



# memo

## Gevoeligheid van de gesommeerde depositiebijdrage onder 0,05 mol/ha/jaar voor fluctuaties in de ruimtelijke verdeling van de veroorzakende emissiebronnen

### Samenvatting

In AERIUS Monitor is een prognose gemaakt van de verwachte totale emissie en daarmee de totale depositie voor 2020 en 2030. Daarbij is in beginsel uitgegaan van een globale ruimtelijke verdeling en groeiprognoses van emissiebronnen uit de Emissieregistratie.

In het PAS worden de stikstofdepositiebijdragen van nieuwe activiteiten door vergunningen en meldingen geregistreerd in AERIUS Register op basis van gedetailleerde informatie over de emissiebronnen. Hierbij worden depositiebijdragen boven 0,05 mol/ha/jaar geregistreerd. De bijdragen onder 0,05 mol/ha/jaar niet, omdat deze kleine bijdrage voor een individueel geval verwaarloosbaar klein is. De som van deze kleine bijdragen als gevolg van duizenden nieuwe activiteiten is echter niet verwaarloosbaar.

Het uitgangspunt voor het niet registreren van bijdragen onder 0,05 mol/ha/jaar in Register, is dat het hanteren van een vereenvoudigde inschatting van kleine bijdragen volstaat, omdat de som van kleine bijdragen beperkt gevoelig is voor de exacte ruimtelijke verdeling van de emissiebronnen. Ter onderbouwing van dit uitgangspunt heeft het RIVM een analyse uitgevoerd naar de gevoeligheid van de ruimtelijke verdeling van emissiebronnen op de som van alle kleine depositiebijdragen.

Hiervoor zijn meerdere selecties van emissiebronnen gemaakt op basis van vergunningen in het PAS. De totale emissie van elke selectie is gelijk, maar de ruimtelijke verdeling van de emissies verschilt per selectie. Voor deze sets is de som van de depositiebijdragen kleiner en groter dan 0,05 mol/ha/jaar bepaald. De vergelijking van de resultaten van de verschillende selecties geeft

inzicht in de gevoeligheid van de uitkomst van een berekening van de depositie voor fluctuaties in de ruimtelijke verdeling van de emissiebronnen.

**Datum**

1 februari 2019

Uit de resultaten blijkt dat de som van de bijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar niet noemenswaardig gevoelig is voor de exacte locatie van de bronnen. Dit ondersteunt de keuze om bij het bepalen van de totale depositie van kleine bijdragen te volstaan met een vereenvoudigde inschatting van de ruimtelijke verdeling van emissiebronnen.

**Ons kenmerk**

005/19 MIL CB/EM/ms

De analyse laat ook zien dat de som van de positiebijdragen boven 0,05 mol/ha/jaar wel gevoelig is voor de exacte verdeling van bronnen. Dit onderschrijft de huidige keuze in het PAS om voor deze bijdragen gebruik te maken van gedetailleerde informatie over de emissiebronnen uit meldingen en vergunningsaanvragen.

## 1. Inleiding

In AERIUS Register worden van meldingen en vergunningsaanvragen die in het kader van het PAS worden ingediend de stikstofdepositiebijdragen berekend en afgeboekt van de beschikbaar gestelde depositieruimte. Bijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar worden hierbij niet meegenomen. Dit met het oog op de zeer beperkte omvang van deze bijdragen in het geval van een enkele aanvraag. Voor een enkele aanvraag zijn deze kleine bijdragen namelijk te verwaarlozen.

Echter, alle vergunningen en meldingen die in Register zijn geregistreerd, hebben een cumulatief effect van de bijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar. Daarnaast zijn er niet- meldings- en vergunningsplichtige activiteiten onder de drempelwaarde die niet in Register geregistreerd worden, maar wel bijdragen aan de totale depositie. Hoewel een individuele bijdrage van kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar verwaarloosbaar is, geldt dat niet voor de cumulatie van alle bijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar.

### 1.1 Doel

Doel van dit onderzoek is om inzichtelijk te maken in hoeverre wijzigingen in de ruimtelijke verdeling van emissiebronnen invloed hebben op het totaal van depositiebijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar. Als deze cumulatie niet gevoelig is voor de exacte locatie van bronnen, dan kan dit deel van de depositie worden gezien als een soort van 'deken' zonder pieken die aan de emissiebronnen te koppelen zijn. Voor dit deel van de depositie kan worden volstaan met een algemene inschatting, waarvoor geen gedetailleerde berekening van alle emissiebronnen nodig is.

### 1.2 Definitie deken

Het totaal van kleine bijdragen onder 0,05 mol/ha/jaar bestaat uit de bijdragen van veel bronnen op grotere afstand. Hierdoor is te stellen dat:

1. individuele wijzigingen in de (ruimtelijke) verdeling van emissies over die bronnen weinig invloed hebben op de omvang en verdeling van de som van de resulterende depositiebijdrage;

2. een goede schatting van deze bijdragen is te geven met een algemene inschatting van de bronnen en hun emissies, waarvoor een doorberekening op basis van gegevens over de exacte locaties van de bronnen niet noodzakelijk is.

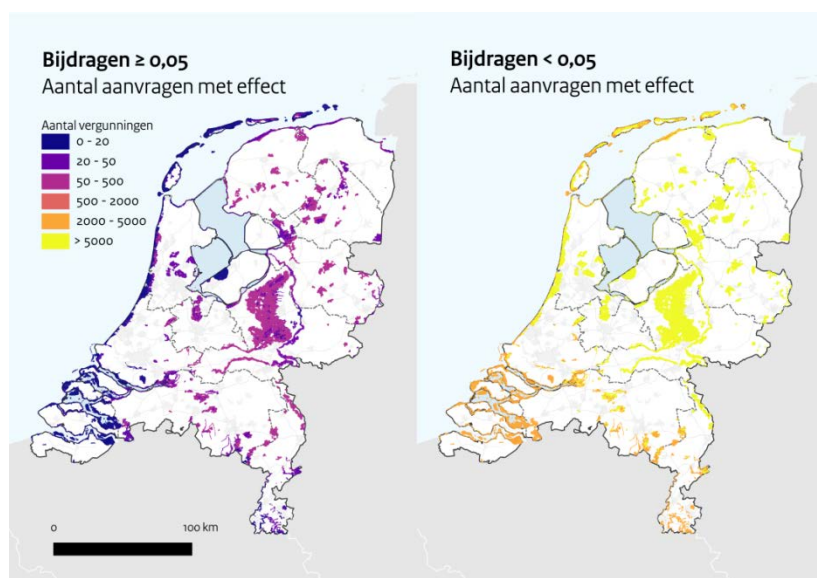
**Datum**

1 februari 2019

**Ons kenmerk**

005/19 MIL CB/EM/ms

Dit in contrast met het totaal aan depositiebijdragen boven 0,05 mol/ha/jaar. Deze depositie is opgebouwd uit een kleiner aantal bijdragen (Figuur 1), maar deze bijdragen zijn individueel groter in omvang. Een wijziging in één van deze bijdragen heeft daarom een groter effect op de totale depositie nabij de emissiebron. Het totaal van depositiebijdragen boven en onder de 0,05 mol/ha/jaar groeit en krimpt mee met het emissietotaal van de bronnen waar deze uit bestaan.



Figuur 1 Het aantal aanvragen dat per locatie een bijdrage heeft boven of onder 0,05 mol/ha/jaar. De bijdragen onder 0,05 mol/ha/jaar bestaan uit aanzienlijk meer aanvragen dan de bijdragen boven 0,05 mol/ha/jaar.

Er is te spreken van een 'deken' van depositie als deze relatief ongevoelig is voor de exacte ruimtelijke verdeling van emissiebronnen. De term relatief wordt gehanteerd omdat er nooit *helemaal* geen relatie is met de verdeling van bronnen.

### 1.3 Implicatie beoordeling depositiebijdragen

De depositiebijdragen boven 0,05 mol/ha/jaar hebben invloed op de lokale depositie nabij de emissiebronnen. Dit deel is verantwoordelijk voor eventuele pieken in het depositiepatroon. Voor een goed inzicht in de depositie is het daarom van belang dat de locatie en omvang van deze bronnen gedetailleerd worden doorgerekend.

De bijdragen < 0,05 mol/ha/jaar resulteren in een gelijkmatig depositiepatroon, omdat deze bestaan uit veel kleine bijdragen van bronnen op doorgaans grote afstand. Voor de bijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar kan worden volstaan met een werkwijze waarbij niet alle individuele emissiebronnen los meegenomen hoeven worden.

## 2. Methode bepalen gevoeligheid voor individuele bronnen

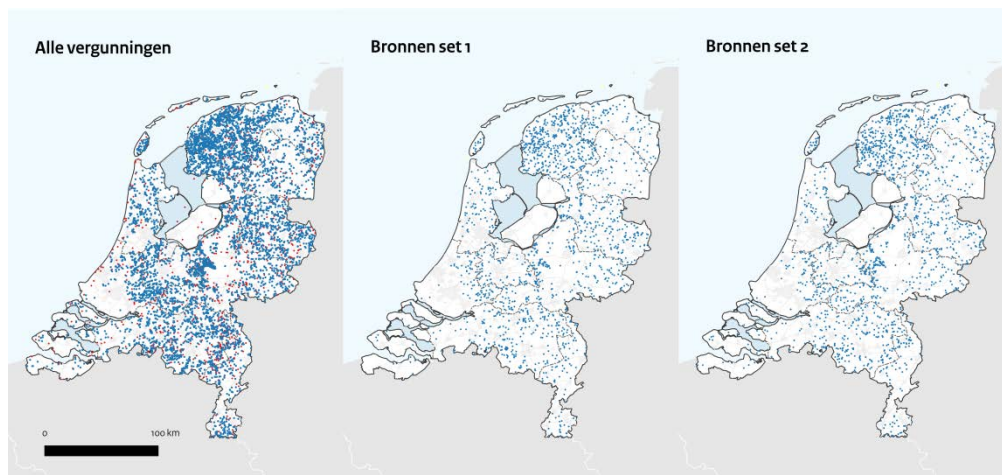
Om te bepalen of de bijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar ongevoelig zijn voor de exacte locatie van emissiebronnen, zijn diverse realistische emissieverdelingen met hetzelfde emissietotaal bepaald. Van deze sets zijn de cumulatieve depositiebijdragen kleiner en groter dan 0,05 mol/ha/jaar bepaald. Van beide delen van de depositie is de fluctuatie tussen verschillende sets bepaald. Het verschil in deze fluctuatie is de basis voor de beschouwing of het deel van de depositie onder 0,05 mol/ha/jaar zich als een deken gedraagt.

**Datum**  
1 februari 2019

**Ons kenmerk**  
005/19 MIL CB/EM/ms

### 2.1 Selectie emissiebronnen

Voor de analyse zijn meerdere vergelijkbare sets emissiebronnen samengesteld van willekeurig vergunningen uit AERIUS Register tot een emissietotaal van 1 kton. Dit komt neer op ongeveer 1700 vergunningen per set. Dit aantal verschilt per set om tot hetzelfde emissietotaal te komen. Een set kan worden gezien als een mogelijke realisatie van vergunningen na het vergunnen van 1 kton aan emissies. Elke set representeert een andere uitvoering van activiteiten met dezelfde hoeveelheid emissies, maar met een andere ruimtelijke verdeling van bronnen. Met andere woorden, elke set is een schatting van de depositie zonder op voorhand te weten waar de emissiebronnen exact zullen liggen. In totaal zijn 200 van deze sets bepaald (zie Figuur 2).



*Figuur 2 Links: alle locaties van beschikbare vergunningen (rood en blauw), in blauw aangegeven de vergunningen die onderdeel uitmaken van de analyse. Rechter twee figuren tonen twee van de tweehonderd sets aan vergunningen die zijn gebruikt voor het bepalen van de ruimtelijke verdeling van bronnen voor dit onderzoek.*

Bij de selectie van bronnen is voor een mogelijke vergelijking tussen sets gekozen om alleen vergunningen met Ammoniak (NH<sub>3</sub>) emissies te beschouwen en met een netto positieve emissie (het is mogelijk dat een verplaatsing of verschoning van een bedrijf tot een afname van emissies leidt, deze gevallen zijn niet meegenomen). De keuze voor alleen NH<sub>3</sub> emissies is gemaakt zodat elke set voor dezelfde hoeveelheid depositie zorgt.

Van de 6873 vergunningen (het aantal in Register op moment van schrijven) voldoen 5588 (81%) aan bovengenoemde voorwaarden. Elke set bevat ongeveer 30% van de bronnen die deel uit maken van deze analyse. Voor de analyse is het van belang dat slechts een deel van de bronnen in deze set zit, immers als (bijna) alle bronnen in elke set zitten is het depositiepatroon ook nagenoeg hetzelfde en is de gevoeligheid voor verandering in de locatie van de bronnen niet te analyseren.

**Datum**

1 februari 2019

**Ons kenmerk**

005/19 MIL CB/EM/ms

## 2.2 **Analyse gevoeligheid voor individuele bronnen**

De fluctuatie van zowel de bijdragen boven als onder 0,05 mol/ha/jaar is per rekenpunt uitgedrukt in de standaarddeviatie tussen de verschillende sets, absoluut (mol/ha/jaar) en relatief uitgedrukt als percentage van de gemiddelde depositiebijdrage. In algemene zin betekent dit dat met 68% zekerheid kan worden gezegd dat een goede schatting van de depositie binnen deze bandbreedte van het gemiddelde zal liggen en met 95% zekerheid dat deze binnen twee maal deze bandbreedte zal liggen.

De resultaten bestaan uit de ruimtelijke verdeling van de fluctuaties boven en onder 0,05 mol/ha/jaar, de verhouding van deze getallen en samengevat als het landelijk gemiddelde van deze getallen. Voor het gemiddelde van de standaarddeviatie is dit de wortel van de gemiddelde varianties (kwadraat van standaarddeviatie).

Het verschil en de verhouding tussen de fluctuaties onder en boven 0,05 mol/ha/jaar geeft inzicht in in hoeverre de kleine bijdragen zich gedragen als een deken ten opzichte van de grote bijdragen. Als de variantie van de bijdragen  $< 0,05$  significant kleiner is dan die van de bijdragen  $> 0,05$ , kan de cumulatie  $< 0,05$  als relatief ongevoelig voor de exacte locatie van emissiebronnen worden beschouwd.

## 2.3 **Gevoeligheid, toepasbaarheid en representativiteit**

Deze analyse beperkt zich tot een representatieve steekproef van alle rekenpunten uit AERIUS Register, aangevuld met punten om een dekkend kaartbeeld te maken (totaal 12.947 rekenpunten). Van deze set zijn de rekenpunten waar in geen enkele van de doorgerekende sets een bijdrage boven 0,05 mol/ha/jaar optreedt, weggelaten. Dit betreft 97 of 0,75% van de rekenpunten. Op alle geselecteerde rekenpunten was er wel een resultaat voor de bijdragen onder 0,05 mol/ha/jaar.

De analyse maakt gebruik van vergunningen en niet van meldingen en activiteiten onder de drempelwaarde. Dit is een praktische overweging omdat emissies van activiteiten onder de drempelwaarde niet per individuele bron bekend zijn. Van meldingen en activiteiten onder de drempelwaarde kan gesteld worden dat deze in principe kleiner zijn in emissie en depositie en daardoor van deze meldingen het deel  $< 0,05$  relatief groot is t.o.v. het deel erboven. De inschatting is dat dit vooral voor een verlaging van de fluctuaties van kleine bijdragen zorgt: hoe meer bronnen, des te minder fluctuatie in de gesommeerde omvang van bijdragen  $< 0,05$  mol/ha/j. Dit effect zou de conclusies van dit onderzoek versterken, daarom wordt de huidige set aan

emissiebronnen in dit onderzoek als een conservatief uitgangspunt beschouwd voor alle bijdragen onder 0,05 mol/ha/jaar in Nederland.

**Datum**

1 februari 2019

De keuze voor het aantal bronnen heeft invloed op de uitkomst. De gemiddelde depositie en de standaarddeviatie stijgen als er meer bronnen worden meegenomen. Het is daarom van belang om vooral te kijken naar de onderlinge verhouding in fluctuatie tussen de bijdragen boven en onder 0,05. Absolute waarden geven slechts een indicatie van de te verwachten orde-grootte.

**Ons kenmerk**

005/19 MIL CB/EM/ms

In algemene zin kan gesteld worden dat de fluctuaties binnen een grotere set bronnen afnemen. Echter, lokale uitschieters zullen nog steeds van eenzelfde omvang zijn omdat deze door één of enkele emissiebronnen veroorzaakt kunnen worden.

## 2.4 Randvoorwaarden

Voorwaarde voor deze vergelijking is dat er een statistisch significant verschil is tussen de fluctuaties boven en onder 0,05 mol/ha/jaar, zodat de fluctuaties als werkelijk verschillend gelden. Deze voorwaarde is getest met een statistische F-toets<sup>1</sup> die nagaat of de varianties (kwadraat van standaarddeviatie) van beide sets statistisch significant verschillen. Hier is gebruik gemaakt van de standaarddeviatie uitgedrukt als percentage van het gemiddelde om te corrigeren voor absolute verschillen tussen beide datasets. Voor alle rekenpunten is te stellen dat de varianties significant van elkaar verschillen ( $p < 0,01$ , 99% zekerheid).

## 3. Resultaten

Achtereenvolgens worden de landelijk gemiddelde cijfers gepresenteerd, de spreiding in deze getallen en het ruimtelijke beeld.

### 3.1 Landelijk gemiddeld

Landelijk gemiddeld is de som van de bijdragen  $\geq 0,05$  mol/ha/jaar in de uitgevoerde steekproef ongeveer 1 mol kleiner dan de som van de bijdragen daaronder (Tabel 1). Deze som en het onderlinge verschil zijn indicatief voor deze analyse op basis van de steekproef, maar representeren niet de absolute getallen van de omvang van deze bijdragen van de totaal verleende toestemmingsbesluiten in het PAS.

Belangrijker voor deze analyse zijn de fluctuaties. Voor de bijdragen  $\geq 0,05$  mol/ha/jaar is de fluctuatie 47,1%. De bijdragen  $< 0,05$  mol/ha/jaar laten een veel stabiel beeld zien als gevolg van het variëren van de emissiebronnen. Hier is deze fluctuatie 5,0% (Tabel 1), dit is een factor 9 kleiner dan de bijdragen  $\geq 0,05$  mol/ha/jaar.

---

<sup>1</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/F-toets>

Tabel 1 Landelijk gemiddelde bijdragen en fluctuaties van bijdragen boven en onder 0,05 mol/ha/jaar. Dit zijn de gemiddelden en standaarddeviatie van mogelijke ruimtelijke verdelingen van een deel van de vergunningen en register. Absolute getallen (in mol/ha/jaar) zijn niet indicatief voor de omvang, de relatieve getallen (%) wel.

**Datum**

1 februari 2019

**Ons kenmerk**

005/19 MIL CB/EM/ms

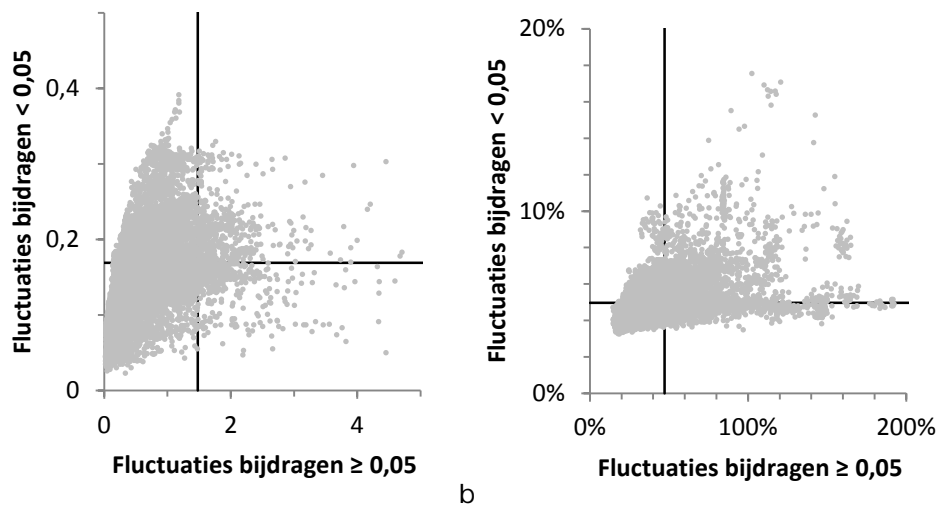
|                                | $\geq 0,05$ | $< 0,05$ |             |
|--------------------------------|-------------|----------|-------------|
| gemiddelde                     | 2,6         | 3,6      | mol/ha/jaar |
| standaarddeviatie              | 1,5         | 0,17     | mol/ha/jaar |
| standaarddeviatie / gemiddelde | 47 %        | 5,0%     | %           |

### 3.2 Variantie en uitschieters

Het bovengenoemde landelijk gemiddelde kent lokaal uitschieters en uitzonderingen. Figuur 3 toont voor alle rekenpunten de verhouding tussen de gevonden variantie van de bijdragen boven en onder 0,05 mol/ha/jaar. Hieruit is op te maken dat het overgrote deel van de fluctuatie van de bijdragen  $< 0,05$  zich binnen 10% van het gemiddelde bevinden, en zijn de uitschieters beperkt tot maximaal 18%. Voor het deel  $\geq 0,05$  mol/ha/jaar kan dit oplopen tot 150% voor de meeste gevallen en lokaal tot 200%. In absolute zin is het maximum voor de fluctuatie 0,4 mol/ha/jaar voor het deel onder 0,05 mol/ha/jaar en zijn er uitschieters voor het deel erboven tot 90 mol/ha/jaar.

Daarnaast is ook te zien dat, in absolute zin, de fluctuatie van het deel  $\geq 0,05$  nagenoeg 0 kan zijn (Figuur 3a), waar er toch fluctuatie optreedt voor het deel onder 0,05. Dit komt voor in gevallen waar relatief weinig lokale bronnen aanwezig zijn en de bijdragen boven 0,05 zeer klein zijn.

Tot slot blijkt uit Figuur 3 dat er enige correlatie zit tussen het deel onder en boven 0,05. Dit is te verklaren doordat locaties waar bronnen ver weg liggen, zowel het deel onder als boven 0,05 ongevoeliger wordt voor de exacte ruimtelijke verdeling van de bronnen.



**Datum**  
1 februari 2019

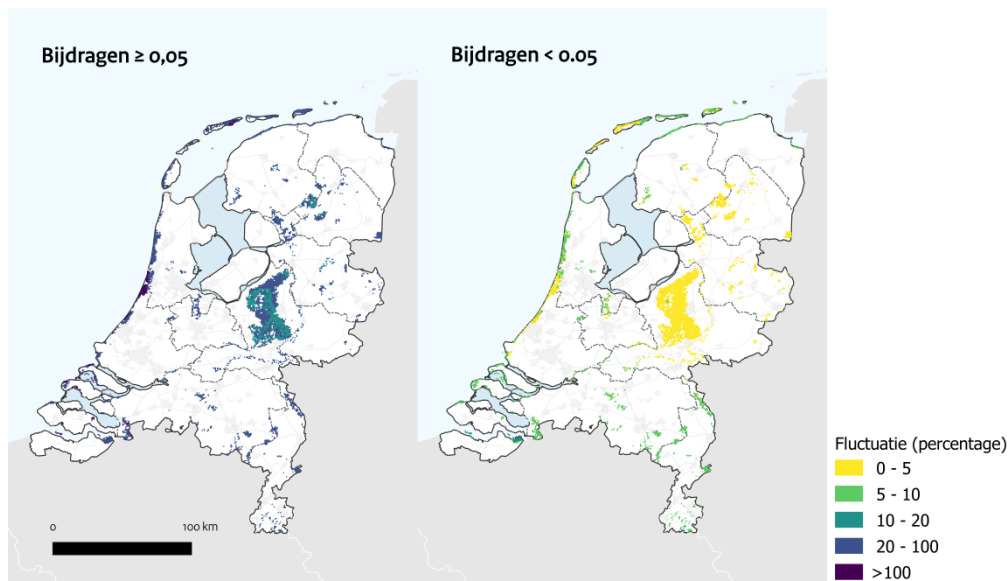
**Ons kenmerk**  
005/19 MIL CB/EM/ms

a b  
 Figuur 3 Fluctuaties van de som van bijdragen < 0,05 mol/ha/jaar per rekenpunt afgezet tegen de fluctuaties van bijdragen  $\geq$  0,05 mol/ha/jaar. Links (a): standaarddeviatie, rechts (b) uitgedrukt als percentage van het gemiddelde. Zwarte lijnen tonen het landelijk gemiddelde uit Tabel 1. Elk punt representeert een rekenpunt / hexagoon. Waarden voor absolute bijdragen  $\geq$  0,05 bevatten enkele uitschieters die niet in deze Figuur zijn getoond.

### 3.3 Ruimtelijk patroon

De fluctuaties van de depositie boven en onder 0,05 mol/ha/jaar laten geen opvallende ruimtelijke patronen zien (Figuur 4). De fluctuaties nemen over het algemeen af in het midden van het land. Dit komt omdat de emissiebronnen van geselecteerde bronnen zich beperken tot Nederland, en de resulterende depositie in het midden van het land van meer bronnen afkomstig is. De depositie neemt daardoor toe, maar de onzekerheid van de inschatting neemt af. Dit patroon bevestigt dat de som van bijdragen < 0,05 mol/ha/jaar zich gedraagt als een deken over heel Nederland.





**Datum**  
1 februari 2019

**Ons kenmerk**  
005/19 MIL CB/EM/ms

*Figuur 4 Fluctuaties van de bijdragen groter (links) en kleiner (rechts) dan 0,05 mol/ha/jaar, uitgedrukt in de standaarddeviatie als percentage van het gemiddelde. Fluctuaties nemen af naar het midden van het land omdat hier meer emissiebronnen een effect hebben.*

#### 4. Conclusie

In het PAS zijn de depositiebijdragen van nieuwe activiteiten met een effect boven 0,05 mol/ha/jaar gedetailleerd in beeld via de registratie van depositieruimte in AERIUS Register. Bijdragen <0,05 mol/ha/jaar zijn niet relevant voor de toestemmingsverlening van een individuele activiteit.

Op basis van een representatieve steekproef van vergunningen uit AERIUS Register, is onderzocht hoe gevoelig de som van bijdragen onder 0,05 mol/ha/jaar is voor de exacte ruimtelijke verdeling van de veroorzakende emissiebronnen in vergelijking met de bijdragen daarboven.

Uit de resultaten blijkt dat de som van de bijdragen kleiner dan 0,05 mol/ha/jaar niet noemenswaardig gevoelig is voor de exacte locatie van de bronnen. Dit ondersteunt de keuze om bij het bepalen van de totale depositie van kleine bijdragen te volstaan met een vereenvoudigde inschatting van de ruimtelijke verdeling van emissiebronnen.

De analyse laat ook zien dat de som van depositiebijdragen boven 0,05 mol/ha/jaar wel gevoelig is voor de exacte verdeling van bronnen. Dit onderschrijft de huidige keuze in het PAS om voor deze bijdragen gebruik te maken van gedetailleerde informatie over de emissiebronnen uit meldingen en vergunningsaanvragen.