

**Geurhinder van veehouderij nader onderzocht:
meer hinder dan Handreiking Wgv doet vermoeden?**

*Actualisatie blootstellingresponsrelatie tussen
gemodelleerde cumulatieve geurbelasting en
geurhinder in Noord-Brabant en Limburg-Noord*

Loes Geelen, Daisy Boers, Bert Brunekreef, Inge Wouters
Bureau Gezondheid, Milieu & Veiligheid GGD'en Brabant/Zeeland
en Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht.
Tilburg, 23 maart 2015



Bureau Gezondheid, Milieu & Veiligheid
GGD'en Brabant / Zeeland



Universiteit Utrecht

Institute for Risk Assessment Sciences



Academische Werkplaats
MILIEU EN GEZONDHEID



ZonMw

Colofon

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de Academische Werkplaats Medische Milieukunde met financiering van ZonMW, de Nederlandse organisatie voor gezondheidsonderzoek en zorginnovatie.

INT-14108200

Geurhinder van veehouderij nader onderzocht: meer hinder dan Handreiking Wgv doet vermoeden?
Actualisatie blootstellingresponsrelatie tussen gemodelleerde cumulatieve geurbelasting en geurhinder in Noord-Brabant en Limburg-Noord

Dr. Loes M.J. Geelen¹

Dr. Daisy Boers¹

Prof. dr. ir. Bert Brunekreef²

Dr. ir. Inge M. Wouters²

¹ Bureau Gezondheid, Milieu & Veiligheid van de GGD'en Brabant/Zeeland

² IRAS Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht

Trefwoorden: blootstellingresponsrelatie, geur, geurhinder, geurmodellering, gezondheid, Handreiking Wgv, milieu-epidemiologie, Stacks, veehouderij, vragenlijstonderzoek.

© 2015 Bureau GMV, Postbus 3024, 5003 DA Tilburg. Auteursrecht voorbehouden. Bronvermelding verplicht.

Dit rapport is te downloaden via

http://www.academischewerkplaatsmmk.nl/projecten/afgeronde_projecten/2014/geuronderzoek

Voorwoord

Het onderzoek beschreven in deze rapportage werd uitgevoerd binnen het kader van de Academische Werkplaats Milieu & Gezondheid van ZonMW. De Academische Werkplaats Milieu en Gezondheid bundelt kennis uit praktijk, wetenschap en beleid en wil zo een brug slaan tussen deze gebieden. Binnen de Academische Werkplaats worden vragen van gemeenten en provincies beantwoord door middel van onderzoek door GGD'en in samenwerking met universiteiten. Aanleiding voor het onderzoek was twijfel over de actualiteit van de blootstellingresponsrelatie tussen geurbelasting van veehouderijen en geurhinder zoals eerder beschreven en onderdeel van de Handreiking in de Wet geurhinder veehouderij. Er is weinig onderzoek gedaan naar vaststelling van blootstellingresponsrelatie tussen geurbelasting en ervaren geurhinder. Het is daarom niet te verwachten dat dit onderzoek geeft op alle denkbare vragen over geurbelasting-geurhinderrelaties. Dit onderzoek vormt een eerste aanzet tot het nader beschrijven van de blootstellingresponsrelaties tussen gemodelleerde geurblootstelling van veehouderijen en ervaren geurhinder. Dit kan leiden tot een betere onderbouwing van de uitgangspunten omtrent geurhinder zodat er recht gedaan wordt aan de ervaren geurhinder van omwonenden én aan de inspanningen die de agrarische sector levert om geurhinder te beperken.

Samenvatting

Bureau GMV (Gezondheid, Milieu & Veiligheid) van de GGD'en Brabant/Zeeland en het IRAS (Institute for Risk Assessment Sciences) van Universiteit Utrecht onderzochten de blootstellingresponsrelatie tussen cumulatieve geurbelasting afkomstig van veehouderijen en de ervaren geurhinder bij ruim 13.000 respondenten op het platteland en in kleinere kernen van Noord-Brabant en Limburg-Noord. Geurhinder werd bepaald met een vragenlijst met vragen naar hoe vaak en in welke mate geurhinder werd ervaren. De cumulatieve geurbelasting werd gemodelleerd met Stacks+ met default-waarden van V-Stacks en met beperkte gebouwmodule. De relatie tussen cumulatieve geurbelasting en ervaren geurhinder werd afgeleid met logistische regressie. Daarbij werd onderscheid gemaakt tussen geurbelasting en geurhinder van varkens, pluimvee, rundvee of alle diertypen.

Geurhinder is significant positief geassocieerd met geurbelasting voor alle diertypen (hinder soms/vaak: Odds Ratio (OR) = 2,17 [95% betrouwbaarheidsinterval 2,07 — 2,28]; mate van hinder: hinder OR = 2,16 [2,01 — 2,31]; ernstige hinder: OR = 2,26 [2,06 — 2,48]). Dat wil zeggen dat bij hogere geurblootstelling er ook meer geurhinder voorkwam. Er treedt ook ernstige hinder op en dit onderzoek heeft een blootstellingresponsrelatie blootgelegd tussen geurbelasting en ernstige hinder. De OR, de *relatieve toename* van geurhinder in relatie tot toename in geurbelasting, is ongeveer even groot ongeacht de vraagstelling hoe vaak of in welke mate hinder ervaren wordt, maar het absolute geurhinder percentage is wel verschillend. Bij gelijke geurbelasting wordt geurhinder het meest gerapporteerd voor de vraagstelling hoe vaak geurhinder optreedt gevolgd door de vraagstelling voor de mate van hinder. De relatie tussen geurbelasting en hinder blijkt afhankelijk van diertype. Bij gelijke geurbelasting leidt de geur van pluimveehouderijen tot de meeste geurhinder in de studiepopulatie, gevolgd door varkens en rundvee. Ook de *relatieve relatie* tussen geurhinder en geurbelasting voor de verschillende diersoorten is anders waardoor de curves een ander verloop kennen (pluimvee OR = 1,79 [1,68 — 1,91]; varkens OR = 1,98 [1,88 — 2,09]; rundvee OR = 1,45 [1,34 — 1,58]) In het huidige agrarisch geurbeleid wordt geen onderscheid gemaakt tussen diertype en mate van hinder. Andere niet-olfactorische factoren beïnvloeden het optreden van geurhinder in enige mate, waarbij met name het absolute hinderpercentage beïnvloed wordt, en niet de relatieve relaties. Uit een sensitiviteitsanalyse bleek dat het gebruik van andere percentielwaarden van geurbelasting geen andere resultaten opleverden.

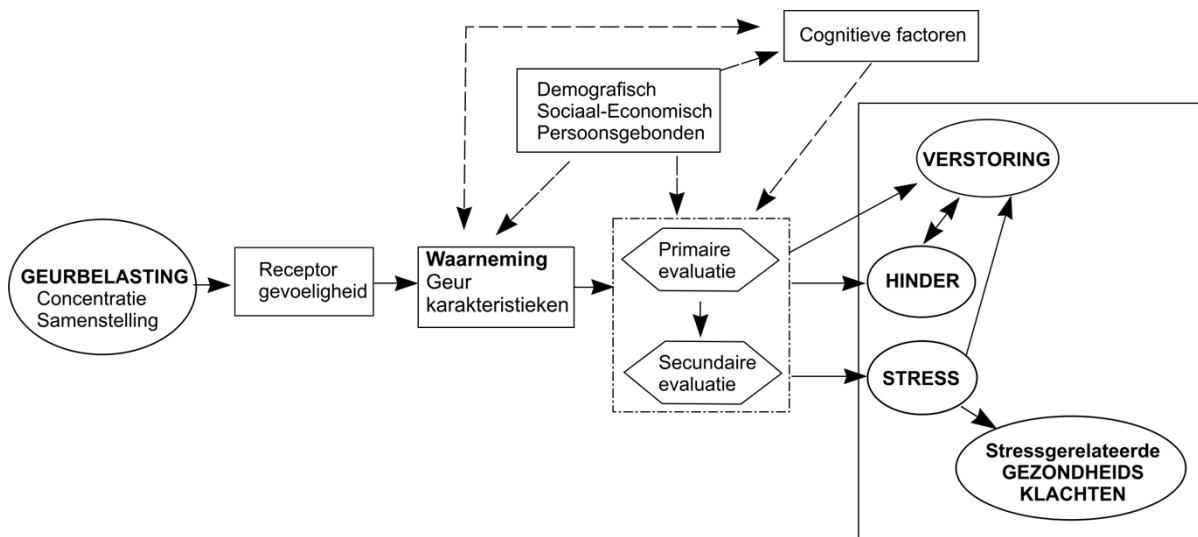
Vergelijking van de onderzoeksresultaten met de blootstellingresponsrelatie tussen cumulatieve geurbelasting en geurhinder voor concentratiegebied uit de Handreiking Wet geurhinder en veehouderij laat zien dat er anno 2012 meer geurhinder gerapporteerd wordt dan te verwachten op basis van de Handreiking Wgv.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	5
Inhoudsopgave	7
1. Inleiding	9
2. Methoden	11
2.1 Studie opzet.....	11
2.2 Onderzoekspopulatie	11
2.3 Vragenlijst	11
2.4 Geurmodellering voor ruim 13.000 huisadressen	12
2.5 Relatie tussen geurbelasting en geurhinder: logistische regressie.....	12
3. Resultaten.....	14
3.1 Studiepopulatie	14
3.2 Meer geurhinder bij hogere geurbelasting.....	15
3.3 Verschil met Handreiking Wgv	18
3.4 Verschil tussen diertypen	18
3.5 Andere factoren van invloed?	19
3.6 Andere percentielen dan P98?	20
4. Discussie & Conclusies	22
4.1 Hoe kan dit verschil met Handreiking Wgv zijn ontstaan?	22
4.1.1 Onzekerheid in oorspronkelijke blootstellingresponsrelatie.....	22
4.1.2 Extrapolatie tussen milieumodellen	24
4.1.3 Toepassing van luchtwassers.....	25
4.1.4 Andere vraagstelling in vragenlijst.....	25
4.2 Andere factoren in het bio-psychosociale model	25
4.3 Verschillen tussen diersoorten	26
4.4 Sensitiviteitsanalyse.....	26
4.5 Relevant voor beleid?	27
4.6 In conclusie:	27
Dankwoord	29
Bijlage 1 Screeningsvragenlijst onderzoek Veehouderij en Gezondheid Omwonenden.....	30
Referenties	33

1. Inleiding

Hoewel geur van veehouderijen aan wetgeving onderhevig is, signaleerden de GGD'en in Nederland in de praktijk een toename van klachten over geurhinder van veehouderijen. Geur kan verschillende effecten oproepen bij de mens. De Gezondheidsraad¹ concludeert dat de emissie van bepaalde stoffen, afkomstig van industrie en veehouderijen, als direct effect geurhinder kan hebben, zelfs bij blootstelling aan lage concentratieniveaus waar beneden toxische effecten kunnen worden uitgesloten. Smeets & Fast (2006) hebben een model beschreven over verschillende stappen die een rol spelen bij het ontstaan van geurhinder na geurbelasting (Figuur 1).² Dit geurhindermodel is gebaseerd op het bio-psychosociale model van Taylor (2003), wat veronderstelt dat bij iedere staat van gezondheid of ziekte biologische, psychologische en sociale factoren betrokken zijn.^{2a} In het model van het ontstaan van geurhinder is een aantal factoren in het spel: frequentie, intensiteit en duur van blootstelling aan de geur, evenals het karakter van de geur.^{2b} Daarnaast hangt de mate waarin mensen geurhinder ervaren onder meer af van demografische, persoonsgebonden en cognitieve factoren als leeftijd,^{2c} geslacht,^{2d} sociaaleconomische kenmerken,^{2e} attitude^{2f} en band met veroorzaker,^{2g} de eigen ervaren gezondheid,^{2h} en het hebben van astma, allergieën of bepaalde vormen van overgevoeligheid.²ⁱ Ook hebben mensen die bezorgd zijn over het milieu eerder last van hinder en symptomen.^{2j} Geurhinder kan leiden tot aangepast gedrag (denk aan het sluiten van ramen en deuren of binnen blijven) en kan indirect aanleiding geven tot gezondheidsklachten als hoofdpijn, prikkeling van slijmvliezen, misselijkheid en slaapproblemen. Dit alles gaat ten koste van de kwaliteit van leven en de leefbaarheid van de omgeving en brengt veel maatschappelijke onrust met zich mee.



Figuur 1 Bio-psychosociaal model voor de relatie tussen geur en gezondheid. In dit model worden biologische en psychosociale factoren weergegeven die van invloed zijn op de relatie tussen geur en gezondheid. De verschillende factoren hangen ook met elkaar samen, zoals weergegeven in het model (Smeets & Fast, 2006).

Ongeveer 15 jaar geleden is een telefonisch leefbaarheidsonderzoek uitgevoerd naar de relaties tussen gemodelleerde geurbelasting afkomstig van veehouderijen en geurhinder (Bongers et al., 2001;³ hierna: PRA-onderzoek). De blootstellingresponsrelaties uit het PRA-onderzoek zijn gebruikt bij het opstellen van het huidige agrarische geurbeleid. De Wet geurhinder en veehouderij (Wgv) maakt daarbij onderscheid in concentratiegebieden en niet-concentratiegebieden en in 1-bron situaties (voorgrondbelasting) en meer-bron situaties (cumulatieve of achtergrondbelasting).⁴ Bij de vaststelling in 2006 van de geurnormen in de (Wgv) is echter ook gesteld dat er “geen aanscherping uit zou volgen voor de veehouderij ten opzichte van de toen bestaande situatie. De normen in de wet zijn daardoor een vertaling van de toen bestaande geurbelasting van

woningen in gebieden met veehouderij”.⁵ Met andere woorden, de normen zijn niet gebaseerd op geurhinderpercentages maar zijn representatief voor de toenmalige geurbelasting. In Bijlage 6 van de Handreiking Wgv zijn blootstellingresponsrelaties weergegeven zodat geurnormen vertaald kunnen worden naar percentages geurgehinderden onder omwonenden van veehouderijen.⁶ De weergegeven blootstellingresponsrelatie zijn pragmatisch geëxtrapoleerd uit het PRA-onderzoek (op basis van LTFD-modellering) naar de rekensystematiek voorgeschreven door de Wgv (met V-Stacks modellering).

De Gezondheidsraad concludeerde evenwel dat zowel eerdere geurnormen als de huidige adviesnormen in de Wgv niet gebaseerd zijn op een blootstellingresponsrelatie, maar ook dat de normstelling voor geurhinder door veehouderijen aanzienlijk soepeler is dan die voor industriële bedrijfstakken.¹ De laatste jaren is er twijfel gerezen over de actualiteit van relaties tussen geurbelasting en geurhinder zoals beschreven in de Bijlage 6 van de Handreiking Wgv. Het PRA-onderzoek beperkte zich bijvoorbeeld tot de geurbelasting en geurhinder van varkens, terwijl in beleid de relaties ook worden gebruikt voor geur afkomstig van andere diertypen. Daarnaast worden tegenwoordig veelvuldig luchtwassers toegepast die hoge rendementen beloven voor geurreductie terwijl luchtwassers amper werden toegepast ten tijde van het PRA-onderzoek. De geurbelasting in de omgeving van bedrijven met luchtwassers wordt vervolgens berekend aan de hand van deze rendementen. Ook wordt tegenwoordig met andere milieuverspreidingsmodellen gewerkt dan ten tijde van het PRA-onderzoek waartoe de blootstellingresponsrelaties pragmatisch verdisconteerd zijn.⁷ Onduidelijk is of en hoe de relatie tussen geurbelasting en geurhinder door deze verscheidene veranderingen over de jaren beïnvloed worden. Verder is het PRA-onderzoek slechts eenmalig uitgevoerd en nooit bevestigd door een onafhankelijke herhaling. De wetenschappelijke basis voor de Wet geurhinder en veehouderij in de huidige praktijk is daarom beperkt te noemen. De gerezen twijfel over de actualiteit van de relatie tussen geurbelasting en geurhinder in Bijlage 6 van de Handreiking Wgv vormde aanleiding voor het huidige onderzoek.

Het projectteam van Bureau Gezondheid, Milieu & Veiligheid van de GGD'en Brabant/Zeeland en het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) van Universiteit Utrecht startte een grootschalig onderzoek. Onderdeel hiervan was een omvangrijk vragenlijst onderzoek uitgevoerd in 2012/2013, met als doel om de relatie tussen gemodelleerde geurblootstelling en ervaren geurhinder opnieuw vast te stellen. Dit kan leiden tot een betere onderbouwing van de uitgangspunten omtrent geurhinder zoals beschreven in de Handreiking Wgv zodat er recht gedaan wordt aan de ervaren geurhinder van omwonenden én aan de inspanningen die de agrarische sector levert om geurhinder te beperken.

2. Methoden

2.1 Studie opzet

Voor het onderzoek werd aangehaakt bij het onderzoek veehouderij en gezondheid omwonenden (VGO).⁸ Bewoners van huishoudens in een veehouderij dicht gebied werd gevraagd “hoe vaak” en “in welke mate” zij geurhinder van veehouderijen ervoeren. De geurhinder is apart nagevraagd voor verschillende diertypen en voor het uitrijden van mest. Op het huisadres van elke respondent is de cumulatieve blootstelling aan geur gemodelleerd. Zo werd de ruimtelijke verdeling van geurbelasting gekoppeld aan de gerapporteerde ruimtelijke variatie in geurhinder. De respondenten zijn niet-agrariërs en wonen in zogenaamd concentratiegebied. Daarbij werd onderzocht in hoeverre deze relatie beïnvloed wordt door eigenschappen van de geur (gemodelleerde geurbelasting, diertypen) en door eigenschappen van de ontvanger (zoals geslacht, leeftijd, roken, astma, hooikoorts, COPD (chronische obstructieve pulmonaire aandoeningen)).

2.2 Onderzoekspopulatie

Tijdens de winterperiode in 2012/2013 zijn 27,844 mensen benaderd om een vragenlijst in te vullen. Het ging om een zogenaamde aselechte steekproef van cliënten van 21 huisartspraktijken in Oost-Brabant en Noord-Limburg in de leeftijd van 18-70 jaar. De mensen woonden in landelijk gebied (woonkernen met meer dan 30.000 inwoners werden uitgesloten) en slechts één cliënt per huisadres werd benaderd. Omdat deelnemers via huisartspraktijken zijn benaderd is informatie uit de patiëntenregistratie voorhanden over diegenen die niet gereageerd, zoals leeftijd en geslacht. Ook kon de afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij bedrijf bepaald worden.⁸

2.3 Vragenlijst

De enquête bevatte vragen over geslacht, leeftijd, roken, astma, hooikoorts, geurhinder van geurbronnen (zie bijlage 1). Geurhinder is bepaald met (i) een vraag over hoe vaak geurhinder ervaren wordt en (ii) een vraag over de mate van geurhinder die ervaren wordt (Figuur 2). De vraag “hoe vaak” lijkt het meeste op de vraagstelling in het PRA-onderzoek en is vergelijkbaar ingedeeld naar geurhinder (soms/vaak) en geen geurhinder (zelden/nooit). In het PRA onderzoek werd geurhinder van varkensstallen aan de hand van een aantal opeenvolgende vragen bepaald, waarbij geurhinder werd gedefinieerd als ‘soms’ of ‘vaak’ in reactie op de vraag ‘Ik wil graag weten hoe vaak u het afgelopen jaar last heeft gehad van: stank van landbouw’. Conform de aanbevelingen van Smeets & Fast (2006),² is deelnemers in het huidige onderzoek gevraagd om de mate van ervaren geurhinder te scoren op een continue schaal (van 1-10). Dit is vergelijkbaar met hoe geluidhinder meestal wordt onderzocht op een schaal van 0-10. Mate van hinder werd conform internationale conventies hierbij ingedeeld als enigszins gehinderd, gehinderd, en ernstig gehinderd op basis van respectievelijk 28%, 50% en 72% van de 100% continue schaal van de antwoordcategorieën (ISO/TS 15666:2002).⁹ Op de 10-puntsschaal zijn dit de klassen “enige hinder” (score 4-10), “hinder” (score 6-10) en “ernstige hinder” (score 8-10) (zie Figuur 2).

Respondenten is gevraagd hoe zij hinder ervaren afkomstig van stallen van varkenshouderij, pluimveehouderij, rundveehouderij. Hinder van alle diertypen is bepaald door de hindervragen te combineren. Hinder voor alle diertypen werd als ja gescoord, wanneer de respondent bij één of meer diertypen had aangegeven hinder te ondervinden. Daarnaast is respondenten de mogelijkheid gegeven om hinder door mest uitrijden apart te rapporteren. Dit laatste om te voorkomen dat geurhinder door mest uitrijden onterecht aan stallen toegeschreven zou worden.

17. Als u denkt aan de afgelopen 12 maanden, hoe vaak en in welke mate wordt u gehinderd door geur van onderstaande bronnen als u thuis bent?

Hinder door geur van:	Hoe vaak hinder			Helemaal niet gehinderd										Heel erg gehinderd		
	Zelden/ Nooit	Soms	Vaak													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Varkenshouderij stallen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Pluimveehouderij stallen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Rundveehouderij stallen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			
Mest uitrijden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐			

Nee
Ja
Enige hinder
Hinder
Ernstige hinder

Figuur 2 Vraagstelling geurhinder en geurbronnen: “Hoe vaak hinder” is gedichotomiseerd naar “VGO: hinder soms/vaak”; de mate van hinder is verdeeld in “enige hinder” (score 4-10), “hinder” (score 6-10) en “ernstige hinder” (score 8-10).

2.4 Geurmodellering voor ruim 13.000 huisadressen

De cumulatieve geurbelasting op de huisadressen van de respondenten is gemodelleerd zoals voorgeschreven in de Regeling geurhinder en veehouderij, met dien verstande dat gerekend is met Gaussisch pluimmodel Stacks+ (DNV GL, Arnhem).¹⁰ De geurbelasting is uitgedrukt als de 98^e percentiel van de uur-voor-uur gemodelleerde geurbelasting in odor units/m³ (OU/m³).¹¹ Stacks+ gebruikt data over meteorologie, landgebruik, en emissies om de verspreiding van geur te modelleren. Default-waarden van V-Stacks zijn gebruikt voor de volgende bronparameters: schoorsteenhoogte (5 meter), schoorsteendiameter (0,5 m), gebouwhoogte (6 meter), uittreedsnelheid (4 m/s), geen warmte-inhoud, continue emissieduur, ruwheid (gebaseerd op landgebruik). Daarbij is gerekend met een beperkte gebouwmodule om V-Stacks zo dicht mogelijk te naderen. De geurbronsterkte is geschat op basis van diertypen, dieraantallen en geuremissiefactoren welke afhankelijk zijn van diertype en huisvesting. Hiervoor zijn vergunningsgegevens van het jaar 2012 gebruikt. Cumulatieve geurbelasting werd gemodelleerd voor alle geurbronnen binnen een straal van 2 km afstand van het huisadres samen, en voor de geurbelasting van verschillende diertypen apart (varkenshouderijen, pluimveehouderijen en rundveehouderijen). De locaties waar de gemodelleerde 98^e percentiel van de geurbelasting lager was dan 0,1 OU/m³ zijn niet meegenomen in de analyses, omdat deze als verwaarloosbaar laag zijn beschouwd.

2.5 Relatie tussen geurbelasting en geurhinder: logistische regressie

De geurbelasting (P98 in OU/m³) was positief scheef verdeeld en de verdeling werd genormaliseerd door de natuurlijke logaritme te nemen ($\ln(P98)$). De relatie tussen geurhinder en geurbelasting is onderzocht met logistische regressie en wordt beschreven met een logistische regressiecurve:

$$H = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 * \ln(P98))}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 * \ln(P98))}$$

Hierin staat H voor de kans op hinder; $\ln(P98)$ voor de natuurlijke logaritme van de geurbelasting P98, β_1 is de richtingscoëfficiënt, en intercept β_0 is een constante.

De richtingscoëfficiënt β_1 verhoudt zich met de zogenaamde 'odds ratio' (OR) als:

$$OR = e^{\beta_1}$$

De odds ratio is een maat voor het relatieve risico; het geeft weer hoeveel hoger de kans op effect is bij een bepaalde toename van de belasting. In dit geval geeft de OR weer hoeveel hoger de kans op geurhinder is bij een toename van geurbelasting per eenheid toename in $\ln(P98)$. Op basis van alleen de OR kan echter niet de blootstellingresponsrelatie tussen geurbelasting en geurhinder bepaald worden. Dat gebeurt op basis van richtingscoëfficiënt β_1 en intercept β_0 van de logistische regressie.

Blootstellingresponsrelaties zijn afgeleid voor hoe vaak hinder voorkomt -*hinder (soms/vaak)*- en voor de mate van hinder -*hinder (score 6-10)* en *ernstige hinder (score 8-10)*- en er is onderscheid gemaakt naar diertypen. Bovendien is de invloed van potentieel versturende variabelen en de keuze voor andere percentielen van geurbelasting onderzocht. De analyses werden uitgevoerd met Sas versie 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

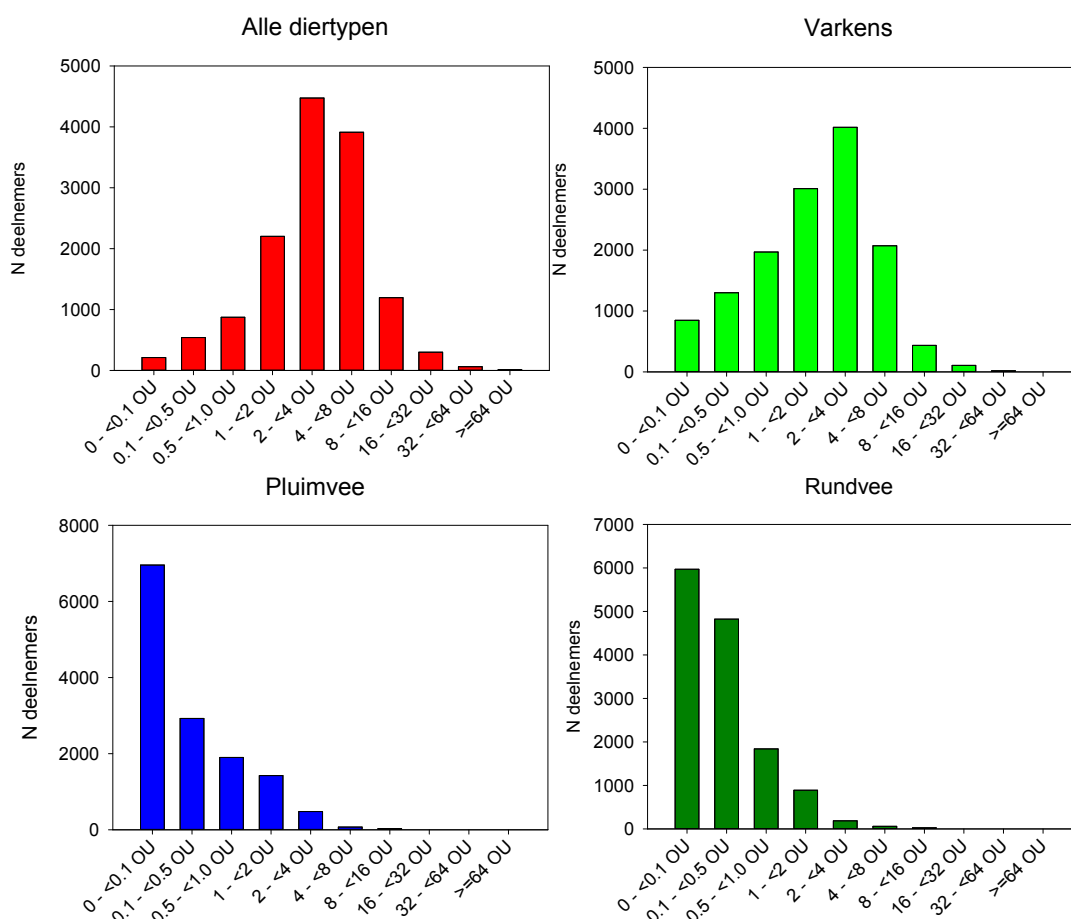
3. Resultaten

3.1 Studiepopulatie

14.875 respondenten (53%) heeft de vragenlijst teruggestuurd en 13.791 hiervan hebben aangegeven of en in welke mate zij geurhinder ervaren van veehouderijen. Respondenten zijn gemiddeld genomen enkele jaren ouder en wat vaker vrouw dan de mensen die niet gereageerd hebben, de afstand van het woonadres tot dichtstbij gelegen veehouderij is niet zeer sterk verschillend (Tabel 1). Figuur 3 laat zien hoe de blootstelling aan geur verdeeld was over de studiegpopulatie.

Tabel 1 Beschrijving studiegpopulatie.

	Respondenten	Non-respondenten
n	14.875 (53%)	12.969 (47%)
Leeftijd	50,8 jaar	43,2 jaar
Man	45,3%	54,6%
Afstand tot veehouderij	457 m	478 m



Figuur 3 Aantal respondenten (N) per geurbelastingklasse.

3.2 Meer geurhinder bij hogere geurbelasting

Tabel 2 laat zien in welke mate respondenten geurbelasting hebben en hoe vaak geurhinder optreedt per geurbelastingklasse. In totaal meldden 3747 respondenten dat ze geurhinder hadden ervaren van 1 of meer soorten veehouderijen (alle diertypen). Geurhinder van varkenshouderijen (N=2769) is vaker gemeld dan geurhinder door pluimvee (n=1955) en rundvee (n=1146).

De blootstellingresponsrelatie tussen geurbelasting en geurhinder werd onderzocht met logistische regressie. Geurhinder (soms/vaak) is significant positief geassocieerd met geurbelasting voor alle diertypen, met een odds ratio (OR) van 2,17 (95% betrouwbaarheidsinterval 2,07 — 2,28). Dat wil zeggen dat bij hogere geurblootstelling ook meer geurhinder voorkwam. De ORs voor de verschillende diertypen zijn ook statistisch significant en verschillen per diertype, met de laagste OR voor rundvee en de hoogste voor varkens (Tabel 3).

Ook geurhinder uitgevraagd als mate van hinder (hinder, ernstige hinder), is positief geassocieerd met de geurbelasting. Dat wil zeggen dat bij hogere geurblootstelling er ook meer geurhinder voorkwam, gemeten als mate van hinder (hinder, ernstige hinder). De ORs zijn vergelijkbaar met die voor geurhinder (soms/vaak) (zie Tabel 4 en Tabel 5). Dat wil zeggen dat de relatieve toename in hinder of ernstige hinder in relatie tot toename in geurbelasting een vergelijkbaar verloop kent als voor hinder (soms/vaak). Dat de curves vergelijkbare vorm hebben is ook te zien in Figuur 4. Dit wil echter niet zeggen dat de hinderpercentages bij een bepaalde geurbelasting even groot zijn. Uit Figuur 4 blijkt duidelijk dat het absolute hinderpercentage verschilt voor de verschillende uitkomstmaten van hinder, waarbij hinder (soms/vaak) het meest voorkomt bij een gegeven geurblootstelling, gevolgd door hinder (mate, score 6-10) en ernstige hinder (mate, score 8-10).

Tabel 2 Aantal respondenten (N) per geurbelastingklasse, en aantal (n) en percentage(%) van de respondenten dat wel of niet geurgehinderd is op basis van de beide geurhindervragen in het GGD/IRAS onderzoek.

Cumulatieve geurbelasting P98 in 0 - <0,1 OU/m ³) →		0 - <0,1	0,1 - <0,5	0,5 - <1,0	1 - <2	2 - <4	4 - <8	8 - <16	16 - <32	32 - <64	>=64	Rijttotaal
Geurhinder ↓												
a. alle diertypen												
Hinder	N	214	542	874	2204	4474	3912	1197	301	63	10	13791
soms/vaak	n (%)	14 (7 %)	54 (10 %)	100 (11 %)	344 (16 %)	1027 (23 %)	1365 (35 %)	582 (49 %)	212 (70 %)	43 (68 %)	6 (60 %)	3747 (27%)
Mate van hinder	N	212	542	871	2189	4425	3872	1169	289	62	10	13641
enige hinder	n (%)	7 (3 %)	30 (6 %)	59 (7 %)	191 (9 %)	598 (14 %)	841 (22 %)	357 (31 %)	127 (44 %)	33 (53 %)	3 (30 %)	2246 (22%)
Hinder	n (%)	5 (2 %)	11 (2 %)	39 (4 %)	107 (5 %)	356 (8 %)	535 (14 %)	246 (21 %)	95 (33 %)	26 (42 %)	2 (20 %)	1422 (10%)
ernstige hinder	n (%)	2 (1 %)	4 (1 %)	16 (2 %)	53 (2 %)	156 (4 %)	267 (7 %)	148 (13 %)	54 (19 %)	14 (23 %)	0 (0 %)	714 (5%)
b. varkens												
Hinder	N	849	1301	1970	3010	4018	2072	436	109	21	5	13791
soms/vaak	n (%)	35 (4 %)	119 (9 %)	209 (11 %)	494 (16 %)	923 (23 %)	689 (33 %)	213 (49 %)	71 (65 %)	13 (62 %)	3 (60 %)	2769 (20%)
Mate van hinder	N	836	1268	1921	2884	3784	1905	381	91	20	4	13094
enige hinder	n (%)	20 (2 %)	71 (6 %)	125 (7 %)	297 (10 %)	577 (15 %)	445 (23 %)	135 (35 %)	47 (52 %)	13 (65 %)	1 (25 %)	1731 (13%)
Hinder	n (%)	14 (2 %)	37 (3 %)	73 (4 %)	183 (6 %)	365 (10 %)	300 (16 %)	90 (24 %)	34 (37 %)	9 (45 %)	1 (25 %)	1106 (8%)
ernstige hinder	n (%)	5 (1 %)	15 (1 %)	23 (1 %)	77 (3 %)	182 (5 %)	161 (8 %)	56 (15 %)	17 (19 %)	6 (30 %)	0 (0 %)	542 (4%)
c. pluimvee												
Hinder	N	6956	2923	1900	1423	477	71	29	6	6	0	13791
soms/vaak	n (%)	512 (7 %)	394 (13 %)	394 (21 %)	385 (27 %)	195 (41 %)	44 (62 %)	22 (76 %)	5 (83 %)	4 (67 %)	0 (%)	1955 (14%)
Mate van hinder	N	6824	2820	1795	1320	419	67	27	4	5	0	13281
enige hinder	n (%)	331 (5 %)	258 (9 %)	223 (12 %)	225 (17 %)	112 (27 %)	30 (45 %)	16 (59 %)	2 (50 %)	3 (60 %)	0 (%)	1200 (9%)
Hinder	n (%)	181 (3 %)	135 (5 %)	135 (8 %)	128 (10 %)	67 (16 %)	21 (31 %)	11 (41 %)	2 (50 %)	3 (60 %)	0 (%)	683 (5%)
ernstige hinder	n (%)	65 (1 %)	74 (3 %)	60 (3 %)	55 (4 %)	30 (7 %)	12 (18 %)	6 (22 %)	1 (25 %)	1 (20 %)	0 (%)	304 (2%)
d. rundvee												
Hinder	N	5969	4822	1838	890	184	57	26	4	1	0	13791
soms/vaak	n (%)	357 (6 %)	389 (8 %)	202 (11 %)	139 (16 %)	42 (23 %)	8 (14 %)	6 (23 %)	3 (75 %)	0 (0 %)	0 (%)	1146 (8%)
Mate van hinder	N	5877	4721	1790	855	174	57	23	4	1	0	13502
enige hinder	n (%)	216 (4 %)	244 (5 %)	136 (8 %)	83 (10 %)	21 (12 %)	5 (9 %)	4 (17 %)	2 (50 %)	0 (0 %)	0 (%)	711 (5%)
Hinder	n (%)	94 (2 %)	118 (2 %)	71 (4 %)	37 (4 %)	12 (7 %)	3 (5 %)	2 (9 %)	2 (50 %)	0 (0 %)	0 (%)	339 (3%)
ernstige hinder	n (%)	29 (0 %)	43 (1 %)	26 (1 %)	16 (2 %)	4 (2 %)	1 (2 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (%)	119 (1%)

Tabel 3 Logistisch regressie model: “geurhinder soms/vaak” van (a) alle diertypen, (b) varkens, (c) pluimvee, (d) rundvee.

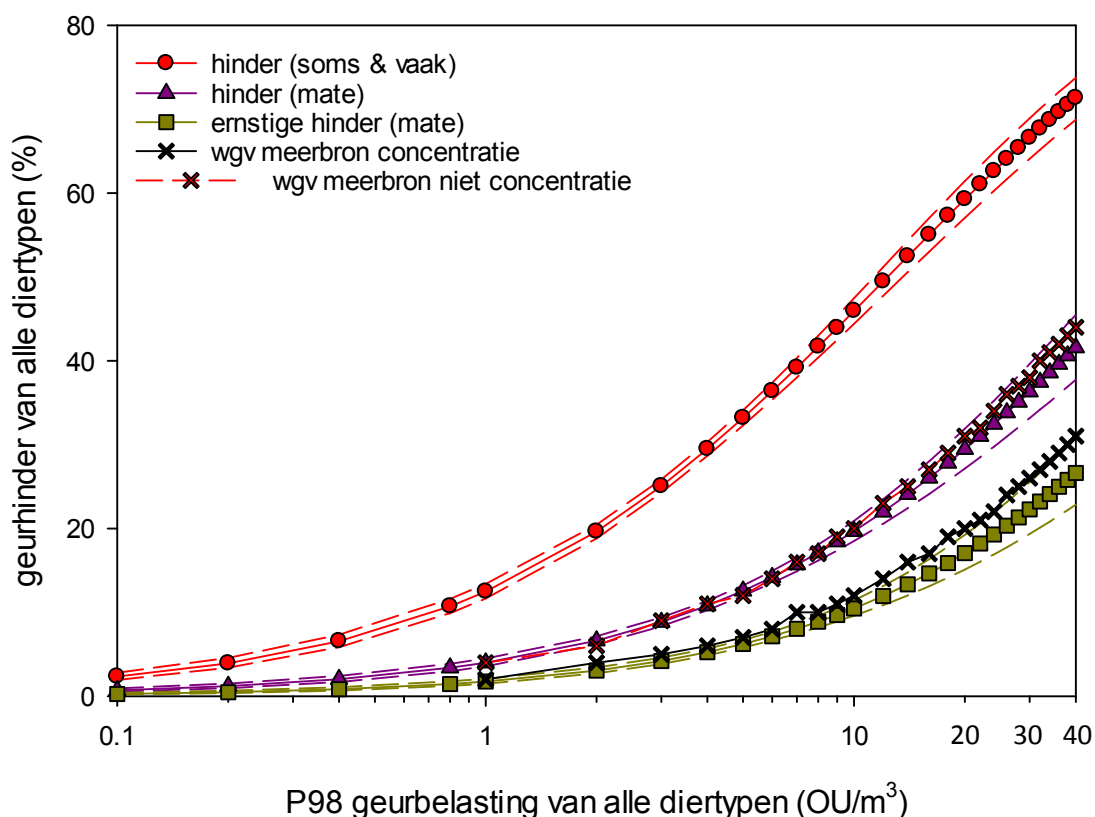
a. alle diertypen	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-1,95	(-2,03 — -1,87)		
Ln(P98) (β_1)	0,78	(0,73 — 0,83)	2,17	(2,07 — 2,28)
b. varkens	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-1,86	(-1,92 — -1,79)		
Ln(P98) (β_1)	0,68	(0,63 — 0,73)	1,98	(1,88 — 2,09)
c. pluimvee	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-1,07	(-1,14 — -1,01)		
Ln(P98) (β_1)	0,58	(0,52 — 0,65)	1,79	(1,68 — 1,91)
d. rundvee	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-1,89	(-1,98 — -1,80)		
Ln(P98) (β_1)	0,37	(0,29 — 0,46)	1,45	(1,34 — 1,58)

Tabel 4 Logistisch regressie model: “hinder (score 6-10)” van (a) alle diertypen, (b) varkens, (c) pluimvee, (d) rundvee.

a. alle diertypen	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-3,18	(-3,30 — -3,06)		
Ln(P98) (β_1)	0,77	(0,70 — 0,84)	2,16	(2,01 — 2,31)
b. varkens	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-2,95	(-3,05 — -2,85)		
Ln(P98) (β_1)	0,73	(0,66 — 0,80)	2,08	(1,93 — 2,23)
c. pluimvee	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-2,27	(-2,36 — -2,17)		
Ln(P98) (β_1)	0,55	(0,46 — 0,65)	1,74	(1,58 — 1,92)
d. rundvee	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
Constant (β_0)	-3,12	(-3,28 — -2,97)		
Ln(P98) (β_1)	0,36	(0,22 — 0,50)	1,43	(1,25 — 1,64)

Tabel 5 Logistisch regressie model: “ernstige hinder (score 8-10)” van (a) alle diertypen, (b) varkens, (c) pluimvee, (d) rundvee.

a. alle diertypen	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
constante (β_0)	-4,03	(-4,20 — -3,86)		
Ln(P98) (β_1)	0,82	(0,72 — 0,91)	2,26	(2,06 — 2,48)
b. varkens	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
constante (β_0)	-3,87	(-4,02 — -3,72)		
Ln(P98) (β_1)	0,85	(0,75 — 0,95)	2,33	(2,11 — 2,58)
c. pluimvee	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
constante (β_0)	-3,08	(-3,21 — -2,95)		
Ln(P98) (β_1)	0,46	(0,33 — 0,60)	1,59	(1,39 — 1,81)
d. rundvee	Beta	(95% BI)	OR	(95% BI)
constante (β_0)	-4,18	(-4,44 — -3,92)		
Ln(P98) (β_1)	0,31	(0,09 — 0,54)	1,37	(1,09 — 1,71)



Figuur 4 Blootstellingresponsrelaties voor cumulatieve geurbelasting van alle diertypen en verschillende maten van geurhinder, namelijk: hinder (soms/vaak), en de mate van hinder classificaties (hinder en ernstige hinder). Ter vergelijking zijn de blootstellingresponsrelaties voor hinder (soms/vaak) in concentratiegebied en niet-concentratiegebied weergegeven zoals beschreven in de Handreiking Wgv. (----- 95% betrouwbaarheidsinterval).

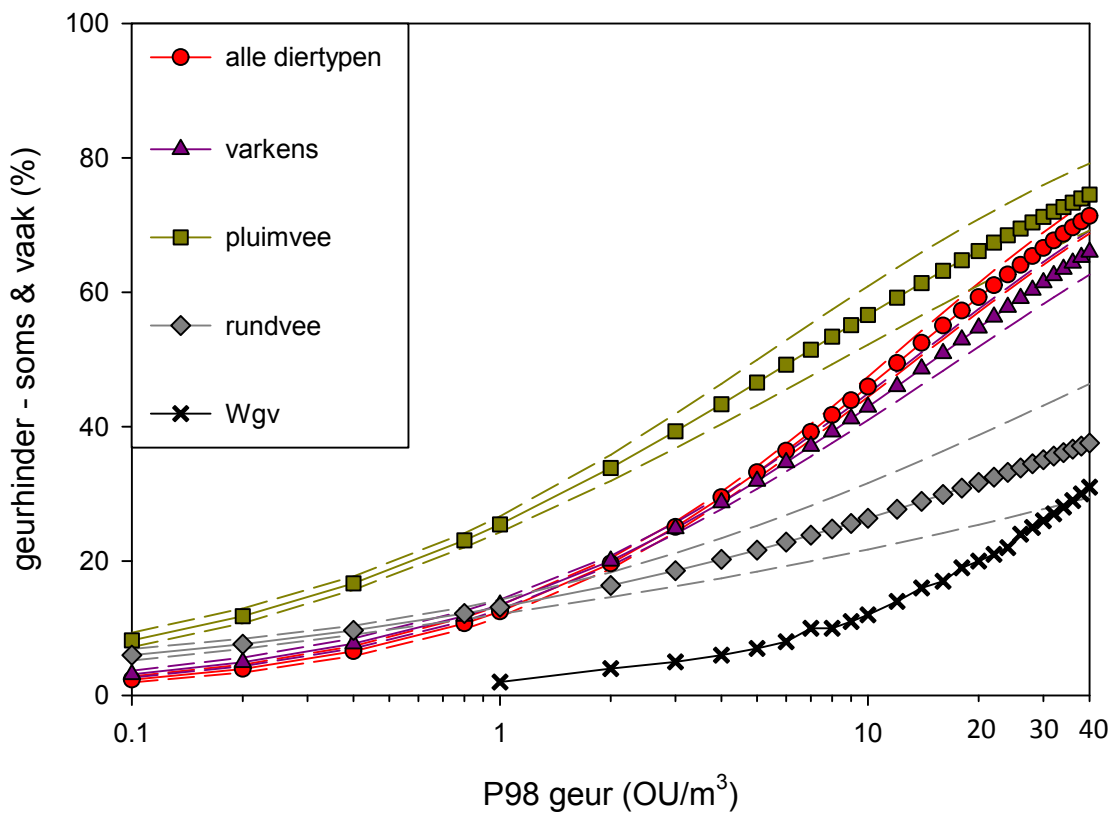
3.3 Verschil met Handreiking Wgv

In Figuur 4 zijn ook de curves weergegeven uit de Handreiking Wgv welke gebaseerd zijn op het PRA-onderzoek (Bijlage 6, Tabel A, cumulatieve belasting in concentratiegebied en niet-concentratiegebied). De vraag hoe vaak men geurhinder ervaart (soms/vaak) lijkt het meest op het telefonisch leefbaarheidsonderzoek van PRA (2001). Huidig onderzoek is uitgevoerd in concentratiegebied. Wanneer de curve voor geurhinder (soms/vaak) vergeleken wordt met de Wgv-curve, wordt anno 2012 veel meer geurhinder gerapporteerd in het concentratiegebied.

Ook de blootstellingresponscurve voor hinder (mate, score 6-10) ligt duidelijk hoger dan de Wgv-curve voor concentratiegebied; de curve ligt namelijk op het niveau van de Wgv-curve voor niet-concentratiegebied. Dat betekent dat in dit onderzoek het percentage respondenten wat hinder ervaart bij een bepaalde blootstelling substantieel hoger ligt dan wat in concentratiegebied te verwachten zou zijn op basis van Handreiking Wgv.

3.4 Verschil tussen diertypen

De blootstellingresponsrelatie is verschillend voor geur afkomstig van verschillende diertypen: (zie Figuur 5). De blootstellingresponsrelatie is het vlakst voor rundvee en het steilst voor varkens. Opvallend is dat bij gelijke geurbelasting de geur van pluimveehouderijen tot meer geurhinder leidt. De curve voor varkens benadert die voor alle diertypen het dichtste.



Figuur 5 Blootstellingresponsrelaties voor cumulatieve geurbelasting en geurhinder van verschillende diertypen, dit betreft dierspecifieke geurbelasting en dierspecifieke geurhinder. Ter vergelijking zijn de blootstellingresponsrelatie voor alle diertypen en de blootstellingresponsrelatie in concentratiegebied uit de Handreiking Wgv ook weergegeven. (--- 95% betrouwbaarheidsinterval).

3.5 Andere factoren van invloed?

Of de relaties tussen geurbelasting en het optreden van geurhinder werd beïnvloed door andere persoonsgebonden factoren, is onderzocht met een multivariate logistische regressie (Tabel 6). De relatie tussen geurbelasting en geurhinder -weergegeven met de OR $\ln(P98)$ - bleek niet sterk te veranderen wanneer ook rekening gehouden wordt persoonsgebonden factoren zoals leeftijd, geslacht, rookgewoonten, en het voorkomen van luchtwegaandoeningen astma, COPD en neusallergie. Een aantal van deze factoren zijn echter wel met geurhinder geassocieerd. Zo rapporteren oudere respondenten meer geurhinder ten opzichte van jongere respondenten. Ook respondenten met astma en neusallergie rapporteren meer geurhinder. Rokers rapporteerden minder geurhinder, en ex-rokers juist meer geurhinder dan niet-rokers.

Tabel 6 Multivariate logistisch regressie model: “geurhinder soms/vaak” van (a) alle diertypen, (b) varkens, (c) pluimvee, (d) rundvee.

a. alle diertypen	Univariaat model		Multivariaat model	
	OR	(95% BI)	OR	(95% BI)
Ln(P98)	2,17	(2,07 - 2,28)	2,25	(2,14 - 2,37)
vrouw			1,01	(0,93 - 1,10)
Man			1,00	
leeftijd (per 10 jaar)			1,33	(1,28 - 1,37)
Roker			0,90	(0,80 - 1,02)
ex-roker			1,15	(1,05 - 1,27)
niet-roker			1,00	
astma			1,47	(1,28 - 1,69)
allergie			1,54	(1,40 - 1,70)
COPD			0,85	(0,69 - 1,06)
b. varkens	OR	(95% BI)	OR	(95% BI)
Ln(P98)	1,98	(1,88 - 2,09)	2,04	(1,93 - 2,15)
vrouw			0,93	(0,85 - 1,02)
Man			1,00	
leeftijd (per 10 jaar)			1,39	(1,34 - 1,45)
Roker			0,87	(0,75 - 1,00)
ex-roker			1,12	(1,01 - 1,24)
niet-roker			1,00	
astma			1,38	(1,18 - 1,60)
allergie			1,52	(1,36 - 1,70)
COPD			0,83	(0,66 - 1,05)
c. pluimvee	OR	(95% BI)	OR	(95% BI)
Ln(P98)	1,79	(1,68 - 1,91)	1,81	(1,70 - 1,94)
vrouw			1,12	(0,99 - 1,27)
Man			1,00	
leeftijd (per 10 jaar)			1,19	(1,13 - 1,25)
Roker			0,99	(0,82 - 1,19)
ex-roker			1,20	(1,05 - 1,38)
niet-roker			1,00	
astma			1,55	(1,26 - 1,90)
allergie			1,44	(1,25 - 1,67)
COPD			0,93	(0,68 - 1,26)
d. rundvee	OR	(95% BI)	OR	(95% BI)
Ln(P98)	1,45	(1,34 - 1,58)	1,51	(1,39 - 1,64)
vrouw			1,10	(0,94 - 1,28)
Man			1,00	
leeftijd (per 10 jaar)			1,12	(1,05 - 1,19)
Roker			1,15	(0,92 - 1,43)
ex-roker			1,21	(1,02 - 1,44)
niet-roker			1,00	
astma			1,93	(1,54 - 2,43)
allergie			1,48	(1,24 - 1,76)
COPD			0,90	(0,63 - 1,31)

3.6 Andere percentielen dan P98?

Ook is onderzocht of een andere uitkomstmaat dan de P98 tot andere schatting van de blootstellingresponsrelatie zou leiden. De sensitiviteitanalyses met uitkomstmaten P90, P91, P92, P93, P94, P95, P96, P97, P98, P99, en P99.5 lieten zien dat de relatieve toename in hinder (soms/vaak) in relatie tot toename in geurbelasting (de OR) redelijk vergelijkbaar is voor de verschillende geurbelasting percentiel waarden (Tabel 7: kolom OR Ln(Px)). De OR Ln(Px) vertegenwoordigt de toename in de kans op geurhinder per 1 unit toename in de geurhinder. De spreiding van de geurbelasting in de populatie is echter niet hetzelfde voor de verschillende geurbelastingpercentielen, hierdoor

vertegenwoordigt de 1 unit toename in geurbelasting een verschillend deel van de totale range in geurbelasting afhankelijk van de percentiel waarde. Wanneer de OR per interkwartielwaarde (IKW) van de geurbelasting berekend wordt, vertegenwoordigt de OR de kans op geurhinder voor een persoon in het midden van de bovenste helft van de geurbelastingverdeling (75% percentiel) ten opzichte van de kansen van de gebeurtenis voor een persoon in het midden van de onderste helft van de verdeling (25% percentiel), en wordt dus een vergelijk gemaakt waarbij rekening gehouden wordt met het verschil in blootstellingsrange. Alle onderzochte geurbelastingpercentielwaarden blijken een vergelijkbare toename in hinder voorspellen (Tabel 7: kolom OR IKW Ln(Px)).

Tabel 7 Univariate logistisch regressie model: “geurhinder soms/vaak” van alle diertypen in relatie tot verschillende percentielen van geurbelasting (alle dieren). Zowel de OR per eenheid verandering, als de OR per interkwartielwaarde (IKW) verandering in geurbelasting is weergegeven.

Percentiel cumulatieve geurbelasting (x)	Intercept	(95% BI)	OR Ln(Px)	(95% BI)	IKW	OR IKW Ln(Px)	(95% BI)
P90	-1,03	(-1,08 - -0,99)	1,91	(1,82 - 1,99)	1,32	2,34	(2,21 - 2,49)
P91	-1,11	(-1,15 - -1,06)	1,92	(1,84 - 2,01)	1,31	2,35	(2,22 - 2,50)
P92	-1,18	(-1,23 - -1,14)	1,94	(1,85 - 2,03)	1,31	2,37	(2,23 - 2,52)
P93	-1,26	(-1,31 - -1,22)	1,96	(1,87 - 2,05)	1,28	2,36	(2,23 - 2,51)
P94	-1,36	(-1,41 - -1,31)	1,98	(1,89 - 2,08)	1,25	2,36	(2,23 - 2,50)
P95	-1,48	(-1,54 - -1,42)	2,03	(1,94 - 2,13)	1,19	2,36	(2,23 - 2,50)
P96	-1,60	(-1,66 - -1,54)	2,06	(1,96 - 2,16)	1,19	2,36	(2,23 - 2,50)
P97	-1,76	(-1,82 - -1,69)	2,11	(2,01 - 2,21)	1,15	2,35	(2,22 - 2,48)
P98	-1,95	(-2,03 - -1,87)	2,17	(2,07 - 2,28)	1,10	2,34	(2,22 - 2,48)
P99	-2,20	(-2,29 - -2,11)	2,25	(2,13 - 2,37)	1,05	2,34	(2,21 - 2,47)
P99,5	-2,43	(-2,54 - -2,33)	2,32	(2,20 - 2,45)	1,02	2,36	(2,23 - 2,49)

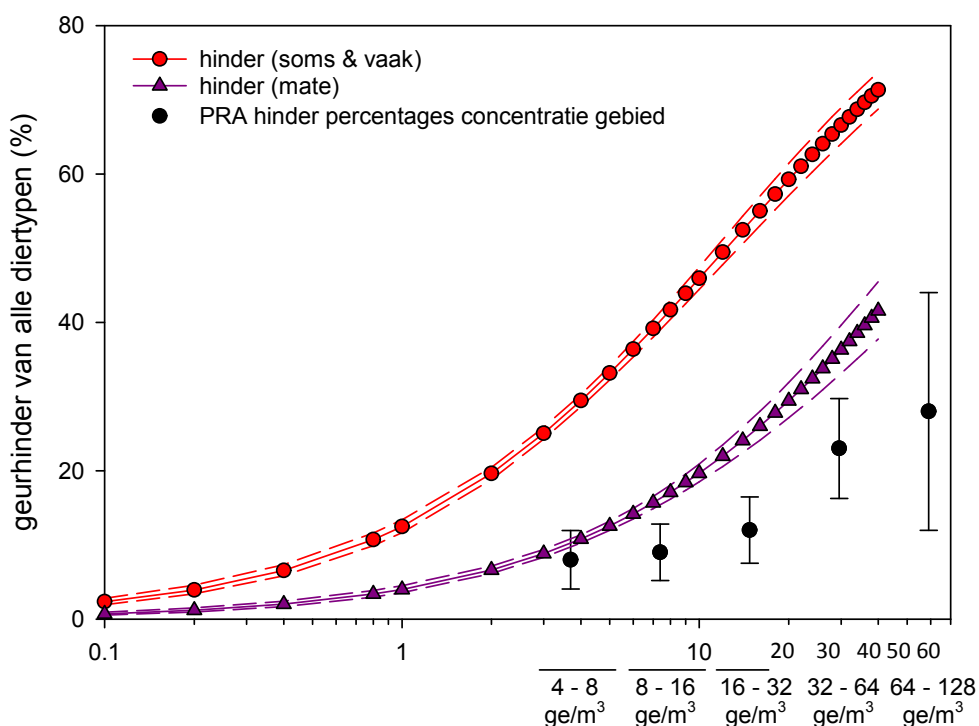
4. Discussie & Conclusies

In huidig onderzoek wordt een blootstellingresponsrelatie voor cumulatieve geurbelasting en geurhinder beschreven voor de algemene populatie in concentratiegebied. Respondenten melden meer geurhinder dan op basis van de eerder bekende relatie beschreven in de Handreiking Wgv (Wet geurhinder veehouderij) in concentratiegebied verwacht wordt.

4.1 Hoe kan dit verschil met Handreiking Wgv zijn ontstaan?

4.1.1 Onzekerheid in oorspronkelijke blootstellingresponsrelatie

Het verschil tussen de blootstellingresponsrelatie zoals in het huidige onderzoek gevonden wordt, en de relatie zoals in de Handreiking Wgv, is substantieel. Dit is in lijn met wat waargenomen wordt bij de GGD, maar hoe kan dit verschil zijn ontstaan? Deze vraag is niet eenduidig te beantwoorden. Beide onderzoeken verschillen op een aantal punten. Het huidige onderzoek is uitgevoerd bij meer dan 13 000 personen. Het PRA onderzoek omvat minder deelnemers, circa 2300 personen. Echter de groep waar de betreffende Wgv-curve (concentratiegebied, niet-agrariërs, meer bron) van afgeleid is, is gebaseerd op 627 respondenten. Hierdoor zal de onbetrouwbaarheid in de schatting van het PRA onderzoek groter zijn. Ter illustratie is de spreiding van respondenten over de verschillende geurbelastingklassen en de gerapporteerde geurhinder voor het PRA-onderzoek weergegeven (Tabel 8), en is een betrouwbaarheidsinterval rondom de gerapporteerde hinderpercentages in het PRA onderzoek berekend (Figuur 6). Dit laat zien dat behoorlijk onzeker is hoe de curve in het PRA onderzoek werkelijk loopt. Deze onzekerheid zou deels kunnen verklaren waarom er nu een andere blootstellingresponsrelatie gevonden wordt.



P98 geurbelasting van alle diertypen (OU/m^3)

Figuur 6 Invloed van aantallen: de nieuwe curves met 95% betrouwbaarheidsintervallen in vergelijking met betrouwbaarheidsinterval rond de PRA uitkomsten (geschat op basis van de populatieomvang).

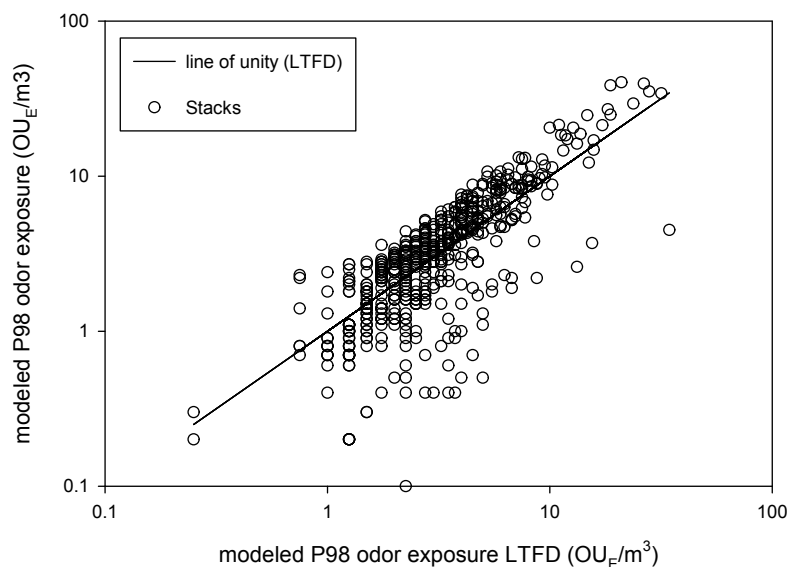
Tabel 8 Aantal respondenten (N) per geurbelastingklasse, en aantal (n) en percentage (%) van de respondenten dat geureghinder rapporteerde bij PRA onderzoek.

Cumulatieve geurbelasting P98 → Geurhinder ↓		<0,5 ge ~<0,25 OU/m ³	0,5 - <1,0 ge ~0,25-0,5 OU/m ³	1 - <2 ge 0,5 – 1 OU/m ³	2 - <4 ge 1 - 2 OU/m ³	4 - <8 ge 2 – 4 OU/m ³	8 - <16 ge 4- 8 OU/m ³	16 - <32 ge 8-16 OU/m ³	32 - <64 ge 16-32 OU/m ³	64 - <128 ge 32-64 OU
a. PRA gehele populatie										
Hinder	N	115	139	319	386	438	433	285	154	34
(soms/vaak)	ja	4 (3%)	6 (4%)	10 (3%)	19 (5%)	48 (11%)	69 (16%)	57 (20%)	40 (26%)	10 (29%)
Mate van hinder	N	115	139	319	386	438	433	285	154	34
ernstige hinder	Ja	0 (0%)	0 (0%)	2 (0,6%)	1 (0,3%)	5 (1,1%)	7 (1,6%)	9 (3,2%)	5 (3,2%)	1 (2,9%)
b. PRA concentratiegebied, agrariërs én niet-agrariërs										
Hinder	N	-	6	19	103	147	169	160	125	29
(soms/vaak)	ja	-	1 (17%)	0 (0%)	1 (1%)	8 (6%)	15 (9%)	19 (12%)	29 (23%)	8 (28%)
c. PRA concentratiegebied, agrariërs										
Hinder	N	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
(soms/vaak)	Ja		20%	0%	1%	6%	10%	13%	28%	29%
d. PRA concentratiegebied, niet-agrariërs										
Hinder	N	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
(soms/vaak)	Ja		0%	0%	0%	5%	4%	6%	4%	20%

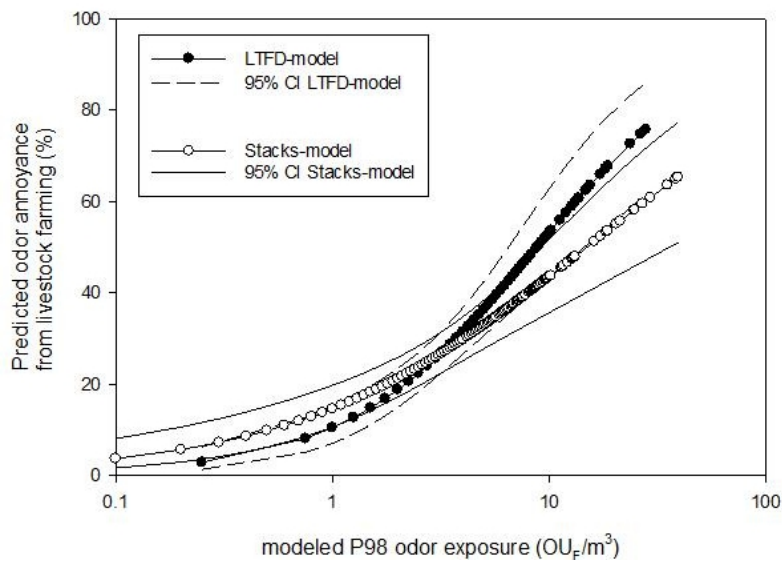
(n.b. = niet bekend op grond van PRA-rapport)

4.1.2 Extrapolatie tussen milieumodellen

Ten tijde van het PRA onderzoek waren de geuremissiefactoren niet volledig bekend en is een voorloper van het V-Stacks verspreidingsmodel toegepast om de geurbelasting te berekenen, te weten het LTFD-model. In Bijlage 6 van de Handreiking Wgv zijn de blootstellingresponsrelaties op basis van LTFD-berekeningen uit het PRA-onderzoek pragmatisch geëxtrapoleerd naar blootstellingresponsrelaties op basis van V-Stacks berekeningen.⁷ Om te achterhalen hoe groot de invloed van modelkeuze is op het afleiden van blootstellingresponsrelaties is in de pilotfase van het huidig onderzoek een vergelijking gemaakt. Daarbij is gebruik gemaakt van de data uit het case-controle onderzoek intensieve veehouderij en gezondheid onderzoek (IVG).¹² In het IVG-onderzoek werd gevraagd naar optreden van geurhinder en in een vervolgvraag werd gevraagd naar de *voornaamste* bron van geurhinder in de woonomgeving, waarbij geur van 'mest uitrijden' en 'veehouderij anders' twee van de antwoordopties waren. De IVG-hindervraagstelling is dus een combinatie van hinder van geur van 'mest uitrijden' en 'veehouderij anders' en is daarom niet 1-op-1 vergelijkbaar met de vraagstelling in het PRA onderzoek en het huidige onderzoek. Omdat de cumulatieve geurbelasting in de pilot zowel met LTFD als met Stacks+ is gemodelleerd, konden de modellen en hun invloed op blootstellingresponsrelaties wél met elkaar vergeleken worden. LTFD-geurbelasting in geureenheden is daarbij omgezet naar odor units met de standaardverhouding 1 OU = 2 geureenheden en er is gecorrigeerd voor case-controle status. Ten eerste, Figuur 7 laat zien dat er geen eenduidig patroon waarneembaar is wanneer de geurbelasting van LTFD en Stack met elkaar vergeleken worden. Ten tweede, Figuur 8 laat zien dat de blootstellingresponsrelaties van het LTFD-model en het Stacks-model wel wat afwijken van elkaar, maar er lijkt geen duidelijke verschuiving op te treden. Verschillen in geurverspreidingsmodellen lijken dus niet een systematisch verschil in blootstellingresponsrelaties tussen huidig onderzoek en de Handreiking Wgv te kunnen verklaren.



Figuur 7 Vergelijking tussen gemodelleerde geurbelasting op huisadressen van respondenten van het IVG-onderzoek gemodelleerd met het LTFD model danwel het Stacks model.



Figuur 8 Invloed van milieumodel: blootstellingresponsrelaties voor cumulatieve geurbelasting en geurhinder waarbij de geurbelasting gemodelleerd is met LTFD-model danwel Stacks. LTFD-geurbelasting in geureenheden is omgezet naar odor units met de standaardverhouding 1 OU=2geureenheden.

NB. Aangezien de vraagstelling in het IVG onderzoek niet 1-op-1 vergelijkbaar is met de vraagstelling in het PRA onderzoek en het huidige onderzoek, kunnen de hinderpercentages uit deze figuur niet vergeleken worden met het de hinderpercentages uit PRA en het huidige onderzoek.

4.1.3 Toepassing van luchtwassers

Een ander verschil tussen het onderzoek toen en nu is dat er nu meer luchtwassers gebruikt worden. Deze luchtwassers beloven hoge rendementen voor geurreductie. Of dit rendement in de praktijk ook behaald wordt, en wat het precieze rendement is, is niet bekend. Mogelijk is het rendement van luchtwassers minder groot dan verondersteld, waardoor de berekende geurbelasting in het huidige onderzoek een onderschatting is van de werkelijke geurbelasting. Dat zou betekenen dat in de huidige praktijk sprake zou kunnen zijn van systematische onderschatting van de werkelijke geurbelasting, waardoor de blootstellingresponsrelatie tussen gemodelleerde cumulatieve geurbelasting en geurhinder verschoven zou kunnen zijn.

4.1.4 Andere vraagstelling in vragenlijst

Onzeker is in hoeverre de manier van dataverzameling en veranderingen in de populatie van belang zijn. De vraagstelling in het PRA onderzoek, wat als een telefonisch interview werd afgenomen, is niet precies hetzelfde als in het huidige vragenlijstonderzoek. Het is niet te zeggen wat dit voor effect heeft op geurhindercurves. Niettemin meldden de respondenten in dit onderzoek in substantieel vaker geurhinder bij beide vraagstellingen.

4.2 Andere factoren in het bio-psykosociale model

Uit andere onderzoeken is bekend dat naast de geurbelasting ook andere zogenaamde niet-olfactorische factoren, zoals probleemgerichte copingstijl, negatieve attitude ten opzichte van de bron of overheid, verwachting dat de geur zal toenemen, bezorgdheid, angst voor gezondheidseffecten, invloed kunnen hebben op de mate van ervaren.^{2f,h,j} Deze leiden in het algemeen tot meer hinder. Mogelijk is door (berichtgeving over) uitbraak van infectieziekten vanuit de veehouderij (zoals Q-koorts) en andere negatieve berichtgeving over de veehouderij het gevoel van onrust toegenomen, waardoor mensen meer hinder ervaren. De invloed van

dergelijke factoren zit impliciet verborgen in de voor de gehele populatie beschreven relatie tussen geurbelasting en geurhinder. Dat geldt zowel voor het PRA-onderzoek als ook voor het huidige onderzoek en daar was geen data over verzameld. Meer gegevens over o.a. grondhouding zijn verzameld binnen de vervolgvragenlijst van het VGO-onderzoek. Nadere analyse van deze gegevens kan meer inzicht geven in de invloed die grondhouding heeft op de blootstellingresponsrelatie.

Onze multivariate analyses laten zien dat een aantal persoonlijke kenmerken, zoals leeftijd, roken, en het hebben van een luchtwegaandoening niet de helling van de blootstellingresponsrelatie beïnvloeden, maar wel het absolute hinder percentage. Dit resultaat is relevant voor beleid aangezien dit laat zien dat geurhinder in enige mate beïnvloed wordt door andere factoren. Niettemin onderschrijven de resultaten het uitgangspunt in huidig beleid dat geurhinder beperkt kan worden door de geurbelasting van veehouderijen te reguleren, óók wanneer rekening gehouden wordt met de invloed van andere persoonsgebonden factoren. Wanneer deze relaties beter bekend zijn, zou bij het opstellen van geurhinderbeleid eventueel rekening gehouden kunnen worden met gevoelige subgroepen.

4.3 Verschillen tussen diersoorten

De relatie tussen geurbelasting en hinder blijkt afhankelijk van diertype. In het huidige agrarisch geurbeleid wordt hiermee geen rekening gehouden, en wordt eenzelfde relatie verondersteld. Er is weinig onderzoek gedaan naar differentiatie in geurhinderrelaties. Een studie van Miedema et al. heeft gesuggereerd dat onafhankelijk van de geurbron een zelfde blootstellingresponsrelatie tussen geurbelasting en ernstige hinder kan worden verondersteld.¹³ Echter, ook in Duitsland wordt een vergelijkbaar verschil in blootstellingresponsrelatie voor geurbelasting en ernstige geurhinder tussen verschillende diertypen gerapporteerd.¹⁴ Hoewel geurbelasting in Duitsland op een andere manier gedefinieerd wordt, is opvallend dat eenzelfde verschil tussen diertype waarneembaar is.

Dat er verschillen optreden tussen de hindercurves voor verschillende diertypen kan relevant zijn voor het beleid. In het huidige agrarisch geurbeleid wordt namelijk uitgegaan van generieke geurbelasting ongeacht van welke diertype de geur afkomstig is. Als het bereiken van een acceptabel geurhinderniveau het primaire beleidsdoel is, dan zou daarbij rekening gehouden moeten worden met de diertype.

4.4 Sensitiviteitsanalyse

In Nederland wordt de geurbelasting gedefinieerd als een 98 percentiel waarde. In een sensitiviteitsanalyse hebben we onderzocht of het gebruik van andere percentiel waarden andere resultaten opleveren. Dit bleek niet het geval te zijn. Andere percentielwaarden blijken de mate van hinder niet beter te voorspellen. Hierbij moet opgemerkt worden dat de variatie tussen de percentielen slechts voortvloeit uit de uur-voor-uur variatie van de meteogegevens gedurende een jaar. Variatie in emissies gedurende de dag (ten gevolge van diervooractiviteit) of gedurende het jaar (ten gevolge van groeicycli van dieren) worden in de huidige rekenmethodiek in zijn geheel niet meegenomen. Onduidelijk is hoe groot de invloed van fluctuerende uitstoot is op de gemodelleerde P98 van de geurbelasting. Ook is nog onduidelijk of de fluctuerende uitstoot van invloed is op de geurwaarneming en het optreden van geurhinder. Het is echter aannemelijk dat fluctuerende uitstoot het optreden van hinder kan beïnvloeden aangezien de factoren frequentie, intensiteit en duur van blootstelling aan de geur expliciet benoemd worden in het bio-psychosociale model van Smeets & Fast.² De invloed van fluctuaties in emissieprofielen op de P98 van de geurbelasting en op het optreden geurhinder verdient daarom nader onderzoek.

4.5 Relevant voor beleid?

Belangrijk om te realiseren is dat in de huidige studie blootstellingresponsrelaties zijn afgeleid voor blootstelling aan cumulatieve geurbelasting, dat wil zeggen voor achtergrondbelasting. Er is niet onderzocht wat de blootstellingsresponsrelatie is voor voorgrondbelasting. Uitgangspunt voor huidig geurbeleid is dat normen worden opgesteld voor de voorgrond geurbelasting. Toch is de cumulatieve geurbelasting daarbij van belang. Bij gemeentelijke verordening kan worden bepaald dat binnen een deel van het grondgebied van de gemeente andere normen van toepassing zijn. Dat dient te worden onderbouwd in een geurgebiedsvisie waarin gewogen wordt of afwijkende beschermingsniveaus nodig zijn. De Handreiking Wgv beschrijft dat de berekende cumulatieve geurbelasting, de bijbehorende hinderpercentages en uitbreidingsruimte voor de veehouderijen in deze afweging betrokken moeten worden. Bovendien wordt cumulatieve geurbelasting vaker via andere beleidsterreinen gereguleerd aangezien de Wgv hiervoor geen normen voor stelt. Zo zijn in de Verordening Ruimte 2014 van de Provincie Noord-Brabant normen met betrekking tot de geurbelasting opgenomen: maximaal 12% kans op geurhinder in de bebouwde kom en maximaal 20% kans op geurhinder in het buitengebied.¹⁵ Dat komt overeen met geurbeleid voor industriële inrichtingen met richtwaarde voor geurhinder van 12% met als bovenwaarde 20%. Qua geurbelasting komt dat in de Handreiking Wgv overeen met 10 OU/m³ en 20 OU/m³, respectievelijk. Tabel 9 laat zien welke hinderniveaus te verwachten zijn op grond van de Handreiking Wgv in vergelijking met de hinderniveaus op grond van de nieuwe blootstellingresponsrelaties. Op basis van deze onderzoeksresultaten is er bij 10 OU/m³ echter geen 12% maar 20-46% geurhinder te verwachten zijn. Bij 20 OU/m³ is er op basis van deze onderzoeksresultaten geen 20% maar 29-60% hinder te verwachten. Bovendien treedt er dan óók ernstige hinder op (11% en 17% respectievelijk). In het huidige beleid wordt er echter nog geen rekening gehouden met het voorkómen van ernstige geurhinder. De niveaus van 12% en 20% hinder komen bij de nieuwe onderzoeksresultaten voor geurhinder (soms/vaak) overeen met cumulatieve geurbelasting van 1,0 OU/m³ en 2,1 OU/m³. Uitgaande van hinder (mate, score 6-10) komt 12% en 20% geurhinder overeen met cumulatieve geurbelasting van 4,7 OU/m³ en 10,3 OU/m³, respectievelijk.

4.6 In conclusie:

Respondenten melden meer geurhinder dan op basis van de Handreiking Wgv (Wet geurhinder veehouderij) in concentratiegebied verwacht wordt. Er treedt ook ernstige hinder op en dit onderzoek heeft een blootstellingresponsrelatie blootgelegd tussen geurbelasting en ernstige hinder. De relatie tussen geurbelasting en hinder blijkt afhankelijk van diertype. In het huidige agrarisch geurbeleid wordt geen onderscheid gemaakt tussen diertype en mate van hinder.

De geconstateerde verschillen tussen de uitkomsten van het huidige onderzoek en het eerdere PRA onderzoek verdienen nadere duiding. Door expertise op alle stappen in de keten van oorzaak tot effect in te brengen, dient inzichtelijk gemaakt te worden hoe deze verschillen ontstaan zijn. Door het onderzoek naar blootstellingsresponsrelaties te herhalen in andere gebieden waar ook veel veehouderij voorkomt én gebieden waar minder veehouderij voorkomt, kan onderzocht worden of het onderscheid in concentratiegebied en niet-concentratiegebied dient te blijven bestaan. Met aanvullende geurmodellering, kan dit omvangrijk vragenlijst onderzoek gebruikt worden om ook de relatie tussen voorgrondbelasting en ervaren geurhinder opnieuw vast te stellen. Door deze blootstellingresponsrelaties te vergelijken kan bovendien onderzocht worden of het onderscheid in voorgrondbelasting en cumulatieve geurbelasting nog steeds legitiem is.

Tabel 9 Cumulatieve geurbelasting en de te verwachten percentage geurgehinderden gebaseerd op de Handreiking Wgv in vergelijking met de onderzoeksresultaten.

Cumulatieve geurbelasting (OU/m3)	Hinderniveau Handreiking Wgv concentratiegebied	Nieuwe blootstellingresponsrelaties (alle diertypen)		
		Hinder (soms/vaak)	Hinder (mate, score 6-10)	Ernstige hinder (mate, score 8-10)
1,0	2%	12%	4%	2%
1,5	3%	16%	5%	2%
2,0	4%	20%	7%	3%
3,0	5%	25%	9%	4%
4,0	6%	30%	11%	5%
5,0	7%	33%	13%	6%
6,0 ^I	8%	37%	14%	7%
7,0	10%	39%	16%	8%
8,0	10%	42%	17%	9%
9,0	11%	44%	18%	10%
10,0 ^{III}	12%	46%	20%	11%
12,0	14%	50%	22%	12%
14,0	16%	53%	24%	13%
16,0	17%	55%	26%	15%
18,0	19%	58%	28%	16%
20,0 ^{IV}	20%	60%	29%	17%
22,0	21%	61%	31%	18%
24,0	22%	63%	32%	19%
26,0	24%	64%	34%	20%
28,0 ^{II}	25%	66%	35%	21%
30,0	26%	67%	36%	22%
32,0	27%	68%	37%	23%
34,0	28%	69%	39%	24%
36,0	29%	70%	40%	25%
38,0	30%	71%	41%	26%
40,0	31%	72%	42%	27%

^I geëxtrapoleerd van voorgrondnorm binnen bebouwde kom van 3 OU/m3;

^{II} geëxtrapoleerd van voorgrondnorm buiten bebouwde kom van 14 OU/m3;

^{III} maximaal hinderpercentage binnen bebouwde kom in Verordening Ruimte 2014 Provincie Brabant;

^{IV} maximaal hinderpercentage buiten bebouwde kom in Verordening Ruimte 2014 Provincie Brabant.

Dankwoord

Het onderzoek beschreven in deze rapportage is gefinancierd door ZonMW (Projectnummer 204010004). Doordat bij de uitvoering van de studie samengewerkt is met de uitvoerders van het onderzoek veehouderij en gezondheid omwonenden (VGO), was het mogelijk om gegevens te verkrijgen van grote aantallen omwonenden. Daarom een woord van dank aan de betrokken onderzoekers van het Nederlands instituut voor onderzoek van de gezondheidszorg (NIVEL) en het IRAS, met name Joris IJzermans, Floor Borlée, Lidwien Smit en Dick Heederik. De resultaten zullen met medewerking van alle betrokkenen in een internationale publicatie beschreven worden. Dank aan Mark Huijbregts van Department of Environmental Science van de Radboud Universiteit voor zijn inbreng als lid van het projectteam, dank aan Hans Erbrink van DNV-GL voor de berekeningen van de geurbelasting met behulp van Stacks, en dank aan de provincies Brabant en Limburg voor het beschikbaar stellen van de vergunningsgegevens van veehouderij in de provincies. Tot slot, een woord van dank aan de begeleidingscommissie, bestaande uit Andre Peeters Weem (Kenniscentrum InfoMil Rijkswaterstaat Leefomgeving), Annemiek van Overveld, (RIVM centrum Gezondheid en Milieu), Fred Stouthart (Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant), Hans Erbrink (DNV-GL), Herman Litjens (ZLTO), Marcel van der Heijden (Gemeente Deurne), Monique Smeets (Universiteit Utrecht, Unilever R&D), Nico Ogink (Wageningen UR), Renske Nijdam (Bureau Gezondheid, Milieu & Veiligheid), Ric van Pol, (RIVM centrum voor Milieu Gezondheid Onderzoek), Rob Scholtens (Provincie Noord-Brabant), Theo van de Ven (Gemeente Oirschot), Tilly Fast (Fast Advies) en Wouter Moonen (Gemeente Sint-Michielsgestel). In de verschillende stadia van het onderzoek hebben de auteurs dankbaar geput uit de inbreng van de begeleidingscommissie.

Bijlage 1 Screeningsvragenlijst onderzoek Veehouderij en Gezondheid Omwonenden





52595



Vragenlijst luchtwegklachten

VOOR HET BEANTWOORDEN VAN DE VRAGEN DIENT U HET JUISTE VAKJE AAN TE KRUISEN. ALS U NIET ZEKER BENT VAN HET ANTWOORD, KIES DAN 'NEE'.

1. Heeft u in de afgelopen 12 maanden wel eens last gehad van piepen op de borst? ☐ Nee ☐ Ja

- INDIEN 'NEE' GA NAAR VRAAG 2; INDIEN 'JA' :
- 1.1 Was u kortademig tijdens dit piepen op de borst? ☐ Nee ☐ Ja
- 1.2 Heeft u dit piepen op de borst gehad wanneer u niet verkouden was? ☐ Nee ☐ Ja
2. Bent u in de afgelopen 12 maanden wel eens wakker geworden met een gevoel van beklemming op de borst? ☐ Nee ☐ Ja
3. Bent u in de afgelopen 12 maanden wel eens wakker geworden door een aanval van kortademigheid? ☐ Nee ☐ Ja
4. Bent u in de afgelopen 12 maanden wel eens wakker geworden door een hoestbui? ☐ Nee ☐ Ja
5. Heeft u in de afgelopen 12 maanden een astma-aanval gehad? ☐ Nee ☐ Ja
6. Gebruikt u momenteel geneesmiddelen (bijv. inhalatoren, aerosols, tabletten) tegen astma? ☐ Nee ☐ Ja
7. Heeft u enige vorm van neusallergie, inclusief 'hooikoorts'? ☐ Nee ☐ Ja
- 7.1 Hoe oud was u toen u voor het eerst een neusallergie of 'hooikoorts' had? (vul 1 in als het begon toen u een baby was)
8. Heeft u in de afgelopen 12 maanden wel eens overdag in rust een aanval van kortademigheid gehad? ☐ Nee ☐ Ja
9. Heeft u in de afgelopen 12 maanden wel eens overdag na inspanning een aanval van kortademigheid gehad? ☐ Nee ☐ Ja
10. Heeft u ooit astma gehad? ☐ Nee ☐ Ja
- 10.1 Hoe oud was u toen u uw eerste astma-aanval had? (vul 1 in als het begon toen u een baby was)
11. Hoest u vrijwel dagelijks, wel drie maanden per jaar? ☐ Nee ☐ Ja
12. Geeft u vrijwel dagelijks slijm op, wel drie maanden per jaar? ☐ Nee ☐ Ja
13. Heeft een arts u ooit verteld dat u een chronische obstructieve longaandoening (COPD) of emfyseem heeft? ☐ Nee ☐ Ja
- 13.1 Hoe oud was u toen een arts u vertelde dat u een chronische obstructieve longaandoening (COPD) of emfyseem heeft?

52595

14. Heeft u in de afgelopen 12 maanden regelmatig (vrijwel dagelijks) budesonide, fluticason, beclomethason, ciclesonide of een andere corticosteroïd inhaler gebruikt?

☐ Nee ☐ Ja

15. Heeft u ooit gedurende een volledig jaar gerookt?

☐ Nee ☐ Ja

15.1 Hoe oud was u toen u begon te roken?

15.2 Rookt u nu of heeft u de afgelopen maand nog gerookt?

☐ Nee ☐ Ja

15.3 Hoe oud was u toen u voor het laatst rookte?

16. Hoeveel jaar woont u in uw huidige woning? (vul 1 in bij minder dan 12 maanden)

17. Als u denkt aan de afgelopen 12 maanden, hoe vaak en in welke mate wordt u gehinderd door geur van onderstaande bronnen als u thuis bent?

Hinder door geur van:	Hoe vaak hinder			Helemaal niet gehinderd										Heel erg gehinderd
	Zelden/ Nooit	Soms	Vaak	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Varkenshouderij stallen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Pluimveehouderij stallen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Rundveehouderij stallen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Mest uitrijden	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

18. Woont of werkt u op een veehouderijbedrijf?

☐ Nee ☐ Ja

19. Wat is uw geboortedatum?

Dag	Maand	Jaar

20. Welke dag is het vandaag?

Dag	Maand

21. Wat is uw geslacht?

☐ Man ☐ Vrouw

22. Mogen wij u benaderen voor vervolgonderzoek?

☐ Nee ☐ Ja

23. Mogen wij u benaderen per telefoon?

☐ Nee ☐ Ja

Indien ja, mijn telefoonnummer is:

BEDANKT VOOR HET INVULLEN VAN DE VRAGENLIJST.

U KUNT DE VRAGENLIJST IN DE RETOURENVELOP TERUG STUREN, EEN POSTZEGEL IS NIET NODIG.

Referenties

- ¹ Gezondheidsraad. Gezondheidsrisico's rond veehouderijen. Den Haag: Gezondheidsraad, 2012; publicatienr. 2012/27. ISBN 978-90-5549-939-7
- ² Smeets & Fast, 2006. Dosis effect relatie geur, effecten van geur. Document: IP-DER-06-40. OpdenKamp Adviesgroep BV, Den Haag. Daarin is gerefereerd aan de volgende publicaties: ^{2a} Taylor, 2003; ^{2b} Steinheider & Winneke, 1993; Steinheider et al., 1998; Winneke et al., 2004; Miedema et al., 2000; ^{2c} Bliss et al., 1996; Jonsson, 1974; Steinheider & Winneke, 1993; Winneke & Kastka, 1987; Punter et al., 1987; Cavalini et al., 1991; ^{2d} Jonsson, 1974; Sucker et al., 2003; ^{2e} Sucker et al., 2003; Breugelmans et al., 2004; Bongers et al., 2001; Van Poll et al., 2002; ^{2f} Cavalini et al., 1991; Deane & Sanders, 1978; Dalton, 1996; Dalton, 1999; Dalton et al., 1997; ^{2g} Jonsson, 1974; ^{2h} Steinheider & Winneke, 1993; Winneke et al., 1996; ²ⁱ Schiffman et al., 2000; ^{2j} Shusterman et al., 1991; Neutra et al., 1991; Roht et al., 1985;
- ³ Bongers, M.E., Vossen, F.J.H. & van Harreveld, A.P., 2001. Geurhinderonderzoek stallen intensieve veehouderij. PRA OdourNet bv, Amsterdam.
- ⁴ Deze indeling vindt zijn oorsprong in de Meststoffenwet en ligt vast in Bijlage I. behorende bij de artikelen 1, eerste lid, en 26 van de Meststoffenwet. http://wetten.overheid.nl/BWBR0004054/geldigheidsdatum_13-02-2015#Bijlage1
- ⁵ 28 973 - Toekomst van de intensieve veehouderij. Nr. 137 BRIEF VAN DE STAATSSECRETARISSEN VAN ECONOMISCHE ZAKEN EN VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU, Aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal Den Haag, 8 april 2014. <http://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2014D12721&did=2014D12721>
- ⁶ Handreiking bij Wet geurhinder en veehouderij. Aanvulling: Bijlagen 6 en 7. Opgesteld door InfoMil, in samenwerking met het Ministerie van VROM, het Samenwerkingsverband Regio Eindhoven (SRE) en de Provincie Noord-Brabant. Datum 1 mei 2007. <http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw/keur/handreiking/artikel/>
- ⁷ Noordegraaf & Bongers, 2007. Relatie tussen geurimmissie en geurhinder in de intensieve veehouderij. VROM07A3, PRA OdourNet bv, Amsterdam.
- ⁸ Borlée F, Yzermans, J, van Dijk CE, Heederik D, Smit LAM, Increased wheezing and medication use in COPD patients living in the vicinity of livestock farms, submitted 2015.
- ⁹ ISO (2002) - Technical Specification ISO/DTS 15666 "Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys" ISO/TS 15666:2002.
- ¹⁰ <http://www.dnvkema.com/services/advisory/ces/lto/stacks.aspx>
- ¹¹ CEN, 2003. EN 13725 Air Quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, Belgium.
- ¹² Heederik, D.J.J. & IJzermans, C.J. (editors), Opstal-van Winden, A.J.W., Smit, L.A.M., Wouters, I.M., Hooiveld, M., Sman-de Beer, F. van der, Spreeuwenberg, P.M.M., Bruin, A. de, Rotterdam, B. van; Mogelijke effecten van intensieve-veehouderij op de gezondheid van omwonenden: onderzoek naar potentiële blootstelling en gezondheidsproblemen. Utrecht, Bilthoven; NIVEL, IRAS Universiteit Utrecht, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2011.
- ¹³ Miedema H.M.E., Walpot, J.I., Vos, H. & Steunenbergh, C.F., 2000. Exposure-annoyance relationships for odour from industrial sources, Atmospheric Environment 34, 2927-2936.
- ¹⁴ Sucker, K., F. Müller und R. Both (2006): Geruchsbeurteilung in der Landwirtschaft. Bericht zu Expositions-Wirkungsbeziehungen, Geruchshäufigkeit, Intensität, Hedonik und Polaritätenprofilen. Materialien 73, Landesumweltamt Nordrhein- Westfalen, ISSN 0947-5206 Materialien, 119 S (pagina 85-86). (<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/materialien/mat73/mat73.pdf>)
- ¹⁵ Provincie Brabant, 2014. Verordening Ruimte 2014. Regels. Te downloaden via <http://www.brabant.nl/dossiers/dossiers-op-thema/ruimtelijke-ordening/-/media/52C51C6E3AE247A3A2A3B98488A836B8.pdf>