Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Stikstofeffecten van criteria ten behoeve van de Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties

RIVM-briefrapport 2020-0199
A. Bleeker | M.J. Wilmot |J. Bijsterbosch

Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Stikstofeffecten van criteria ten behoeve van de Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties

RIVM-briefrapport 2020-0199
A. Bleeker | M.J. Wilmot | J. Bijsterbosch

Colofon

© RIVM 2020
Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2020-0199

A. Bleeker (auteur), RIVM
M.J. Wilmot (auteur), RIVM
J. Bijsterbosch (auteur), RIVM

Contact:
Albert Bleeker
Centrum Milieukwaliteit
albert.bleeker@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit in het kader van invoering Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties (Lbv)

Dit is een uitgave van:
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Stikstofeffecten van criteria ten behoeve van de Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties

Een van de regelingen die moeten bijdragen aan een structurele oplossing van de stikstofproblematiek is de Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties (Lbv). Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wil hiermee de uitstoot van stikstof door landbouwbedrijven verminderen, en daarmee de neerslag van stikstof op stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Landbouwbedrijven (melkvee-, varkens- en pluimveehouders) kunnen zich vrijwillig aanmelden om met subsidie hun bedrijf te beëindigen.

LNV werkt nog uit welke bedrijven voor de regeling in aanmerking komen. Het is hierbij van belang in welke volgorde de aanmeldingen worden geselecteerd. Hiervoor wil het ministerie weten wat het effect van verschillende opties om bedrijven te selecteren is op de uitstoot en neerslag van stikstof in Nederland. Het RIVM heeft het effect van vier opties uitgerekend. Ook is gekeken wat de kosten per gereduceerde hoeveelheid neerslag voor de verschillende opties zijn. LNV wil bovendien een ‘drempelwaarde’ instellen voor de grootte en het type landbouwbedrijf dat zich kan aanmelden. Hiervoor heeft het RIVM enkele drempelwaarden doorgerekend.

De eerste optie kijkt naar de totale uitstoot van stikstof van een bedrijf. Het idee is dat de totale uitstoot in Nederland kan afnemen door bedrijven die veel stikstof uitstoten te sluiten. Bij de tweede optie wordt niet naar de uitstoot gekeken, maar naar de hoeveelheid stikstof die op de bodem neerslaat.

De derde optie kijkt naast de uitstoot en neerslag naar het effect van een lagere neerslag op het aantal overschrijdingen van de zogeheten kritische depositiewaarde (KDW) in een natuurgebied. Deze waarden geven aan hoeveel stikstof er maximaal in een natuurgebied mag neerslaan zonder de natuur te schaden. Ten slotte is gekeken op welke plekken in Nederland er grote behoefte is aan bouwprojecten die stikstof uitstoten, zoals de aanleg van woningen en wegen. Vanuit die gedachte wordt gekeken in hoeverre de beëindiging van bedrijven dat mogelijk kan maken.

De resultaten van de opties zijn niet alleen in absolute zin met elkaar vergeleken, maar ook ruimtelijk. Voor de tweede optie wordt in alle opzichten de grootste reductie in de neerslag van stikstof bereikt, en dan met name regionaal. Dit hoeven echter niet de regio’s te zijn waarbij met die reductie de overbelasting van de KDW in belangrijke mate wordt teruggebracht. Daar zit dan ook met name het verschil met de derde optie. Daar wordt namelijk een beperktere extra depositiereductie gerealiseerd, maar dat wel in Natura2000-gebieden waarin de overbelaste situatie sneller oplosbaar is.

Voor de vierde optie is er landelijk weliswaar een lagere reductie dan bij de tweede optie, maar wordt de depositiereductie dan wel gerealiseerd op locaties waar behoefte is aan stikstofruimte ten behoeve van economische ontwikkeling.

Kernwoorden: Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties, stikstof, veehouderij, KDW, drempelwaarde

Synopsis

Effects on nitrogen from criteria for the National termination scheme for livestock farming locations (Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties, Lbv)

One of the regulations that are supposed to contribute to a structural solution for the nitrogen problem is the Lbv. With this regulation the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV) aims at reducing the emission of nitrogen by farms and thus reduce the precipitation of nitrogen on nitrogen-sensitive Natura 2000 areas. Owners of dairy, pig and poultry farms can apply voluntarily to terminate their activities with the aid of subsidies.

LNV is still working out which farms will be eligible for the scheme. The order in which the farms that have applied for termination are selected is important and the ministry is therefore keen to know the effects of various options for selecting farms on the emission and precipitation of nitrogen in the Netherlands. RIVM has calculated the effects of four options. The costs per reduced amount of precipitation of the options has also been looked at. LNV wishes, moreover, to set a 'threshold value' for the size and type of farm that may apply for this scheme. To this end, RIVM has calculated various threshold values.

The first option looks at the total emission of nitrogen by a farm. The idea is that the total emission of nitrogen in the Netherlands can be reduced by closing farms that emit large quantities of nitrogen. The second option looks at the quantity of nitrogen that precipitates on the soil rather than that emitted.

The third option looks not only at the emission and precipitation of nitrogen but also at the effect of a lower precipitation on the number of exceedances of what is known as the critical deposition value (CDV) in a nature reserve. These values indicate the maximum quantity of nitrogen that may precipitate in a nature reserve without harming the flora and fauna. Finally, the fourth option looks at the places in the Netherlands where there is a great need for construction projects, such as the building of houses and roads, that emit nitrogen. On this basis, the extent to which the termination of farming activities would enable this is then examined.

The results of the options are compared both in an absolute and a spatial way. For the second option the largest reduction in nitrogen precipitation is achieved, mainly regional. However, it does not necessarily mean that these are the regions where the exceedance of the CDV is reduced in a meaningful way by means of the precipitation reduction. This then also provides the difference with the third option. Although the third option realizes a smaller additional precipitation reduction, it occurs in Natura 2000 areas where the exceeded situation can be solved more quickly.

On a national scale the fourth option results in a lower precipitation reduction compared to the second option, but this reduction is realized on locations where there is demand for nitrogen in the context of economic growth.

Keywords: National termination scheme for livestock farming locations, nitrogen, livestock farming, CDV, threshold value

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11
1.1 Onderzoeksvraag — 11
1.2 Disclaimer — 12

2 Methodische beschrijving — 13
2.1 Uitgangspunten — 13
2.2 GIABplus — 14
2.3 Landelijke totalen als uitgangspunt — 14
2.4 Kostenberekening — 18
2.5 Maatgevende hexagonen — 18
2.6 AERIUS Calculator 2020 — 19
2.7 Monte-Carlo — 20
2.8 Drempelwaarde — 21
2.9 Uitwerking doelen — 23

3 Resultaten — 33
3.1 Een generieke drempelwaarde — 33
3.2 Evaluatie van de verschillende doelen — 38
3.2.1 Landelijke reductie van ammoniakemissies (D1) — 38
3.2.2 Maximale reductie van stikstofdepositie (D2) — 39
3.2.3 Kabinetsdoelstelling: reduceren van het oppervlak met overbelasting van de KDW (D3) — 41
3.2.4 Depositiereductie voor natuur en mogelijkheden voor economische ontwikkeling (D4) — 42
3.2.5 Vergelijking van de verschillende doelen — 46
3.2.6 Vergelijk met verschillende budgetten — 51

4 Conclusie — 55

5 Verdieping methodieken — 57
5.1 Gedetailleerde uitwerking kosteninschatting per diercategorie — 57
5.2 Maatgevende hexagonen bepalen — 58
5.2.1 Prioriteren op kenmerken die de stikstofdepositie bepalen — 59
5.2.2 Effect van het selecteren van maatgevende hexagonen — 61
5.3 Literatuur — 64

Samenvatting

Voor de structurele aanpak van de stikstofproblematiek is de Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties (Lbv) als één van de bronmaatregelen aangekondigd. De regeling heeft als doel een reductie van stikstofdepositie in stikstofgevoelige Natura2000-gebieden te bewerkstellingen. Naast het hanteren van een generieke drempelwaarde voor vrijwillige aanmeldingen, is onderzocht in welke mate het stellen van aanvullende doelstellingen kan bijdragen aan de structurele aanpak van de stikstofproblematiek. Hiertoe zijn vier aanvullende doelen onderzocht.
De uitvoering van de Lbv levert een geschatte ammoniak emissiereductie vanuit stallen en opslag op van ca. 2,5 kton. Dat is circa 5% van het landelijke emissietotaal voor melkvee, varkens en pluimvee zoals berekend met NEMA voor 2018. Deze emissiereductie vertaalt zich naar een depositiereductie, waarbij de gestelde doelen invloed hebben op de mogelijke depositiereductie. Dit is zeker voor de regionale verdeling van de depositiereductie het geval. Afhankelijk van het gestelde nevendoel is er een reductie mogelijk van de sectorbijdrage tussen de 3% en 11%
Voor vier specifieke doelen zijn de effecten uitgebreid onderzocht:

- D1, reductie van ammoniakemissies;
- D2, reductie van stikstofdepositie;
- D3, reductie overbelasting KDW;
- D4, reductie voor natuur en ruimte voor economische ontwikkeling.

De resultaten van de nevendoelen zijn niet alleen in absolute zin met elkaar vergeleken, maar ook ruimtelijk. Voor D2 wordt in alle opzichten de grootste reductie in stikstofdepositie bereikt, en dan met name regionaal. Dit zijn echter niet per definitie ook regio's waarbij met die reductie de overbelasting van de KDW zo wordt teruggebracht dat dit wezenlijk bijdraagt aan het bereiken van een gunstige staat van instandhouding. Daar zit dan met name ook het verschil met D3, waarin er weliswaar ten opzichte van de referentiesituatie een beperkte extra depositiereductie wordt gerealiseerd, maar dat wel in Natura2000-gebieden gebeurt waarin de overbelaste situatie sneller oplosbaar is. Deze beperkte extra daling zorgt wel voor lagere kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie.
Reductie van de KDW-overbelasting in specifieke gebieden (D3) heeft een beperkt aanvullend effect in de daarvoor geselecteerde gebieden. Het maakt de regeling in verhouding duurder en daarmee hogere kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie dan bij een keuze voor een ander doel. Dit is met name een gevolg van de bedrijfssamenstelling en ruimtelijk spreiding rondom deze Natura2000-gebieden.
D4 is een nevendoel waarbij naast het reduceren van stikstofdepositie ook gekeken wordt waar stikstofruimte nodig is voor woningbouw en PAS-meldingen. Hierbij is er landelijk weliswaar een lagere reductie dan bij D2, maar nemen de kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie minder af dan bij D3. De depositiereductie wordt dan wel gerealiseerd op locaties waar behoefte is aan stikstofruimte ten behoeve van economische ontwikkeling.

1 Inleiding

Het kabinet heeft op 24 april 2020 een structurele aanpak van de stikstofproblematiek aangekondigd. Eén van de aangekondigde bronmaatregelen is de Landelijke Beëindigingsregeling Veehouderijlocaties (Lbv). Het doel van deze regeling is een reductie van stikstofemissie door veehouderijen en daarmee een reductie van stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura2000-gebieden. De inzet van Nederland is om bij de opzet van de regeling zoveel als mogelijk aan te sluiten bij de methodiek van de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv). Anders dan de Srv bestaat de doelgroep voor de Lbv uit melkvee-, varkens- en pluimveehouders in Nederland. Met de Lbv kunnen veehouders subsidie ontvangen voor het definitief en onherroepelijk beëindigen van een productielocatie. In combinatie met het doorhalen van de productierechten wordt daarmee een blijvende krimp van de veestapel voor melkvee, varkens en pluimvee gerealiseerd.
Om in aanmerking te komen voor een beëindigingssubsidie moeten aanvragers aan een aantal vereisten voldoen. Een van die vereisten is een drempelwaarde. Deze drempelwaarde wordt uitgedrukt in mol/ha/jr en betreft de maximale depositie van een individueel bedrijf op stikstofgevoelig natuurgebied. De hoogte van deze drempelwaarde kan mede op basis van dit onderzoek worden vastgesteld. Verder wordt onderzocht wat het hanteren van verschillende nevendoelen voor emissie- en/of depositiereductie bij het uitvoeren van de regeling landelijk en regionaal kan bijdragen aan de totale stikstofreductieopgave.

1.1 Onderzoeksvraag

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid (LNV) is voornemens een generieke drempelwaarde op te nemen als aanmeldingscriterium voor de Lbv. De eerste onderzoeksvraag richt zich op het inzichtelijk maken van wat het opnemen van een drempelwaarde voor een bedrijfslocatie betekend voor de uitvoering van de Lbv.
Bij het opstellen van het afwegingskader voor de Lbv kunnen door het Ministerie verschillende doelen worden nagestreefd. Doelen op basis waarvan de aanvragen van veehouders voor een beëindigingssubsidie op grond van de Lbv zullen worden beoordeeld. De tweede onderzoeksvraag is voor een set van vier mogelijke nevendoelen inzichtelijk te maken wat het effect van het hanteren van die nevendoelen is op de stikstofemissie en -depositie in Nederland. Deze nevendoelen worden mogelijk betrokken bij de opzet van de regeling en geven een specifieke richting aan het hoofddoel van de regeling, reductie van stikstofdepositie op stikstofgevoelige Natura2000-gebieden. De vier geformuleerde nevendoelen zijn:

- Realiseren van een optimale landelijke emissiereductie. De nadruk voor dit doel ligt bij bedrijven die een bovengemiddelde bedrijfsemissie hebben;
- Het optimaal reduceren van de landelijke stikstofdepositie. Uitvoering is gericht op bedrijfslocaties met bovengemiddelde

bijdragen aan de totale depositie op stikstofgevoelige Natura2000-gebieden;
- Inzetten op het optimaal bijdragen aan de kabinetsdoelstelling van het halveren van het oppervlak natuur met een overbelasting van de kritische depositiewaarde (KDW). Regionaal wordt voorrang gegeven aan bedrijven die de stikstofoverbelasting in Natura2000-gebieden cumulatief dichtbij of onder de KDW kunnen brengen;
- Regionaal inzetten op depositiereductie voor het realiseren van instandhoudingsdoelstellingen en faciliteren van economische ontwikkeling. Uitvoering is gericht op regio's in Nederland waar naast een reductie van de stikstofdepositie er ook een maatschappelijk behoefte is voor ontwikkelingsruimte;

1.2 Disclaimer

De resultaten van dit onderzoek zijn bedoeld om een beeld te schetsen van de invloed die het inzetten op de onderzochte doelen mogelijk heeft op de emissie- en depositiereductie als gevolg van de uitvoering van de Lbv. Hiermee wordt in dit rapport niet een voorschot genomen op de verwachte omvang van de emissie- en depositiereductie van de Lbv zoals die nog opgesteld gaat worden.
Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van informatiebronnen die niet publiekelijk toegankelijk zijn, onder andere agrarische bedrijfsgegevens. Resultaten kunnen dus niet op bedrijfsniveau beschikbaar worden gesteld in verband met privacywetgeving.

2 Methodische beschrijving

In dit hoofdstuk worden de gehanteerde uitgangspunten, toegepaste methodieken en data verder toegelicht.

2.1 Uitgangspunten

- Ammoniakemissies en depositiebijdragen voor stallen en opslag van melkvee, varkens en pluimvee (incl. kalkoenen) zijn per bedrijfslocatie in het onderzoek meegenomen;
- Een bedrijfslocatie omvat alle dierenverblijven die gekoppeld zijn op hetzelfde of de aanpalende kadastrale kavel;
- Emissies en depositiebijdragen van overige diercategorieën op een bedrijfslocatie blijven buiten beschouwing;
- Ook de depositiebijdragen ten gevolge van veldemissies (beweiding en aanwending van kunst- en dierlijke mest) zijn in deze studie niet in de resultaten opgenomen;
- Emissies op bedrijfslocatie zijn berekend op basis van GIAB2018plus, waarbij de landelijke dieraantallen en emissies zijn geschaald naar NEMA (2018), dit om vergelijking met landelijk gerapporteerde cijfers over dieraantallen en emissies mogelijk te maken - zie ook paragraaf 2.2;
- Het jaar 2018 is het meest recente jaar waarvoor de emissies en ruimtelijke verdeling beschikbaar zijn;
- Eventuele autonome ontwikkeling heeft geen onderscheidende invloed op de onderzochte doelen;
- De stikstofdepositiebijdrage is per diercategorie per bedrijfslocatie bepaald met AERIUS Calculator 2020;
- De stikstofdepositiebijdragen zijn berekend voor de maatgevende hexagonen. Deze werkwijze is ook voor andere onderzoeken toegepast, in paragraaf 2.3 wordt dit verder toegelicht;
- De inschatting van het totale waardeverlies per bedrijf bij beëindiging is gebaseerd op kentallen per dierplaats voor de verschillende diercategorieën uit het Handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij (KWIN);
- Voor de regeling is een totaalbudget van 1000M€ beschikbaar. Dit budget wordt verdeeld naar 500M€ voor melkvee, 250M€ voor varkens en 250M€ voor pluimvee;
- In een variant is een totaalbudget van 750M€ genomen, waarbij een verdeling is gemaakt naar 500M€ voor melkvee, 125M€ voor varkens en 125M€ voor pluimvee;
- Bij het bepalen van de vergoeding voor het waardeverlies van de productiecapaciteit wordt een vast percentage van 65% als het maximale subsidiepercentage aangehouden;
- Bij de berekende depositiereductie is uitgegaan van volledige bedrijfsbeëindiging voor beschouwde diercategorieën. Indien in de praktijk een deel van de bestaande emissierechten behouden blijft, dient deze nog op de berekende reductie in mindering te worden gebracht;

2.2 GIABplus

Om per bedrijfslocatie te komen tot een emissie en stikstofdepositiebijdrage is gebruik gemaakt van de Opgave Huisvesting (OHV) en Identificatie en Registratie (I&R) van RVO. Deze informatie is door de Wageningen Environmental Research (WenR) verwerkt in het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB). Het GIABplus is een versie van GIAB waarbij voor de belangrijkste diercategorieën ook onderscheid is gemaakt tussen hoofd- en nevenvestigingen. Dit houdt in dat wanneer een agrarisch bedrijf meerdere bedrijfslocaties heeft de informatie over deze locaties ook afzonderlijk van elkaar opgenomen zijn in GIABplus. Bij de OHV van 2018 zijn voor de bedrijfslocaties de dieren niet toegekend aan afzonderlijke stallen, zoals dat bij OHV 2017 wel het geval was. Het GIABplus bestand is voor dit onderzoek op dit punt aangepast zodat de dieren weer toegekend zijn aan een stalgebouw. De hoofd- en nevenvestigingen zijn ruimtelijk van elkaar onderscheiden, wanneer stallocaties zich niet op hetzelfde of aanpalende kadastrale perceel bevonden (Figuur 1). In het eindresultaat voor AERIUS kon voor 721 kleine 'overige' bedrijfslocaties geen ruimtelijk allocatie worden gemaakt. Met een totale emissie 0,02 kton ammoniak, 0,04% van het landelijk totaal, zijn deze bedrijfslocaties buiten dit onderzoek gebleven.

Figuur 1 Links de 'stal' locatie zoals opgenomen in GIABplus, rechts de stallocatie zoals gebruikt in dit onderzoek.

2.3 Landelijke totalen als uitgangspunt

Het model waarmee de officiële landelijke emissietotalen vanuit de landbouw worden berekend is NEMA (National Emission Model for Agriculture). De werkgroep NEMA, onderdeel van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) ontwikkelt en onderhoudt dit model in opdracht van het ministerie van LNV sinds 2009 (van Bruggen et al., 2020). NEMA berekent onder andere de ammoniakemissies uit stallen en mestopslagen voor alle diercategorieën uit de Landbouwtelling, bij beweiding en bij toediening van meststoffen aan de bodem. De landelijke emissietotalen uit NEMA, worden in de Emissieregistratie (ER) verzameld en ruimtelijk verdeeld, waarna ze worden toegepast in verschillende nationale en internationale rapportages en studies. Voor dit onderzoek is het landelijke emissietotaal voor stal en opslagemissie

volgens NEMA, zoals deze is opgenomen in de ER, als uitgangspunt gebruikt. De belangrijkste reden hiervoor is dat zo aangesloten wordt bij de officieel gerapporteerde cijfers over de omvang van de veestapel en de daaraan gerelateerde emissies. Het zorgt ervoor dat verschillende onderzoeken naar effecten van maatregelen ook met elkaar vergelijkbaar zijn. Om tot de landelijke emissietotalen te komen, worden in NEMA onder andere ook de dieraantallen uit de OHV en I&R gebruikt. Het GIABplus bestand bevat de geografische locaties van bedrijven, wanneer echter de dieraantallen en emissies worden gekoppeld aan die geografische locaties, blijken er toch nog verschillen te zitten in dieraantallen en emissies. Wat betreft de dieraantallen wordt dit verschil met name veroorzaakt door het hanteren van verschillende definities van diercategorieën, waardoor de vergelijking tussen de beide databestanden niet optimaal is. In deze studie wordt de emissie berekend door het vermenigvuldigen van de dieraantallen met een emissiefactor volgens de Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV-factor uit de Regeling Ammoniak en Veehouderij, dd. 1 juli 2020). In NEMA gebeurt dit door vervluchtingsfactoren te vermenigvuldigen met de zogenaamde TAN gehaltes in geproduceerde mest. Dit verschil in methode zorgt uiteindelijk in een verschil in de berekende emissie. Om nu de gehanteerde dieraantallen en emissies zoveel mogelijk met elkaar in overeenstemming (en dus vergelijkbaar) te laten zijn, worden eerst de dieraantallen met elkaar vergeleken en gelijkgetrokken (geschaald) naar NEMA en vervolgens wordt dit ook gedaan met de emissies. De dieraantallen spelen namelijk een belangrijke rol bij het inschatten van de kosten, maar de emissie bij het bepalen van de emissie- en depositiereductie.

In Tabel 1 zijn de dieraantallen in GIABplus en NEMA weergegeven. De afgeleide verhouding tussen deze beide databronnen wordt vervolgens als schaalfactor voor iedere individuele stallocatie toegepast.

Tabel 1 Schaalfactoren voor dieraantallen, afgeleid uit NEMA.

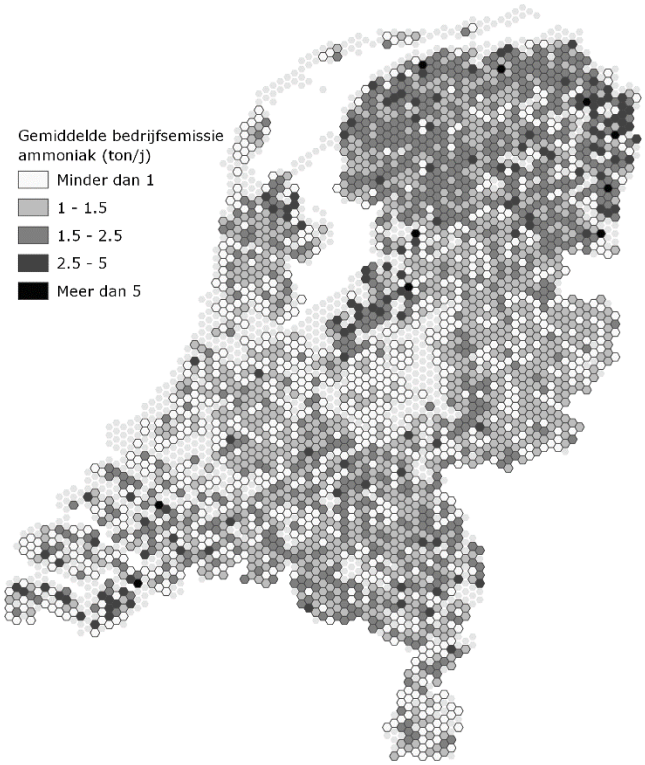
RAV-categorie	Aantal dieren in GIABplus	Aantal dieren in NEMA	Schaalfactor dieraantallen
A1	1.751.593	1.591.251	0,908
A2	94.779	69.489	0,733
A3	874.246	1.007.972	1,153
D1.1	3.530.220	3.451.066	0,978
D1.2	293.605	177.520	0,605
D1.3	687.617	745.085	1,084
D2	9.418	7.032	0,747
D3	5.923.027	5.824.136	0,983
E1	11.636.777	11.710.049	1,006
E2	35.432.213	35.222.623	0,994
E3	2.857.610	3.279.166	1,148
E4	4.913.467	4.984.853	1,015
E5	46.541.771	41.789.096	0,898
F4	11.636.777	657.391	0,938

Specifiek voor de varkens is op basis van de RAV-code en dieraantallen het onderscheid tussen de categorieën D1.1 t/m D1.3 bewaard. Het samenvoegen van deze categorieën zou leiden tot een ruimtelijke herverdeling van emissies die niet aansluit op de praktijk.
Zoals hierboven al aangegeven wordt, nadat de dieraantallen geschaald zijn naar NEMA, de totale emissie bepaald. Hiervoor zijn de dieraantallen vermenigvuldigd met de RAV emissiefactor voor het geregistreerde staltype. In Tabel 2 zijn de berekende RAV-emissietotalen per diercategorie weergegeven en vergeleken met de NEMA-emissietotalen voor de betreffende diercategorie. Om een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de verwachte emissie- en stikstofreductie bij uitvoering van de Lbv, wordt daarom ook geschaald naar het landelijk NEMA totaal voor ammoniakemissie voor stal en opslag.

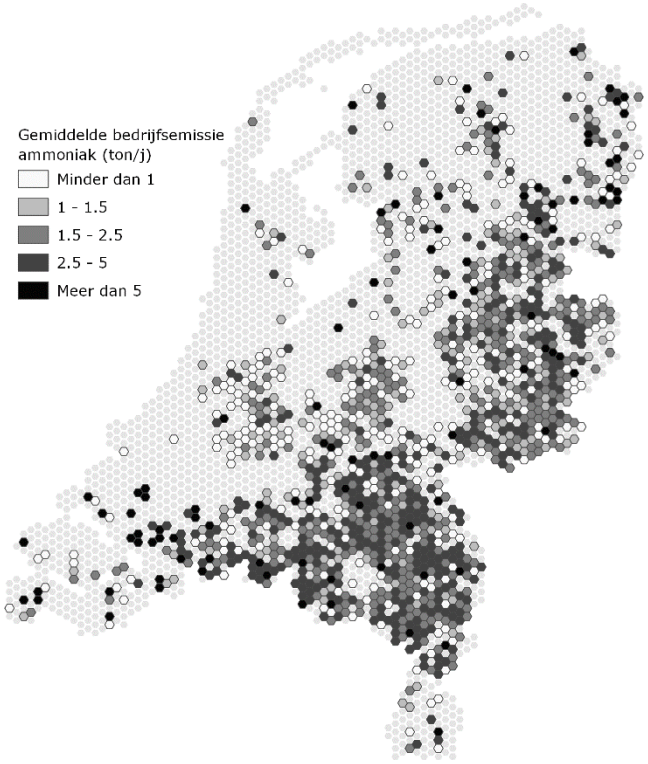
Tabel 2 Schaalfactoren voor RAV-emissies, afgeleid uit de NEMA.

RAV-categorie	RAV-emissie (kton/j)	Aandeel binnen categorie	NEMA-emissie, 2018 (kton/j)	RAV schaalfactor
A1	19,29		21,60	1,119
A2	0,28		0,32	1,111
A3	4,44		5,19	1,170
D1.1	0,88	32%	0,86	0,970
D1.2	0,64	23%	0,62	0,970
D1.3	1,26	45%	1,23	0,970
D2	0,03		0,02	0,830
D3	7,89		9,25	1,172
E1	0,74		1,05	1,424
E2	2,57		4,40	1,707
E3	0,59		0,39	0,661
E4	1,83		1,52	0,829
E5	1,39		0,87	0,628
F4	0,38		0,54	1,431

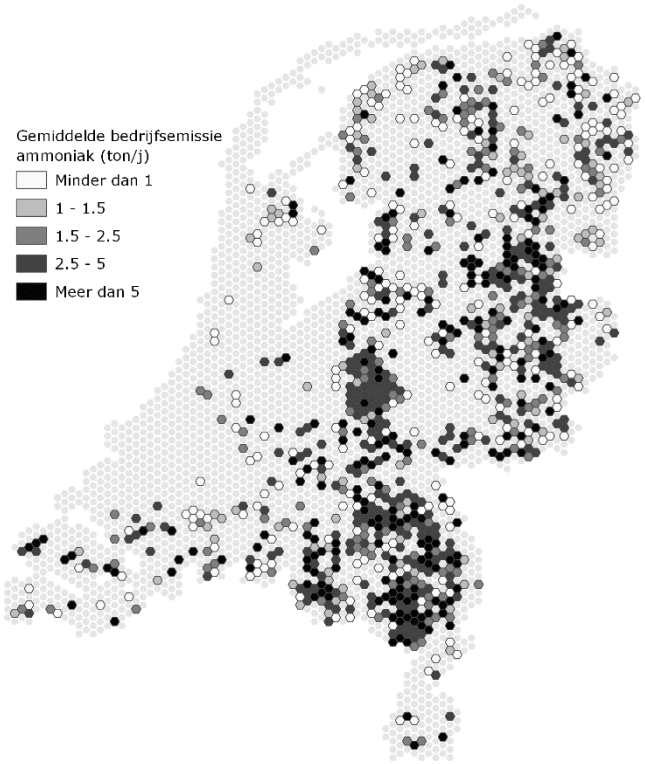
De verhouding tussen de totale emissies per diercategorie op basis van RAV emissiefactoren en NEMA vervluchtigingsfactoren is vervolgens gebruikt om de emissies per diercategorie en per bedrijf te schalen voordat met AERIUS de depositieberekening is gemaakt. De ruimtelijke verdeling van de emissies is weergeven in Figuur 2, Figuur 3 en Figuur 4. De weergave is een bedrijfsgemiddelde per ca. 10km^2, dit om te voorkomen dat informatie herleidbaar zou zijn naar individuele bedrijven.



Figuur 2 Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde melkveebedrijfsemissies over Nederland.



Figuur 3 Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde varkensbedrijfsemissies over Nederland.



Figuur 4 Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde pluimveebedrijfsemissies over Nederland.

2.4 Kostenberekening

Een inschatting van de gemiddelde vergoeding voor beëindiging van de veehouderijlocaties is door het Ministerie van LNV aangeleverd, op basis van de KWIN uitgave 2020-2021. Daarbij is uitgegaan van hetzelfde subsidiepercentage voor de vergoeding van het waardeverlies van de productiecapaciteit als bij de Subsidieregeling sanering varkenshouderijen (Srv), namelijk 65%. De vergoeding voor productierechten is marktconform.

Bedrijfstype	RAV-categorieën	Kostencategorie	Kosten per dier
Melkvee	A1, A2, A3	A1	€12.260,-.
Varkens (zeug)	D1 en D2	D1	€1.281,-
Varkens (vlees)	D3	D3	€264,-
Pluimvee (leghennen)	E1 en E2	E1 en E2	€25,65
Pluimvee (vleeskuikens)	E3, E4 en E5	E3, E4 en E5	€12,88
Kalkoenen	F1 t/m F4	F1 t/m F4	€51,49

2.5 Maatgevende hexagonen

Het onderzoek richt zich op het inzichtelijk maken van de potentiële emissie- en depositiereductie in stikstofgevoelige Natura2000-gebieden wanneer uitgegaan wordt van de eerdergenoemde vier doelen (zie paragraaf 1.1). Daarvoor is het niet nodig om de stikstofdepositie op hetzelfde detailniveau in kaart te brengen als momenteel gebruikelijk is bij vergunningverlening. Om die reden is er voor gekozen de berekeningen uit te voeren voor maatgevende hexagonen (Figuur 5).

Figuur 5 Vereenvoudigd stapsgewijs voorbeeld van de selectie van maatgevende hexagonen in het Natura2000-gebied Polder Westzaan (Noord-Holland). De maatgevende hexagonen zijn rechts bij 'C' in het donkergrijs weergegeven.

Deze hexagonen krijgen de kwalificatie maatgevend omdat voor deze specifiek geselecteerde hexagonen in het algemeen verwacht mag worden dat ze de hoogste depositiebijdrage ontvangen vanuit emissie bronnen voor de achtergrondbijdrage.
De maatgevende hexagonen worden geselecteerd uit de set relevante hexagonen in het gebied. Relevante hexagonen zijn locaties in het gebied waar habitattypen en/of leefgebieden voorkomen die ook in het aanwijzingsbesluit zijn opgenomen. In Figuur 5A zijn de relevante hexagonen in het grijs weergegeven. De aerodynamische weerstand is een bepalende factor voor de depositie van stikstof uit de atmosfeer. In Figuur 5B is de zogenaamde ruwheidslengte weergegeven die gebruikt wordt om de aerodynamische weerstand te bepalen. Een donkere kleur betekent een hoge weerstand en een lichte kleur een lage weerstand. De weerstand wordt in de praktijk bepaald door aanwezigheid van (hogere) vegetatie en/of kunstwerken. De uiteindelijke selectie van maatgevende hexagonen is weergegeven in Figuur 5C. Duidelijk is te zien dat de maatgevende hexagonen overeenkomen met hexagonen met een hogere ruwheidslengte uit Figuur 5B. De methodiek om op gebiedsniveau maatgevende hexagonen te bepalen is uitgebreider toegelicht in paragraaf 5.2.

2.6 AERIUS Calculator 2020

Ten opzichte van eerdere versies van AERIUS Calculator is er voor deze nieuwe versie een aantal belangrijke verbeteringen in de onderliggende modellen aangebracht, waaronder het Operationele Prioritaire Stoffen model (OPS) versie 5.0. De verbeteringen zijn gebaseerd op eerdere adviezen van onder andere de internationale reviewcommissie onder leiding van Professor Sutton die in 2015 de Nederlandse systematiek voor het bepalen van de emissie en depositie heeft geëvalueerd (Sutton et al., 2015). De verbeteringen vergroten in het algemeen de nauwkeurigheid van de berekeningen met OPS en dus AERIUS, maar leiden tegelijkertijd ook tot andere resultaten dan eerdere berekeningen.

De belangrijkste wijzigingen zijn hieronder kort toegelicht met verwijzing naar uitgebreidere documentatie:

- De chemische conversiefactoren waarmee de omzetting van ammoniak in de atmosfeer, in bijvoorbeeld secundaire aërosolen, wordt berekend, zijn afgeleid met het EMEP4NL-model (van der Swaluw et al., 2020). Dit model gebruikt als basis het Europese EMEP/MSC-W model (Simpson et al., 2012) en wordt gebruikt voor berekeningen ter ondersteuning van de UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) Convention on Long-range Transboundary Air Pollution;
- Co-depositie van ammoniak. Dit natuurlijke proces, dat de depositie van ammoniak beïnvloedt, is afhankelijk van de verhouding tussen ammoniak en zwaveloxide. Het co-depositieproces is in de droge depositiemodule DEPAC van het OPS-model geïmplementeerd en is daarmee vergelijkbaar aan de werkwijze van het EMEP-model (Wichink Kruit et al., 2017);
- Kalibratie van de ammoniakconcentratieberekeningen. Met de uitbreiding van het aantal meetpunten in Nederland, is een ruimtelijk gedetailleerder beeld beschikbaar van de ammoniakconcentraties. Deze informatie is gebruikt om de kalibratie van de jaargemiddelde concentraties, met name, ruimtelijk te verbeteren. Verandering van de concentraties leidt ook tot een verandering van de (achtergrond) depositiebijdrage (Wichink Kruit et al., 2020);
- Aangepaste kalibratie stikstofdepositie. Door de verbeteringen en uitbreiding van het aantal emissiebronnen waarmee voor de achtergrondberekenigen gewerkt wordt, is de systematische onderschatting nagenoeg verdwenen. Er is dus geen generieke bijtelling meer nodig om te corrigeren voor onbekende of missende emissiebronnen (Hoogerbrugge et al., 2020).

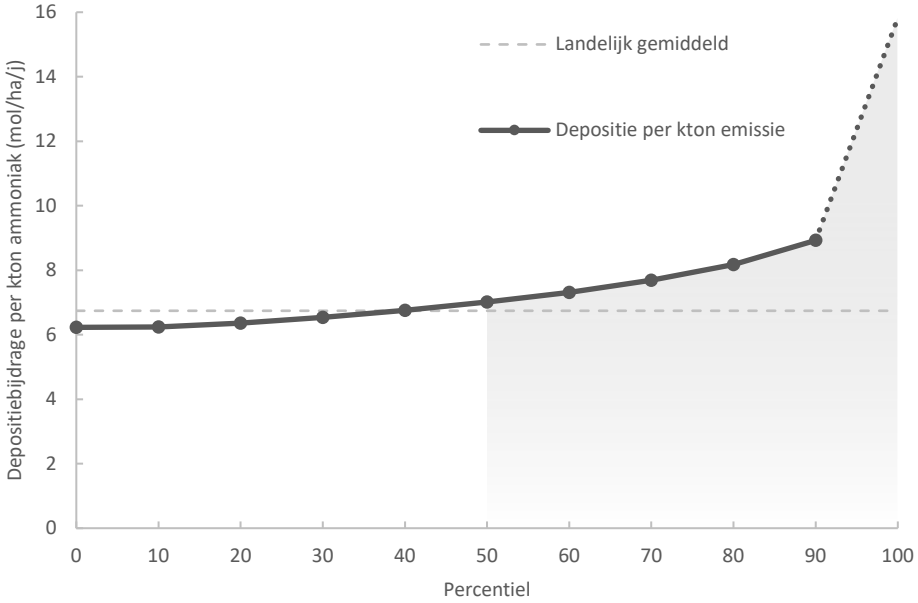
2.7 Monte-Carlo

De Lbv-regeling is gebaseerd op vrijwillige aanmelding. Daarmee is op voorhand niet met zekerheid aan te geven welke bedrijven zullen meedoen aan deze regeling. Om een zo goed mogelijke inschatting te maken van de potentiële emissie- en depositiereductie, wordt daarom gebruik gemaakt van een Monte-Carlo simulatie. De Monte-Carlo simulatie is een mathematische methode waarbij een fysiek proces niet één keer maar vele malen wordt gesimuleerd, elke keer met andere startcondities. Het resultaat van deze verzameling simulaties is een verdeling, waarbij aangenomen wordt dat die alle mogelijke eindresultaten representeert. Monte-Carlo simulaties worden veelvuldig in verschillende wetenschappelijke toepassingen gebruikt, maar ook voor economische voorspellingen.
Voor dit onderzoek wordt voor elk van de vier doelen de mogelijke uitkomst van de Lbv-regeling onderzocht via het doorrekenen van duizend verschillende combinaties van mogelijke bedrijfsaanmeldingen. De verdeling in de resultaten, geeft inzicht in wat een reële verwachting is voor het uiteindelijke effect van de uitvoering van de regeling op de emissie- en stikstofdepositiereductie.
Per simulatie wordt voorafgaand aan de simulatie een random selectie van bedrijfslocaties samengesteld. Vervolgens wordt er per bedrijfslocatie gekeken om welk type bedrijf het gaat, melkvee, varkens

of pluimvee, om vervolgens te bepalen of er nog budget beschikbaar is om de bedrijfslocatie financieel te compenseren. Dit gebeurt per diercategorie, omdat het beschikbare budget *a priori* verdeeld is over deze categorieën. De simulatie is pas voltooid wanneer voor alle drie diercategorieën het beschikbare budget op is, of wanneer er geen bedrijven meer zijn voor het resterende budget. Voor ieder maatgevend hexagoon is vervolgens berekend wat de stikstofdepositiebijdrage is. Per simulatie kan op deze manier dus een depositiereductie worden berekend, per bedrijf, per diercategorie, Natura2000-gebied, provincie of Nederland.

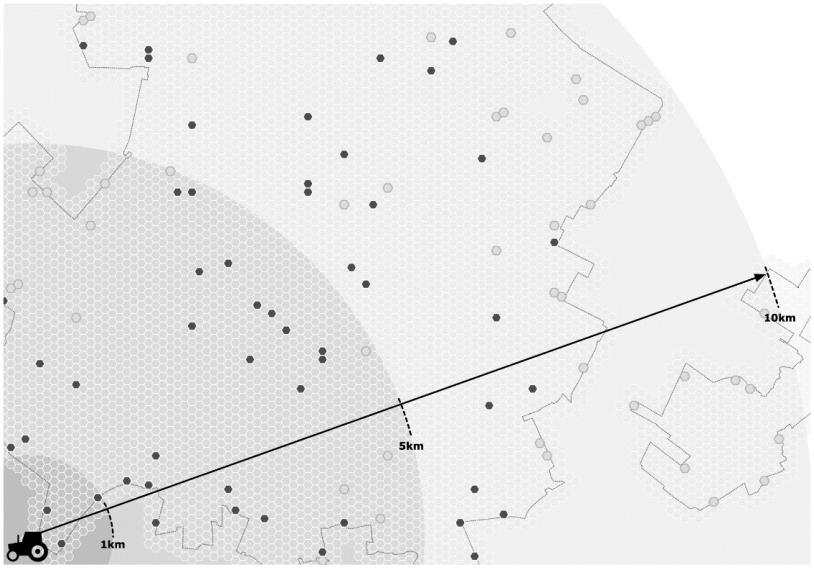
2.8 Drempelwaarde

Voordat de Monte-Carlo simulatie wordt uitgevoerd, wordt er eerst een voorselectie van de 'deelnemende' bedrijven gemaakt. Deze voorselectie is gebaseerd op een drempelwaarde. Deze drempelwaarde is onderdeel van de selectiecriteria van Lbv-regeling. Aangezien er in dit onderzoek ook wordt gekeken wat de hoogte van een drempelwaarde betekent voor de mogelijke uitkomsten, is als generiek uitgangspunt genomen dat alleen de 50% (50-percentiel) van de bedrijven met de hoogste stikstofdepositiebijdrage in stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden voor de sector 'stallen en opslag' mee doen in de Monte-Carlo simulatie. Hiermee wordt dus een drempelwaarde gehanteerd bij de simulaties, zonder dat daarmee de suggestie wordt gedaan dat dit ook als drempelwaarde gehanteerd zou moeten worden bij de uitvoering van de regeling. Immers dat is een van de onderzoeksvragen. De bedoeling van deze ondergrens van het 50-percentiel is vooral om te zorgen dat er in de selectie voor de Monte-Carlo simulatie alleen bedrijfslocaties worden meegenomen die een bovengemiddelde bijdrage leveren aan de stikstofdepositie in stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden ten gevolge van stal- en opslag emissies in Nederland (Figuur 6) en daarmee ook mogelijk tussen de aanmeldingen zitten bij uitvoering van de regeling. De drempelwaarde in de regeling dient als doel om vooral bedrijven in behandeling te kunnen nemen die wezenlijk bijdragen aan de stikstofdepositie in Nederlandse natuurgebieden.



Figuur 6 Vanaf het 50-percentiel (grijze vlak rechts) ligt de gemiddelde depositiebijdrage per kton ammoniak boven het landelijk gemiddelde.

In het uitwerken van de analyse voor het bepalen van een drempelwaarde, zal dezelfde methodiek worden gebruikt als die voor de gerichte opkoopregeling is ontwikkeld (Figuur 7).



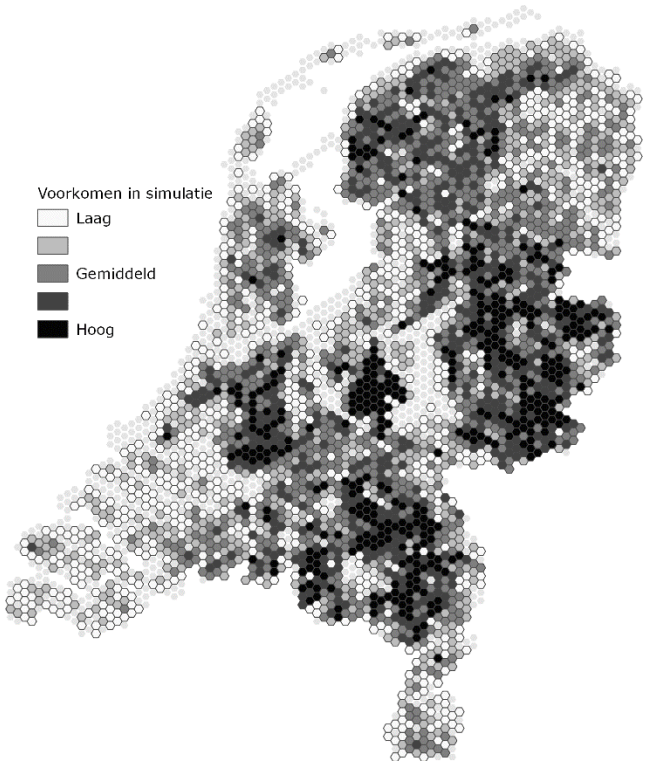
Figuur 7 Schematische weergave van de werkwijze voor het bepalen van de gemiddelde bedrijfsbijdrage binnen een zone van maximaal 10km rond de bedrijfslocatie. In het zwart zijn de maatgevende hexagonen gemarkeerd die behoren tot de max. 35 hexagonen met de hoogste depositiebijdrage.

Om tot een meer landelijk vergelijkbaar gebiedsgemiddelde te komen, worden er om alle bedrijfslocaties drie cirkels gelegd. In het centrum van de cirkels bevindt zich de bedrijfslocatie (links onderin Figuur 7). De

drie cirkels zijn met verschillende grijstinten gemarkeerd en liggen op een afstand van 1, 5 en 10km.
In iedere cirkel worden maximaal 35 maatgevende hexagonen geselecteerd (zwart). De overige maatgevende hexagonen zijn weergegeven in het donkergrijs. De selectie voor maximaal 35 hexagonen gebeurt op volgorde van de hoogste naar laagste berekende stikstofdepositiebijdrage. Door naar de hoogte van de depositiebijdrage te kijken, kan het zijn dat er donkergrijze hexagonen op kortere afstand van de bedrijfslocatie liggen, maar toch niet geselecteerd worden. Dit komt bijvoorbeeld vanwege verschillen in vegetatie waardoor deze hexagonen een lagere depositie kunnen hebben en dan niet bij de selectie van de maximaal 35 hexagonen met de hoogste bijdrage per cirkel horen. De belangrijkste reden om naar de maximale depositiebijdragen te kijken, is omdat dan ook de verschillen tussen bedrijven zo groot mogelijk zijn, wat het hanteren van een drempelwaarde eenvoudiger maakt en niet op verschillen tussen hele kleine getallen een afbakening vraagt.
90% van de bedrijfslocaties in het onderzoek ligt binnen de afbakening van 10km van enig Natura2000-gebied. Deze werkwijze is initieel opgezet voor het bepalen van piekbelasters in het kader van de Regeling provinciale aankoop veehouderijen. Bij deze regeling wordt ook een drempelwaarde gehanteerd. Om die reden wordt deze methodiek ook gebruikt bij het onderzoeken van een generieke drempelwaarde voor de Lbv.

2.9 Uitwerking doelen

In de onderzoeksvraag (paragraaf 1.1) zijn vier mogelijke doelen benoemd. Deze doelen kunnen een rol spelen bij het formuleren van selectiecriteria voor de Lbv-regeling. Om dit in overweging te nemen, zullen de doelen eerst onderzocht worden op hun impact op de verwachte emissie- en depositiereductie als ook op de ingeschatte kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie van de regeling. Om deze impact te kunnen bepalen, is er een ‘blanco’ referentiedoel (D0) gedefinieerd, waarbij geen specifieke selectiecriteria worden meegegeven aan de Monte-Carlo simulatie. Het resultaat van de bedrijfsselectie is weergegeven in Figuur 8.
De weergave is gebaseerd op hexagonen met een oppervlak van 10km^2. Hiermee wordt voorkomen dat er visueel informatie herleidbaar is naar een individueel bedrijf. Per hexagoon is geteld hoe vaak er een bedrijfslocatie is binnen de hexagoon dat is geselecteerd voor een Monte-Carlo simulatie. Wanneer er veel bedrijven liggen in een hexagoon, kan dat getal automatisch hoger zijn. De legenda is voor alle doelen hetzelfde, om een goede vergelijking mogelijk te maken. Hexagonen waarin geen bedrijven liggen zijn wit omkaderd.



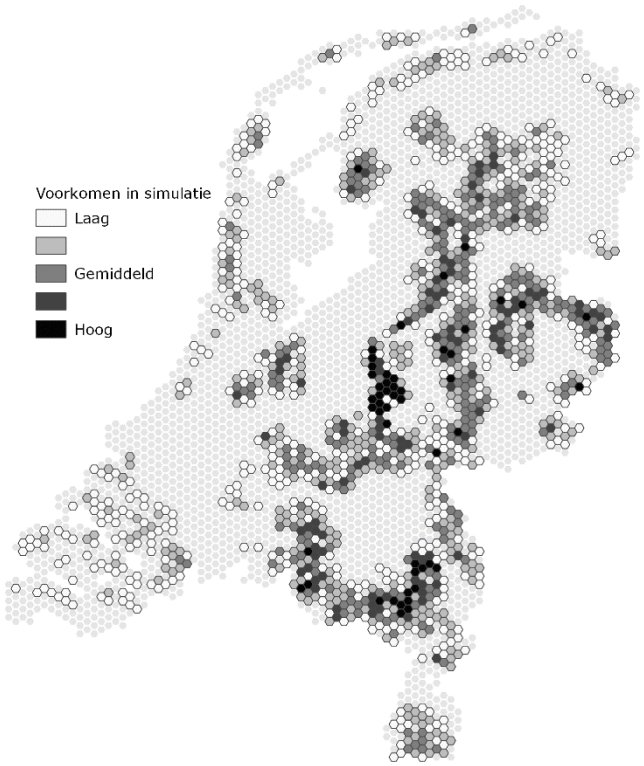
Figuur 8 Ruimtelijke verdeling van het 'blanco' referentiedoel (D0). Hoe donkerder de grijstint, hoe vaker een bedrijf in dat hexagoon gekozen is in een van de 1000 simulaties. Hexagonen waar veel bedrijven liggen zijn dus donkerder dan regio's waar minder agrarische bedrijven liggen. Omdat er geen specifieke criteria zijn voor de selectie, komen er veel donkere hexagonen voor.

Landelijke reductie van ammoniakemissies (D1)

De uitwerking van dit doel is gebaseerd op de bedrijfsemissies per veehouderijlocatie (erf met stallen en opslag, maar niet de bijbehorende gronden). Alle bedrijfslocaties zijn gerangschikt op basis van de hoogste locatie-emissies voor melkvee, varkens en/of pluimvee. In Figuur 9 zijn duidelijk minder donkere grijstinten zichtbaar in vergelijking met D0, wat inhoudt dat vaker dezelfde bedrijven worden geselecteerd bij dit doel. De hexagoon krijgt namelijk pas een donkerdere grijstint wanneer meerdere bedrijven in de hexagoon worden geselecteerd (ongeacht hoe vaak). Wanneer dezelfde bedrijven continue worden geselecteerd, blijft het voorkomen in de selectie dus lager.

Figuur 9 Ruimtelijke verdeling van D1 (landelijke reductie van ammoniakemissies).

Maximale reductie van stikstofdepositie (D2)
Voor dit doel zijn alle veehouderijlocaties met melkvee, varkens en/of pluimvee geselecteerd die binnen 5km van enig voor stikstof gevoelig Natura2000-gebied liggen. Voor de 5km afbakening is gekozen omdat uit analyses voor de regeling gerichte opkoop bleek, dat na 5km er geen bedrijfslocaties zijn die gekenmerkt kunnen worden als piekbelaster. Omdat voor dit doel het maximaal reduceren van stikstofdepositie uitgangspunt is, wordt de selectie van locaties dus gerangschikt op hun bijdrage aan de stikstofdepositie. Alleen de depositiebijdrage per locatie die het resultaat is van melkvee-, varkens- en pluimvee-emissies wordt meegenomen.
In Figuur 10 zijn nu veel wit omkaderde hexagonen zichtbaar, die symboliseren dat daar geen bedrijven liggen die in aanmerking komen voor de Monte-Carlo simulatie. Voor dit doel zijn alleen in 5km rondom stikstof gevoelige Natura2000-gebieden bedrijven geselecteerd. Waarbij ook hier zichtbaar is dat in bepaalde landbouw intensieve regio's veel bedrijven zijn opgenomen in de selectie.



Figuur 10 Ruimtelijke verdeling van D2 (Maximale reductie van stikstofdepositie). Door de begrenzing van 5km, is er minder ruimtelijk spreiding mogelijk en liggen alle hexagonen met een donkere kleur tegen Natura2000-gebieden. In deze hexagonen liggen dan ook het vaakst meerdere bedrijven met een hoge depositiebijdrage.

Kabinetsdoelstelling: reduceren van het oppervlak met overbelasting van de KDW (D3)

Voor dit doel is op basis van AERIUS Monitor 2020 eerst in kaart gebracht in welke Natura2000-gebieden er sprake is van overbelasting van de KDW. Per maatgevend hexagoon is voor 2018 beoordeeld wat de verhouding is tussen de depositiebijdrage vanuit de veehouderijlocaties en de omvang van de overbelasting van de KDW (Tabel 3). Als door de reductie van de depositiebijdrage van de veehouderijlocaties de KDW-overbelasting kan worden teruggebracht tot nabij of onder de KDW, is er sprake van een aanvullend effect wat mogelijk ecologische meerwaarde heeft.

Tabel 3 Voorbeeld van de uitwerking om tot een gebiedsselectie voor te komen.

Gebiedsnaam	**Aantal maatgevende receptoren met overbelasting van KDW in 2018**	**Aandeel stalbijdrage in overbelasting**	**Normaliseren met 90 percentiel**
Maasduinen (145)	138	59,9	1,00
Bargerveen (33)	45	2,0	0,04
Brabantse Wal (128)	136	0,3	0,01

De maatgevende hexagoon die in het Natura2000-gebied de laagste depositiereductie nodig heeft om de overbelasting van de KDW op te lossen, wordt als uitgangspunt genomen voor de rangschikking van de Natura2000-gebieden. Met deze rangschikking, kan bij het uitvoeren van de Monte-Carlo simulatie prioriteit worden gegeven aan bedrijven die een hoge depositiebijdrage in een of meerdere van deze gebieden hebben. Er wordt dus niet exclusief rond deze gebieden geselecteerd, maar wel voorrang gegeven aan bedrijfslocaties met een hoge bijdrage in deze gebieden. Door de selectie niet exclusief te maken, wordt voorkomen dat er een situatie ontstaat waarbij er geen bedrijven rondom deze gebieden meer overblijven. Een uitkomst die zich in de praktijk niet snel zal voordoen.
In Figuur 11 zijn de 34 natuurgebieden weergegeven die bovenaan de ranglijst stonden voor dit doel. De Natura2000-gebieden Rijntakken (38) en Veluwe (57) zijn vooraf buiten de selectie gehouden. Vanwege hun centrale en uitgestrekte ligging is er altijd depositiereductie in deze gebieden, een prioritering heeft daar zeer beperkt invloed op. In Figuur 12 is de ruimtelijke verdeling van de geselecteerde bedrijven weergegeven. Er is een duidelijke clustering zichtbaar rondom gebieden die geprioriteerd zijn, behalve voor Zeeland en in mindere mate Zuid-Holland. Door de overwegende westenwind is de bijdrage aan de stikstofdepositie van bedrijfslocaties die op enige afstand liggen per definitie laag. Bedrijven zullen daarom ook minder snel geselecteerd worden voor dit specifieke doel.

Figuur 11 Natura2000-gebieden waarbij de verhouding tussen de landbouwbijdrage en overbelasting van de KDW het meest gunstig is

Figuur 12 Ruimtelijke verdeling van D3 (Reductie gericht op verkleinen oppervlak van KDW-overbelasting).

Depositiereductie voor natuur en mogelijkheden voor economische ontwikkeling (D4)

Voor dit doel is in kaart gebracht waar er behoefte is aan stikstofruimte voor het vergunnen van bouwprojecten en meldingen die onder het Programma Stikstof (2015-2019) zijn gedaan. Als input voor woningbouw is de huidige behoefte voor 70.000 woningen per jaar (2020) gebruikt. Aangenomen is dat deze jaarlijkse vraag naar woningen de komende jaren minimaal dezelfde omvang heeft. Op basis van de meldingen is berekend wat voor deze meldingen de behoefte aan stikstofruimte is. Omdat de behoefte voor woningbouw en de meldingen in absolute zin niet tot elkaar in verhouding staan, is besloten om de berekende behoeftes zo te schalen dat er een evenwichtige verhouding ontstaat tussen de twee. Op basis van deze geschatte behoefte is er een ranglijst gemaakt van Natura2000-gebieden waar een duidelijk behoefte is aan stikstofruimte (Tabel 4 en Figuur 13).

Tabel 4 Voorbeeld van de uitwerking om tot een gebiedsselectie voor depositiereductie in combinatie met economische ontwikkeling te komen.

Gebiedsnaam	Aantal maatgevende receptoren	Aandeel stalbijdrage van de ingeschatte behoefte	Normaliseren met 90 percentiel
Nieuwkoopse Plassen & De Haeck (103)	41	95.6	1.00
De Wieden (35)	168	43.5	0.50
Manteling van Walcheren (117)	29	15.4	0.18

Ook voor dit doel zijn Rijntakken (38) en Veluwe (57) als gebied buiten de ranglijst gehouden. Deze gebieden zijn dermate uitgestrekt dat de reductie vanuit andere regio's ook voldoende effect sorteert in deze gebieden. Prioritering van gebieden voor dit doel betekent, dat er met deze bedrijven in de selectie wordt gestart die de hoogste bijdragen in de geselecteerde gebieden hebben. Voor dit doel is goed zichtbaar dat de natuurgebieden in de randstad en in de buurt van stedelijke regio's geselecteerd zijn. De gebieden in Oost-Brabant, Gelderland en op de grens tussen Friesland en Drenthe hebben vooral te maken met de PAS-meldingen (Figuur 14).

Figuur 13 Natura2000-gebieden waar voor woningbouwprojecten en PAS-meldingen de meeste behoefte is aan stikstofruimte.

Figuur 14 Ruimtelijke verdeling van D4 (Depositiereductie voor natuur en economische ontwikkeling). De behoefte aan stikstofruimte in de randstad leidt tot een flinke toename van bedrijven die geselecteerd worden in het groene hart en ten noorden van Amsterdam.

Figuur 15 Overzicht van de ruimtelijke selecties van bedrijven voor de volgende doelstellingen:

D1 Reductie van emissie
D2 Reductie van depositie
D3 Reductie overbelasting KDW
D4 Reductie voor natuur en ruimte voor economische ontwikkeling

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden als eerste de resultaten gepresenteerd die betrekking hebben op de onderzoeksvraag over een generieke drempelwaarde. Daarna worden de resultaten gepresenteerd voor de verschillende doelen, op basis waarvan eventuele beleidsmatige criteria kunnen worden opgesteld. Het doel D0, wordt daarbij altijd als 'blanco' referentie gebruikt. Voor de vier onderzochte doelen wordt eerst een analyse per doel gepresenteerd en daarna een totaaloverzicht voor alle vier de doelen.

3.1 Een generieke drempelwaarde

Het hanteren van een drempelwaarde is bedoeld om een ondergrens op te nemen in de Lbv, waarmee bedrijven die een te lage bijdrage leveren aan de stikstofdepositie in Nederland niet deel kunnen nemen aan de regeling. Voor dit onderzoek is een methode gebruikt om een drempelwaarde te onderzoeken, die meer gericht is op de bedrijfsbijdrage als geheel dan op een depositiebijdrage op een specifieke locatie. Traditioneel is dat de manier die gehanteerd wordt wanneer het over piekbelasting gaat. Echter, zoals in Tabel 5 is weergeven, levert het beoordelen van een bedrijfsbijdrage niet alleen een gunstigere verhouding qua kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie op, maar ook een potentieel hogere reductie voor hetzelfde budget. Omdat het aantal bedrijven behoorlijk verschillend is tussen beide opties, is in de derde kolom een vergelijking toegevoegd waarbij het aantal bedrijven gelijk is. Het verschil wordt daarmee dan wel iets kleiner. Echter, nog steeds is het hanteren van een drempelwaarde gebaseerd op een bedrijfsbijdrage wezenlijk efficiënter voor het bereiken van depositiereductie dan wanneer alleen gekeken wordt naar een lokale piekbelasting. Voor zeer specifieke situaties, waarin een enkelvoudige piekbelasting zorgt voor de overbelasting van de KDW, kan dit natuurlijk anders liggen.

Tabel 5 Verschillen tussen bepalen piekbelasting. Op basis van bedrijfsbijdrage (gebied) of lokale piekbelasting (individueel hexagoon)

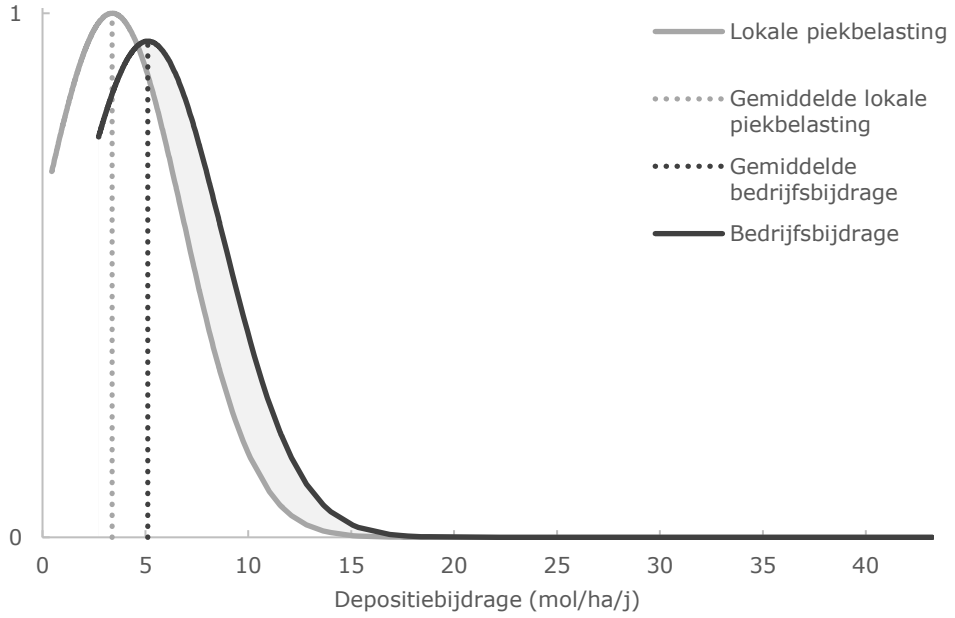
	Bedrijfs-bijdrage	**Maximale depositie**	**Maximale depositie (vergelijkbaar aantal)**
Budget (M€)	€ 1.000	€ 1.000	€ 723
Aantal bedrijven (n)	454	647	454
Aankoopkosten, gemiddeld (M€)	€ 2,2	€ 1,5	€ 1,6
Prijs per €/mol/j, gemiddeld	€ 625.000	€ 802.000	€ 709.000
Bedrijfsbijdrage voor drempelwaarde stal- en opslag, gemiddeld (mol/ha/j)	5,1	3,4	3,8
Cumulatieve depositiereductie, gemiddeld (mol/ha/j)	38,2	34,5	26,4
Afstand, gemiddeld (km)	6,2	6,3	6,0
Maximum lokale bijdrage, gemiddeld (mol/ha/j)	97,5	99,7	125,8

Voor Tabel 5 is gekeken naar een optimale selectie van bedrijven, waarbij geen rekening is gehouden met het uitgangspunt voor een *a priori* verdeling van het beschikbare budget van de Lbv. Daarmee wordt ook inzichtelijk, dat een optimale selectie van bedrijven afhankelijk is van de wijze waarop piekbelasting wordt gedefinieerd. In Tabel 6 is inzichtelijk gemaakt welke verdeling tussen diercategorieën er bestaat in de optimale selectie van bedrijven.

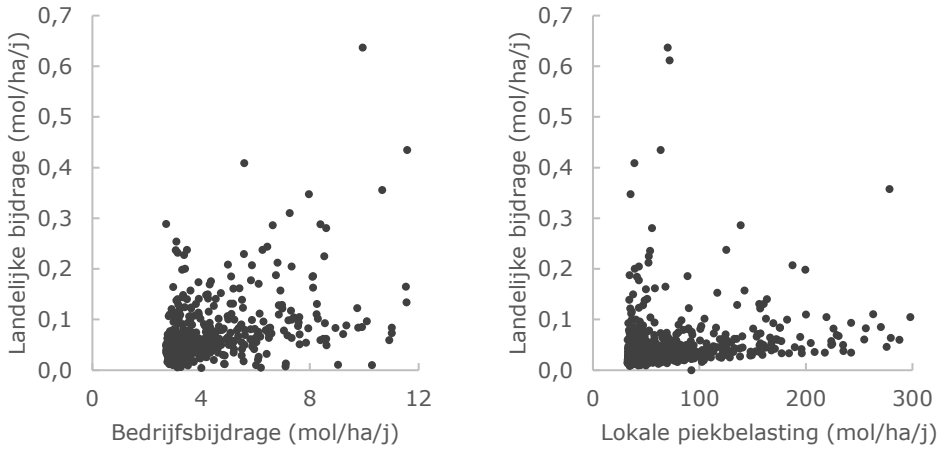
Tabel 6 Verdeling tussen de diercategorieën in de selectie van bedrijven op basis van de verschillende definities van piekbelasting.

Diercategorie	Bedrijfs-bijdrage	Maximale depositie	Maximale depositie (vergelijkbaar aantal)
Melkvee	32%	67%	67%
Varkens	38%	21%	23%
Pluimvee	30%	12%	10%

Omdat in Tabel 5 alleen gemiddelden opgenomen zijn, is in Figuur 16 een normaalverdeling gemaakt van de depositiebijdrages voor beide selecties. Hierin is te zien dat hoewel de piekreductie voor het bedrijfstotaal lager ligt dan bij de optie voor lokale piekbelasting, er in generieke zin sprake is van een ca. 10% hogere depositiereductie bij keuze voor een bedrijfstotaal.
De standaarddeviatie is in beide gevallen in absolute zin nagenoeg gelijk. Aangezien het gemiddelde bij het bedrijfstotaal hoger ligt dan die van lokale piekbelasting, is daarmee de zekerheid dat de verwachte depositiereductie gemiddeld gehaald wordt groter bij de bedrijfsbijdrage dan bij de lokale piekbelasting.

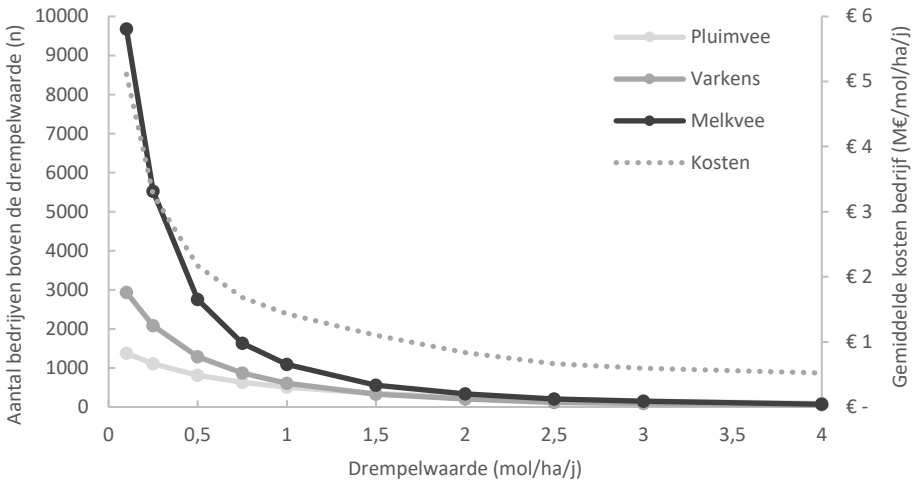


Figuur 16 Normaalverdeling van de depositiebijdrage per bedrijf voor de selectie van hoogste bedrijfsbijdragen (gebied) en maximale depositie op een individueel hexagoon.



Figuur 17 Er is voor zowel de bedrijfsbijdrage als de lokale piekbelasting geen sterke correlatie met de depositiebijdrage van een bedrijfslocatie aan de achtergronddepositie.

Een duidelijke correlatie met de bijdrage aan de landelijke achtergronddepositie is er niet (Figuur 17). Wel is bij lokale piekbelasting duidelijk dat een hoge lokale piekbelasting niet per definitie leidt tot hogere bijdrage aan de achtergrond. Dit sluit aan bij de eerdere inzichten uit de vergelijking tussen het hanteren van de bedrijfsbijdrage of lokale piekbelasting. Voor het vervolg van het onderzoek is daarom de bedrijfsbijdrage verder als uitgangspunt genomen.
Om een drempelwaarde vast te kunnen stellen is in Figuur 18 het aantal bedrijven weergegeven als functie van een gekozen drempelwaarde. Daarnaast is in de grafiek de gemiddelde prijs (M€) per mol/ha/j voor de bedrijfslocaties opgenomen als functie van de drempelwaarde. In Tabel 7 zijn de gemiddelde kosten per bedrijfslocatie en diercategorie uitgesplitst.



Figuur 18 Aantal bedrijven per diercategorie als functie van een drempelwaarde in mol/ha/j en de gemiddelde kosten per mol/ha/j voor een bedrijfslocatie.

Tabel 7 Gemiddelde kosten (in M€) per mol/ha/j voor een bedrijfslocatie uitgesplitst per diercategorie.

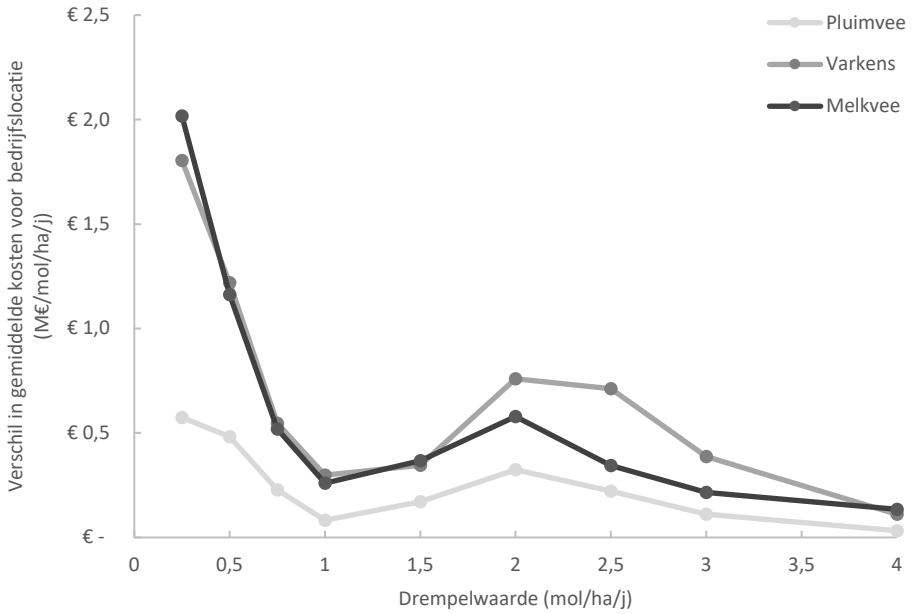
Drempelwaarde	**0,1**	**0,25**	**0,5**	**0,75**	**1**	**2**	**3**	**4**
Melkvee	5,2	3,2	2,1	1,5	1,3	0,7	0,5	0,4
Varkens	6,0	4,2	3,0	2,5	2,2	1,4	1,0	0,9
Pluimvee	2,2	1,7	1,2	1,0	0,9	0,6	0,4	0,4

Om ook een ruimtelijk beeld te krijgen van de invloed van een drempelwaarde op het regionale handelingsperspectief is in Tabel 8 het aantal bedrijven boven een te kiezen drempelwaarde per provincie weergegeven.

Tabel 8 Het aantal bedrijfslocaties per provincie afhankelijk van de gekozen drempelwaarde (in mol/ha/j).

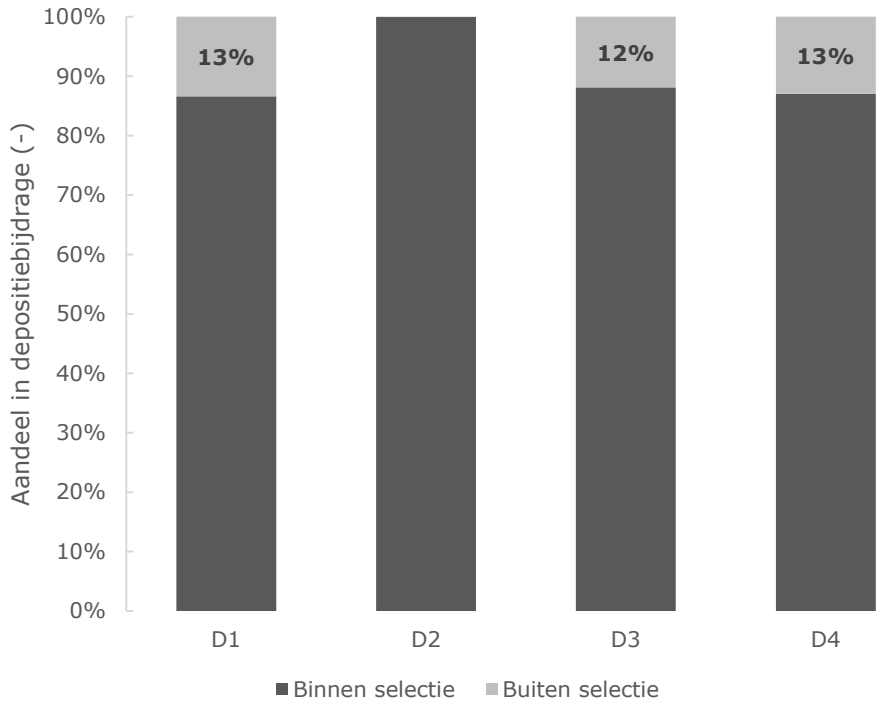
Drempelwaarde	**0,1**	**0,25**	**0,5**	**0,75**	**1**	**2**	**3**	**4**
Friesland	1540	800	390	230	150	40	20	10
Groningen	240	130	60	40	30	10	10	10
Drenthe	860	590	350	220	150	50	20	10
Overijssel	2860	1780	910	560	380	110	50	20
Flevoland	100	50	20	10	10	-	-	-
Gelderland	2910	1940	1120	760	550	230	130	70
Utrecht	550	230	100	60	50	20	10	10
Noord-Holland	420	220	100	50	30	10	-	-
Zuid-Holland	520	210	90	60	40	10	-	-
Zeeland	230	140	80	50	40	20	10	10
Noord-Brabant	2510	1680	990	640	450	160	70	50
Limburg	1250	950	660	480	350	130	60	30

Bij een drempelwaarde van 0,5 mol/ha/jaar of lager, neemt het aantal bedrijven wat voldoet sterk toe, maar stijgen de kosten ook navenant mee. Daarom is in Figuur 19 de verandering tussen de betreffende drempelwaarde en de lagere drempelwaarde uitgewerkt. Daarmee wordt inzichtelijk, dat vanaf ca. 0,75 mol/ha/j de gemiddelde kosten voor bedrijfslocatie min om meer gelijk blijven, terwijl het aantal bedrijven wat voldoet wel afneemt bij een hogere drempelwaarde. De tijdelijke toename van de kosten vanaf 1,5 mol/ha/jaar is verder niet geanalyseerd.



Figuur 19 Verandering van de kosten per bedrijfslocatie (M€ per mol/ha/j) tussen de verschillende drempelwaarden. De kosten zijn weergegeven ten opzichte van de lagere drempelwaarde, dus van bijvoorbeeld 0,1 naar 0,25 en van 1 naar 2 mol/ha/j.

Aangezien de analyse van een generieke drempelwaarde simultaan is uitgevoerd met de analyse naar de verschillende doelen, is voor de Monte-Carlo simulaties een generieke drempelwaarde van het 50-percentiel aangenomen en gebruikt als ondergrens om te bepalen of bedrijfslocaties kwalificeren voor deelname aan de Lbv. Om vast te stellen in hoeverre deze aanname de resultaten van de Monte-Carlo simulaties beïnvloedt, is in Figuur 20 weergegeven welk aandeel van berekende depositiereductie afkomstig is van bedrijven die niet voldoen aan de laagste generieke drempelwaarde die (0,1 mol/ha/j) die onderzocht is. Dit blijkt beperkt te zijn tot zo'n 12% van de berekende reductie voor D1, D3 en D4. Voor D2 voldoen alle bedrijven, dit is het gevolg van de afbakening met een buffer van 5km rondom Natura2000-gebieden. Op basis van Figuur 20 kan dus geconcludeerd worden dat de berekende depositiereductie voor de verschillende doelen een bruikbare indicatie geeft, zolang er een generieke drempelwaarde wordt gekozen die boven de ca. 0,1 mol/ha/j ligt. Wanneer er een drempelwaarde gekozen zou worden van 1 mol/ha/j, zullen de ingeschatte reducties van de doelen dus alleen hoger kunnen uitvallen, maar zal de verandering van de onderlinge verhouding niet leiden tot andere conclusies over de verschillen tussen de doelen.



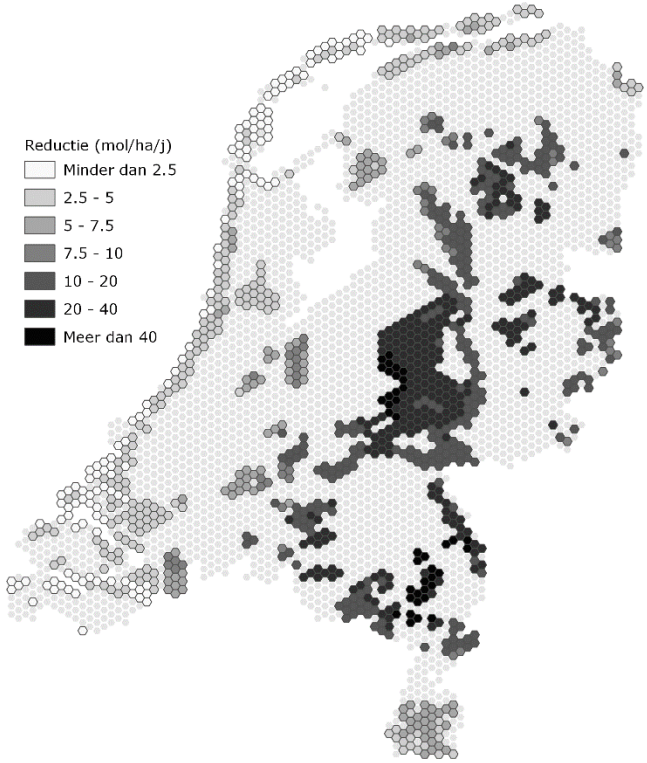
Figuur 20 Aandeel van de depositiebijdrage van bedrijven die niet kunnen voldoen aan de generieke drempelwaarde, maar wel in de Monte Carlo simulatie zitten. Bij D2 zijn er geen bedrijven buiten de selectie, omdat voor dit doel (maximale depositie reductie) alleen bedrijven binnen de selectie afstand zijn meegenomen.

3.2 Evaluatie van de verschillende doelen

Eerst worden de resultaten per doel uitgewerkt, waarna een overzicht volgt waarbij de resultaten van de verschillende doelen naast elkaar zijn gezet.

3.2.1 Landelijke reductie van ammoniakemissies (D1)

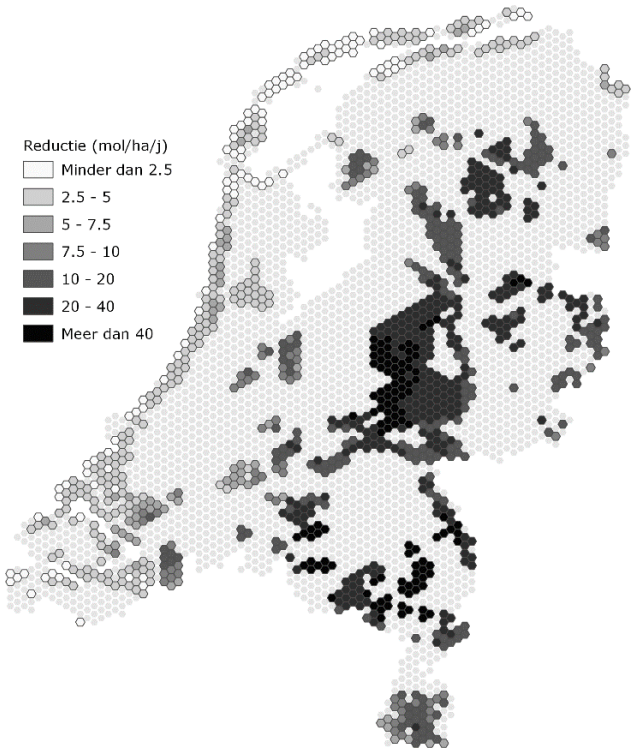
Bij de uitwerking van dit doel was al zichtbaar in Figuur 9 dat de selectie van bedrijven over Nederland goed verdeeld was. Dit is terug te zien in het resultaat (Figuur 21), waarbij de depositiereductie ook ‘evenredig’ over Nederland verdeeld wordt. Natuurlijk is de reductie in regio’s met meer landbouw hoger, maar er is in heel Nederland sprake van een gelijkmatige reductie van de stikstofdepositie.



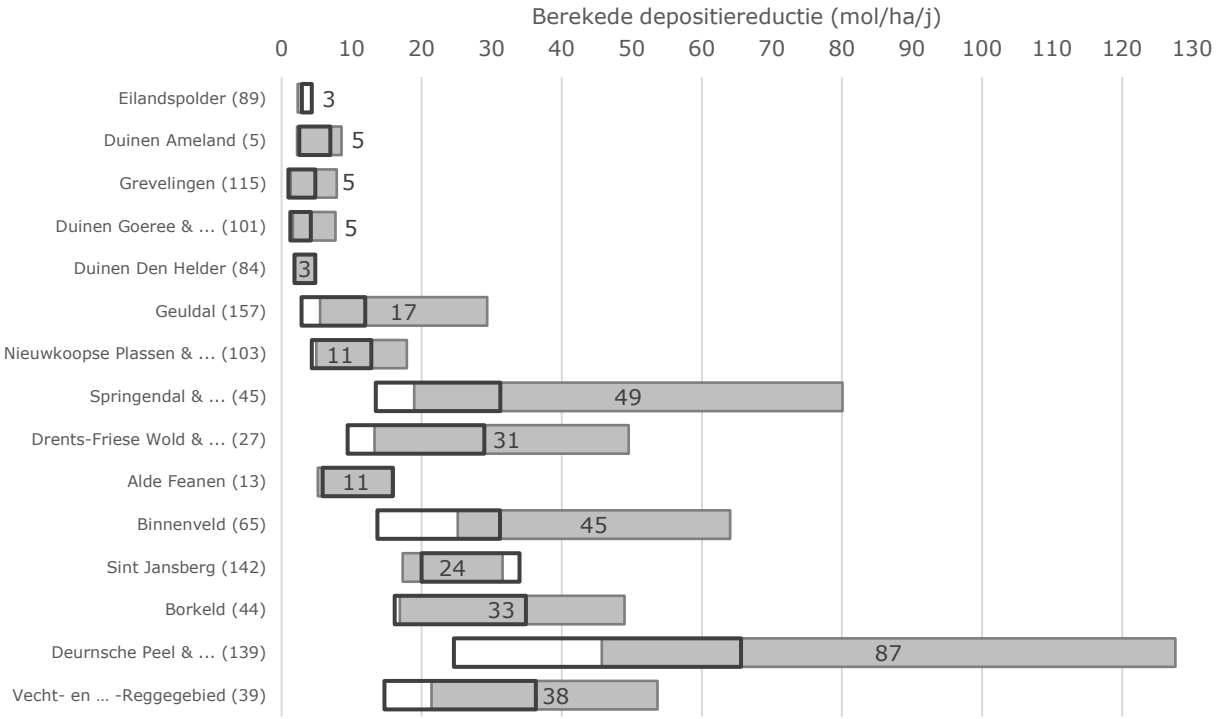
Figuur 21 Inschatting van de depositiereductie als gevolg van het inzetten op zoveel mogelijk emissiereductie. Weergegeven is de mediane depositie reductie die volgt uit de 1000 Monte-Carlo simulaties. Het beeld van gebieden met een grotere reductie komt overeen met de aanwezigheid van bedrijven met veel emissies uit de Figuren in paragraaf 2.3

3.2.2 Maximale reductie van stikstofdepositie (D2)

Het doel waarbij er wordt geselecteerd op de grootste bedrijfsbijdrage in depositie, zorgt voor een resultaat waarin de regio's in Nederland met veel (intensieve) veehouderij ook de regio's zijn waarin de grootste depositiereductie wordt behaald.



Figuur 22 (links) Inschatting van de depositiereductie als gevolg van het inzetten op zo groot mogelijke reductie van de stikstofdepositie in Natura2000-gebieden. Weergegeven is de mediane depositiereductie die volgt uit de 1000 Monte-Carlo simulaties.

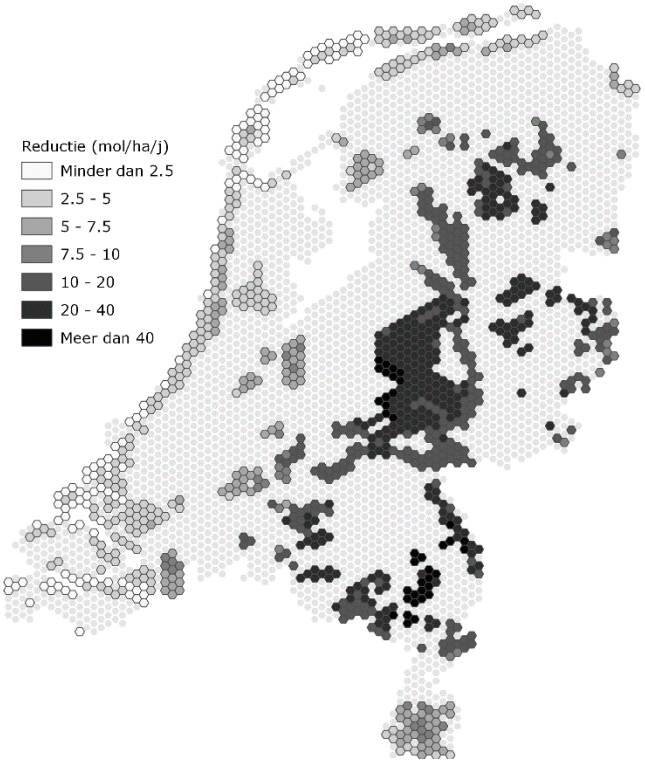


Figuur 23 (onder) Spreiding in de berekende depositiereductie voor D2 (grijze vlak) en D0 (donkere omlijning). Het getal geeft de gemiddelde depositiereductie van de getoonde range weer voor D2.

Uit Figuur 23 blijkt dat het doel D2 (maximale depositiereductie) voor met name gebieden waar de bijdrage aan de stikstofdepositie vanuit de sector al hoog is, ook tot hogere reductie zal leiden. De range in de uitkomsten is echter veel groter dan bij D0. Dit is een gevolg van het feit dat de gebieden met een lage sectorbijdrage voor beide doelen sterker afhankelijk zijn van een landelijke daling. Dit vanwege het feit dat er minder grote bedrijven in termen van emissie of depositiebijdrage rondom deze Natura2000-gebieden liggen. Voor de gebieden waar de depositiereductie voor het doel D2 veel groter kan zijn, zal de uiteindelijke depositiereductie sterk afhangen van de aanwezige (grote) intensieve bedrijven die zich aanmelden voor de Lbv regeling.

3.2.3 Kabinetsdoelstelling: reduceren van het oppervlak met overbelasting van de KDW (D3)

Voor het doel D3 is er een prioritering aangebracht waarbij bedrijven voorrang hebben gekregen rondom die Natura2000-gebieden waar de overbelasting van de KDW zo veel mogelijk teruggebracht kan worden met een depositiereductie vanuit de agrarische stal- en opslagbijdrage. Voor dit doel zijn er vooraf 34 Natura2000-gebieden geselecteerd, in Tabel 9 is te zien in welke mate deze prioritering een invloed heeft gehad op de verwachte depositiereductie in deze gebieden.



Figuur 24 Inschatting van de depositiereductie als gevolg van het inzetten op reduceren van het oppervlak natuur met een overbelasting van de KDW. Weergegeven is de mediane depositiereductie die volgt uit de 1000 Monte-Carlo simulaties. Er is slechts een beperkt effect zichtbaar van een toename in depositiereductie.

Tabel 9 15 gebieden waarbij een prioriteit was aangegeven voor D3. De eerste 10 gebieden zijn de gebieden met de hoogste toename in depositiereductie en de laatste 5 met de laagste toename in depositiereductie ten opzichte van D0.

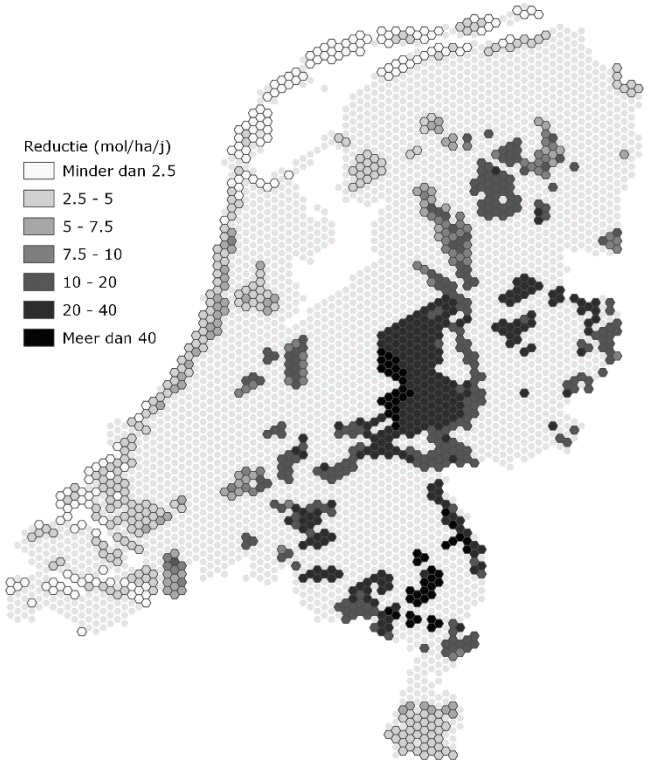
Gebiedsnaam	**Toename reductie ten opzichte van D0**
Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht (36)	2,2%
Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek (47)	1,7%
Mantingerzand (32)	1,3%
Stelkampsveld (60)	1,1%
Vecht- en Beneden-Reggegebied (39)	1,0%
Kampina & Oisterwijkse Vennen (133)	0,9%
Geleenbeekdal (154)	0,9%
Geuldal (157)	0,8%
Landgoederen Brummen (58)	0,8%
Springendal & Dal van de Mosbeek (45)	0,8%
Duinen Den Helder-Callantsoog (84)	0,1%
Kennemerland-Zuid (88)	0,1%
Biesbosch (112)	0,1%
Duinen Goeree & Kwade Hoek (101)	0,1%
Solleveld & Kapittelduinen (99)	0,0%

Uit Tabel 9 blijkt dat met het prioriteren van specifieke Natura2000-gebieden weinig extra depositiereductie wordt behaald in deze gebieden. Daarbij is het belangrijk om te beseffen, dat hoewel deze gebieden prioriteit hebben gekregen, er door de Monte Carlo simulatie niet een situatie ontstaat waarbij alleen bedrijven rondom deze gebieden geselecteerd worden. Vanwege de beperkte extra reductie, is in geen van de geprioriteerde gebieden het oppervlak met een overbelasting van de KDW wezenlijk afgenomen.
Voor een aantal gebieden geldt dat zij zich in een grensregio bevinden, waardoor het lastiger is om extra bedrijven te vinden die substantieel bijdragen aan een depositiereductie. Voor andere gebieden heeft het te maken met het feit dat de depositiereductie al 'optimaal' was en er geen bedrijven zijn die alsnog kwalificeren en daarmee voor extra reductie kunnen zorgen. Voor andere gebieden geldt dat er weinig of alleen extensieve veehouderij locaties zijn en daarmee de keuzemogelijkheden voor extra reductie ook beperkt zijn. Een andere reden kan zijn dat de gebieden met prioriteit te verspreid over het land liggen. Daarnaast speelt mee dat in een aantal gevallen de absolute reductie al best hoog is en dus een klein percentage wel degelijk een verschil in mol/ha/j kan betekenen.

3.2.4 Depositiereductie voor natuur en mogelijkheden voor economische ontwikkeling (D4)

In de uitwerking van D4 is er vooraf geanalyseerd in welke regio's er een behoefte is aan stikstofruimte. Deze behoefte is vervolgens gebruikt om voor die regio's prioriteit te geven aan bedrijfslocaties bij de uitvoering van de regeling. De verwachting is dat met een hogere depositiereductie er ook de mogelijkheid ontstaat om stikstofruimte te

creëren voor toekomstige bouwplannen en verwerken van (landbouw) meldingen uit het PAS.

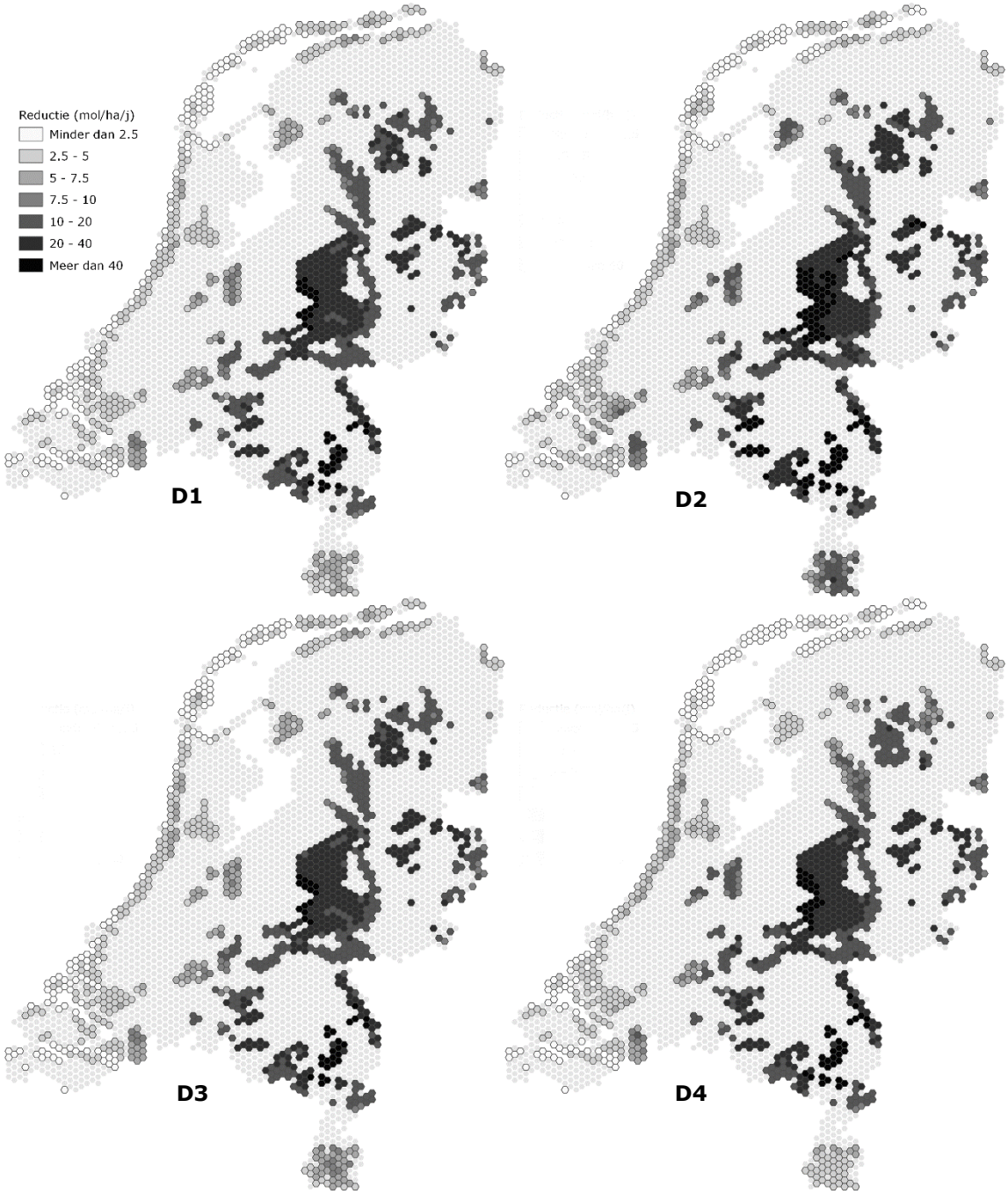


Figuur 25 Inschatting van de depositiereductie als gevolg van het inzetten op een hogere reductie op locaties waar ook behoefte is aan stikstofruimte voor economische ontwikkelingen. Weergegeven is de mediane depositiereductie die volgt uit de 1000 Monte-Carlo simulaties.

Er is een duidelijk toename van depositiereductie zichtbaar in met name de Randstad. Deze reductie gaat ten koste van stikstofreductie in de zuidelijke en noordelijke grensstreken van het land. Vooral voor bouwplannen is er met name in de randstad behoefte aan stikstofruimte, voor het buitengebied is de vraag naar ruimte meer gebaseerd op PAS-meldingen. Uit Tabel 6 blijkt dat het goed mogelijk is om vraag en aanbod van ruimte bij elkaar te brengen in de uitvoering van de Lbv. Omdat in het westen van het land de depositiereducties in absolute zin niet groot zijn, moet de waarde van de percentages niet overschat worden. Een toename van 80% staat gelijk aan enkele molen in absolute zin. Maar voor het toestaan van projecten of meldingen is vaak ook niet meer nodig.

Tabel 10 15 gebieden waarbij er behoefte is aan stikstofruimte voor bouwplannen en PAS-meldingen. De eerste 10 gebieden zijn de gebieden met de hoogste toename in depositiereductie en de laatste 5 met de laagste toename in depositiereductie ten opzichte van D0.

Gebiedsnaam	**Toename reductie ten opzichte van D0**
Botshol (83)	87%
Uiterwaarden Lek (82)	86%
Nieuwkoopse Plassen & De Haeck (103)	84%
Zouweboezem (105)	81%
Oostelijke Vechtplassen (95)	66%
Naardermeer (94)	56%
Lingegebied & Diefdijk-Zuid (70)	52%
Kolland & Overlangbroek (81)	45%
Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & … (92)	34%
Coepelduynen (96)	28%
Bakkeveense Duinen (17)	7%
Wierdense Veld (43)	7%
Engbertsdijksvenen (40)	5%
Boschhuizerbergen (144)	4%
Norgerholt (22)	-16%

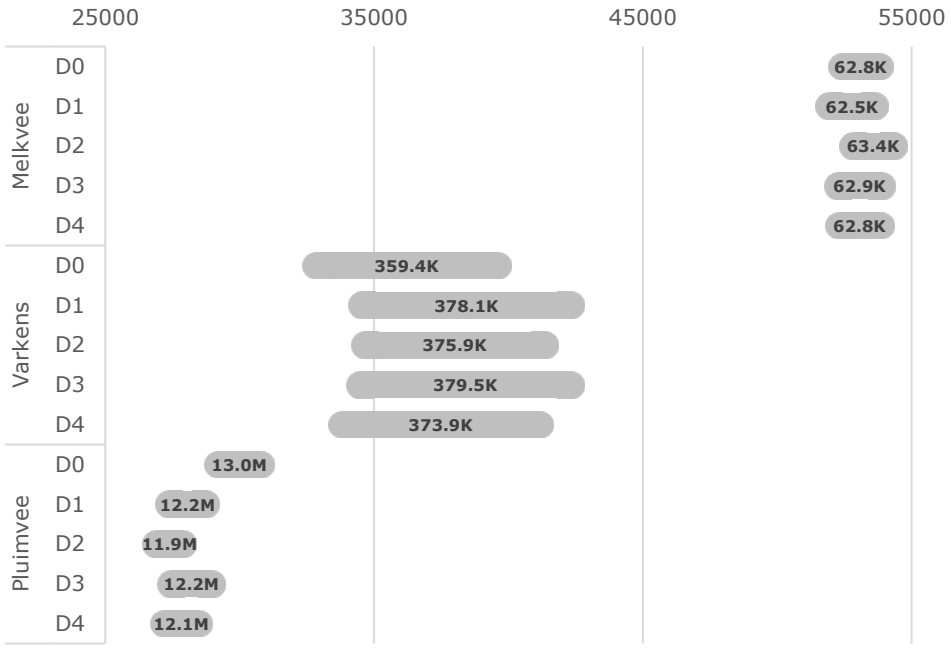


Figuur 26 Samenstelling van de figuren met depositiereducties per doel. Weergegeven is de mediane depositiereductie die volgt uit de 1000 Monte-Carlo simulaties voor de doelstellingen:

D1 Reductie van emissie
D2 Reductie van depositie
D3 Reductie overbelasting KDW
D4 Reductie voor natuur en ruimte voor economische ontwikkeling

3.2.5 *Vergelijking van de verschillende doelen*

Uit Figuur 27 blijkt dat het aantal dieren dat aanwezig is op de veehouderijlocaties waarvan de activiteiten beëindigd worden, niet wezenlijk verschilt tussen de verschillende doelen. Wel is duidelijk dat als er geen aanvullende doelen worden gesteld (D0) er andere varkens- en pluimveebedrijven worden geselecteerd. Een verklaring hiervoor kan zijn dat bij het 'blanco' (D0) doel geen specifieke criteria worden meegeven bij de selectie van bedrijven en daarmee dus ook bijvoorbeeld grotere pluimveebedrijven kunnen meedoen die emissiearme huisvesting hebben en daarmee minder emissiereductie hebben tegen dezelfde kosten.



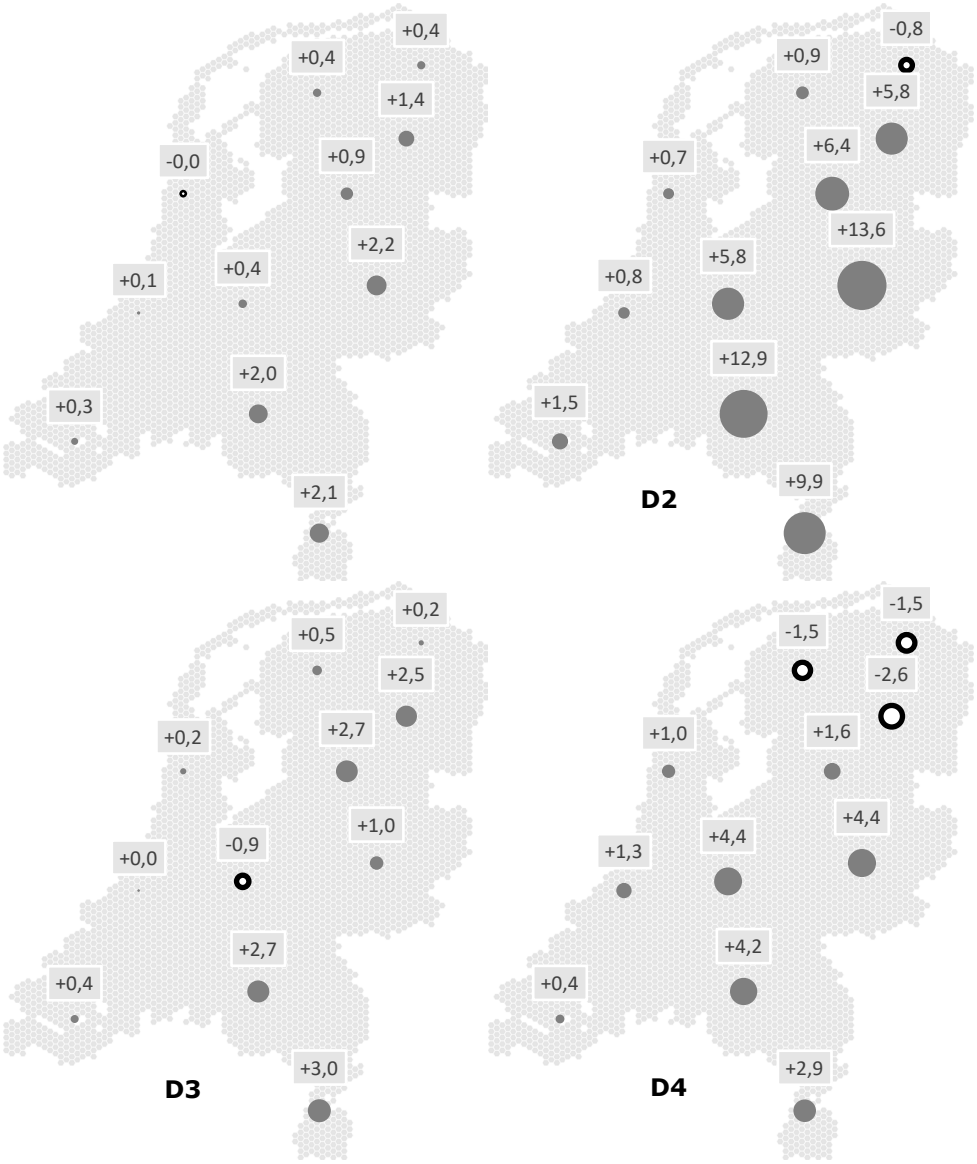
Figuur 27 De spreiding in de bedrijfsomvang uitgedrukt in NGE per doelstelling. Het label geeft het totale aantal dieren weer. De afname van het aantal dieren voor melkvee komt overeen met ca. 2% van de veestapel, voor varkens is dat ca. 10% en voor pluimvee ca. 13%.

Dat er tussen de verschillende specifieke doelen minder verschil zit, heeft te maken met het feit dat er altijd naar de bedrijfsbijdrage wordt gekeken, of het nu emissie of depositie is. Met de Monte-Carlo simulatie wordt dan geoptimaliseerd in de selectie en worden net zo lang bedrijven geselecteerd per diercategorie totdat het beschikbare budget niet meer toereikend is.

Tabel 11 De berekende mediane depositiereductie als percentage van de landelijke sectorbijdrage voor melkvee, varkens en pluimvee. In Flevoland is geen Natura2000-gebied met stikstofgevoelige natuur aangewezen en daarom is daar ook geen percentage van berekend.

	D0	D1	D2	D3	D4
Friesland	3,3%	3,6%	3,9%	3,7%	2,3%
Groningen	3,9%	4,3%	3,2%	4,1%	2,5%
Drenthe	4,1%	4,4%	5,6%	4,7%	3,4%
Overijssel	3,8%	4,1%	5,5%	4,5%	4,2%
Flevoland	-	-	-	-	-
Gelderland	5,2%	5,7%	8,2%	5,4%	6,1%
Utrecht	3,6%	3,7%	5,3%	3,4%	4,9%
Noord-Holland	3,3%	3,3%	3,9%	3,5%	4,2%
Zuid-Holland	3,6%	3,7%	4,3%	3,6%	4,8%
Zeeland	3,5%	3,9%	5,7%	4,1%	4,2%
Noord-Brabant	4,9%	5,5%	8,5%	5,7%	6,1%
Limburg	5,3%	6,0%	8,4%	6,2%	6,2%

Het verschil tussen de verschillende doelen uit zich vooral in de ruimtelijke verdeling en omvang van de verwachte depositiereductie. In Figuur 28 is de verandering van de depositiereductie per provincie weergegeven voor de verschillende doelen. Hierin is voor D2 goed te zien dat de absolute toename in depositiereductie vooral ontstaat in de provincies met veel landbouw. Daarentegen verklaart het dus ook, waarom doelen als D3 en D4, die inzetten op meer depositiereductie in andere delen van Nederland in totaal op een lagere depositiereductie uitkomen.



Figuur 28 Verandering van de verwachte depositiereductie in mol/ha/j ten opzichte van het 'blanco' (D0) doel per provincie.
D1 Reductie van emissie
D2 Reductie van depositie
D3 Reductie overbelasting KDW
D4 Reductie voor natuur en ruimte voor economische ontwikkeling

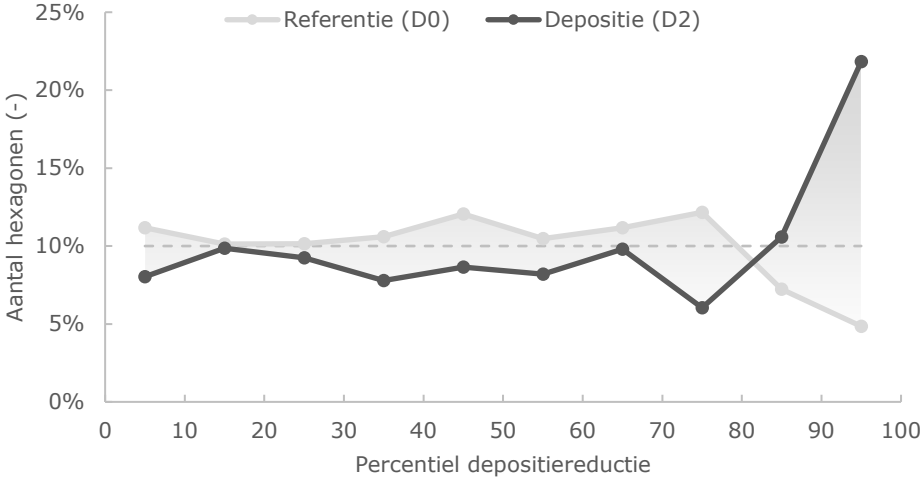
Bij D4 is het effect goed zichtbaar, dat om de depositiereductie in de randstad te vergroten er minder reductie in het noorden van het land is. Dit houdt in dat in het noorden dus ook minder bedrijven worden geselecteerd. Hetzelfde geldt ook voor het zuiden van Limburg, alleen komt dit in een provinciaal getal niet tot uitdrukking. In Figuur 26 is dat echter wel goed te zien.

Tabel 12 Landelijke resultaten voor de verschillende doelen:
** D0 Landelijke reductie zonder aanvullende doelstelling (Blanco)*
D1 Landelijke reductie van ammoniakemissies
D2 Maximale reductie van stikstofdepositie
D3 Reduceren van het oppervlak met overbelasting van de KDW
D4 Reductie voor natuur en mogelijkheden voor economische ontwikkeling.

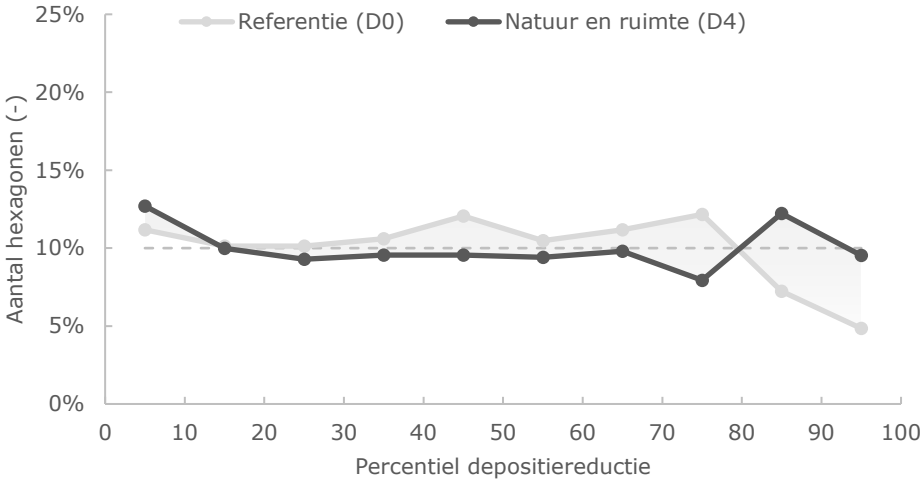
	Doel*	Emissie-reductie (kton)	Aantal bedrijven	Gemiddelde depositie reductie per kton NH_3 (mol/ha/j)	Gemiddelde kosten per bedrijf (M€)	Gemiddelde kosten per mol (k€)
Melkvee	D0	0,67	480	6,1	1,0	260,-
	D1	0,68	326	5,9	1,5	380,-
	D2	0,67	412	9,9	1,2	180,-
	D3	0,68	351	6,2	1,4	340,-
	D4	0,67	393	6,5	1,3	290,-
Varkens	D0	0,42	253	6,3	1,0	380,-
	D1	0,48	141	6,1	1,8	620,-
	D2	0,48	174	8,6	1,5	350,-
	D3	0,47	146	6,1	1,7	610,-
	D4	0,46	158	6,2	1,6	560,-
Pluimvee	D0	1,17	314	7,6	0,8	90,-
	D1	1,30	227	7,6	1,1	110,-
	D2	1,31	245	10,0	1,0	80,-
	D3	1,32	227	7,6	1,1	110,-
	D4	1,34	235	7,8	1,1	100,-

In Tabel 12 is een overzicht opgenomen waarin de verschillende doelen voor een aantal criteria met elkaar worden vergeleken. De landelijke gemiddelde depositiereductie per kton ammoniak is, behalve voor D2, iets lager dan het landelijk gemiddelde zoals die is gepresenteerd in Figuur 6. Dit verschil heeft als oorzaak dat in de Monte-Carlo simulaties maar een beperkt aantal bedrijven, ca. 4,5% van het totaal, betrokken zijn. Deze selectie van bedrijven hebben samen dus een ander landelijk gemiddelde dan het gemiddelde van alle bedrijfslocaties in Nederland. Dit heeft te maken met de beperktere ruimtelijke verdeling van de geselecteerde bedrijven voor de Monte-Carlo, zie ook Figuur 15. Hierdoor is de verdeling over Nederland minder evenwichtig, wat resulteert in een lager gemiddelde. Dit zegt dus niets over de effectiviteit van de Lbv.
Voor alle criteria is de verwachte reductie van de stal- en opslagemissies voor de drie diercategorieën samen ca. 2,5 kton NH_3. Dat is ongeveer 5% van het landelijke emissietotaal (NEMA voor 2018) voor melkvee, varkens en pluimvee.
De emissiereductie is voor alle specifieke doelen nagenoeg gelijk en daarmee in lijn met de beperkte verschillen in bedrijfsomvang uit Figuur 27. Alleen voor D2 vertaalt de emissiereductie zich in een wezenlijke hogere landelijke gemiddelde depositiereductie en lagere kosten per mol/ha/j. Wel is het zo dat om het doel te bereiken, er gemiddeld meer bedrijven moeten meedoen aan de regeling dan bij de andere doelen.

De wens bij doel D3 en D4 om ruimtelijk specifiek effect te bereiken heeft vooral gevolgen voor de kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie. Deze is lager, kosten per mol zijn hoger, dan bij D0. Het aantal bedrijven wat nodig is om iets meer dan de gemiddelde landelijke reductie te halen, is daarentegen aanzienlijk lager. Alleen voor D4 kan het ruimtelijk effect ook daadwerkelijk leiden tot een voordeel in de praktijk. Of de voordelen van de ruimtelijke verdeling van de depositiereductie in D4 opwegen tegen de lagere landelijke depositiereductie en lagere kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie, zal vooral afhangen van de mogelijkheid om een gedeelte van de behaalde reductie in te zetten als stikstofruimte voor economische ontwikkeling.
Om een betekenis te geven aan de ruimtelijk verschillen en de impact van een doel op de depositiereductie, zijn voor D2 (Figuur 29) en D4 (Figuur 30) de resultaten weergegeven ten opzichte van D0 (referentie). In de figuren is voor alle maatgevende hexagonen de mediane depositie (middelste waarde van de 1000 Monte-Carlo simulaties) weergegeven verdeeld per 10de percentiel. De percentielen zijn bepaald op basis van alle resultaten van alle doelen. De percentielwaarden voor de depositiereductie staan op de x-as. Waarbij de hogere percentielen dus hogere depositiereducties vertegenwoordigen. Op de y-as staat het aantal maatgevende hexagonen dat een depositiereductie heeft die in die percentielklasse valt. Op deze manier ontstaat er een beeld van de verschuiving van depositiereducties op de maatgevende hexagonen als gevolg van de verschillende uitgangspunten in de doelen. Wanneer de percentielen per doel afzonderlijk zouden worden bepaald, dan zou de grafiek een rechte lijn op 10% laten zien. Nu kan het aantal hexagonen boven of onder de 10% liggen, waarmee dus inzichtelijk wordt dat een groter of kleiner deel van de maatgevende hexagonen een depositiereductie heeft die afwijkt van het aantal in de referentie situatie.
Bij D2 is duidelijk zichtbaar dat er op locaties waar al een hoge depositiereductie is, de reductie nog meer toeneemt als gevolg van de uitgangspunten bij D2. De donkergrijze lijn ligt ruim boven de referentie voor de hoogste percentielen. Deze lokaal hogere reducties worden wel gehaald ten koste van alle andere locaties, omdat de lijn van D4 daar structureel onder referentielijn (D0) ligt.
Uit het vergelijk van D4 wordt echter duidelijk dat als de behoefte aan stikstofruimte als doel wordt meegewogen er een ander beeld ontstaat. Dan zou het juist zinvol zijn om de reductie meer evenwichtig te verdelen en op locaties met weinig depositiereductie deze proberen te verhogen. Op basis van de uitgangspunten van D4 is namelijk duidelijk dat op die locaties behoefte is aan stikstofruimte voor economische ontwikkelingen.
Een belangrijke reden waarom het meer emissiereductie vergt om ruimte te creëren in de randstad, is de lagere dichtheid van veehouderijlocaties en extensievere bedrijven. Daarnaast speelt de overheersende zuidwestelijke windrichting en de gemiddeld grotere afstand tot de Natura2000-gebieden een belangrijke rol. Hierdoor komt maar een beperkt deel van stikstofdepositie als gevolg van agrarische emissies in bijvoorbeeld de duingebieden terecht.



Figuur 29: Vergelijk van de mediane deposities per maatgevend hexagoon tussen D2 en D0.



Figuur 30: Vergelijk van de mediane deposities per maatgevend hexagoon tussen D4 en D0.

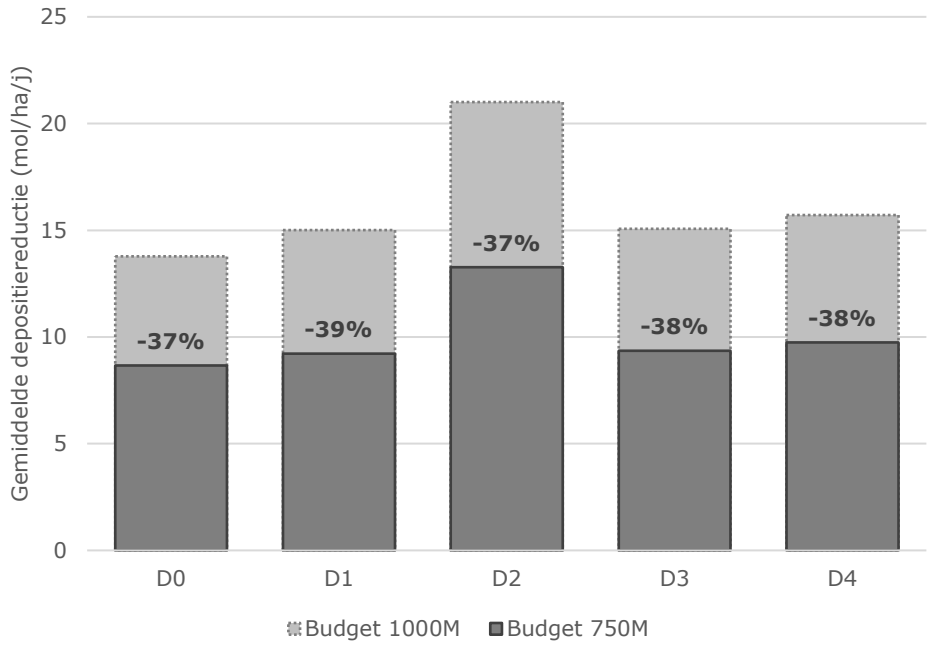
3.2.6 *Vergelijk met verschillende budgetten*

In alle analyses uit eerste fase van dit onderzoek is uitgegaan van een beschikbaar budget van 1000M€. Een aanvullende vraag was om te zien wat de verschillen zouden zijn als er een budget van 750M€ beschikbaar zou zijn. Bij de verdeling van de 750M€ is het budget op verzoek van het ministerie van LNV voor varkens en pluimvee gehalveerd en voor melkvee gelijk gehouden (Tabel 13).

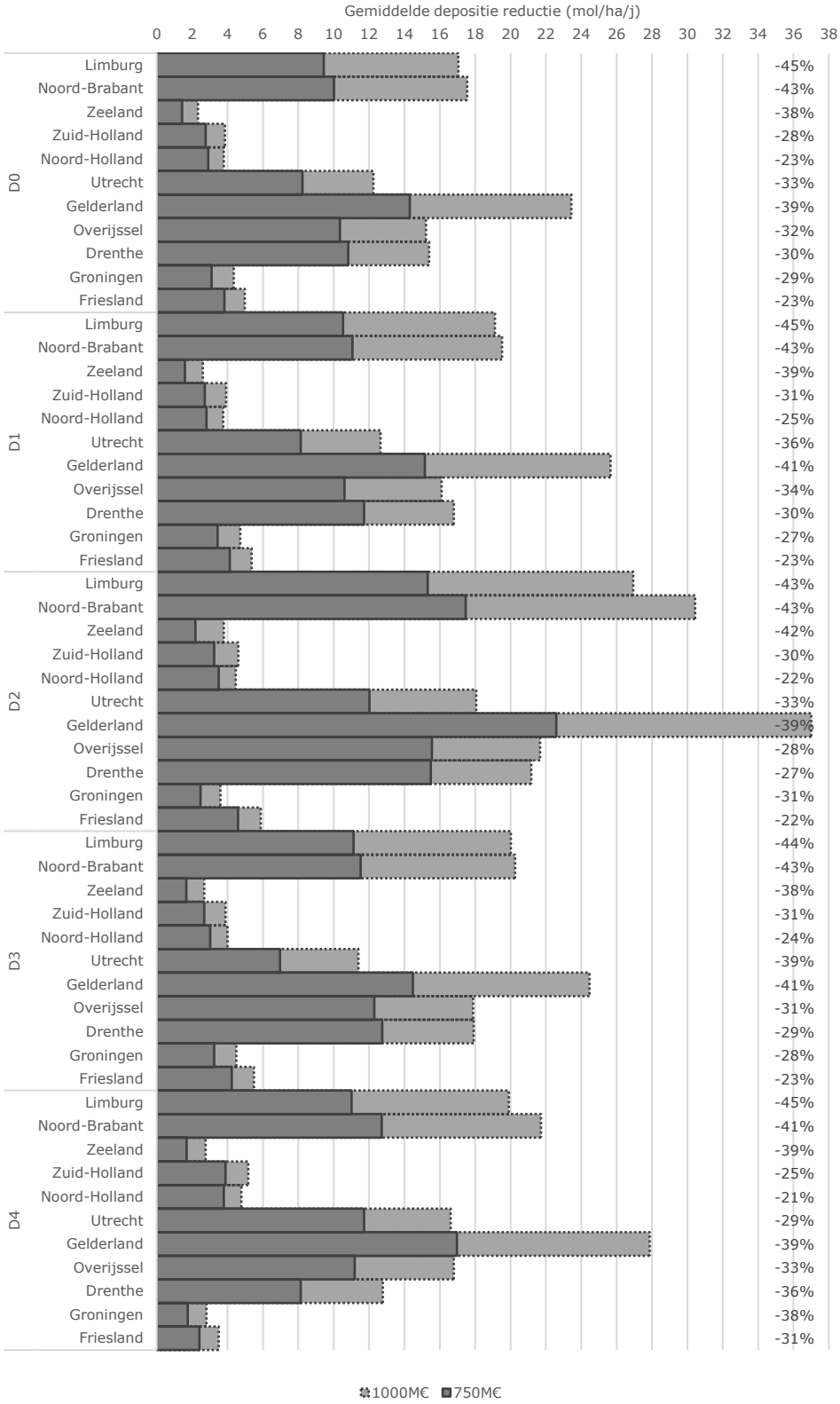
Tabel 13 Verdeling van het beschikbare budget over de drie diercategorieën.

Diertype	**Verdeling budget**	
Melkvee	500M€	500M€
Varkens	250M€	125M€
Pluimvee	250M€	125M€

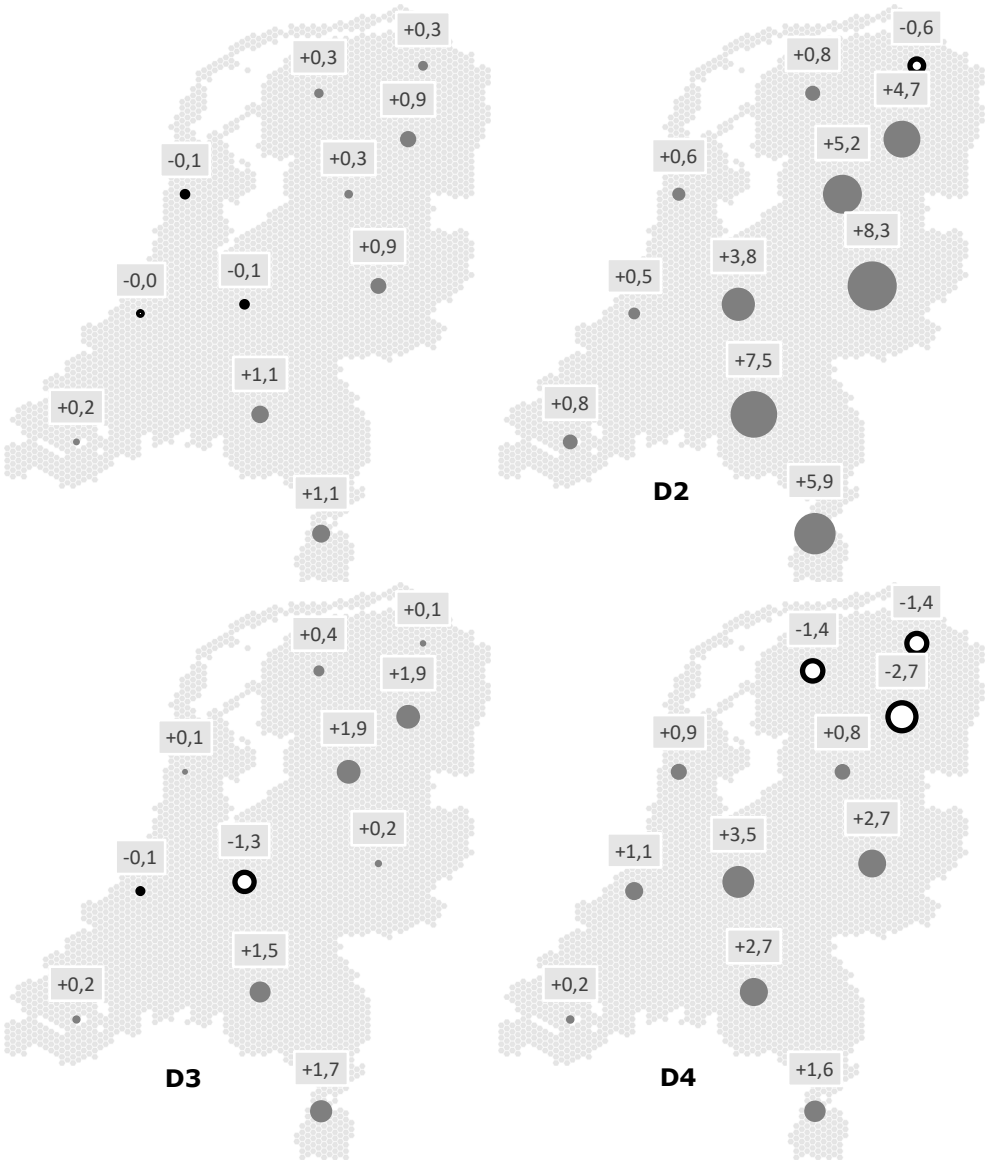
Met de 750M€ zijn vervolgens op dezelfde wijze de Monte-Carlo simulaties gemaakt. Uit Figuur 31 blijkt dat met het 25% lagere budget zo'n kleine 40% lagere depositiereductie wordt behaald. Dit is een direct gevolg van het lagere budget voor varkens en pluimvee. Indachtig Tabel 12, zorgen de varkens en pluimvee voor het grootste deel van de emissie- en daarmee ook de depositiereductie. Door het verlagen van het budget voor die diercategorieën neemt die emissiereductie ook met ca. 50% af. De reden waarom zich dit vertaald in een depositiereductie van ca. 40% heeft te maken met de selectiecriteria van de verschillende doelen. In Figuur 32 is de reductie per provincie weergegeven, wat duidelijk maakt dat de grootste afname in provincies is met een hoger aandeel varkens en pluimvee.



Figuur 31 Het verschil in de gemiddelde depositiereductie bij beschikbaarheid van 1000M€ of 750M€ aan budget.



Figuur 32 Verschil in depositiereductie per provincie tussen de simulatie met een budget van 1000M€ en 750M€.



Figuur 33 Verandering van de verwachte depositiereductie in mol/ha/j ten opzichte van het 'blanco' (D0) doel per provincie, bij een budget van 750M€.

In Figuur 32 is een overzicht gemaakt met de depositiereductie per provincie per doel. Opvallend is dat het ruimtelijk patroon niet veel afwijkt van Figuur 28, maar vooral de toename van reducties veel lager zijn en de afnames orde grootte gelijk blijven. Dit komt vooral omdat de grotere reducties bij de meeste doelen het gevolg zijn van varkens- en pluimveebedrijven.

4 Conclusie

De eerste vraag van dit onderzoek is gericht op de betekenis van een generieke drempelwaarde. Met een drempelwaarde kan er een ondergrens worden gedefinieerd waarboven aanmeldingen in behandeling kunnen worden genomen bij de uitvoering van de Lbv.
In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat boven een drempelwaarde van 0,75 mol/ha/j een evenwicht ontstaat van de kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie per bedrijfslocatie. Dit is voor de situatie waarbij gekeken wordt naar de bedrijfsbijdrage als geheel, dit in tegenstelling tot de depositiebijdrage op een specifieke locatie (zie paragraaf 2.8 voor een beschrijving van het bepalen van de bedrijfsbijdrage). Deze kosten nemen bij een hogere drempelwaarde van 2,5 mol/ha/j wel verder toe, maar een hogere drempelwaarde zorgt tegelijkertijd ook voor een beperking van het aantal bedrijven dat aan deze drempelwaarde voldoet.

De tweede vraag gaat over het mogelijke effect van inhoudelijke nevendoelen bij het opstellen van het afwegingskader voor de Lbv. Nevendoelen die vragen om selectiecriteria in de opzet van de regeling waarmee het Ministerie aanmeldingen van veehouders voor deelname aan de Lbv kan prioriteren. Voor vier nevendoelen is onderzocht in hoeverre het stellen van zo'n doel ook leidt een verschil in mogelijke depositiereducties in Natura2000-gebieden.
Op basis van de resultaten in dit onderzoek kan worden geconcludeerd dat afhankelijk van het gekozen nevendoel, de mogelijke depositiereductie in een natuurgebied aanzienlijk kan variëren. In het algemeen varieert de verwachting voor de depositiereductie bij uitvoering van de Lbv tussen de 3,4% (11 mol/h/j) en 6,8% (22 mol/h/j) van de sectorbijdrage (D0). Afhankelijk van het gekozen nevendoel ligt de variantie tussen de 3,7 en 10,8% (Tabel 14).

Tabel 14 Spreiding in mogelijke depositiereductie als gevolg van het stellen van een doel.

Doel		**Reductie van de depositiesectorbijdrage**	**Verwachte depositie reductie (mol/ha/j)**
D0	Referentie, blanco	3,4 – 6,8%	11 – 22
D1	Reductie van emissie	3,7 – 7,2%	12 – 23
D2	Reductie van depositie	4,6 – 10,8%	16 – 37
D3	Reductie overbelasting KDW	3,7 – 7,4%	12 - 24
D4	Reductie voor natuur en ruimte voor economische ontwikkeling	3,8 – 7,3%	12 - 25

De verwachte emissiereductie is het minst gevoelig voor het stellen van nevendoelen. Deze wordt namelijk primair beïnvloedt door de keuze voor het beschikbare budget voor de subsidieregeling. Bij een verlaging

van dat budget met 25% daalt de verwachte emissiereductie met bijna 50% en de depositiereductie met bijna 40%. Het aantal bedrijven wat nodig is om een reductie te realiseren en de daarmee samenhangende kosten per gereduceerde hoeveelheid depositie is wel sterk afhankelijk van een gekozen nevendoel. Over de relevantie van deze verschillen zal een beleidsmatige afweging moeten worden gemaakt bij het opstellen van de Lbv.

5 Verdieping methodieken

5.1 Gedetailleerde uitwerking kosteninschatting per diercategorie

De inschatting van de kosten per diercategorie is voor dit onderzoek beschikbaar gesteld door het Ministerie van LNV, gebaseerd op het Handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij (KWIN) 2020-2021. De uitwerking van de gehanteerde kosten per diercategorie is hieronder uitgewerkt:

Melkveebedrijf

- RAV-code: A1, A2 en A3;
- Gedeeltelijke bedrijfsbeëindiging waarbij uitsluitend het waardeverlies van de productiecapaciteit wordt gesubsidieerd: fosfaatrechten en het waardeverlies van de stallen, inrichting en installaties. Aangenomen is dat vanuit de Landelijke beëindigingsregeling veehouderijlocaties geen aankoop dan wel het uit gebruik nemen van grond wordt bekostigd;
- Uitgangspunt is een melkveebedrijf van gemiddelde omvang: 100 melkkoeien (9.000 kg melk per koe) plus bijbehorend jongvee (95 stuks);
- De kosten worden uitgedrukt per melkkoe. Het jongvee is in deze kosten verdisconteerd;
- Kosten per melkkoe;
  - Waardeverlies van bedrijfsgebouwen is €11.273,- per melkkoe;
  - Bij 50% afschrijving (aanname) bedraagt de gecorrigeerde vervangingswaarde per melkkoe: €5.636,-;
  - Fosfaatrecht per melkkoe en bijbehorend jongvee: 59,25 kg fosfaat;
  - Prijs per kg fosfaat €145,- (koers dd. 28-9-2020), totale kosten per melkkoe: €8.600,-;
- Totale kosten per melkkoe: €14.240,-;
- Kosten per melkkoe bij een subsidiepercentage van 65%: €12.260,-.

Varkensbedrijf (zeugen)

- RAV-code: D1 en D2;
- Kosten per zeug:
  - Vervangingswaarde gebouwen per dierplaats: €3.100,- (€3.000,- + €100,- vanwege meerwekensysteem)
  - Bij 50% afschrijving (aanname) bedraagt de gecorrigeerde vervangingswaarde €1.550,-
  - 1 fokzeug = 2,73 ve à €100,- (gemiddelde van Zuid en Oost): €273,-
- Totale kosten per zeug: €1.823,-;
- Kosten per zeug bij een subsidiepercentage van 65%: €1.281,-

Varkensbedrijf (vleesvarkens)
- RAV-code: D3;
- Kosten per vleesvarken:
  - Vervangingswaarde gebouwen per dierplaats: €505,-
  - Bij 50% afschrijving (aanname) bedraagt de gecorrigeerde vervangingswaarde €253,-
  - Eén varkensrecht (varkenseenheid) à €100,- (gemiddelde van Zuid en Oost): €100,-
- Totale kosten per vleesvarken: €353,-
- Kosten per vleesvarken bij een subsidiepercentage van 65%: €264,-

Pluimveebedrijf (leghennen)
- RAV-code: E1 en E2;
- Kosten per leghen:
  - Vervangingswaarde per dierplaats: €29,70 (gebouw €12,70 + inventaris €16,50 + werkruimte €0,50)
  - Bij 50% afschrijving (aanname) bedraagt de gecorrigeerde vervangingswaarde €14,85
  - 1 pluimvee-eenheid tegen €16,- per eenheid = €16,-
- Totale kosten per leghen: €30,85
- Kosten per leghen bij een subsidiepercentage van 65%: €25,65

Pluimveebedrijf (vleeskuikens)
- RAV-code: E3, E4 en E5;
- Kosten per vleeskuiken:
  - Vervangingswaarde per dierplaats: €15,- (gebouw €10,- + inventaris €5,-)
  - Bij 50% afschrijving (aanname) bedraagt de gecorrigeerde vervangingswaarde €7,50
  - 0,5 pluimvee-eenheid tegen €16,- per eenheid: €8,-
- Totale kosten per vleeskuiken: €15,50
- Kosten per vleeskuiken bij een subsidiepercentage van 65%: €12,88

Pluimveebedrijf (kalkoenen)
- RAV-code: F1 t/m F4;
- Kosten per kalkoen:
  - Vervangingswaarde per dierplaats: €80,64 (gebouw €56,70 + inventaris € 23,94,-)
  - Bij 50% afschrijving (aanname) bedraagt de gecorrigeerde vervangingswaarde € 40,32
  - 1,58 pluimvee-eenheid tegen € 16,- per eenheid: € 25,28
- Totale kosten per (vlees)kalkoen: € 65,60
- Kosten per (vlees)kalkoen bij een subsidiepercentage van 65%: €51,49

5.2 Maatgevende hexagonen bepalen

Bij het in beeld brengen van beleidseffecten en maken van afwegingen die gebaseerd zijn op de onderlinge verhoudingen in berekende bijdragen aan de stikstofdepositie, is het niet noodzakelijk om alle relevante hexagonen in de analyse te betrekken. Het detailniveau van 1ha, wat op het moment van schrijven voor toestemmingverlening

wordt gehanteerd, levert geen extra inzicht op basis waarvan een andere conclusie in het onderzoek zou worden getrokken. Daarom is voor dit onderzoek gewerkt met een selecte steekproef van alle relevante hexagonen. Deze hexagonen zijn representatief voor een oppervlak van 6,25ha en gelden als maatgevend op lokaal niveau (ca. 64ha). De hexagonen worden geselecteerd om zo goed mogelijk de hoogst te verwachten bijdragen van de stikstofdepositie te voorspellen. Om ervoor te zorgen dat er een ruimtelijke verdeling is van de hexagonen in het Natura2000-gebied, wordt gebruik gemaakt van de hiërarchie die in het hexagonale grid van AERIUS aanwezig is. Alle hexagonen met het oppervlak van 1 ha (zoomlevel 1) kunnen toegewezen worden aan een hexagoon met een oppervlak van 64ha, zoomlevel 4 (Figuur 34). Als eerste stap wordt per zoomlevel 4 hexagoon bepaald welke van de hexagonen op zoomlevel 1 het meest geschikt zou zijn.

Figuur 34 Met lichtgrijze buitenrand zijn de hexagonen van 64ha weergegeven (zoomlevel 4) en in het donkergrijs de maatgevende relevante hexagonen van 1ha weergegeven in het Natura2000-gebied Geuldal (157). Links is ook het gebied Bemelerberg & Schiepersberg (156) zichtbaar, maar omdat de maatgevende hexagonen per Natura2000-gebied worden bepaald, zijn daar verder geen resultaten weergegeven.

*5.2.1 **Prioriteren op kenmerken die de stikstofdepositie bepalen***

Er zijn ruim 250.000 relevante hexagonen van 1ha in AERIUS Monitor opgenomen. Om tot een selectie te komen van hexagonen die maatgevend zijn, is een methodiek bedacht, die per 1ha hexagoon per Natura2000-gebied een analyse maakt hoe waarschijnlijk het is dat dit hexagoon een maatgevend beeld kan geven voor omliggende hexagonen.

Voor drie variabele die een belangrijke rol spelen bij de omvang van de depositiebijdrage in de hexagoon, wordt bepaald hoe de hexagonen zich onderling tot elkaar verhouden. Deze drie variabelen zijn:

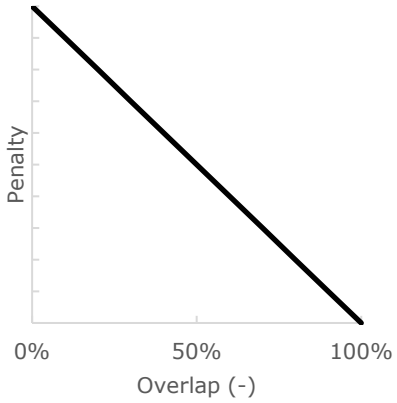
- De mate van overlap met onderliggende relevante habitattypen;
- De afstand tot de rand van het Natura2000-gebied;
- De ruwheidslengte van de hexagoon.

De uiteindelijke 'penalty score' wordt per hexagoon berekend met de volgende formule:

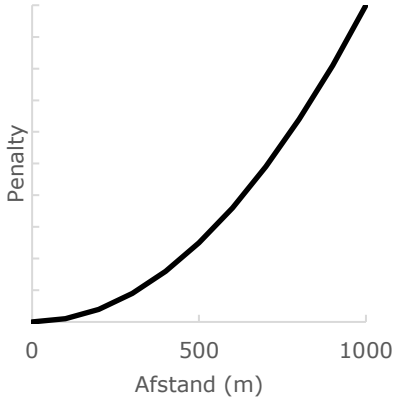
$$P = \left((1 - A) \cdot 100\right) + \left(\frac{x}{10}\right)^2 + \left(\left(\frac{1}{\sqrt{z_0}}\right) \cdot 100\right)$$

Variabele	Toelichting	Eenheid
P	Penalty score	-
A	Percentage overlap van oppervlak hexagoon met een relevant habitat en/of leefgebied	-
x	Afstand tussen centrum hexagoon en buitenrand (outline) van het Natura2000-gebied	m
z_0	Ruwheidslengte	m

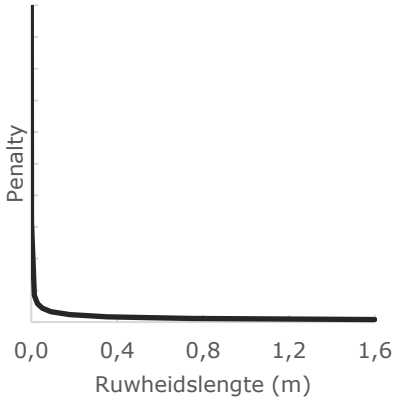
In Figuur 35 t/m
Figuur 37 zijn de functies per variabele in meer detail toegelicht.



Figuur 35 Bij de keuze voor het gebruik van een statisch grid, is de consequentie dat er situaties voorkomen, waarbij het grootste deel van de hexagoon zich eigenlijk buiten het Natura2000-gebied bevindt. Wanneer er een nabijgelegen hexagoon is met een veel grotere overlap met het gebied en de daarin aangewezen habitattypen en/of leefgebieden, is de berekende depositie voor dat hexagoon wellicht meer representatief dan bij een kleine overlap.
Voor de mate van overlap is een lineaire functie gebruikt. Dus hoe meer overlap er is met relevant habitattype/leefgebied in de hexagoon hoe minder strafpunten dat hexagoon krijgt.



Figuur 36 Voor de afstand tussen het centrum van de hexagoon en de buitenrand van het Natura2000-gebied wordt een kwadratische functie gebruikt om het aantal strafpunten te bepalen. Hoewel het typische verspreidingsprofiel van concentratie in de lucht logaritmisch is, zou de afstand bij een logaritmisch profiel een te bepalende factor worden voor het totaal aantal strafpunten. Daarnaast was het de bedoeling dat de hexagoon representatief moet zijn voor een groter oppervlak.

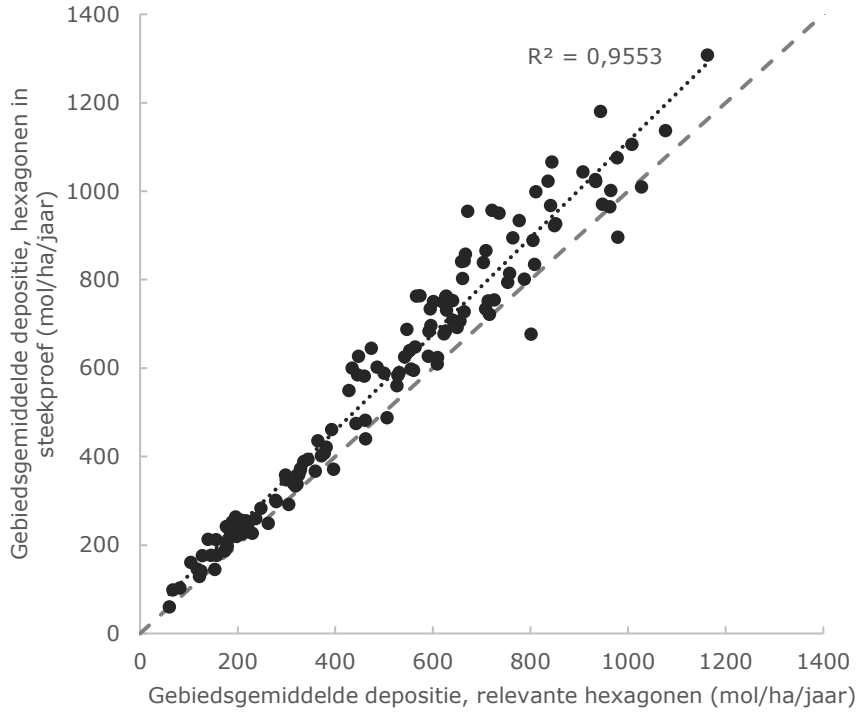


Figuur 37 Door de ruwheidslengte als variabele toe te voegen, wordt het mogelijk om te bepalen hoe maatgevend de hexagoon is in relatie tot omliggende hexagonen. Een wateroppervlak wat een hele lage ruwheid heeft krijgt op deze manier veel strafpunten en zal daardoor niet snel maatgevend worden wanneer er ook hexagonen zijn die op het land liggen. Hetzelfde geldt voor verschillen tussen lage en hoge vegetatie.

5.2.2 *Effect van het selecteren van maatgevende hexagonen*

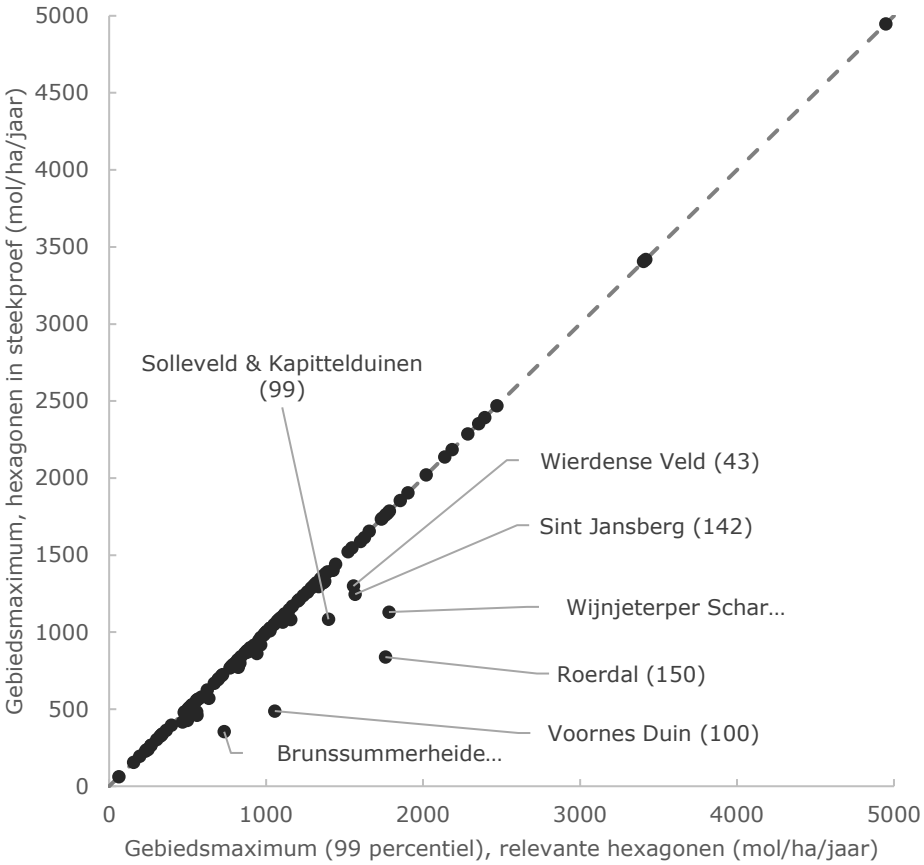
Voor ieder hexagoon van 64ha wordt op basis van het laagste aantal strafpunten een 1ha hexagoon geselecteerd. Omdat voor de hexagoon de ruwheidslengte zelf voor een oppervlak van 6,25ha is bepaald en er niet per definitie meer andere 1 ha hexagonen in de directe omgeving liggen, is de hexagoon representatief voor 6,25ha. De hexagoon met het laagste aantal strafpunten wordt als maatgevend aangemerkt en in de selectie opgenomen. Op deze manier wordt het aantal hexagonen waarvoor een depositieberekening wordt gemaakt teruggebracht van

ruim 250.000 in AERIUS Monitor naar 8148 in dit onderzoek. Dat is bijna 97% minder hexagonen.
In Figuur 38 is de gebiedsgemiddelde depositie geplot voor zowel alle relevante hexagonen (x-as) als de maatgevende hexagonen (y-as). Het gebiedsgemiddelde bij de maatgevende hexagonen ligt hoger dan voor alle relevante hexagonen. Dat is in lijn met de verwachting, omdat er bij de selectie van maatgevende hexagonen geselecteerd is op een grote kans op de hoogste bijdrage (selecte steekproef). De potentiële reductie die is berekend in dit onderzoek zal daarmee ook een hoger gemiddelde laten zien. Omdat deze echter ook berekend is voor de locatie met de gemiddelde hogere depositie in het gebied, heeft dat geen consequenties voor de interpretatie van de resultaten. Sterker nog, op basis van Figuur 39 kan voor vrijwel alle gebieden de conclusie worden getrokken dat wanneer de depositie daalt op de maatgevende hexagonen er een daling is van de depositie op alle hexagonen in het Natura2000-gebied.



Figuur 38 Scatterplot van de gebiedsgemiddelden in de steekproef afgezet tegen de gebiedsgemiddelden van alle relevante hexagonen.

In Figuur 39 is de maximale waarde van de steekproef hexagonen afgezet tegen het 99ste percentiel van alle relevante hexagonen. Daarmee valt te zien dat in het overgrote deel van de gebieden de hoogste waarden van alle relevante hexagonen worden gerepresenteerd door de maatgevende hexagonen. Voor zeven gebieden is dit echter niet het geval. Met uitzondering van het Wierdense Veld zijn het allemaal gebieden die aan de landsgrens liggen en dus een bijzondere lokale ruimtelijke verdeling kennen. Voor Wierdense Veld is dit verder nog niet specifiek onderzocht.



Figuur 39 Scatterplot van de maximale depositie op een hexagoon in de steekproef afgezet tegen de 99ste percentielwaarde van alle relevante hexagonen. In circa 30% van de gevallen is in de steekproef ook de hexagoon opgenomen met de absoluut hoogste waarde.

5.3 Literatuur

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, G.L. Velthof & J. Vonk (2020). Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2018. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 178

Hoogerbrugge, R., Geilenkirchen G.P., den Hollander, H.A., Schuch W., van der Swaluw, E., de Vries, W.J., Wichink Kruit, R.J. (2020) Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland Rapportage 2020

Simpson, D., Benedictow, A., Berge, H., Bergström, R., Emberson, L.D., Fagerli, H., Flechard, C.R., Hayman, G.D., Gauss, M., Jonson, J.E., Jenkin, M.E., Nyíri, A., Richter, C., Semeena, V.S., Tsyro, S., Tuovinen, J.-P., Valdebenito, Á., Wind, P., 2012. The EMEP MSC-W chemical transport model– technical description. Atmos. Chem. Phys., 12, 7825–7865. https://doi.org/10.5194/acp-12-7825-2012

Sutton, M.A., U. Dragosits, C. Geels, S. Gyldenkaerne, T.H. Misselbrook, W. Bussink (2015), 'Review on the scientific underpinning of calculation of ammonia emission and deposition in the Netherlands', https://library.wur.nl/WebQuery/titel/2100067.

van der Swaluw E.et al. (2020). Trend Analysis of Air Pollution and Nitrogen Deposition Over the Netherlands Using the EMEP4NL and OPS Model. In: Mensink C., Gong W., Hakami A. (eds) Air Pollution Modeling and its Application XXVI. ITM 2018. Springer Proceedings in Complexity. Springer, Cham

Wichink Kruit, R.J., Aben, J., de Vries, W., Sauter, F., van der Swaluw, E., van Zanten, M.C., van Pul, W.A.J., (2017). 'Modelling trends in ammonia in the Netherlands over the period 1990-2014'. Atmospheric Environment 154, 20-30. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.01.031

Wichink Kruit, Roy, Miranda Braam, Ronald Hoogerbrugge, Addo van Pul, (2020) 'Implementation of a data fusion approach to assess the concentration and dry deposition of ammonia in the Netherlands' RIVM Rapport 2020-0076, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

RIVM
De zorg voor morgen begint vandaag