting en conclusies van de kritische samenvatting .....	9
4. Overzicht van de geanalyseerde Rapporten .....	11
4.A. VGO Rapporten.....	11
4.B. VGO Rapporten - Korte inhoud .....	12
4.C. Andere Rapporten .....	14
5. Data en Methodes .....	16
5.A. Data .....	16
5.A.I. Patiëntengegevens Huisartsenpraktijken.....	16
5.A.II. Vragenlijsten .....	18
5.A.III. Medisch Onderzoek.....	19
5.A.IV. Meten pneumonie .....	19
VGO 2019 Onderzoek naar Herkennen Pneumonie door Huisartsen .....	21
5.A.V. Gegevens Veehouderijen, Aantal Dieren en Afstanden.....	23
5.B. Analysemethoden .....	25
5.B.I. Gemaakte Vergelijkingen .....	27
Vergelijking Studie-regio met controlegebied .....	27
Intra-studiegebied Analyses .....	28
Prospectieve Patiëntenstudie .....	29
5.B.II. Statistische Technieken .....	34
Regressie .....	34
Logistische Regressie .....	34
Multilevel (logistische) Regressie .....	34
Kernel-Analyse .....	35
Meta-Analyse .....	38
6. Synthese VGO I-III.....	39
6.A. Overzicht .....	39

6.B. Gezondheidsonderzoek .....	40
6.B.I. Vergelijking Extern Gebied .....	40
6.B.II. Analyse Nabijheid Geitenhouderij .....	41
6.B.III. Vergelijk Pneumonie Patiënten met Controle Patiënten .....	43
6.C. Uitstoot en Blootstelling aan pathogenen .....	44
6.D. Rapporten Gezondheidsraad .....	46
7. Bemerkingen en Kritiek .....	49
7.A. Algemeen .....	49
7.B. Beschikbare Info .....	50
7.C. Confounding .....	51
7.D. Selectie .....	52
7.E. Data- en meetkwaliteit .....	54
7.F. Prospectieve Patiëntenstudie .....	57
7.G. Statistisch-Technische zaken .....	57
Cut-offs .....	57
Onderscheidend vermogen .....	59
P-waarden-gedreven tabellering .....	59
Multiple testing .....	59
Externe Publicaties .....	59
Population Attributable Fraction .....	60
7.H. Causale Mechanismen .....	60
7.I. Rapporten Gezondheidsraad .....	62
8. Suggesties Bijkomend Onderzoek .....	64
8.A. Algemeen .....	64
8.B. Concreet .....	65
Afsluitende boodschap .....	68
9. Referenties .....	69
10. Appendix – Overzicht Resultaten .....	71
10.A. Vergelijking met Controle Gebied .....	71
10.A.I. VGO 2016 .....	71
10.A.II. VGO 2018 .....	73

10.A.III. VGO 2019.....	74
10.A.IV. VGO 2021.....	77
10.A.V. VGO 2024.....	77
10.B. Nabijheid Geitenhouderij .....	78
10.B.I. VGO 2016 .....	78
10.B.II. VGO 2017.....	79
10.B.III. VGO 2018.....	80
10.B.IV. VGO 2019.....	85
10.B.V. VGO 2021 .....	89
10.B.VI. VGO 2024.....	93
10.C. Gezondheidsonderzoek – Vragenlijsten .....	94
10.C.I. VGO 2016 .....	94
10.C.II. VGO 2024 Prospectieve Patiëntenstudie .....	97
10.D. Uitstoot en Blootstelling aan pathogenen .....	99
11. Appendix – Additionele Info .....	101

# Afkortingen

BAB	Bestand Agrarische Bedrijfssituatie
BVB	Bestand VeehouderijBedrijven
EPD	Elektronisch Patiënten Dossier
GGD	Gemeentelijke GezondheidsDienst
HIS	HuisartsInformatieSysteem
ICPC	International Classification of Primary Care
IVG	Intensieve Veehouderij en Gezondheid (onderzoek)
IPD	Individual Patient Data
I&R	Identificatie- en Registratiesysteem
LUR	Land Use Regression (model)
NBL	Onderzoeksregio Noord-Brabant en Limburg
NIVEL	Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Gezondheidszorg
PCA	Principal Components Analysis
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
SES	Socio-Economische Status
UGO	Onderzoeksregio Utrecht-Gelderland-Overijssel
VGO	Veehouderij en Gezondheid Omwonenden (onderzoek)
WOO	Wet Open Overheid

## Leeswijzer

Dit rapport geeft een bespreking van de VGO-onderzoeken en de rapporten van de Gezondheidsraad die daarop gebaseerd zijn. De focus ligt hierbij op de bewijslast rond de mogelijke impact van geitenhouderijen op pneumonie van omwonenden.

Hoofdstukken 2 en 3 geven respectievelijk een 0.5- en 2-page samenvatting van de belangrijkste bemerkingen.

Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de besproken rapporten.

De deelonderzoeken komen met verschillende databronnen en maken andere vergelijkingen. Bovendien wordt er een brede waaier aan statistische methoden toegepast. Deze zaken worden uitgebreid geduid in hoofdstuk 5.

Hoofdstuk 6 vat de resultaten samen over de rapporten heen. Dit gebeurt afzonderlijk voor de gezondheidsonderzoeken en de onderzoeken naar uitstoot en blootstelling van pathogenen. Daarnaast worden beide rapporten van de Gezondheidsraad samengevat.

Hoofdstuk 7 bespreekt thematisch verschillende bedenkingen die te maken zijn bij de analyses, de resultaten en bij de interpretatie van die resultaten als causaal effect van geitenhouderijen op omwonenden.

Hoofdstuk 8 doet enkele concrete voorstellen ter aanvulling van de voorliggende onderzoeken.

# 1. Inleiding

Met de Q-koorts epidemie (2007-2010) als aanleiding, ontstond in Nederland een toenemende bezorgdheid over de mogelijke gezondheidsimpact van intensieve veeteelt. Als antwoord hierop liet de Nederlandse overheid sinds 2009 verschillende onderzoeken uitvoeren, gecoördineerd door RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) en NIVEL (Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Gezondheidszorg). Een eerste reeks onderzoeken werd gekoepeld onder IVG (onderzoek Intensieve Veehouderij en Gezondheid), een tweede reeks onder de noemer VGO (Veehouderij en Gezondheid Omwonenden).

IVG en de eerste VGO-rapporten hadden een brede focus op de impact van intensieve veebedrijven in het algemeen. Wanneer die rapporten een mogelijk signaal leken op te pikken rond een verband tussen geitenbedrijven en pneumonie, werd de focus van de opvolgrapporten grotendeels versmald tot die setting.

Over de rol van geitenbedrijven in de verspreiding van Q-koorts, bestaat weinig debat. Of ze echter meer algemeen een oorzaak zijn van pneumonie, is na verschillende VGO-rapporten nog steeds onduidelijk. Het meest recente rapport uit 2024 stelt dat geen oorzakelijk verband wordt aangetoond. Toch staat de sector onder druk om maatregelen te nemen op basis van de voor handen zijnde bewijslast.

In dit licht werd ons vanuit het Platform Melkgeitenhouderij gevraagd om de VGO-rapporten door te lichten en de bewijslast voor een oorzakelijk verband tussen geitenhouderijen en pneumonie samen te vatten.

Dit rapport geeft een overzicht van de verschillende VGO-rapporten, met een kritische bespreking van de aanpak en een overzicht van de sterke en zwakkere punten van het voorliggende bewijs. Er worden tevens suggesties gedaan voor eventuele uitbreidingen van de analyses die voor een robuustere onderbouwing van de causale interpretatie kunnen zorgen.

Dit rapport werd gefinancierd door het Platform Melkgeitenhouderij, maar de onderzoekers hebben hun werk onafhankelijk uitgevoerd.

Deze review is gebaseerd op gegevens en informatie die in de VGO-rapporten zijn gepubliceerd. De achterliggende datasets en gegevens waarop die rapporten zijn gebaseerd, zijn niet toegankelijk geweest voor dit review-onderzoek

## 2. Takeaway

De VGO-onderzoeken spitsen zich al een klein decennium toe op de mogelijk rol van geitenhouderijen bij pneumonie. De gevonden associaties zijn relatief consistent over tijd en ruimte, maar weerspiegelen niet noodzakelijk de causale impact van geitenhouderijen. Buurtbewoners van geitenhouderijen kunnen immers op heel wat punten verschillen van de mensen waarmee ze vergeleken worden, terwijl de meeste van de uitgevoerde analyses, naast de nabijheid van geitenhouderijen, enkel leeftijd, geslacht en nabijheid van pluimveehouderijen in rekening brengen. Daarbij kan de beeldvorming na de Q-koorts-epidemie ertoe leiden dat buurtbewoners sneller naar de huisarts gaan en sneller het label ‘heeft pneumonie’ krijgen dan hun dorpsgenoten met gelijkaardige symptomen die verder weg van geiten wonen.

In hun conclusie bevestigen de langlopende en uitgebreid geplande VGO-onderzoeken dat ze geen bewijs voor een causaal verband kunnen leveren (*‘De bewijslast toont in geen enkel geval een oorzakelijk verband aan, ook niet voor de hoogst geprioriteerde micro-organismen’* (VGO 2024, p. 96)). Ook de Gezondheidsraad vermoedt bepaalde causale paden, maar erkent dat het uitgevoerde onderzoek die vermoedens kan bevestigen noch ontkennen.

In een dergelijke context lijkt het label ‘waarschijnlijk causaal’, zoals door de Gezondheidsraad gebruikt, een brug te ver en lijkt meer gericht verder onderzoek aangewezen.

### 3. Samenvatting en conclusies van de kritische samenvatting

Bij de verschillende analyses in de VGO-rapporten zijn belangrijke bedenkingen te maken in het licht van de causale vraag: 'veroorzaken geitenhouderijen een toename aan pneumonie bij de omwonenden?'. Die bedenkingen worden uitgebreid besproken in hoofdstuk 7. De belangrijkste zijn de aanwezigheid van confounding en de potentieel ontoereikende meetkwaliteit van de diagnoses. Het eerste houdt in dat de geschatte associaties mogelijk niet de causale impact van geitenhouderijen weerspiegelen, maar (ook) de rol van andere verschillen tussen omwonenden en de mensen waarmee ze vergeleken worden, zoals socio-economische status. Het tweede verwijst naar het feit dat pneumoniediagnoses bij huisartsen zelden onderbouwd worden met laboresultaten en bovendien enkel gesteld kunnen worden wanneer patiënten met symptomen effectief op consultatie komen. Dit kan tot een selectiviteit in de diagnoses leiden met een grote invloed op de geschatte associaties.

Alles samen, brengen de verschillende rapporten een consistent verhaal dat de geregistreerde prevalentie van pneumonie in de buurt van geitenhouderijen in de studiegebieden beduidend hoger ligt dan op wat grotere afstanden. Er zijn geen sterke redenen om te vermoeden dat dit rond geitenhouderijen in andere Nederlands regio's substantieel zou verschillen.

De belangrijkste aangegeven sterktes om van deze geobserveerde associaties een causaal verhaal te maken, zijn dat de gevonden verbanden standhouden over de jaren heen en vrij gelijkaardig gevonden worden in zowel Noord-Brabant en Limburg en in de regio Utrecht-Gelderland-Overijssel. Daarnaast wordt er voor andere dieren geen of een veel zwakker signaal opgepikt (al wisselt dat voor pluimvee over de jaren) en is het dus de vraag waarom bedenkingen rond confounding en data-kwaliteit en mogelijke misclassificatie wel op geiten en niet op andere dieren van toepassing zou zijn.

Wat betreft de misclassificatie, is het antwoord daarop duidelijk. De Q-koorts-epidemie in 2007-2010 heeft in heel Nederland de bewustwording aangewakkerd van een mogelijke link tussen geiten en luchtwegaandoeningen. Dit kan bij omwonenden zowel de bereidheid tot doktersbezoek doen toenemen als de mate waarin artsen bepaalde symptomen bestempelen als pneumonie. Dergelijke differentiële misclassificatie, kan studieresultaten sterk beïnvloeden.

Het consistent zijn van resultaten over de jaren en tussen gebieden, spreekt de bedenkingen rond confounding en meetkwaliteit niet tegen. Het is erg aannemelijk dat gerichte confounders relatief gelijkaardig spelen over de tijd en tussen regio's. Het gaat over de jaren heen immers over grotendeels dezelfde omwonenden. Daarnaast is de afwezigheid van overtuigend bewijs van specifieke causale paden, een beduidende tekortkoming van de rapporten met een belangrijk extra gevolg. Wanneer de associatie causaal geïnterpreteerd wordt, is de volgende

stap het invoeren van specifieke maatregelen. Zonder sterke aanwijzingen voor specifieke causale paden, is het erg onzeker of specifieke maatregelen ook een impact zullen hebben.

We hebben enkele mogelijke uitbreidingen van de analyses geïdentificeerd die in de eerste plaats de stap van geobserveerde associatie naar interpretatie als causaal effect kunnen helpen onderbouwen. Betreffende datakwaliteit kunnen sensitiviteitsanalyses uitgevoerd worden die geschatte effecten afzetten tegen data-kwaliteitsindicatoren van de verschillende huisartsenpraktijken.

Gebruik maken van ‘verandering in exposure’ (verhuizen, bedrijfsuitbreidingen,...) laat een alternatieve schatter van causale effecten toe die, meer dan de uitgevoerde analyses en gebruikte datasets, op andere aannames steunt. Ondanks de complexiteit en wellicht beperkte sample size, kan dit de resultaten sterk ondersteunen.

Ook kunnen er stappen gezet worden om ruimer te controleren voor confounding dan enkel voor leeftijd en geslacht. Het toevoegen van socio-economische status en het stelselmatig (dus niet ad hoc) corrigeren voor de aanwezigheid van andere intensieve veeteelt, kan de bezorgdheden rond confounding sterk verminderen.

Ten slotte is er best een duidelijk kader om de resultaten over de rapporten heen samen te vatten. Nu wordt bijvoorbeeld in algemene communicatie grotendeels verwezen naar een geschatte risicoverhoging van 73% voor omwonenden binnen een straal van 500 meter. Dit cijfer gaat terug op de meta-analyse uitgevoerd in het VGO-rapport uit 2019 (Figuur 3). Het omvat echter niet de meer gematigde schatting uit een gelijkaardige meta-analyse in het VGO-rapport uit 2021. Zo riskeert een vertekend beeld te ontstaan.

## 4. Overzicht van de geanalyseerde Rapporten

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de beschikbare rapporten, met in de tweede sectie een summier overzicht. De diepgaandere bespreking volgt in hoofdstukken 5 en 6.

### 4.A. VGO Rapporten

Doorheen het document zal VGO 2016, VGO 2017,... gebruikt worden om te verwijzen naar de hieronder opgesomde rapporten.

- VGO 2016
  - Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), *Veehouderij en gezondheid omwonenden*, 2016
  - <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0058.pdf> (toegang 2026-01-12)
- VGO 2017
  - Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), *Veehouderij en Gezondheid Omwonenden (aanvullende studies) - Analyse van gezondheidseffecten, risicofactoren en uitstoot van bio-aerosolen*, 2017
  - <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0062.pdf> (toegang 2026-01-12)
- VGO 2018
  - NIVEL, *Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen; actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2014 – 2016*, 2018
  - [https://nivel.nl/sites/default/files/bestanden/Veehouderij\\_gezondheid\\_omwonenden\\_III.pdf](https://nivel.nl/sites/default/files/bestanden/Veehouderij_gezondheid_omwonenden_III.pdf) (toegang 2026-01-12)
- VGO 2019
  - IRAS, *Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht*, 2019
  - [https://www.uu.nl/sites/default/files/rapport\\_vgo-3\\_ugo\\_final11112019.pdf](https://www.uu.nl/sites/default/files/rapport_vgo-3_ugo_final11112019.pdf) (toegang 2026-01-12)
- VGO 2021

- NIVEL, *Longontsteking in de nabijheid van geitenhouderijen in Noord-Brabant en Limburg - Actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2017 – 2019, 2021*
- <https://www.nivel.nl/sites/default/files/bestanden/1004118.pdf> (toegang 2026-01-12)
- VGO 2024
  - Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), *Veehouderij en gezondheid omwonenden (VGO-III) Actualisatie epidemiologische studies 2014-2019 Onderzoek naar longontstekingen rond geitenhouderijen 2018-2024, 2024*
  - <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2024-0167.pdf> (toegang 2026-01-12)

#### 4.B. VGO Rapporten - Korte inhoud

- VGO 2016
  - Uitgebreid onderzoek als vervolg op IVG
  - Componenten:
    - Patiëntengegevens van geselecteerde Huisartsenpraktijken Noord-Brabant en Limburg (NBL) en vergelijking met beperkter 'analogon' in controle gebied
    - Geselecteerde subset van personen uit NBL: vragenlijst (gezondheid en patiënten kenmerken)
    - Verdere subset van die personen: medisch onderzoek en analyse o.b.v. afstand tot veehouderijen
      - Bloedsamples gebruikt voor onderzoek 'Zoönose bij omwonenden'
      - A.d.h.v. een neus-wat en een ontlastingsmonster werd in deze groep onderzoek gedaan naar 'Dragerschap antibioticaresistente micro-organismen'
    - Blootstellingsmetingen algemeen en rond veehouderijen
- VGO 2017
  - Aanvullend rapport dat verder werkt met de data uit VGO 2016

- Componenten:
  - Patiëntengegevens Huisartsenpraktijken en vragenlijsten in relatie tot afstand tot veehouderijen
  - Blootstelling van omwonenden aan fijnstof en bio-aerosolen uit veehouderijen
    - Buitenluchtmetingen op 61 locaties
    - Definitieve resultaten en Land Use Regression-model (LUR)
- Bio-aerosolmetingen in de lucht rondom veehouderijen
  - Meting van bio-aerosolen op 9 veebedrijven (hierbij geen enkel geitenbedrijf)
- Ontwikkeling van een model om de verspreiding van micro-organismen vanuit veehouderijen te kunnen voorspellen
- VGO 2018
  - Patiëntengegevens Huisartsenpraktijken uit dezelfde regio, uitgebreid naar 2014-2016
  - Componenten:
    - Vergelijking met controlegebied
    - Associaties met afstand tot veehouderijen
- VGO 2019
  - Uitbreiding patiëntengegevens Huisartsenpraktijken naar **nieuwe regio**: Utrecht, Gelderland, Overijssel (UGO)
  - Componenten:
    - Vergelijking met controlegebied (ongeveer gelijk aan voorgaande rapporten)
    - Associaties met afstand tot veehouderijen
- VGO 2021
  - Uitbreiding patiëntengegevens Huisartsenpraktijken Noord-Brabant en Limburg naar 2017-2019
  - Componenten:
    - Vergelijking met controlegebied

- Analyse afstand tot veehouderijen
  - Temporele analyse
- VGO 2024
  - Overzichtsrapport met enkele nieuwe resultaten o.b.v. de zogenaamde ‘prospectieve patiëntenstudie’ (vooral over pathogenen en microbiom) en een nieuwe bedrijfsstudie, deze keer exclusief op geitenhouderijen
  - Componenten
    - Epidemiologische studies: samenvatting/overzicht van eerdere rapporten
    - Literatuurstudie naar micro-organismen die verhoogd risico kan verklaren
    - Prospectieve Patiëntenstudie (nieuwe data)
      - Gezondheidsmetingen
      - Labometingen
    - Geitenbedrijfsstudie
    - Luchtmetingen

#### 4.C. Andere Rapporten

Doorheen dit document zal GR I en GR II gebruikt worden om te verwijzen naar onderstaande rapporten van de Gezondheidsraad:

- GR I
  - Gezondheidsraad, *Gezondheidsrisico's rond veehouderijen 2025: deel I*, 2025
  - [https://www.gezondheidsraad.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2025/07/03/advies-gezondheidsrisicos-rond-veehouderijen-2025-deel-i/20250703\\_Advies\\_Gezondheidsrisicos-rond-veehouderijen-2025-deel-I.pdf](https://www.gezondheidsraad.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2025/07/03/advies-gezondheidsrisicos-rond-veehouderijen-2025-deel-i/20250703_Advies_Gezondheidsrisicos-rond-veehouderijen-2025-deel-I.pdf) (toegang 2026-05-07)
- GR II
  - Gezondheidsraad, *Gezondheidsrisico's rond veehouderijen 2025: deel II*, 2025

- <https://www.gezondheidsraad.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2025/12/08/advies-gezondheidsrisicos-rond-veehouderijen-2025-deel-ii/gezondheidsrisicos-rond-veehouderijen-2025-deel-ii-advies.pdf> (toegang 2026-05-07)

Daarnaast staan op de VGO-website van RIVM, verwijzingen naar peer-reviewed artikelen die gelinkt zijn aan het VGO-onderzoek (<https://www.rivm.nl/veehouderij-en-gezondheid/publicaties>) Belangrijk voor het inschatten hiervan is dat deze grotendeels dezelfde data analyseren met dezelfde methoden als die in VGO toegepast worden. De publicatie toont dat de analyses een peer-review toets doorstaan hebben (en dus in zekere mate ook degene die in VGO verschenen zijn), maar het gebruik van zeer gelijkaardige data en methoden zorgt ervoor dat dit niet als bijkomende bewijslast gezien kan worden.

## 5. Data en Methodes

### 5.A. Data

#### 5.A.I. Patiëntengegevens Huisartsenpraktijken

Patiëntengegevens uit de elektronische patiëntendossiers van huisartsenpraktijken vormen de hoeksteen van de verschillende VGO-rapporten.

Grosso modo bestaat deze data uit drie verschillende delen: Noord-Brabant/Limburg (NBL), met ruim 100.000 patiënten van 2007 tot 2019, Utrecht/Gelderland/Overijssel (UGO), met zo'n 75.000 patiënten en een controlegebied met zo'n 70.000 patiënten. (Gedetailleerde cijfers in Tabel 1, hoofdstuk 11).

Voor de selectie en uiteindelijke samenstelling van de groep onderzochte huisartsenpraktijken (NBL en controle), wordt in VGO 2016 verwezen naar (Heederik and IJzermans, 2011), het IVG-rapport (Mogelijke effecten van intensieve-veehouderij op de gezondheid van omwonenden), waar het volgende staat:

*'Na een herhaalde oproep werd door de GGD-en<sup>1</sup> Brabant en Zeeland een brief gestuurd naar de wethouders van Volksgezondheid van de gemeenten in het onderzoeksgebied, met het verzoek om de huisartsen uit hun gemeente te vragen om aan het onderzoek deel te nemen. In totaal hebben zich 55 praktijken aangemeld die gebruik maken van de ICPC<sup>2</sup>. Zes praktijken vielen af omdat de praktijk uiteindelijk toch niet wilde deelnemen aan het onderzoek (n=1), de extractie van gegevens uit het EMD was mislukt (n=1), of de provider van één HIS<sup>3</sup> niet in staat bleek te zijn om binnen de afgesproken termijn een goede extractie te verzorgen (n=4). Van de resterende 49 praktijken bleven er voor de analyses uiteindelijk 28 over.'* (Heederik and IJzermans, 2011, p. 34)

De praktijken voor de controlegroep maken deel uit van het Landelijk Informatie Netwerk Huisartsenzorg (LINH) *'Uit deze praktijken werden er 22 geselecteerd die gelegen zijn in gebieden (exclusief het onderzoeksgebied) met een vergelijkbare mate van stedelijkheid als de IVG-praktijken, maar met weinig intensieve veehouderij in de omgeving en waarvan de gegevens van goede kwaliteit waren'* (Heederik and IJzermans, 2011, p. 35).

De praktijken in de onderzoeksgebieden en het controlegebied, moesten aan dezelfde kwaliteitseisen voldoen:

*'Om in de analyses opgenomen te kunnen worden, werd gekeken of de morbiditeit data van de praktijken in dat betreffende jaar voldeden aan de volgende criteria: het*

---

<sup>1</sup> Gemeentelijke Gezondheidsdiensten

<sup>2</sup> International Classification of Primary Care

<sup>3</sup> HuisartsInformatieSysteem

*percentage records met een ICPC-code van het morbiditeitbestand diende minimaal 50% te zijn en de praktijken dienden tenminste de helft van het aantal te registreren weken daadwerkelijk geregistreerd te hebben. Een solopraktijk werd geacht maximaal 48 weken te registreren, voor alle andere praktijken is dit vastgesteld op 52 weken. Deze kwaliteitseisen hadden tot gevolg dat 28 van de 49 deelnemende IVG praktijken en alle 22 geselecteerde LINH - platteland praktijken zijn opgenomen in de analyses.’ (Heederik and IJzermans, 2011, p. 113)*

Doordat deze oefening verschillende keren opnieuw werd gedaan en de kwaliteitseisen per jaar worden beoordeeld, verschillen aantallen praktijken en patiënten over de jaren heen en om wisselende redenen ook tussen de rapporten:

- VGO 2016 en VGO 2017
  - 2007-2013
  - Onderzoeksgebied NBL
  - *‘Nagenoeg dezelfde deelnemende praktijken als IVG’* (VGO 2018, p. 10)
  - Onderzoeksgebied: 27 tot 32 praktijken, 107.432 tot 137.554 patiënten (VGO 2016, Tabel 2.2)
  - Controle: 16 tot 22 praktijken, 62.858 tot 76.368 patiënten (VGO 2016, Tabel 2.2)
  - Merk op dat VGO 2016, Tabel B5 een verdere verfijning aangeeft, waaruit blijkt dat vooral in de vroegere jaren, slechts een subset van de praktijken effectief gebruikt kan worden in de analyses.
- VGO 2018
  - 2010-2016
  - Onderzoeksgebied: NBL
  - Door mutaties in deelnemende praktijken, moesten deels nieuwe praktijken gerekruteerd worden.
  - Hoewel de jaren 2010-2013 overlappen met VGO 2016, verschillen de aantallen in het controlegebied voor die jaren tussen beide rapporten.
  - Onderzoeksgebied: 24 tot 31 praktijken, 102.975 tot 131.004 patiënten (VGO 2018, Tabel 1)
  - Controle: 14 tot 22 praktijken, 49.201 tot 76.704 patiënten (VGO 2018, Tabel 1)
- VGO 2019
  - 2014-2017
  - Onderzoeksgebied: UGO
  - Hoewel de jaren 2014-2016 overlappen met VGO 2018, komen de aantallen in het controlegebied niet overeen met die uit VGO 2018. Er is dus weer een nieuwe controlegroep opgesteld.
  - Onderzoeksgebied: 20 tot 21 praktijken, 58.291 tot 74.093 patiënten (VGO 2019, Tabel 1)

- Controle: 18 tot 22 praktijken, 50.139 tot 72.469 patiënten (VGO 2019, Tabel 1)
- VGO 2021
  - 2017-2019
  - Onderzoeksgebied: NBL
  - Het jaar 2017 wordt eveneens in VGO 2019 onderzocht. Toch verschilt het aantal praktijken en patiënten in de controlegroep voor 2017 tussen beide rapporten.
  - Onderzoeksgebied: 25 tot 27 praktijken, 109.947 tot 117.576 patiënten (VGO 2021, Tabel 1)
  - Controle: 16 tot 19 praktijken, 47.090 tot 58.671 patiënten (VGO 2021, Tabel 1)
- VGO 2024
  - Geen nieuwe data

Een meer gedetailleerd overzicht wordt gegeven in Tabel 1, hoofdstuk 11, van dit rapport.

## 5.A.II. Vragenlijsten

Voor VGO 2016, werd een subset van de patiënten in de EPDs gevraagd een korte enquête in te vullen over gezondheid aan de luchtwegen

- 18-70 jaar, 1 per huishouden willekeurig gekozen
- *‘Van de 27.869 uitgenodigde personen die een vragenlijst hebben ontvangen hebben er 14.882 de vragenlijst ingevuld teruggestuurd (**respons van 53,4%**)’* [nadruk toegevoegd] (VGO 2016, p. 28)

In VGO 2016, werden deze data gebruikt voor enkele analyses i.v.m. de link tussen afstand tot veehouderijen (in het algemeen, geen afzonderlijke resultaten voor geiten gepresenteerd) enerzijds en prevalentie van astma, COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) en neus-allergie anderzijds.

In het VGO 2024-rapport, maakten dergelijke vragenlijsten onderdeel uit van de zogenaamde ‘prospectieve patiëntenstudie’. Daarvoor werden pneumonie-patiënten (gerekruteerd door huisartsen bij diagnose), controlepersonen (deelnemers aan de gezondheidsstudie voor VGO 2016) en geitenhouders/werknemers ondervraagd en medisch getest. Een uitgebreide beschrijving van de studie wordt gegeven in sectie 5.B.I.

### 5.A.III. Medisch Onderzoek

Op een verdere subset werd een diepgaander medisch onderzoek verricht.

VGO 2016

- Van bovenstaande 14.882 gaven 9.220 (**response van 62%**) toestemming om verder opgevolgd te worden
- Mensen die wonen of werken op een veehouderijbedrijf evenals mensen die meer dan 10 kilometer van een onderzoekscentrum woonden werden van deelname uitgesloten
- 7.180 mensen werden uitgenodigd, 2.494 hebben deelgenomen, waarvan 2.428 toestemming gaven het EPD te gebruiken. 2.370 hebben toestemming gegeven voor een vervolgstudie, gebruik EPD en opslaan van lichaamsmaterialen (**response van 33%**, deze komt boven op de eerdere selectie door response van 53.4% en 62%).
- Zowel de analyses van de vragenlijsten als het medisch onderzoek veronderstellen dat de response-rate niet samenhangt met pneumonie en de afstand tot geitenhouderijen. Gezien de grote uitval, is er veel ruimte voor een sterk vertekend selectie-effect.

VGO 2024

De deelnemers aan de prospectieve patiëntenstudie (pneumonie-cases, controlepatiënten en geitenhouders/werknemers) vulden een vragenlijst in en ondergingen een gezondheidsonderzoek, bestaande uit keelwab en neusswab. Van controlepersonen werd bovendien een serumstaal genomen, van geitenhouders een ontlastingsstaal. Details worden beschreven in sectie 5.B.I.

### 5.A.IV. Meten pneumonie

De incidentie en prevalentie van aandoeningen wordt bepaald o.b.v. ICPC-codes in het EPD.

- VGO 2016:
  - *'In het morbiditeitsbestand staat informatie over de diagnoses die huisartsen gestructureerd hebben geregistreerd in hun EPD. Hiervoor wordt de International Classification of Primary Care (ICPC) (Lamberts en Wood, 1987) gebruikt. De ICPC is in Nederland geaccepteerd als standaard voor coderen en classificeren van klachten, symptomen en aandoeningen in de huisartspraktijk'* (VGO 2016, p. 30)
  - Pneumonie: ICPC-code R81
- VGO 2018

- *‘Alle Nederlandse huisartsen werken geautomatiseerd met behulp van een HIS en iedere huisarts maakt bij de registratie van (o.a.) symptomen en aandoeningen gebruik van hetzelfde classificatiesysteem (ICPC). Huisartsen die deelnemen aan Nivel Zorgregistraties (NZR) worden getest op de kwaliteit van registreren die aan bepaalde minimumeisen (per periode) moet voldoen. Toch bestaan er verschillen tussen huisartsen in het benoemen van bepaalde condities bij een patiënt. Voor het huidige onderzoek is getracht zoveel mogelijk gegevens in kaart te brengen, met name van symptomen en ook van symptomen en aandoeningen die mogelijk verbonden zijn met andere ziekte-episodes, zoals pneumonie met COPD. Het is mogelijk dat er misclassificatie is van pneumonie (bijvoorbeeld afgrenzing met acute bronchitis, Nivel Kennissynthese | Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III 28 of een bovenste luchtweginfectie). Wij verwachten echter dat dit effect minder groot zal zijn door het grote aantal deelnemende huisartsen. Met de huidige kennis is niet bekend of huisartsen in het VGO-gebied sneller tot de diagnose pneumonie besluiten onder invloed van de resultaten van onze eerdere studies en de berichtgeving daaromtrent. In een volgend project binnen het VGO III programma wordt hier nader op ingegaan.’ (VGO 2018, p. 27)*
  - Noot: het ‘nader ingaan’ verwijst wellicht op de kleine studie naar ‘Herkennen van Pneumonie door Huisartsen’ die in VGO 2019 is opgenomen in Bijlage I. Een bespreking hiervan staat op de volgende bladzijde.
- *‘Het is beter bekend of patiënten in het VGO-gebied al dan niet vaker hun gezondheidsproblemen presenteren aan een huisarts, onder invloed van het wonen in de nabijheid van veehouderijen. In een eerdere studie in het VGO-gebied werd gevonden dat mensen die in de buurt wonen van veehouderijen hun huisarts juist minder vaak bezoeken (van Dijk 2016b)’ (VGO 2018, p. 28)*
  - Noot: (van Dijk 2016b) in de geciteerde tekst, verwijst naar (van Dijk et al., 2016) – zie referenties. Daarin wordt een secundaire analyse uitgevoerd van data verzameld uit huisartsenpraktijken in Brabant en Limburg in een onderzoek naar het verband tussen Q koorts en aanwezigheid van geiten- en pluimveehouderijen (Smit et al., 2012). De secundaire analyse focust op een subset met lage rugklachten in het voorgaande jaar – omdat daarbij geen verband met veehouderij-exposure wordt verondersteld. Bovenstaande tekst lijkt te insinueren dat mensen die wonen in de buurt van veehouderijen minder gemakkelijk naar de huisarts gaan wanneer het nodig zou zijn. Dat is echter niet de conclusie van het onderzoek, dat in het midden laat of het geobserveerde lagere

aantal huisartsenbezoeken het gevolg is van attitude of simpelweg een verschil in gezondheidstoestand: *'This study showed that healthcare utilisation is lower with increased livestock exposure. Latent demand indicated by self-reported symptoms is lower as well. It is not easy to give a straightforward explanation for these observations. We may hypothesise that either people living nearby livestock farms are healthier (lower demand) or that they represent a population with a different attitude towards reporting of symptoms and visiting healthcare providers'* (van Dijk et al., 2016)

- VGO 2019
  - *'Alle huisartsen maken gebruik van een huisartsinformatiesysteem (HIS), waarin zij per contact geautomatiseerd codes aanmaken voor deze vier elementen, of minstens voor het derde element, de diagnose. Hoewel er verschillende HISsen zijn, wordt er geclassificeerd met één systeem, de International Classification of Primary Care (ICPC) (Lamberts 1987). Longontsteking (ICPC-code R81) wordt geclassificeerd als een acute aandoening en dat betekent dat de episode een 'eindpunt' heeft, na een bepaalde symptoomvrije periode, in het geval van longontsteking van drie maanden.'* (VGO 2019, p. 10)
- VGO 2021
  - *'De gegevens zijn verkregen uit elektronische patiëntendossiers (EPD's) van huisartsenpraktijken deelnemend aan Nivel ZorgRegistraties (NZR). Hierdoor is de kwaliteit van registratie van gegevens die in de EPD's worden opgeslagen, bovengemiddeld goed. De EPD's zijn gepseudonimiseerd om anonimiteit van de patiënten te waarborgen. De huisarts registreert ieder contact in het Huisarts Informatiesysteem met behulp van de International Classification of Primary Care (ICPC). Longontsteking (ICPC-code R81) wordt geclassificeerd als een acute aandoening en dat betekent dat de episode longontsteking een 'eindpunt' heeft, na een bepaalde symptoomvrije periode, in het geval van longontsteking van drie maanden'* (VGO 2021, p. 27)

#### **VGO 2019 Onderzoek naar Herkennen Pneumonie door Huisartsen**

In Bijlage I van VGO 2019 wordt kort een onderzoek besproken waarin de kwaliteit van de diagnosticering van pneumonie onderzocht werd.

- **Doelstelling:** *'Doel van het huidige onderzoek was om te verkennen of huisartsen in het studiegebied in verschillende casussen met luchtwegklachten tot een eenduidig oordeel komen of het gaat om pneumonie of acute bronchitis.'* (VGO 2019, p. 30)
- **Methode:** *'Met behulp van vignetten en open vragen is nagegaan welke elementen een rol spelen bij de besluitvorming. Deze vignetten **zijn voorgelegd***

**aan ca. 100 huisartsen** die deelnamen aan VGO, afkomstig uit de provincies Noord-Brabant, Limburg, Utrecht, Gelderland en Overijssel. **Dertig huisartsen reageerden.**' [nadruk toegevoegd] (VGO 2019, p. 30)

- **Resultaten:** 'In een open vraag gaven de huisartsen aan dat zij de theorie van het verschil tussen diagnosticeren van pneumonie en acute bronchitis kennen. Zij volgen daarbij de NHG-Standaard 'Acuut hoesten'. Met de betekenis van een lagere waarde van de CRP-test wordt echter relatief liberaal omgegaan. Eén van de vignetten bevatte specifieke informatie over mogelijke pneumonie (verwardheid, lokale longgeluiden, klappertanden, een score >100 op de CRP-test) en dat werd door 29 van de 30 huisartsen herkend. Bij drie andere vignetten werden pneumonie en acute bronchitis beide genoemd, met een aanzienlijke inter-doktervariatie. Bij twee van deze vignetten was een (lichte) overschatting van pneumonie, vooral omdat de Standaard 'Acuut hoesten' niet werd gevolgd.' (VGO 2019, p. 30)
- **Conclusies:** 'Uit de vignetten en de open vragen ontstaat het beeld dat de huisartsen de theorie grotendeels goed beheersen. De vertaling naar de praktijk volgt echter niet altijd de Standaard. Dit onderzoek moet worden gezien als een eerste pilot onder de aan VGO deelnemende huisartsen. Voor preciezer informatie zouden ook vignetten moeten worden voorgelegd aan de huisartsen van de controlepraktijken en in tweede instantie aan een grote, representatieve steekproef van Nederlandse huisartsen.' (VGO 2019, p. 30)

## 5.A.V. Gegevens Veehouderijen, Aantal Dieren en Afstanden

**‘Een geitenhouderij werd gedefinieerd als een locatie waar minimaal 50 geiten worden gehouden. Voor de regressieanalyses werden pluimveehouderijen gedefinieerd als locaties met meer dan 250 stuks pluimvee, waarbij, waar mogelijk, onderscheid is gemaakt tussen bedrijven met vleeskuikens, leghennen of ouderdieren, en andere soorten. De afstanden tot veehouderijen worden gecombineerd met gegevens uit de EPDs.’** [nadruk toegevoegd] (VGO 2018, p.13)

- VGO 2016
  - ‘Voor de analyses is gebruik gemaakt van de in 2.3 beschreven veehouderij-gerelateerde variabelen gebaseerd op de **BVB**-bestanden van de provincies Noord-Brabant en Limburg in 2009 en 2012.’ [nadruk toegevoegd] (VGO 2016, p. 31)
- VGO 2018
  - ‘Alle adressen van de patiënten uit het studiegebied zijn ge-geocodeerd, waardoor de coördinaten van iedere woning beschikbaar waren. De provincies Noord-Brabant en Limburg verstrekten gegevens over veehouderijen in 2015, het zogenaamde Bestand Veehouderij Bedrijven (BVB, verplichte milieuvergunningregistratie)’ (VGO 2018, p. 13)
- VGO 2019
  - ‘In de eerdere VGO onderzoeken in de provincies Noord-Brabant en Limburg werd het zogenaamde Bestand Veehouderij Bedrijven (BVB; verplichte milieuvergunningregistratie door gemeenten met centrale verwerking door de provincie) gebruikt om de woonafstand tot veehouderijen te bepalen. Deze bestanden waren niet, of niet in voldoende actuele vorm, beschikbaar voor de provincies Gelderland, Overijssel en Utrecht. Om te onderzoeken wat de invloed is van het analyseren met een verschillend veehouderijbestand zijn de eerder gerapporteerde analyses voor Noord-Brabant en Limburg over de periode 2014-2016 opnieuw uitgevoerd, **nu met de BAB in plaats van BVB gegevens**. De resultaten van deze vergelijking zijn ook onderdeel van deze rapportage.’ [nadruk toegevoegd] (VGO 2019, p. 12)
- VGO 2021
  - ‘De aanwezigheid van veehouderijen in het onderzoeksgebied is bepaald met behulp van het Bestand Agrarische Bedrijfssituatie (**BAB**) met **gegevens uit 2018**. Het BAB is een landelijk dekkend bestand dat gemaakt is door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl), team Analyse, Selectie en Beschikbaar stellen. In het bestand zijn alle bij

*RVO bekende locaties van relaties die agrarisch actief zijn en voorkomen in de landbouwtelling dan wel de gecombineerde opgave (GDI). De locatie van pluimvee, varkens en rundvee is in het BAB op stal- en bedrijfsniveau bekend, andere dieren [n.v.d.r. waaronder geiten, kan worden aangenomen] staan alleen op bedrijfsniveau geregistreerd. Om de analyses vergelijkbaar te houden met eerder onderzoek is ervoor gekozen om alleen gegevens op bedrijfsniveau te gebruiken. Alle adressen van de patiënten uit het onderzoeksgebied zijn ge-geocodeerd, waardoor de coördinaten van iedere woning beschikbaar waren. Deze coördinaten zijn gecombineerd met de locatiegegevens van bedrijven in het BAB om te bepalen wat de afstand is van de woning tot de dichtstbijzijnde geitenhouderij, pluimveehouderij, en bedrijven met andere dieren.’*  
[nadruk toegevoegd] (VGO 2021, p. 27)

- VGO 2024
  - ‘De informatie over de locatie van de geitenhouderijen (in 2021) was beschikbaar vanuit het Identificatie- en Registratiesysteem (I&R), dat door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) wordt onderhouden.’ (VGO 2024, p. 48)

## 5.B. Analysemethoden

De VGO-onderzoeken wilden de causale impact schatten van de aanwezigheid van geitenhouderijen op pneumonie bij omwonenden: 'Hoeveel pneumonie-gevallen zouden er minder zijn wanneer de bron van het effect zou verdwijnen?'. Om dit te kunnen schatten, moeten verschillende mensen gericht met elkaar vergeleken worden. De kans is immers groot dat geschatte verschillen in uitkomst andere verschillen reflecteren dan 'nabijheid van geitenhouderijen'. Zowel het studie-design als de statistische technieken die gebruikt worden, kunnen gezien worden als gereedschap om het gewenste effect te benaderen. Elk design en elke statistische techniek komt daarbij met zijn eigen al dan niet plausibele veronderstellingen. Wanneer analyses met erg verschillende veronderstellingen tot een gelijkaardige conclusie komen, versterkt dat de kracht van het bewijs. De uitgevoerde analyses in het kader van VGO steunen echter grotendeels op gelijkaardige veronderstellingen. Bedenkingen rond confounding en differentiële misclassificatie zijn dan ook op alle resultaten van toepassing.

Zoals in VGO 2016 aangegeven zijn er '[...] veel analyses uitgevoerd, waarbij gezondheidsuitkomsten worden afgezet tegen associaties voor het wonen in de nabijheid van intensieve veehouderij.' (VGO 2016, p. 43).

Deze uitspraak kan veralgemeend worden naar 'in het kader van de VGO-onderzoeken zijn er erg veel analyses uitgevoerd'.

Die analyses vallen in grote lijnen uiteen in twee groepen: analyses op gezondheidsuitkomsten van individuen om vast te stellen of er een associatie/causaal effect is tussen die gezondheidsuitkomsten en de nabijheid van veehouderijen, in het bijzonder geitenhouderijen. De tweede groep onderzoekt luchtmetingen, micro-organismen... met als doel het vinden van mogelijke causale mechanismen die de gevonden associaties kunnen verklaren.

De analyses uit de eerste groep trachten allemaal in essentie hetzelfde onderliggende patroon te detecteren: de link tussen specifieke gezondheidsklachten (in casu pneumonie) en de nabijheid van geitenhouderijen. Ze doen dat echter met verschillende data, verschillende veronderstellingen en verschillende technieken, waardoor de resultaten elkaar soms kunnen (lijken) tegen te spreken. Zo wordt bijvoorbeeld in VGO 2016 op p. 43 vermeld: '*Op basis van de huisartsengegevens van 2010-2013 en woonafstand tot het dichtstbijzijnde geitenbedrijf wordt geen relatie gevonden tussen het wonen in de buurt van geitenbedrijven en longontsteking.*' Anderzijds wordt er in de analyse van het medisch onderzoek vastgesteld dat '[...] *het in verhoogde mate voorkomen van pneumonie samenhangt met de aanwezigheid van geitenbedrijven. Deze associatie is consistent in alle (deel-)analyses.*' (VGO 2016, p. 63)

Om zo'n schijnbare tegenstellingen te begrijpen, is het belangrijk in te zien dat de analyses verschillen op vlak van

- Populaties
  - Bijv. vergelijking met controlegebied versus analyses binnen VGO-gebied
- Gebruikte data
  - Bepaalde informatie is bijvoorbeeld omwille van privacy moeilijk beschikbaar voor alle patiënten in de geselecteerde huisartsenpraktijken, waarvoor wel al toegang is tot het EPD. Een reden om het gezondheidsonderzoek (vragenlijsten en andere metingen, in VGO 2016 en 2024) uit te voeren, is dan ook die informatie wel te krijgen en te gebruiken in een beperktere maar wel representatieve of anders relevante groep.
  - Bepaalde data kunnen wegvallen voor specifieke analyses als de gegevens niet of onvoldoende aanwezig zijn. Zo dragen sommige artspraktijken niet aan alle meta-analyses bij omdat ze te weinig patiënten hebben die wonen op voldoende kleine afstand van geitenhouderijen.
  - Verschillen in gebruikte data kunnen mede een gevolg zijn van gemaakte keuzes. Zo geeft VGO 2017, Bijlage 1 op p. 4 aan: *‘Er is geen restrictie op leeftijd toegepast, d.w.z. de analyses zijn uitgevoerd voor patiënten van alle leeftijden. Dit in tegenstelling tot de eerdere analyses van longontsteking voor 2009 zoals gepresenteerd in het hoofdrapport en in het artikel van Smit et al. (2017), die op basis van patiënten van 0-70 jaar waren.’*
  - Volgende beschrijving vat bovenstaande voorbeelden goed samen: *‘Bij de analyses over woonafstand wordt uitsluitend de populatie in het onderzoeksgebied gebruikt, en worden (iets) minder patiënten meegenomen, mede afhankelijk van analysekeuzes en de beschikbaarheid van adresgegevens en ook rekening houdend met de volledigheid/kwaliteit van geregistreerde gegevens’.* (VGO 2019, p. 7)
- Gebruikte statistische techniek
  - De rapporten spreken over (logistische) regressie, multilevel (logistische) regressie, kernel-analyse, meta-analyse, chi-kwadraat-testen,...
  - De verschillende methoden en technieken worden kort toegelicht in sectie 5.B.II.
- Expressie/codering van ‘afstand tot/aanwezigheid van vee/geitenhouderijen’
  - In de vergelijkingen tussen controle- en VGO-gebied, staat ‘woont in controle gebied’ versus ‘woont in VGO-gebied’ model voor ‘geen versus wel blootstelling aan intensieve veehouderij’.
  - Bij de analyses binnen het VGO-gebied wordt de blootstelling verfijnder gedefinieerd. Er kan onderscheid gemaakt worden in diersoort en daarbinnen kan de blootstelling op verschillende manier uitgedrukt worden. Bijvoorbeeld binair ja/nee (minstens 1 veehouderij binnen <500m

ja/nee) of eerder continue schaal (in de kernel-analyses veronderstelt het model dat wie kort bij meerdere veehouderijen woont ook een grotere impact ondervindt dan wie slecht één in de buurt heeft). Daarnaast kan er gekeken worden naar aantal dieren, exacte afstand tot dichtstbijzijnde bedrijf,...

### 5.B.I. Gemaakte Vergelijkingen

Doorheen de VGO-onderzoeken werden verschillende invalshoeken genomen, elk met hun sterktes en zwaktes.

#### ***Vergelijking Studie-regio met controlegebied***

Uitkomsten (in de eerste plaats proportie pneumonie) worden vergeleken tussen het onderzoeksgebied en controlegebied. Hiervoor worden de huisartsen-gegevens (EPD) gebruikt. De selectie van huisartsenpraktijken voor beide gebieden wordt beschreven in sectie 5.A.I. Dit is een retrospectieve studie waarin voor de gekozen jaren alle patiënten worden opgenomen van geselecteerde huisartsenpraktijken – weliswaar enkel voor de jaren waarvoor de praktijken voldoen aan de kwaliteitseisen. In deze data worden vervolgens op basis van ICPC-codes, pneumonie gevallen geïdentificeerd.

In VGO 2016, worden de ruwe (niet uitgesplitst naar leeftijd of geslacht) prevalenties vergeleken gepoold over de jaren (VGO 2016 Tabel 3.2) of afzonderlijk per jaar (VGO 2016, Figuur 3.2).

In latere rapporten (VGO 2018, 2019 en 2021) wordt daar een (multilevel) regressie-analyse aan toegevoegd die odds ratios voor pneumonie schat tussen beide gebieden, waarbij gecontroleerd wordt voor leeftijd, geslacht en jaardeel (VGO 2018) of leeftijd, geslacht en registratieduur (VGO 2019 en 2021). In VGO 2018 worden hiervoor 99%-betrouwbaarheidsintervallen gebruikt, in de andere rapporten 95%-betrouwbaarheidsintervallen.

De grote sterktes van deze aanpak zijn de grote sample sizes die ook leiden tot een behoorlijk aantal geregistreerde events.

Het belangrijkste nadeel is dat er erg veel ruimte voor confounding is: de vergeleken patiëntengroepen kunnen op veel meer kenmerken verschillen dan enkel 'woont in veeindustrie-intensief versus -arm gebied' (het contrast dat onderzocht wordt), leeftijd en geslacht (de kenmerken waarvoor gecorrigeerd wordt).

Wanneer resultaten geframed worden als 'verschil in prevalentie pneumonie tussen mensen met gelijke leeftijd en geslacht die in het ene of het andere gebied wonen', weerspiegelen de resultaten wellicht de werkelijkheid. Wanneer men de gevonden verschillen wil linken aan 'vee-industrie-intensief versus -arm (in Nederland)', is er extra

werk nodig om aannemelijk te maken dat beide groepen patiënten een representatieve subgroep vormen, elk voor hun beoogde populatie. Om de gevonden verschillen vervolgens causaal toe te schrijven aan vee-industrie-intensief versus – arm, moet er gecorrigeerd worden voor mogelijke andere oorzaken (die losstaan van de vee-industrie) waarin de onderzochte patiënten mogelijk verschillen tussen beide groepen.

Een belangrijk element dat hierbij ontbreekt, is de contextualisering van de geobserveerde prevalenties. Nationale prevalentie-cijfers worden slechts met mondjesmaat meegegeven (zie Tabel 1, hoofdstuk 11) en de variabiliteit tussen de regio's in heel Nederland komt nergens ter sprake. Nivel geeft nationale cijfers online (<https://www.nivel.nl/nl/zorg-en-ziekte-in-cijfers/cijfers-ziekten-op-jaarbasis>), maar die gaan slechts terug tot 2019 en bevatten geen info over regionale verschillen.

### ***Intra-studiegebied Analyses***

De meerderheid van de analyses spitst zich toe op afstand tussen de woning van de patiënt en veehouderijen en gebruikt daarvoor enkel de data uit het studiegebied. Ook dit kan dus bekeken worden als een retrospectieve studie waarbij de selectie van huisartsen in combinatie met hun jaarlijkse registratiekwaliteit de selectie van de personen bepaalt. De identificatie van de pneumonie-gevallen gebeurt vervolgens op basis van ICPC-codes in het EPD.

Verschillende statistische technieken worden ingezet (splines, [multilevel] logistische regressie, kernel-analyses en meta-analyse, zie sectie 5.B.II), waarbij de algemene aanpak vrij uniform is: mensen hebben een uitkomst (wel of geen pneumonie), een uitdrukking van 'nabijheid van geitenhouderij' (afstand, ja/nee binnen straal  $x$ , aantal bedrijven binnen straal  $x$ ,...) en eventueel extra kenmerken die mee in rekening worden gebracht (leeftijd, geslacht, nabijheid van andere soorten veehouderijen,  $\text{NO}_2$ ).

De belangrijkste sterktes van de intra-studiegebied analyses ten opzichte van de analyses die het studiegebied met een extern controle gebied vergelijken, is dat mensen die eenzelfde huisartsenpraktijk delen op het platteland, wellicht minder van elkaar verschillen op vlak van verschillende risicofactoren, dan twee willekeurige mensen waarvan de ene in het studiegebied en de andere in het controlegebied woont. Als dat klopt, kunnen eventuele verschillen in uitkomst (bijv. pneumonie) met meer zekerheid (of beter gesteld: minder onzekerheid) toegeschreven worden aan het verschil dat wel duidelijk aanwezig is (bijv. nabijheid van veehouderijen).

Het blijft echter te verwachten dat de mensen die kortbij geitenhouderijen wonen sterk verschillen in niet enkel leeftijd en geslacht, maar ook niet-geiten-gerelateerde gezondheidstoestand, socio-economische status, kwaliteit van huisvesting, neiging om bij symptomen naar de huisarts te gaan,... Dergelijke zaken kunnen eventueel gevonden verschillen ook verklaren, waardoor een specifieke causale interpretatie van de gevonden verbanden discutabel blijft.

### **Prospectieve Patiëntenstudie**

De prospectieve patiëntenstudie moest het sluitstuk worden van VGO III. Naast de uitgebreide aanvullingen van de Intra-studiegebied analyses en vergelijking met controle-regio, werd een prospectieve studie ontworpen om de mogelijke causale mechanismen beter te bestuderen.

VGO 2024 beschrijft de ‘kennishiaten’ als volgt (VGO 2024, p. 18):

- *‘Is er een specifieke verwekker? De oorzaken van het verhoogde risico op longontsteking zijn niet bekend.’*
- *‘Voor omwonenden van pluimveehouderijen is het aannemelijk dat blootstelling aan fijnstof, inclusief de daarin voorkomende endotoxinen, kan leiden tot (een verergering van) een luchtwegaandoening. Bij een verzwakte afweer kunnen bepaalde ziekteverwekkers hierdoor tot een longontsteking leiden. **Of dit ook een rol speelt in het geval van longontsteking bij omwonenden van geitenhouderijen, is niet duidelijk**’ [nadruk toegevoegd]*
- *‘Zijn er bedrijfsfactoren die zouden kunnen bijdragen aan een verhoogd risico op longontsteking’ is niet onderzocht in IVG en VGO I-II? Zo is het mogelijk dat de wijze van mestopslag (indien aanwezig) en het mestmanagement op geitenbedrijven een rol spelen bij het verhoogde risico op longontsteking bij omwonenden.’*

Die hiaten werden voor VGO-III omgezet in volgende vragen (VGO 2024, p. 18):

1. *‘Is het risico op longontsteking rond geitenhouderijen in het VGO-gebied nog aanwezig in de jaren nadat de laatste observatie is gedaan van dit verhoogde risico (2013)? En zo ja, wat is de omvang van dit risico, mede in vergelijking met de eerdere observaties over de periode 2007-2013? Zijn er spatiele en temporele verschillen?’*
2. *‘Wordt er op basis van huisartsgegevens ook een verhoogd risico op longontsteking gevonden in andere gebieden in Nederland waar geiten- en/of pluimveebedrijven voorkomen?’*
3. *‘Wat zijn mogelijke verwekkers van longontsteking bij omwonenden van geitenhouderijen? Welke geit- of geitenhouderij-gerelateerde ziekteverwekkers kunnen een longontsteking bij mensen veroorzaken (respiratoire zoönosen)?’*
4. *‘Geeft een positieve serologie voor specifieke ziekteverwekkers of dragerschap van specifieke ziekteverwekkers bij geitenhouders aanwijzingen voor risico’s op longontsteking voor omwonenden?’*
5. *‘Welke micro-organismen circuleren er op geitenhouderijen die bij de mens longontsteking kunnen veroorzaken? En zijn deze micro-organismen in de lucht meetbaar? Met andere woorden, is te verwachten dat deze ziekteverwekkers een verhoogd risico op longontsteking tot op 2.000 meter afstand van een geitenhouderij kunnen verklaren? Welke bedrijfskenmerken of specifieke*

*werkzaamheden (bijvoorbeeld gerelateerd aan mestbewerking) hangen samen met de aanwezigheid of de uitstoot van dergelijke ziekteverwekkers?’*

Vragen 1 en 2 werden beantwoord met een uitbreiding van bestaande analyses. Voor vragen 3 tot 5 werd de prospectieve studie gepland (naast luchtmetingen en een bedrijfsstudie).

De studie was als volgt ontworpen:

- Drie groepen:
  - Pneumonie-patiënten
  - Controle-patiënten
  - Bewoners en werknemers van geitenhouderijen
- Primaire doel: een verband vinden tussen pneumonie en geitenhouderij binnen een straal van 2000 m.
  - Een powerberekening werd gemaakt, waarvan enkel de uitkomst werd gerapporteerd: er werd voorzien **dat 600-800 pneumoniepatiënten gerekruteerd moesten worden** om voldoende onderscheidend vermogen te hebben om een effect/verband met wel of niet geitenhouderij binnen 2000 m te kunnen vinden. (VGO 2024, p. 48)
  - Geplande aantallen controle-patiënten en geitenhouders/werknemers werden niet gerapporteerd.
- Rekrutering Pneumonie-patiënten (VGO 2024, p. 47-48):
  - 22 huisartsenpraktijken werden geselecteerd uit de eerdere onderzoeksgebieden. (*‘Deze huisartsenpraktijken zijn geselecteerd op basis van hun ligging in gebieden waar geitenhouderijen zijn. Alle geselecteerde huisartsenpraktijken zijn onderdeel van het huisartsennetwerk van Nivel Zorgregistraties Eerste Lijn’,* (VGO 2024 p. 47)). Het is onduidelijk of deze 22 een subselectie vormen van aangeschreven praktijken.
  - De start was gepland in maart 2020. De bedoeling was om een jaar lang alle pneumoniepatiënten te includeren. Door de COVID-epidemie, werd de start verlegt. *‘In augustus 2020 startte de uitgestelde inclusie van patiënten met verdenking op longontsteking in vier huisartsenpraktijken. In september startten de overige praktijken’* (VGO 2024, p. 47).
  - De rekrutering van patiënten ging zeer moeizaam, onder meer omdat de ingestelde COVID-gerelateerde maatregelen ook hun effect hadden op het aantal pneumonie-gevallen. Daarom werd beslist om de rekrutering te

verlengen tot april 2023. 10 van de 22 huisartsenpraktijken haakten af tijdens de studie

- **Uiteindelijk werden 108 patiënten geïnccludeerd door 13 verschillende praktijken**
- Rekrutering controle-patiënten (VGO 2024, p 48-49)
  - Hiervoor werden deelnemers aan het VGO-I gezondheidsonderzoek weer benaderd.
  - 2.369 mensen werden uitgenodigd om deel te nemen. 1.071 personen reageerden. 102 daarvan konden niet verder gecontacteerd worden. In totaal werden zo 969 controlepersonen geïnccludeerd.
  - De visite vond alleen plaats als de deelnemer tijdens een telefoongesprek voorafgaand aan het **bezoek aangaf vrij te zijn van COVID-19-gerelateerde klachten en geen antibiotica te gebruiken**
  - De deelnemers die instemden met vervolgonderzoek zijn onderzocht in de periode tussen augustus 2021 en juli 2022
- Rekrutering geitenhouders en werknemers (VGO 2024, p. 49):
  - Geitenhouders werden benaderd vanuit de Nederlandse Geiten Zuivel Organisatie (NGZO).
  - De eerste groep deelnemers is onderzocht in december 2020, waarna er vanwege de COVID-19-pandemie tijdelijk gestopt moest worden met de inclusie. In juni 2021 is het veldwerk weer opgepakt. De laatste deelnemers zijn bezocht in februari 2022, waarna de onderzoeksperiode voor deze studiepopulatie is afgesloten
  - De deelnemer werd na aanmelding bezocht door een onderzoeksmedewerker. **De visite vond alleen plaats als de deelnemer tijdens een telefoongesprek voorafgaand aan het bezoek aangaf vrij te zijn van COVID-19-gerelateerde klachten en geen antibiotica te gebruiken.** Anders werd de visite opnieuw ingepland. Alleen deelnemers die 18 jaar of ouder waren en de Nederlandse taal machtig waren konden deelnemen aan dit onderzoek.
  - In totaal zijn er, verspreid over heel Nederland, 100 geitenhouders en werknemers geïnccludeerd in de studie.
- Uitgevoerde onderzoeken
  - Vragenlijst (gezondheid en kenmerken), keelwab, neusswab, serum, longfunctie, ontlasting
  - Een overzicht van de uitgevoerde analyses wordt gegeven in Figuur 1
- Uitgevoerde analyses
  - Het is onduidelijk welke lijst van formele analyses er gepland werden om de associatie met/het effect van de aanwezigheid van geitenhouderijen te

schatten met pneumonie. Wellicht omwille van de veel te kleine sample size, werden er geen analyses gerapporteerd.

- PCR-gedetecteerde ziekteverwekkers en microbioom werd vergeleken tussen de verschillende groepen. De resultaten zijn te vinden in VGO 2024 hoofdstuk 7.

Op het eerste zicht heeft het studie-opzet veel weg van een case-control studie, waarbij mensen die tijdens follow up een ziekte ontwikkelen ('cases') vergeleken worden met mensen uit hetzelfde cohort die dat niet doen ('control') (Vandenbroucke and Pearce, 2012). Zulke designs worden vaak geanalyseerd met logistische regressie, maar de exacte interpretatie van de odds ratio die daaruit geschat wordt, hangt sterk af van het design/sampling schema van de studie (Labrecque et al., 2021).

Om valabele conclusies uit te trekken, is het natuurlijk belangrijk dat de geselecteerde cases en controls representatief zijn en een gelijkaardige follow-up kennen. Aangezien het huidige onderzoek slechts een subset van het totaal aantal pneumonie-patiënten in de geselecteerde praktijken bestudeerde, kan dit bijvoorbeeld een probleem zijn als pneumonie-patiënten die in de buurt van een geitenhouderij wonen, meer geneigd zijn om toe te zeggen op inclusie in de studie.

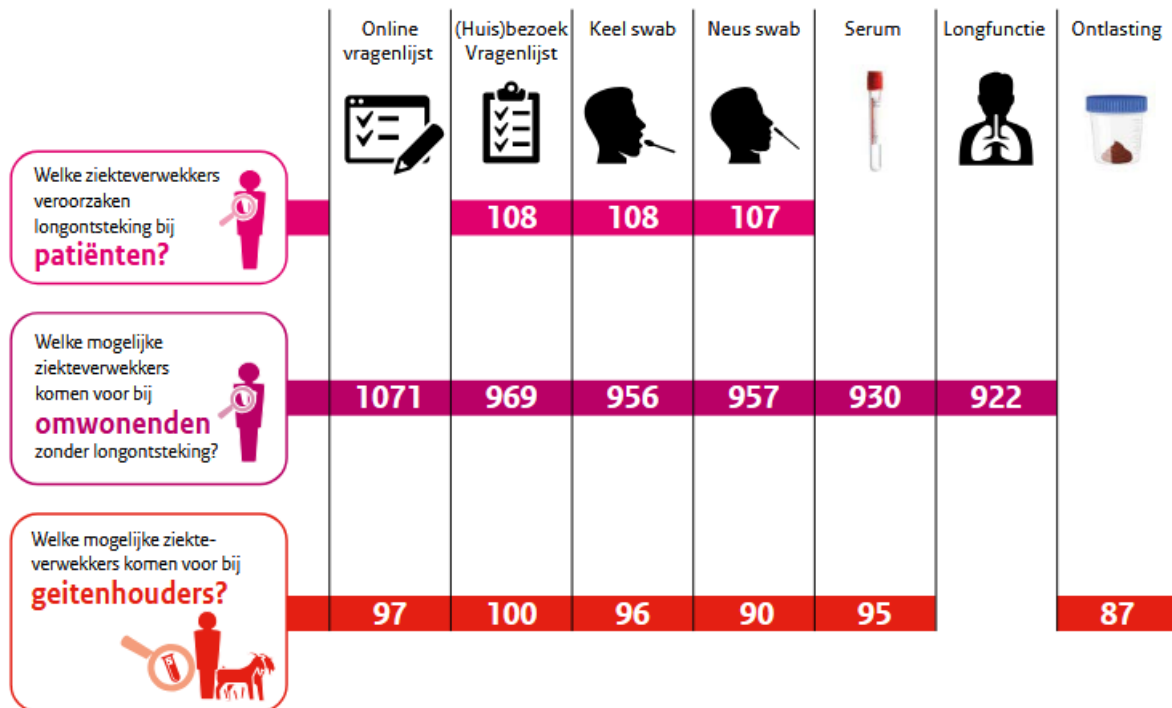
Om causale effecten te schatten van een exposure (in dit geval nabijheid van geitenhouderij), moet bovendien gecontroleerd worden voor confounders. Als de controle-patiënten (ook) op andere mogelijke oorzaken verschillen van de cases, kunnen eventuele verschillen in uitkomst niet zomaar aan de betreffende exposure toegekend worden. Om dit aan te pakken zijn technieken als matched case-control studies ontwikkeld (L. Penning de Vries and Groenwold, 2022).

Het huidige design past echter niet in dit framework. De geselecteerde controle-patiënten behoren niet echt tot hetzelfde cohort. Ze zijn een subset van de patiënten die zich in VGO-I hebben aangemeld voor bijkomend gezondheidsonderzoek. De huisartsenpraktijken die daarin betrokken waren, overlappen niet volledig met de uiteindelijk 13 huisartsenpraktijken die in dit onderzoek de pneumonie-patiënten gerekruteerd hebben. Bovendien werden de controle-patiënten gerekruteerd tussen augustus 2021 en juli 2022, terwijl de pneumonie-patiënten werden gerekruteerd tussen augustus 2020 en april 2023. Ook in kalendertijd is er dus geen volledige overlap tussen de cohorten. Bovendien kunnen, op zijn minst in theorie, controle-patiënten na

hun inclusie ook nog pneumonie hebben gekregen binnen de rekruteringsperiode voor pneumonie-patiënten.

De opvolging met keel-, neus- en serum-sampling vormde de basis van het onderzoek naar pathogenen op basis van laboratoriumanalyses in VGO 2024 (zie sectie 6.C van dit rapport).

**Figuur 7.1** Overzicht van het aantal verzamelde monsters en vragenlijsten per studiepopulatie: patiënten, omwonenden (dwz controlepersonen) en geitenhouders/werknemers



Figuur 1 Overzicht van de prospectieve patiëntenstudie (Bron: VGO 2024, Figuur 7.1.)

## 5.B.II. Statistische Technieken

### **Regressie**

Regressie is een algemene term voor een methode die toelaat om het verband te modelleren tussen een (samenvatting van een) uitkomst (bijvoorbeeld een gemiddelde longfunctie of proportie met pneumonie) en gemeten predictoren.

Verschillende soorten uitkomsten (continue, binair, multinomiaal, tijd-tot-gebeurtenis) vereisen verschillende regressie-methoden. Zo werd er voor de analyse van de longfunctie in VGO 2016 gangbare lineaire regressie gebruikt.

De uitkomst die in verband met geiten veruit het meeste aandacht heeft gekregen is pneumonie. Dit is gebruikt als een binaire uitkomst (men zou dit ook als een ordinale uitkomst kunnen beschouwen, waarbij de ernst in rekening wordt gebracht). Hiervoor werd voornamelijk logistische regressie gebruikt.

In sommige rapporten duiken spline-analyses op. Dit zijn regressieanalyses die een flexibel verband tussen uitkomst en continue predictor kunnen schatten. In principe is het hierbij mogelijk om voor andere karakteristieken te controleren, maar dat is hier niet gebeurd. Ze worden in de huidige rapporten enkel descriptief toegepast, wellicht omdat ze zich niet gemakkelijk laten vangen in een one-number-summary.

### **Logistische Regressie**

Regressie-techniek specifiek voor binaire uitkomsten. De geschatte coëfficiënten zijn natuurlijke logaritmen van Odds Ratios<sup>4</sup>. Indien ook andere predictoren in het model aanwezig zijn, gaat het om conditionele odds ratios: odds ratios waarbij de andere variabelen (bijv. leeftijd en geslacht) constant gehouden worden.

### **Multilevel (logistische) Regressie**

Wanneer uitkomstmetingen gecorreleerd zijn, bijvoorbeeld omdat de patiënten naar dezelfde huisartsenpraktijk gaan, moet die correlatie in rekening gebracht worden in het model de onzekerheid op de geschatte coëfficiënten correct in te schatten. Van de meeste soorten regressiemodellen bestaan er zogenaamde multilevel-varianten die dit toelaten.

---

<sup>4</sup> logaritme van de ratio van twee odds. Odds is de verhouding tussen de kans op bijv. pneumonie ( $p$ ) en de kans op geen pneumonie ( $1-p$ ). Dus  $\text{odds} = p/(1-p)$ . Wanneer kansen eerder klein zijn, is de odds ongeveer gelijk aan de kans (voor kleine  $p$ :  $p \approx \text{odds}$ ). Een odds ratio is de verhouding tussen twee odds. Wanneer de rapporten een 'odds ratio voor geitenhouderij < 500m' weergeven, betekent dat de verhouding tussen de odds voor mensen binnen die straal en de odds voor mensen buiten die straal. Als bijv. gecorrigeerd wordt voor leeftijd en geslacht, gaan die beide odds over mensen met dezelfde leeftijd en hetzelfde geslacht. Wanneer de kansen eerder klein zijn – wat hier het geval is – is er numeriek weinig verschil tussen een odds ratio en een ratio van risico's ( $p$ ) en is het aanvaardbaar de geschatte odds ratios als risk ratios te interpreteren.

### **Kernel-Analyse**

Voor de technieken van deze analyse wordt er in de rapporten verwezen naar (Smit et al., 2017), dat op zijn beurt verwijst naar (Lindström et al., 2010). De meest overzichtelijke uitleg wordt gegeven in VGO 2017, Bijlage 1.

In deze analyses wordt verondersteld dat de ‘achtergrond-kans’ op pneumonie voor iedereen identiek is. Daarnaast wordt aan elk veehouderijbedrijf een impact toegeschreven (bijvoorbeeld: ‘voor mensen die binnen een straal  $d$  van het bedrijf wonen, is de kans dat ze pneumonie oplopen door dat bedrijf gelinkt aan de parameter  $\lambda_0$ ’). Op die manier krijgt iedereen in de dataset een gemodelleerde kans op pneumonie, die een functie is van de achtergrond-kans  $P_b$  en kernel-parameters  $d$  en  $\lambda_0$ , waarna die parameters geschat kunnen worden op basis van data geschat kunnen worden.

Door aan verschillende soorten bedrijven een andere  $\lambda$  en eventueel een andere  $d$  te verbinden, kan de invloed van die verschillende soorten bedrijven simultaan in één model geschat worden. Op die manier kan bij het schatten van de invloed van geitenbedrijven bijvoorbeeld gecorrigeerd worden voor de aanwezigheid van pluimveebedrijven. Dit wordt bedoeld wanneer in VGO 2017 Bijlage 1 of VGO 2017 Tabel 2.1 over een ‘multivariate kernel-analyse’ gesproken wordt. In principe is het eveneens mogelijk om in een dergelijk model persoonskenmerken op te nemen of de invloed per bedrijf gedetailleerder te modelleren door bijvoorbeeld rekening te houden met zijn omvang (in VGO 2017 Bijlage 1 wordt aangegeven dat dit voor 1 jaar effectief uitgevoerd is en een betere fit opleverde. Er wordt in latere rapporten echter geen melding meer van gemaakt). Dat is in de gepresenteerde analyses niet het geval.

De gekozen kernel-functies zijn rudimentair (vierkant/stapfunctie – bijdrage van een veehouderij is constant binnen straal  $d$  en nul erbuiten). Zoals getoond in VGO 2016, Figuur 3.3 kunnen er ook vormen genomen worden waarbij de impact van het bedrijf meer geleidelijk verandert met de afstand, wat biologisch aannemelijker zou zijn. Het onderschrift bij de figuur suggereert dat dergelijke analyses uitgevoerd zijn, maar resultaten zijn niet gepubliceerd in de VGO-rapporten.

Bij deze analyses wordt een Population Attributable Fraction gerapporteerd (Mansournia and Altman, 2018). Dit komt neer op ‘indien het gevonden effect causaal is, welk deel van de pneumonie-cases zouden we over de hele bevolking minder hebben indien we deze oorzaak kunnen weghalen’. Dit is een combinatie van de sterkte van de causaal veronderstelde impact met de fractie van de populatie die aan de oorzaak wordt blootgesteld.

## Technische bespreking van de kernel-analyse

In VGO 2017 wordt het resultaat van de kernel-analyse als volgt beschreven: ‘De aangegeven risicoverhoging beschrijft de gemiddelde procentuele verhoging van de kans op longontsteking voor een bewoner wanneer er één bedrijf van het betreffende type binnen de gekozen reikwijdte van de woning ligt. Bijvoorbeeld: Voor 2009 is de risicoverhoging voor pluimvee volgens de tabel 14,8% bij een reikwijdte van 1 kilometer. Dit betekent dat er onder bewoners bij wie binnen een straal van 1 kilometer rondom de woning één pluimveehouderij ligt, 14,8% meer gevallen van longontsteking optreden dan onder bewoners zonder pluimveebedrijf binnen 1 kilometer van de woning. Voor elke extra pluimveehouderij binnen 1 kilometer van de woning neemt het berekende risico verder toe.’ (VGO 2017, Tabel 2.1)

Het bovenstaande is een correcte beschrijving van de gemodelleerde associatie van één/het eerste geitenbedrijf binnen de gekozen reikwijdte van de woning. We mogen deze interpretatie echter niet doortrekken naar het tweede, derde,... geitenbedrijf. Dit komt doordat de uitgevoerde analyses eerder vertrekken vanuit de kans om geen pneumonie op te lopen.

Op basis van VGO 2017, Bijlage 1 kan de technische aanpak van de kernel-analyses als volgt beschreven worden:

$P_b$  is de achtergrondkans op pneumonie. Dit is de kans op pneumonie voor wie buiten de invloedssfeer (straal  $d$ ) van elke vee/geitenhouderijen woont. Die achtergrondkans wordt als volgt vertaald naar een parameter  $\lambda_b$ :

$$-\lambda_b = \log(1 - P_b) \Rightarrow P_b = 1 - e^{-\lambda_b}$$

In VGO 2017, Bijlage 1 wordt  $\lambda_b = \log(1 - P_b)$  gebruikt. Dat is wellicht een typo.

De kans om pneumonie op te lopen wordt vervolgens gemodelleerd als ‘de kans om noch door de achtergrondkans, noch door een van de bedrijven pneumonie op te lopen’. Met  $PN_i$  de binaire uitkomst pneumonie ja/nee voor inwoner  $i$ ,  $R_{ij}$  de afstand van de woonplaats van persoon  $i$  tot veehouderij  $j$  en  $\mathbf{R}_i$  de vector met afstanden  $R_{ij}$ , voor persoon  $i$ , is de gepresenteerde parametrisatie:

$$P(PN_i = ja | \mathbf{R}_i) = 1 - e^{-\lambda_b - \sum_j \lambda(r_{ij})}$$

Hierbij loopt de sommatie over elk bedrijf  $j$  en wordt de invloed van elk bedrijf uitgedrukt door  $\lambda(r_{ij})$ . De onderzoekers kozen voor een blokfunctie, waarbij de invloed van een specifiek bedrijf nul is als het te ver weg ligt van de woning en uitgedrukt door een constante  $\lambda_0$  als het binnen een bepaalde afstand  $d$  ligt:

- $\lambda(r_{ij}) = \lambda_0$  als  $r_{ij} \leq d$
- $\lambda(r_{ij}) = 0$  als  $r_{ij} > d$

Wanneer we dit bekijken vanuit de kans om geen pneumonie te krijgen

$$P(PN_i = \text{nee} | \mathbf{R}_i) = e^{-\lambda_b - \sum_j \lambda(r_{ij})}$$

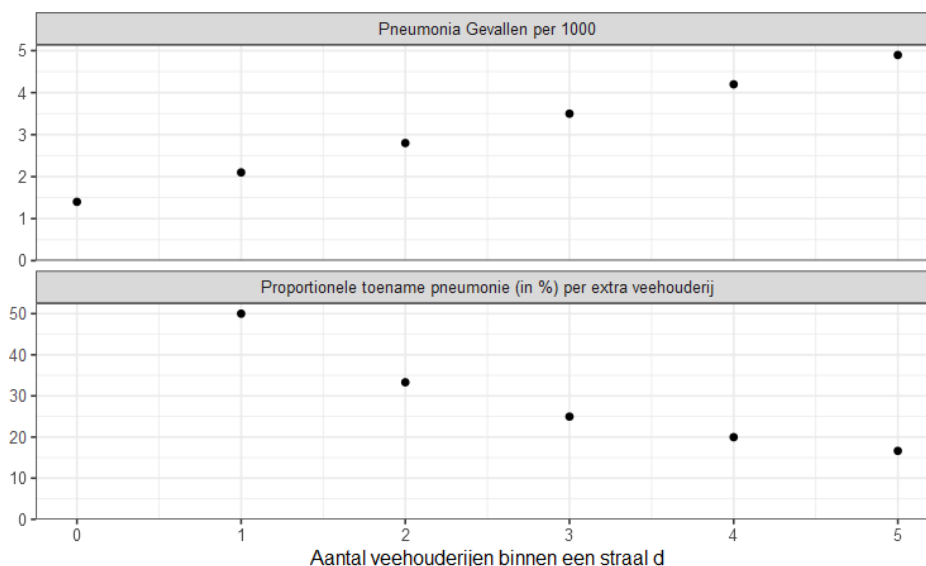
wordt duidelijk dat het model veronderstelt dat elk extra bedrijf dezelfde proportionele impact heeft op de kans om pneumonie-vrij te blijven. Dit wil echter zeggen dat de proportionele impact op de kans om pneumonie te krijgen, verkleint met elk extra bedrijf binnen afstand  $d$ .

Om dit te illustreren, bekijken we een situatie waarbij de achtergrondkans 1.4 per 1000 is en de eerste veehouderij binnen straal  $d$  de kans op pneumonie relatief met 50% verhoogt tot  $1.4 \times 1.5 = 2.1$  per 1000.

$$P_b = 0.0014 = 1 - \exp^{-\lambda_b} \Rightarrow \lambda_b = -\log(1 - 0.0014)$$

$$0.0021 = 1 - \exp^{-\lambda_b - \lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = -\log\left(\frac{1 - 0.0021}{\exp^{-\lambda_b}}\right)$$

Het resultaat is weergegeven in Figuur 2. De topfiguur voor het hierboven gepresenteerde voorbeeld toont hoe de kans op pneumonie evolueert met het aantal veehouderijen binnen straal  $d$ . De figuur eronder bekijkt de procentuele toename van de kans wanneer we gaan van  $x-1$  veehouderijen naar  $x$  veehouderijen binnen straal  $d$ . We zien hier hoe de proportionele toename voor elke extra veehouderij binnen straal  $d$  drastisch daalt met toenemend aantal veehouderijen. In de praktijk kan dit soort interactie die kwalitatieve trend volgen, maar a priori kan het ook anders gaan.



Figuur 2 Illustratie van de manier waarop de impact van elke extra veehouderij binnen een straal gemodelleerd wordt. We zien dat in dit voorbeeld de kans op pneumonie met 50% toeneemt tussen 0 en 1 veehouderij binnen straal  $d$ . Met elke extra veehouderij, verkleint die proportionele stap (bijv. van 3 naar 4 is de toename 20%)

### **Meta-Analyse**

Meta-analyse is een algemene statistische techniek die het toelaat resultaten (geschatte parameters of andere samenvattingsmaten) uit verschillende studies of analyses (bijvoorbeeld over verschillende huisartsenpraktijken) samen te vatten. Er wordt hierbij verondersteld dat de afzonderlijke resultaten ongeveer dezelfde betekenis hebben, anders heeft het resulterende gewogen gemiddelde geen duidelijke interpretatie.

Aan die voorwaarde kan op verschillende manieren niet voldaan zijn. Bijvoorbeeld wanneer de aparte maten een mengeling zouden zijn van odds ratios, relatieve risico's en risico verschillen of wanneer sommige betrekking hebben op pneumonie, andere op huisartsbezoeken in het algemeen en nog andere op hospitalisaties. Ook wanneer de blootstelling sterk verschilt (bijv. een vijftigtal geiten vs. megastallen of kortstondige blootstelling versus permanente aanwezigheid), heeft de uiteindelijke samenvattingsmaat weinig betekenis

De meeste bedenking hierboven zijn niet van toepassing op de meta-analyses over huisartsenpraktijken in de VGO-rapporten. Alle huisartspraktijk-specifieke modellen zijn op identieke wijze gefit (in VGO 2019, gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en pluimveebedrijf binnen 2000 m) met pneumonie als uitkomst.

In essentie berekent een meta-analyse een gewogen gemiddelde van effect-maten, waarbij het gewicht van elke afzonderlijke schatting/kleinere studie afhangt van de nauwkeurigheid van het geschatte effect in die studie.

Een groot voordeel van een meta-analyse, is dat verschillende kleinere studies (hier apart per huisartsenpraktijk) die elk afzonderlijk een te lage power hebben, samen tot een beduidend hogere power kunnen komen. Indien de selectie van en de schattingen binnenin elke sub-studie onvertekend zijn, zal de meta-analytische samenvatting dat ook zijn.

## 6. Synthese VGO I-III

De gezondheidsimpact van veehouderijen werd vanuit verschillende hoeken en met uiteenlopende methodieken onderzocht. Grofweg vallen die op te delen in onderzoeken die rechtstreeks de gezondheid van individuen als uitkomst hebben en anderzijds milieuonderzoek waarbij gekeken wordt of verschillende chemische stoffen en andere ziekteverwerkers (vaker) voorkomen in de buurt van veebedrijven. Voor de kernvraag, zijn in de eerste plaats die eerste onderzoeken relevant.

### 6.A. Overzicht

Zoals in VGO 2016 zelf wordt aangegeven *‘Er zijn veel analyses uitgevoerd, waarbij gezondheidsuitkomsten worden afgezet tegen associaties voor het wonen in de nabijheid van intensieve veehouderij.’* (VGO 2016, p. 43). Dat is perfect verstaanbaar en verdedigbaar in een stadium waarin het onderzoek nog in een eerder exploratieve fase zit. De latere rapporten focussen meer op de impact van geitenhouderijen en in mindere mate van pluimveehouderijen. Het arsenaal aan analyses en analysemethododes werd daarbij stelselmatig uitgebreid.

In essentie proberen verschillende analyses (kernel, logistische regressie met binaire predictor voor afstand...) hetzelfde onderliggende mechanisme te capteren. De grootste verschillen zitten in de definities van de blootstelling (bijdrage van elke geitenhouderij binnen straal  $d$  voor de kernel-analyses, aanwezigheid van minstens één geitenhouderij binnen straal  $d$  voor de logistische regressie-gebaseerde analyses) en de aannames die ze maken.

Zoals betoogd in secties 5.B en 6, zien we de meta-analyses van de effect-schattingen per huisartsenpraktijk als het meest betrouwbaar. In tegenstelling tot de kernel-analyses brengen ze geen gradatie in blootstelling in rekening, maar er wordt wel gecontroleerd voor enkele persoonskenmerken en doordat de analyses per huisartsenpraktijk afzonderlijk worden uitgevoerd, wordt de mogelijke invloed van de huisarts-gerelateerde meetfout potentieel verminderd. Het brengt ook andere bronnen van correlatie tussen patiënten van dezelfde huisartsenpraktijk beter in rekening.

Bekijken we de gepubliceerde meta-analyse resultaten in VGO 2018, 2019 en 2021, dan zijn die vrij consistent, zowel over de jaren als tussen onderzoeksgebieden (NBL en UGO). Er wordt consequent een aanzienlijk verband gevonden met <500 m van een geitenbedrijf (al is dat beduidend kleiner in VGO 2021) en nauwelijks tot geen verband met < 2000 m. Het beeld voor <1000 m is minder duidelijk. VGO 2018 en 2019 geven een relatief beperkte associatie (grootteorde OR 1,2). In VGO 2021 is de geschatte odds ratio echter quasi 1 en het betrouwbaarheidsinterval bevat de eerder in VGO 2019 geschatte 1,19 zelfs niet.

In navolging van de Wet Open Overheid, werden in 2026 extra resultaten gedeeld over uitkomsten in de schil tussen 500 en 1000 m van geitenhouderijen. Deze lijken gebaseerd op de data van VGO 2019 (o.b.v. de gerapporteerde odds ratios voor <500 m en <1000 m), zonder rekening te houden met de extra data uit VGO 2021. Deze extra analyses geven aan dat in de schil een enigszins verhoogd risico wordt geschat (OR 1,14 (0,94-1,39)).

De resultaten van de andere methodes zijn in het algemeen in lijn met deze vaststellingen, al komen ze vaak met wat grotere inschattingen van de associaties.

VGO 2018, p. 6 besluit *‘Er zijn duidelijke associaties gevonden tussen de afstand van een geitenbedrijf tot het woonadres. Deze associatie is in alle toegepaste analysemethoden aangetoond en daarmee is deze gevonden associatie robuust en niet sterk afhankelijk van de gedane aannames in de verschillende analysemethoden’*.

Aangezien de verschillen in aannames tussen de methodes relatief beperkt zijn (o.a. wat betreft confounding en differentiële misclassificatie), valt de hieruit afgeleide robuustheid te betwisten. Eveneens moet opgemerkt worden dat het consequent opduiken van de associaties over de tijd, niet zomaar op robuustheid wijst. De potentiële problemen met confounding en misclassificatie kunnen immers relatief constant over de tijd verondersteld worden aangezien grotendeels dezelfde personen over de tijd gevolgd worden.

Naast het vaststellen van een verband, dient dit verband onderbouwd te worden met aannemelijke causale paden. Dit wordt grotendeels uitgewerkt in hoofdstuk 7 van VGO 2024. Daaruit komt momenteel een lijst met kandidaat-oorzaken, zonder dat een oorzakelijk verband kan hard gemaakt worden (zie ook sectie 7.H).

## 6.B. Gezondheidsonderzoek

### 6.B.I. Vergelijking Extern Gebied

Vergelijkingen met een externe regio werden gemaakt voor zowel Noord-Brabant/Limburg (2007-2019) als voor Gelderland/Overijssel/Utrecht (2014-2017). Vanaf VGO 2018, werd die vergelijking formeel uitgedrukt in Odds Ratios (odds op longontsteking binnen versus buiten het gebied) uit een logistisch regressie-model waarbij er gecorrigeerd wordt voor leeftijd en geslacht.

Een overzicht van de resultaten wordt gegeven in de Appendix (Sectie 10.A).

In het algemeen zijn die geschatte Odds Ratios vrij consistent over de jaren heen en tussen beide onderzoeksgebieden. Dat de Odds Ratios voor sommige jaren ‘niet statistisch significant’ zijn, is hierbij van minder belang.

De vergelijking tussen onderzoeks- en studiegebieden wijzen allemaal op een systematisch verhoogde prevalentie van pneumonie voor mensen met dezelfde leeftijd en geslacht in de onderzoeksgebieden in vergelijking met het controlegebied.

De beperkte beschikbare informatie over nationale prevalenties, lijkt erop te wijzen dat de algemene prevalentie (niet gecorrigeerd voor leeftijd of geslacht) in het controlegebied lager ligt dan gemiddeld over het hele land. Om een causaal effect van veehouderijen in te schatten is dat niet per definitie problematisch. Het gaat er immers om wat de toestand zou zijn zonder die intensieve veeteelt, wat niet noodzakelijk 'het Nederlands gemiddelde' zou opleveren. Toch roept het de vraag op of er in de controlegebieden een selectie op extra gezonde personen plaatsvindt en of die gebieden en hun inwoners niet op meer vlakken verschillen van het onderzoeksgebied dan enkel intensieve veeteelt.

### 6.B.II. Analyse Nabijheid Geitenhouderij

Een overzicht van de belangrijkste resultaten wordt gegeven in Appendix (sectie 10.B).

In VGO 2016 wordt gerefereerd naar het IVG-onderzoek: *'Bij de eerdere IVG-studie (2011) werden op het niveau van de postcodegebieden associaties gevonden tussen longontsteking en veehouderijbedrijven met geiten. Hierbij ging het om zogenaamde megastallen met meer dan 1.500 geiten per bedrijf, waarvan er in het oosten van Noord-Brabant op dat moment zes (in het IVG-gebied) lagen. In het VGO-onderzoek is ervoor gekozen om te analyseren voor alle veehouderijbedrijven en is de analyse zoals in IVG niet herhaald. Op basis van de huisartsengegevens van 2010-2013 en woonafstand tot het dichtstbijzijnde geitenbedrijf wordt geen relatie gevonden tussen het wonen in de buurt van geitenbedrijven en longontsteking'* [nadruk toegevoegd] (VGO 2016, p. 43).

Er wordt tevens verwezen naar kernel-analyses, maar enkel conclusies voor pluimveebedrijven worden gedeeld. De weblink die naar de resultaten zou leiden, is dood.

De enige formele analyse betreffende de afstand tot geitenbedrijven in VGO 2016, wordt meegeven in de bijlagen, Tabel B3. Het betreft een leeftijd en geslacht gecorrigeerde odds ratio voor 'binnen 500 m/ 1000 m straal van een geitenbedrijf'. De uitkomst is vreemd en biologisch weinig plausibel (erg groot geschat effect voor binnen 1000 m, een quasi-null effect voor binnen 500 m). De 'totale populatie' wordt echter slechts door 22.377 personen vertegenwoordigd, terwijl het totale sample in principe uit ruim 100.000 personen bestaat. Dit laat erg veel ruimte voor mogelijke selectie-effecten. De waarde van deze resultaten is dan ook op zijn best beperkt.

Resultaten van kernel-analyses worden getoond in VGO 2017, VGO 2018 en VGO 2019. In latere rapporten worden ze niet meer vermeld.

Odds ratios voor binnen straal x van minstens één geitenbedrijf (uit zowel logistische regressie op de totale data, multilevel logistische regressie op de totale data en meta-analyse van logistische regressies per huisartsenpraktijk), worden gepresenteerd vanaf VGO 2018.

De **NBL**-resultaten van de **kernel-analyse** worden weergegeven zonder onzekerheid (geen betrouwbaarheidsintervallen). De geschatte invloed van geitenbedrijven schommelt sterk over de jaren – **een risicoverhoging tussen 12,3 en 52,1%. De reikwijdte van die invloed wisselt tussen 1,5 en 2,0 km**. De geschatte population attributable fraction schommelt met de combinatie van geschatte grootte van het effect en de gemodelleerde reikwijdte van de invloed (de PAF hangt niet enkel samen met de geschatte risico verhoging, maar ook met het aantal mensen dat die risicoverhoging ondergaat). De resultaten in **OGU verschillen hiervan sterk**. Voor 2014 wordt een **risicoverhoging van 1,9%** geschat binnen een afstand van 2 km. In 2015 is de risicoverhoging niet significant (schatting niet gegeven), maar in 2016 wordt een **risicoverhoging van 36,1%** gevonden, weliswaar met een reikwijdte van slechts 1,0 km – wat moeilijk te vergelijken valt met een de reikwijdtes van 1,5 en 2,0 km in NBL. In het algemeen wijzen de resultaten in de richting van een verhoogd risico op pneumonie bij mensen in de buurt van geitenhouderijen. De sterke afwijkingen in OGU, plaatsen echter kanttekeningen hierbij.

De odds ratios voor de associatie tussen wel of niet een geitenbedrijf binnen een bepaalde straal en pneumonie, geven kwalitatief een gelijkaardig beeld: over de jaren heen voortdurend een verhoogd risico op pneumonie in de nabijheid van geitenbedrijven. Het vergelijken van de odds ratios tussen de rapporten is niet zo evident, doordat er niet steeds voor exact dezelfde variabelen gecorrigeerd werd.

Zo zijn de odds ratios uit VGO 2018 enkel **gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht**. In **VGO 2019, werd voor de meta-analyse ‘pluimveebedrijf binnen 2000 m’ toegevoegd aan de confounders**. In Tabel S9 in datzelfde rapport wordt er bovendien extra gecorrigeerd voor de aanwezigheid van andere veebedrijven.

Leggen we alle puzzelstukken samen – in de eerste plaats de meta-analyses uit VGO 2019 en 2021 (al ligt de voor minder confounders corrigerende meta-analyse uit VGO 2018 in dezelfde lijn), dan zien we **een sterk verhoogd risico binnen een straal van 500 m en een enigszins verhoogd risico binnen een straal van 1000 m**. Binnen een straal van 2000 m, wordt er amper verhoogd risico waargenomen.

### 6.B.III. Vergelijk Pneumonie Patiënten met Controle Patiënten

De belangrijkste resultaten worden weergegeven in Appendix (sectie 10.C).

In VGO 2016 werd de vergelijking tussen pneumonie-patiënten gemaakt op basis van de deelnemers aan het VGO-medisch onderzoek. Zoals uitgelegd in sectie 5.A.III, bestaat die uit 2.404 personen. De selectie gebeurde in verschillende stappen. Uit de ruim 100.000 deelnemende patiënten aan het huisarts-gebaseerde onderzoek, kregen 27.869 mensen (18-70 jaar, 1 per huishouden) een vragenlijst toegestuurd. Van de 53,4% daarvan die antwoordden, gaven 9.220 mensen toestemming om verder opgevolgd te worden. Van de 7.180 die op minder dan 10 km van een onderzoekscentrum woonden en daarom werden benaderd, belandden uiteindelijk iets meer dan 2.494 in het medisch onderzoek. Slechts 2.428 gaven uiteindelijk toestemming om hun EPD te gebruiken. In deze groep werd pneumonie gedefinieerd als 'zelfgerapporteerde pneumonie in de afgelopen 3 jaar, die vervolgens bevestigd is door de ICPC-code R81 te zoeken in het EPD'. Hiermee vond men dat 7,7% van de deelnemers in die drie jaar pneumonie had doorgemaakt.

Samengevat is het duidelijk dat de uiteindelijke samenstelling van de ondervraagden potentieel erg selectief is. Naast het selectieproces met veel uitval, wordt dat geïllustreerd door de 7,7% van de deelnemers die pneumonie hadden ergens gedurende die 3 jaar. Dit komt overeen met ongeveer 2.5% per jaar, veel hoger dan wat over de jaren heen in het studiegebied is vastgesteld.

Resultaten van die vergelijking worden gegeven in VGO 2026, Tabel 4.9, maar ook Tabel B3 in hetzelfde rapport bevat gelijkaardige vergelijkingen. Die laatste voor drie verschillende samples, waarbij de omvang van het sample onder 'VGO-gezondheidsonderzoek' gevoelig kleiner is dan de eerder gerapporteerde 2.428 (nl. 1.936). Waar Tabel 4.9 erg hoge odds ratios rapporteert voor de associatie tussen pneumonie en nabijheid van geiten, voor alle stralen van 500 m tot 2000 m, geeft Tabel B3 een erg vreemd beeld, waarbij er binnen een straal van 500 m van geitenbedrijven, afhankelijk van het gebruikte sample, geen, een protectieve of een beperkt schadelijke associatie wordt geschat. De geschatte associaties binnen 1000 m zijn dan weer allemaal erg groot. Deze schijnbare tegenstrijdigheid is een extra indicatie van de problemen met selectie en potentiële confounding.

De prospectieve patiëntenstudie die voor VGO 2024 werd opgezet, staat uitgebreid beschreven in sectie 5.B.I. De belangrijkste tekortkomingen zijn de veel beperktere rekrutering van pneumonie-cases dan voorzien (108 i.p.v. de geplande 600-800) en het design dat onvoldoende dat van een volwaardige case-controle studie volgt om echt accurater causale effecten te schatten. Uiteindelijk worden geen formele analyses getoond, maar kunnen we uit VGO 2024, Tabel 7.2 afleiden dat er tussen de gerekruteerde pneumonie-patiënten en de controlepersonen amper verschil zit in de

porportie woonachtig op minder dan 500 m en 1000 m. Er is wel een sterk verschil in proportie die op minder dan 2000 m woont. Dit is echter een afstand die door alle logistische regressie-gebaseerde schattingen als weinig schadelijk wordt ingeschat.

## 6.C. Uitstoot en Blootstelling aan pathogenen

In deze sectie komen de verschillende onderzoeken samen die in de eerste plaats kijken naar de aanwezigheid van potentiële ziekmakers bij omwonenden, op veebedrijven of in de lucht.

In VGO 2016 werd hiertoe de aanwezigheid onderzocht van 3 virussen in het bloed (*hepatitis E*, gelinkt aan varkens, *Coxiella burnetti*, gelinkt aan geiten en veroorzaker van Q-koorts en *vogelgriepvirussen*) en 3 antibiotica-resistente micro-organismen (MRSA, ESBL en *Clostridium difficile*) op een neuswat van de deelnemers aan het gezondheidsonderzoek. Enkel voor *Coxiella burnetti* wordt een verband met geitenhouderijen gevonden. Dat verband is niet verrassend, gezien de gekende relatie tussen Q-koorts en geitenhouderijen.

Er kwamen ook luchtmetingen van PM<sub>10</sub> en endotoxines op 61 meetlocaties, verspreid over het onderzoeksgebied. Voor PM<sub>10</sub> wordt slechts een beperkte link gevonden met veehouderijen. Voor endotoxines is die link sterker. In het ontwikkelde Land-Use-Regression model (LUR) verklaren de opgenomen veebedrijf-gerelateerde variabelen 66% van de variatie in de metingen. Geiten worden niet specifiek vermeld, maar maken net als pluimvee, varkens, paarden en schapen deel uit van het finale model.

Er werd ook een bedrijvenstudie uitgevoerd binnen VGO 2016, maar geen enkel geitenbedrijf werd hierin opgenomen.

VGO 2017 ging dieper in op bovenstaande componenten, de LUR-modellen uit VGO 2016 worden beschreven als '*verkennende analyses*' (VGO 2017 p. 30). Geen van de gepresenteerde LUR-modellen bevat nog de aanwezigheid van geitenhouderijen. Er zijn wel sterke aanwijzingen voor overfitting. Wanneer de goodness-of-fit naïef wordt ingeschat op dezelfde data waarop het model werd ontwikkeld (alle metingen worden zowel gebruikt voor het ontwikkelen van het model als voor het inschatten van diens prestatie), levert dit een R<sup>2</sup> van 0.64 op (VGO 2017, Tabel 3.2). Wanneer de prestatie correcter wordt ingeschat door zogenaamde 10-fold cross validatie, valt die R<sup>2</sup> terug tot 0.32 (VGO 2017, Tabel 3.2). Bij 10-fold cross validatie wordt de data in 10 delen gedeeld. Tien keer wordt er één deel uit weggelaten. Het model wordt dan ontwikkeld op de negen overgebleven delen. De prestatie ervan wordt vervolgens geëvalueerd op het weggelaten deel. Het grote verschil in prestatie wijst op een sterke overfitting en een wellicht slecht te generaliseren model.

VGO 2024 voegde daar gelijkaardige onderzoeken aan toe, maar meer toegespitst op geiten. In de zogenaamde ‘prospectieve patiëntenstudie’ (zie secties 5.A.III, 5.B.I en 7.F) werden neus- en keelwabs en ontlastingsstalen genomen om verschillende mogelijke ziekmakers te detecteren bij omwonenden en pneumonie-patiënten. Daarnaast werd een geitenbedrijvenstudie opgezet om fijn stof, endotoxines en micro-organismen te detecteren bij geitenbedrijven die een mogelijke piste zouden aangeven voor een oorzakelijk verband tussen geitenbedrijven en pneumonie.

Het opzet was om tot een shortlist van kandidaten te komen o.b.v. vier criteria: 1) op meerdere geitenhouderijen aanwezig zijn en dus niet zeldzaam zijn; 2) voorkomen in de stallucht van geitenhouderijen; 3) in de buitenlucht in hogere concentraties op kortere afstanden van geitenhouderijen dan verder weg; en 4) mogelijk een longontsteking bij mensen kunnen veroorzaken. In de verschillende deelstudies kon dan extra bewijslast verzameld worden. (Zie VGO 2024, p. 54)

Bij de 108 geïncludeerde pneumonie-patiënten werden 108 neus- en 107 keelwabs afgenomen. Bij 969 personen in de controle-groep werden 957 neuswabs, 956 keelwabs en 925 bloedstalen afgenomen. Bij 100 geitenhouders en werknemers, werden 90 neuswabs, 96 keelwabs, 95 bloedmonsters en 87 ontlastingsmonsters verzameld. Bij het ontwerpen van de studie was uitgegaan van 600 tot 800 pneumoniepatiënten.

Voor de detectie van micro-organismen o.b.v. PCR-metingen, werden slechts 200 stalen van de 969 controlepersonen geanalyseerd. Zoals verwacht kan worden, kwamen verschillende virussen en bacteriën waarvan het bekend is dat ze luchtwegklachten bij mensen kunnen veroorzaken, vaker voor bij pneumonie-patiënten. Door de beperkte sample size, konden associaties met de afstand tot geitenhouderijen niet onderzocht worden. Ook in de samenstelling van het microbioom werden verschillen gevonden tussen de groepen, maar de verklarende kracht van de PCA (Principal Components Analysis)-gebaseerde modellen was erg beperkt en er werd geen associatie gevonden met afstand tot geitenhouderijen. Specifieke bacteriën, Moraxella en Oribacterium, werden in specifieke subgroepen wel gelinkt aan de nabijheid van geitenhouderijen. Enkele organismen kwamen merklijk vaker voor bij geitenhouders, maar gaven geen verschil tussen patiënten en controlepersonen en konden evenmin gelinkt worden aan de afstand tot geitenhouderijen.

Het serologisch onderzoek werd beperkt tot 100 controlepersonen en 93 geitenhouders. Hierbij werden beide groepen vergeleken op aanwezigheid (‘sensibilisatie’) van verschillende schimmels. Voor 7 werden statistisch significante verschillen gevonden. De relatie met afstand tot geitenhouderijen werd niet onderzocht. Pneumonie-patiënten werd niet om een bloedstaal gevraagd.

Voor de geitenbedrijfsstudie werden 16 geitenbedrijven in totaal 31 keer bezocht. 22 metingen werden uitgevoerd in 15 hoofdstallen, 3 metingen in aflammerstallen, 4 metingen in opfokstallen. 2 stamnamen werden genomen naar het omzetten van de mesthoop. Uit de metingen blijkt dat bij geitenbedrijven zowel de hoeveelheden fijn stof als endotoxines veel beperkter zijn dan bij de meeste andere veehouderijen.

Uit stamnamen bij die verschillende bedrijven (lucht, geitenvacht, geitenbloed, voer,...) kwamen enkel zeer algemeen voorkomende schimmels en geen virussen die waarschijnlijk vanuit de geitenhouderij een longontsteking bij omwonden kunnen veroorzaken. Wel werden er bacteriën gevonden die bij de mens longontsteking kunnen veroorzaken. (VGO 2024, p. 81) Een groot deel hiervan werd vervolgens ook gedetecteerd bij luchtmetingen in de omgeving.

**De onderzoekers schrijven over de synthese van deze resultaten: ‘toont in geen enkel geval een oorzakelijk verband aan’** [nadruk toegevoegd] (VGO 2024, p. 96). Voor virussen en schimmels komt er niets opmerkelijk naar voren. Voor bacteriën is er een lijst ‘geprioriteerde kandidaten’. VGO 2024, Tabel 7.9 (zie ook sectie 10.D) toont dat de verdere bewijslast voor de meeste organismen erg beperkt is. Zo zijn er amper die eveneens voorkomen in de steekproef van pneumoniepatiënten en nog minder die vaker bij die patiënten voorkomen dan bij de controlepersonen. Ook wordt er zelden een verband met de afstand tot geitenhouderijen gevonden (noch in luchtmonsters, noch in onderzochte controlepersonen of pneumonie-patiënten). **Bovendien is er geen vergelijking gemaakt met andere veehouderijen, waardoor het onduidelijk is of geitenhouderijen op de geselecteerde organismen ook afwijkend zijn ten opzichte van andere intensieve veeteelten.**

## 6.D. Rapporten Gezondheidsraad

GR I brengt een synthese van de VGO-resultaten en voorziet die van context door naar externe wetenschappelijke literatuur te verwijzen.

De externe literatuur wordt grotendeels gebundeld in vier tabellen. In tegenstelling tot de verwijzingen in VGO 2024, zijn de meeste artikels hier vermeld niet gebaseerd op data die ook voor de VGO-rapporten gebruikt werden. Wel valt het op dat het merendeel betrekking heeft op veehouderijen in het algemeen, met slechts beperkte conclusies specifiek over geitenhouderijen.

In haar rapport, komt de Gezondheidsraad tot de conclusie dat er waarschijnlijk een oorzakelijk verband is tussen pneumonie en de nabijheid van geiten. Ze doet dat op basis van een kader aangereikt door de U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Dat kader kijkt behalve naar de kwaliteit van de onderzoeken, ook naar de consistentie, de biologische plausibiliteit, coherentie en onzekerheid.

Op basis van de VGO-resultaten acht de Gezondheidsraad *'de associatie tussen wonen in de nabijheid van geitenhouderijen en het optreden van longontstekingen (door huisartsen gediagnosticeerd) met grote zekerheid consistent.'* (GR I, p. 20)

In de onderzoeken naar de causale paden, ziet de Gezondheidsraad vier mogelijkheden.

1) Specifieke ziekteverwekkers uit de geitenhouderij, 2) Niet-specifieke ziekteverwekkers uit geitenhouderijen, 3) Verstoring van het microbioom van de luchtwegen en 4) effecten van luchtverontreiniging op de luchtwegen.

Over het eerste stelt het rapport **'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.' [nadruk toegevoegd] (GR I, p. 22) Deze route wordt dus niet aannemelijk geacht.

De niet-specifieke ziekteverwekkers vindt de commissie wel een aannemelijke verklaring. *'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.'* (GR I, p. 22) Ze gaat hierbij uit van transmissie via lucht, tussen omgeving en personen en tussen personen onderling. Hoewel de commissie gelooft in de hypothese, geeft ze ook aan dat **'de hierboven geschetste verklaring niet onderbouwd of ontkracht [kan] worden'** (GR I, p. 23)

Ook de verstoring van het microbioom van de hoge luchtwegen is voor de commissie een aannemelijk pad. *'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.'* (GR I, p. 24). Ook hier voegt ze toe: **'Beschikbaar onderzoek biedt onvoldoende gegevens voor de onderbouwing of ontcrachting van dit mechanisme. Vooral over piekmissies is nog weinig bekend.'** [nadruk toegevoegd] (GR I, p. 24) Wel is duidelijk uit VGO en ander onderzoek, dat de gemiddelde uitstoot van **fijn stof, ammoniak en endotoxines bij geitenhouderijen net lager is dan die van andere veehouderijen.**

Dit leidt de commissie ertoe om ook de algemene impact van luchtverontreiniging door geitenbedrijven niet als potentiële causale route te zien. Wel vermoedt ze ook hier een impact van de piekmissies. *'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 geitenstallen, 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.**' (GR I, p. 25)

In GR II wordt bovenstaande nog eens samengevat en wordt de aard en omvang van het veronderstelde effect gekaderd. Hiervoor vertrekt de commissie van de meta-analyses uit VGO 2019, die een associatie-odds ratio van 1,73 (95% BI 1,24 ; 2,42) opleveren voor aanwezigheid van een geitenhouderij binnen een straal van 500 m en een odds ratio van 1,19 (95% BI 1,00 ; 1,41) voor een straal van 1000 m, telkens gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en pluimveebedrijf binnen 2000 m. Gezien de relatief lage prevalentie van pneumonie, is het aanvaardbaar om deze odds ratios te interpreteren als risk ratios (wat dus een geschat 73% en 19% hoger risico oplevert binnen een straal van respectievelijk 500 m en 1000 m). O.b.v. deze schattingen, een veronderstelde gemiddelde prevalentie (over de jaren heen) van 1,87% en het aantal personen dat in Nederland binnen die afstanden van geitenhouderijen woont, komt men zo op 841 extra pneumonie-gevallen per jaar. Deze schatting is gebaseerd op de straal van 1000 m. Doordat deze meer personen omvat, levert de beperktere risico-verhoging een groter aantal extra cases op. De 'onzekerheidsmarge' die wordt aangegeven (207-1.815 (GR II, p. 17)) lijkt op een betrouwbaarheidsinterval, maar is eigenlijk een bedenkelijke combinatie van de betrouwbaarheidsintervallen voor de impact binnen 500 m en 1000 m<sup>5</sup>. **Merk op dat de berekeningen gebaseerd zijn op geschatte effecten uit VGO 2019 en dat recentere cijfers uit VGO 2021 genegeerd worden. Die recentere cijfers zijn beduidend lager dan die uit VGO 2019** (een geschat verhoogd risico van 38% binnen 500 m en een risicoverlaging van 1% binnen 1000 m). Ze zijn enkel gebaseerd op NBL, maar dat is wel het gebied dat in VGO 2019 net de sterkste risicoverhoging liet zien (vooral binnen 500 m).

---

<sup>5</sup> GR I Tabel 1 schat het aantal 'extra longontstekingen per jaar bij aanwezigheid van geitenhouderijen' Nederland-wijd als 628 (207-1.222) o.b.v. de geschatte odds ratio van 1,73 voor 'geitenhouderij binnen 500 m' en als 841 (0-1.815) o.b.v. de geschatte odds ratio van 1,19 voor 'geitenhouderij binnen 1000 m'. Voor de samenvatting in de tekst (zoals ze hier in de tekst hierboven aangehaald wordt), wordt zowel voor de puntschatting, als voor de onder- en de boven-limiet van de zogenaamde 'onzekerheidsmarge' telkens het hoogste getal uit de twee opties gekozen (puntschatting en bovenlimiet van 1000 m, onderlimiet van 500 m).

## 7. Bemerkingen en Kritiek

### 7.A. Algemeen

Zoals besproken in sectie 5.B.I, zijn er 3 verschillende persoons-gebaseerde bronnen met elk een hele reeks uitgevoerde analyses ter onderzoek van de invloed van geitenhouderijen op pneumonie.

Om het effect van geitenhouderijen naar boven te brengen, zijn de vergelijkingen met het controlegebied te grof. Enerzijds omdat de residuele confounding (naast leeftijd en geslacht) wellicht erg groot is. Anderzijds omdat de vergelijking wordt gemaakt ‘onderzoeksregio’ versus ‘controleregio’, waarbij ‘onderzoeksregio’ de facto instaat voor de complete mix van veehouderijen, een hele reeks andere omgevingsfactoren (verkeer, industrie,...) en de verschillen in case-mix naast leeftijd en geslacht. Wanneer het doel van een dergelijke vergelijking is om de impact van veehouderijen te bestuderen, moet er aangetoond worden dat de controlegebieden relevante stand-ins zijn voor de onderzoeksgebieden. Dit gaat niet enkel over persoonskenmerken (waarvoor eventueel gecorrigeerd kan worden in het statistisch model), maar ook omgevingskenmerken: ‘haal de veehouderijen weg uit de NBL-regio en je krijgt iets dat lijkt op de controlegebieden’. In VGO 2016 wordt enkel leeftijd en geslacht besproken voor beide gebieden. In VGO 2019 krijgen we een uitgebreider inzicht in de studiepopulatie OGU, maar karakteristieken van de controlegroep blijven achterwege. Over eventuele verschillen in niet-veehouderij-gerelateerde omgevingsfactoren wordt evenmin informatie verstrekt. Deze analyses kunnen dus wat context geven, maar rapporteren niet rechtstreeks het effect van geitenhouderijen.

De meer gecorrigeerde vergelijking tussen pneumonie-patiënten en controle-patiënten, kan in theorie toelaten om voor verschillende vertekenende factoren te corrigeren (in de eerste plaats confounding en selectie). De twee uitgevoerde onderzoeken, uit VGO 2016 en 2024, hebben echter ernstige tekortkomingen in sample size, selectiviteit en design (zie secties 5.B.I en 6.B.III).

De derde groep analyses, die binnenin de studiegebieden associaties schatten tussen nabijheid van geitenbedrijven en pneumonie, zijn wellicht de meest betrouwbare voor ons doel. De omgevingsfactoren los van veehouderijen, zijn waarschijnlijk veel gelijkaardiger tussen personen in dezelfde regio en nog meer tussen patiënten uit dezelfde huisartsenpraktijk. Daardoor is de confounding door niet-veehouderij gebonden omgevingsfactoren wellicht behoorlijk gereduceerd. Dat is echter niet het geval voor persoonskenmerken en nabijheid van veehouderijen. Er wordt slechts voor leeftijd en geslacht gecorrigeerd en in sommige gevallen voor (een beperkt deel van) de aanwezigheid van andere veebedrijven.

De kernel-analyses hebben het voordeel dat de intensiteit van de blootstelling in zekere mate in rekening wordt gebracht (elk extra bedrijf binnen een bepaalde afstand draagt bij aan het geschatte risico) en in de uitvoering wordt er gecorrigeerd voor de aanwezigheid van pluimveebedrijven. Er is echter geen enkele correctie voor persoonskenmerken, wat de interpretatie van de resultaten sterk bemoeilijkt. Ook veehouderijen die geen geiten of pluimvee houden, blijven buiten beeld.

Van de standaard logistische regressie modellen, is gekend dat ze de correlatie tussen patiënten van dezelfde huisartspraktijken niet in rekening brengen. De bijbehorende resultaten kunnen beter genegeerd worden in het voordeel van de multilevel logistische regressie resultaten. Doordat die enkel wordt uitgevoerd met een zogenaamde random intercept en niet met een random effect voor aanwezigheid van geiten, wordt dat laatste effect echter gelijk verondersteld over alle huisartsenpraktijken heen. Dat is weinig waarschijnlijk gezien de geografische verschillen in dichtheid aan en omvang van geitenhouderijen. Bovendien is de interpretatie van de effecten onderhevig aan de exacte manier waarop het model gefit wordt, omdat dat bepaalt wat er wel en niet in de random intercept wordt opgenomen (Enders and Tofighi, 2007).

De meta-analyses, waarbij de logistische regressie modellen apart geschat worden per huisartsenpraktijk, komen met de minst zware assumpties. Dezelfde confounders worden in rekening gebracht als bij de (multilevel) logistische regressiemodellen, maar de verschillende associaties worden niet langer identiek verondersteld binnen elke huisartsenpraktijk. Wanneer er bovendien verschillen zijn tussen huisartsen in de nauwkeurigheid waarmee pneumonie gediagnosticeerd en geregistreerd wordt, heeft dat op zo'n intra-huisartsenpraktijk analyse potentieel minder impact, indien die nauwkeurigheid niet gelinkt is aan de afstand tot geitenhouderijen. Hoewel er met betrekking tot de causale interpretatie van de verbanden belangrijke caveats zijn, geven de meta-analyses momenteel wellicht het meest betrouwbare beeld.

## 7.B. Beschikbare Info

Een groot aantal analyses zijn gerapporteerd, wellicht zijn een nog groter aantal analyses uitgevoerd.

Technische uitleg over de toegepaste methoden, gemaakte keuzes (bijv. blok-kernel i.p.v. smooth, exclusie van observaties, gebruikte cut-offs,...) ligt deels verspreid over de verschillende rapporten, maar dan nog wordt veel onvermeld gelaten. Hoewel dat deels begrijpelijk is voor een project van deze omvang, waarvan de centrale onderzoeksvraag pas onderweg scherp werd gesteld (het verband tussen geitenhouderijen en pneumonie), zorgt dit ervoor dat het geheel moeilijker te interpreteren is.

Een tekenend voorbeeld hierin is de vermelding in VGO 2024 op p. 34. *'Er werd geen additioneel effect gevonden van het aantal geiten binnen die buffer'*. Deze zin komt zonder verdere verwijzing en het is niet duidelijk op welke analyses deze zijn gebaseerd.

Het lijkt enigszins in tegenspraak met VGO 2019, p. 26 *‘De omvang van het bedrijf (aantal geiten) is vanwege de onzekerheden in de bestanden niet geanalyseerd’*.

Het gebrek aan overkoepelend protocol, maakt ook dat de verschillende analyses niet uniform worden uitgevoerd of weergegeven over de rapporten heen. Er wordt bijvoorbeeld gewisseld tussen 95% en 99% betrouwbaarheidsintervallen. Ook wordt er in sommige jaren voor bepaalde analyses enkel voor leeftijd en geslacht gecorrigeerd, terwijl er andere jaren aanvullend voor de nabijheid van pluimvee wordt gecorrigeerd.

Het gebrek aan duidelijke hiërarchie tussen de analyses in combinatie met de beperkte informatie, zorgt dat er geen eenduidig cijfer over de geschatte impact van geitenhouderijen gecommuniceerd kan worden. **Merk op dat VGO 2024 en de rapporten van de Gezondheidsraad focussen op een geschatte risicoverhoging van 73% binnen een straal van 500 m van geitenhouderijen. Die 73% is terug te voeren op de meta-analyse in VGO 2019** figuur 3A. Deze combineert de schattingen uit UGO (50% verhoging) en NBL (104% verhoging). In VGO 2019 wordt in tabel S9 echter een risicoverhoging van 27% gevonden voor UGO (op basis van hetzelfde model, onduidelijk waar het verschil ligt) en in VGO 2018 wordt voor dezelfde periode voor NBL een geschatte risicoverhoging van 58% gerapporteerd bij volwassenen o.b.v. een meta-analyse (weliswaar enkel gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht, niet voor de nabijheid van pluimvee). Bovendien wordt in **VGO 2021 in NBL een risico-verhoging van slechts 38% gevonden**. Dit laatste is wel op basis van gegevens uit andere jaren. **Vasthouden aan het cijfer van 73% weerspiegelt dan ook niet de totale vergaarde data en informatie**. Een rechtlijnig protocol met duidelijke hiërarchie en een aanpak om schattingen over deelstudies heen te poolen, zou hierbij soelaas brengen.

Daarnaast zouden meer uitgebreide pneumonie-cijfers voor Nederland en de verschillende regio's, meer context kunnen bieden waarbinnen de cijfers in de onderzoeksgebieden en het controlegebied geïnterpreteerd kunnen worden.

## 7.C. Confounding

Alles samen, geven de verschillende VGO-rapporten een vrij consistent beeld van verhoogde pneumonie prevalentie in de omgeving van geitenhouderijen in NBL en UGO over de jaren heen.

Een belangrijke hindernis om deze verbanden causaal te interpreteren, is de erg beperkte controle voor confounders, verschillen in niet geitenhouderij-gerelateerde kenmerken (persoons- en omgevingskenmerken) die de kans op pneumonie kunnen beïnvloeden.

Merk in dit licht op dat VGO 2024 zelf spreekt over *‘[...] dat vergeleken met het controlegebied met lage veedichtheid het voorkomen van longontsteking 45 procent tot 60 procent hoger was in gebieden met een hoge veehouderijdichtheid (VGO-gebied)’*

(VGO 2024 p. 31). Wanneer de kernel-analyses population attributable fractions tussen 2% en 10% schatten, is het duidelijk dat zelfs wanneer de gevonden associaties causaal zouden zijn, er nog erg veel niet-geïdentificeerde oorzaken moeten zijn.

Een belangrijke potentiële alternatieve verklaring is het verschil in socio-economische status (SES). Het kan gezien worden als een diffuse paraplu waaronder zaken als kwaliteit van huisvesting, voedsel en gezondheid (szorg) vallen. Hoewel het daardoor moeilijk als een eenduidige oorzaak (causaal) gedefinieerd kan worden, is het aannemelijk dat SES via verschillende paden invloed kan hebben op pneumonie (Akinyemi et al., 2024; van Dokkum et al., 2026), al tonen beide hier vermelde artikels eerder links met impact eens pneumonie is vastgesteld, dan met verhoogde prevalentie. Bovendien is SES geen gevolg van het wonen in de buurt van geitenhouderijen (mensen met minder financiële middelen gaan wonen in de buurt van geitenhouderijen omdat het daar goedkoper wonen is, ze worden niet armer door de biologische impact van die bedrijven).

**De noodzaak om voor meer confounders te controleren, wordt in de VGO-rapporten onderkend.** *‘Een ander nadeel van het gebruik van gegevens uit de huisartspraktijk is dat het, met uitzondering van geslacht en leeftijd, niet mogelijk is om te controleren voor de invloed van versturende variabelen, zoals rookgedrag en sociaaleconomische status’* (VGO 2018, p. 28)

## 7.D. Selectie

Naast confounding, kunnen ook selectie-effecten de resultaten (en hun interpretatie) sterk beïnvloeden.

Die selectie kan op verschillende niveaus gebeuren: welke regio’s worden onderzocht, welke huisartsenpraktijken nemen deel en welke patiënten van de geselecteerde huisartsenpraktijken nemen deel?

De vragenlijsten uit VGO 2016 en het medisch onderzoek uit VGO 2016 en 2024, lieten duidelijk veel ruimte voor selectie die resultaten kan scheef trekken. Gezien de context (IVG-rapport en Q koorts), is het aannemelijk dat de combinatie van ‘in de buurt van geiten wonen’ en ‘het hebben van meer gezondheidsproblemen’, mensen kan aanzetten om deel te nemen.

Voor de huisartsenpraktijk-gebaseerde analyses geldt dit veel minder. Wat we daar nodig hebben is dat het effect van nabijheid van geitenhouderijen, niet systematisch verschilt tussen de geselecteerde- en niet-geselecteerde huisartsen. De belangrijkste aannemelijke reden daarvoor is dat de intensiteit van de blootstelling gekoppeld aan ‘wonen binnen 500 m van een geitenbedrijf’ ook afhangt van de verschillen tussen de bedrijven en via de geografische spreiding daardoor ook tussen huisartsenpraktijken.

Daarnaast kan de confounder-structuur verschillen tussen huisartsenpraktijken en kan de diagnostisering en hoe deze gelinkt is aan de nabijheid van geitenbedrijven, verschillen tussen huisartsenpraktijken.

Tot slot is er de vraag of de geselecteerde regio's model kunnen staan voor alle gebieden rond geitenbedrijven. O.b.v. de tabel in Figuur 3, kan gesteld worden dat de geselecteerde provincies het merendeel van de geitenbedrijven in Nederland omvat (322 van de 437). Hoeveel daarvan effectief in de buurt van deelnemende huisartsenpraktijken gelokaliseerd zijn, is niet duidelijk gecommuniceerd.

Naast de selectie in de samples, worden er ook tijdens de analyses keuzes gemaakt om bepaalde personen of volledige huisartsenpraktijken wel of niet mee op te nemen. Dat kan te maken hebben met de data-kwaliteit, maar ook met specifieke kenmerken.

Zo worden in de meta-analyses sommige praktijken uitgesloten van de analyses betreffende kortere afstanden omwille van een te beperkt aantal patiënten binnen die straal. (Bijv. *'De twee praktijken in de provincie Utrecht konden alleen meegenomen worden in de meta-analyse voor 2000 m vanwege het te geringe aantal patiënten dat op minder dan 1000m van een geitenhouderij woont'*, (VGO 2019, p. 18)). Gezien de toegang tot individuele data, zou een zogenaamde one-phase individual patient data (IPD) meta analyse hier een weg rond kunnen bieden (Riley et al., 2023).

Daarnaast worden mensen die wonen op een veehouderij systematisch uitgesloten van analyses. *'Het gegevensbestand voor deze afstandsanalyses bevatte patiënten van (eveneens) 21 huisartspraktijken. Net als in eerder VGO-onderzoek wordt er alleen gekeken naar blootstelling aan veehouderijbedrijven in de omgeving, en niet naar beroepsmatige blootstelling. Om deze reden zijn 2.905 personen uitgesloten die op een veehouderij wonen'* (VGO 2019, p. 14).

Naast de redenering dat beroepsmatige blootstelling niet onder de exposure valt die beoogd wordt, lijkt de uitsluiting van deze mensen gerechtvaardigd omdat er waarschijnlijk nog sterkere selectie-effecten spelen dan voor omwonenden. Door de nog sterkere blootstelling, lijkt het nog minder waarschijnlijk dat mensen dit beroepshalve volhouden wanneer ze duidelijk een gezondheidsimpact voelen (al zou de selectie ook omgekeerd kunnen zijn, waarbij mensen voor wie het hun leven en broodwinning is, de gezondheidsgevolgen er gemakkelijker – of financieel gedwongen – bijnemen). Anderzijds betreft het een niet onaanzienlijke groep (zo'n 4% van de geïncludeerde personen in VGO 2019), waardoor een extra analyse inclusief deze mensen zeker nuttig kan zijn.

Cijfers geven lagere prevalentie van astma (en in sommige jaren COPD) aan. Hoewel er enige evidentie is dat geiten een positieve impact zouden kunnen hebben op de ontwikkeling van astma, kan dit ook een selectie effect zijn. Astmapatiënten krijgen wel

sneller pneumonie, dus dat zou een selectie-effect zijn dat in voordeel van geiten speelt.

### Gemiddeld aantal inwoners rondom geitenbedrijven

**Tabel 1. Overzicht per provincie van aantal geitenbedrijven en van gemiddeld aantal inwoners binnen verschillende afstanden van een geitenbedrijf.** De vier rechter kolommen corresponderen met het overzicht in Figuur 2. Provincie is op basis van de locatie van het geitenbedrijf; de betreffende inwoners wonen soms in een aangrenzende provincie. Inwoners binnen 2 km van meerdere geitenbedrijven worden meerdere keren geteld. Bronnen: Als in Figuur 2.

Provincie	Aantal bedrijven	Gemiddeld aantal inwoners per afstandszone			
		0 – 500m	0 – 1000m	0 – 1500m	0 – 2000m
Groningen	12	68	411	872	1.547
Fryslân	22	51	218	682	1.449
Drenthe	21	127	414	968	1.627
Overijssel	63	45	301	828	1.760
Flevoland	4	18	54	302	560
Gelderland	99	88	524	1.727	3.910
Utrecht	27	152	744	2.775	6.586
Noord-Holland	27	66	441	1.348	3.391
Zuid-Holland	23	264	1.218	3.057	5.383
Zeeland	6	94	578	1.093	1.550
Noord-Brabant	107	101	629	1.801	3.550
Limburg	26	265	1.010	2.213	4.313
<b>NEDERLAND</b>	<b>437</b>	<b>106</b>	<b>564</b>	<b>1.621</b>	<b>3.385</b>

Figuur 3 Overzicht geitenbedrijven in Nederland. (Doorgemailed door Gerard Heerink, verkregen via WOO)

## 7.E. Data- en meetkwaliteit

Een belangrijk element in de geloofwaardigheid van de resultaten, is de kwaliteit van de gebruikte data. Naast de selectie (zie sectie 7.D), betreft dit ook de nauwkeurigheid waarmee uitkomst (pneumonie) en exposure (aanwezigheid van geiten- en eventueel andere veehouderijen binnen een straal van ...) gemeten worden.

De kwaliteit van de uitkomst-meting wordt in eerste instantie gecontroleerd door algemene kwaliteitseisen te stellen aan de deelnemende huisartsenpraktijken (*het percentage records met een ICPC-code van het morbiditeitbestand diende minimaal 50% te zijn en de praktijken dienden tenminste de helft van het aantal te registreren weken daadwerkelijk geregistreerd te hebben* – zie sectie 5.A.I). Hierbij kan al

opgemerkt worden dat de lat van 50% veel ruimte laat. Daarnaast is het opvallend dat het aantal opgenomen huisartsen schommelt over de jaren. Indien dit te maken zou hebben met het afwisselend wel en niet halen van de kwaliteitseisen, **suggereert dit dat een deel van de praktijken, ook in de jaren dat ze opgenomen worden, de kwaliteitsvereisten slechts met de hakken over de sloot haalt.**

Daarnaast moet worden erkend dat het diagnosticeren van pneumonie niet 100% objectief of accuraat kan gebeuren. Een dergelijke diagnose is steeds een combinatie van het vaststellen van symptomen, eventuele metingen en het afwegen van persoonskenmerken. Dit wordt enigszins ondersteund door volgende passage in VGO 2018, p. 13 *'Diagnosticering door de huisarts vindt bijna altijd plaats op grond van klinische bevindingen (zie: NHG standaard 'Acuut hoesten'), vooral ook omdat bij een bacteriële pneumonie zo spoedig mogelijk antibiotica wordt voorgeschreven en wachten op de uitslag van een thoraxfoto (de gouden standaard bij diagnostiek) te lang duurt of omdat reizen bezwaarlijk is. Onderscheid tussen bacteriële en virale pneumonie is daarom niet altijd duidelijk'*. Ook VGO 2024, p. 95 stelt **'stellen huisartsen veelal de diagnose op het klinische beeld, zonder aanvullend diagnostisch laboratoriumonderzoek. Uit huisartsengegevens is daarom niet af te leiden of er rond geitenhouderijen andere ziekteverwekkers in het spel zijn dan elders in Nederland.'** Onrechtstreekse ondersteuning van bovenstaande claim dat pneumonie-diagnoses niet 100% objectief gemaakt worden, is o.a. ook te vinden in (Jones et al., 2026; Lim et al., 2015)

Voor de validiteit van de vergelijking met een extern gebied, kan dit belangrijke gevolgen hebben. De combinatie van de Q koorts uitbraken en zelfs de publicatie van het IVG- en de VGO-rapporten kunnen elementen zijn die de inschatting van/diagnose door artsen beïnvloeden. Dit wordt ook expliciet aangegeven in de verschillende rapporten. Bijvoorbeeld VGO 2018 p. 28 *'Met de huidige kennis is niet bekend of huisartsen in het VGO-gebied sneller tot de diagnose pneumonie besluiten onder invloed van de resultaten van onze eerdere studies en de berichtgeving daaromtrent'* of VGO 2021, p. 21 *'Het werken met materiaal uit de huisartspraktijk heeft voor- en nadelen. **Zo bestaan er verschillen tussen huisartsen in het benoemen van bepaalde condities bij een patiënt.** Voor het huidige onderzoek is getracht zoveel mogelijk gegevens in kaart te brengen, met name van symptomen en ook van symptomen en aandoeningen die mogelijk verbonden zijn met andere ziekte-episodes, zoals longontsteking met COPD. Het is mogelijk dat er misclassificatie is van longontsteking, maar wij verwachten dat door nieuwe vormen van aanvullende diagnostiek (CRP, mobiele saturatiemeter) afscherming van acute bronchitis of een hoge luchtweginfectie beter mogelijk is (zie ook: IJermans et al, 2018). Wij verwachten bovendien dat dit effect minder belangrijk zal zijn door het grote aantal deelnemende huisartsen.'*

Een belangrijk punt waarop we sterk van mening verschillen met de auteurs, is dat dergelijke kwaliteits-overwegingen minder van belang zouden zijn met toenemende sample size.

Voor de analyses betreffende de afstand tot geitenhouderijen, zijn de bedenkingen enigszins anders. Als de 'afwijking' in de meting/diagnostisering van pneumonie voor iedereen stelselmatig dezelfde richting uitgaat, zal dat slecht een beperkte impact hebben op de geschatte odds ratio voor 'nabijheid geitenhouderij'. **Wanneer een dergelijke afwijking in meting/diagnosticering echter systematisch meer speelt bij mensen die dichter bij geitenhouderijen wonen, komt de betrouwbaarheid van de uitkomsten sterk in het gedrang.** Dit is verre van ondenkbaar in de huidige context waarin enigszins verondersteld wordt – hoewel nog onbewezen - dat geiten pneumonie veroorzaken. Wetende waar de patiënt woont, kan een huisarts al dan niet bewust zijn diagnose zo mee laten bepalen door diens nabijheid tot geitenhouderijen en daarin gaandeweg een self-fulfilling prophecy vinden. Merk op dat dit geen kritiek is op de artsen. Dit kan klinisch perfect valide zijn. Voor dit soort wetenschappelijk onderzoek naar oorzaken van pneumonie, is het echter problematisch.

Wat ook een belangrijke rol kan spelen is dat om pneumonie te diagnosticeren, de patiënten effectief tot bij de arts moeten gaan. Verschil in health-seeking-behavior kan zo een bron zijn van differentiële meetfouten. Dit komt in de VGO-rapporten slechts beperkt aan bod. Er wordt betoogd dat mensen in de buurt van veehouderijen minder snel naar de dokter zouden gaan voor dezelfde symptomen. Daarvoor wordt verwezen naar (van Dijk et al., 2016). De studie is echter niet conclusief (*'We may hypothesise that either people living nearby livestock farms are healthier (lower demand) or that they represent a population with a different attitude towards reporting of symptoms and visiting healthcare providers.'*)

Samengevat is het niet evident om pneumonie 100% correct en objectief of zelfs maar niet differentiële te diagnosticeren. Onvolledige informatie (geen labo-onderzoek) of zich simpelweg niet aanbieden bij de huisarts, kan leiden tot misclassificatie: patiënten krijgen een verkeerde diagnose (of geen, in absentia) terwijl ze pneumonie hebben, of omgekeerd (patiënten zonder pneumonie die een pneumonie-diagnose krijgen). De vertekening die volgt, hangt af van het onderliggend mechanisme en van de analyse die wordt uitgevoerd. Voor de analyses die binnen de onderzoeksgebieden kijken naar associaties met de aanwezigheid en nabijheid van geitenbedrijven, kan de belangrijkste vertekende impact worden verwacht wanneer huisartsen sneller aan pneumonie denken bij mensen die bij geitenbedrijven wonen en/of als mensen die rond geitenbedrijven komen sneller naar de huisarts gaan (met pneumonie-achtige klachten). Dit heet dan **differentiële misclassificatie**. Gezien de nationale bekendheid van Q-koorts en de Q-koortsepidemie, lijkt dit meer dan een theoretische bekommernis. Ook betreffende de kwaliteit van het bepalen van de exposure kunnen vragen gesteld

worden. Zo stelt VGO 2018, p. 28 *‘[...] is er ook misclassificatie mogelijk van de blootstelling aan geitenhouderijen, met name van het aantal dieren. In deze studie werd gewerkt met BVB-gegevens van 2015. Dit kan leiden tot een overschatting van het aantal aanwezige dieren ten opzichte van het aantal vergunde dieren. Vanuit de brancheorganisaties was er enige kritiek op een deel van de BVB-data zoals gebruikt in de VGO-studie, omdat een deel van de vergunningen verouderde gegevens kon betreffen.’*

Er lijkt hierbij in de eerste plaats bezorgdheid over een overschatting van de exposure. Dat zou wellicht niet in het nadeel spelen van de geitenhouderijen omdat veronderstelde grote blootstellingen dan gelinkt worden aan de (kleinere) impact van de in werkelijkheid kleinere blootstelling, wat tot een verdunning van het geschatte effect zou kunnen leiden.

## 7.F. Prospectieve Patiëntenstudie

De problemen met de prospectieve patiëntenstudie uit VGO 2024 zijn uitgebreid besproken in sectie 5.B.I De selectie van de controlegroep lijkt in de eerste plaats gebaseerd op praktische i.p.v. wetenschappelijk-statistische redenering. De vooropgestelde patiënten aantallen werden niet gehaald, mede door COVID.

Uiteindelijk presenteert VGO 2024 enkel descriptieve resultaten betreffende de patiëntkenmerken en de afstand tot geitenhouderijen, wat gezien de problemen perfect te verdedigen of zelfs aan te raden is.

Ze vormt dankzij de afgenomen neus- en keelwabs en serum-samples wel de basis voor het verdere onderzoek naar mogelijke micro-organismen die de causale impact van geitenhouderijen zouden kunnen verklaren.

## 7.G. Statistisch-Technische zaken

Naast het ontbreken van een duidelijk protocol en een eenduidig uitgeschreven statistisch analyseplan, zijn er doorheen de rapporten verschillende keuzes gemaakt die vragen oproepen.

### **Cut-offs**

Op verschillende niveaus wordt de exposure die in realiteit erg veel gradaties kent, gecategoriseerd. Zo moeten bedrijven minimaal 50 geiten of 25 varkens of 5 rundvee omvatten (zie Figuur 4). Eens die grens behaald, wordt de exposure op 1 gezet – voor iedereen identiek, ongeacht of het om 5 dan wel 150 runderen gaat. Er wordt, zoals ook aangekaart in sectie 6.B gewag gemaakt van analyses waarbij de werkelijke omvang van het bedrijf in rekening wordt gebracht, maar resultaten worden niet gegeven.

Het gebruik van dergelijke cut-offs en de sterk verschillende aantallen, kunnen voor sommige dierengroepen het geschatte effect ook sterk afzwakken: wanneer 100 en 5

runderen over dezelfde kam worden geschoren, zal het gemiddeld geschat effect (indien een echt effect bestaat) beduidend kleiner zijn dan wanneer enkel grote runderbedrijven - of beter, de werkelijke omvang - in rekening worden gebracht.

Vervolgens veronderstellen zowel de kernel- als de logistische regressie-gebaseerde analyses dat iedereen binnen een straal  $d$  van elk bedrijf (kernel) of minstens één bedrijf (logistische regressie) dezelfde risicoverhoging ondergaat. Om dit enigszins te verfijnen, worden de analyses voor verschillende afstanden herhaald.

De aanpak is problematisch omdat er op die manier veel informatie wordt weggesneden en genegeerd (Royston et al., 2006), wat een groot effect kan hebben op het onderscheidend vermogen. Daarnaast is de afwezigheid van een 'dosis' effect biologisch erg onwaarschijnlijk.

**Tabel 4.9** Associaties tussen variabelen met betrekking tot veehouderij en het voorkomen van pneumonie

	Pneumonie patiënten (n=186)	Controles (n=2.240)	Odds ratio (95%BI)	Gecorrigeerde OR (95%BI)*
<b>Aantal deelnemers die op &lt;500 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	11	31	4,48 (2,21-9,06)	4,38 (1,96-9,80)
250 pluimvee	32	322	1,24 (0,83-1,84)	0,95 (0,59-1,51)
25 varkens	60	626	1,23 (0,89-1,69)	1,21 (0,83-1,78)
5 rundvee	100	1.176	1,05 (0,78-1,42)	0,91 (0,65-1,28)
5 paarden	50	521	1,21 (0,87-1,70)	1,03 (0,69-1,53)
50 schapen	12	169	0,85 (0,46-1,55)	0,91 (0,49-1,68)
<b>Aantal deelnemers die op minder dan 1.000 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	35	229	2,04 (1,38-3,01)	2,01 (1,32-3,05)
250 pluimvee	112	1.226	1,25 (0,92-1,70)	1,10 (0,78-1,57)
25 varkens	152	1.773	1,18 (0,80-1,73)	1,02 (0,65-1,60)
5 rundvee	174	2.110	0,89 (0,49-1,65)	0,64 (0,32-1,31)
5 paarden	143	1.599	1,33 (0,94-1,90)	1,28 (0,84-1,97)
50 schapen	58	701	1,00 (0,72-1,37)	0,93 (0,67-1,31)
<b>Aantal deelnemers die op minder dan 1.500 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	62	485	1,81 (1,31-2,49)	1,91 (1,38-2,67)
250 pluimvee	156	1.890	0,96 (0,64-1,45)	0,74 (0,46-1,18)
25 varkens	183	2.172	1,91 (0,60-6,13)	1,65 (0,49-5,62)
5 rundvee	186	2.233	/	/
5 paarden	172	2.032	1,26 (0,72-2,21)	1,34 (0,70-2,59)
50 schapen	102	1.357	0,79 (0,59-1,07)	0,78 (0,57-1,06)
<b>Aantal deelnemers die op minder dan 2000 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	90	742	1,89 (1,40-2,56)	1,91 (1,41-2,59)
250 pluimvee	175	2.040	1,56 (0,83-2,92)	1,35 (0,68-2,66)
25 varkens	186	2.228	/	/
5 rundvee	186	2.240	/	/
5 paarden	180	2.138	1,43 (0,62-3,30)	1,15 (0,47-2,85)
50 schapen	145	1.776	0,92 (0,64-1,33)	0,88 (0,61-1,27)

\* Gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht

1 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 500m met minstens XXX dieren

2 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 1.000m met minstens XXX dieren

3 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 1.500m met minstens XXX dieren

4 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 2.000m met minstens XXX dieren

Figuur 4 Geschatte associaties voor verschillende diersoorten en afstanden bij de vergelijking tussen geselecteerde pneumonie-patiënten en controles in VGO 2016 (Bron: VGO 2016, Tabel 4.9)

### ***Onderscheidend vermogen***

Om een eventueel effect te kunnen vinden, moet de studie niet alleen voldoen aan allerlei eerder besproken kwaliteitseisen, ze moet ook voldoende power (onderscheidend vermogen) hebben. Dit heeft te maken met sample size (al is hier eerder het aantal pneumonie-cases dan het totaal aantal personen, de maatstaf) maar ook met de verdeling van de karakteristieken en gemaakte analyse-keuzes.

De impact van de vele cut-offs op het onderscheidend vermogen, werd in bovenstaande sectie besproken. Andere mogelijke invloed van de verdeling van karakteristieken kwamen nog niet aan bod. Zo valt op in Figuur 4 hierboven of in de tabellen in sectie 10.B dat zowel in NBL als OGU nauwelijks mensen verder dan 2000 m van varkens en runderen wonen. Bij een vergelijking met een controlegebied (dat verder weliswaar onderhevig is aan allerhande caveats, zoals eerder besproken), zorgt dat ervoor dat ‘veehouderij-intensief’ relatief duidelijk gedefinieerd is. Bij een intra-gebied analyse over de impact van ‘afstand tot’ kan dat gebrek aan variatie mogelijk wel een beperkende impact hebben.

### ***P-waarden-gedreven tabellering***

Doorheen de rapporten ligt er te veel nadruk op statistische significantie. Die toont zich onder meer in het niet presenteren van niet-significante kernel-resultaten, of het volledige weglaten van analyses waaruit niets significant kwam.

Het toont zich bijvoorbeeld ook door het ene jaar het kernel-resultaat met straal 1,5 km naar voor te schuiven en het andere jaar dat met straal 2,0 km. Het bemoeilijkt vergelijking van resultaten over de jaren heen en vergroot de omvang van het multiple testing probleem.

### ***Multiple testing***

Doorheen het onderzoek werden erg veel analyses uitgevoerd. Een uitgebreide lijst van verschillende statistische modellen, met verschillende cut-offs op verschillende subsets van de data.

Zonder eenduidig protocol met een duidelijk aangeduide hiërarchie tussen de analyses, is het onmogelijk om de algemene type I (kans op vals positieven) te controleren of er zelfs maar een algemene indruk van te krijgen.

Een belangrijk pluspunt is dat de analyses die door ons het meest betrouwbaar worden geacht – de meta-analyses – sinds de invoering consequent voor alle afstanden gerapporteerd zijn, waardoor er geen selectie op significantie plaats vindt.

### ***Externe Publicaties***

De VGO-website vermeldt 33 externe publicaties. Ze worden o.a. in VGO 2024 ook aangehaald ter staving van de conclusies.

Het is hierbij belangrijk te beseffen dat de meeste van die studies werden uitgevoerd door onderzoekers betrokken bij VGO, op data gelijkaardig aan die in VGO en/of met methoden gelijkaardig aan die in VGO.

De externe publicatie ervan toont dat ze een extra peer-review doorstaan hebben, maar kunnen gezien de sterke link met het VGO-onderzoek, onmogelijk als onafhankelijke bevestiging worden gezien. Als er in het VGO-onderzoek bijv. vermoedens zijn van measurement error en sterke residuele confounding, dan gelden dezelfde bedenkingen voor de externe publicaties. Enkele studies buiten het VGO-gebied, die dus wel onafhankelijke informatie kunnen aandragen, worden wel aangehaald in VGO 2024, maar slecht erg summier besproken.

### ***Population Attributable Fraction***

Bij de kernel-analyses worden Population Attributable Fractions gerapporteerd. Dit komt neer op 'indien het gevonden effect causaal is, welk deel van de pneumonie-cases zouden we over de hele bevolking minder hebben indien we deze oorzaak kunnen weghalen'. De aanpak om ze te berekenen werd niet gedeeld. Een back of the envelope-berekening is voor de meeste getabuleerde resultaten in lijn met de gepresenteerde resultaten. In VGO 2019, Tabel 5, staan er echter onmogelijke waarden voor de schapen. Het meest aannemelijke is dat de rij 'Risicoverhoging' en de rij 'PAR' verwisseld zijn.

## **7.H. Causale Mechanismen**

Een belangrijk manco is de onzekerheid rond het causale pad. Indien geitenhouderijen pneumonie veroorzaken, moet daar een biologische reden voor zijn.

De prospectieve gezondheidsstudie was mede hiervoor opgezet. Door pneumoniepatiënten te vergelijken met controlepersonen in termen van mogelijke pathogenen op basis van PCR, microbiom en serologie, kunnen er kandidaat-oorzaken geïdentificeerd worden. Daarnaast werd een geitenbedrijfsstudie opgezet die onderzocht welke van die pathogenen aanwezig zijn op geitenbedrijven.

Het opzet van de studie wordt beschreven als *'Kort gezegd, brengt deze integratie de uitkomsten uit de verschillende deelstudies bij elkaar in termen van 'bewijslast' voor de hoofdhypothese dat geitenhouderijen de bron zijn van ziekteverwekkers, die zich verspreiden via de lucht naar omwonenden. In de resultaten-synthese I wordt de bewijslast sterker als een micro-organisme dat longontsteking kan veroorzaken bij mensen en dat vaak aanwezig is in luchtmonsters van geitenbedrijven (op minimaal 25 procent van de deelnemende bedrijven), bijvoorbeeld ook aanwezig is in de leefomgeving rond geitenhouderijen, en ook aanwezig is bij de populaties van het gezondheidsonderzoek, zoals beschreven in hoofdstuk 7.6' (VGO 2024, p. 96)*

Een uitgebreide beschrijving van de studies is te vinden in sectie 6.C.

De conclusie op VGO 2024, p. 96 is '**De bewijslast toont in geen enkel geval een oorzakelijk verband aan**, ook niet voor de hoogst geprioriteerde micro-organismen. De bevindingen uit de resultaten-syntheses bij de genoemde hypothese geven geen aanleiding tot het prioriteren van virussen. Hetzelfde geldt voor de schimmels: uit de resultatensyntheses komen alleen enkele schimmelsoorten naar voren, die zeer algemeen voorkomen. [...] De resultaten-synthese geeft voor bacteriën wel aanleiding tot een lijst geprioriteerde kandidaten. Deze lijst komt per saldo voort uit de resultaten-synthese I. Dit is omdat de resultaten-synthese II slechts geringe bewijslast opleverde voor aanvullende bacteriën'

Zoals reeds beschreven in sectie 6.C, worden er voor schimmels en virussen geen indicaties gevonden. Voor bacteriën wordt een shortlist opgesteld, **maar de bewijslast over de deelstudies heen blijft beperkt. Zo wordt er nauwelijks verband met afstand tot geitenhouderijen gevonden en worden er amper organismen gevonden die vaker voorkomen bij de steekproef van pneumonie-patiënten dan bij de controlepersonen.** (Zie o.a. VGO 2024, Tabel 7.10)

Een deel van de gebrekkige bewijslast kan mogelijk toegeschreven worden aan de te kleine sample size van de 'prospectieve patiëntenstudie', waarbij er uiteindelijk geen 600-800, maar slechts 108 pneumonie-patiënten werden gerekruteerd. Gezien het onderzoek werd opgestart tijdens de piek van de COVID-epidemie is dat niet erg verrassend. De rekrutering werd weliswaar doorgetrokken tot 2023, maar dat bracht onvoldoende zoden aan de dijk. Het gevolg is een veel kleinere sample size voor alle geplande analyses en dus een veel kleinere power om eventuele verschillen ook te vinden.

Ook in de analyses van de controlepersonen is de uiteindelijke sample size voor de labo-gebaseerde analyses uiteindelijk beperkt. Om niet-gerapporteerde redenen werden slechts 200 controlepersonen opgenomen in de PCR-analyses en slechts 100 in de serologische analyses. Dit heeft een sterke impact op de power van analyses die de link met woonafstand tot geitenhouderijen onderzoeken.

Tot slot is ook het louter focussen op geitenbedrijven in de bedrijvenstudie van VGO 2024 een belangrijke tekortkoming. Om een causaal pad voor de invloed van geitenhouderijen aannemelijk te maken (bovenop wat ook het effect van andere dieren zou zijn) is het niet voldoende aan te tonen dat bepaalde pathogenen bij geiten voorkomen. Ze zijn immers pas een geloofwaardige verklaring als ze ook minder voorkomen bij andere veehouderijen. Door het ontbreken van niet-geitenhouderijen in de bedrijvenstudie, is deze info niet aanwezig. Voor zaken als fijn stof en endotoxines wordt naar ander onderzoek verwezen dat toont dat die concentraties net veel lager liggen bij geitenhouderijen dan bij de meeste andere veehouderijen.

## 7.1. Rapporten Gezondheidsraad

Op basis van de VGO-rapporten en extern onderzoek, komt de Gezondheidsraad tot de conclusie dat er ‘waarschijnlijk’ een causaal verband is tussen de aanwezigheid geitenhouderijen en pneumonie.

De commissie ziet in de VGO-rapporten gelijkaardige tekortkomingen als de auteurs van dit rapport, maar weegt ze anders.

In het kader van de persoonsgebonden onderzoeken, wordt de mogelijkheid voor differentiële misclassificatie van pneumonie door de huisarts of door verschillen in health-seeking-behavior erkend. *‘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. [...] 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’* (GR I, p. 27). Ze geeft echter aan niet te geloven in een grote impact hiervan. *‘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.’* (GR I, p. 27) Het is belangrijk dat de mogelijkheid tot differentiële misclassificatie expliciet erkend wordt. In tegenstelling tot in de VGO-rapporten wordt het evenmin beschreven als iets dat met een grote sample size opgelost kan worden (zie sectie 7.E). Gezien de nationale bekendheid van Q-koorts en de Q-koortsepidemie, schatten wij de kans op dergelijke differentiële misclassificatie merkelijk hoger in dan de commissie, ook in gebieden die niet rechtstreeks getroffen werden door de Q-koortsuitbraak.

Ook de mogelijkheid van confounding wordt erkend. De commissie vindt het echter voldoende overtuigend dat de associatie met geitenhouderijen overeind blijft na correctie voor leeftijd en geslacht. Daarnaast verwijst ze naar twee artikels waarbij wel een uitgebreidere set confounders in rekening werd gebracht. De ene is echter gebaseerd op het medisch onderzoek uit VGO 2016, dat potentieel heel erg aan selectiebias onderhevig is (zie sectie 5.A.III). Het tweede is gebaseerd op een cohortstudie. Ze toont een associatie tussen de aanwezigheid van geiten op de longcapaciteit (FEV). Ze vindt dat echter eveneens voor rundvee, varkens, pluimvee en paarden.

Ook i.v.m. de mogelijke causale paden, geeft de commissie geregeld aan dat er nog veel onduidelijkheid is:

- *‘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.*' (GR I, p. 22)

- *'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.'* (GR I, p. 23)
- *'Beschikbaar onderzoek biedt onvoldoende gegevens voor de onderbouwing of ontkrachting van dit mechanisme. Vooral over piekmissies is nog weinig bekend.'* (GR I, p. 24)
- *'De commissie verwacht wel dat pieken in emissies van fijnstof, endotoxinen en andere componenten van lucht verontreiniging tijdens het uitmesten van geitenstallen, 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.'* (GR I, p. 25)
- *'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.**' [nadruk toegevoegd] (GR I, p. 25)*

Ten slotte is het opvallend dat in de GR-rapporten (en de documenten in het kader van WOO) stelselmatig wordt teruggegrepen naar de schattingen uit VGO 2019, waarbij de VGO 2021-resultaten die geen bewijs voor associatie vonden met straal 1000 m (reductie van de kans met 1%) en een beperktere associatie met straal 500 m (verhoging met 38%) slechts zijdelings vermeld worden.

Alles samen is het dan zeer de vraag of men o.b.v. de voorliggende onderzoeken kan spreken over een 'waarschijnlijk' causaal verband.

## 8. Suggesties Bijkomend Onderzoek

### 8.A. Algemeen

De context waarin gewerkt moet worden is erg complex. Door de moeilijk te meten en definiëren omvang van de blootstelling en mogelijke versturende factoren - inclusief blootstellingen aan andere types veehouderijen - is het moeilijk om voor een grote groep mensen data beschikbaar te krijgen op fijnmazig niveau die toelaten om voor meer te controleren dan enkel leeftijd en geslacht (en nabijheid van pluimvee). Bovendien is een grootschalig onderzoek quasi enkel uitvoerbaar op basis van bestaande huisartsengegevens, die slechts beperkt op laboratoriumonderzoeken zijn gebaseerd en dus de deur openzetten voor (differentiële) misclassificatie.

Toch zien we binnen het kader van de huidige analyses enkele stappen die de besluitvorming meer robuust zouden kunnen maken.

Gezien de nodige omvang van de studie, zijn vooral data uit de standaardzorg een haalbare bron, maar zonder veel mogelijkheid om uitkomst-diagnoses extra te controleren of te standaardiseren. Op het niveau van de huisartspraktijken zijn er met percentage ICPC-codes en percentage opvolging (en mogelijk andere zaken), onrechtstreeks wel kwaliteit-van-meting indicatoren die binnen gebracht kunnen worden. Dit kan onder de vorm van een meta-regressie in een meta-analyse of door stelselmatig de impact van striktere selectie van huisartsen op de gemaakte schattingen te controleren. Voor differentiële misclassificatie, kan dergelijke aanpak echter niet corrigeren.

Daarnaast zou men aan bezorgdheden rond confounding in belangrijke mate tegemoet kunnen komen door socio-economische status aan de modellen toe te voegen. Dit kan inhouden dat er extra stappen worden ondernomen om de beschikbare EPD-data toch te linken aan externe bronnen. Een minder kwalitatieve maar wellicht meer haalbare stap zou zijn om een proxy voor SES te ontwikkelen, bijvoorbeeld op basis van woningprijzen en kadasterinformatie die gelinkt kan worden aan de woonplaats, die wel al beschikbaar is. Karakteristieken als roken of gerookt hebben, zijn waarschijnlijk eveneens belangrijke confounders. Dit werd ook gemeten in de prospectieve patiëntenstudie (VGO 2024). De vraag is of dergelijke info ook uit het EPD gehaald kan worden om er in de ruimere analyses voor te kunnen corrigeren.

Bijkomend zou een toepassing van one phase IPD-meta analyse (Riley et al., 2023) een route kunnen vormen om exposure op een meer verfijnde manier te definiëren (bijv. aantal dieren, afstand meer flexibel met beperkte spline, dominante windrichting verrekenen, ...) met de mogelijkheid een dosis-associatie te tonen die een causaal verband extra zou onderbouwen. Bovendien kunnen praktijken met minder events eveneens worden opgenomen in dergelijke analyse.

Om evidente redenen, werd bij de selectie van de onderzoeksgebieden in de eerste plaats gekeken naar dichtheid van veehouderijen (de selectie NBL is ook een erfenis van het IVG-onderzoek). Gezien de sterke verstrengeling van de verschillende soorten intensieve veehouderijen, is het echter niet altijd evident om die verschillende invloeden uit elkaar te halen. Het zou interessant zijn om geitenhouderijen te identificeren die net relatief geïsoleerd liggen. Dit zou mogelijks toelaten om met gelijkaardige ‘afstand tot’-analyses de specifieke impact van geitenhouderijen beter te capteren.

Tenslotte wordt een belangrijke bron van informatie momenteel links gelaten. In de rapporten worden steeds dezelfde soort analyses op dezelfde soort data losgelaten, met relatief weinig variatie in onderliggende assumpties. Wanneer gekeken kan worden naar ‘verandering in exposure’, veranderen de datastructuur en de aannames op kwalitatieve wijze. Bij verandering in blootstelling kunnen we denken aan verhuizen (naar en weg van geitenhouderijen), uitbreidingen of sluitingen van geitenhouderijen, technologische vernieuwingen (luchtwassers,...) of de komst van nieuwe geitenhouderijen in een omgeving. Dit zijn zaken die extra inspanning vergen om te identificeren en om vervolgens geschikte data te onttrekken.

Zelfs al is de haalbare sample size voor bovenstaande voorbeelden wellicht veel beperkter, toch kan het voor belangrijke extra informatie zorgen dankzij de nieuwe invalshoek.

Ten slotte kan het nuttig zijn om negatieve control uitkomsten te identificeren, uitkomsten waarop wonen in de buurt van geitenhouderijen logischerwijs geen causale invloed mogen hebben. Dit zou in zekere mate toelaten om assumpties rond confounding te testen.

## 8.B. Concreet

Waar vorige sectie inhoudelijk verschillende paden aangeeft, presenteert deze sectie enkele meer concrete voorstellen. Daarin gaat de complexiteit of de nood aan extra resources stapsgewijs omhoog.

De eerste punten kunnen relatief eenvoudig uitgevoerd worden op de huidige data en kunnen eventueel als vraag gesteld worden binnen het kader van WOO. In het tweede deel van deze sectie worden mogelijkheden aangereikt die bijkomende data of in sommige gevallen een grotendeels nieuwe studie nodig hebben.

### Mogelijke vragen binnen het kader van WOO:

- Zowel in eerdere WOO-antwoorden als in de rapporten van de Gezondheidsraad, steunt de gerapporteerde risicoverhoging, geschatte aantal extra pneumoniegevallen door geitenhouderijen,... op data en analyses van VGO 2019, terwijl VGO 2021 een minder uitgesproken resultaat toont. Deze inschatting wordt best aangepast, waarbij het NBL-gedeelte van de meta-analyse, de resultaten uit VGO 2021 integreert.
- Bij de analyses wordt stelselmatig een grote groep mensen uitgesloten, namelijk zij die op een boerderij wonen. Zij vormen een niet onaanzienlijk deel van de mensen die nu geacht worden te wonen in een gebied met hoger risico op pneumonie. Het is dus wenselijk om de gerapporteerde (meta-)analyses eveneens te tonen zonder die mensen uit te sluiten.
- Gezien de hoge dichtheid aan pluimvee-, varkens- en rundveebedrijven in de onderzoeksgebieden, is het moeilijk om de ‘achtergrond-invloed’ van die bedrijven weg te filteren. In beide gebieden woont immers minder dan één procent van de huisartsenpatiënten verder dan twee kilometer van een rundveebedrijf. In Noord-Brabant en Limburg woont bovendien slechts twee procent van de huisartsenpatiënten verder dan twee kilometer van een varkenshouderij. Toch is dat wegfilteren in sommige rapporten tot op zekere hoogte gebeurd. Zo wordt in VGO 2019 in de meta-analyse in figuur 3, voor UGO een odds ratio van 1,50 geschat voor geitenhouderij binnen 500 meter. In tabel S9 wordt het meta-analytisch resultaat van (schijnbaar) hetzelfde model (correctie voor leeftijd, geslacht, pluimveebedrijf binnen 2000 m) gepresenteerd als een odds ratio van 1,27. Wanneer bovendien gecorrigeerd wordt voor de aanwezigheid van andere veebedrijven (weliswaar o.b.v. ad hoc cut offs voor de afstanden), wordt de geschatte risicoverhoging nog een derde kleiner (odds ratio 1,18). Aangezien de causale paden die gesuggereerd worden in het rapport van de Gezondheidsraad moeilijk exclusief aan geiten toegeschreven kunnen worden, is het belangrijk om voor de finale inschatting van de risico-verhoging rond geitenhouderijen, schattingen te gebruiken die gecorrigeerd worden voor alle andere veehouderijen. Daarnaast is het verschil tussen een OR van 1,5 en 1,27 erg frappant, aangezien ze schijnbaar met hetzelfde model op dezelfde data geschat zijn. Bovendien is er een gelijkaardige discrepantie voor de resultaten uit Noord-Brabant en Limburg. De meta-analyse in VGO 2019 Figuur 3 A, toont in die regio aan meta-analyse-gebaseerde odds ratio van 2,04 voor geitenhouderij binnen een straal van 500 m. In Tabel 3 van VGO 2018 is er echter sprake een odds ratio van 1,58 (enkel gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht). Ook deze verschillen worden best uitgeklaard.

### Suggesties voor verder onderzoek:

- Kadaster-gebaseerde SES-scores (die ook eigenaar versus huurder in rekening brengen) kunnen een efficiënte manier zijn om bezorgdheden rond confounding voor een deel tegemoet te komen. One phase IPD meta-analyse kan gebruikt worden om de additionele correctie hiervoor en eventueel extra correctie voor andere veehouderij-karakteristieken volledig te verwerken in de meta-analyse die momenteel slechts beperkt corrigeert voor patiëntkenmerken.
- Om de mogelijkheid van differentiële misclassificatie te counteren, zouden huisartsengegevens van voor de Q-koortsuitbraak kunnen dienen. Het is onduidelijk of dergelijke beschikbaar zijn.
- Voor een openbaar onderzoek van dergelijke omvang en met dergelijke impact, is het wenselijk dat de data beschikbaar is voor andere onderzoekers of belanghebbenden.
  - Bij bezorgdheden rond privacy, zou die openbaarheid kunnen komen van het beschikbaar stellen van een synthetische dataset met dezelfde structuur. Deze kan dienen om analyse-code op te ontwikkelen, die vervolgens door een geijkte instantie kan worden uitgevoerd op de echte dataset. Op deze manier worden enkel resultaten uitgewisseld.
- De rapporten van de Gezondheidsraad geven aan dat de hospitalisatie als gevolg van pneumonie een belangrijke graadmeter is voor de impact. Toch werden dergelijke cijfers niet gebruikt in de VGO-onderzoeken, wellicht omwille van de kleine aantallen. Over de volledige duur van het VGO-onderzoek, zouden de aantallen echter wel voldoende groot kunnen zijn. We schatten dat er in de periode 2011 tot 2019 onder de patiënten uit NBL en UGO die opgenomen waren in de VGO-studies, ruim 600 patiënten gehospitaliseerd werden voor pneumonie. Dit ligt in de grootteorde die men dacht nodig te hebben voor de 'prospectieve patiëntenstudie'. In zijn geheel zou er dus een aanvaardbare power moeten zijn om een verband met de afstand tot geitenhouderijen te kunnen schatten. Bovendien zou dergelijke high risk uitkomst veel minder onderhevig zijn aan mogelijke misclassificatie door kennis van de nabijheid van geitenhouderijen.
- Het identificeren van geitenhouderijen in Nederland die veel meer geïsoleerd zijn (beduidend minder andere veeteelt in de buurt) zou kunnen helpen om het effect van geiten te onderscheiden van dat van ander vee.
- Wat betreft het identificeren van de causale paden, geven de rapporten van de Gezondheidsraad duidelijk aan waar de hiaten liggen.

### ***Afsluitende boodschap***

Wij waarderen de kans die we kregen om tijd te kunnen besteden aan het lezen, samenvatten en verder analyseren van de verschillende rapporten die elk een stuk van de ingewikkelde puzzel van het vraagstuk hebben helpen leggen.

De kritische noten die hier geformuleerd worden moeten geenszins gezien worden als negatieve kritiek op het vele onderzoekswerk dat in moeilijke omstandigheden tot stand kwam. Zij willen wel het inzicht helpen verdiepen in wat de tot nog toe uitgevoerde onderzoeken bijdragen aan bewijs voor het causale vraagstuk.

We hopen dat deze externe biostatistische blik een extra constructieve bijdrage kan leveren aan hoe hier gericht verder kan op gebouwd worden in het belang van alle betrokken partijen met de volksgezondheid voor ogen.

## 9. Referenties

- Akinyemi, O., Fasokun, M., Odusanya, E., Weldeslase, T., Omokhodion, O., Michael, M., Hughes, K., 2024. The relationship between neighborhood economic deprivation and community-acquired pneumonia related admissions in Maryland. *Front. Public Health* 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1412671>
- Enders, C.K., Tofighi, D., 2007. Centering predictor variables in cross-sectional multilevel models: a new look at an old issue. *Psychol Methods* 12, 121–138. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.12.2.121>
- Heederik, H.J.J., IJzermans, C.J., 2011. Mogelijke effecten van intensieve-veehouderij op de gezondheid van omwonenden: onderzoek naar potentiële blootstelling en gezondheidsproblemen. NIVEL, IRAS Universiteit Utrecht, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Utrecht/Bilthoven.
- Jones, B.E., Ramirez, J.A., Oren, E., Soni, N.J., Sullivan, L.R., Restrepo, M.I., Musher, D.M., Erstad, B.L., Pickens, C., Vaughn, V.M., Helgeson, S.A., Crothers, K., Metlay, J.P., Bissell Turpin, B.D., Cao, B., Chalmers, J.D., Dela Cruz, C.S., Gendlina, I., Hojat, L.S., Laguio-Vila, M., Liang, S.Y., Waterer, G.W., Paine, M., Hawkins, C., Wilson, K., American Thoracic Society Assembly on Pulmonary Infections and Tuberculosis, 2026. Diagnosis and Management of Community-acquired Pneumonia: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med* 212, 24–44. <https://doi.org/10.1164/rccm.202507-1692ST>
- L. Penning de Vries, B.B., Groenwold, R.H.H., 2022. Identification of causal effects in case-control studies. *BMC Med Res Methodol* 22, 7. <https://doi.org/10.1186/s12874-021-01484-7>
- Labrecque, J.A., Hunink, M.M.G., Ikram, M.A., Ikram, M.K., 2021. Do Case-Control Studies Always Estimate Odds Ratios? *American Journal of Epidemiology* 190, 318–321. <https://doi.org/10.1093/aje/kwaa167>
- Lim, W.S., Smith, D.L., Wise, M.P., Welham, S.A., 2015. British Thoracic Society community acquired pneumonia guideline and the NICE pneumonia guideline: how they fit together. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-206881>
- Lindström, T., Håkansson, N., Wennergren, U., 2010. The shape of the spatial kernel and its implications for biological invasions in patchy environments. *Proc Biol Sci* 278, 1564–1571. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1902>
- Mansournia, M.A., Altman, D.G., 2018. Population attributable fraction. *BMJ* 360, k757. <https://doi.org/10.1136/bmj.k757>
- Riley, R.D., Ensor, J., Hattle, M., Papadimitropoulou, K., Morris, T.P., 2023. Two-stage or not two-stage? That is the question for IPD meta-analysis projects. *Research Synthesis Methods* 14, 903–910. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1661>
- Royston, P., Altman, D.G., Sauerbrei, W., 2006. Dichotomizing continuous predictors in multiple regression: a bad idea. *Statistics in Medicine* 25, 127–141. <https://doi.org/10.1002/sim.2331>
- Smit, L.A.M., Beer, F. van der S., Winden, A.W.J.O., Hooiveld, M., Beekhuizen, J., Wouters, I.M., Yzermans, J., Heederik, D., 2012. Q Fever and Pneumonia in an Area with a High Livestock Density: A Large Population-Based Study. *PLOS ONE* 7, e38843. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038843>

- Smit, L.A.M., Boender, G.J., de Steenhuijsen Piters, W.A.A., Hagens, T.J., Huijskens, E.G.W., Rossen, J.W.A., Koopmans, M., Nodelijk, G., Sanders, E.A.M., Yzermans, J., Bogaert, D., Heederik, D., 2017. Increased risk of pneumonia in residents living near poultry farms: does the upper respiratory tract microbiota play a role? *Pneumonia* 9, 3. <https://doi.org/10.1186/s41479-017-0027-0>
- van Dijk, C.E., Smit, L.A.M., Hooiveld, M., Zock, J.-P., Wouters, I.M., Heederik, D.J.J., Yzermans, C.J., 2016. Associations between proximity to livestock farms, primary health care visits and self-reported symptoms. *BMC Fam Pract* 17, 22. <https://doi.org/10.1186/s12875-016-0421-3>
- van Dokkum, E.D., Kraaijenbrink, N., Le Cessie, S., Sijbom, M., van der Schoor, A.S., Visser, L.G., van Nieuwkoop, C., Borgdorff, H., 2026. Socioeconomic status and migration background as predictors of complicated lower respiratory tract infections in primary care. *Commun Med*. <https://doi.org/10.1038/s43856-026-01542-5>
- Vandenbroucke, J.P., Pearce, N., 2012. Case-control studies: basic concepts. *Int J Epidemiol* 41, 1480–1489. <https://doi.org/10.1093/ije/dys147>

# 10. Appendix – Overzicht Resultaten

De tabellen en figuren in deze appendix zijn gekopieerd uit de VGO-rapporten. De sectie-titels geven het rapport aan waarin ze origineel staan. De volledige namen van de rapporten zijn opgelijst in sectie 4.A. Eventuele aanduidingen (rood of geel gekleurde tekst) zijn eigen toevoegingen.

## 10.A. Vergelijking met Controle Gebied

### 10.A.I. VGO 2016

Bron: RIVM, Veehouderij en gezondheid omwonenden, 2016

**Tabel 3.2** Gemiddelde prevalentie van gezondheidsproblemen per 1.000 patiënten in VGO-gebied en referentiegebieden, 2007-2013.\*

	VGO-gebied	Referentiegebieden
Infecties lagere luchtwegen	19,7	14,6
Infecties hogere luchtwegen	115,5	134,8
Symptomen van de luchtwegen	75,3	83,3
Astma	49,8	53,3
Bronchiëctasieën/Chronische bronchitis**	9,2	5,3
Emfyseem/COPD**	42,6	47,1
Longontsteking	16,3	11,9
Allergische rhinitis	50,6	56,1
Constitutioneel eczeem	36,8	31,5
Vertigo syndromen	19,3	15,4
Vertigo/duizeligheid	14,6	15,3
Gastro-intestinale infectie	13,2	13,3
Colitis ulcerosa/M. Crohn**	4,9	4

\* voor chronische aandoeningen gemiddelde prevalentie 2008-2013

\*\* prevalentie per 1.000 voor patiënten 40 jaar en ouder

**Figuur 3.2** Prevalentie van mogelijk aan veehouderij gerelateerde gezondheidsproblemen per 1.000 patiënten in studie- en controlegebied, 2007-2013 (chronische aandoeningen 2008-2013).



## 10.A.II. VGO 2018

Bron: NIVEL, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen; actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2014 – 2016, 2018 (Tabellen 2 en 6)

**Tabel 2** Verschillen (OR, 99% BI)<sup>a</sup> per jaar (periode 2010 – 2016) in acute en chronische aandoeningen tussen studiegebieden en controlegebieden (significante verschillen zijn dikgedrukt)\*

Aandoening	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Pneumonie <sup>1</sup>	1.56 (0.99 – 2.47)	1.26 (0.88 – 1.80)	1.29 (0.95 – 1.75)	<b>1.50 (1.03 – 2.17)</b>	<b>1.45 (1.00 – 2.10)</b>	<b>1.58 (1.09 – 2.30)</b>	<b>1.60 (1.13 – 2.28)</b>
Pneumonie bij kinderen <sup>2</sup>	1.38 (0.74 – 2.55)	1.54 (0.85 – 2.76)	1.59 (0.87 – 2.91)	1.75 (0.94 – 3.26)	1.43 (0.75 – 2.73)	1.98 (0.95 – 4.14)	<b>2.22 (1.20 – 4.10)</b>
Pneumonie bij ouderen <sup>3</sup>	<b>1.75 (1.08 – 2.83)</b>	1.37 (0.94 – 1.98)	1.33 (0.95 – 1.85)	<b>1.53 (1.07 – 2.17)</b>	1.49 (0.98 – 2.25)	<b>1.55 (1.09 – 2.20)</b>	<b>1.70 (1.18 – 2.45)</b>
Infecties lagere luchtwegen	<b>1.52 (1.00 – 2.31)<sup>†</sup></b>	1.18 (0.85 – 1.64)	1.22 (0.93 – 1.61)	1.38 (0.97 – 1.95)	1.31 (0.94 – 1.83)	<b>1.44 (1.01 – 2.05)</b>	<b>1.46 (1.03 – 2.05)</b>

<sup>a</sup> Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, jaardeel.

<sup>1</sup> Prevalentie in jaar 2010: studiegebied 1.63% vs. controlegebied 1.24%; prevalentie in jaar 2016: studiegebied 2.01% vs. controlegebied 1.43%

<sup>2</sup> 0-14 jaar: N=27073 (studiegebied: 18714, controlegebied: 8359) in jaar 2010; N=25226 (studiegebied: 14108, controlegebied: 11118) in jaar 2016.

<sup>3</sup> ≥65 jaar: N=29867 (studiegebied: 20651, controlegebied: 9216) in jaar 2010; N=39177 (studiegebied: 22178, controlegebied: 16999) in jaar 2016.

Afkorting: OR, Odds ratio; BI, Betrouwbaarheidsinterval.

\* p < 0.01, <sup>†</sup> p=0.01

**Tabel 6** Verschillen (OR, 99% BI)<sup>a</sup> per jaar (periode 2010 – 2016) in acute en chronische aandoeningen tussen studiegebieden en controlegebieden (significante verschillen zijn dikgedrukt)\*

Aandoening	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Hooikoorts / Allergische rhinitis	0.89 (0.60 – 1.31)	0.91 (0.64 – 1.30)	0.95 (0.71 – 1.28)	0.95 (0.73 – 1.22)	0.95 (0.75 – 1.21)	1.00 (0.80 – 1.25)	1.01 (0.78 – 1.30)
Astma <sup>b</sup>	0.74 (0.54 – 1.02)	0.83 (0.64 – 1.08)	0.85 (0.66 – 1.09)	0.84 (0.66 – 1.07)	0.87 (0.68 – 1.12)	0.84 (0.66 – 1.06)	0.85 (0.68 – 1.07)
Astma bij kinderen <sup>c</sup>	1.02 (0.65 – 1.60)	0.98 (0.66 – 1.44)	1.03 (0.72 – 1.49)	1.02 (0.72 – 1.44)	1.05 (0.74 – 1.48)	0.96 (0.69 – 1.35)	1.01 (0.70 – 1.46)
Hoesten, benauwdheid, piepende ademhaling	0.96 (0.59 – 1.54)	1.07 (0.71 – 1.60)	1.09 (0.82 – 1.46)	1.19 (0.91 – 1.55)	1.14 (0.90 – 1.45)	<b>1.27 (1.03 – 1.57)</b>	1.27 (0.98 – 1.66)
Bronchiëctasieën <sup>d</sup>	1.46 (0.82 – 2.60)	1.48 (0.89 – 2.48)	1.43 (0.89 – 2.32)	1.40 (0.86 – 2.27)	1.38 (0.83 – 2.29)	1.42 (0.87 – 2.33)	1.45 (0.93 – 2.27)
COPD <sup>d</sup>	0.83 (0.64 – 1.06)	0.89 (0.70 – 1.12)	0.91 (0.74 – 1.12)	0.97 (0.78 – 1.20)	0.97 (0.77 – 1.22)	0.98 (0.78 – 1.24)	1.01 (0.81 – 1.25)
Longkanker <sup>d</sup>	1.06 (0.62 – 1.79)	1.02 (0.78 – 1.34)	1.13 (0.88 – 1.45)	1.15 (0.92 – 1.43)	1.09 (0.89 – 1.33)	1.09 (0.89 – 1.35)	1.28 (0.92 – 1.78)
Hoge luchtweginfectie	1.04 (0.73 – 1.47)	0.90 (0.68 – 1.20)	0.93 (0.71 – 1.21)	0.89 (0.70 – 1.12)	0.93 (0.76 – 1.14)	0.95 (0.77 – 1.16)	0.98 (0.76 – 1.25)
Influenza	0.99 (0.41 – 2.40)	1.00 (0.51 – 1.95)	1.44 (0.73 – 2.82)	1.23 (0.65 – 2.31)	1.19 (0.59 – 2.38)	1.03 (0.50 – 2.15)	1.15 (0.76 – 1.74)
Colitis ulcerosa/Chronische enteritis	1.04 (0.75 – 1.43)	1.12 (0.88 – 1.43)	1.12 (0.89 – 1.40)	1.10 (0.88 – 1.39)	1.13 (0.92 – 1.40)	1.13 (0.90 – 1.42)	1.15 (0.91 – 1.44)
Vertigo/Duizeligheid	1.01 (0.59 – 1.73)	1.08 (0.71 – 1.65)	1.07 (0.77 – 1.50)	1.08 (0.82 – 1.42)	1.18 (0.86 – 1.63)	1.12 (0.84 – 1.50)	1.16 (0.83 – 1.62)
Eczeem	1.01 (0.61 – 1.69)	1.04 (0.69 – 1.57)	1.07 (0.73 – 1.57)	1.01 (0.64 – 1.58)	1.11 (0.72 – 1.70)	1.12 (0.75 – 1.67)	1.07 (0.72 – 1.59)
Eczeem bij kinderen <sup>e</sup>	1.06 (0.64 – 1.76)	1.12 (0.77 – 1.62)	1.12 (0.80 – 1.57)	1.08 (0.75 – 1.56)	1.11 (0.79 – 1.56)	1.14 (0.84 – 1.55)	1.09 (0.81 – 1.46)
Gastro-enteritis	1.16 (0.73 – 1.83)	1.22 (0.88 – 1.68)	1.22 (0.90 – 1.67)	1.11 (0.80 – 1.54)	1.08 (0.80 – 1.46)	1.14 (0.84 – 1.54)	<b>1.42 (1.02 – 1.98)</b>
Coronaire hartziekten <sup>d</sup>	1.04 (0.79 – 1.37)	1.17 (0.92 – 1.49)	1.18 (0.94 – 1.47)	1.15 (0.92 – 1.43)	1.12 (0.91 – 1.37)	1.07 (0.88 – 1.31)	1.08 (0.90 – 1.29)
Vertigosyndroom <sup>f</sup>	1.29 (0.86 – 1.92)	<b>1.37 (1.02 – 1.83)</b>	<b>1.39 (1.09 – 1.77)</b>	<b>1.31 (1.01 – 1.70)</b>	<b>1.44 (1.12 – 1.85)</b>	<b>1.45 (1.10 – 1.92)</b>	<b>1.40 (1.06 – 1.84)</b>
Depressie	0.93 (0.60 – 1.43)	0.99 (0.74 – 1.32)	1.04 (0.83 – 1.30)	1.10 (0.88 – 1.37)	1.25 (0.97 – 1.60)	<b>1.26 (1.01 – 1.58)</b>	1.23 (0.98 – 1.55)
Hypertensie zonder orgaanbeschadiging <sup>d</sup>	0.86 (0.71 – 1.05)	1.02 (0.83 – 1.25)	1.04 (0.85 – 1.27)	1.01 (0.83 – 1.23)	0.99 (0.82 – 1.20)	0.98 (0.82 – 1.19)	0.98 (0.81 – 1.18)

<sup>a</sup> Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, jaardeel.

<sup>b</sup> Patiënten met leeftijd ≥6 jaar. N=157324 (studiegebied: 110778, controlegebied: 46546) in jaar 2010; N=171522 (studiegebied: 98464, controlegebied: 73058) in jaar 2016.

<sup>c</sup> Patiënten met leeftijd 6-14 jaar. N=18663 (studiegebied: 12959, controlegebied: 5704) in jaar 2010; N=17069 (studiegebied: 9597, controlegebied: 7472) in jaar 2016.

<sup>d</sup> Patiënten met leeftijd ≥40 jaar. N=92024 (studiegebied: 64697, controlegebied: 27327) in jaar 2010; N=103695 (studiegebied: 59343, controlegebied: 44352) in jaar 2016.

<sup>e</sup> Patiënten met leeftijd ≤14 jaar. N=27073 (studiegebied: 18714, controlegebied: 8359) in jaar 2010; N=25226 (studiegebied: 14108, controlegebied: 11118) in jaar 2016.

Afkorting: OR, Odds ratio; BI, Betrouwbaarheidsinterval.

<sup>f</sup> Vertigosyndromen: bijv. de ziekte van Ménière, labyrinthitis, vestibulitis en benigne paroxismale postiezuigeligheid.

\* p < 0.01

Tabellen 7 tot 11 geven gelijkaardige overzichten in patiënten met astma (al dan niet zonder comorbide COPD), COPD (al dan niet zonder comorbide astma) en ACOS.

### 10.A.III. VGO 2019

Bron: IRAS, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht, 2019 (Tabellen 1 en 4)

**Tabel 1.** Overzicht van het aantal patiënten en huisartspraktijken in het onderzoeks- en controlegebied per jaar.

Jaar	Aantal patiënten in het onderzoeksgebied (n praktijken)	Prevalentie (%) pneumonie	Aantal patiënten in het controlegebied (n praktijken)	Prevalentie (%) pneumonie
2014	58.291 (20)	1,61	72.469 (22)	1,27
2015	68.698 (21)	1,81	71.908 (22)	1,43
2016	71.396 (21)	1,64	69.806 (21)	1,37
2017	74.093 (21)	1,92	50.139 (18)	1,41

**Onderzoeksgebied (2014; 2017):** Percentage vrouwen: 49.8%; 49.8%. Gemiddelde leeftijd: 41.3 (SD 23.9); 41.3 (SD 24.2). Percentage kinderen (0-14jaar): 18.3%; 18.5%. Percentage ouderen (65+): 19.8%; 20.4%.

**Controlegebied (2014; 2017):** Percentage vrouwen: 49.7%; 49.4%. Gemiddelde leeftijd: 41.9 (SD 23.5); 42.0 (SD 23.5). Percentage kinderen (0-14 jaar): 16.6%; 15.9%. Percentage ouderen (65+): 19.8%; 20.0%.

**Tabel 4.** Verschillen (OR, 95% BI) per jaar (periode 2014 – 2017) in prevalentie pneumonie tussen onderzoeksgebied en controlegebied.

Aandoening	2014	2015	2016	2017
<b>Pneumonie<sup>1</sup></b>	1,41 (1,02–1,95)	1,44 (0,99–2,09)	1,38 (0,98–1,95)	1,40 (1,01–1,93)
<b>Pneumonie bij kinderen<sup>2</sup></b>	1,45 (0,94–2,22)	1,80 (1,03–3,15)	1,78 (1,02–3,10)	1,96 (1,17–3,30)
<b>Pneumonie bij ouderen<sup>3</sup></b>	1,47 (1,03–2,10)	1,37 (0,95–1,96)	1,45 (1,03–2,05)	1,36 (0,99–1,86)

<sup>1</sup>Totale steekproef, <sup>2</sup>0-14 jaar, <sup>3</sup>≥65 jaar.

Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur.

Bron: IRAS, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht, 2019 (Tabellen 2 en S1)

**Tabel 2.** Demografische kenmerken van de onderzoekspopulatie in Gelderland, Overijssel en Utrecht.

<b>Kenmerk</b>	<b>Aantal</b>	<b>%</b>
Totale populatie	65.251	100
Populatie in 2014	50.577	78
Populatie in 2015	59.377	91
Populatie in 2016	61.577	94
Populatie in 2017	64.041	98
Geboren tussen 2014 en 2017	2.287	3,5
Geboren tussen 2014 en 2016	1.913	2,9
Mannen	32.696	50,1
Leeftijdscategorie*		
<=19	14.555	22,3
19< = < 37	13.100	20,1
37< = < 52	11.945	18,3
52< = < 66	12.679	19,4
66< = < 106	12.972	19,9
Stedelijkheid		
1 (meest stedelijk)	450	0,7
2	4.202	6,4
3	4.028	6,2
4	29.289	44,9
5 (minst stedelijk)	27.282	41,8
Ten minste vier jaar ingeschreven bij huisarts	38.524	59,0
Patiënt in Gelderland	31.777	48,7
Patiënt in Overijssel	29.427	45,1
Patiënt in Utrecht	4.047	6,2
Leeftijd (gem, std)*	42,11 (24,03)	
Geboortejaar (range)	1911-2017	
Percentage met laag inkomen (n=64.670, gem, std; range))	40,67 (4,19; 17-69)	

\* Leeftijd in 2017

**Tabel S1.** Demografische kenmerken van de VGO onderzoekspopulatie in Noord-Brabant en Limburg (2014-2016).

<b>Variabele</b>	<b>Frequentie</b>	<b>Percentage</b>
Totale populatie	90.169	<b>100</b>
Geboren tussen 2014 en 2016	1.900	2,1%
Mannen	45.433	50,4%
Leeftijdscategorie*		
<=19	17.897	19,85
19< = < 37	17.912	19,86
37< = < 52	17.265	19,15
52< = < 66	19.462	21,58
66< = < 102	17.633	19,56
Drie jaar ingeschreven bij HA	77.105	85,51
Patiënt in Noord-Brabant	80.978	89,81
Patiënt in Limburg	9.191	10,19
Leeftijd (gem, std)*	44,06 (23,36)	
Geboortejaar (range)	1914-2016	

\* Leeftijd in 2016

Bron: IRAS, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht, 2019 (Tabellen 3 en S2)

**Tabel 3.** Aantal en percentage personen in de onderzoekspopulatie met aanwezigheid van minimaal één geitenhouderij of pluimveebedrijf binnen een bepaalde straal rondom de woning.

	Utrecht, Gelderland, en Overijssel (n=65.251)		Noord-Brabant en Limburg (n=90.169)	
	Aantal	%	Aantal	%
<b>Geitenhouderij</b>				
>2000m	46.356	71,0	70.615	78,3
1000-2000m	15.575	23,9	16.250	18,0
500-1000m	2.796	4,3	3.041	3,4
<500m	524	0,8	277	0,3
<b>Pluimveehouderij (alle)</b>				
>2000m	18.537	28,4	14.485	16,1
1000-2000m	26.138	40,1	41.970	46,5
500-1000m	14.560	22,3	26.752	29,7
<500m	6.016	9,2	6.976	7,7
<b>Leghennen/ouderdieren</b>				
>2000m	30.408	46,6	41.680	46,2
1000-2000m	18.110	27,8	26.544	29,4
500-1000m	11.439	17,5	17.248	19,1
<500m	5.294	8,1	4.711	5,2
<b>Vleeskuikens</b>				
>2000m	50.849	77,9	40.083	44,4
1000-2000m	10.640	16,3	35.818	39,7
500-1000m	2.650	4,1	11.596	12,9
<500m	1.112	1,7	2.686	3,0

**Tabel S2.** Aantal en percentage personen in de onderzoekspopulatie met aanwezigheid van een veehouderij binnen een bepaalde straal rondom de woning.

	Gelderland, Overijssel en Utrecht (n=65.251)		Noord-Brabant en Limburg (n=90.169)	
	Aantal	%	Aantal	%
<b>Varkenshouderij</b>				
>2000m	9.429	14,5	1.830	2,0
1000-2000m	25.347	38,8	28.929	32,1
500-1000m	20.969	32,1	44.021	48,8
<500m	9.506	14,6	15.403	17,1
<b>Rundveehouderij</b>				
>2000m	425	0,7	387	0,4
1000-2000m	9.416	14,4	18.716	20,8
500-1000m	27.672	42,4	44.708	49,6
<500m	27.738	42,5	26.372	29,2
<b>Schapenhouderij</b>				
>2000m	27.387	42,0	63.423	70,3
1000-2000m	26.699	40,9	14.165	15,7
500-1000m	8.429	12,9	8.898	9,9
<500m	2.736	4,2	3.697	4,1
<b>Nertsen</b>				
>2000m	61.651	94,5	78.089	86,6
1000-2000m	2.378	3,6	10.320	11,4
500-1000m	1.002	1,5	1.587	1,8
<500m	220	0,3	187	0,2

## 10.A.IV. VGO 2021

Bron: NIVEL, Longontsteking in de nabijheid van geitenhouderijen in Noord-Brabant en Limburg - Actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2017 – 2019, 2021 (Tabellen 1 en 4)

*Tabel 1 Overzicht van het aantal unieke patiënten en huisartspraktijken in het onderzoeks- en controlegebied per jaar (meegenomen in de analyses voor de ecologische vergelijking) en de prevalenties van longontsteking.*

Jaar	Aantal patiënten in het onderzoeksgebied (n praktijken)	Prevalentie (%) longontsteking	Aantal patiënten in het controlegebied (n praktijken)	Prevalentie (%) longontsteking
2017	117.576 (27)	1.94	58.671 (19)	1.52
2018	109.947 (26)	2.13	47.090 (16)	1.57
2019	113.154 (25)	1.87	55.338 (18)	1.39

**Onderzoeksgebied (2017; 2018; 2019):** Percentage vrouwen: 49.4%; 49.3%; 49.4. Gemiddelde leeftijd: 43.5 (SD 23.4); 43.8 (SD 23.5); 43.8 (SD 23.6). Percentage kinderen (0-14jaar): 14.3%; 14.1%; 14.2%. Percentage ouderen (65+): 21.6%; 22.3%; 22.5%.

**Controlegebied (2017; 2018; 2019):** Percentage vrouwen: 49.6%; 49.5%; 49.4%. Gemiddelde leeftijd: 42.8 (SD 23.4); 43.2 (SD 23.6); 43.3 (SD 23.5). Percentage kinderen (0-14 jaar): 15.0%; 14.7%; 14.5%. Percentage ouderen (65+): 20.7%; 21.5%; 21.5%.

*Tabel 4 Verschillen (OR, 95% BI) in prevalentie van longontsteking tussen onderzoeksgebieden en controlegebieden (significante verschillen zijn dikgedrukt). In de totaal kolom gaat het om een drie-jaars prevalentie.*

	2017	2018	2019	2017-2019
Aandoening				
Longontsteking <sup>1</sup>	1,32 (1,05 – 1,64)	1,39 (1,13 – 1,71)*	1,31 (1,03 – 1,67)	1,37 (1,11 – 1,69)*
Longontsteking bij kinderen <sup>2</sup>	1,59 (1,04 – 2,43)	1,53 (0,95 – 2,47)	1,61 (0,95 – 2,73)	1,81 (1,20 – 2,73)*
Longontsteking bij ouderen <sup>3</sup>	1,32 (1,05 – 1,66)	1,32 (1,08 – 1,61)*	1,31 (1,00 – 1,71)	1,35 (1,08 – 1,68)*

<sup>1</sup>Totale steekproef, <sup>2</sup>0-14 jaar, <sup>3</sup>≥65 jaar.

Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur.

\* p<0,01

## 10.A.V. VGO 2024

Geen nieuwe resultaten

## 10.B. Nabijheid Geitenhouderij

### 10.B.I. VGO 2016

Op basis van de huisartsgegevens van 2010-2013 en woonafstand tot het dichtstbijzijnde geitenbedrijf wordt geen relatie gevonden tussen het wonen in de buurt van geitenbedrijven en longontsteking (VGO 2016, p 43)

Bron: RIVM, Veehouderij en gezondheid omwonenden, 2016

**Tabel B3** -vervolg- Associaties tussen op EPD gebaseerde astma, COPD, allergische rhinitis en pneumonie en verschillende veehouderij blootstelling variabelen vergeleken in verschillende subpopulaties (behorende bij paragraaf 2.9).

		Totale populatie (n = 22.377)	Respondenten vragenlijst onderzoek (n = 11.862)	Totaal uitgenodigde populatie voor VGO-gezondheidsonderzoek (n = 5.379)	Deelnemers VGO-gezondheidsonderzoek (n = 1.936)
Blootstelling aan veehouderij		OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)
<b>Aantal veehouderijen binnen 1.000 m (kwartielen)</b>					
	< 4	1	1	1	1
	4 to 7	0,95 (0,82-1,10)	0,86 (0,70-1,05)	0,93 (0,66-1,29)	0,79 (0,44-1,43)
	7 to 11	0,93 (0,80-1,09)	0,83 (0,67-1,02)	0,95 (0,71-1,28)	0,85 (0,52-1,40)
	> 11	1,01 (0,87-1,17)	0,92 (0,75-1,12)	1,10 (0,83-1,46)	0,84 (0,52-1,37)
Pneumonie (ICPC R81)	<b>Aanwezigheid van veehouderijbedrijven</b>				
	Binnen 100 m	0,77 (0,53-1,13)	0,78 (0,48-1,26)	0,97 (0,49-1,91)	0,93 (0,37-2,36)
	Binnen 500 m	0,96 (0,82-1,13)	0,91 (0,74-1,12)	1,01 (0,75-1,37)	0,98 (0,61-1,58)
	Binnen 1.000 m	1,12 (0,76-1,66)	1,15 (0,68-1,95)	2,35 (0,74-7,43)	2,03 (0,28-15,01)
<b>Afstand tot de eerste veehouderij (kwartielen)</b>					
	> 640 m	1	1	1	1
	450-640 m	0,84 (0,67-1,05)	0,81 (0,60-1,08)	0,77 (0,50-1,19)	0,85 (0,42-1,69)
	290-450 m	0,84 (0,67-1,06)	0,81 (0,61-1,09)	0,71 (0,46-1,12)	0,63 (0,30-1,31)
	< 290 m	0,86 (0,69-1,07)	0,83 (0,63-1,10)	1,14 (0,77-1,68)	1,16 (0,63-2,13)
<b>Aantal veehouderijen binnen 1.000 m (kwartielen)</b>					
	< 4	1	1	1	1
	4 to 7	0,67 (0,50-0,90)	0,74 (0,54-1,01)	0,70 (0,41-1,20)	0,48 (0,18-1,27)
	7 to 11	1,12 (0,87-1,45)	1,14 (0,86-1,51)	1,35 (0,89-2,04)	1,47 (0,76-2,85)
	> 11	1,09 (0,83-1,43)	1,21 (0,91-1,60)	1,52 (1,02-2,28)	1,41 (0,73-2,71)
<b>Aanwezigheid geitenbedrijven</b>					
	Binnen 500 m	1,05 (0,49-2,25)	0,66 (0,21-2,08)	1,04 (0,32-3,33)	1,31 (0,31-5,56)
	Binnen 1.000 m	<b>2,12</b> (1,60-2,80)	<b>1,99</b> (1,40-2,84)	<b>2,42</b> (1,59-3,68)	<b>2,41</b> (1,29-4,50)

1 OR (95% CI) zijn gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht. De associaties tussen astma, COPD, allergische rhinitis en pneumonie gebaseerd op het Elektronisch Patiënten Dossier (EPD), zijn gemodelleerd voor verschillende veehouderij blootstellingsvariabelen met logistische regressie. Deze associaties zijn vergeleken in 4 subpopulaties; 1) de totale 'bron' populatie. 2) respondenten van het vragenlijstonderzoek. 3) totaal uitgenodigde populatie voor VGO-gezondheidsonderzoek 4) deelnemers van het VGO-gezondheidsonderzoek. In deze analyse zijn alleen personen geïncludeerd met een goede kwaliteit EPD. Dik gedrukt lettertypes indiceren statistische significantie ( $p < 0,05$ ). ICPC: International Classification of Primary Care.

## 10.B.II. VGO 2017

Bron: RIVM, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden (aanvullende studies) - Analyse van gezondheidseffecten, risicofactoren en uitstoot van bio-aerosolen, 2017

**Tabel 2.1** Verbanden tussen het voorkomen van longontsteking en de nabijheid van pluimvee- en geitenhouderijen, gebruikmakend van multivariate kernel-analyses.

Jaar	2009		2010		2011		2012		2013	
Aantal gevallen per 1.000	17,3		15,4		15,2		16,8		18,0	
Veehouderijtype	Geiten	Pluim- vee	Geiten	Pluim- vee	Geiten	Pluim- vee	Geiten	Pluim- vee	Geiten	Pluim- vee
Reikwijdte in km	2	1	1,5	1	1,5	1	1,5	1,5	2	1
Risicoverhoging (%)	52,1	14,8	13,6	15,9	31,7	14,3	34,0	5,6	12,3	3,7
PAR (%)	10,1	7,9	2,7	9,6	5,0	8,2	5,0	7,3	4,0	3,1

Per jaar is in de tweede rij de incidentie (aantal nieuwe gevallen) van longontsteking (geregistreerd bij de huisarts) aangegeven. Voor 2009 bijvoorbeeld is dit 1.730 per 100.000 patiënten, dat wil zeggen dat bij 1,73% van de huisartspatiënten in de bestudeerde populatie in 2009 door de huisarts longontsteking werd geconstateerd.

De reikwijdte geeft de afstand in kilometers van de woning tot een bedrijf van het betreffende type aan binnen welke middels de kernel-analyse werd onderzocht of het risico op longontsteking was verhoogd. Meerdere gekozen reikwijdtes (0,5km, 1,0km, 1,5km, etc) zijn geanalyseerd: de hier aangegeven reikwijdtes zijn de 'best-fit' reikwijdtes (voor meer details zie Bijlage 1).

De aangegeven risicoverhoging beschrijft de gemiddelde procentuele verhoging van de kans op longontsteking voor een bewoner wanneer er één bedrijf van het betreffende type binnen de gekozen reikwijdte van de woning ligt. Bijvoorbeeld: Voor 2009 is de risicoverhoging voor pluimvee volgens de tabel 14,8% bij een reikwijdte van 1 kilometer. Dit betekent dat er onder bewoners bij wie binnen een straal van 1 kilometer rondom de woning één pluimveehouderij ligt, 14,8% meer gevallen van longontsteking optreden dan onder bewoners zonder pluimveebedrijf binnen 1 kilometer van de woning. Voor elke extra pluimveehouderij binnen 1 kilometer van de woning neemt het berekende risico verder toe.

Het aangegeven PAR beschrijft hoeveel minder longontsteking er in het betreffende jaar zou zijn geweest als er niemand binnen de gekozen reikwijdte van bedrijven van het betreffende type zou hebben gewoond. Bijvoorbeeld: in 2009 is dit 7,9% voor pluimveehouderijen bij een reikwijdte van 1 kilometer; dit komt overeen met ongeveer 137 vermijdbare gevallen onder 1.730 gevallen van longontsteking per 100.000 bewoners in 2009.

## 10.B.III. VGO 2018

Bron: NIVEL, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen; actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2014 – 2016, 2018

**Tabel 3** Associaties voor volwassenen tussen de aanwezigheid van een geitenhouderij binnen een straal van 500 m, 1000 m, 1500 m, en 2000 m van het woonadres en longontsteking in 2014-2016 (OR (95% BI)), geanalyseerd met logistische regressie, multilevel logistische regressie en meta-analyse

	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
<b>Volwassenen (n=73.510)†</b>	1.51%	8.47%	19.05%	32.90%
<b>Aanwezigheid geitenhouderij binnen straal rondom de woning</b>				
<b>Logistische regressie ‡</b>	1.60 (1.25-2.03)***	1.36 (1.21-1.53)***	1.25 (1.14-1.37)***	1.17 (1.09-1.27)***
<b>Multi-level§</b>	1.33 (1.03-1.71)*	1.11 (0.97-1.28).	1.08 (0.97-1.20)	1.07 (0.98-1.18)
<b>Meta-analyse ¶</b>	1.58 (1.10-2.27)*	1.22 (0.97-1.55).	1.08 (0.96-1.22)	1.07 (0.97-1.18)

p<0.15; \*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001

†Percentages volwassenen met geitenhouderij(en) binnen de aangegeven straal rondom de woning.

‡Gecorrigeerd voor leeftijd (lineair) en geslacht.

§ Gecorrigeerd voor leeftijd (lineair) en geslacht, en met huisartsenpraktijk als random intercept.

¶ Meta-analyse van resultaten uit logistische regressie van individuele huisartsenpraktijken (gecorrigeerd voor leeftijd (lineair) en geslacht).

Bron: NIVEL, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen; actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2014 – 2016, 2018

**Tabel 4** Associaties voor volwassenen tussen de aanwezigheid van een pluimveehouderij binnen een straal van 500 m, 1000 m, 1500 m, en 2000 m van het woonadres en longontsteking in 2014-2016 (OR (95% BI)), geanalyseerd met logistische regressie, multilevel logistische regressie en meta-analyse en gecorrigeerd voor de aanwezigheid van geitenbedrijven binnen dezelfde straal

	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
<b>Pluimveebedrijf</b>				
<b>Volwassenen ( n=73.510) †</b>	10.78%	46.76%	79.79%	92.22%
<b>Logistische regressie ‡</b>	0.97 (0.85-1.10)	0.98 (0.91-1.06)	0.96 (0.88-1.05)	0.91 (0.79-1.04)
<b>Multi-level§</b>	0.98 (0.86-1.11)	0.97 (0.89-1.06)	1.02 (0.91-1.13)	0.90 (0.77-1.06)
<b>Meta-analyse ¶</b>	1.01 (0.88-1.15)	0.99 (0.89-1.10)	0.99 (0.87-1.14)	0.85 (0.69-1.04).
<b>Kippen bedrijf</b>				
<b>Volwassenen ( n=73.510) †</b>	10.07%	43.13%	74.37%	90.62%
<b>Logistische regressie ‡</b>	1.02 (0.90-1.15)	1.02 (0.95-1.10)	1.07 (0.98-1.17).	1.03 (0.90-1.17)
<b>Multi-level§</b>	0.99 (0.87-1.13)	0.97 (0.89-1.06)	1.04 (0.94-1.15)	0.96 (0.82-1.12)
<b>Meta-analyse ¶</b>	1.01 (0.89-1.16)	0.98 (0.88-1.09)	1.00 (0.88-1.14)	0.87 (0.70-1.08)
<b>met leghennen of ouderdieren</b>				
<b>Volwassenen ( n=73.510) †</b>	8.08%	36.73%	62.29%	83.65%
<b>Logistische regressie ‡</b>	1.03 (0.89-1.18)	1.02 (0.95-1.11)	1.00 (0.93-1.08)	0.94 (0.85-1.03)
<b>Multi-level§</b>	0.98 (0.85-1.14)	0.98 (0.89-1.07)	1.02 (0.93-1.12)	0.99 (0.88-1.12)
<b>Meta-analyse ¶</b>	1.03 (0.89-1.20)	1.00 (0.89-1.13)	1.00 (0.91-1.11)	0.92 (0.81-1.05)
<b>met vleeskuikens</b>				
<b>Volwassenen ( n=73.510) †</b>	2.51%	12.19%	33.60%	52.55%
<b>Logistische regressie ‡</b>	1.09 (0.86-1.37)	1.08 (0.97-1.21)	1.10 (1.02-1.19)*	1.12 (1.04-1.21)**
<b>Multi-level§</b>	1.11 (0.87-1.40)	1.03 (0.92-1.15)	0.97 (0.89-1.06)	0.98 (0.89-1.07)
<b>Meta-analyse ¶</b>	1.20 (0.94-1.53).	1.01 (0.90-1.15)	0.94 (0.85-1.05)	0.96 (0.86-1.07)

Bron: NIVEL, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen; actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2014 – 2016, 2018

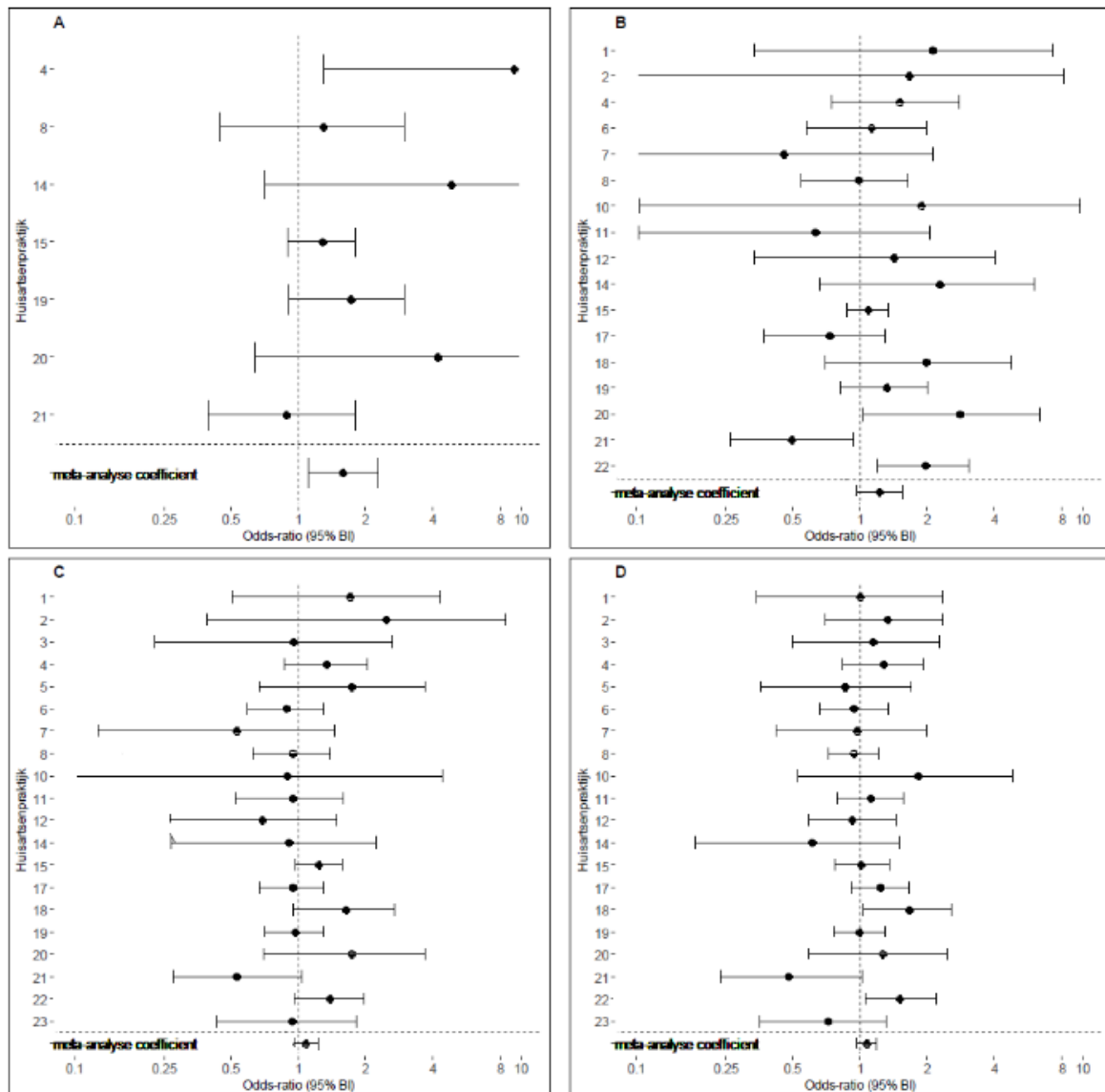
**Tabel 5** Resultaten voor een mogelijk verband tussen het voorkomen van longontsteking en de nabijheid van geitenhouderijen en pluimveehouderijen voor de jaren 2009-2016, gebruikmakend van multivariate kernel-analyses. De eerder al gerapporteerde resultaten (2009-2013) zijn grijsgedrukt weergegeven

Jaar	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Aantal gevallen per 1000</b>	17.3	15.4	15.2	16.8	18.0	15.9	20.2	18.7
<b>Veehouderijtype</b>	<b>Geiten</b>							
<b>Reikwijdte in km</b>	2	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2
<b>Risicoverhoging (%)</b>	52.1	13.6	31.7	34.0	12.3	31.9	23.6	25.4
<b>PAR (%)</b>	10.1	2.7	5.0	5.0	4.0	7.8	6.0	7.2
<b>Veehouderijtype</b>	<b>Pluimvee</b>							
<b>Reikwijdte in km</b>	1	1	1	1.5	1	1	n.v.t.	n.v.t.
<b>Risicoverhoging (%)</b>	14.8	15.9	14.3	5.6	3.7	0.6	n.v.t.	n.v.t.
<b>PAR (%)</b>	7.9	9.6	8.2	7.3	3.1	0.4	n.v.t.	n.v.t.

Toelichting: Per jaar is in de tweede rij de incidentie (aantal nieuwe gevallen) van longontsteking (geregistreerd bij de huisarts) aangegeven. Voor 2009 bijvoorbeeld is dit 1.730 per 100.000 patiënten. Dat wil zeggen dat bij 1.73% van de huisartspatiënten in de bestudeerde populatie in 2009 door de huisarts longontsteking werd geconstateerd. De reikwijdte geeft de afstand in kilometers van de woning tot een bedrijf van het betreffende type aan binnen welke middels de kernel-analyse werd onderzocht of het risico op longontsteking was verhoogd. Meerdere gekozen reikwijdtes (0.5km, 1.0km, 1.5km, etc.) zijn geanalyseerd; de hier aangegeven reikwijdtes zijn de 'best-fit' reikwijdtes. De aangegeven risicoverhoging beschrijft de gemiddelde procentuele verhoging van de kans op longontsteking voor een bewoner wanneer er één bedrijf van het betreffende type binnen de gekozen reikwijdte van de woning ligt. Bijvoorbeeld: Voor 2011 is de risicoverhoging rondom geitenhouderijen volgens de tabel 31.7% bij een reikwijdte van 1.5 kilometer. Dit betekent dat er onder bewoners bij wie binnen een straal van 1.5 kilometer rondom de woning één geitenhouderij ligt, 31.7% meer gevallen van longontsteking optreden dan onder bewoners zonder geitenhouderij binnen 1.5 kilometer van de woning. Voor elke extra geitenhouderij binnen 1.5 kilometer van de woning neemt het berekende risico verder toe. Het aangegeven PAR beschrijft hoeveel minder longontsteking er in het betreffende jaar zou zijn geweest als er niemand binnen de gekozen reikwijdte van bedrijven van het betreffende type zou hebben gewoond. Bijvoorbeeld: in 2013 is dit 4.0% voor geitenhouderijen bij een reikwijdte van 2 kilometer; dit komt overeen met ongeveer 72 vermijdbare gevallen onder 1.800 gevallen van longontsteking per 100.000 bewoners in 2013.

Bron: NIVEL, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen; actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2014 – 2016, 2018

**Figuur 6** Associaties voor volwassenen tussen de aanwezigheid van een geitenhouderij binnen een straal van 500 m (A), 1000 m (B), 1500 m (C), en 2000 m (D) van het woonadres en longontsteking in 2014-2016 (OR (95% BI)). Meta-analyse van resultaten uit logistische regressie van 23 individuele huisartspraktijken (gecorrigeerd voor leeftijd (lineair) en geslacht)



Tabel 13-15 geeft geschatte Odds Ratios voor de verschillende stralen rond geitenhouderijen voor kinderen.

Pluimveehouderijen komen aan bod in Tabel 19. Daar wordt wel gecorrigeerd voor geitenhouderijen (omgekeerd niet).

Bron: NIVEL, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen; actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2014 – 2016, 2018

Tabel 16 Associaties voor volwassenen tussen de aanwezigheid van een geitenhouderij binnen een straal van 500 m, 1000 m, 1500 m, en 2000 m van het woonadres en longontsteking in 2014, 2015 of 2016 (OR (95% BI)), geanalyseerd met logistische regressie, multilevel logistische regressie en meta-analyse

	2014	2015	2016
<b>Aanwezigheid geitenhouderij binnen 500 m rondom de woning</b>			
n	66.130	69.335	70.691
Volwassenent†	1.55%	1.52%	1.53%
Logistische regressie ‡	1.71 (1.17-2.40)**	1.64 (1.16-2.24)**	1.59 (1.11-2.20)**
Multi-level§	1.31 (0.90-1.90)	1.35 (0.96-1.90).	1.30 (0.91-1.85)
Meta-analyse ¶	2.04 (1.00-4.16).	1.54 (1.09-2.17)*	1.39 (0.97-2.01).
<b>Aanwezigheid geitenhouderij binnen 1000 m rondom de woning</b>			
Volwassenent†	8.67%	8.49%	8.57%
Logistische regressie ‡	1.55 (1.29-1.84)***	1.35 (1.14-1.59)***	1.29 (1.08-1.53)**
Multi-level§	1.19 (0.97-1.46).	1.10 (0.91-1.33)	1.03 (0.84-1.26)
Meta-analyse ¶	1.38 (0.99-1.90).	1.19 (0.98-1.45).	1.17 (0.88-1.56)
<b>Aanwezigheid geitenhouderij binnen 1500 m rondom de woning</b>			
Volwassenent†	19.48%	19.03%	19.13%
Logistische regressie ‡	1.36 (1.19-1.56)***	1.25 (1.10-1.41)***	1.26 (1.11-1.43)***
Multi-level§	1.10 (0.94-1.30)	1.08 (0.93-1.25)	1.11 (0.95-1.30)
Meta-analyse ¶	1.11 (0.94-1.31)	1.09 (0.91-1.30)	1.15 (0.98-1.35).
<b>Aanwezigheid geitenhouderij binnen 2000 m rondom de woning</b>			
Volwassenent†	33.51%	32.84%	32.92%
Logistische regressie ‡	1.31 (1.16-1.47)***	1.17 (1.05-1.30)**	1.17 (1.04-1.30)**
Multi-level§	1.14 (0.99-1.32).	1.06 (0.93-1.20)	1.08 (0.95-1.24)
Meta-analyse ¶	1.08 (0.90-1.31)	1.05 (0.92-1.20)	1.10 (0.96-1.27)

.p<0.15, \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

†Percentages patiënten met geitenhouderij(en) binnen de aangegeven straal rondom de woning.

‡Gecorrigeerd voor leeftijd (lineair) en geslacht.

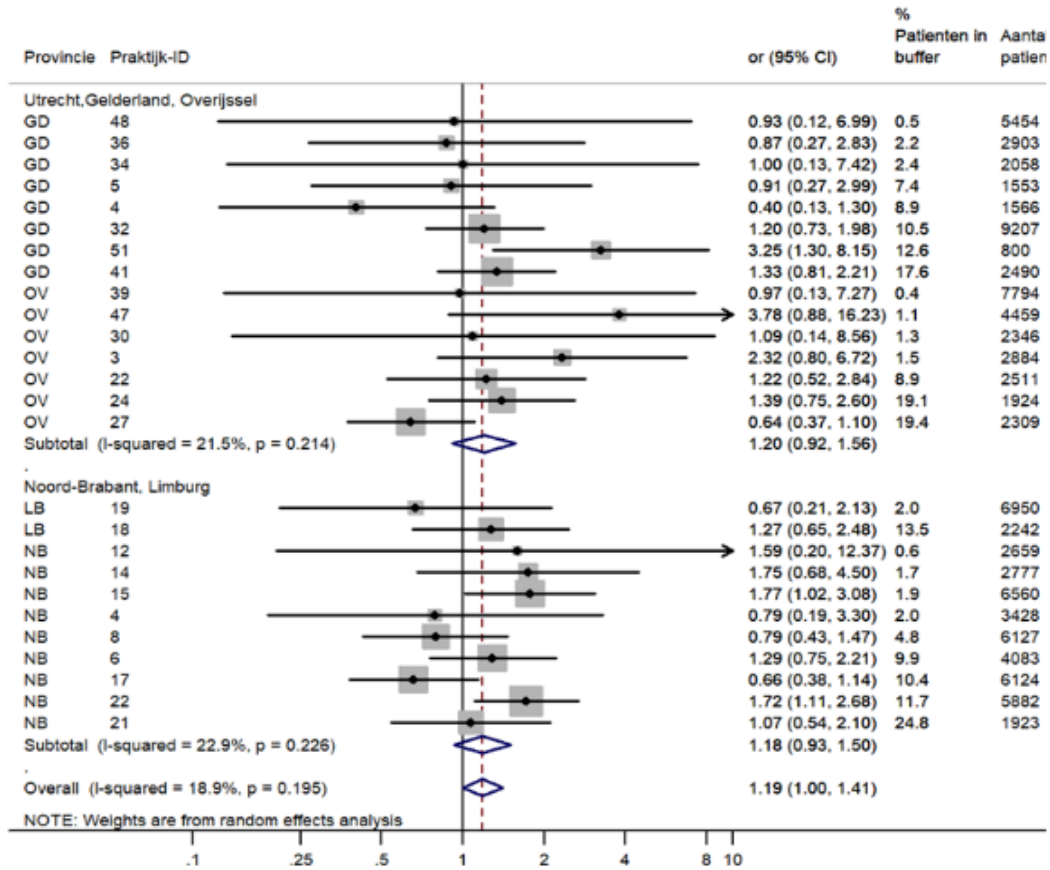
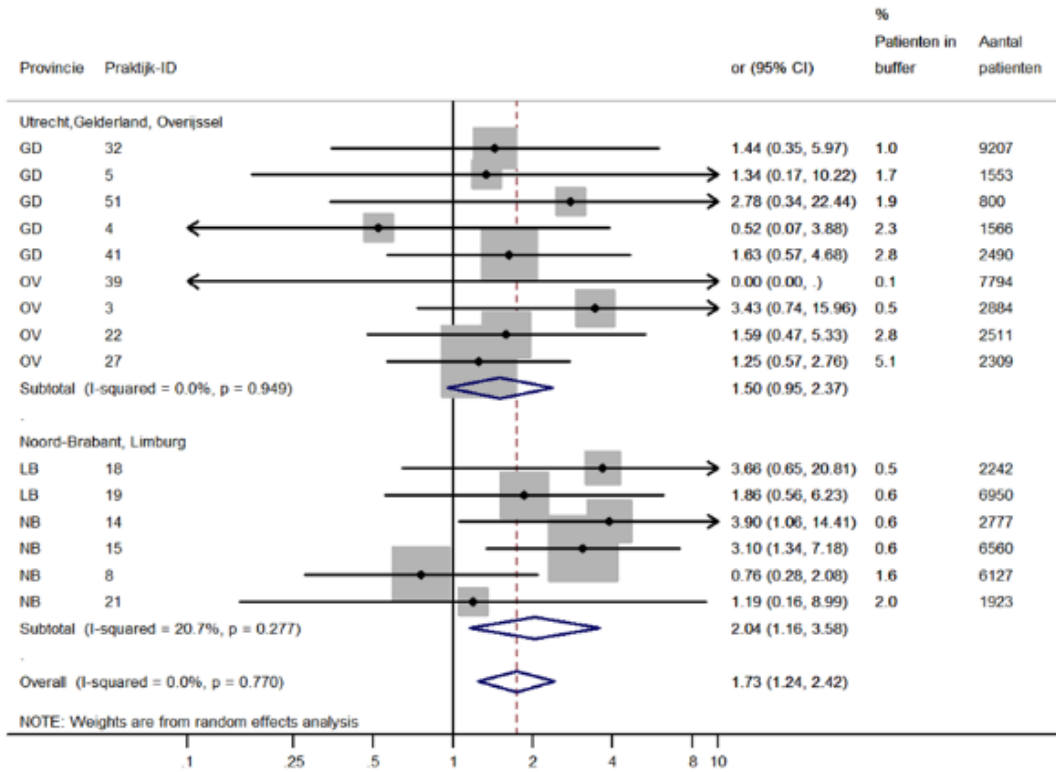
§ Gecorrigeerd voor leeftijd (lineair) en geslacht, en met huisartsenpraktijk als random intercept.

¶ Meta-analyse van resultaten uit logistische regressie van individuele huisartsenpraktijken (gecorrigeerd voor leeftijd (lineair) en geslacht).

Merk op dat er niet wordt gecorrigeerd voor andere veehouderijen

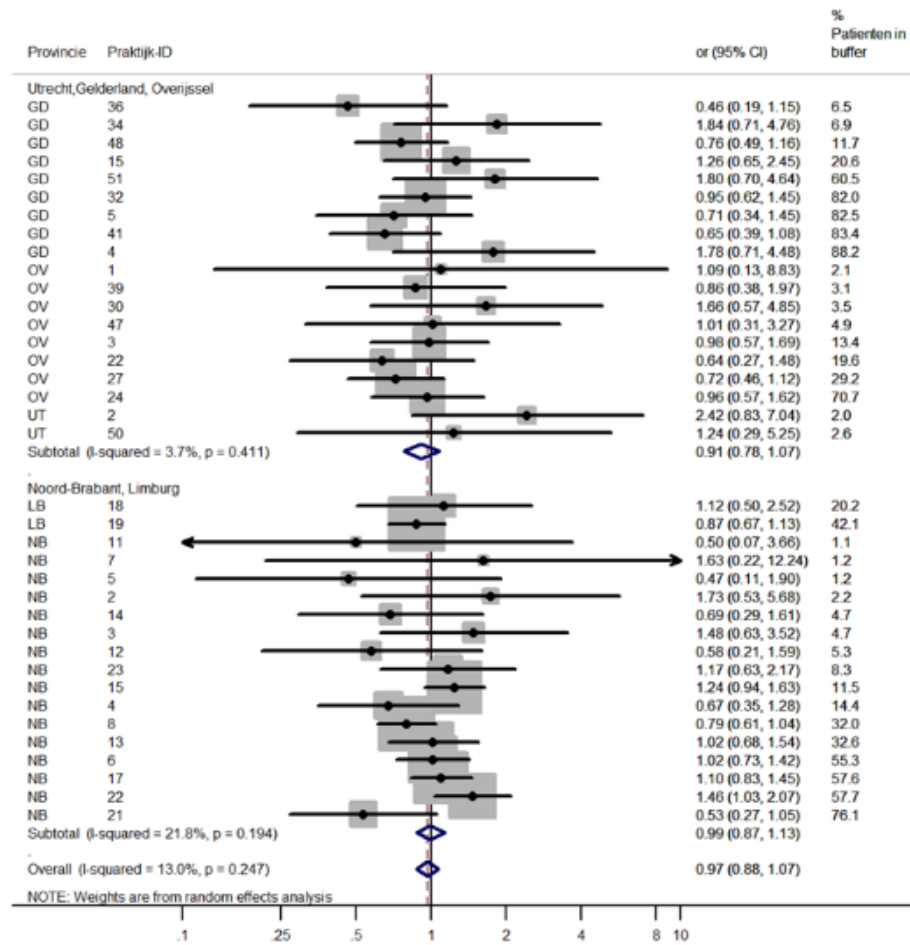
# 10.B.IV. VGO 2019

Bron: IRAS, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht, 2019



Bron: IRAS, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht, 2019

c)



**Figuur 3.** Meta-analyse van de logistische regressie voor individuele huisartspraktijken in Gelderland, Overijssel en Utrecht en huisartsenpraktijken in Noord-Brabant en Limburg. De associaties zijn weergegeven tussen de aanwezigheid van een geitenhouderij binnen een straal van a) 500m, b) 1000m en c) 2000m van het woonadres en longontsteking in 2014-2016 (OR (95% BI)) voor de gehele onderzoekspopulatie, gecorrigeerd voor een pluimveebedrijf binnen 2000 meter, leeftijd en geslacht. Voor andere veehouderijen zijn de meta-analyse resultaten te vinden in de Bijlage (Tabel S9).

De ruit geeft het 95%BI weer van de gecombineerde effectschattingen. De grootte van het vierkant van de individuele effectschatting geeft aan in welke mate deze bijdraagt aan het gecombineerde effect en is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de schatting. De huisartspraktijken zijn gesorteerd per provincie, en naar het gemiddelde percentage patiënten met een geitenbedrijf aanwezig binnen de onderzochte buffer van hun woonadres.

Bron: IRAS, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht, 2019 (Tabellen 5 en S9)

**Tabel 5.** Resultaten voor een mogelijk verband tussen het voorkomen van longontsteking en de nabijheid van geitenhouderijen en schapenhouderijen voor de jaren 2014-2017, gebruikmakend van multivariate kernel-analyses. De resultaten voor Noord-Brabant en Limburg zijn uit IJzermans 2018 en maakten gebruik van de provinciale BVB bestanden (zie paragraaf 2.4).

Jaar	2014	2015	2016	2017
<b>Geiten; Gelderland, Overijssel en Utrecht</b>				
Reikwijdte in km	2	n.v.t.	1	1.5
Risicoverhoging (%)	1.9	n.v.t.	36.1	12.4
PAR (%)	0.6	n.v.t.	2.6	2.6
<b>Geiten; Noord-Brabant en Limburg (zie IJzermans 2018)</b>				
Reikwijdte in km	2	2	2	-
Risicoverhoging (%)	31.9	23.6	25.4	-
PAR (%)	7.8	6.0	7.2	-
<b>Schapen; Gelderland, Overijssel en Utrecht</b>				
Reikwijdte in km	1.5	1.5	1.5	1.5
Risicoverhoging (%)	5.3	14.1	13.3	9.0
PAR (%)	11.7	35.8	33.8	31.7

Geen significante risicoverhoging in 2015 (Gelderland, Overijssel en Utrecht). Gegevens 2017 nog niet beschikbaar voor Noord-Brabant en Limburg.

**Tabel S9.** Associaties tussen de aanwezigheid van 6 typen veehouderijen binnen een straal van 500m, 1000m en 2000m van het woonadres en longontsteking in 2014-2017 (OR (95% BI)) geanalyseerd met een meta-analyse van resultaten uit logistische regressie van individuele huisartspraktijken voor alle leeftijden in Gelderland, Overijssel en Utrecht (n=65.251).

	500m	1000m	2000m
<b>Geitenhouderij</b>			
Basismodel <sup>1</sup>	1,27 (0,83-1,95)	1,10 (0,89-1,36)	0,95 (0,83-1,08)
Gecorrigeerd voor vijf typen veehouderijen <sup>2</sup>	1,18 (0,76-1,83)	1,15 (0,94-1,41)	0,98 (0,85-1,14)
Gecorrigeerd voor NO <sub>2</sub> <sup>3</sup>	1,28 (0,83-1,97)	1,10 (0,89-1,36)	0,93 (0,81-1,07)
Gecorrigeerd voor leeftijd*leeftijd <sup>4</sup>	1,26 (0,82-1,95)	1,12 (0,93-1,37)	0,93 (0,81-1,06)
<b>Pluimveehouderij<sup>2</sup></b>	0,98 (0,82-1,17)	0,98 (0,88-1,09)	1,06 (0,93-1,21)
Leghennen/ouderdieren <sup>2</sup>	0,97 (0,81-1,18)	1,01 (0,88-1,16)	0,96 (0,79-1,16)
Vleeskuikens <sup>2</sup>	1,17 (0,80-1,72)	0,95 (0,77-1,18)	0,96 (0,83-1,11)
<b>Rundveehouderij<sup>2</sup></b>	0,92 (0,81-1,04)	0,91 (0,79-1,05)	<sup>5</sup>
<b>Varkenshouderij<sup>2</sup></b>	1,07 (0,92-1,25)	1,03 (0,92-1,15)	0,98 (0,84-1,15)
<b>Schapenhouderij<sup>2</sup></b>	0,85 (0,68-1,06)	0,99 (0,87-1,13)	0,96 (0,85-1,07)
<b>Nertsenhouderij<sup>2</sup></b>	2,18 (1,13-4,21)	1,39 (1,01-1,93)	1,51 (1,15-1,98)

<sup>1</sup> Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en een pluimveehouderij binnen 2000 meter.

<sup>2</sup> Gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht, en voor de aanwezigheid van een varkens- en geitenhouderij binnen 500 meter, een schapen- en nertsenhouderij binnen 1000 meter en een pluimveebedrijf binnen 2000 meter.

<sup>3</sup> Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, een pluimveehouderij binnen 2000 meter en NO<sub>2</sub>.

<sup>4</sup> Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, een pluimveehouderij binnen 2000 meter en leeftijd\*leeftijd.

<sup>5</sup> Geen schatting mogelijk. Slechts 9 patiënten met pneumonie wonen verder dan 2000m van een rundveehouderij.

Bron: IRAS, Veehouderij en Gezondheid Omwonenden III - Longontsteking in de nabijheid van geiten- en pluimveehouderijen in Gelderland, Overijssel en Utrecht, 2019

**Tabel S10.** Associaties tussen de aanwezigheid van geitenhouderijen en pluimveehouderijen binnen een straal van 500m, 1000m en 2000m van het woonadres en longontsteking in 2014, 2015, 2016 of 2017 (OR (95% BI)) geanalyseerd met een meta-analyse van resultaten uit logistische regressie van individuele huisartspraktijken voor alle leeftijden in Gelderland, Overijssel en Utrecht (n=65.251).

	<b>500m</b>	<b>1000m</b>	<b>2000m</b>
<b>Geitenhouderijen</b>			
2014	1,49 (0,88-2,53)	1,15 (0,90-1,48)	1,01 (0,87-1,18)
2015	1,37 (0,81-2,32)	1,18 (0,94-1,46)	1,03 (0,89-1,19)
2016	1,30 (0,85-2,00)	1,11 (0,89-1,39)	0,98 (0,86-1,13)
2017	1,32 (0,86-2,03)	1,12 (0,90-1,39)	0,97 (0,84-1,11)
<b>Pluimveehouderijen</b>			
2014	1,03 (0,86-1,23)	0,96 (0,85-1,07)	1,05 (0,92-1,21)
2015	0,98 (0,83-1,16)	0,96 (0,86-1,07)	1,05 (0,92-1,20)
2016	0,98 (0,83-1,16)	0,97 (0,87-1,08)	1,05 (0,90-1,22)
2017	0,98 (0,83-1,15)	0,97 (0,87-1,08)	1,03 (0,90-1,18)

## 10.B.V. VGO 2021

Bron: NIVEL, Longontsteking in de nabijheid van geitenhouderijen in Noord-Brabant en Limburg - Actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2017 – 2019, 2021

*Tabel 5 Associaties, op basis van alle leeftijden en ook gestratificeerd naar volwassenen en kinderen, tussen de aanwezigheid van geitenhouderijen binnen een straal van 500m, 1000m en 2000m van het woonadres en longontsteking in 2017-2019 (OR (95% BI)) geanalyseerd met logistische regressie, multilevel logistische regressie en meta-analyse (significante verschillen zijn dikgedrukt).*

	Buffer		
	500	1000	2000
<b>ALLE LEEFTIJDEN</b>			
Logistische regressie <sup>1</sup>	1,35 (1,00 – 1,84)	<b>1,20 (1,07 – 1,35)</b>	<b>1,13 (1,06 – 1,21)</b>
Multilevel <sup>2</sup>	1,18 (0,86 – 1,61)	0,98 (0,86 – 1,11)	1,07 (0,98 – 1,17)
Meta-analyse <sup>3</sup>	<b>1,38 (1,00 – 1,90)</b>	0,99 (0,85 – 1,15)	1,06 (0,96 – 1,17)
<b>VOLWASSENEN (leeftijd&gt;18 jaar)</b>			
Logistische regressie <sup>1</sup>	1,28 (0,92 – 1,79)	<b>1,22 (1,08 – 1,38)</b>	<b>1,15 (1,08 – 1,24)</b>
Multilevel <sup>2</sup>	1,12 (0,80 – 1,58)	1,00 (0,87 – 1,14)	<b>1,10 (1,00 – 1,21)</b>
Meta-analyse <sup>3</sup>	1,42 (0,93 – 2,17)	1,02 (0,87 – 1,19)	1,10 (0,99 – 1,22)
<b>KINDEREN (leeftijd=&lt;18 jaar<sup>4</sup>)</b>			
Logistische regressie <sup>1</sup>	1,99 (0,92 – 4,32)	1,00 (0,67 – 1,48)	0,92 (0,74 – 1,16)
Multilevel <sup>2</sup>	1,76 (0,80 – 3,88)	0,79 (0,52 – 1,21)	0,82 (0,62 – 1,09)
Meta-analyse <sup>3</sup>	<b>2,64 (1,14 – 6,08)</b>	0,98 (0,62 – 1,56)	0,86 (0,60 – 1,24)

<sup>1</sup>Gecorrigeerd voor een pluimveehouderij binnen 2000 meter, leeftijd, geslacht en registratieduur.

<sup>2</sup>Gecorrigeerd voor een pluimveehouderij binnen 2000 meter, leeftijd, geslacht, registratieduur en huisartsenpraktijk als random intercept.

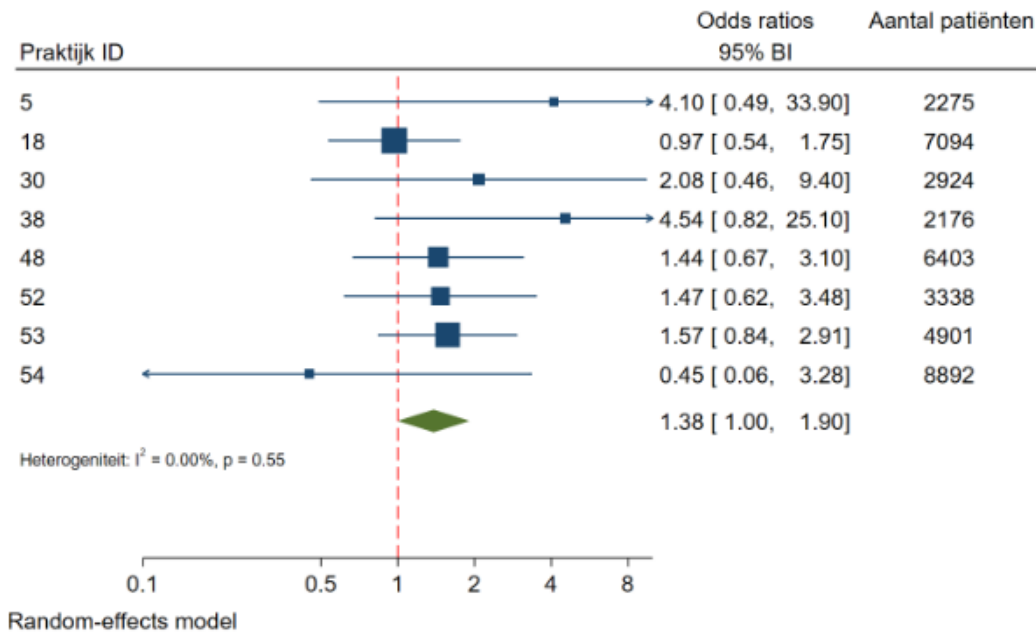
<sup>3</sup>Meta-analyse van resultaten uit logistische regressie van individuele huisartspraktijken (gecorrigeerd voor een pluimveehouderij binnen 2000 meter, leeftijd, geslacht en registratieduur).

<sup>4</sup>Omdat we de leeftijd per 2019 bepaalden is 18 jaar als leeftijdsgrens genomen.

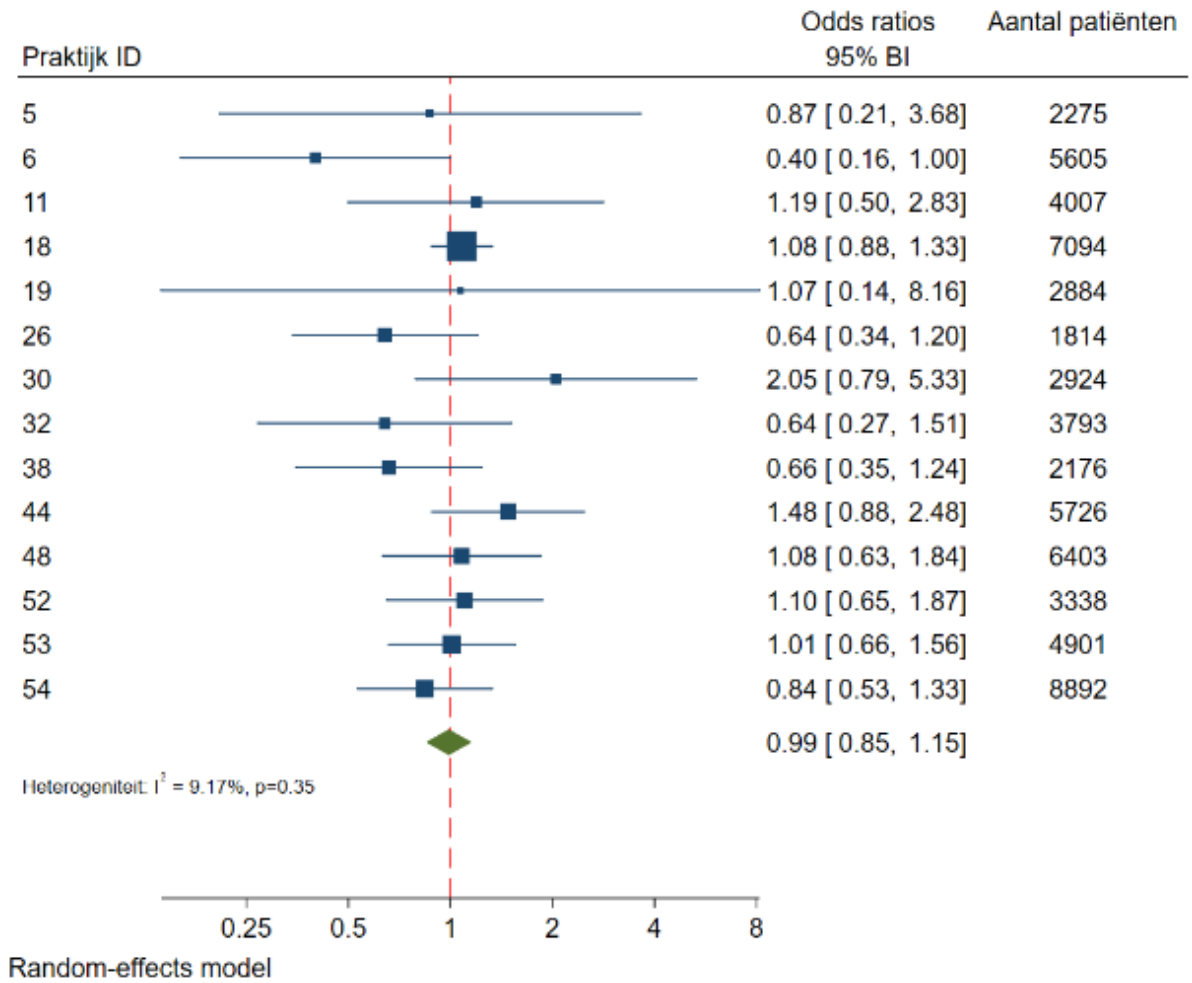
Bron: NIVEL, Longontsteking in de nabijheid van geitenhouderijen in Noord-Brabant en Limburg - Actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2017 – 2019, 2021

**Figuur 8** Meta-analyse van de logistische regressie voor individuele huisartspraktijken het onderzoeksgebied. De associaties zijn weergegeven tussen de aanwezigheid van een geitenhouderij binnen een straal van **a)** 500m, **b)** 1000m en **c)** 2000m van het woonadres en longontsteking in 2017-2019 (OR (95% BI)) voor de gehele onderzoekspopulatie, gecorrigeerd voor een pluimveehouderij binnen 2000 meter, leeftijd, geslacht en registratieduur. De ruit geeft het 95%BI weer van de gecombineerde effectschattingen. De grootte van het vierkant van de individuele effectschatting geeft aan in welke mate deze bijdraagt aan het gecombineerde effect en is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de schatting.

8A

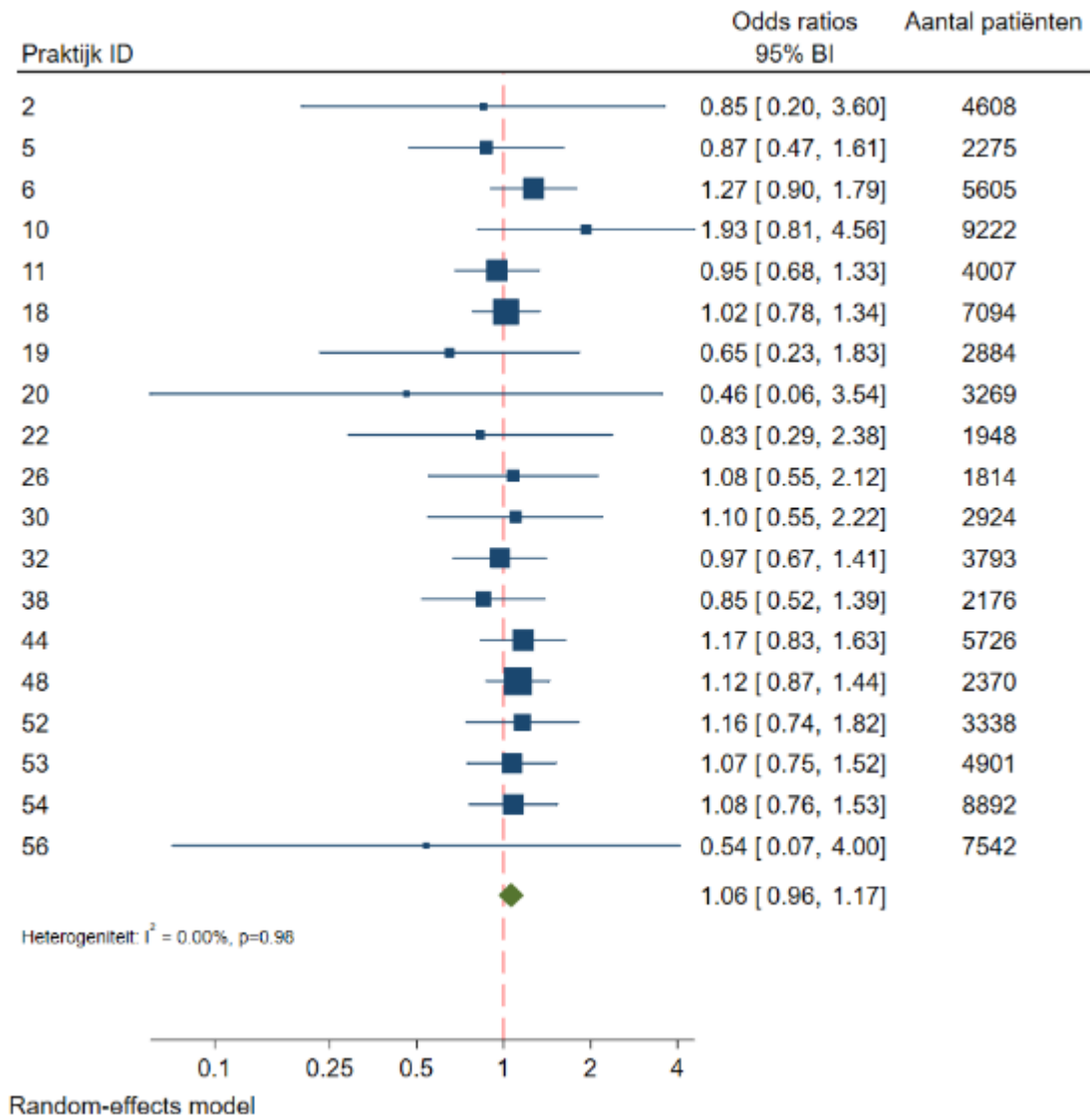


Bron: NIVEL, Longontsteking in de nabijheid van geitenhouderijen in Noord-Brabant en Limburg - Actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2017 – 2019, 2021



Bron: NIVEL, Longontsteking in de nabijheid van geitenhouderijen in Noord-Brabant en Limburg - Actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2017 – 2019, 2021

8C



Bron: NIVEL, Longontsteking in de nabijheid van geitenhouderijen in Noord-Brabant en Limburg - Actualisering van gegevens uit huisartspraktijken 2017 – 2019, 2021

*Tabel C3 Associaties, op basis van alle leeftijden, tussen de aanwezigheid van geiten- en pluimveehouderijen binnen een straal van 500m, 1000m en 2000m van het woonadres en longontsteking in 2017, 2018 of 2019 (OR (95% BI)) geanalyseerd met logistische en multilevel regressie (significante verschillen zijn dikgedrukt).*

	Buffer		
	500	1000	2000
<b>2017</b>			
<i>Geitenhouderijen</i>			
Logistische regressie <sup>1</sup>	<b>1.59 (1.04 – 2.43)</b>	<b>1.22 (1.03 – 1.45)</b>	<b>1.12 (1.01 – 1.23)</b>
Multilevel <sup>2</sup>	1.41 (0.92 – 2.16)	1.04 (0.86 – 1.25)	1.10 (0.97 – 1.25)
<i>Pluimveehouderijen</i>			
Logistische regressie <sup>3</sup>	<b>1.37 (1.14 – 1.65)</b>	<b>1.33 (1.20 – 1.48)</b>	1.08 (0.98 – 1.19)
Multilevel <sup>4</sup>	1.11 (0.92 – 1.35)	1.11 (0.98 – 1.25)	0.97 (0.86 – 1.09)
<b>2018</b>			
<i>Geitenhouderijen</i>			
Logistische regressie <sup>1</sup>	1.22 (0.77 – 1.91)	<b>1.21 (1.02 – 1.43)</b>	<b>1.14 (1.04 – 1.26)</b>
Multilevel <sup>2</sup>	1.05 (0.67 – 1.66)	0.97 (0.81 – 1.16)	1.04 (0.92 – 1.18)
<i>Pluimveehouderijen</i>			
Logistische regressie <sup>3</sup>	1.17 (0.96 – 1.41)	<b>1.26 (1.14 – 1.40)</b>	1.07 (0.97 – 1.18)
Multilevel <sup>4</sup>	0.88 (0.72 – 1.07)	0.99 (0.87 – 1.11)	0.98 (0.87 – 1.10)
<b>2019</b>			
<i>Geitenhouderijen</i>			
Logistische regressie <sup>1</sup>	<b>1.64 (1.08 – 2.51)</b>	<b>1.35 (1.14 – 1.60)</b>	<b>1.22 (1.10 – 1.36)</b>
Multilevel <sup>2</sup>	1.47 (0.95 – 2.25)	1.15 (0.95 – 1.38)	<b>1.18 (1.03 – 1.35)</b>
<i>Pluimveehouderijen</i>			
Logistische regressie <sup>3</sup>	<b>1.28 (1.05 – 1.56)</b>	<b>1.25 (1.12 – 1.40)</b>	<b>1.13 (1.01 – 1.25)</b>

## 10.B.VI. VGO 2024

Geen nieuwe resultaten

## 10.C. Gezondheidsonderzoek – Vragenlijsten

### 10.C.I. VGO 2016

Bron: RIVM, Veehouderij en gezondheid omwonenden, 2016

**Tabel 4.9** Associaties tussen variabelen met betrekking tot veehouderij en het voorkomen van pneumonie

	Pneumonie patiënten (n=186)	Controles (n=2.240)	Odds ratio (95%BI)	Gecorrigeerde OR (95%BI)*
<b>Aantal deelnemers die op &lt;500 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	11	31	4,48 (2,21-9,06)	4,38 (1,96-9,80)
250 pluimvee	32	322	1,24 (0,83-1,84)	0,95 (0,59-1,51)
25 varkens	60	626	1,23 (0,89-1,69)	1,21 (0,83-1,78)
5 rundvee	100	1.176	1,05 (0,78-1,42)	0,91 (0,65-1,28)
5 paarden	50	521	1,21 (0,87-1,70)	1,03 (0,69-1,53)
50 schapen	12	169	0,85 (0,46-1,55)	0,91 (0,49-1,68)
<b>Aantal deelnemers die op minder dan 1.000 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	35	229	2,04 (1,38-3,01)	2,01 (1,32-3,05)
250 pluimvee	112	1.226	1,25 (0,92-1,70)	1,10 (0,78-1,57)
25 varkens	152	1.773	1,18 (0,80-1,73)	1,02 (0,65-1,60)
5 rundvee	174	2.110	0,89 (0,49-1,65)	0,64 (0,32-1,31)
5 paarden	143	1.599	1,33 (0,94-1,90)	1,28 (0,84-1,97)
50 schapen	58	701	1,00 (0,72-1,37)	0,93 (0,67-1,31)
<b>Aantal deelnemers die op minder dan 1.500 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	62	485	1,81 (1,31-2,49)	1,91 (1,38-2,67)
250 pluimvee	156	1.890	0,96 (0,64-1,45)	0,74 (0,46-1,18)
25 varkens	183	2.172	1,91 (0,60-6,13)	1,65 (0,49-5,62)
5 rundvee	186	2.233	/	/
5 paarden	172	2.032	1,26 (0,72-2,21)	1,34 (0,70-2,59)
50 schapen	102	1.357	0,79 (0,59-1,07)	0,78 (0,57-1,06)
<b>Aantal deelnemers die op minder dan 2000 meter wonen van een veehouderij met een minimaal aantal dieren</b>				
50 geiten	90	742	1,89 (1,40-2,56)	1,91 (1,41-2,59)
250 pluimvee	175	2.040	1,56 (0,83-2,92)	1,35 (0,68-2,66)
25 varkens	186	2.228	/	/
5 rundvee	186	2.240	/	/
5 paarden	180	2.138	1,43 (0,62-3,30)	1,15 (0,47-2,85)
50 schapen	145	1.776	0,92 (0,64-1,33)	0,88 (0,61-1,27)

\* Gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht

1 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 500m met minstens XXX dieren

2 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 1.000m met minstens XXX dieren

3 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 1.500m met minstens XXX dieren

4 Gecorrigeerde OR is ook gecorrigeerd voor aanwezigheid van andere bedrijven binnen 2.000m met minstens XXX dieren

**Tabel B2** Vergelijking karakteristieken tussen respondenten en non-respondenten van het vragenlijstonderzoek 'luchtwegklachten', en tussen deelnemers van het medisch onderzoek en personen die wel zijn uitgenodigd maar niet deelnamen aan het medisch onderzoek (behorend bij paragraaf 2.9.1).

	Respondenten vragenlijst- onderzoek	Non- respondenten vragenlijst- onderzoek	OR (95% CI)	Deelnemers VGO-gezond- heidsonder- zoek	Wel uitgenodigd geen deelname VGO-gezond- heidsonderzoek	OR (95% CI)
Aantal n	14.875	12.969		2.494	4.686	
Leeftijd in jaren <sup>1</sup>	50,4 ± 13,3	42,8 ± 13,6	<b>1,52</b> (1,49-1,54)	54,7 ± 11,0	49,1 ± 13,3	<b>1,46</b> (1,40-1,52)
Vrouwen	53,2	45,4	<b>1,54</b> (1,47-1,62)	54,6	52,2	<b>1,22</b> (1,10-1,35)
<b>Blootstelling</b>						
Afstand naar de eerste veehouderij <sup>2</sup>	475 ± 281	498 ± 287	<b>0,97</b> (0,96-0,98)	439 ± 266	486 ± 278	<b>0,93</b> (0,92-0,95)
<b>Aantal veehouderijbedrijven</b>						
Binnen 500 m	1,5 ± 1,9	1,4 ± 1,8	<b>1,04</b> (1,02-1,05)	1,8 ± 2,1	1,5 ± 1,8	<b>1,11</b> (1,08-1,13)
Binnen 1.000 m	8,1 ± 5,7	7,4 ± 5,4	<b>1,02</b> (1,02-1,03)	9,3 ± 5,9	8,1 ± 5,6	<b>1,04</b> (1,03-1,05)
<b>Aanwezigheid van type veehouderijbedrijven binnen 500 m</b>						
Varkens	19,8	18,3	1,04 (0,98-1,12)	22,5	17,4	<b>1,33</b> (1,17-1,52)
Pluimvee	12,6	11,5	<b>1,13</b> (1,04-1,22)	13,6	12,1	1,07 (0,92-1,26)
Rundvee	41,3	38,5	<b>1,11</b> (1,05-1,17)	49,0	43,1	<b>1,21</b> (1,09-1,34)
Geiten	1,1	0,8	1,20 (0,92-1,56)	1,6	1,1	1,35 (0,87-2,09)
Nertsen	1,7	1,6	1,04 (0,85-1,26)	2,0	1,3	1,45 (0,98-2,13)
<b>Aanwezigheid van type veehouderijbedrijven binnen 1.000 m</b>						
Varkens	65,9	63,3	<b>1,09</b> (1,03-1,16)	71,5	64,3	<b>1,31</b> (1,17-1,47)
Pluimvee	47,4	43,7	<b>1,16</b> (1,10-1,22)	51,1	47,8	1,07 (0,96-1,19)
Rundvee	88,6	86,6	<b>1,09</b> (1,00-1,18)	93,6	91,5	1,13 (0,92-1,39)
Geiten	4,9	3,9	<b>1,23</b> (1,09-1,40)	7,0	5,6	<b>1,26</b> (1,02-1,56)
Nertsen	7,1	6,9	1,00 (0,90-1,10)	9,3	6,7	<b>1,40</b> (1,16-1,68)
<b>Morbiditeit op basis van Elektronische Medische Dossiers</b>						
Deelnemers met goede kwaliteit Elektronische Medische Dossiers n	11868	10532		1936	3443	
Astma (ICPC R96)	6,8	6,6	1,06 (0,95-1,18)	5,9	6,9	0,89 (0,70-1,12)
COPD (ICPC R95 of R91)	3,4	2,7	<b>0,81</b> (0,69-0,96)	3,6	3,4	<b>0,72</b> (0,53-0,98)
Allergische rhinitis (ICPC R97)	6,3	5,8	<b>1,28</b> (1,14-1,44)	6,9	6,7	1,19 (0,95-1,49)
Pneumonie (ICPC R81)	3,1	2,3	1,00 (0,84-1,19)	4,0	3,0	1,11 (0,81-1,50)

<sup>1</sup> OR(95% CI) voor een toename van 10 jaar

<sup>2</sup> OR (95% CI) voor een toename van 100 meter

Gegevens zijn gepresenteerd als gemiddelde ±SD of % tenzij anders vermeld. OR (95% CI) zijn gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht. De waarschijnlijkheid dat iemand respondeert op de korte vragenlijst en de waarschijnlijkheid dat iemand deelneemt aan het medisch onderzoek is gemodelleerd voor verschillende karakteristieken met logistische regressie. Dik gedrukte lettertypes indiceren statistische significantie (p < 0,05). ICPC: International Classification of Primary Care.

**Tabel B3** -vervolg- Associaties tussen op EPD gebaseerde astma, COPD, allergische rhinitis en pneumonie en verschillende veehouderij blootstelling variabelen vergeleken in verschillende subpopulaties (behorende bij paragraaf 2.9).

		Totale populatie (n = 22.377)	Respondenten vragenlijst onderzoek (n = 11.862)	Totaal uitgenodigde populatie voor VGO-gezondheidsonderzoek (n = 5.379)	Deelnemers VGO-gezondheidsonderzoek (n = 1.936)	
Blootstelling aan veehouderij		OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	
Aantal veehouderijen binnen 1.000 m (kwartielen)						
	< 4	1	1	1	1	
	4 to 7	0,95 (0,82-1,10)	0,86 (0,70-1,05)	0,93 (0,66-1,29)	0,79 (0,44-1,43)	
	7 to 11	0,93 (0,80-1,09)	0,83 (0,67-1,02)	0,95 (0,71-1,28)	0,85 (0,52-1,40)	
	> 11	1,01 (0,87-1,17)	0,92 (0,75-1,12)	1,10 (0,83-1,46)	0,84 (0,52-1,37)	
Pneumonie (ICPC R81)	Aanwezigheid van veehouderijbedrijven					
		Binnen 100 m	0,77 (0,53-1,13)	0,78 (0,48-1,26)	0,97 (0,49-1,91)	0,93 (0,37-2,36)
		Binnen 500 m	0,96 (0,82-1,13)	0,91 (0,74-1,12)	1,01 (0,75-1,37)	0,98 (0,61-1,58)
		Binnen 1.000 m	1,12 (0,76-1,66)	1,15 (0,68-1,95)	2,35 (0,74-7,43)	2,03 (0,28-15,01)
	Afstand tot de eerste veehouderij (kwartielen)					
		> 640 m	1	1	1	1
		450-640 m	0,84 (0,67-1,05)	0,81 (0,60-1,08)	0,77 (0,50-1,19)	0,85 (0,42-1,69)
		290-450 m	0,84 (0,67-1,06)	0,81 (0,61-1,09)	0,71 (0,46-1,12)	0,63 (0,30-1,31)
		< 290 m	0,86 (0,69-1,07)	0,83 (0,63-1,10)	1,14 (0,77-1,68)	1,16 (0,63-2,13)
	Aantal veehouderijen binnen 1.000 m (kwartielen)					
	< 4	1	1	1	1	
	4 to 7	0,67 (0,50-0,90)	0,74 (0,54-1,01)	0,70 (0,41-1,20)	0,48 (0,18-1,27)	
	7 to 11	1,12 (0,87-1,45)	1,14 (0,86-1,51)	1,35 (0,89-2,04)	1,47 (0,76-2,85)	
	> 11	1,09 (0,83-1,43)	1,21 (0,91-1,60)	1,52 (1,02-2,28)	1,41 (0,73-2,71)	
Aanwezigheid geitenbedrijven						
	Binnen 500 m	1,05 (0,49-2,25)	0,66 (0,21-2,08)	1,04 (0,32-3,33)	1,31 (0,31-5,56)	
	Binnen 1.000 m	<b>2,12</b> (1,60-2,80)	<b>1,99</b> (1,40-2,84)	<b>2,42</b> (1,59-3,68)	<b>2,41</b> (1,29-4,50)	

<sup>1</sup> OR (95% CI) zijn gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht. De associaties tussen astma, COPD, allergische rhinitis en pneumonie gebaseerd op het Elektronisch Patiënten Dossier (EPD), zijn gemodelleerd voor verschillende veehouderij blootstellingsvariabelen met logistische regressie. Deze associaties zijn vergeleken in 4 subpopulaties; 1) de totale 'bron' populatie. 2) respondenten van het vragenlijstonderzoek. 3) totaal uitgenodigde populatie voor VGO-gezondheidsonderzoek 4) deelnemers van het VGO-gezondheidsonderzoek. In deze analyse zijn alleen personen geïncludeerd met een goede kwaliteit EPD. Dik gedrukt lettertypes indiceren statistische significantie ( $p < 0,05$ ). ICPC: International Classification of Primary Care.

## 10.C.II. VGO 2024 Prospectieve Patiëntenstudie

Bron: RIVM, Veehouderij en gezondheid omwonenden (VGO-III) Actualisatie epidemiologische studies 2014-2019  
Onderzoek naar longontstekingen rond geitenhouderijen 2018-2024, 2024

Tabel 7.2 Algemene kenmerken en gegevens over gezondheid, weergegeven per studiepopulatie

	Patiënten (n=108)	Controlepersonen (n=969)	Geitenhouders en werknemers (n=100)
<b>Periode van inclusie</b>	aug '20 – apr '23	aug '21 – jul '22	dec '20, mrt '21 – feb '22
<b>Moment van inclusie</b>			
Herfst	32 (29,6%)	204 (21,1%)	29 (29,0%)
Winter	41 (38%)	295 (30,4%)	41 (41,0%)
Lente	19 (17,6%)	339 (35,0%)	0 (0%)
Zomer	16 (14,8%)	131 (13,5%)	30 (30,0%)
<b>Leeftijd</b>			
gem. ±SD	61,5 (±17,4)	63,8 (±10,0)	41,0 (±14,5)
Onbekend	2 (1,9%)	0 (%)	4 (4,2%)
<b>Geslacht</b>			
Man	50 (46,3%)	474 (48,9%)	55 (55,0%)
Vrouw	53 (49,1%)	495 (51,1%)	45 (45,0%)
Onbekend	5 (4,6%)	0 (0%)	0 (0%)

Bron: RIVM, Veehouderij en gezondheid omwonenden (VGO-III) Actualisatie epidemiologische studies 2014-2019  
Onderzoek naar longontstekingen rond geitenhouderijen 2018-2024, 2024 (Tabel 7.2 Vervolg)

	Patiënten (n=108)	Controlepersonen (n=969)	Geitenhouders en werknemers (n=100)
<b>Rookgedrag</b>			
Huidig	14 (13,0%)	44 (4,5%)	14 (14,0%)
Ooit	50 (46,3%)	483 (49,8%)	14 (14,0%)
Nooit	43 (39,8%)	431 (44,4%)	68 (68,0%)
Onbekend	1 (0,9%)	11 (1,1%)	4 (4,0%)
<b>Astma *</b>			
Ooit	17 (15,7%)	67 (6,9%)	13 (13%)
Nooit	91 (84,3%)	892 (92,1%)	83 (83%)
Onbekend	0 (0%)	10 (1,0%)	4 (4%)
<b>COPD/Emfyseem **</b>			
Ja	19 (17,6%)	55 (5,7%)	1 (1,0%)
Nee	89 (82,4%)	901 (93,0%)	95 (95%)
Onbekend	0 (0%)	13 (1,3%)	4 (4%)
<b>Longmedicatie</b>			
Ja	34 (31,5%)	78 (8,0%)	4 (4,0%)
Nee	72 (66,7%)	891 (92,0%)	96 (96,0%)
Onbekend	2 (1,9%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Immuundeficiëntie</b>			
Ja	8 (7,4%)	34 (3,5%)	2 (2,0%)
Nee	97 (89,8%)	935 (96,5%)	98 (98,0%)
Onbekend	3 (2,8%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Vaccinaties***</b>			
Griep	64 (59,3%)	531 (54,9%)	10 (10,0%)
Pneumokokken	29 (26,9%)	279 (28,9%)	11 (11,0%)
<b>Verblijf buitenland in vier weken voor monsterafname</b>			
	7 (6,5%)	151 (15,6%)	6 (6,0%)
<b>Woonachtig &lt;2.000m geitenhouderij</b>			
	67 (62,0%)	398 (41,1%)	NVT
<b>Woonachtig &lt;1.000m geitenhouderij</b>			
	15 (13,9%)	125 (12,7%)	NVT
<b>Woonachtig &lt;500m geitenhouderij</b>			
	1 (0,9%)	7 (0,7%)	NVT

\* Bij patiënten is uitgevraagd of ze astma hebben op het moment van het bezoek aan de huisarts. Aan controlepersonen en geitenhouders en werknemers is uitgevraagd of ze ooit astma gehad hebben.

\*\* Bij patiënten is uitgevraagd of ze aan COPD lijden. Aan de controlepersonen en geitenhouders en werknemers is gevraagd of ze aan COPD/Emfyseem lijden.

\*\*\* Van de griepvaccinatie is bekend sinds wanneer de deelnemer deze jaarlijks ontvangt. Van de pneumokokkenvaccinatie is bekend of deze ontvangen is of niet.

## 10.D. Uitstoot en Blootstelling aan pathogenen

De tabel op de volgende bladzijde is Tabel 7.9 uit VGO 2024. Het geeft aan in welke mate de verschillende organismen die 1) op meerdere geitenhouderijen aanwezig zijn en dus niet zeldzaam zijn; 2) voorkomen in de stallucht van geitenhouderijen; en: 3) mogelijk een longontsteking bij mensen kunnen veroorzaken ook in andere deelonderzoeken voorkwamen.

Tabel 7.9 Resultaten-synthese I, toegespitst op de bacteriën op de shortlist geitenhouderij

Deelstudie	Deelstudie luchtmetingen leefomgeving		Deelstudie gezondheid					Initiële ranking op basis van aantal keer *	
	Mogelijk resultaat uit deelstudie voor micro-organismen die voorkomen op de shortlist geitenhouderij	1. Aanwezigheid in de luchtmonsters leefomgeving	2. Afnemende aanwezigheid in de luchtmonsters leefomgeving met afstand tot geitenhouderij	3. Aanwezigheid in controlepersonen	4. Aanwezigheid in patiënten	5. Sterkere aanwezigheid in patiënten dan in controlepersonen	6. Sterkere aanwezigheid bij geitenhouders dan bij controlepersonen		7. Afnemende mate van voorkomen bij patiënten en/of controlepersonen met woonafstand tot geitenhouderij
Mate van bewijslast voor resultaten-synthese	Bewijs voor mogelijke verspreiding door de buitenlucht. Andere bronnen dan geitenhouderij zijn niet uitgesloten	Aanwijzing voor mogelijke verspreiding door de buitenlucht. (Enige) relatie met geitenhouderij is aannemelijk	Bewijs dat deze micro-organismen bij omwonenden aangetroffen worden	Bewijs dat deze micro-organismen kandidaat zijn om aan de hoofdhypothese te voldoen	Aanvullend (t.o.v. 4) bewijs dat deze micro-organismen kandidaat zijn om aan de hoofdhypothese te voldoen	Beperkt. Alleen bewijs voor mogelijke overdracht via de lucht in de werkomgeving	Aanwijzing voor mogelijke verspreiding van geitenhouderij naar omwonenden. (Enige) relatie met geitenhouderij is aannemelijk		
<b>Bacteriën op soort-niveau</b>	<i>Lactococcus lactis</i>	+ (19%)	-	+	+	-	+	-	4
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	+ (72%)	-	+	-	-	+	-	3
	<i>Fusobacterium necrophorum</i>	+ (26%)	-	+	-	-	+	-	3
	<i>Staphylococcus aureus</i>	+ (99%)	-	+	-	-	+	-	3
	<i>Clostridium sensu stricto 1 perfringens</i>	+ (56%)	-	+	-	-	-	-	2
	<i>Staphylococcus lugdunensis</i>	+ (72%)	-	+	-	-	-	-	2
	<i>Pseudomonas putida</i>	+ (36%)	-	+	-	-	-	-	2
	<i>Micrococcus luteus</i>	+ (81%)	-	+	-	-	-	-	2
	<i>Acinetobacter baumannii</i>	+ (15%)	-	+	-	-	-	-	2
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	+	+	-	-	-	2
	<i>Enterococcus hirae</i>	+ (78%)	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Streptococcus pluranimalium</i>	+ (18%)	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Paenicostridium sordellii</i>	+ (88%)	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Staphylococcus cohnii</i>	+ (73%)	-	-	-	-	-	-	1
	<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	-	-	+	-	-	-	-	1
	<i>Staphylococcus lentus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Acinetobacter haemolyticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Acinetobacter hwoffii</i>	-	-	-	-	-	-	-	0
	<i>Trueperella pyogenes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Mycobacterium vaccae</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Actinomyces slachii</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Streptococcus uberis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Proteus mirabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Providencia stuartii</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Pasteurella multocida</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	
<i>Proteus vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	
<b>Bacteriën op genus-niveau</b>	<i>Moraxella</i> [Genus]	+ (60%)	-	+	+	+	-	+	5
	<i>Actinomyces</i> [Genus]	+ (28%)	-	+	+	+	-	+	5
	<i>Micrococcus</i> [Genus]	+ (90%)	-	+	+	-	+	-	4
	<i>Mycobacterium</i> [Genus]	+ (64%)	-	+	-	-	-	-	2
	<i>Nocardia</i> [Genus]	+ (15%)	-	-	+	-	-	-	2

+ : wel bewijslast uit de resultaten van de betreffende deelstudie.  
 - : geen bewijslast uit de resultaten van de betreffende deelstudie.

Bron: RIVM, Veehouderij en gezondheid omwonenden (VGO-III) Actualisatie epidemiologische studies 2014-2019  
 Onderzoek naar longontstekingen rond geitenhouderijen 2018-2024, 2024

## 11. Appendix – Additionele Info

### Aantal inwoners binnen verschillende afstanden tot dichtstbijzijnde geitenbedrijf

**Tabel 2. Aantal inwoners per provincie binnen verschillende afstanden tot het dichtstbijzijnde geitenbedrijf.** De vier middelste kolommen corresponderen met het overzicht in Figuren 3 en 4. Provincie is op basis van het woonadres van de inwoners, het dichtstbijzijnde geitenbedrijf kan in een andere provincie liggen. Bronnen: Als in Figuur 2.

Provincie	Aantal inwoners binnen afstandszone tot dichtstbijzijnde geitenbedrijf				Totaal aantal inwoners
	0 – 500m	0 – 1000m	0 – 1500m	0 – 2000m	
Groningen	787	4.572	9.983	17.059	601.261
Fryslân	1.148	5.072	15.178	31.192	661.887
Drenthe	2.657	8.282	18.489	30.964	504.128
Overijssel	2.822	18.112	52.162	105.797	1.189.011
Flevoland	71	175	1.063	1.997	450.828
Gelderland	8.573	47.406	146.570	306.892	2.149.060
Utrecht	4.084	21.863	79.194	173.247	1.400.038
Noord-Holland	1.785	11.875	37.505	99.708	2.976.354
Zuid-Holland	6.066	28.006	69.353	118.233	3.840.333
Zeeland	557	3.448	6.514	9.051	391.624
Noord-Brabant	10.613	61.786	168.467	324.012	2.644.491
Limburg	6.871	26.111	56.847	109.635	1.133.223
<b>NEDERLAND</b>	<b>46.034</b>	<b>236.708</b>	<b>661.325</b>	<b>1.327.787</b>	<b>17.942.238</b>

Figuur 5 Overzicht mensen in de nabijheid van geitenbedrijven - tabel verkregen via Gerard Heerink in het kader van WOO

Op basis van de Wet Open Overheid kwamen extra analyse-resultaten in de openbaarheid:

- Samenvatting
- Analyses 500-1000 m
- Analyses aantal dieren

De documenten zijn beschikbaar op <https://open.overheid.nl/details/0d226f85-b8c0-491a-ab8a-a2681077ad87>

Samenvatting:

- 500 m – 1000 m
  - Meta-analyse <500 m vs rest : OR 1.73 (1.24-2.42)
  - Meta-analyse < 1000 m vs rest : OR 1.19 (1.00-1.41)
  - Meta-analyse 500-1000 m (donut) vs >1000 m : OR 1.14 (0.94-1.39)
- Invloed aantal dieren:
  - Verwijzing naar VGO 2024 p. 34 *‘Er werd geen additioneel effect gevonden van aantal dieren in die buffer’* (noch in dit antwoord, noch in VGO 2024 worden de analyses waarop die uitspraak gebaseerd is, getoond)
  - Verwijzing naar VGO 2024 hoofdstuk 8: *‘Door het relatief kleine aantal patiënten per huisartspraktijk, en beperkte spreiding in bedrijfsomvang van geitenhouderijen in de omgeving van een praktijk, is het moeilijk om naast het effect van de aanwezigheid van een bedrijf in de 500 meter buffer een effect aan te tonen tussen bedrijfsgrootte en longontsteking bij deze patiënten.’*

Noot: Voor bovenstaande analyses werden de gegevens van VGO 2019 gebruikt. Het toevoegen van de gegevens van VGO 2021, zou de resultaten voor NBL milder en bijgevolg ook de totale cijfers.

Tabel 1 Overzicht van de vergelijkingen tussen studie gebieden en controlegebied

Rapport	Jaar	NBL			Controle			GOU			Nederland	Odds Ratio (95% CI)(1)
		Praktijken	Patienten	Prev. Pneumonie	Praktijken	Patienten	Prev. Pneumonie	Praktijken	Patienten	Prev. Pneumonie	Prev. Pneumonie	
VGO 2016/	2007	27	107432	overall gem. 1.63	19	65962	overall gem. 1.19					
VGO2017	2008	28	119238		22	76053						
	2009	29	119154	1.73	22	76211						
	2010	32	137554	1.54	22	76368						
	2011	28	116097	1.52	22	75674						
	2012	28	119055	1.68	22	75391						
	2013	27	116539	1.8	16	62858						
VGO 2018	2010	28	116533	1.63 / 1.54	14	49201	1.24					1.56 (0.99-2.47)
	2011	31	128912	./1.52	20	69423						1.26 (0.88-1.80)
	2012	31	130698	./1.68	20	71985						1.29 (0.95-1.75)
	2013	31	131004	./1.8	21	74109						1.50 (1.03-2.17)
	2014	25	106688	./1.59	22	75390						1.45 (1.00-2.10)
	2015	24	103621	./2.02	22	74746						1.58 (1.09-2.30)
	2016	24	102975	2.01 / 1.87	22	76704	1.41					1.60 (1.13-2.28)
VGO 2019	2014				22	72469	1.27	58291	20	1.61		1.41 (1.02-1.95)
	2015				22	71908	1.43	68698	21	1.81		1.44 (0.99-2.09)
	2016				21	69806	1.37	71396	21	1.64		1.38 (0.98-1.95)
	2017				18	50139	1.41	74093	21	1.92	1.63	1.40 (1.01-1.93)
VGO 2021	2017	27	117576	1.94	19	58671	1.52				1.63	1.32 (1.05-1.64)
	2018	26	109947	2.13	16	47090	1.57					1.39 (1.13-1.71)
	2019	25	113154	1.87	18	55338	1.39				1.61	1.31 (1.03-1.67)

Praktijken & Patiënten:	VGO 2016/2017	Tabel 2.2 (2016)
	VGO 2018	Tabel 1
	VGO 2019	Tabel 1
	VGO 2021	Tabel 1
Prevalenties:	VGO 2016/2017	Gem VGO 2016, Tabel 3.2 / Per jaar VGO 2017 Tabel 2.1
	VGO 2018	Tabel 2 / Tabel 5 (verschillen wellicht door verschillende subsets van de data voor verschillende analyses)
	VGO 2019	Tabel 1
	VGO 2021	Tabel 1
	Nederland	2014 VGO 2018, p. 16 2019 <a href="https://www.nivel.nl/nl/zorg-en-ziekte-in-cijfers/cijfers-ziekten-op-jaarbasis">https://www.nivel.nl/nl/zorg-en-ziekte-in-cijfers/cijfers-ziekten-op-jaarbasis</a>
(1)	Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en registratieduur	