



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

# Stand van zaken 'Ammoniak van Zee'

Expertsessie

18 december 2023



## Vervolgonderzoek n.a.v. tussenrapportage april 2023 en expertsessie september 2023

1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares
2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland
3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)
4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart (bepaalt compensatiepunten)
5. Verkennen natuurlijke emissies (o.b.v. Nationale Database Flora & Fauna)
6. Expertmeeting met TNO
7. Cumulatieve effecten
8. Samenvatting
9. Proces

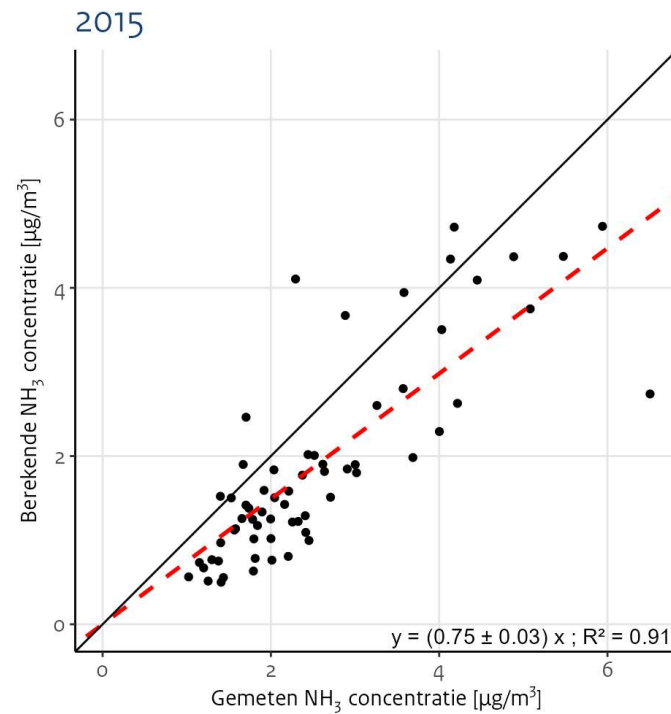
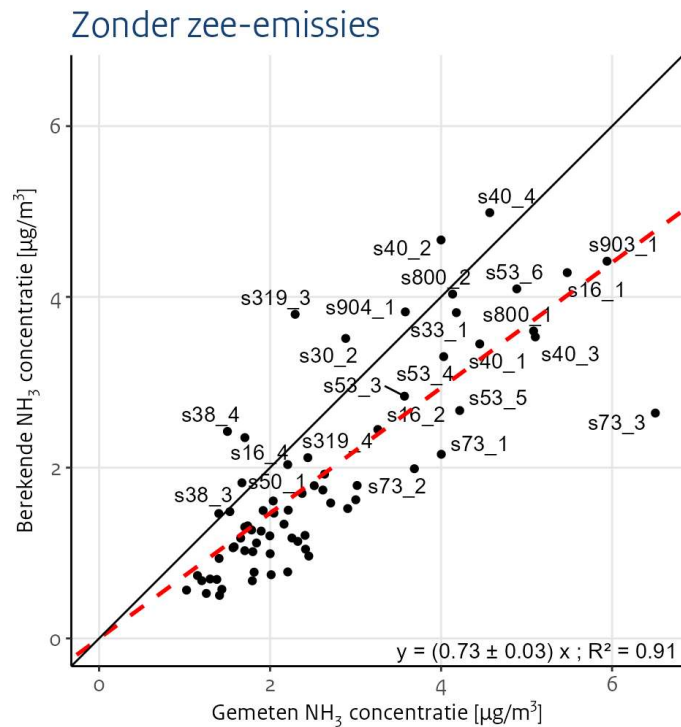


# 1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares





# 1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares





# 1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares

- > Gereed voor implementatie in OPS
- > Mee te nemen in GCN2025/M25



## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland



Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

### Evaluatie van de Nederlandse waarnemstations

#### 5. Kwaliteit van de locaties van waarnemstations

##### 5.1 Introductie tot de kwaliteitsevaluatie

Naast de fundamentele rol van de RRR in de evaluatie van waarnemsystemen is er een tweede procedure welke er op gericht is om aan te geven of een station op 'de goede plaats' ligt. Hiermee wordt bedoeld of de meetlocatie representatief is voor de omgeving. De zogenaamde 'WMO classification of stations' is opgezet door de WMO Commission on Instruments and Methods of Observation [CIMO] en bepaalt van meetstations de kwaliteit per parameter. Kwaliteitsklassen per variabele variëren van 1 tot 5. Verder wordt deze classificatie iedere 5 jaar uitgevoerd [en is voor NL in 2015 uitgevoerd]. WMO heeft deze actie afgerond en een actie is gestart om deze procedure een ISO standaard te maken, die om de 5 jaar wordt herzien.

##### 5.2 Aanbevelingen

Appendix 5 bevat een tabel met de 35 stations voor welke vier classificaties zijn uitgevoerd, te weten voor a) temperatuur en luchtvochtigheid, b) neerslag, c) wind omvang, en d) globale en diffuse irradiatie.

Dus Vlissingen is in principe kandidaat voor verplaatsing. Vlissingen is tevens een ongedefinieerd "kuststation" is en niet representatief voor binnendijks Zeeland.

De Bilt, 2016 | Technisch rapport; TR-357

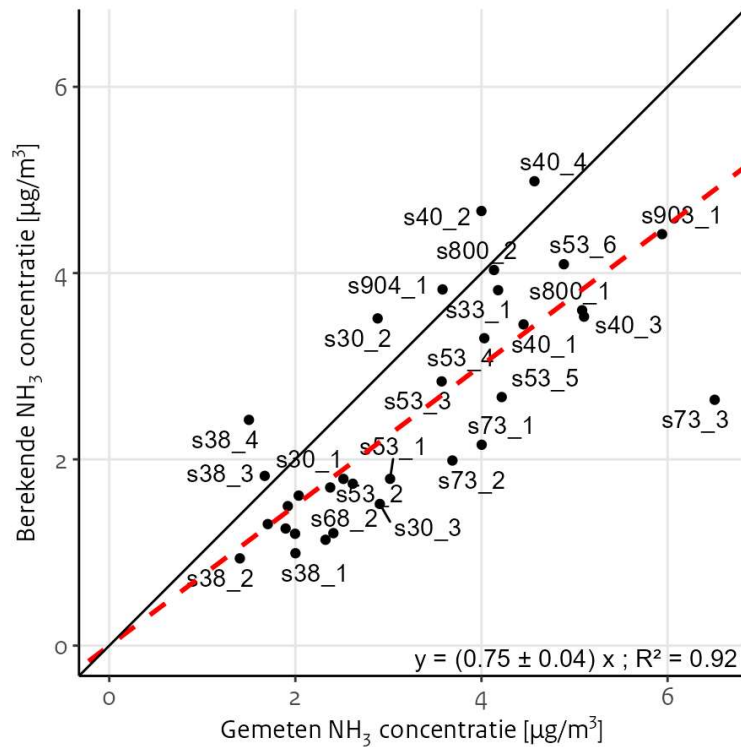
score en op basis van de maximum score in een bepaalde parameter moet overwogen worden of ze niet beter verplaatst kunnen worden. Hierbij denkt de projectgroep aan Hoek v Holland, Hupsel, Lauwersoog en Twente. De evaluatie toont verder aan dat niet alle Defensiestations goed geplaatst zijn, en verdere beoordeling van deze stations in samenspraak met Defensie is zeer gewenst.



## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

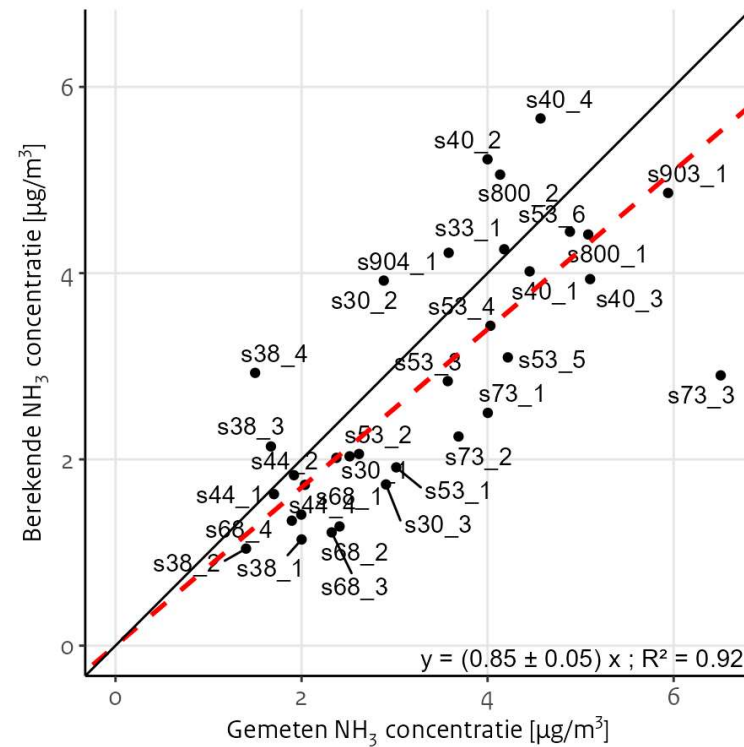
Default

Alleen stations in Zeeland



KNMI station Vlissingen vervangen door station Westerdorpe

Alleen stations in Zeeland





## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

- > Kunnen er nog meer meetstations worden toegevoegd?
  - Niet langs de kust, verder landinwaarts niet verder onderzocht
  
- > Mogelijk gebruik van modeldata (genudged naar de metingen)
  - In de toekomst wellicht mogelijk, maar dit is onderdeel van generieke modelverbetering

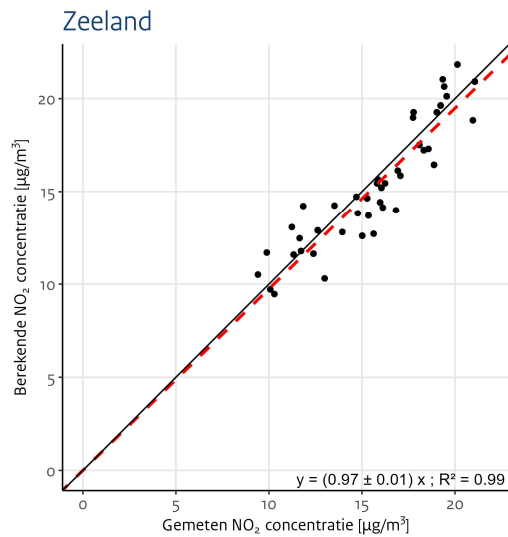




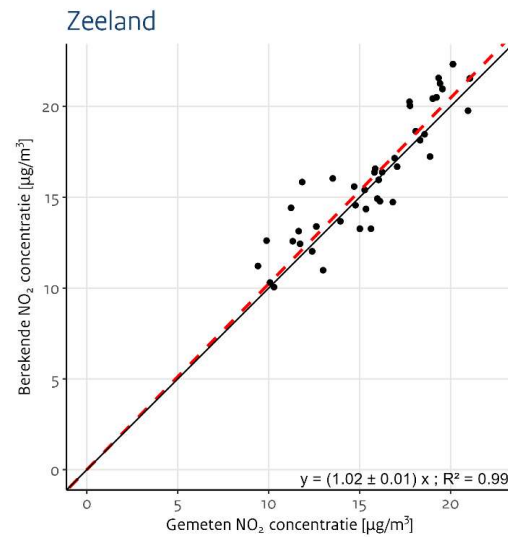
## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

- Wat zijn de effecten op andere componenten (b.v. NO<sub>2</sub>)?

Default



Nieuwe meteo





## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

- › Besloten om Vlissingen te vervangen door Westdorpe
- › Gereed voor implementatie in OPS
- › Mee te nemen in GCN2025/M25



### 3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)

Atmospheric Environment 298 (2023) 119596

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

**Atmospheric Environment**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/atmosenv](http://www.elsevier.com/locate/atmosenv)




Dry deposition of ammonia in a coastal dune area: Measurements and modeling

K.J.A. Vendel<sup>a,\*</sup>, R.J. Wichink Kruit<sup>a</sup>, M. Blom<sup>b</sup>, P. van den Bulk<sup>b</sup>, B. van Egmond<sup>b</sup>,  
A. Frumau<sup>b</sup>, S. Rutledge-Jonker<sup>a</sup>, A. Hensen<sup>b</sup>, M.C. van Zanten<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), P.O. Box 1, 3720 BA, Bilthoven, the Netherlands

<sup>b</sup> Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), P.O. Box 15, 1755 ZG, Petten, the Netherlands

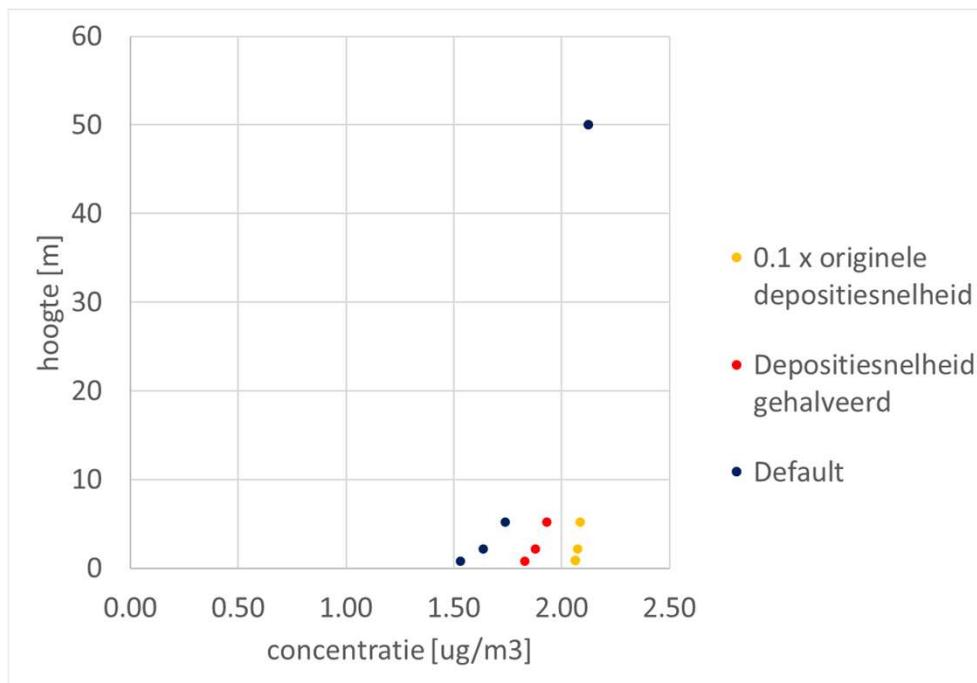
<sup>c</sup> Wageningen University & Research (WUR), P.O. Box 47, 6700 AA, Wageningen, the Netherlands





### 3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)

- > Effect van de depositiesnelheid op het verticale concentratieprofiel



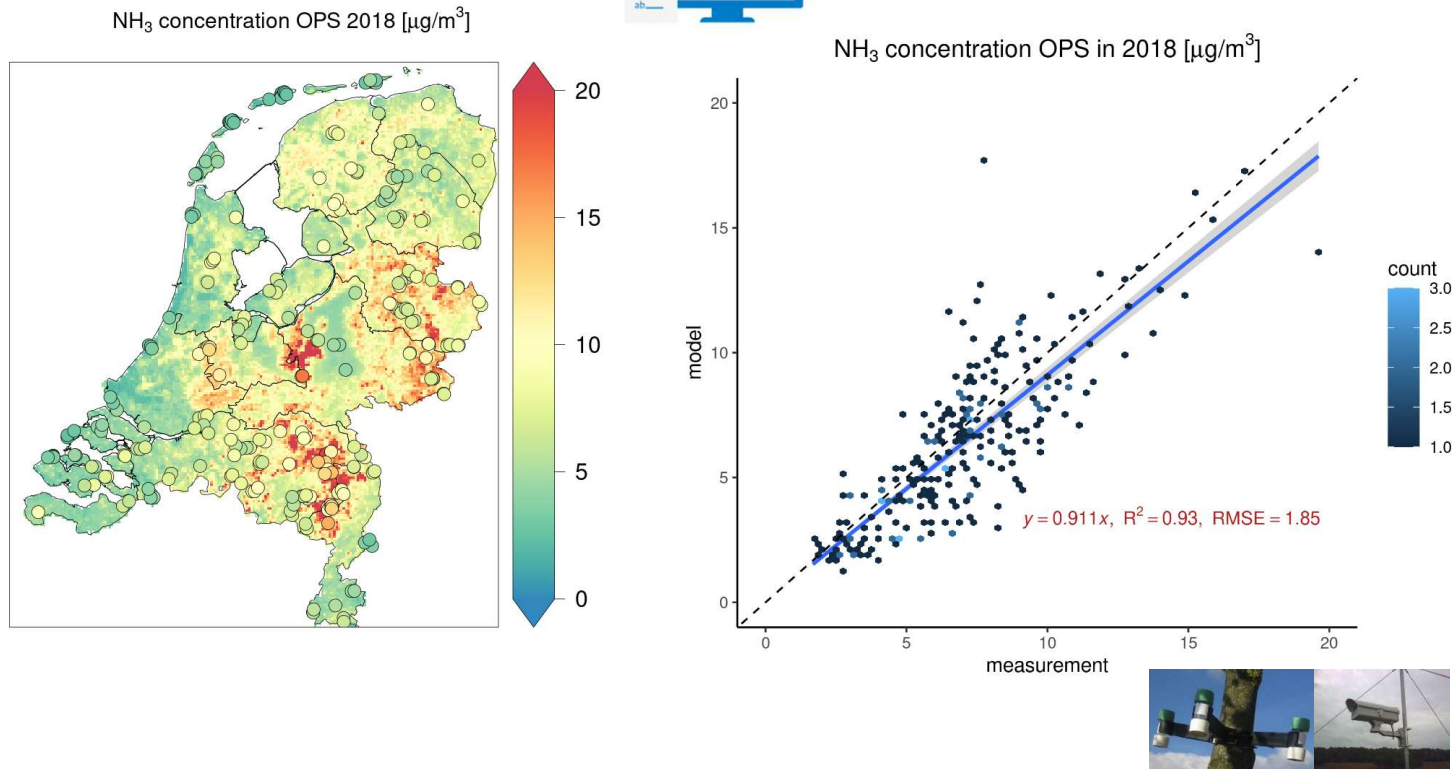


### 3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)

- Weten we voldoende om de depositiesnelheid in duinen aan te passen?
  - Er loopt nog onderzoek naar verfijning/uitbreiding DEPAC → NKS-SAGEN WP2
  - Nieuwe meetcampagne met DOAS setup in Solleveld (in 2024 en 2025)
  
- Kunnen COTAG metingen in NHD de overschatting van de depositiesnelheid bevestigen?
  - De COTAG metingen in NHD hebben last gehad van vochtproblemen en zijn hoogstwaarschijnlijk niet bruikbaar voor modelvalidatie

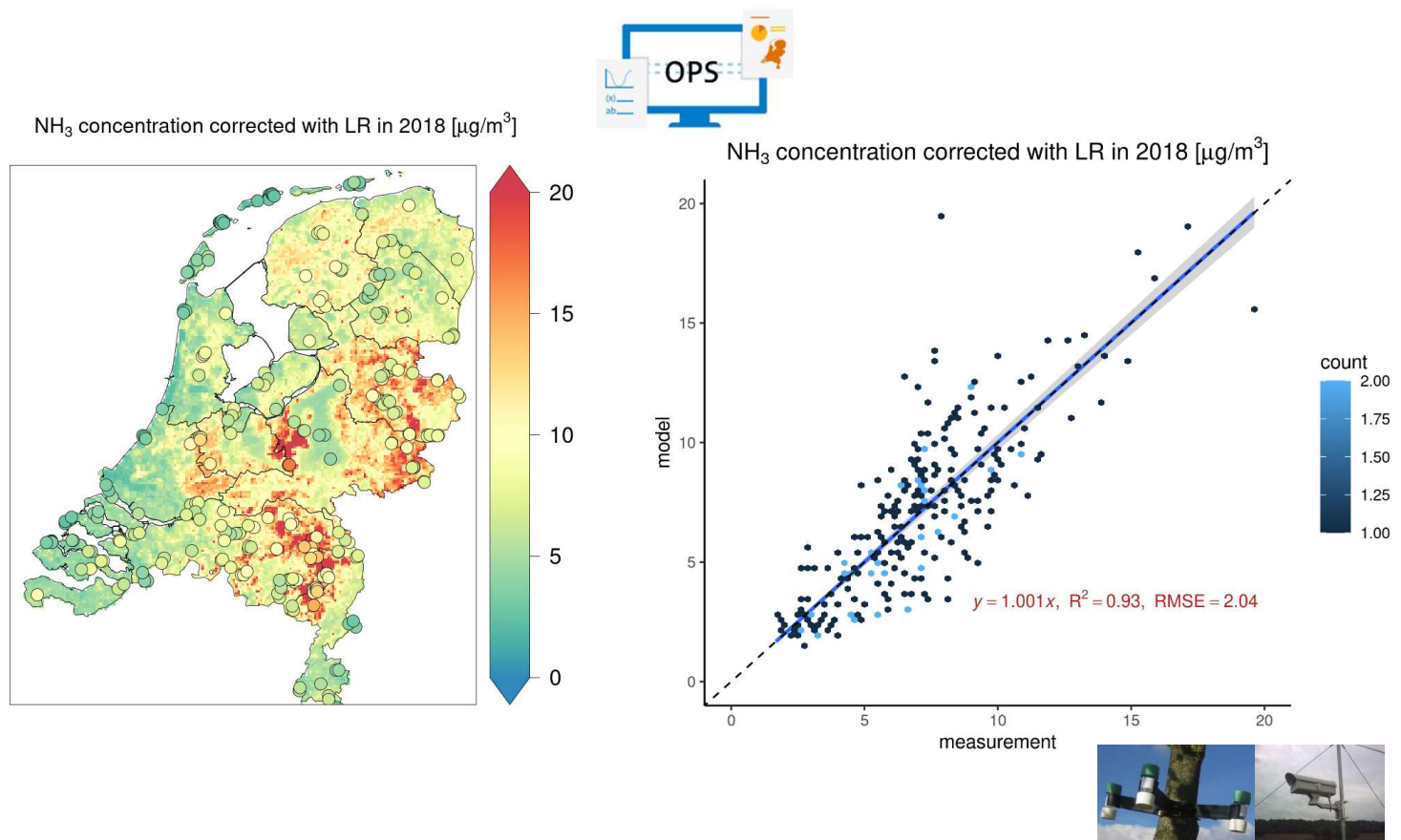


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart



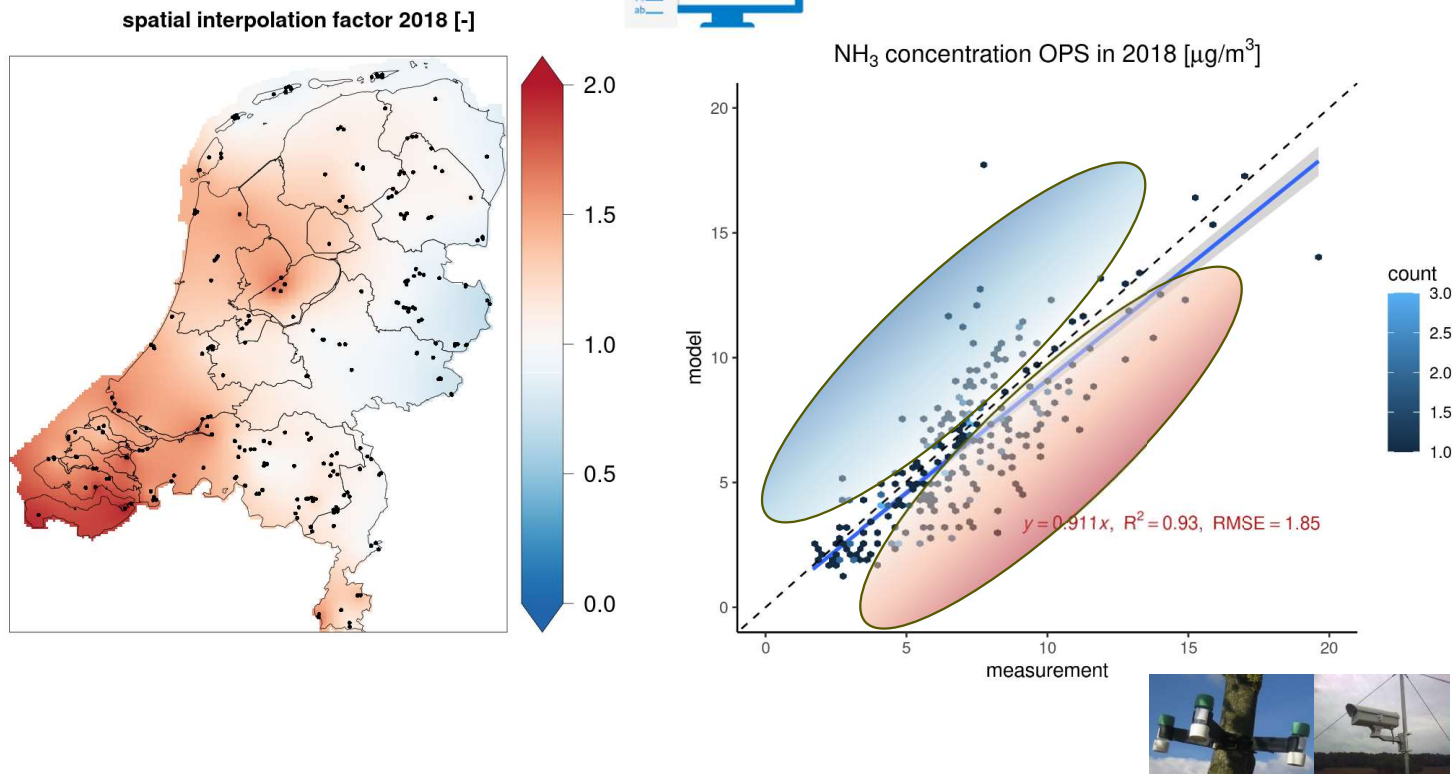


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart





## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart

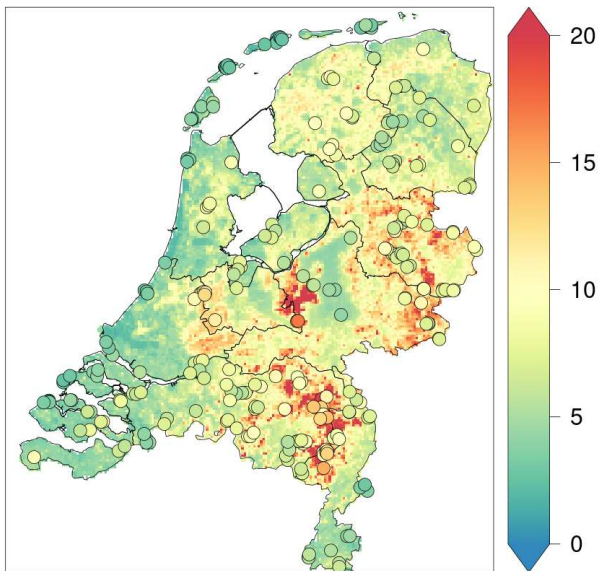




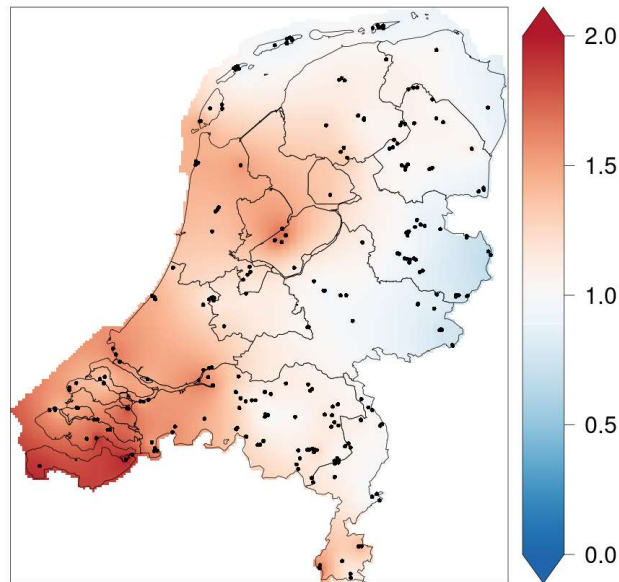


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart

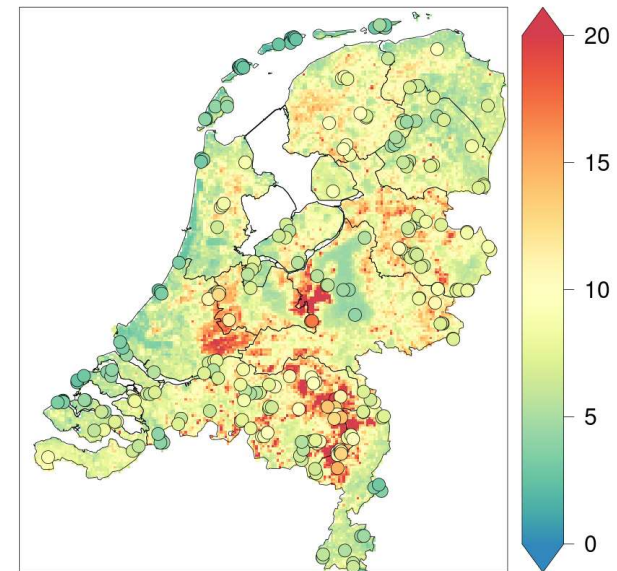
NH<sub>3</sub> concentration OPS 2018 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



spatial interpolation factor 2018 [-]

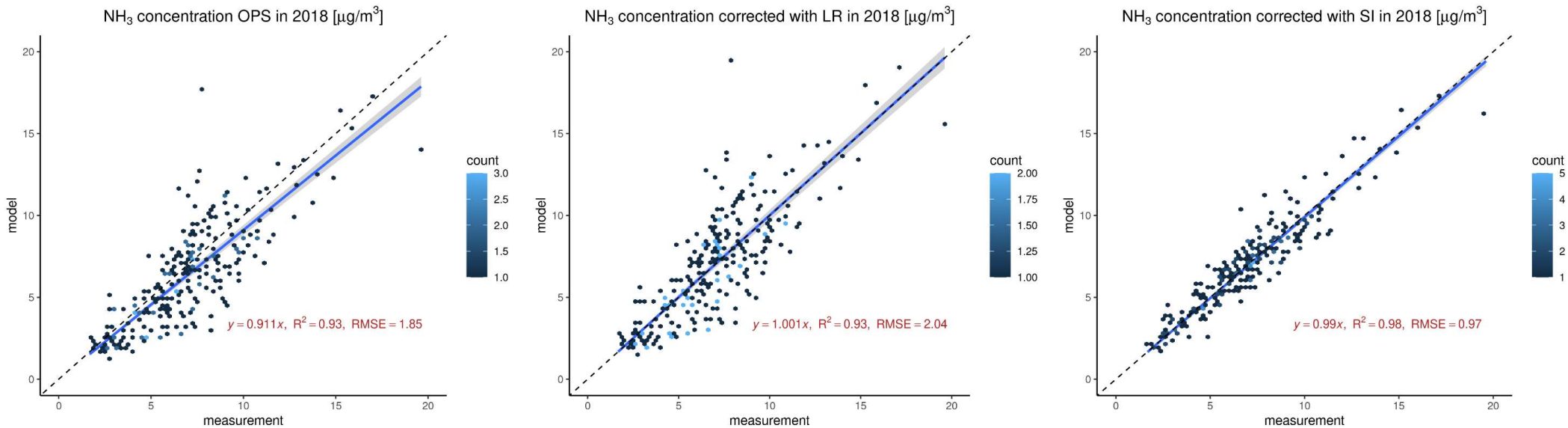


NH<sub>3</sub> concentration corrected with SI in 2018 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



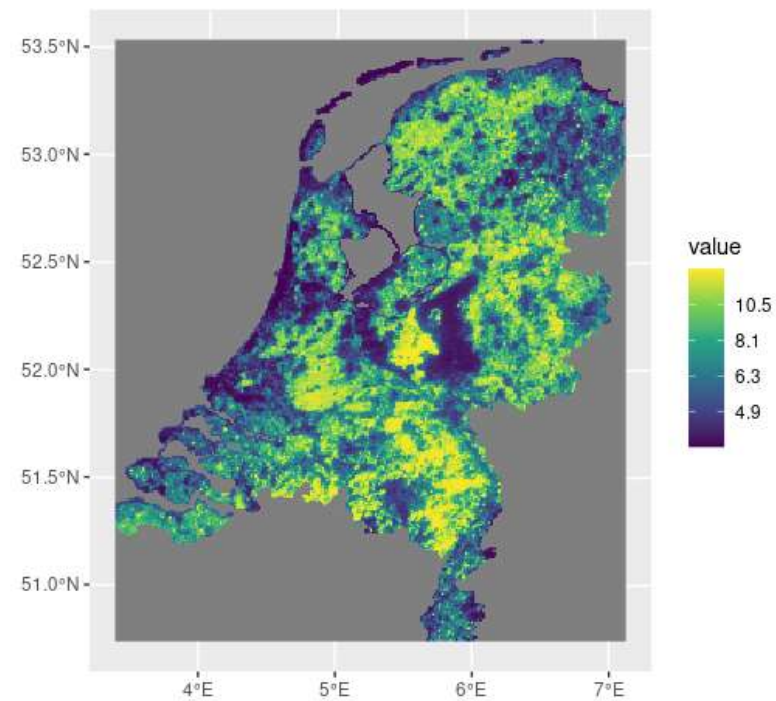
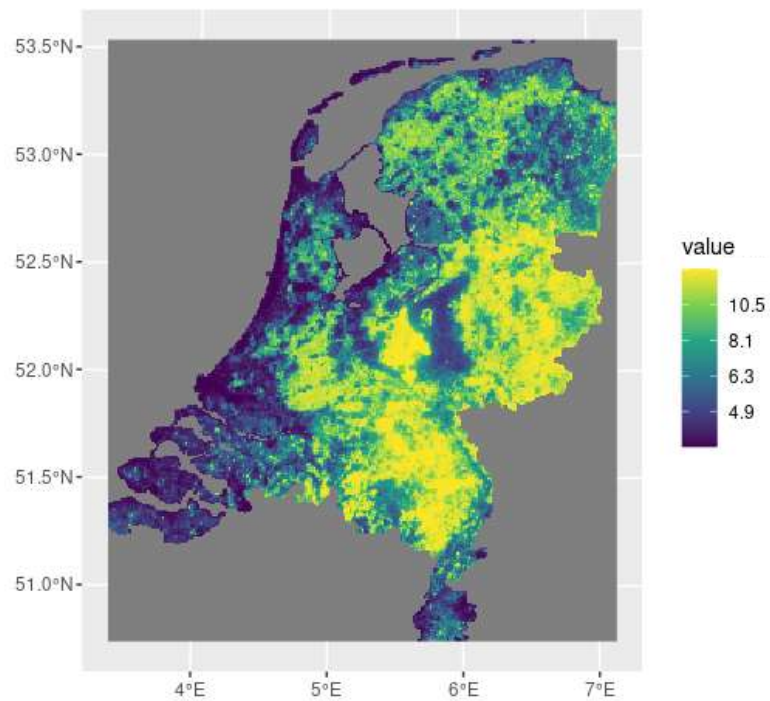


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart





## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart

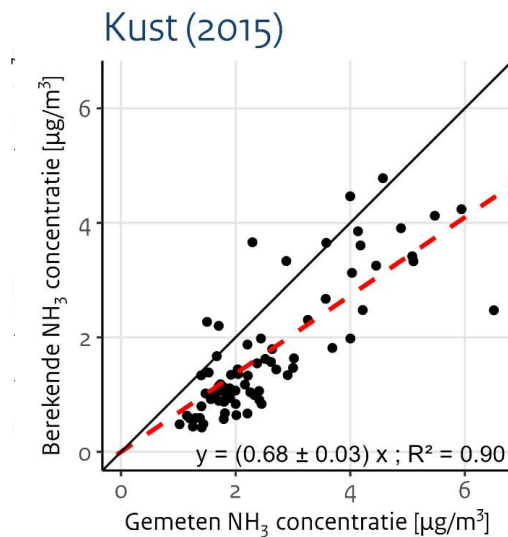




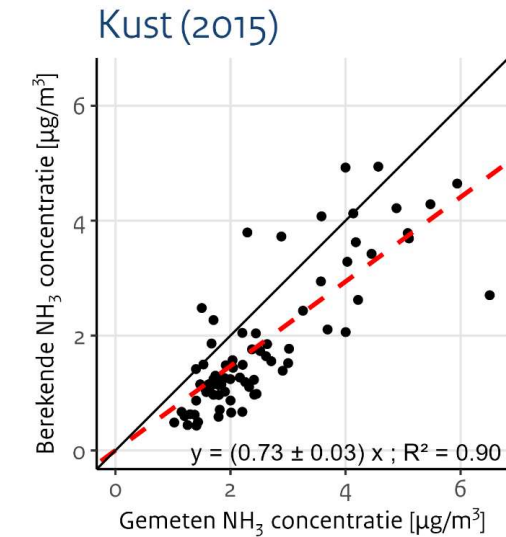
## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart

- › Ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart zorgt voor hogere compensatiepunten en daardoor hogere concentraties aan de kust

Niet-ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart



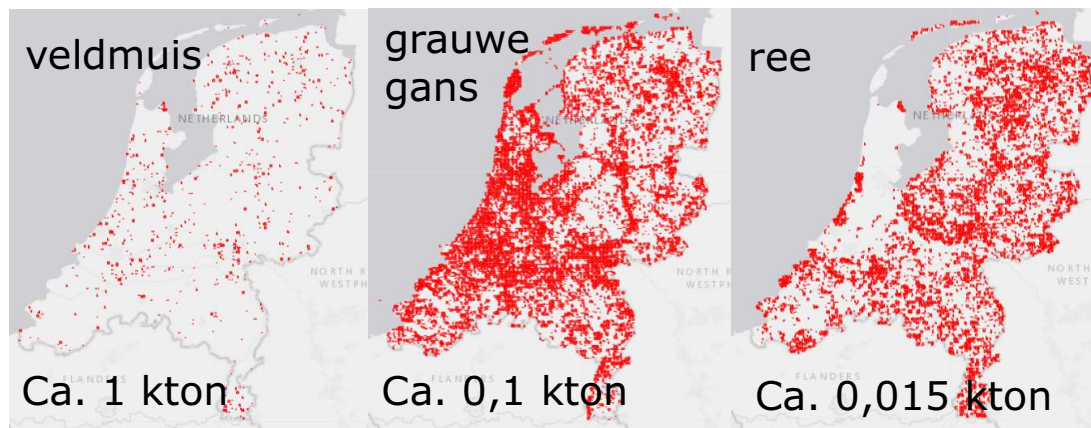
Met ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart





## 5. Verkennen natuurlijke emissies (o.b.v. Nationale Database Flora & Fauna)

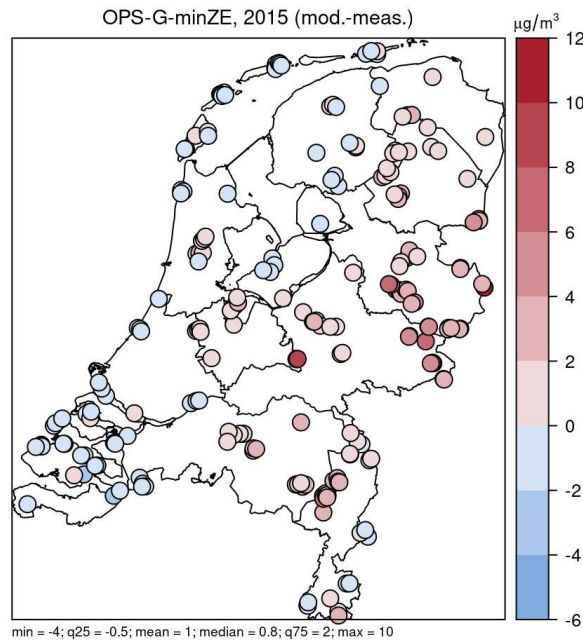
- > Samen met Dale Rudrum naar NDFF gekeken
- > Vooral waarnemingen (op individuele plekken en op 1 moment), geen 'jaargemiddelde/jaartotale' dieraantallen
- > Emissietotaal van biogene emissies is beperkt (ca 1%) en mogelijk voor een groot deel ondergronds



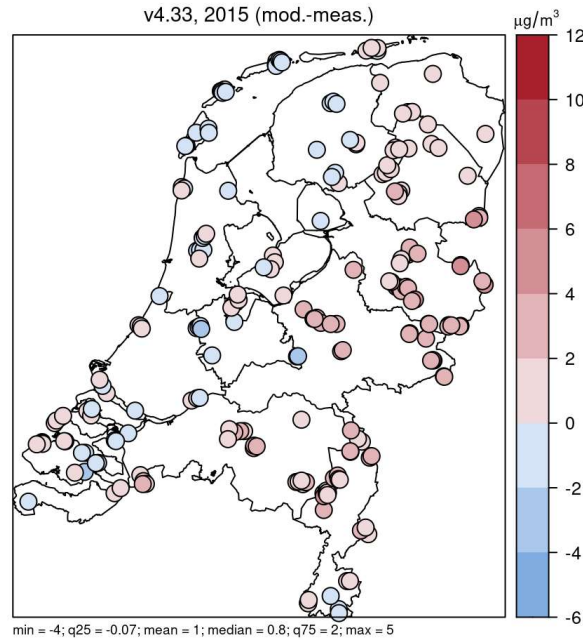


## 6. Expertmeeting met TNO

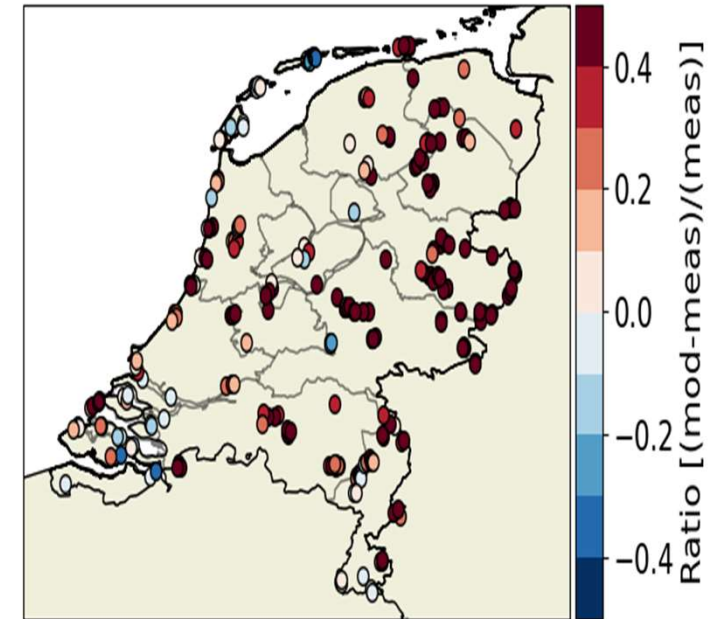
OPS



EMEP



LOTOS-EUROS





## 6. Expertmeeting met TNO

- > geen nieuwe emissieoorzaken
- > wel ideeën over generieke modelverbeteringen (NKS-SAGEN)
  - Verbetering ruimtelijke verdeling emissies
  - Verbetering timing emissiesdie een effect kunnen hebben op de concentraties langs de kust
- > Eventuele verbeteringen worden meegenomen in reguliere updates van het OPS model



## 7. Cumulatieve effecten

- > Met zee-emissies
- > Zonder zee-emissies
- > Met alle aanpassingen:
  - Ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart
  - Realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares
  - Fix meteo Zeeland



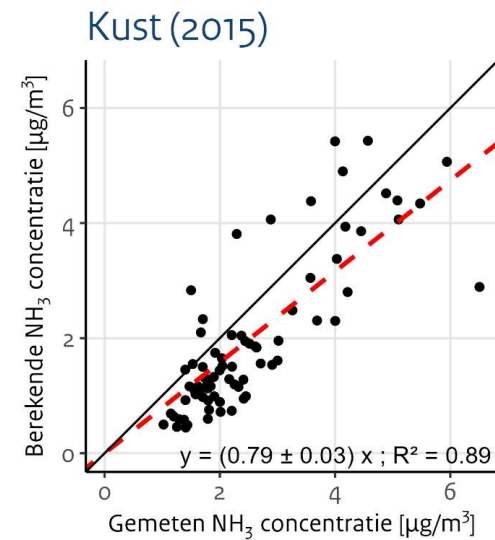
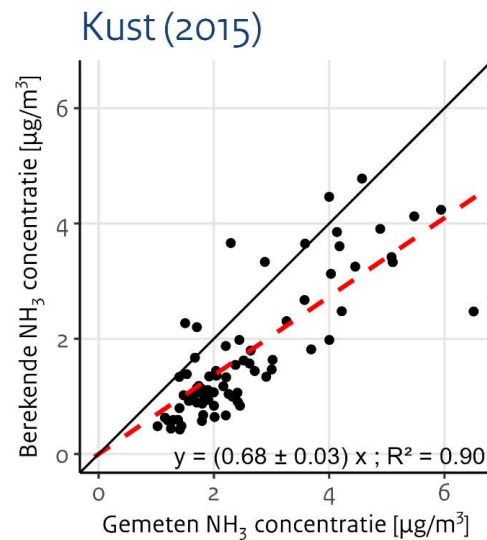
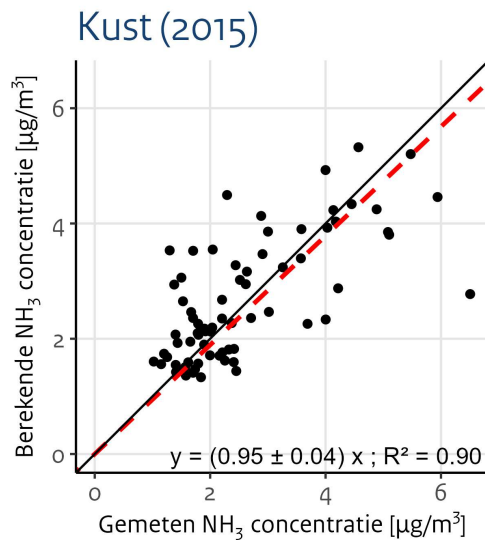


## 7. Cumulatieve effecten - concentratie

Met zee-emissies

Zonder zee-emissie

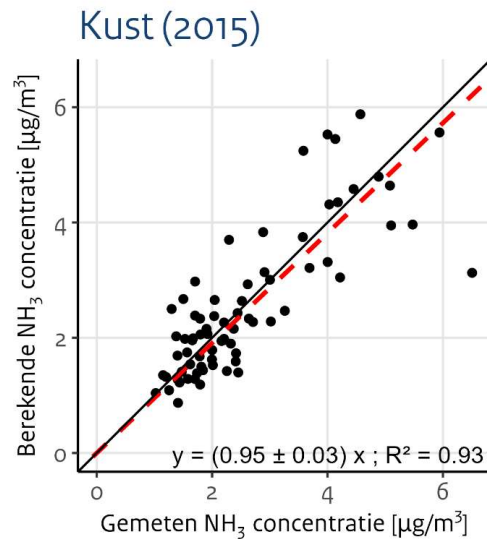
Met alle aanpassingen



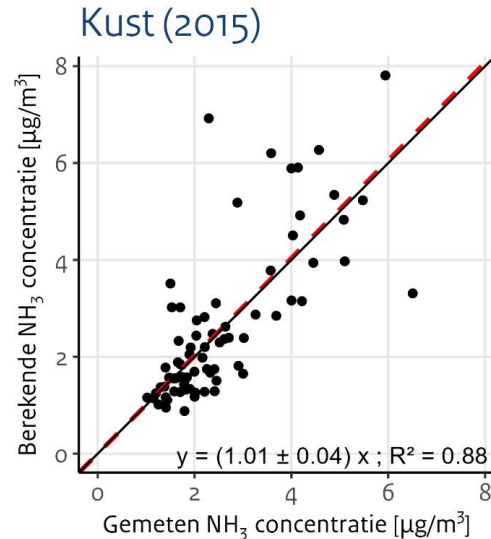


## 7. Cumulatieve effecten – na kalibratie

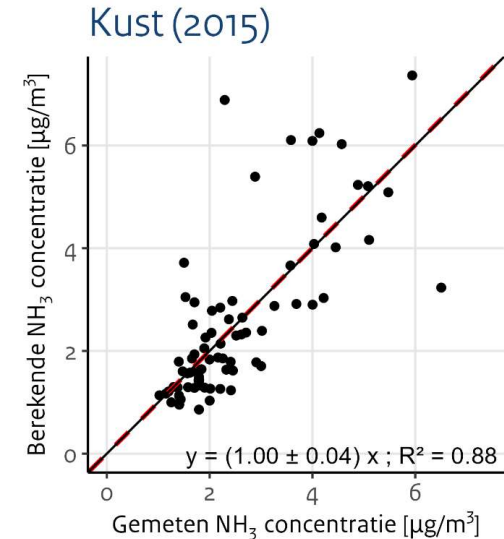
Met zee-emissies



Zonder zee-emissie



Met alle aanpassingen



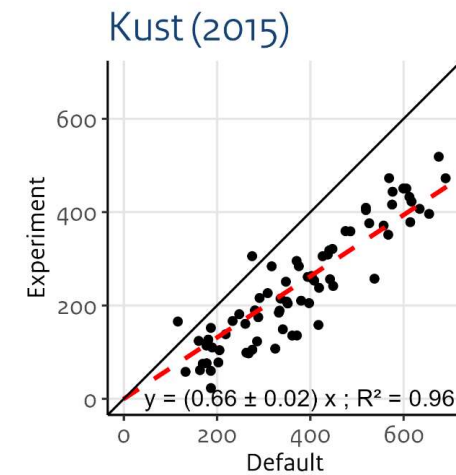
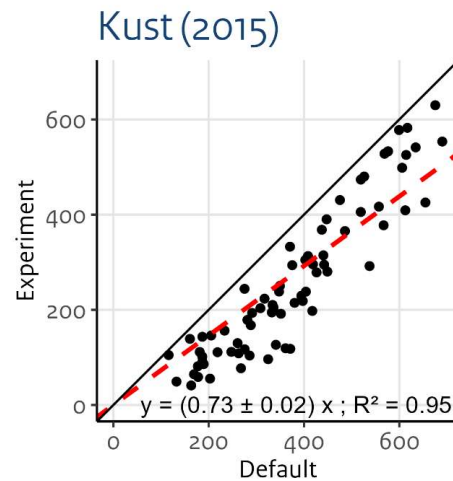


## 7. Cumulatieve effecten – droge depositie

Met zee-emissies

Zonder zee-emissie

Met alle aanpassingen



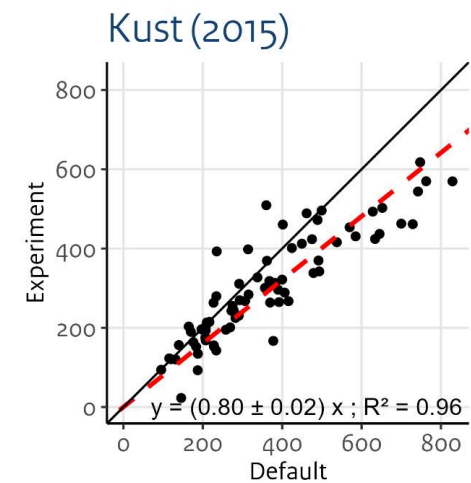
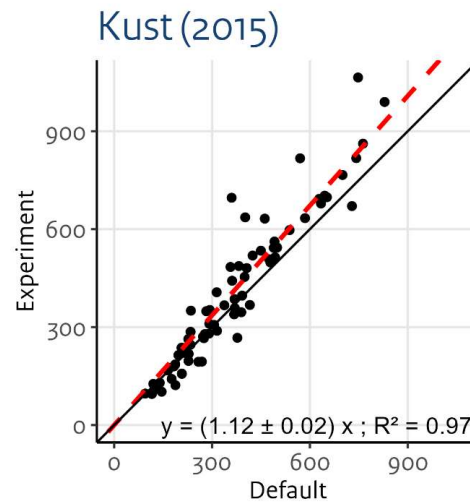


## 7. Cumulatieve effecten – na kalibratie

Met zee-emissies

Zonder zee-emissie

Met alle aanpassingen





## 8. Samenvatting

- > Ruimtelijke kalibratie achtergrondkaart, realistische zee-emissies en meteo fix worden doorgevoerd in GCN2025/M25, maar verklaren niet het gehele verschil tussen modelberekeningen en metingen
- > De ruimtelijke kalibratie (meetcorrectie) moet dit verschil corrigeren
- > Doordat het verschil groter wordt (t.o.v. het wel meenemen van de te hoge zee-emissies) is mogelijk aanpassing van ruimtelijke kalibratiemethode nodig



## 9. Proces

- › Begin 2024 Kennisupdate (korte rapportage over deze presentatie)
- › Voor de zomer 2024 Eindrapport
- › Implementatie resultaten huidige onderzoek in GCN2025/M25 (voor zomer 2024)



# Vragen

# Gebundelde vragen

---

<b>Van</b>	Het Interprovinciale Programma Stikstof en Natuur (IPSN)
<b>Met input van</b>	Leden van de IPSN-werkgroep monitoring en data N2000 stikstof, Coördinatoren Overleg Gebiedsprogramma's (COG) en IPSN-adviseurs.
<b>Aan</b>	Het RIVM
<b>C.c.</b>	Team Nationaal Kennisprogramma Stikstof (NKS)
<b>Datum</b>	6 juni 2024
<b>Onderwerp</b>	Gebundelde vragen technische briefing ammoniak van zee d.d. 1 juni 2023

---

## Inleiding

Het RIVM licht op 1 juni de tussenrapportage *stand van zaken 'Ammoniak van Zee'* toe aan de provincies gedurende een technische briefing. Provincies zijn in de gelegenheid gesteld om vooraf gaand aan deze bijeenkomst technisch inhoudelijke vragen in te sturen. Deze vragen zijn door het IPSN gebundeld en worden middels dit stuk doorgeleverd aan het RIVM.

Het RIVM kan deze vragen gebruiken (1) ter voorbereiding van een algemene toelichting in de technische briefing, (2) als basis voor een Q&A welke achteraf gedeeld kan worden met de provincies en landelijk informatiepunt. Een dergelijke Q&A voorkomt dat verschillende provincies vragen dubbel insturen en maakt dat het landelijk informatiepunt vragen die op een later moment binnenkomen makkelijker direct kan beantwoorden.

De binnengekomen vragen zijn per thema gesorteerd. Vanwege de relatief korte termijn tussen toegestuurd hebben gekregen van het rapport, tot de mogelijkheid om vragen vooraf in te sturen, is aannemelijk dat dit nog geen uitputtende lijst betreft. Provincies zullen hoogstwaarschijnlijk met meer vragen komen, welke aanvullend doorgezet zullen worden voor zover deze bij het IPSN binnenkomen.

## Vragen over metingen

1. De LML kalibratieset is wel erg afwijkend van de MAN set. Bij het MAN is de concentratie grofweg 2 tot 4 ug/m<sup>3</sup>. Bij de LML kalibratieset is deze 3 tot 18 ug/m<sup>3</sup>, waarbij vijf van de zes meetpunten boven de 6 ug/m<sup>3</sup> zitten. Dat maakt dat de kalibratie op een andere concentratierange gefocust is dan de range waar de conclusies getrokken worden. Daarnaast is er voor de Zilk sprake van een hogere meting met de miniDOAS dan met de gradko buizen na kalibratie. Gegeven die omstandigheden hoe zeker zijn jullie na dit onderzoek van de juistheid van de MAN-metingen aan de kust?

Het klopt dat de onzekerheid bij lage concentratieniveaus groter is doordat er een beperkt aantal metingen bij deze lage concentratieniveaus is. Vergelijking van de geijkte Gradko buisjes met onafhankelijke metingen (o.a. ALPHA samplers) heeft in het verleden echter laten zien, dat ondanks het beperkt aantal metingen bij lage concentraties, de resultaten van de geijkte Gradko buisjes toch zeer vergelijkbaar zijn met de onafhankelijke ALPHA samplers (zie Noordijk et al, 2020; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231020301394>).

Om de onzekerheden in het lage concentratiedomein in de ijking te verkleinen is er inmiddels wel een miniDOAS-meetlocatie bij lage concentraties toegevoegd aan het meetnet (Kollumerwaard) en wordt er nog een extra meetlocatie ingericht in Haamstede.



2. Is het zinvol om de komende tijd op meer plekken met alternatieve meetmethoden (bv miniDOAS) de gradko metingen te controleren?

Dat wordt dus al permanent gedaan op de LML stations.

3. Figuur 7 laat de vergelijking zien tussen de MAN- en LML-concentratie voor en na kalibratie voor de varianten met en zonder filter. Op welke manier wordt deze kalibratie tussen het MAN en LML uitgevoerd? Welke statistische methode wordt daarvoor gebruikt?

De ijkingsprocedure van de Gradko buisjes aan de LML metingen is beschreven in Noordijk et al, 2020 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231020301394>).

4. Zijn vogelkolonies als mogelijke bron al uitgesloten? Deze worden benoemd op pagina 12 van de tussenrapportage, maar komen verder niet terug in de resultaten.

Vogelkolonies kunnen een mogelijke bron van ammoniak zijn maar zeer waarschijnlijk niet het systematische verschil langs de kust als geheel. Er zijn wel schattingen van de uitstoot van ammoniak door vogelkolonies gemaakt. Zowel de ruimtelijke verdeling alsook de grootte van de uitstoot zijn echter zeer onzeker.

#### **Vragen over ontbrekende bronnen**

5. Het toekennen van hoge emissies aan een smalle kuststrook geeft modeluitkomsten die overeenkomen met de gemeten concentraties. Daarbij wordt echter geconcludeerd dat het onwaarschijnlijk is dat er zo veel ammoniak uit het zeewater of droogvallende stukken kust en zandplaten ontstaat. Dat kan, maar daar ontstaat is één ding, je wilt ook weten hoe waarschijnlijk het is dat het daar al 'in de lucht zit'. Een smalle vlakbron langs de kust is rekentechnisch tenslotte niet heel verschillend van alle aanlandse wind een concentratie toekennen. Met andere woorden: AERIUS gaat uit van een achtergrondconcentratie 0. Alle ammoniak is afkomstig van bronnen. Kan het zo zijn dat de concentratie van ammoniak in de atmosfeer nergens volledig 0 is en er altijd een 'achtergrondconcentratie' aanwezig is in de lucht (en dus ook de lucht die vanaf zee komt)?

De achtergrond voor NL wordt voornamelijk bepaald door de bijdrage van de ons omringende landen en vanuit het westen dus voornamelijk van het Verenigd Koninkrijk. Daarnaast kunnen "natuurlijke" bronnen, zoals vervluchtiging van ammoniak uit zeewater bijdragen aan deze achtergrondconcentratie vanaf zee. Dit is ook de reden dat in het vervolgonderzoek nog gekeken wordt naar een realistische inschatting van deze achtergrondconcentratie vanaf zee.

6. Zijn er metingen bekend van ammoniakconcentraties midden op de oceaan en/of in hoge luchtlagen en zijn die inderdaad 0?

Quinn et al (1996; <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02179831>) geeft een overzicht van een aantal meetcampagnes op de Noord Atlantische oceaan. Het overzicht laat zien dat de ammoniakconcentraties zelfs midden op de oceaan niet nul zijn. Dit heeft alles te maken met het chemische evenwicht tussen ammonium in het zeewater en ammoniak in de lucht. Metingen boven de Noordzee die door Asman (1994) worden gerapporteerd laten zien dat de concentraties op de Noordzee variëren van vrijwel 0 tot meer dan 2 ug/m<sup>3</sup>. Metingen op grotere hoogte zijn schaars en zijn in Nederland alleen gerapporteerd door Erisman et al. (1988) en Dammers et al. (2017). Dit betreft metingen binnen de grenslaag (tot 200 meter op de toren van Cabauw) en deze concentraties gaan dus vrijwel nooit helemaal naar nul.

7. In figuur 17 lijkt een concentratie van ongeveer 0,75 ug/m<sup>3</sup> het gat te verklaren. Is dat onwaarschijnlijk veel? En hoe verhoudt figuur 17 zich tot figuur 1 waarbij een gemiddeld verschil van 2 ug/m<sup>3</sup> genoemd wordt? De lijn x - 2 zou in figuur 17 de puntenwolk bijna volledig missen?

Figuur 1 is het gemiddelde verschil in 2019 en dat was in dat jaar groter dan het verschil in 2015 dat in figuur 17 wordt getoond. In het vervolgonderzoek worden dan ook meerdere jaren doorgerekend, omdat het verschil van jaar tot jaar iets verschilt. Dit heeft te maken met de invloed van het weer op de berekende en gemeten ammoniakconcentraties.

8. Als ik het goed begrijp zijn de berekeningen van de zee als bron van ammoniak zo gedaan dat er tegelijkertijd ammoniak deponert op diezelfde zee (dus eigenlijk oplost in het zee-water). Hoe verhoudt de depositie op zee zich tot de benodigde emissie om het gat te verklaren?

Depositie en emissie vindt niet gelijktijdig plaats. Het gaat om de netto uitwisseling. Emissie vindt alleen plaats als de lucht die zich boven het water bevindt, nauwelijks ammoniak bevat. De verhouding tussen de emissie en depositie hangt waarschijnlijk af van de locatie. Dichterbij de kust zal de verhouding emissie/depositie waarschijnlijk hoger zijn, vanwege de hogere ammoniumconcentraties in het zeewater.

9. In hoeverre is de 'salt spray' die tot vrij ver in de duinen een effect kan hebben, opgenomen in OPS en meegenomen in dit onderzoek?

Het is niet aannemelijk dat salt spray leidt tot een hogere ammoniakconcentratie in de duinen, omdat het voornamelijk om zeezout gaat en in veel mindere mate om ammoniakzouten.

10. In hoeverre is het onderzoek nu compleet in de zin dat alle mogelijke verklarende variabelen mee zijn genomen? Welke andere potentiële verklarende variabelen zouden nog onderzocht moeten worden om tot dit complete beeld te komen?

Er zijn veel variabelen in het model die invloed hebben op de concentratie. In het rapport staan de onderwerpen waarvan wij denken waar naar gekeken moet worden. Deze worden uitgewerkt en verder voorgelegd aan collega-instituten. Mogelijke andere verklaringen zouden daarbij naar boven kunnen komen.

11. Hoe tellen de gevonden resultaten wat betreft de metingen én mogelijke ontbrekende bronnen bij elkaar op? In de studie worden deze nu 1 voor 1 behandeld, maar staat nergens een opsomming van de totale variatie die verklaard kan worden door de som van nieuwe inzichten.

Dat was niet het doel van deze inventarisatie in de tussenrapportage. We zijn op zoek naar mogelijke verklaringen voor het verschil tussen gemodelleerde en gemeten ammoniakconcentraties aan de kust. Op dit moment is het nog niet duidelijk of er één duidelijke oorzaak is voor het verschil of dat er meerdere oorzaken zijn voor het verschil. Wel zullen wij als het onderzoek is afgerond een overzicht van mogelijke oorzaken geven en aanpassingen in berekeningen doorvoeren als dat mogelijk is. Dan is dus het uiteindelijke effect van aanpassingen op de berekeningen duidelijk.

12. Kan het RIVM een analyse geven van de kracht van de gevonden, mogelijk verklarende factoren, met de afhankelijke variabelen (variantie) links en de verklarende factoren rechts in de vergelijking, zodat we op basis van deze schatting kunnen zien hoeveel een factor bijdraagt aan de variantie?

Zie voorgaande antwoord. Dit kan pas op het moment dat we met meer zekerheid weten welke factoren een rol spelen.

## Vragen over modelberekening

13. Thermiek in de duinen ontstaat doordat de duinen uit een grote hoeveelheid zand bestaan. Dit zand slaat zonnewarmte op en staat dit af aan de lucht via uitstraling en opstijgende lucht in de zomer. Het zand vormt een warmtebuffer die ook zorgt voor extra verdamping van opgeslagen grondwater en regenwater. In hoeverre kan thermiek in het duingebied bijdragen aan de "ammoniak van zee"?

De (zonne)straling die binnenkomt wordt verdeeld over drie processen: voelbare warmtestroom (thermiek), latente warmtestroom (verdamping) en bodem warmtestroom (warmte opslag in de bodem). De verdamping langs de kust is iets hoger dan in het binnenland, maar het verschil is maximaal ca. 10% en verklaart waarschijnlijk niet het verschil tussen de berekende en gemeten ammoniakconcentraties.

14. In hoeverre kan onderzoek naar de bijdrage van thermiek in het duingebied meegenomen worden in het vervolgonderzoek?

Zie 13.

15. Is het zo dat meteo enkel temperatuur, windrichting en windsnelheid per regio bevatten? Wind en temperatuur in Almere zijn dus hetzelfde als in Nijmegen en als in Tilburg? En als het wel gedetailleerder is (wat ik eigenlijk verwacht) hoe moet ik 'meteo van een aanliggende regio gebruikt' dan interpreteren?

In de rapportage van het vervolgonderzoek zal hier aandacht aan besteed worden. In principe worden de trajectoriën in heel Nederland op dezelfde manier berekend. Dit betekent dat het transport overal op dezelfde manier plaatsvindt. De depositie wordt wel op basis van lokale meteo berekend. Hiervoor worden de meteoregio's gebruikt.

16. Gegeven dat de modellen met name een onderschatting van de concentratie laten zien bij een westelijke windrichting: in hoeverre is het dan fair om de 'meetcorrectie' te verdelen over alle (binnenlandse) sectorgroepen? In hoeverre geeft dit aanleiding om de gecorrigeerde hoeveelheid depositie meer te zoeken in buitenlandse bronnen (Frankrijk, VK...)?

De meetcorrectie staat los van de bijdrages van de verschillende sectorgroepen. De sectorbijdrages (in %) zijn namelijk exclusief de meetcorrectie. Je zou ook naar de absolute bijdrages van de sectoren kunnen kijken. Die zijn voor en na de meetcorrectie exact hetzelfde en worden dus niet met een factor of bijtelling 'gecorrigeerd'.

## Vragen over het vervolg

17. In hoeverre kan het wél realistisch door ammoniak uit zee verklaarde deel van de meetcorrectie als losse categorie worden meegenomen in AERIUS? Het gaat maar om een kleine bron, maar het geeft meer inzicht dan alleen de verzamelcategorie 'meetcorrectie'.

Dit zal zeer waarschijnlijk nog maar een heel klein deel zijn. We zijn de bijdrage (op basis van de gegevens van RWS en Deltares) aan het inbouwen in OPS en zullen zeker overwegen om deze 'categorie' apart weer te geven, mocht deze substantieel bijdragen aan de depositie in de duinen.

18. Gegeven dat het OPS model kennelijk onvoldoende in staat is om de concentratie en depositie in de kuststreek juist te bepalen. En gegeven dat dit betekent dat in AERIUS voorlopig daarom extra zwaar wordt geleund op de metingen en meetcorrectie. In hoeverre voldoet

het aantal meetpunten in de kustregio hiervoor en is het nodig om dit aantal metingen met spoed uit te breiden?

Het aantal metingen langs de kust is al aanzienlijk en de verdeling van de meetpunten is dusdanig dat de hele kust inclusief de Waddeneilanden goed in beeld zijn. We zien niet direct aanleiding om nog meer metingen in de kuststrook toe te voegen.

19. Welke concrete vervolgstappen worden er nu gezet?

Het vervolgonderzoek richt zich op;

- het verkrijgen van een realistische inschatting van de bijdrage van ammoniak uit zeewater door het inbouwen van de gegevens van Deltares en RWS in het OPS-model;
- de lokale invloeden van landgebruik en meteorologie op de concentratie en depositie ter plekke van de meetpunten;

Het onderzoek zal voorgelegd worden aan onderzoekers van collega-instituten (zoals deze uit het NKS-consortium (KNMI, WUR, TNO, CML) en Deltares, NIOZ) zodat zij commentaar en aanvullingen op het onderzoek kunnen geven en mogelijk nog suggesties voor verklaringen van de verschillen.

20. Waar en hoe worden de provincies betrokken bij de afstemming over het vervolgonderzoek (scope, onderzoeksmethodes, deadlines, etc.)?

RIVM zal op 7 september d.m.v. een nieuwe technische briefing de provincies op de hoogte houden van de vorderingen van het onderzoek. Dit wordt door LNV/BIJ12 georganiseerd.



# Meetcorrectie: toelichting voor de grensprovincies

5 maart 2024



# Meetcorrectie: introductie en samenvatting

- > De 'meetcorrectie' is het verschil tussen gemodelleerde en gemeten waarde op een locatie. De gemeten waarde wordt als waar aangenomen.
- > Langs de kust en de grens met België meten we meer dan dat we modelleren
- > In Overijssel en Gelderland, nabij de Duitse grens meten we minder dan dat we modelleren
- > Dit proberen we met onderzoek

te verbeteren en daarin jaarlijks de meetcorrectie te verminderen

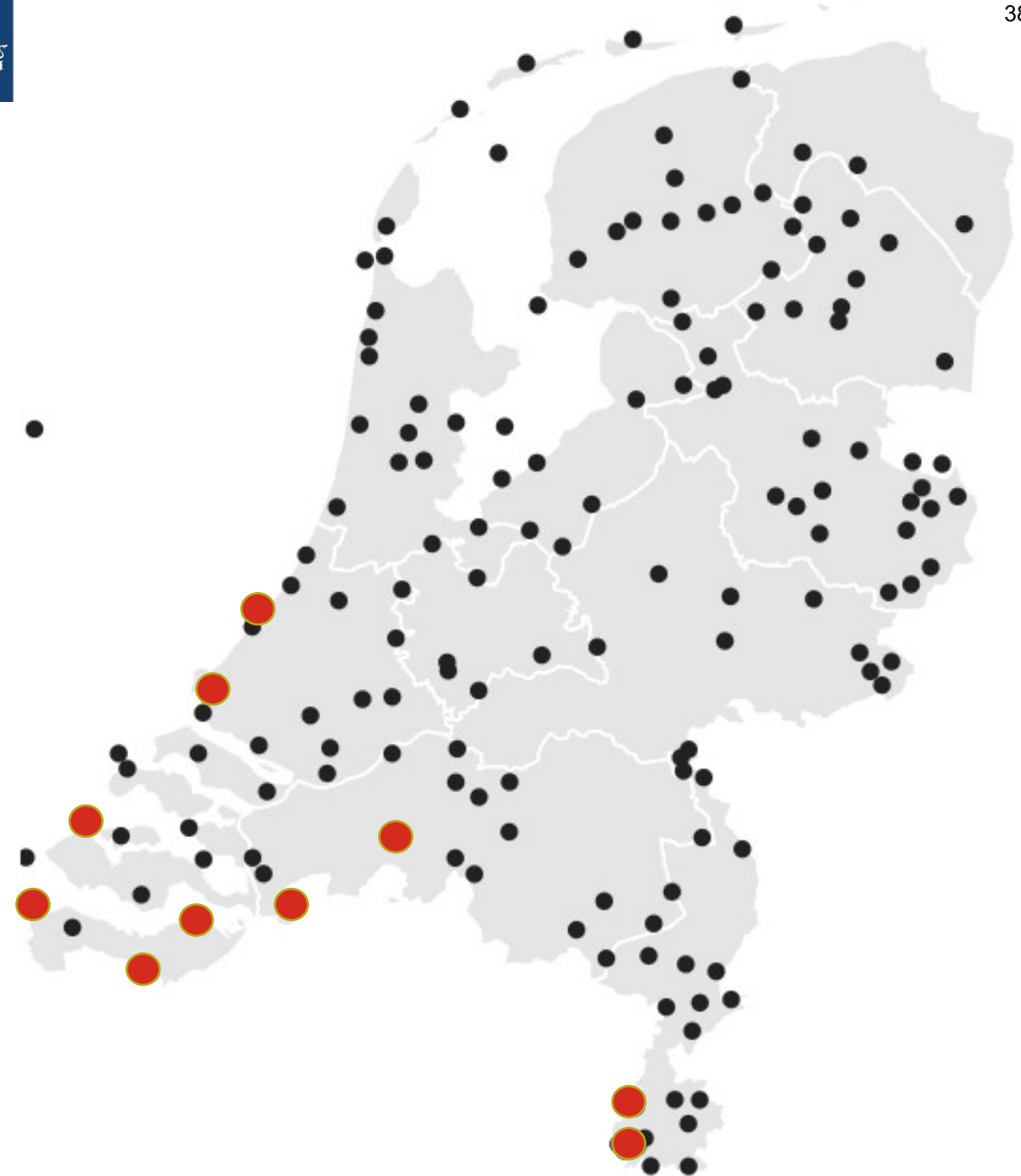
## **Bijzonderheid M23 t.o.v. M22**

- > De gemiddelde meetcorrectie is met ruim 90 mol toegenomen (van -28 mol in M22 naar +63 mol in M23)
- > *Verskil vooral veroorzaakt door het verschuiven van de kalibratieperiode van 2014-2018 naar 2017-2021.*



## Top10 met in M23 een positieve meetcorrectie (2030)

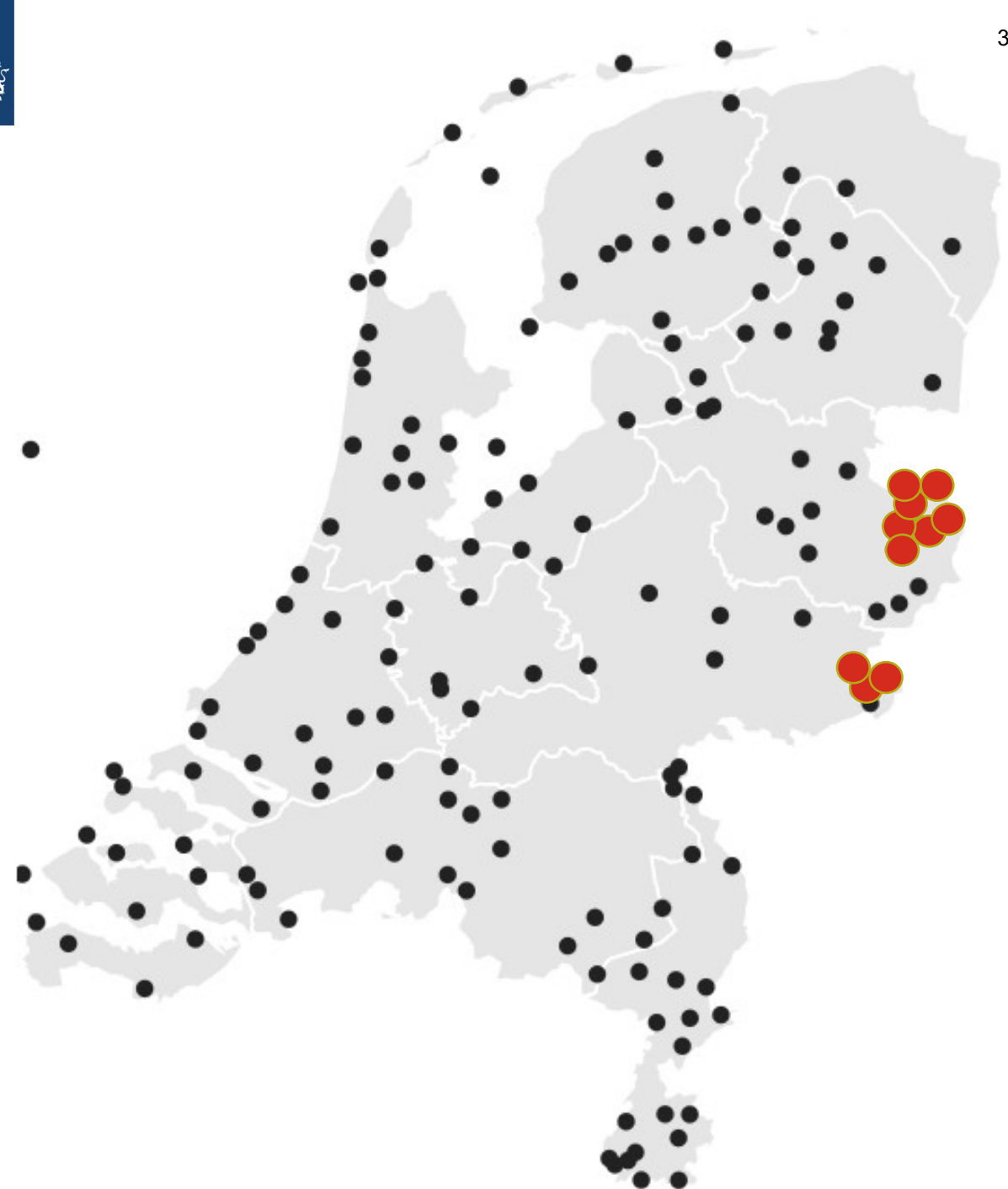
1.	Brabantse Wal	779 Mol ha/j
2.	Voornes Duin	474
3.	Ulvenhoutse Bos	460
4.	Bunder- en Elslooërbos	448
5.	Savelsbos	436
6.	Manteling van Walcheren	430
7.	Westduinpark & Wapendal	409
8.	Canisvliet	399
9.	Vogelkreek	393
10.	Zwin & Kievittepolder	392





## Top10 met in M23 een negatieve meetcorrectie (2030)

1.	Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek	-262
2.	Landgoederen Oldenzaal	-252
3.	Bekendelle	-234
4.	Dinkelland	-229
5.	Lemselermaten	-214
6.	Willinks Weust	-200
7.	Korenburgerveen	-181
8.	Lonnekermeer	-176
9.	Bergvennen & Brecklenkampse Veld	-168
10.	Springendal & Dal van de Mosbeek	-158

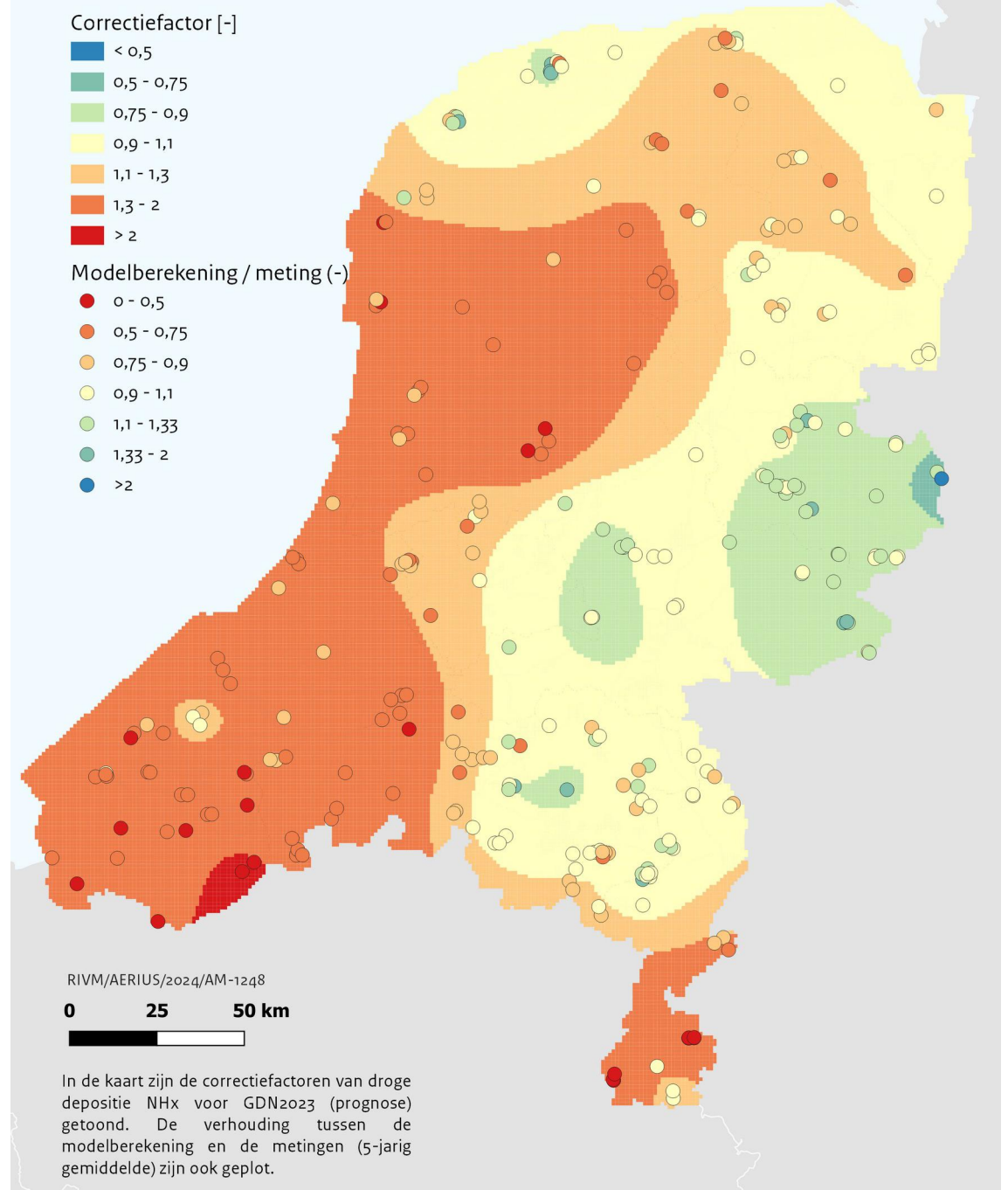






# Droge depositie van NH<sub>3</sub>

- > Dit is onzekerste component in de meetcorrectie, die daarnaast bestaat uit:
  - NH<sub>3</sub> van zee
  - Kalibratie NHx dry deposition
  - Kalibratie NHx wet deposition
  - Kalibratie NOy wet deposition
- > Al jaren geeft deze ruimtelijke correctie ongeveer het hiernaast getoonde beeld
- > Misschien een oost-west gradiënt is, maar niet zozeer een zuid-noord gradiënt.



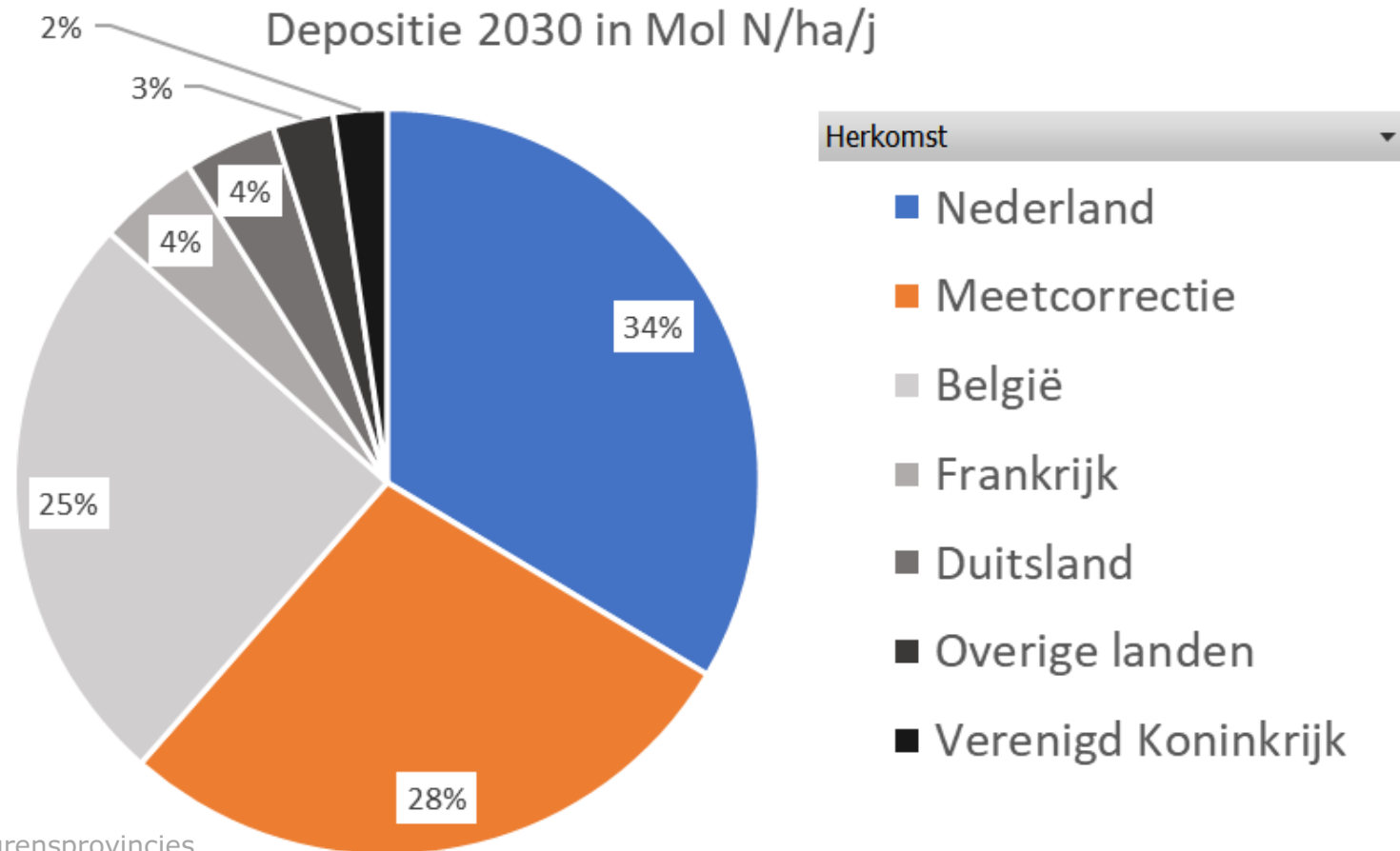
## Gemiddelde depositie vanuit Nederland (M23, 2021)

- > Het handelingsperspectief vanuit het NL beleid is juist in het zuidwesten al relatief laag.
- > Op de volgende slide de Brabantse Wal als extreem bijvoorbeeld





# Brabantse Wal: 66% niet beïnvloedbaar





Jaarlijks verschil tussen meting en berekening neemt af

Bezig met afpellen van de trend in het verschil

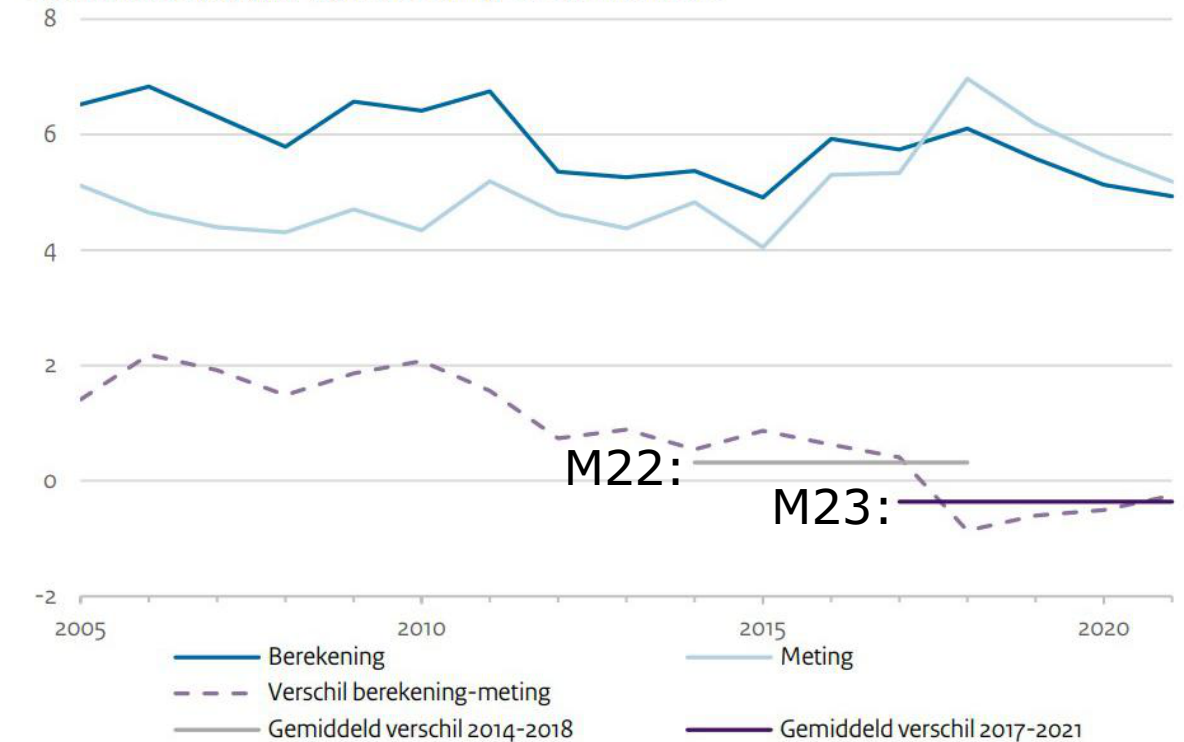
> Meteo, chemie, emissies, ...?

M22 → M23 andere ijkperiode

- Nu voor het eerst gemiddeld door de x-as
- M22 (2020) gemiddeld -28 Mol
- M23 (2020) gemiddeld +63 Mol

### Vershil metingen en berekeningen ammoniak

Concentratie (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gemiddeld op alle meetlocaties

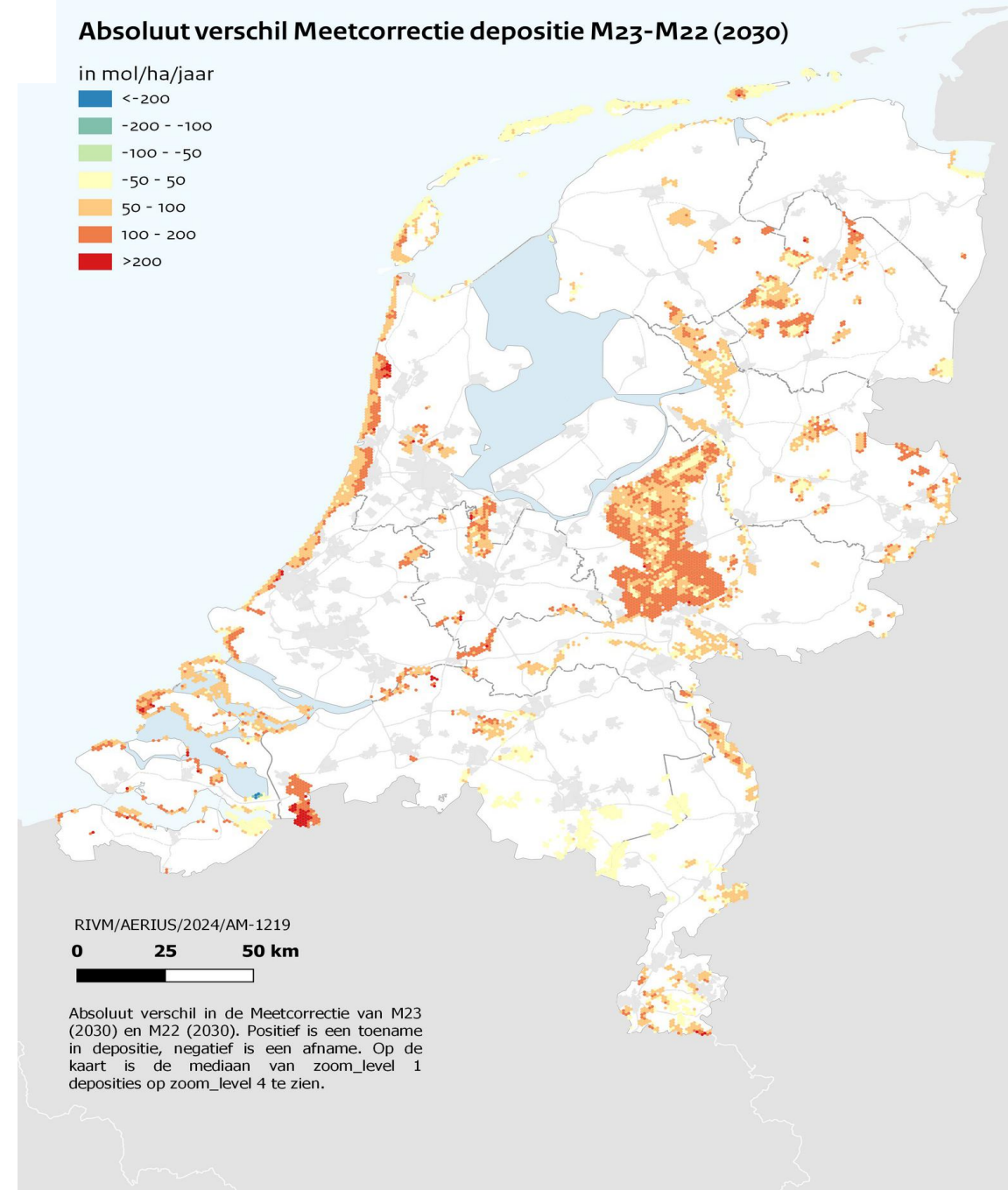
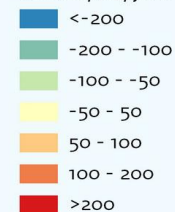


# Absolute verandering M23-M22 in depositie

- › De Brabantse Wal valt op, waarschijnlijk doordat de absolute depositie hier hoog is (veel bos hogere ruwheid, meer depositie).
- › Daar heeft de meetcorrectie (een vermenigvuldigingsfactor) meer invloed.
- › De meetcorrectie in de zuidelijke provincies neemt niet onevenredig toe ten opzichte van de rest van het land.
- › Opvallend: in het zuiden en uiterste noorden veel plekken met nauwelijks verschil (-50 tot +50 mol/ha/jaar), misschien door compenserende effecten in de natte depositie?
- › Dit is de volledige meetcorrectie zoals in Monitor getoond

## Absoluut verschil Meetcorrectie depositie M23-M22 (2030)

in mol/ha/jaar



RIVM/AERIUS/2024/AM-1219

0 25 50 km

Absoluut verschil in de Meetcorrectie van M23 (2030) en M22 (2030). Positief is een toename in depositie, negatief is een afname. Op de kaart is de mediaan van zoom\_level 1 deposities op zoom\_level 4 te zien.



# Lopend onderzoek (brief Ammoniak van zee)

1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens van Rijkswaterstaat en Deltares
2. *Onderzoek naar de oorzaak van 'niet-representatieve' meteorologie in het OPS-model in Zeeland*
3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (naar aanleiding van een publicatie over droge depositiemetingen in Solleveld)
4. Onderzoek naar effect van ruimtelijk gekalibreerde concentratie in plaats van een niet-ruimtelijk gekalibreerde concentratie in de achtergrondconcentratiekaart. Dit is de kaart die gebruikt wordt om de compensatiepunten in het model te bepalen.
5. Verkenning van de mogelijkheden om natuurlijke emissies mee te nemen in de modellering.



# Onvolkomendheden in het model

- Zowel de modellen die door het RIVM gebruikt worden (OPS en EMEP), als het model van TNO (LOTOS-EUROS) geven een vergelijkbaar ruimtelijk beeld voor Nederland.
- RIVM zal de ruimtelijke kalibratiemethode nog nader onder de loep nemen.
- Sommige onderzoeken naar de verschillende mogelijke oorzaken van het verschil tussen de gemeten en gemodelleerde ammoniakconcentraties zullen in het komende jaar moeten leiden tot modelverbeteringen in AERIUS in (het najaar van) 2025.
- Een uitgebreide eindrapportage van de onderzoeken met detailanalyses zal in de loop van 2024 worden gepubliceerd.



# Verdere gedachten

1. Hoge meetcorrectie bij de grens
  - a. Extrapoleren van de meetwaarden in plaats van interpoleren
  - b. Iets met emissiedichtheid bij overgang Rijksdriehoek-grid naar Long/Latt
2. Lage concentraties langs de kust waardoor de meting relatief onnauwkeurig is
3. Wat is de overeenkomst tussen de gebieden: allen bosrijk met een hoge droge depositie-snelheid?





provincie  
Zuid-Holland

# Actualisatie Aerius (monitor)

Sectortafel 17-02-2023

Door: art 5.1.2.e



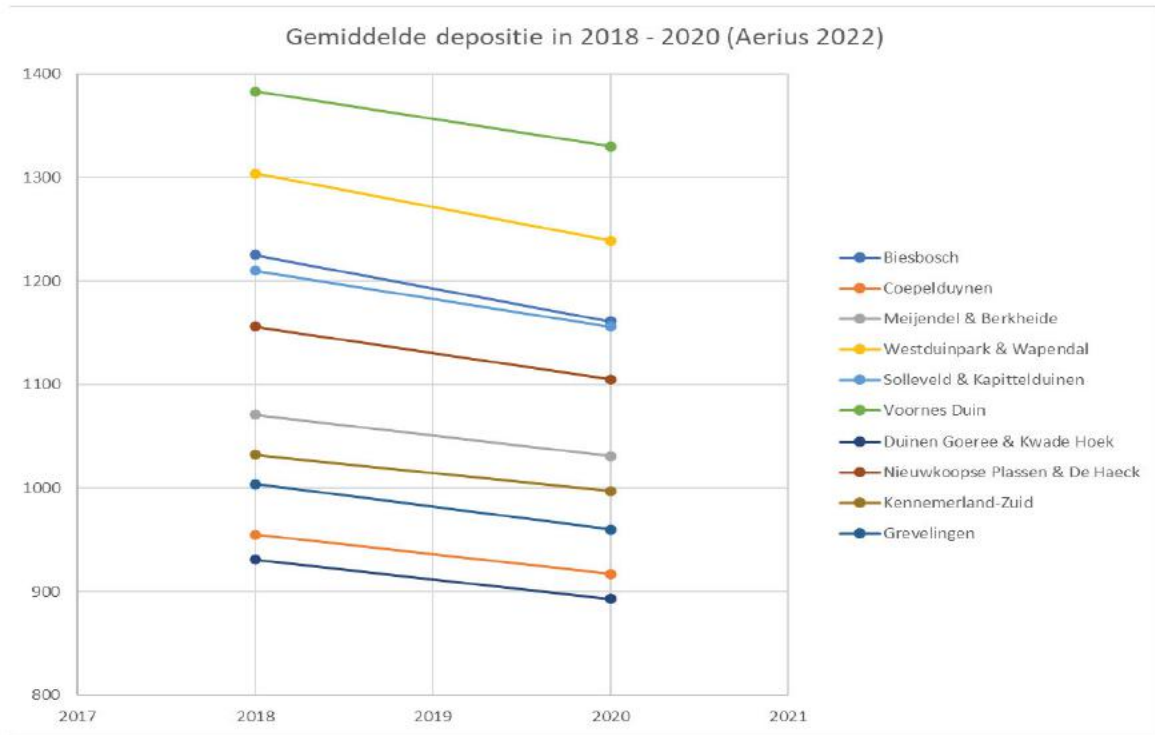
## Wat is er veranderd in Aerius 2022?

- Nieuwe achtergrondkaarten Buitenland (Duitsland).
- Nieuwe kaart bebouwde omgeving NL (laatste actualisatie was 2015).
- Nieuwe luchtstromingsmodellen.

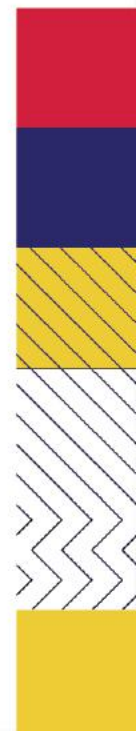
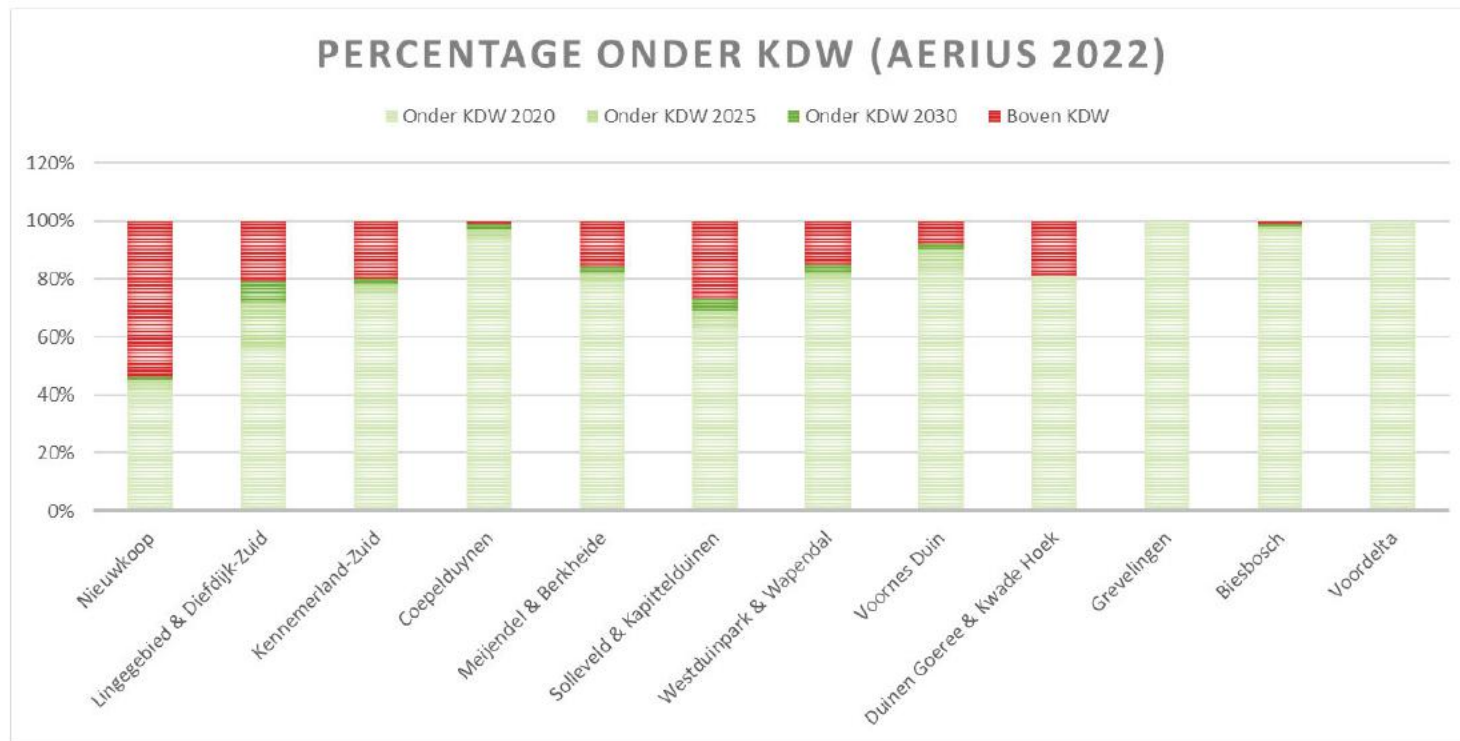


# Gemiddelde depositie 2018 en 2020 (monitor 2022)

- Afname van depositie op alle relevante N2000-gebieden in Zuid-Holland.

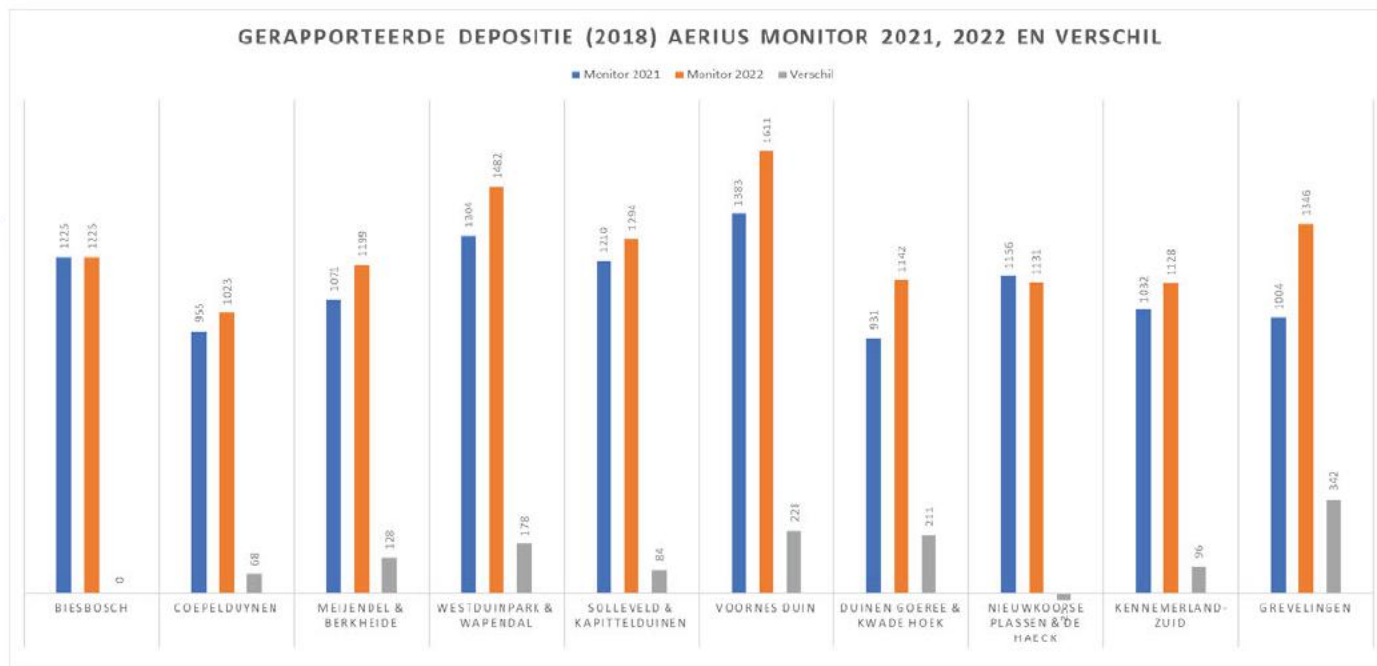


# Doelbereik KDW



# Depositie 2018 in monitor 2022 en 2021

- Over het algemeen is de depositie (exc. meetcorrectie) voor 2018 omhoog bijgesteld. Voor Nieuwkoop is deze echter iets afgenomen.



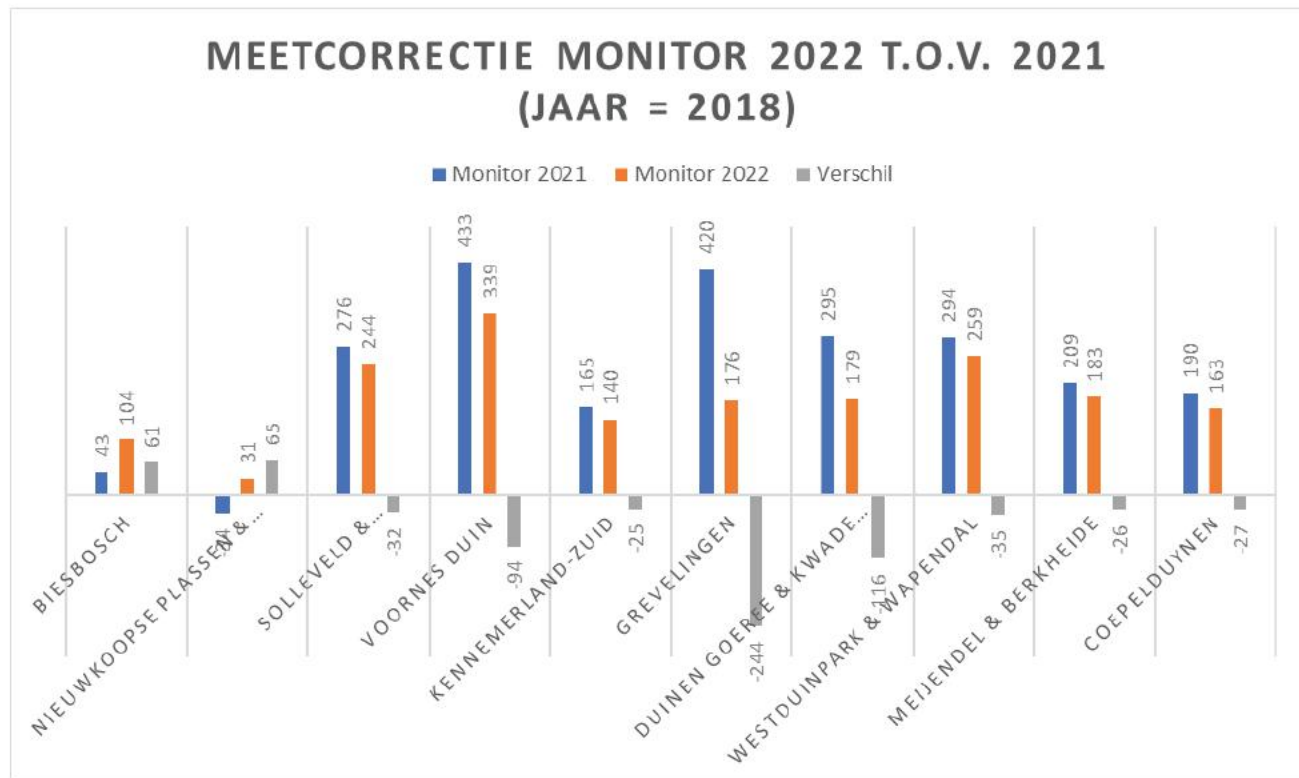
# Meetcorrectie monitor 2022 t.o.v. monitor 2021

De meetcorrectie is in bijna alle gebieden afgenomen.

Gemiddeld is de meetcorrectie 47,3 mol/ha/jr lager.

Gemiddelde meetcorrectie 2020: 160 mol/ha/jr.

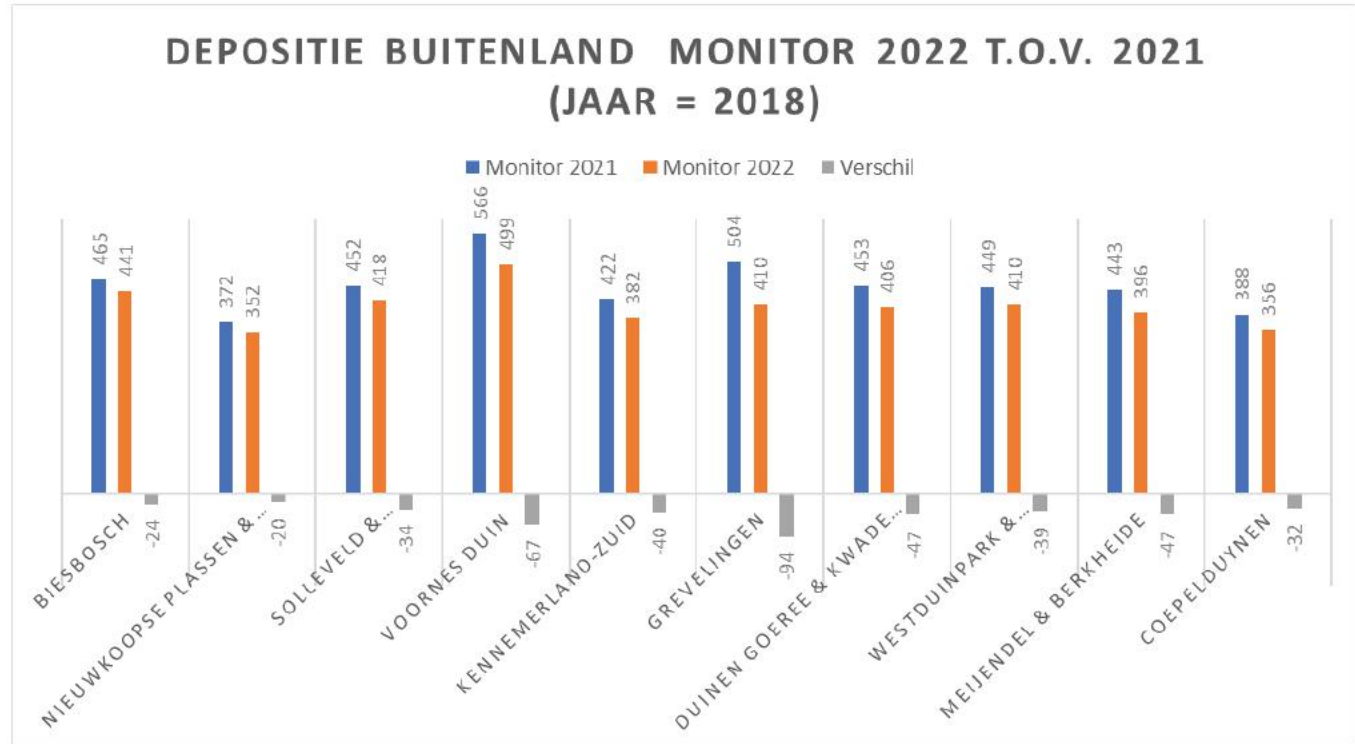
provincie Zuid-Holland



# Depositie Buitenland monitor 2022 t.o.v. 2021

De berekende  
depositie vanuit het  
buitenland voor  
2018 is afgenomen.  
Gemiddeld is deze  
44,4 mol/ha/jr  
omlaag bijgesteld.

provincie Zuid-Holland



# Wat valt er op?

- Binnenlandse depositie omhoog bijgesteld.
- Meetcorrectie en buitenland depositie omlaag bijgesteld.
- Voorzichtige daling te zien tussen 2018 en 2020.
- Hoger percentage areaal onder KDW (nu en prognose 2025 en 2030) dan in Aerius 2021.





# Wat betekenen de jaarlijkse actualisaties?

- Reductiedoelen zijn er niet alleen voor KDW-doelbereik. Doelen veranderen daarom niet door actualisatie Aerius.
- Globale beeld blijft in stand, ondanks veranderingen door actualisatie van de modellen / kaartlagen.
- Focus op de lange termijn oplossingen, dus niet blind staren op de jaarlijkse updates.



Rekenmodel ammoniak en stikstof blijkt niet te kloppen

# RIVM worstelt met kustmeting

Van onze verslaggever

**Den Haag** ■ Het rekenmodel dat het RIVM en het landbouwministerie gebruiken voor stikstofberekeningen blijkt voor de gehele kuststrook te rammelen. In interne stukken van het RIVM staat dat 'emissies die we hiervoor gebruiken waarschijnlijk veel te hoog zijn en de twijfels dus waarschijnlijk terecht zijn'.

Dat sluit aan bij bevindingen van emeritus-hoogleraar mariene ecologie Han Lindeboom. „Door die foutieve modelleringen zijn diverse projecten als gevolg van een gebrek aan 'stikstofruimte' onnodig niet doorgedaan of gestopt.”

Langs de kust meet het RIVM veel meer ammoniak dan volgens de eigen rekenmethode zou moeten voorkomen. Ammoniak is een verbinding van stikstof en waterstof, die schadelijk is voor de natuur. Het wordt onder andere gebruikt voor het maken van kunstmest, schoonmaakmiddelen en koelmiddel voor grote koelinstallaties.

Toen stikstofminister Christianne van der Wal vorig jaar haar beruchte 'stikstofkaartje' presenteer-

de, waarin duidelijk werd waar de meeste stikstofproblemen zitten, kleurde – naast de bekende hotspots in het zuiden en oosten van het land – de Nederlandse kustzone rood. Er zou 'ammoniak uit zee' komen, was de verklaring die het RIVM gaf.

Kletsboek, oordeelt professor Han Lindeboom, jarenlang verbonden aan de Wageningen Universiteit. „Er komt geen ammoniak uit de Noordzee”, is hij stellig. Maar waar komt het dan vandaan?

Nog steeds meten onderzoekers namelijk veel meer ammoniak dan volgens het eigen model mogelijk zou moeten zijn. Het zorgt voor hoofdbrekens.

Uit een deze week uitgebracht on-

derzoek blijkt dat metingen kloppen en er ook geen andere ammoniakbronnen zijn die het verschil verklaren. „Vermoed wordt dat lokale omstandigheden, zoals het weer aan de kust of het grillige landschap, de verschillen tussen metingen en het model verklaren”, is nu de uitleg die stikstofminister Van der Wal geeft.

Intussen is het voor kustprovincies volstrekt onduidelijk waar zij beleid op moeten maken. Het RIVM kondigt meer onderzoek aan om het 'duinengat' te verklaren.

De Noord-Hollandse provinciebestuurder Esther Rommel trekt met alle kustprovincies op en wil dat naast het RIVM ook andere onderzoeksinstituten aanhaken bij het vervolgonderzoek. „Wij kunnen niet leven met enerzijds het opleveren van een gebiedsplan (waarin de opgaven voor stikstofbeleid staan, red.), maar anderzijds tegelijkertijd moeten wachten op uitkomsten van nieuw onderzoek over de meetcorrectie”, zegt ze. Zolang er geen uitkomsten zijn, voelt Noord-Holland 'zich niet verantwoordelijk voor het terugbrengen van deze stikstofbron'.

→ Voorop 5: 'Model aansluiten bij werkelijkheid'



Er komt geen ammoniak uit de Noordzee

Emeritus hoogleraar Han Lindeboom

Van: [art.5.1-2e]  
 Verzonden: 2023-05-24 08:11:23+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] fryslan.frl  
 CC: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 Onderwerp: Ammoniak aan Zee  
 "

Beste [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] en [art.5.1-2e]

Het RIVM onderzoekt, in opdracht van LNV, al langere tijd de oorzaken van de verschillen tussen gemeten en gemodelleerde deposities langs de kust. Over dit onderzoek is afgelopen maand een nieuwe tussenrapportage beschikbaar gekomen. LNV heeft besloten deze tussenrapportage (onder embargo) met ons te delen, zie hiervoor bijgevoegd document. Afgelopen maandag heb ik dit rapport besproken met

[art.5.1-2e] en [art.5.1-2e] (de portefeuillehouders AERIUS uit de AC). Zij hebben mij gevraagd jullie nu al vast op de hoogte te stellen van het rapport, vooruitlopend op bespreking in AC en BC.

Het betreft een rapport wat nog door de minister met de Tweede Kamer gedeeld moet worden, waardoor er het expliciete verzoek is om dit rapport niet te verder te verspreiden.

Deze rapportage wordt op dit moment ook beschikbaar gesteld aan de leden van de IPSN-Werkgroep monitoring en data stikstof, de kernteamleden van het Coördinatoren Overleg Gebiedsprogramma's (COG) en enkele IPSN AERIUS-adviseurs. Dat is ter voorbereiding op een technische briefing.

#### Technische briefing

Op 1 juli organiseren LNV en het RIVM een technische briefing voor provincies. Een uitnodiging volgt via LNV. Het doel van deze briefing is om de onderzoeksresultaten toe te lichten en technisch inhoudelijke vragen te beantwoorden. Om optimaal gebruik te maken van de technische briefing, verzamelen we vooraf de vragen van de provincies. Mocht je naar aanleiding van het rapport technisch inhoudelijke vragen hebben, kunnen deze voor 26 mei (14:00) gedeeld worden met het IPSN ([art.5.1-2e] [art.5.1-2e] bij12.nl <mailto:[art.5.1-2e] [art.5.1-2e] bij12.nl> ). Wij zullen deze vragen bundelen en delen met het RIVM.

#### Bestuurlijke afstemming

De uitkomst van de technische briefing zal betrokken worden in de bespreking van het rapport in de AC vergadering van 15 juni a.s. en vervolgens in de BC vergadering van 6 juli a.s.

#### Persoonlijke eerste duiding

Kort samengevat is volgens het RIVM een meetcorrectie in de kuststreek nodig omdat de modellen een lagere depositie berekenen dan gemeten door de complexe weersituatie en aard van het kustlandschap. Ik vind dit erg lastig omdat er geen handelingsperspectief geboden wordt aan provincies in hun gebiedsplannen. Daarnaast draagt dit niet bij aan vertrouwen en draagvlak in de uitkomsten van AERIUS.

Met vriendelijke groet,

art.5.1-2e

Adviseur AERIUS

Leidseveer 2, 3511 SB Utrecht | [www.bij12.nl](http://www.bij12.nl)  
 <<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.bij12.nl%2F&data=05%7C01%7C%7C85256ad5088d402c151908db5c1db6d5%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638205056755944775%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=5q9Zpnp5HFUnVmahue3dn5CgBh1mI1yA%2BBbbzD0xgY%3D&reserved=0>>  
 M | E [art.5.1-2e@bij12.nl](mailto:art.5.1-2e@bij12.nl)  
 <<mailto:art.5.1-2e@bij12.nl>>

Volg ons op LinkedIn <<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Flinkedin.com%2Fcompany%2Fbij12&data=05%7C01%7C%7C85256ad5088d402c151908db5c1db6d5%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638205056755944775%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=GxUm3jPtjfxE0pkBu8qUG0Lgz8TEddEjThFa0UJEknk%3D&reserved=0>> en Twitter <<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Ftwitter.com%2FBIJ12nl&data=05%7C01%7C%7C85256ad5088d402c151908db5c1db6d5%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638205056755944775%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=0MtZIs1yKS3IwLyvxQ4GjqyYER2s10RkgbTWM1%2BqgvQ%3D&reserved=0>> .

"

## Grote onjuistheid in stikstofmodel van het RIVM: bouw, boeren en vissers in het kustgebied de dupe.

Er komt geen ammoniak uit de Noordzee zoals het RIVM in haar bronnen van stikstofdepositie had opgenomen. Het weglaten hiervan brengt de depositie in de Natura-2000 gebieden in het Nederlandse kustgebied onder de Kritische Depositie Waarden, dit geeft ruimte aan bouw, landbouw en visserij. ( art.5.1-2e )

In het rapport van art.5.1-2e art.5.1-2e e.a. (2022). “Hoe komen we uit de stikstofimpasse in Nederland” staat in bijlage 2 uitgebreid beschreven dat er een onjuistheid zit in het RIVM-stikstof model. Men heeft als bron ammoniak uit de Noordzee opgenomen, maar er kan geen ammoniak uit de zee komen, die is eerder een put dan een bron. Dit is in 2019 al met het RIVM besproken en die heeft het vervolgens eerst veranderd in ammoniak van zee en later in meetcorrectie. Voor een verdere uitleg wordt verwezen naar art.5.1-2e , art.5.1-2e e.a. (2022).

In een recente notitie van LNV hierover staat:

*“Er wordt vanuit diverse sectoren gebroed op oplossingen om uit de stikstofklem te komen. Zo is recent een advies van de Focusgroep Stikstof van D66 verschenen: Hoe komen we uit de stikstofimpasse in Nederland?<sup>1</sup> Een suggestie die in dit advies wordt gedaan is dat de belasting vanuit zee wordt overschat en dat deze in werkelijkheid lager ligt dan in de modellen is opgenomen. Deze ruimte zou voldoende zijn om de uitstoot van de gehele garnalensector te compenseren. De waarde en impact van dit deel van het advies is nu nog niet in te schatten. Alleen lagere **depositiemetingen** zouden een reden kunnen zijn om uit te gaan van een lagere belasting. Echter, zolang de belasting boven de KDW blijft kan een correctie geen reden zijn om nieuwe bijdragen toe te staan: te hoog is en blijft hoog. Dat geldt voor de meeste plekken, ook na een eventuele correctie van de belasting uit zee, de situatie”.*

Maar men heeft het niet eens nagerekend. Hoewel men al 2,5 jaar weet dat er geen ammoniak uit zee komt houdt men stug vol dat dat voor de deposities niets uitmaakt. Hetzelfde doen de professoren Erisman en de Vries, die ook al sinds 2019 weten dat het niet kan, en toch in hun boekje ‘Stikstof’ uit 2021 op bladzijde 30 19% uit zee laten komen. ‘Vergeten weg te halen’ was het excuus. Maar in de hoorzitting voor de Tweede Kamer heeft ook niemand op deze fout gewezen. De onwelkome boodschap dat RIVM en hoogleraren een foutje hebben gemaakt wordt doodgezwegen. En het wordt nog gekker als het RIVM durft te beweren dat de ammoniak dan wel uit vogelkolonies langs de kust zal komen. Men overschat de fecale vogelproductie grandioos. Voor iemand die gepromoveerd is op de stikstofcyclus in een pinguïnkolonie is daarmee duidelijk dat men niets van de stikstofcyclus begrepen heeft. Dat geldt voor meer aspecten van de stikstofproblematiek ( art.5.1-2e , art.5.1-2e e.e. (2022).

<sup>1</sup> Op verzoek van D66 is de aanduiding van D66 uit het rapport geschrapt en komt de inhoud van het rapport volledig voor rekening van de hoofdauteurs Em prof dr art.5.1-2e en Em prof d art.5.1-2e en de co-auteurs art.5.1-2e art.5.1-2e en art.5.1-2e . Het staat nu iedereen vrij om het rapport of onderdelen daarvan te gebruiken voor beleidsvorming, discussies, publicaties, etc. onder bronvermelding: art.5.1-2e , art.5.1-2e e.a. (2022). **Hoe komen we uit de stikstofimpasse in Nederland?**

**Tevens staat er in een conceptrapport van WING/TNO het volgende, hetgeen ook gebaseerd moet zijn op tekst van het RIVM:**

(In rood en groen staat mijn (art.5.1-2e commentaar er bij)

*In een aantal gesprekken rondom de nieuwe Wnb-vergunning voor de garnalenvisserij is een rapport<sup>[1]</sup> van de Focusgroep Stikstof ter sprake gekomen, Daarin wordt de berekeningswijze van het RIVM ten aanzien van ammoniak uit zee bekritiseerd, Als oplossing voor het zogenaamde "duinengat", een verschil tussen gemeten en berekende concentraties in de Nederlandse kustzone, houd het RIVM sinds 2014 rekening met een ammoniakemissies uit zee, Inmiddels blijkt ook uit eigen onderzoek van het RIVM dat de invloed van deze emissies minder zeker is dan aanvankelijk gedacht, In het lopende onderzoek, worden drie mogelijke oorzaken van het verschil tussen gemeten en berekende concentraties verkend,*

1. *Invloed van zoutafzet: De metingen met Gradko-buisjes kunnen mogelijk beïnvloed worden door afzet van zoutdeeltjes (bijvoorbeeld ammoniumnitraat), Als gevolg van temperatuurschommelingen kunnen deze deeltjes weer 'oplossen', waarbij ammoniak ontstaat, De vrijgekomen ammoniak kan vervolgens door het meetbuisje geregistreerd worden en zal de meting dus hoger uitvallen, In het Natura 2000-gebied Zwanenwater is hier afgelopen jaar al onderzoek naar gedaan en verder onderzoek zal uitwijzen of dit ook in andere (kust)gebieden een rol speelt, In dat geval zou er namelijk sprake zijn van een overschatting van de geijkte stikstofdepositie, art.5.1-2e in dat geval is het weglaten van de meetcorrectie terecht*
2. *Ontbreken lokale ammoniak bronnen: Er bestaat de mogelijkheid dat bijvoorbeeld lokale (water)vogelkolonies zich in de in de buurt van de metingen in het kustgebied bevinden, Dergelijke lokale natuurlijke ammoniak bronnen zijn in de huidige emissieschattingen van de Emissieregistratie nog niet meegenomen, In dat geval zal er geen invloed zijn op de depositieberekeningen, omdat de berekeningen aan de metingen worden geijkt, art.5.1-2e omdat de metingen als representatief gelden voor een veel groter stuk kust dan is bezet door vogelkolonies, rechtvaardigt dit maximaal het toepassen van een zeer klein percentage van de meetcorrectie. Als men suggereert dat de vogels langs de Nederlandse kust meer stikstof bijdragen aan de Nederlandse depositie dan de hele Nederlandse industrie samen, dan overschat men de fecale capaciteiten van meeuwen, sterns en aalscholvers in maar 4 maand per jaar grandioos. Bovendien begrijpt men dan de stikstofcyclus niet.*
3. *Geschiktheid RIVM-model voor kustzone: Het berekenen van de stikstofdepositie langs de kust is afhankelijk van verschillende aspecten die een bron van onzekerheid kunnen zijn, Voorbeelden daarvan zijn de lokale meteorologische omstandigheden langs de kust en het patroon van land/zee overgangen, Het RIVM heeft aangegeven te onderzoeken of dit tot een systematische afwijkingen in de berekende stikstofdepositie zou kunnen leiden in duingebieden, HL: ook dit zou weglaten van de meetcorrectie rechtvaardigen, zeker gezien de relatief lage concentraties langs de kust.*

---

<sup>[1]</sup> De Focusgroep bestaat uit; Prof Dr art.5.1-2e Prof Dr art.5.1-2e Drs art.5.1-2e  
art.5.1-2e art.5.1-2e art.5.1-2e MSc, en Dr art.5.1-2e

*Uit verder onderzoek komend jaar, zal dus moeten blijken of en welke aanpassingen er nodig zijn voor de stikstofmodellering in de Nederlandse kustzone, De impact zal echter niet dermate groot zijn dat dit leidt tot Natura 2000-gebieden die van een stikstofbelasting boven de KDW, naar onder de KDW gaan, waarmee eventueel een stikstofvergunningplicht zou komen te vervallen, Daarmee is het argument van de focusgroep dat er dus stikstofruimte zou ontstaan door een aanpassing van de methodiek niet realistisch en gaat het ook niet de garnalen sector verder helpen in het verkrijgen van een vergunning.*

*Zoals uit onderstaande berekeningen zal blijken is dit voor de Natura-2000 gebieden dicht bij de kust zeker niet waar en ook voor de gebieden verder van de kust moet men meer rekening houden met de andere ammoniakbronnen alvorens conclusies getrokken kunnen worden.*

### **Onderbouwing van bovenstaande conclusies.**

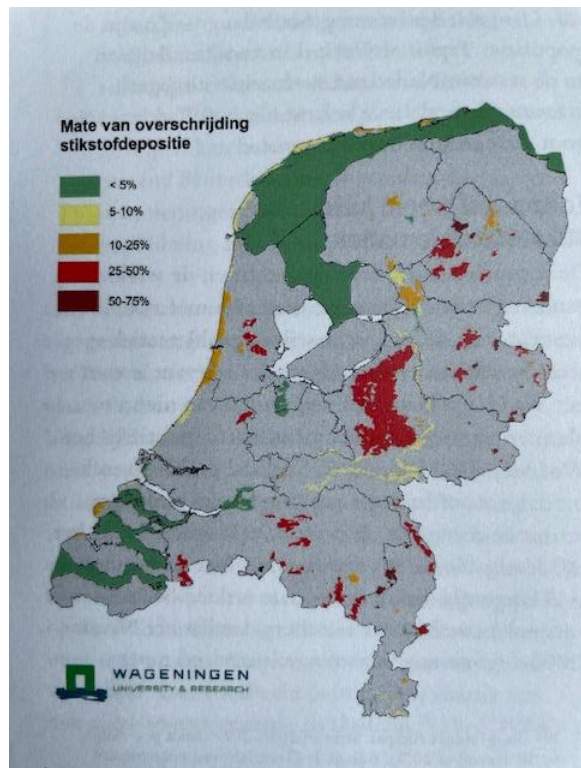
Hoewel het zeker zo is dat goede depositiemetingen veel beter zijn dan modellen om de exacte stikstofbelasting van natuurgebieden vast te leggen zijn deze metingen zeer lastig uit te voeren zeker waar het de droge depositie betreft. Het is terecht om hiervoor modellen te gebruiken. Maar daar zit een flinke spreiding in en ook geldt: bagger in, bagger uit. En als je er niet-bestaande ammoniak aan toevoegt komt er volgens het model ook niet bestaande ammoniak in de natuur. Daar heeft de natuur geen hinder van.

De oplossing is het weglaten van de meetcorrectie in de berekeningen met Aerius.

**Prof. D** art.5.1-2e . Emeritus-hoogleraar Mariene Ecologie Wageningen Universiteit, HAME art.5.1-2e (adviesbureau Mariene Ecologie) art.5.1-2e [wur.nl](http://wur.nl) art.5.1-2e

Op de volgende bladzijden staan onderbouwende gegevens

## Overschrijding van de Kritische Depositie Waarden



In bijgaande kaart staat de mate van KDW-overschrijding van de natuurgebieden in Nederland. We zien dat de Natura-2000 gebieden langs de kust geel of oranje zijn gekleurd wat staat voor een overschrijding van respectievelijk 5-10% en van 10-25%. Oranje gebieden komen voor langs de Nederlandse kust tussen Schoorl en Noordwijk, op Ameland en Schiermonnikoog en op Schouwen-Duiveland en Walcheren. De overige kustgebieden zijn geel. Derhalve is de overschrijding van de KDW's in het kustgebieden overall onder de 25% en langs meer dan de helft van de kust onder de 10%.

Figuur 1: Berekende overschrijding (%) van de gemiddelde depositiewaarde voor stikstof voor de Nederlandse Natura 2000-gebieden, peiljaar 2017. Bron: GCM(RIVM) en INITIATOR, bewerkt door WENR. Bron [art.5.1-2e](#) [art.5.1-2e](#) 'Memo Inzichten Stikstof' Wageningen Environmental Research, 9 oktober 2019.

Nu staat in bovenstaande tekst van LNV: *Echter, zolang de belasting boven de KDW blijft kan een correctie geen reden zijn om nieuwe bijdragen toe te staan: te hoog is en blijft hoog. Dat geldt voor de meeste plekken, ook na een eventuele correctie van de belasting uit zee, de situatie*". Dit blijkt echter niet waar te zijn voor de Natura-2000 gebieden langs de kust.

In de volgende tabel staat: aandeel van ammoniak uit zee (AuZ) aan de stikstofbelasting (Bron: **Strategie Noord-Hollands aanpak stikstofproblematiek 2021-2022**), percentage overschrijding KDW (bron Figuur 1) en overschrijding na weglaten ammoniak uit zee.

Gebied	Aandeel AuZ	% overschrijding	Overschrijding(-AuZ)
Duinen Den Helder- Callantsoog	29%	5-10%	Nee
Duinen en Lage Land Texel	29%	5-10%	Nee
Noord-Hollands Duinreservaat	19%	10-25%	Waarschijnlijk niet*
Schoorlse Duinen	21%	10-25%	Waarschijnlijk niet*
Zwanenwater & Pettemerduinen	24%	5-10%	Nee

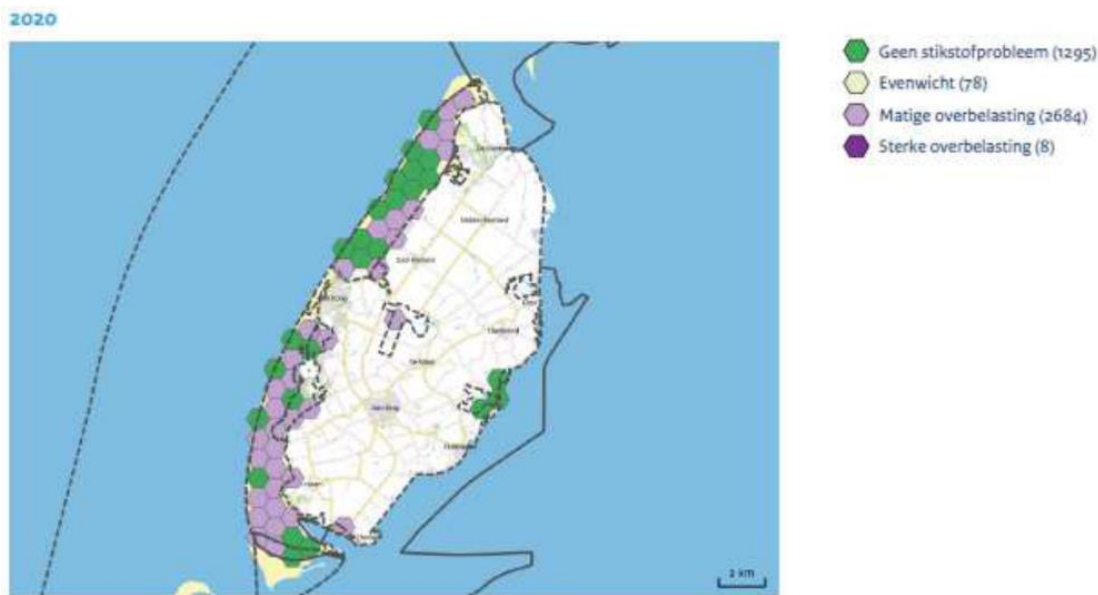
\* Getallen niet nauwkeurig genoeg om definitief vast te stellen

De bijdrage vanuit de garnalenvisserij aan de stikstofbelasting in deze gebieden ligt tussen de 0,03 en 0,10%, afhankelijk van het gebied. Uit de verspreidingskaart van de garnalenvisserij die ik betrouwbaar heb mogen inzien blijkt dat na het weglaten van de meetcorrectie de garnalenvisserij in de Kop van Noord-Holland, bij Texel, Vlieland en Terschelling aan de stikstofnormen voldoet. Dit kan dus geen reden zijn om de garnalenvisvergunningen te weigeren.



Ik <sup>art.5.1-2e</sup> a d deze gegevens voor Noord-Holland en daarmee is bovenstaande te berekenen. Maar uitgaan van een spreiding in percentages en dan maar met de hogere waarden gaan rekenen is geen erg exacte methode, waardoor voor Noord-Hollands Duinreservaat en Schoorlse Duinen geen goed onderbouwde uitspraak te doen is. Hetzelfde geldt overigens ook voor de reservaten verder van de kust waar de bijdrage vanuit de landbouw toeneemt. Als absolute getallen i.p.v. percentages gebruikt kunnen worden wordt dit veel beter. Nog beter is het als RIVM een Aeries berekening zonder meetcorrectie publiceert.

Voor Texel heb ik meer exacte getallen uit het **Document PAS-Gebiedsanalyse voor Texel** <sup>art.5.1-2e</sup> (2017) SBB) ter beschikking.



Figuur 2. Samenvattend overzicht van de stikstofbelasting op Texel in het jaar 2020. Aangegeven wordt de overschrijding in klassen van sterke overbelasting tot geen (Monitor 16L).

Op bovenstaande kaart zien we in hexagonen in de Natura-2000 gebieden aangegeven waar de KDWs worden overschreden. In de Groene hexagonen is geen stikstofprobleem en in de paarse hexagonen is er een matige overbelasting (dit is inclusief niet bestaand ammoniak uit zee). Sterke overbelasting komt op Texel niet voor.

De stikstofdepositie in 2020 ten opzichte van de KDW per tijdvak bedraagt voor Texel 874 mol/ha/j. (Document PAS Gebiedsanalyse voor Texel).

In de volgende tabel staan al deze gebieden als habitatype weergegeven, met hun respectievelijke KDW, stikstofgevoeligheid, oppervlakte, kwaliteit en al dan niet overschrijding van de KDW.

Tabel 1.

### Document PAS-Gebiedsanalyse voor Texel\*

Auteurs: J. Meijer, M. Bilius, ecooloog SBB en G. Vriens.

Tabel 2.1: Overzicht van aangewezen habitattypen op Texel met de stikstofgevoeligheid (op basis van Van Dobben e.a., 2012) en de instandhoudingsdoelstellingen. In de laatste kolom is aangegeven of de KDW wordt overschreden in de referentiesituatie (2014) volgens de MONITOR 16L berekening. Zie daarvoor ook figuur 3.4.

Habitattypen (voor zover relevant voor het eiland Texel)			Texel		Waddenzee		Noordzeekustzone		Over-schrijding KDW?
Habitattypen	KDW (mol N ha/jr)	Stikstofgevoelig	Opp	Kwal	Opp	Kwal	Opp	Kwal	
H1310A	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)	1643	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H1310B	Zilte pionierbegroeiingen (zeevetmuur)	1500	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H1320	Slijkgrasvelden	1643	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H1330A	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)	1571	gevoelig	= =	= >	= =	= =	= =	Nee
H1330B	Schorren en zilte graslanden (binnendijks)	1571	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H2110	Embryonale duinen	1429	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H2120	Witte duinen	1429	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H2130A	*Grijze duinen (kalkrijk)	1071	<b>zeer gevoelig</b>	> >	= =	= =	= =	= =	Nee
H2130B	*Grijze duinen (kalkarm)	714	<b>zeer gevoelig</b>	> >	= >	= >	= >	= >	Ja
H2130C	*Grijze duinen (heischraal)	714	<b>zeer gevoelig</b>	> >	= >	= >	= >	= >	Ja
H2140A	*Duinheiden met kraaihei (vochtig)	1071	<b>zeer gevoelig</b>	= =	(<)	= =	= =	= =	Ja*
H2140B	*Duinheiden met kraaihei (droog)	1071	<b>zeer gevoelig</b>	= =	= =	= =	= =	= =	Ja
H2150	*Duinheiden met struikhei	1071	<b>zeer gevoelig</b>	= =	= =	= =	= =	= =	Ja
H2160	Duindoornstruwelen	2000	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H2170	Kruipwilgstruwelen	2286	gevoelig	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H2180A	Duinbossen (droog) berken-eiken	1071	<b>zeer gevoelig</b>	= =	= >	= =	= =	= =	Ja
H2180B	Duinbossen (vochtig)	2214	gevoelig	= =	= >	= =	= =	= =	Nee
H2180C	Duinbossen (binnenduinrand)	1786	gevoelig	= =	= >	= =	= =	= =	Ja
H2190A	Vochtige duinvalleien (open water oligomesotroof)	1000	<b>zeer gevoelig</b>	> >	= =	= =	= =	= =	Ja
H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	1429	gevoelig	> >	= =	= =	= =	= =	Nee
H2190C	Vochtige duinvalleien (ontkalkt)	1071	<b>zeer gevoelig</b>	> >	= =	= =	= =	= =	Nee
H2190D	Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	> 2400	Minder / niet	= =	= =	= =	= =	= =	Nee
H7210	Galigaanmoerassen	1571	Minder / niet	> >	= =	= =	= =	= =	Nee

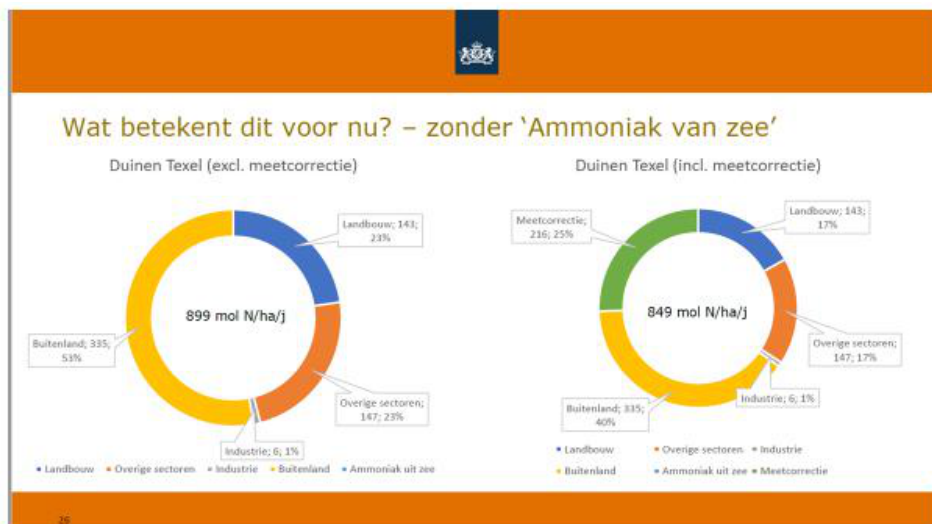
Oppervlak	aandeel overbelast
490 ha	99%
68 ha	98%
<1 ha	0%
739 ha	2%
120 ha	7%
209 ha	92%
29 ha	0%
41 ha	1%

\* Dit habitatype komt niet lokaliseerbaar (minder dan 1,0 ha) voor op Texel (zie ook inleiding) en is verder

Uit Tabel 2.1 uit de PAS-analyse blijkt dat voor twee habitattypen grijze duinen (kalkarm) en grijze duinen (heischraal) de KDW van 714 worden overschreden. Zes andere typen met KDWs van 1071, respectievelijk 1786 en 1000 staan ook als overschrijding. Het vermoeden bestaat dat dit komt door de manier waardoor in het model de droge depositie wordt berekend. Als daarbij wordt uitgegaan van alle stikstofbronnen, inclusief 'Ammoniak uit Zee' wordt de depositie waarschijnlijk nog eens extra overschat.

Uit andere RIVM-gegevens kunnen we de bijdrage van ammoniak uit zee aflezen, zie de volgende figuur.

Uit een RIVM-presentatie (22 april 2021) van de berekeningen, absolute getallen en percentages van de bronnen van de stikstof in de Duinen van Texel.



Figuur 3: Onjuiste getallen in de presentatie van het RIVM

Figuur 4: Gecorrigeerde getallen [art.5.1-2e](#)



Ammoniak uit zee -> Ammoniak van zee -> Meetcorrectie

**Weglaten meetcorrectie geeft landelijk 2,2% stikstofruimte, te gebruiken om druk van de ketel te halen. Voor kustgebied 19-27% stikstofruimte, geen overschrijding KDWs**

In de eigen presentatie van het RIVM (Figuur 3) had men het oude totaal getal voor de depositie laten staan, zijnde in de orde grootte van 849 mol N/ha/j. Als men echter de meetcorrectie weglaat (linker cirkel) dan bedraagt de depositie nog maar 631 mol N/ha/j.

De laagste KDW voor Texel is 714 mol N/ha/j (Tabel 1) en met 847 mol N/ha/j zou deze waarde inderdaad met meer dan 70 mol overschreden worden hetgeen de grens voor maatregelen is. Echter bij 631 mol N/ha/j wordt de KDW nergens meer overschreden. Geen aanleiding om stikstofbronnen in de omgeving verder aan te pakken.

Derhalve blijven de schrijvers van het stuk van de Focusgroep Stikstof van mening dat er wel stikstofruimte ontstaat door de meetcorrectie weg te laten. Deze ruimte kan voor verschillende sectoren ingezet worden, bijvoorbeeld de bouw en de agrarische sector in de kustzone en de garnalenvisserij.

**Van:** art.5.1-2e  
**Aan:** art.5.1-2e; secrbaljeu; art.5.1@zeeland.nl; art.5.1-2e; art.5.1-2e; art.5.1-2e; art.5.1-2e;  
 art.5.1-2e  
**Cc:** art.5.1-2e; art.5.1-2e; art.5.1-2e  
**Onderwerp:** Bouw, boeren en vissers in kuststreek de dupe van onjuistheid RIVM  
**Datum:** dinsdag 10 mei 2022 11:16:35  
**Bijlagen:** [image001.jpg](#)  
[Consequenties onjuistheid in RIVM model geen ammoniak uit Noordzee \(003\).pdf](#)

Sommige personen die dit bericht hebben ontvangen, ontvangen niet vaak e-mail van art.5.1-2e wur.nl. [Meer informatie over waarom dit belangrijk is](#)

Beste allen,

In aansluiting op mijn lezing over stikstof hierbij het volgende.

Vanmorgen heb ik bijgaande notitie naar alle leden van de Tweede Kamer Commissie LNV gestuurd.

Ik kreeg nieuw teksten van LNV en RIVM in handen die weer meer te denken geven.

Verder spreekt het stuk voor zichzelf denk ik.

Voor Noord-Holland en met name Texel kon ik het doorrekenen, maar in de overige kustprovincies speelt ammoniak uit zee ook een belangrijke rol en dan is het afhankelijk van de andere bronnen of je echt onder de KDWs komt.

Maar daar valt ook nog wel meer over te zeggen.

Vriendelijke groet,

art.5.1-2e

art.5.1-2e

art.5.1-2e

art.5.1-2e

**From:** art.5.1-2e <art.5.1-2e@noord-holland.nl>

**Sent:** Thursday, 31 March 2022 13:20

**To:** secrbaljeu@pzh.nl; art.5.1-2e@zeeland.nl; art.5.1-2e <art.5.1-2e@wur.nl>; art.5.1-2e <art.5.1-2e@gmail.com>; art.5.1-2e <art.5.1-2e@pzh.nl>; art.5.1-2e <art.5.1-2e@zeeland.nl>; art.5.1-2e <art.5.1-2e@noord-holland.nl>

**Cc:** art.5.1-2e <art.5.1-2e@noord-holland.nl>; art.5.1-2e <art.5.1-2e@noord-holland.nl>; art.5.1-2e <art.5.1-2e@noord-holland.nl>

**Subject:** Ammoniak van zee

Beste allen,

Hierbij de agenda voor het overleg vanmiddag om 17.15 uur.

**Met vriendelijke groet,**

art.5.1-2e

Bestuurssecretaresse van mw. E.A.S. Rommel

Gedeputeerde Natuur, Landschap, Bodemdaling en Grond

T secr. Rommel art.5.1-2e

Paviljoen Welgelegen

Dreef 3, 2012 HR Haarlem

Postbus 3007, 2001 DA Haarlem

[www.noord-holland.nl](http://www.noord-holland.nl)

art.5.1-2e @noord-holland.nl



Aan dit bericht en eventuele bijlagen kunnen geen rechten worden ontleend. Het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland.

Van: [art.5.1-2e](#)  
 Verzonden: 2022-09-16 13:21:56.123000+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e](#)  
 CC:  
 Onderwerp: brief minister voor Natuur&Stikstof  
 "  
 Dag [art.5.1-2e](#)

Bij deze de brief van deze zomer met procesupdate.

Groet

[art.5.1-2e](#)

[art.5.1-2e](#)

Programmamanager coördinatie stikstofdossier

Bureau Interim Consult (IMC)

M [art.5.1-2e](#)

E [art.5.1-2e](#) pzh.nl <mailto:[art.5.1-2e](#)@pzh.nl>

[www.zuid-holland.nl/contact](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=04%7C01%7C%40pzh.nl%7C273eed807d924bf90d7208d8c69386b2%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C637477684199404820%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C1000&sdata=rEHB2AdXt8s7l1NZU%2F7Q%2BDgIa29MHey0dqrq%2BEeC7uc%3D&reserved=0) <<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=04%7C01%7C%40pzh.nl%7C273eed807d924bf90d7208d8c69386b2%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C637477684199404820%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C1000&sdata=rEHB2AdXt8s7l1NZU%2F7Q%2BDgIa29MHey0dqrq%2BEeC7uc%3D&reserved=0>>

Werkdagen: ma, di, wo, do, vr

Elke dag beter. Zuid-Holland.

"

35 334            Problematiek rondom stikstof en PFAS  
29 675            Zee- en kustvisserij  
Nr. 193            Brief van de minister voor Natuur en Stikstof

Aan de Voorzitter van de Tweede Kamer der Staten-Generaal

Den Haag, 19 juli 2022

In de procedurevergadering van 18 mei 2022 heeft de vaste commissie voor Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit besloten graag een reactie van mij te ontvangen op de ingekomen brief met onderwerp "Aanbieding notitie 'Grote onjuistheid in stikstofmodel van het RIVM: bouw, boeren en vissers in het kustgebied de dupe'". Met deze reactiebrief reageer ik op dit verzoek.

### **Situatieschets**

In de duingebieden is een verschil tussen de berekende en de gemeten concentraties van ammoniak. Er wordt in het duinengebied consequent een hogere ammoniakconcentratie gemeten dan berekend. Dit zogenaamde 'duinengat' kon volgens onderzoek van het RIVM in 2014 voor een groot deel verklaard worden door ammoniakemissies uit zee.<sup>1</sup> Op basis van nieuwe inzichten is duidelijk geworden dat de invloed van ammoniak uit zee op de duingebieden minder zeker is dan eerder gedacht. Het is daarmee onduidelijk wat precies de oorzaak is van het duinengat.

### **Lopend onderzoek**

Op dit moment wordt nader onderzoek uitgevoerd door het RIVM om het verschil tussen de berekende ammoniakconcentratie en de gemeten waarden van ammoniak in duingebieden te verklaren. Dit onderzoek is in april 2021 gestart.

In het nieuwsbericht van 17 mei 2022 heeft het RIVM op hun website de laatste stand van zaken omtrent dit onderzoek gedeeld.<sup>2</sup> Hierin is aangegeven dat op dit moment wordt uitgegaan van drie mogelijke oorzaken van het duinengat. Het betreft oorzaken die terug te voeren zijn op: de metingen, ontbrekende emissies, of de modellen. Mogelijk gaat het om een combinatie van deze oorzaken.

Aangezien het onderzoek focust op deze drie mogelijke oorzaken en daarom gepaard gaat met metingen, waarbij mogelijk meerjarige meetresultaten nodig zijn om tot conclusies te kunnen komen, bestaat de kans dat het onderzoek dit jaar niet afgerond kan worden. Het RIVM heeft aangegeven in het najaar van 2022 een nieuwe stand van zaken te delen.

---

<sup>1</sup> [Ammoniak in duinen komt grotendeels uit zee | RIVM](#)

<sup>2</sup> [Stikstof - Actueel | RIVM](#)

Inmiddels heeft overleg plaatsgevonden met de auteur van het onderzoek waarnaar verwezen wordt in de notitie. Het RIVM heeft toegezegd de bevindingen te betrekken bij het lopende onderzoek.

### **Voorlopige beschouwing**

In afwachting van de conclusies uit het lopende onderzoek wordt de gemeten waarde van ammoniak in de duingebieden als correct aangenomen. Hiervoor is voldoende wetenschappelijke zekerheid. Het betekent dat de berekende waarde wordt gecorrigeerd op basis van meetresultaten. Totdat het lopende onderzoek aanleiding geeft om dit te herzien, wordt het verschil tussen de gemeten en de berekende waarde opgenomen in de meetcorrectie.

De meetcorrectie is reeds opgenomen in de achtergrondkaarten van de totale (landelijk) depositie en blijft ongewijzigd. Voornoemde beschouwing heeft daarom geen gevolgen voor het huidige beleid of toestemmingverlening.

### **Zorgen reductiedoelstelling kustgebieden**

Ik realiseer mij dat er zorgen bestaan rondom de richtinggevende reductiedoelstellingen voor stikstofemissies in onder andere het Waddengebied, ook in relatie tot de meting en berekeningen van ammoniak in duingebieden. Ik hecht er aan om te benadrukken dat de reductiedoelstellingen op landelijke schaal zijn bepaald en daarom lokaal minder passend kunnen zijn. Daarom zijn deze doelstellingen richtinggevend van karakter. De komende periode is er ruimte om op basis van lokale omstandigheden, nieuwe informatie en inzichten de doelstellingen waar passend bij te stellen. Wel geldt dat er landelijk moet worden voldaan aan het realiseren van de doelstellingen van de integrale aanpak. Het nader bepalen van de doelstellingen en de invulling daarvan wordt nader uitgewerkt in de gebiedsprogramma's.

Een betere duiding van de herkomst van depositie op die gebieden, waar de meetcorrectie op sommige plekken een fors deel van de totale depositie is, zou mogelijk kunnen ondersteunen bij het nader vaststellen van de doelstellingen en maatregelen van de integrale aanpak. Mede hierom hecht ik waarde aan zorgvuldig onderzoek om het verschil tussen de berekende en de gemeten concentraties van ammoniak te verklaren.

De minister voor Natuur en Stikstof,  
Ch. van der Wal-Zeggelink

Van: art.5.1-2e  
 Verzonden: 2023-06-13 15:38:58+00:00  
 Aan: art.5.1-2e  
 CC:  
 Onderwerp: concept BC annotatie  
 "

art.5.1-2e heeft een OneDrive voor Bedrijven-bestand met u gedeeld. Klik op de onderstaande koppeling om het bestand te bekijken.

2023-06-15 ANNOTATIE BC-stikstof 15 juni 2023.docx  
 <<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/ap/w-59584e83/?url=https%3A%2F%2Fpzh-my.sharepoint.com%2Fpersonal%2Fart.5.1-2e%2FDocuments%2FBC%2520IPSN%2F2023-06-15%2520ANNOTATIE%2520BC-stikstof%252015%2520juni%25202023.docx%3Fweb%3D1&data=05%7C01%7C%7C2ff1bf3138584fca6bdc08db6c138a8b%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638222603412421416%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=wkDIWij3opbf26H5DVa8dsDHDWivIWQswCX7bB9Ns7U%3D&reserved=0>>

Bij deze

Met vriendelijke groet,

art.5.1-2e

Programmasecretaris Stikstof

Domein Water & Groen (W&G)

M: art.5.1-2e

E: art.5.1-2e@pzh.nl

[www.zuid-holland.nl/contact](http://www.zuid-holland.nl/contact) <<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=05%7C01%7C%7C40pzh.nl%7C2ff1bf3138584fca6bdc08db6c138a8b%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638222603412421416%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=vYLCKA%2Bdcm1vSeZP0MKKFmGB3WALbBJUS8Cfy6z%2FyH8%3D&reserved=0>>

Werkdagen: ma, di, wo, do, vr

Elke dag beter. Zuid-Holland.

"





provincie **F**  
**ZUID**

## Memo – persoonlijke beleidsopvattingen

Contact

art.5.1-2e

art.5.1-2e [pzh.nl](http://pzh.nl)

art.5.1-2e

Datum

15 juni 2023

Bijlagen:

-

Aan

Gedeputeerde Baljeu

Onderwerp

Annotatie BC-stikstof donderdag 25 mei 2023

E

en redelijk kort overleg van de BC-stikstof met weinig onderwerpen.

Buiten reikwijdte Woo-verzoek

### 3. Ter bespreking

Buiten reikwijdte Woo-verzoek

#### 3.2. Ammoniak van zee

Het RIVM onderzoek sluit enkele mogelijkheden uit (waaronder afwijkingen in metingen) maar geeft nog geen eenduidig antwoord op de vraag hoe het verschil tussen de modelberekeningen en de metingen verklaart kunnen worden. Aan het eind van het onderzoek wordt daarom ook aangegeven dat er nader onderzoek nodig is voordat het AERIUS-model kan worden geüpdatet zodat de meetcorrectie kleiner wordt.

Wat betekent dit voor de kustprovincies:

Voor de kustprovincies betekend dit dat volgens de huidige lijn op z'n vroegst in AERIUS 2025 een correctie kan worden toegepast in de meetcorrectie. Dit heeft als nadeel dat de bevindingen in het onderzoek niet direct bruikbaar zijn in de gebiedsprocessen.

Bij de publicatie van het onderzoek komt een kamerbrief. De concept kamerbrief is niet bijgevoegd bij de BC stukken maar wel bij de AC stukken. Dit omdat er alleen ambtelijk een reactie wordt gevraagd. Wij hebben 2 opmerkingen op de concept kamerbrief:

- In de brief staat nu dat de meetcorrectie niet aan de afwijking van de metingen kan liggen. Wij lezen het rapport zo dat wij denken dat iets moet staan in de trant van “slechts een klein deel van de meetcorrectie kan worden verklaard door afwijkingen in metingen”
- Ook staat er nu de volgende zin in “Ten aanzien van de gebiedsprogramma’s adviseer ik de kustprovincies te blijven focussen op de al bekende bronnen waar wel invloed op is.” Wij vinden die zin enigszins flauw aangezien we daar al druk mee bezig zijn.

Beide punten zal ik aangeven in het AC van donderdagochtend.

Zeeland heeft al aangegeven dat ze vrij kritisch zijn op de brief en meer actie willen zodat er voor 2025 al voortgang is. Zeeland wil daarnaast dat we meer inzetten op meer meten aan de kust.

Noord-Holland heeft aangegeven

**Advies: akkoord gaan met de voorgestelde punten van IPSN en Zeeland steunen bij vraag om intensiever meten en versnelling (eerder dan 2025 uitkomst).**

De brief en het rapport worden verder besproken in het AC. Mocht daar nog iets uit volgen laat ik dat weten via Whatsapp.

### 3.3. Opname KDW-actualisatie in AERIUS

Er zijn nieuwe KDW's beschikbaar gekomen vanuit de WUR, vaak zijn die lager (en dus strenger). De vraag is nu of we die willen implementeren in AERIUS 2023. Wettelijk gezien moeten bevoegde gezagen de nieuwe KDW-waarden als best beschikbare wetenschappelijke kennis direct betrekken bij vergunningverlening. Daarom is het logisch om de KDW's z.s.m. op te nemen. Wij roepen hierbij wel op een gedegen impactanalyse en communicatiestrategie te maken. Wij zijn het eens met de werkwijze ambtelijk te reageren aangezien er geen formele vraag ligt van de minister.

**Advies: Akkoord maar wel oproepen tot een gedegen impactanalyse en communicatiestrategie**

De beslistnotitie wordt verder besproken in het AC. Mocht daar nog iets uit volgen laat ik dat weten via Whatsapp.



provincie **HOLLAND**  
**ZUID**

Datum  
15 juni 2023

Buiten reikwijdte Woo-verzoek



Buiten reikwijdte Woo-verzoek





provincie **HOLLAND**  
**ZUID**

Datum  
15 juni 2023

Buiten reikwijdte Woo-verzoek





provincie **HOLLAND**  
**ZUID**

Datum  
15 juni 2023

Buiten reikwijdte Woo-verzoek



Van: art.5.1-2e  
Verzonden: 2023-09-14 18:57:22+00:00  
Aan: art.5.1-2e art.5.1-2e  
CC: art.5.1-2e art.5.1-2e  
Onderwerp: Eerste analyse UvA Onderzoek ammoniak emissie-depositie  
"

Ha art.5.1-2e

Hierbij, met zeer veel dank aan art.5.1-2e een korte eerste analyse van het UvA stalonderzoek over de emissie-depositie van ammoniak. We hebben het in het oplegger-format gegoten, dan kan het misschien nog mee als nazending voor het PO van dinsdag.

Zowel art.5.1-2e als ik zijn niet bereikbaar morgen. @ art.5.1-2e  
<mailto:art.5.1-2e@pzh.nl> , kan jij er zo mee uit de voeten?

Overigens hoorde ik vandaag tijdens de AC stikstof dat de bestuurders vanochtend over het onderzoek zijn onderhouden door art.5.1-2e die onze analyse deelt (rapport bevestigt RIVM analyse en volgens art.5.1-2e viel de uitleg goed kon men het rapport beter plaatsen.

Met groet,

art.5.1-2e

"

## Oplegnotitie portefeuilleoverleg

<b>Portefeuille:</b>	Stikstof		
<b>Gedeputeerde:</b>	Frank Rijkaart		
<b>Datum overleg:</b>	19 september 2023		
<b>Opgave:</b>	Stikstof		
<b>Opdracht:</b>	Dataontwikkeling en stikstof		
<b>Ambtelijk Opdrachtnemer / Behandelend Ambtenaar (AON / BA):</b>	art.5.1-2e / art.5.1-2e	art.5.1-2e / art.5.1-2e	Ambtelijk Opdrachtgever: art.5.1-2e

<b>Doel:</b>	<input type="checkbox"/> Ter kennisname <input type="checkbox"/> Ter besluitvorming <input type="checkbox"/> (Concept) beantwoording (Staten)vragen/moties
<b>Agendering in GS:</b>	<input type="checkbox"/> Conformstuk <input type="checkbox"/> Bespreekstuk <input type="checkbox"/> N.v.t.

### 1. BESLISPUNT / ESSENTIE VAN HET VOORSTEL

- Kennisnemen van een eerste analyse van de publicatie 'Stikstof depositie rond melkveebedrijven: ruimtelijke en temporele patronen' van de Universiteit van Amsterdam van september 2023

### 2. KORTE VOORGESCHIEDENIS

N.v.t.

### 3. AANDACHTSPUNTEN PORTEFEUILLEHOUDER

Onze analyse: De publicatie 'Stikstof depositie rond melkveebedrijven: ruimtelijke en temporele patronen' van de Universiteit van Amsterdam van september 2023 heeft veel vragen opgeroepen rond het huidige stikstofbeleid.

Tijdens het onderzoek zijn er bij twee stallen in Nederland metingen gedaan op verschillende afstanden van de stallen om zo een beter beeld te krijgen van de verspreiding van de uit de stal afkomstige ammoniak emissie. De onderzoekers vonden daarbij binnen een straal van 500 meter (en vooral in de eerste 100 meter) een aanzienlijke toename van de concentraties in de lucht. Net als het RIVM kwamen ze tot de conclusie dat ong. 9% van de totale emissies in de eerste 500 meter van de bron terecht komen.

Na deze 500 meter is het moeilijk om de emissie van de stal nog te meten ten opzichte van de in de lucht aanwezige concentraties, de zogenaamde 'stikstofdeken'. Dit bekend dat het buiten een straal van 500 meter niet meer mogelijk is om een één op één relatie te leggen tussen de luchtconcentratie en de bron waar deze concentratie exact vandaan komt.

In de huidige vergunningverlening wordt de emissie van één bron tot een afstand van 25km omgerekend in depositie. In de verschillende media wordt daaruit de conclusie getrokken dat vergunningverlening op deze manier door dit onderzoek onhoudbaar is geworden.

Dat is opvallend, omdat het onderzoek in grote lijnen bevestigt wat de RIVM-modellen laten zien, een klein deel deponert in de directe omgeving en de rest verspreid zich op grotere afstanden. Dat het niet mogelijk is om een één op één relatie te leggen tussen emissie en de luchtconcentraties op een afstand groter dan 500 meter door het relatief kleine verschil en de onbetrouwbaarheid in de metingen betekend niet dat de gebruikte verspreidingsmodellen van het RIVM nu niet bruikbaar meer zijn. In





afzonderlijke cases zullen er altijd verschillen zijn tussen het model en de daadwerkelijke depositie, maar op grote schaal blijken de verspreidingsmodellen nog steeds goed de depositie te voorspellen. Op dit moment is er daarom voor de provincie Zuid-Holland (in lijn met het RIVM) geen aanleiding om het beleid drastisch te veranderen. Het sturen op emissie (i.p.v. depositie) was al een van de uitgangspunten (ook vastgelegd in de Beleidsregels salderen), en deze studie bevestigt dat het in het algemeen verlagen van emissies (ongeacht locatie) bijdraagt aan het verlagen van de stikstofdepositie.

#### **4. BIJGAAND(E) STUK(KEN)**

N.v.t.

#### **5. VERDERE PROCEDURE + COMMUNICATIE**

N.v.t.

#### **6. PARTICIPATIE**

N.v.t.

#### **7. INTEGRALITEIT**

N.v.t.

Van: art.5.1-2e  
Verzonden: 2023-12-18 16:45:50.040000+00:00  
Aan: art.5.1-2e pzh.nl; art.5.1-2e  
CC:  
Onderwerp: Expert sessie ammoniak  
"

Ha beide,

Hierbij even mijn korte afdrank van de expert sessie ammoniak. Er zijn weer verschillende mogelijke oorzaken onderzocht, maar deze verklaren nog steeds niet het volledige verschil.

In AERIUS '25 worden er wat wijzigingen doorgevoerd (zee-emissies worden aangepast naar realistische schatting, meto-gebied zuid-west (zeeland) wordt voortaan door plek in Vlaanderen bepaald ipv Vlissingen, en nog wat kleine dingen die ik even kwijt ben).

Worden weer verschillende vervolgonderzoeken gedaan, maar voorlopig lijkt het niet alsof de oplossing dichterbij komt. Het definitieve rapport 'onderzoek ammoniak uit zee' wordt rond de zomer 2024 gepubliceerd.

Groet,

art.5.1-2e

Beleidsmedewerker Data & Monitoring

Stikstofopgave

Bureau bedrijfsinformatie

art.5.1-2e

E art.5.1-2e pzh.nl <mailto:art.5.1-2e pzh.nl>

www.zuid-holland.nl/contact <http://www.zuid-holland.nl/contact>

Werkdagen: ma, di, wo, do, vr

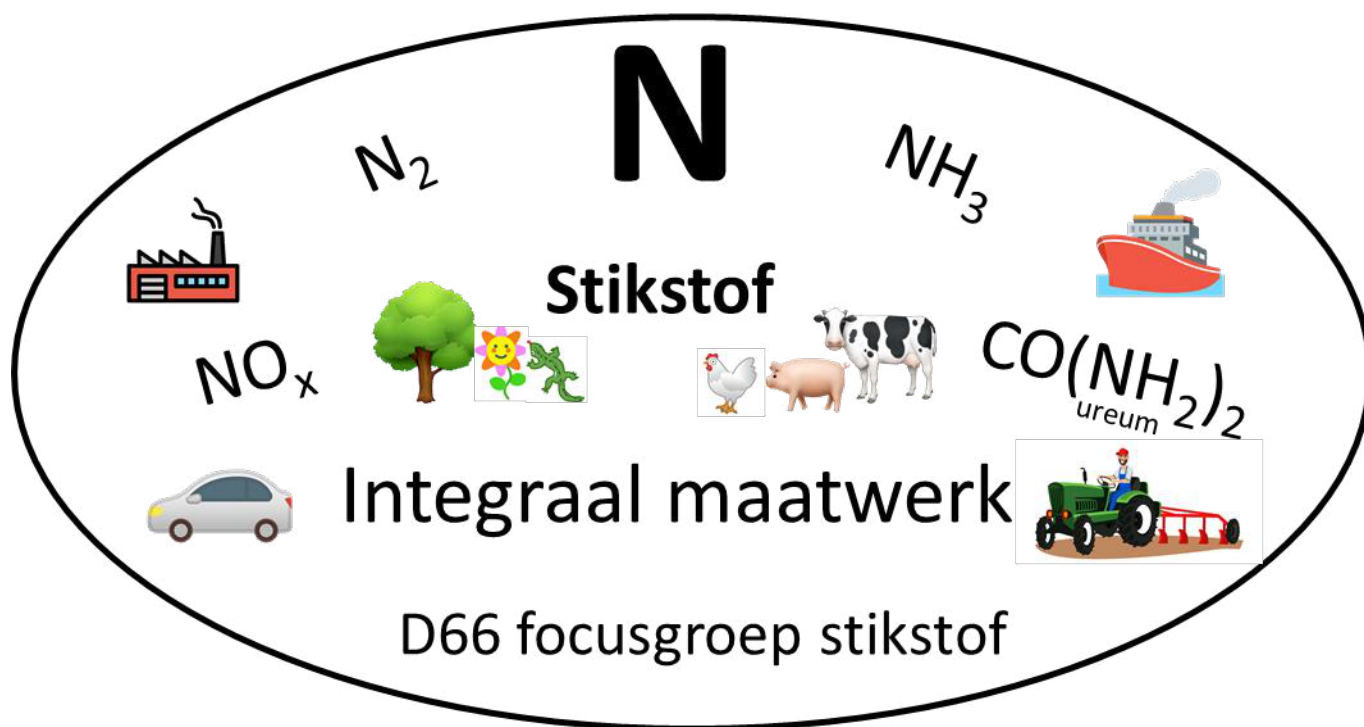
Krachtig Zuid-Holland

"

## Hoe komen we uit de stikstofimpasse in Nederland?

Herberekening van de concentraties, maatwerk op de vierkante kilometer voor landbouw en natuur en oplossingen voor de korte en langere termijn.

D66 focusgroep stikstof<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Leden van de focusgroep: [art.5.1-2e](#)

[art.5.1-2e](#)

## Samengevat

### Vier aanbevelingen:

1. Corrigeer berekeningen RIVM-model, dat geeft stikstofruimte voor de korte termijn,
2. Lever maatwerk op de vierkante kilometer voor landbouw EN natuur,
3. Verander eiwitsamenstelling in voedsel voor dier EN mens.
4. Nederlandse boeren en kennis zijn keihard nodig om voldoende eiwit te produceren.

### Twaalf bouwstenen voor een oplossing:

1. Corrigeer de meetcorrectie in het RIVM-model, dat geeft landelijk 2,2% stikstofruimte.
2. De juridische aanpak is extreem complex en leidt onnodig tot ecologische problemen.
3. Om binnen planeetgrens stikstof te komen moeten we voedselketens slim aanpassen.
4. Kies voor een lokale en niet voor een landelijke aanpak.
5. Puntbronnen van stikstof hebben een acuut effect op de nabije omgeving.
6. Leer van een grote pinguïnkolonie met een heel hoge ammoniak uitstoot.
7. Houdt rekening met de complexe chemische en ecologische stikstofcyclus.
8. Houdt lokaal meer rekening met waterhuishouding, inrichting, begrazing en onderhoud.
9. Nederlandse natuur is door de mens gemaakt en vraagt lokaal om heldere keuzen.
10. De fundamentele uitdaging is ecologie en techniek trans-disciplinair te combineren.
11. Kijk ook naar gebieden in Nederland waar het wel goed gaat met de natuur.
12. Efficiënter gebruik landbouwgrondstoffen verlaagt uitstoot van NH<sub>3</sub> aanzienlijk.

**Algemene aanbeveling:** Er wordt voorgesteld om de recente voorstellen van Erisman & Strootman, van Natuurmonumenten, Natuur & Milieu, LTO Nederland, VNO-NCW, MKB-Nederland en Bouwend Nederland en de hierboven genoemde bouwstenen, naast elkaar te leggen en daaruit een optimale aanpak samen te stellen. Alleen middels een integrale en inclusieve aanpak kunnen we recht doen aan verschillende aspecten van de stikstofproblematiek, gezonde natuur, voldoende voedsel voor iedereen en een gevarieerd landschap.

Voor meer informatie:

art.5.1-2e [@wur.nl](mailto:dsanovations@wur.nl) (art.5.1-2e

art.5.1-2e [dsanovations.com](mailto:dsanovations@wur.nl)

## Hoe komen we uit de stikstofimpasse in Nederland?

Herberekening van de concentraties, maatwerk op de vierkante kilometer voor landbouw en natuur en oplossingen voor de korte en langere termijn.

D66 focusgroep stikstof

**Nederland heeft een korte en lange termijn stikstofprobleem en het is duidelijk dat de hoeveelheid stikstof die de lucht, de bodem en het water in gaat omlaag moet.**

**Stelling: Stikstof is maatwerk, de huidige generieke benadering is gedoemd te falen.**

### Bouwstenen voor een oplossing:

1. Er zit een onjuistheid in het RIVM-model, corrigeer deze zodat er stikstofruimte voor de korte termijn ontstaat. Het RIVM vindt dat de politiek hierover moet beslissen.
2. De landelijke juridische aanpak van het stikstofprobleem is extreem complex geworden, gaat te veel uit van procentuele bijdragen van bronnen en leidt tot lokale ecologische problemen. Door direct ruimte te creëren wordt de juridische houdbaarheid groter.
3. Stikstofproductie en -verbruik zijn een mondiaal probleem, waarbij de mens ver buiten de draagkracht van onze planeet gaat. Om alle mensen binnen de planeetgrens met voldoende eiwit te kunnen voeden, dienen we ons huidige stikstof verbruik van 24 kg per persoon per jaar te verlagen naar 9-12 kg pp/jaar<sup>2</sup>.
4. Stikstof depositie is voornamelijk een natuurprobleem op korte afstanden, kies daarom voor een chocoladevlokken in plaats van een chocoladepasta benadering, dus voor een lokale en niet voor een landelijke aanpak.
5. Puntbronnen van stikstof hebben een acuut effect op de nabije omgeving. De lokale bronnen en lokale gevoelige natuurgebieden moeten beter in kaart gebracht worden.
6. Leer van een grote pinguïnkolonie met een heel hoge ammoniak uitstoot dat grote effecten over korte afstand aan de benedenwindse zijde worden gevonden.
7. Stikstof is onderdeel van een complexe chemische en ecologische cyclus. Houdt rekening met de hele cyclus incl. bacteriële ecologie en verbondenheid met andere cycli.
8. Houdt bij lokale natuur meer rekening met andere factoren die ook bepalend zijn voor de biodiversiteit, zoals waterhuishouding, inrichting, begrazing, bestrijdingsmiddelen en onderhoud.
9. Nederlandse natuur is door de mens gemaakt. Nederlands natuurbeleid is meer economisch dan ecologisch gestuurd en kent verschillende benaderingen. Als je gevoelige natuur wilt handhaven moet je keuzen maken en je eraan houden.
10. De fundamentele uitdaging is ecologie en techniek als twee kanten van dezelfde medaille te zien en die door trans-disciplinaire wetenschappelijke samenwerking te verbinden.
11. Kijk ook naar gebieden in Nederland waar het wel goed gaat met de natuur.
12. In de landbouw zijn verschillende technologieën, bijvoorbeeld voedersamenstelling, mestbehandeling en efficiënter gebruik landbouwgrondstoffen met behulp van bio-raffinage, beschikbaar die de uitstoot van NH<sub>3</sub> naar de atmosfeer aanzienlijk kunnen verlagen over de volle breedte van de veehouderij. Pas die zo veel mogelijk toe, dat draagt meteen bij aan korte-termijn oplossingen. Nederlandse boeren en wetenschap zijn nodig om voldoende eiwit, ook mondiaal, te produceren.

<sup>2</sup> Afhankelijk van omvang wereldbevolking, bij 7 miljard 12 en bij 10 miljard 9 kg pp/jaar

## Onderbouwing

**Ad 1.** In het overzicht van de herkomst van de stikstofdepositie in Nederland van het RIVM staat de Noordzee als ammoniakbron opgenomen. Circa 2,2% van de stikstofdepositie in Nederland zou daarvandaan komen, voor het kustgebied zelfs ruim 25%. Maar er kan geen ammoniak uit de Noordzee komen, die is eerder een put dan een bron voor ammoniak. Het RIVM is het hier nu mee eens, er kan niet zoveel ammoniak uit zee komen als men eerst aannam. Maar men wil dit niet meenemen in de berekeningen van depositiewaarden. Het RIVM geeft aan dat mogelijke correcties of veranderingen bestuurlijke of politieke overwegingen zijn die niet het domein van het RIVM zijn. De politiek kan hier afwegen het voordeel van de twijfel niet aan het RIVM te geven maar aan de bouw en de boeren.

Vanwege verschillen tussen gemeten en berekende ammoniakconcentraties langs de gehele Nederlandse kust zit er een meetcorrectie in het RIVM-stikstofmodel waarbij additionele stikstof aan het model wordt toegevoegd. Volgens het RIVM heeft het weglaten van de Noordzee als bron alleen effect op de relatieve bijdrage van de verschillende bronnen maar niet op de absolute depositiebijdrage (zie bijlage 3). Hier zijn vraagtekens bij te plaatsen, waar komt de stikstof van deze correctie dan wel vandaan (zie bijlage 2). Mogelijk gaat het hier om een meetartefact waardoor de metingen in de kustzone systematisch te hoog zijn. Artefacten kunnen veroorzaakt worden door bijvoorbeeld wind, turbulentie, salt spray, opstuiving ter plaatse, meettechniek of uitwerpselen van vogels. Zolang niet is aangetoond waar de stikstof van de meetcorrectie vandaan komt zou de correctie niet toegepast moeten worden.

Men kan binnen het rekenmodel Aerius een herberekening maken waarbij men de meetcorrectie op nul zet. Dit levert stikstofruimte op die ingezet kan worden voor de bouw in Nederland en die meer tijd geeft om de andere bronnen aan te pakken.

**Ad 2.** In Nederland zijn de Kritische Depositie Waarden per habitatype wetenschappelijk onderbouwd, maar heeft het beleid ze in juridisch beton gegoten, iets wat men in het buitenland niet doet. Vervolgens gebruikt men een te grof model om overschrijdingen te berekenen met als basis procentuele bijdragen via emissie-depositie modellen. Hierbij houdt men te weinig rekening met lokale omstandigheden en ecologie.

In de landbouw is in de afgelopen decennia de regelgeving enorm complex geworden door opstapeling van allerlei, meestal technische, maatregelen, die elkaar bij nog weer nieuwe regelgeving, gaan tegenspreken. Daardoor is de beleidsruimte erg beperkt geworden. We zouden allereerst naar een doelgerichte regelgeving moeten gaan waar met een beperkt aantal doelen gewerkt wordt.

Het ontwikkelen van een stikstofbank en het landelijk verhandelen van stikstofrechten houdt geen rekening met de lokale aanpak, redt de natuur niet en wordt ontraden. We moeten rekening houden met de fundamentele onderbouwing en wetenschappelijke analyse van de stikstofcyclus (Bijlage 1).

**Ad 3.** Stikstof is een mondiaal probleem. Met de groeiende wereldbevolking die meer dierlijke producten gaat consumeren, zullen we ons rekenschap moeten geven dat er maar 9 kg kunstmest per persoon per jaar beschikbaar zal zijn in 2050 om de essentiële voedsel component eiwit te kunnen produceren. In Nederland gebruiken we nu 24 kg en in Europa zelfs 36 kg per jaar per persoon. Door (dierlijke) eiwitproducten met minder inzet van stikstof te produceren en rund- en varkensvlees consumptie te reduceren, kunnen we in principe voldoende eiwit voor elke wereldburger produceren. Een deel van het dierlijke eiwit zal

vervangen moeten worden door eiwit uit liefst vlinderbloemige planten. Nederland kan een voortrekkersrol spelen omdat we veel kennis en technologie voorhanden hebben en gemotiveerde boeren die duurzaam willen zijn en een beter inkomen willen verdienen. Minder stikstof gebruiken voor dezelfde hoeveelheid eiwit betekent minder stikstof in het milieu. En passant lossen we met tientallen procenten ruimschoots het depositie probleem op.

**Ad 4** Lokaal maatwerk zal de natuur veel sneller helpen dan landelijk geschuif met stikstofquota, halveren van de veestapel of het op slot gooien van de bouw. Daarmee wordt het oplossen van de langere termijn stikstof problemen alleen maar groter. (Zie ook bijlage 2)

**Ad 5.** Er zijn in Nederland andere grote ammoniakbronnen dan alleen de landbouw (bijv Yara Sluiskil, Rockwool Roermond, Tata Steel IJmuiden, Olam Cocoa Zaandam, koffiebrander Starbucks, en andere voedselabrieken), breng bij die bronnen de uitstoot terug tot nul. Breng natuurgebieden met stikstof gevoelige vegetatie beter in kaart, ga minder uit van algemene habitatkarakteristieken en lever lokaal maatwerk.

**Ad 6.** Lokale aanpak van ammonium uitstoot. Uit ammoniakmetingen in en rond een grote pinguïn kolonie blijkt dat de enorme hoeveelheden ammoniak die vlak naast de kolonie neerregenen daar een enorm effect op de plantengroei hebben maar dat dit effect buiten een straal van 500-1000m al niet meer optreedt (zie bijlage 1). Groot effect, kleine afstand, benedenwinds. Hier kunnen we van leren. Ga binnen 500 m van N-gevoelige Natura 2000 gebieden direct terug naar nul-uitstoot van ammoniak, binnen 1 km terug met 50% en gebruik daarbuiten een gedifferentieerde aanpak o.a. afhankelijk van landbouwdoelen. En bij de pinguïns is er ook maar aan één kant van de kolonie zo'n groot effect. Houdt er ook rekening mee of de bron bovenwinds (klein effect) of benedenwinds (groot effect) van het natuurgebied ligt.

**Ad 7.** De stikstofcyclus is een complex netwerk van chemische en biologische processen (bijlage 1) en verbonden met andere cycli zoals de zwavel- en koolstofcyclus. De nog belangrijkere uitstoot van koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ ) door verbrandingsmotoren gaat ook gepaard met de uitstoot van stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ). De stikstofcrisis past dus binnen het algemene klimaatprobleem. Beleid moet zich dus primair richten op het klimaat. Het klimaatprobleem ( $\text{CO}_2$ -uitstoot) is groter dan het stikstof probleem. Als de  $\text{CO}_2$ -uitstoot door verbrandingsmotoren wordt verminderd gaat de  $\text{NO}_x$  uitstoot direct mee. Richt je primair op het klimaat.

**Ad 8.** De verschillende biologische processen in de stikstofcyclus worden in de natuur voornamelijk door bacteriën, planten en schimmels bewerkstelligt. Denitrificatie is een onderdeel van deze cyclus waarbij nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) omgezet wordt naar stikstofgas ( $\text{N}_2$ ), door bacteriën en schimmels. Het vernatten van natuurgebieden stimuleert denitrificatie maar wordt zelden als oplossing genoemd in rapporten. Maak gebruik van maatwerk bij gebiedsinrichting door vernatting, verdroging, rust, onderhoud, vermesting, begrazing, inrichting, gebruik, etc. als oplossing voor hoge stikstofconcentraties.

**Ad 9.** Natuur in Nederland bestaat bij de gratie van de randvoorwaarden die de mens voor haar creëert. Het Nederlandse natuurbeleid is gebaseerd op verschillende ecologische theorieën en benaderingen. Zo worden een vitalistische/holistische stroming, een cybernetische stroming, een dynamische stroming en een chaos benadering onderscheiden. De kunst is om hier per

natuurgebied de optimale benadering uit te destilleren en consequent te implementeren (bijl.4). Gebruik hierbij ook het maatwerk uit Ad 8, verwijder alle katten en creëer hond-vrije gebieden.

**Ad 10.** Verwondering leidt tot zorg. De grote natuur waarvan wij mensen zelf onderdeel zijn is DE bron van verwondering. Wij kunnen ons verwonderen omdat onze binnenwereld permanent in interactie staat met onze buitenwereld (de ander maar ook het milieu). Voor al onze zintuigen geldt dat “in- en uitademen” niet tegelijkertijd gaat. Oftewel, wij bestaan door permanente dynamiek die volgens natuurkundigen ooit ontstaan moet zijn uit de oerknal en de kosmische achtergrondstraling die daarvan nu nog over is (McFadden, 2021). De natuur van de fysici zullen we via de kwantumbiologie moeten leren verbinden met de natuur van filosofen als Bruno Latour. Die laatsten verbinden kunst, wetenschap en politiek rondom de natuur “binnen de menselijke maat”. Dat is zowel de geestelijke als lichamelijke natuur die we allemaal beleven. *Daarbij is geld niet leidend maar volgend*; de stikstofcyclus illustreert dat: eten en poepen van bacterie tot walvis maar niet meer gedreven door kunstmest op basis van fossiele brandstof. Een lastige maar urgent politieke terugtocht langs de grenzen van de groei.

**Ad 11.** Er zijn in Nederland ook natuurgebieden waar het wel goed gaat met de biodiversiteit of de aanwezigheid van stikstof-gevoelige planten. Breng die in kaart en onderzoek waarom de zogenaamde stikstofdeken daar geen effect lijkt te hebben. (Zie ook bijlage 4).

**Ad 12.** Een veel betere oplossing voor de gehele agrarische sector.

Definieer de landbouwdoelen voor CO<sub>2</sub> en stikstof emissiereductie, behoud biodiversiteit en verhoging veldopbrengst (grondgebonden productie) en onderzoek voor verschillende gebieden zoals intensieve landbouw, veeteelt, kringlooplandbouw, regeneratieve landbouw, N-reductie op maat, etc. welke maatregelen en technieken leiden tot de doelen en pas het beleid en bedrijfsvoering zodanig aan dat de doelen bereikt worden met minimale ammoniakuitstoot (zie ook bijlage 5). Voorbeelden van maatregelen die bijdragen aan duurzaamheid en een beter inkomen voor de boer, zijn:

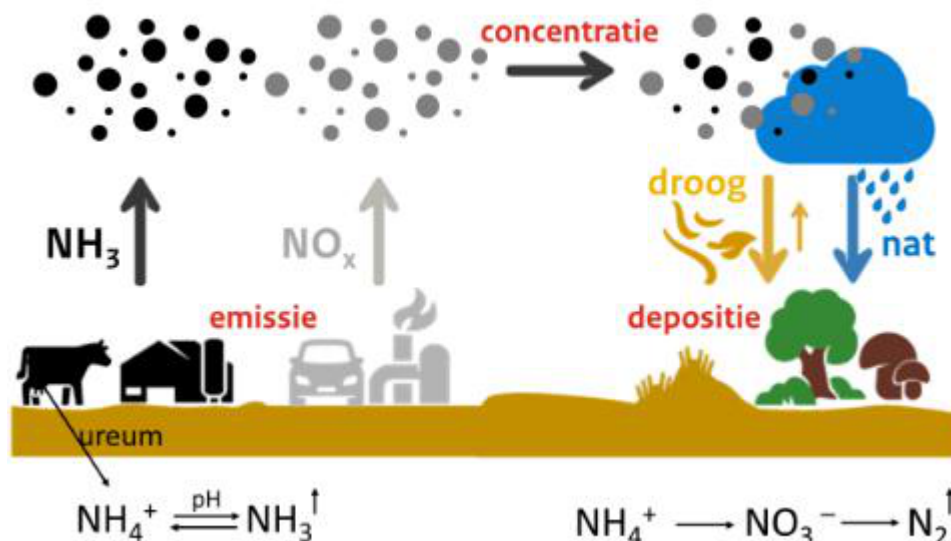
- Verhogen essentiële aminozuren bij varkens en kippen,
- Meer bestendig eiwit in rundveevoer,
- Gebruik bietenloof als veevoer,
- Bio-raffinage van gras en ander plantenloof,
- Strippen van ammoniak uit mest,
- Aanzuren van mest,
- Gescheiden opvangen van pies en poep

**Aanbeveling:** Er wordt voorgesteld om de recente voorstellen van Erisman & Strootman, van Natuurmonumenten, Natuur & Milieu, LTO Nederland, VNO-NCW, MKB-Nederland en Bouwend Nederland en de hierboven genoemde aanbevelingen, naast elkaar te leggen en daaruit een optimale aanpak samen te stellen. Alleen middels een integrale en inclusieve aanpak kunnen we recht doen aan verschillende aspecten van de stikstofproblematiek, gezonde natuur, voldoende voedsel voor iedereen en een gevarieerd landschap.



## Bijlage 1: De stikstofproblematiek (prof dr [art.5.1-2e](#))

Stikstof is essentieel voor alle leven op aarde. Zonder organische stikstofverbindingen zouden er geen eiwitten en DNA bestaan en wij dus ook niet. Zelfs in covid-virussen zitten organische stikstofverbindingen. Voor het maken van die verbindingen is  $\text{NH}_3$  essentieel. Onze lucht bestaat voor circa 20% uit zuurstof en 80% procent uit ongevaarlijk stikstofgas  $\text{N}_2$ . Maar daar kunnen wij niets mee. Bacteriën in bijvoorbeeld klaver of cyanobacteriën in water halen  $\text{N}_2$  uit de lucht en maken daar voor ons bruikbare organische stikstofverbindingen van. Dat is het begin van de hele voedselketen. Er is ook een uitgang. Er zijn bacteriën die van organische stikstofverbindingen en met name nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) weer  $\text{N}_2$  maken. De cirkel is rond en in een evenwichtig ecosysteem houdt het proces zichzelf redelijk bij. Nu heeft de mens ingegrepen en maakt met behulp van veel energie  $\text{NH}_3$  uit  $\text{N}_2$ . Dit wordt als kunstmest over de hele wereld gebruikt. Maar we hebben de uitgang niet op peil gehouden. In anaerobe waterzuiveringsinstallaties wordt van de  $\text{NO}_x$  weer  $\text{N}_2$  gemaakt maar elders gaat het in het ecosysteem en als het te veel wordt willen stikstofgevoelige planten niet meer groeien en krijgen we verzuring. Kunst is om zo dicht mogelijk bij het grote evenwicht te blijven. Centraal in het probleem in Nederland staat de uitstoot van ammoniak uit de landbouw en stikstofoxiden uit verbrandingsmotoren. Deze stikstofverbindingen slaan weer neer in droge en natte depositie. In de water en bodem vinden omzettingen plaats waarbij ook weer gasvormige  $\text{N}_2$  kan ontstaan.



In bovenstaand plaatje zien we de uitstoot van de door de menselijke activiteiten gevormde stikstofverbindingen en het door regen en droge depositie belasten van de rest van de aarde, waaronder ook gevoelige natuurgebieden.

Zelf heb ik (HL) tussen 1975 en 1978 3 jaar onderzoek gedaan aan de stikstofcyclus in een pinguïnkolonie op Marion Eiland, ten zuiden van Zuid-Afrika, waar alle processen in zeer geconcentreerde vorm te bestuderen zijn. We hebben hier te maken met één gigantische ammoniakbron zonder dat er stikstof vanuit andere bronnen bij komt. Op het eiland zijn vogels de stikstofbron en er zijn alleen benedenwinds nog twee grote pinguïnkolonies. Andere bronnen zijn meer dan 1000km weg. Ideaal voor detailonderzoek naar effecten puntbronnen ammoniak.

February 1984

## NITROGEN PATHWAY IN A PENGUIN ROOKERY

275

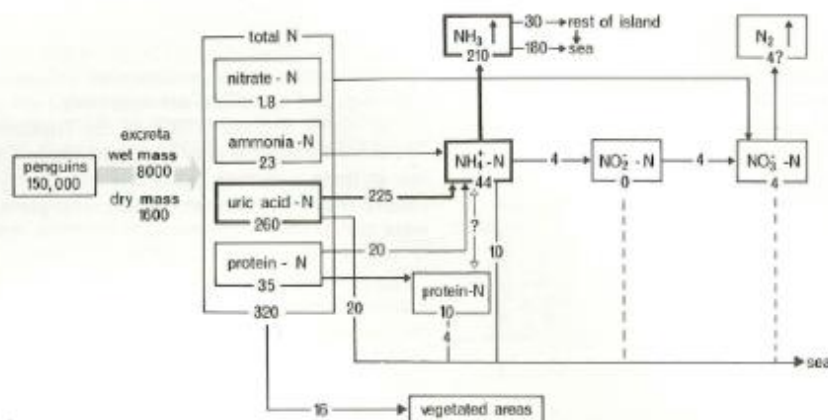
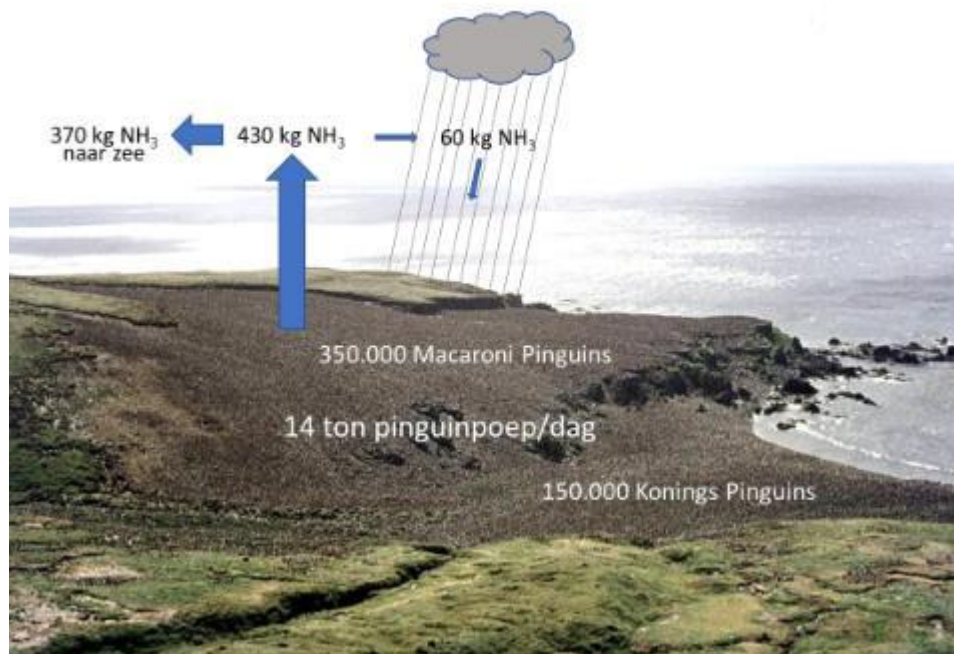


FIG. 7. Nitrogen transformations of King Penguin excreta in the Kildalkey Bay rookery during the molt fast, 10 September–20 October, and beginning of the breeding season, November–December. Production in kg/d.

In de pinguïnkolonie gaan grote hoeveelheden ammoniak de lucht in waarvan een deel weer snel rond de kolonie neerslaat. Hier ontstaat een rijke grasgroei tot op een afstand van maximaal 1 km van de kolonie. Planten passen zich aan door extra stikstof-omzettende enzymen te maken. En ook ander dieren houden wel van deze stikstofrijke omgeving. Zo broeden er veel Grote Stormvogels. Voor een overzicht zie de volgende figuren.



In deze kolonie met ca 350.000 Macaroni Pinguïns en 150.000 Konings Pinguïns wordt per dag in het broedseizoen 14 ton faeces geproduceerd. Hieruit gaat dagelijks 430 kg NH<sub>3</sub> de lucht in waarvan ca 60kg weer vlak naast de kolonie neerregent. Dit heeft geleid tot een rijke grasgroei

wat op haar beurt een 6 m dikke turflaag aan de noordkant (benedenwindse zijde) van de kolonie heeft gevormd. Dit strekt zich uit tot op ca 500 m van de kolonie en op 1 km afstand van de kolonie is de vegetatie weer vrijwel hetzelfde als elders op het eiland. Dit is een indicatie hoever dit soort grote  $\text{NH}_3$  bronnen significante invloed op hun omgeving hebben. Voor een recent overzicht zie ook deze satellietfoto. De les uit zo'n puntbron is: groot effect, kleine afstand, benedenwinds.



**Het volgende haalde ik uit een publicatie van de heer Bobbink**  
**Uit: Effecten van N-depositie op de biodiversiteit van natuurterreinen**  
 Stikstofdepositie: sluipmoordenaar voor natuur

art.5.1-2e

bodem nummer 6 | december 2019

art.5.1-2e [b-ware.eu](http://b-ware.eu)

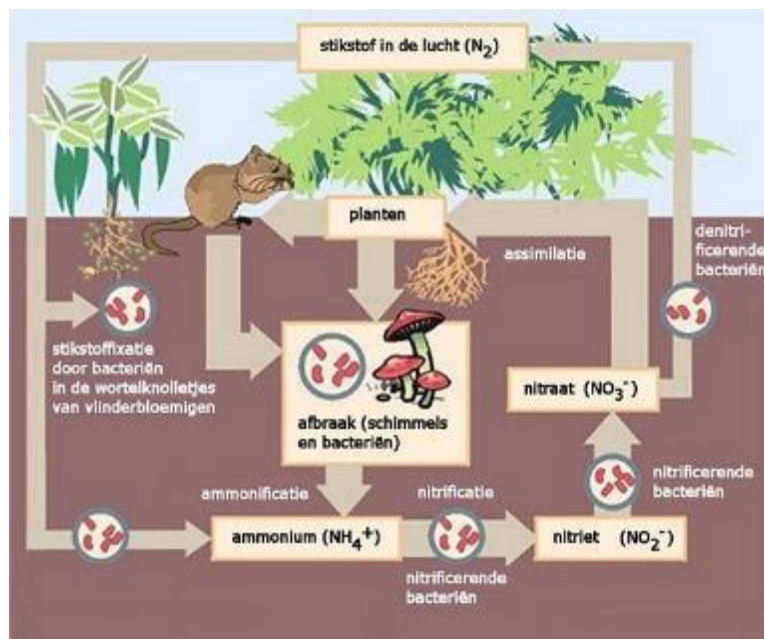


**FIGUUR 1. BEELD VAN ZUID-LIMBURGSE KALKGRASLANDVEGETATIE NA VIER JAAR BEREGENING MET STIKSTOF (RECHTS), EN VAN DE VEGETATIE BEHANDELD MET SCHOON REGENWATER (FOTO [art.5.1-2e](http://art.5.1-2e) 1986) .**

Het is opvallend dat deze foto's precies lijken op het landschap rond de pinguïnkolonies die ik bestudeerd heb. Dicht bij de kolonie (veel  $\text{NH}_3$  depositie) zoals op de foto rechts met alleen gras, op afstanden van meer dan 1 km zoals de foto links met een rijke plantengroei.

Het linker beeld is ontstaan inclusief de door RIVM berekende stikstof depositie, het rechter beeld door er een extra puntbron aan toe te voegen. Dit laat ook weer zien dat puntbronnen van ammonium veel belangrijker zijn voor de natuur dan diffuse bronnen.

Ook is het goed zich te realiseren dat bacteriën cruciale spelers zijn in de stikstofkringloop.

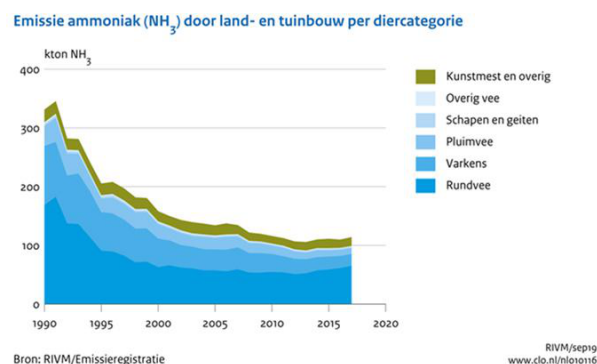
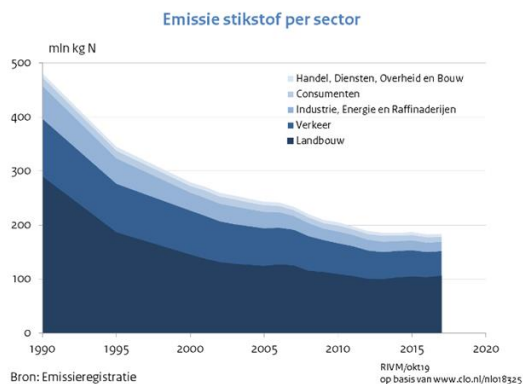


In bovenstaand plaatje is de belangrijke rol van bacteriën op vijf plaatsen in de stikstofcyclus in de bodem aangegeven, stikstofvixatie, ammonificatie, nitrificatie, denitrificatie en afbraak van organische verbindingen.

Bij het aanpakken van de problematiek in natuurgebieden is het essentieel hier rekening mee te houden. Uit Wikipedia: "In de natuur komt stikstofvixatie door organismes alleen voor als het niet anders kan. Stikstofvixatie kost meer energie dan het hergebruiken van bestaande stikstofverbindingen. Dat is de oorzaak dat er in de natuur van nature (dus zonder ingrijpen van de mens) een tekort is aan gefixeerde stikstof. Er bestaan vleesetende planten die hun stikstof en andere nutriënten rechtstreeks onttrekken aan dieren. Juist omdat natuur veelal is ingericht op weinig stikstof levert extra stikstof al gauw problemen. Ondertussen bestaat in zo'n zestig procent van de natuurgebieden ter wereld een probleem met te veel stikstof (en in driekwart van de Natura 2000-gebieden in Nederland)".

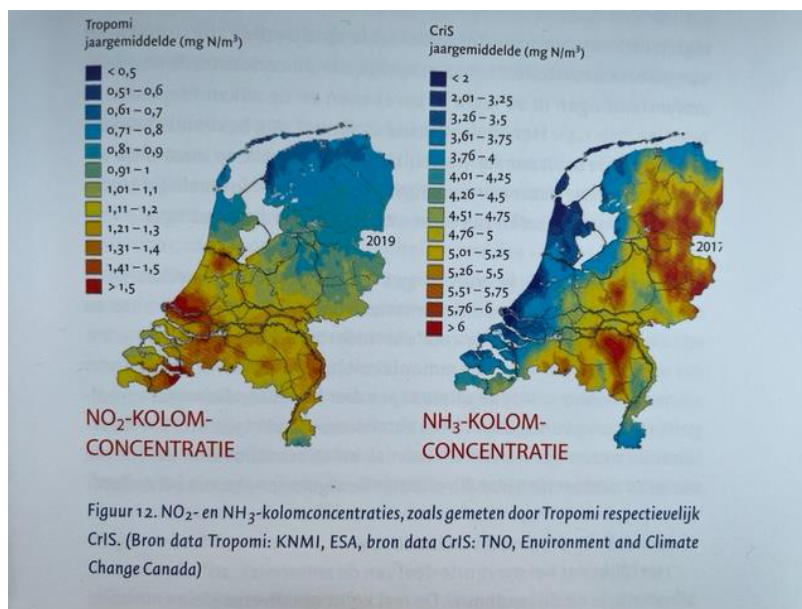
## Trends in de tijd

Er heeft de afgelopen 30 jaar al een forse reductie van de stikstofuitstoot plaatsgevonden, maar de laatste 10 jaar heeft de daling niet doorgezet. Voor 1990 waren er grote problemen met verzuring van de bodem met zwavel- en stikstofverbindingen, oa voor de bossen. Het zwavelprobleem is op land snel opgelost, terwijl de stikstof emissie tussen 1990 en 2015 terugliep van 470 naar 180 mln kg N. In diezelfde tijd liep de ammoniak-emissie uit de landbouw terug van 340 naar 115 kton NH<sub>3</sub>.



## Ruimtelijke verspreiding van NO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>

Onderstaande Figuur uit Erisman, de Vries e.a. (2021) geeft de kolomconcentraties voor NO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub> in Nederland. De hoogste concentraties voor NO<sub>2</sub> worden gemeten in het zuidelijke deel van Nederland met name in de industrie gebieden rond Amsterdam, Rotterdam, Antwerpen, west Noord-Brabant en noord Limburg. De hoogste concentraties NH<sub>3</sub> worden gemeten in de oostelijke helft van het land en met name in belangrijke agrarische gebieden.

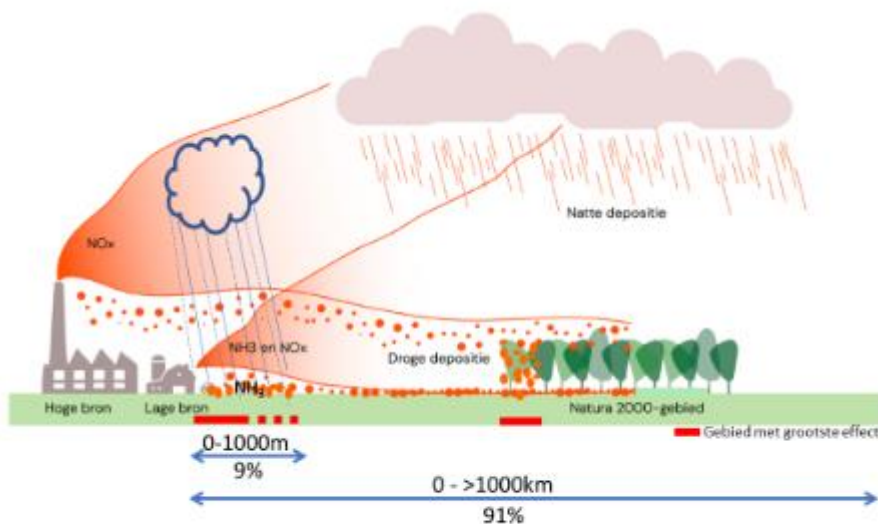


Opvallend zijn de lage NH<sub>3</sub> concentraties in de gehele kustzone. Dit is ook een belangrijke aanwijzing dat de RIVM-modelberekeningen waarbij men in de kustzone een meetcorrectie toepast onjuist is. Zie bijlage 2.

### Vraagtekens bij de effecten van stikstofdepositie op de natuur.

Er zijn ook wel meer vraagtekens te plaatsen bij de manier waarop de effecten van overvloedige stikstof uitstoot op de natuur worden geïnterpreteerd. Deze zijn vervolgens aanleiding tot een mogelijk te strak stikstofbeleid. Hoewel het zondermeer duidelijk is dat de stikstofuitstoot te hoog is en gereduceerd dient te worden is het de vraag of een generieke aanpak wel tot een optimaal resultaat leidt. Wat opvalt is dat in sommige gebieden het inderdaad slecht gaat met stikstof gevoelige planten, maar in andere gebieden doen die planten het wel goed ondanks de gemodelleerde stikstofdeken over Nederland.

Er is een groot verschil tussen droge en natte depositie van stikstofverbindingen wat ertoe leidt dat er concentratiegebieden zijn waar de effecten van depositie per  $m^2$  veel groter kunnen zijn.



Aangepast uit Erisman & Strootman. Naar een ontspannen Nederland

Bij de uitstoot van  $NH_3$  uit een puntbron op een moment dat het regent (natte depositie) zal het meeste daarvan in een gebied niet verder dan 1 km van de bron neerslaan. In Nederland is dit circa 9% van de uitstoot. In dit gebied heeft dat het grootste effect. De rest van de  $NH_3$  verspreidt zich in droge perioden over een veel groter gebied. Bij de droge depositie hangt het veel meer af van het reliëf, bijvoorbeeld of er bomen staan of niet en dan zullen in de bosrand waar de luchtstromingen snel geremd worden de grootste effecten optreden.

Bij de aanpak van de N-problematiek zou men hier meer rekening mee kunnen houden.

In de natuurlijke stikstofcyclus is denitrificatie de uiteindelijke omzetting van gebonden stikstof naar gasvormige  $N_2$ . Daarmee is de cyclus rond. Doordat de mens nu grote hoeveelheden gebonden stikstof aan deze cyclus toevoegt is een onbalans ontstaan. Maar dit neemt niet weg dat denitrificatie ook in de huidige beïnvloede gebieden een belangrijke rol kan spelen, waarbij ook de waterhuishouding hierop een positieve invloed kan hebben, dit wordt weinig genoemd in de rapporten over de stikstofproblematiek.

Er wordt veel gesproken en geschreven over allerlei natuurgebieden waar stikstofgevoelige planten niet meer voor zouden komen, maar het is misschien ook goed om eens na te gaan in welke natuurgebieden die planten nog wel voorkomen. Er is een voorbeeld op Texel van een gebied waar de Kritische Depositie Waarden worden overschreden maar waar op een aantal plaatsen nog wel degelijk zonnedauw en een aantal andere stikstofgevoelige planten

voorkomen. Breng alle gebieden waar dit het geval is beter in kaart en pas ook in het natuurbeleid en beheer meer maatwerk toe. (Zie ook bijlage 4).

### **Depositie vanuit de landbouw, het echte probleem voor de natuur**

Van de ca 110 000 ton  $\text{NH}_3$  die uit de landbouw geëmitteerd wordt vinden we 40 000 ton terug als depositie. Dit is ca de helft als ammoniak uit eigen landbouw en de andere helft uit  $\text{NO}_x$  en ammoniak uit buitenland. Dit is niet verrassend wanneer we bedenken dat stikstof vooral naar beneden komt bij regen. Het regent in Nederland zo'n 700 uren per jaar, een krappe 9 % van de tijd. Uit de Europese cijfers lezen we af dat ongeveer 100% van de uitgestoten  $\text{NH}_3$  als depositie terug te vinden is. In een klein land aan de kust met veel Westenwind, moeten we concluderen dat ca 80% van onze eigen emissie wegwaait naar rest van Europa en daar voor problemen kan zorgen. Het grondgebied van Europa is met 450 M ha ongeveer 110 keer groter dan dat van Nederland. De volledige depositie van de 3 miljoen ton N leidt tot 6,6 kg  $\text{NH}_3$ /ha depositie terwijl in Nederland 40 000 ton depositie resulteert in 10 kg/ha waarvan ongeveer 5 kg/ha uit de Nederlandse landbouw. Indien alle uitgestoten 110 000 ton  $\text{NH}_3$  weer terug zou komen zou dit 27kg/ ha bedragen. We kunnen concluderen dat in Europa de problemen niet veel kleiner zijn dan die in Nederland. Dit komt ook als resultaat van rapport over N en P footprint in Europa.

### **Landbouw en stikstofverwijdering (waterzuivering)**

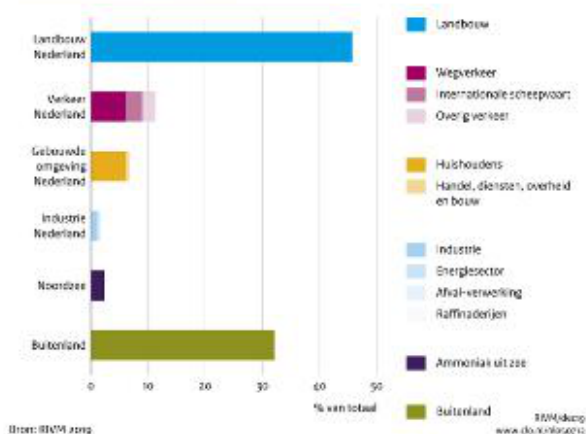
De Nederlandse landbouw voert nu een kleine 600 000 ton stikstof per jaar aan in de vorm van veevoergrondstoffen, kunstmest en depositie, om ca 120 000 ton aan stikstof in menselijke voeding te produceren. Er gaat dus 480 000 ton verloren in de vorm van ammoniak,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  uitstoot naar de lucht en nitraat uitspoeling naar grondwater. De  $\text{N}_2$  ontstaat na natuurlijke dan wel proces gestuurde (afvalwater installaties) nitrificatie en denitrificatie van ammoniak dat weer vrijkomt uit eiwit dat onverteerd in de mest terechtkomt en uit eiwit uit landbouwreststromen die op het veld achterblijven na de oogst. Deze  $\text{N}_2$  heeft geen negatief effect, immers 80% van de lucht die we inademen is  $\text{N}_2$ . Echter bij deze nitrificatie/ denitrificatie gaat wel alle energie verloren die nodig is om kunstmest uit de lucht te maken en wanneer je eiwit in landbouw reststromen nuttig in dier of menselijke voeding zou kunnen inzetten en kunt voorkomen dat eiwit onverteerd in de mest terecht komt, dan voorkom je daarmee ook nog eens de verliezen die nu gepaard gaan bij de teelt van die eiwitten en daarmee reduceer je emissies.

## Bijlage 2: Geeft onjuiste correctie in RIVM-stikstofmodel ruimte aan Bouw en Boeren?

art.5.1-2e

Het stikstof-model van het RIVM bevat een onverwachte onjuistheid. In het overzicht van de herkomst van de Nederlandse stikstofdepositie uit 2019 staat een substantiële bijdrage als ammoniak uit de zee opgenomen.

Herkomst stikstofdepositie, 2018



De RIVM-grafiek met ammoniak uit zee.

In bovenstaande grafiek over de herkomst van stikstofdepositie ( $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_x$ ) staat dat ruim 2% in de vorm van ammoniak uit de Noordzee komt, dat is zelfs meer dan totaal uit de Nederlandse industrie. Maar er komt geen ammoniak uit de Noordzee.

Bij nalezen van het RIVM-rapport over ammoniak depositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzeekust (H. Noordijk e.a., 2014) blijkt dat er een verschil is tussen de gemeten en de berekende ammoniak waarde, er wordt meer gemeten dan berekend. Om dit gat te vullen heeft men in het model een hoeveelheid ammoniak toegevoegd zodat model en metingen overeenkomen. Vervolgens probeert men in het genoemde rapport hard te maken dat deze hoeveelheid ammoniak uit de Noordzee komt. Maar uit verschillende berekeningen aan concentratiegradiënten en fluxen uit de Noordzee blijkt dat dit niet het geval is. Er komt geen of nauwelijks ammoniak uit de Noordzee, dat kan ook helemaal niet, pH en ammonium-concentraties en -gradiënten zijn daar niet geschikt voor.

De in het model toegevoegde ammoniak heeft grote gevolgen voor de stikstofdepositie met name in de kustgebieden, zo voegt dit voor de natuurgebieden op Texel 237 mol stikstof per hectare toe, zijnde 25% van het totaal.

Hierover is begin februari 2020 met het RIVM gesproken. Daarna heeft het RIVM aangegeven dat de term ammoniak uit de Noordzee niet klopt en dit eerst veranderd in ammoniak van de Noordzee. Later is hier 'meetcorrectie' van gemaakt (zie ook bijlage 3). Inmiddels is het RIVM het er mee eens dat er nooit zoveel ammoniak uit zee kan komen en er dus een andere reden moet zijn voor het verschil tussen berekende en gemeten waarden aan de kust.

Volgens het RIVM kloppen de metingen wel, maar zijn de concentraties inderdaad erg laag. Het RIVM benadrukt dat de metingen voor hen leidend zijn en dat de modellering ondersteunend is aan de metingen. Maar als deze ammoniak uit zee niet bestaat en er ook geen andere bron kan worden aangewezen, zit er een serieuze overschatting van de stikstofdepositie in het RIVM model. Dit betekent voor de Nederlandse kust een verschil van 25-29%. Voor heel Nederland is de totale stikstofdepositie dan ruim 2% lager dan gesteld. Dat de stikstof uitstoot naar beneden moet staat vast. Maar als de correctie in het RIVM-model wordt weggelaten geeft dat ons, ook

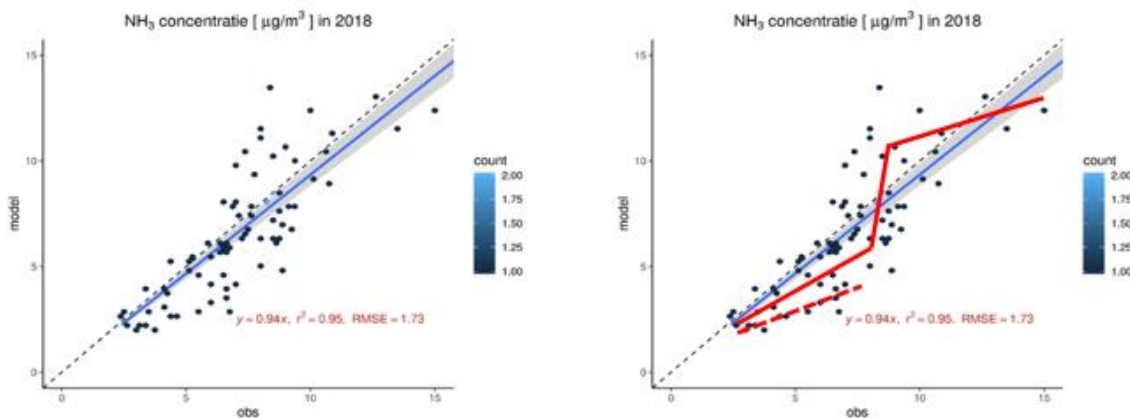


juridisch, meer tijd om naar oplossingen te zoeken. En als we dan de CO<sub>2</sub> uitstoot naar beneden brengen om het klimaat te redden gaat de stikstofuitstoot vanzelf wel mee.

In het boekje 'Stikstof-de sluipende effecten op natuur en gezondheid' van Erisman en de Vries (2021), staat op bladzijde 30 een figuur met daarin aangegeven hoeveel ammoniak per deelgebied uit zee komt en op bladzijde 42 dat er nieuwe ammoniakbronnen zijn ontdekt waaronder algen voor de kust. Maar algen nemen ammoniak op en zijn zelf geen bron. Beide vermeldingen zijn onjuist en de auteurs hebben inmiddels aangegeven dat ze bij de opmaak vergeten waren om dit uit het boekje te verwijderen.

Het RIVM gaat er dus vanuit dat de metingen kloppen en dat dit een positieve meetcorrectie langs de gehele kust rechtvaardigt. (De geschatte foutmarge in het nationale totaal is ca 30% voor NH<sub>3</sub> en 20% voor NO<sub>x</sub>. Lokaal kunnen de afwijkingen beduidend hoger zijn.) Maar als de metingen en de interpretatie daarvan niet kloppen is een andere benadering gerechtvaardigd.

Het blijkt dat het RIVM-model niet aan deposities gevalideerd wordt maar alleen aan concentraties in de lucht (LML-meetnet en MAN meetnet met ca 80 meetsites). Ter informatie een voorbeeld van een validatie met op de X-as de metingen en op de Y-as de model uitkomsten (grafiek links).



Er is een lineaire fit door de punten berekend. Maar de punten vormen eerder een S-curve, die in de grafiek rechts handmatig is ingetekend (geschat, niet berekend). Bovendien lijken linksonder in de grafieken een rijtje punten te liggen dat een eigen lijn lijkt te volgen (rode stippellijn). Het is duidelijk dat met name in het linkerdeel van de figuur de metingen aanzienlijk hoger liggen dan de modelberekeningen.

Dit zou kunnen betekenen dat voor deze range van waarden een andere correctie zou moeten worden toegepast. Met name in de gehele kustzone zijn de gemeten waarden relatief laag en het is de vraag of het gestippelde lijntje de situatie in de kustzone niet beter weergeeft dan de getrokken lijnen.

Het RIVM heeft aangegeven dat zij inmiddels ook meer met een S-curve hebben gerekend i.p.v. de lineaire fit. Dit zou in het lage concentratiegebied tot lagere depositie waarden moeten leiden, maar daarover is in de getallen die voor Texel worden gehanteerd tot nu toe niets te merken.

Waarschijnlijk geven de metingen redelijk goed de concentraties van  $\text{NH}_3$  in de lucht weer, maar in het gehele kustgebied zijn daar vraagtekens bij te plaatsen, de metingen zijn hoger dan de modelwaarden.

Het RIVM corrigeert hiervoor middels een meetcorrectie, maar mogelijk gaat het hier om een meetartefact waardoor de metingen in de kustzone systematisch te hoog zijn. Het artefact kan veroorzaakt zijn door wind, turbulentie, salt spray of opstuiven ter plaatse of door contaminatie bijvoorbeeld door vogels.

De metingen worden verricht met zogenaamde Gradko passive samplers. In 2018 heeft het RIVM een rapport over de kwaliteit van deze meetmethode uitgebracht (RIVM Report 2018-0105) waarbij in publieksamenvatting staat: [citaat]“zonder kalibratie zijn de metingen van de Gradko-samplers systematisch te hoog, vooral in het lage concentratiebereik. Na kalibratie is deze systematische afwijking niet meer aanwezig. De kalibratieprocedure corrigeert ook voor meteorologische invloeden wat de ruis in de metingen vermindert. De nauwkeurigheid van de gekalibreerde Gradko-metingen is dan goed vergelijkbaar met die van verschillende andere goedkope meettechnieken” [einde citaat]. Maar het is maar de vraag of men op alle meetpunten gekalibreerd heeft en of men dit ook regelmatig weer herijkt. Met name in kustgebieden met relatief lage concentraties zou dit effect kunnen hebben op het verschil tussen gemeten en gemodelleerde waarden.

Ook het lokale gebruik van de samplers roept wel vraagtekens op



Op bijgaande foto's staan een meetpunt bij het Zwanenwater bij Callantsoog (boven) en bij Paal 9 op Texel (onder). In de buisjes met rode en gele doppen wordt een maand lang de ammoniak in de langsstromende en naar binnen diffunderende lucht in een sterk zuur opgevangen. Maandelijks worden de buisjes vervangen. In de koker op de bovenste foto wordt nitraat gemeten.

Wat opviel was dat dit meetpunt in het Zwanenwater binnen 150m vanaf een aalscholverkolonie ligt. Bij de heersende wind kan de ammoniak die vrijkomt bij de afbraak van urinezuur de metingen zeker beïnvloeden (zie ook de grafiek over de pinguïnkolonie in bijlage 1). Op Texel ligt het meetpunt in een meeuwenkolonie waarbij de meetpaal regelmatig door de meeuwen met fecaliën bedekt wordt. Dit zou een verklaring voor de hoge metingen kunnen zijn en rechtvaardigt een benadering waarbij niet de modelwaarden maar de meetwaarden (verder) gecorrigeerd zouden moeten worden.

De AERIUS calculator (b)lijkt een landelijke boekhoudbenadering en maar gedeeltelijk een procesmodel. Deze benadering is geschikt voor het over Nederland uitsmeren van (deels niet bestaand)  $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_x$ , maar niet voor het berekenen van de N-deposities in gevoelige natuurgebieden.

Voor verschillende Natura-2000 habitattypen zijn Kritische Depositie Waarden (KDW's) berekend. In vele gebieden worden die met de huidige berekeningen overschreden waarbij het juridische kader afdwingt dat de bronnen niet mogen uitbreiden en zelfs in vele gevallen moeten reduceren. Er zijn vraagtekens te plaatsen bij deze berekeningen en bij de effectiviteit van een landelijke benadering. Ook kan het geen kwaad voor de verschillende deelgebieden te bekijken hoe en vanuit welke bron de KDW's worden overschreden. Op Texel gebeurt dit oa door stikstof uit zee. Terwijl het RIVM nu toegeeft dat er nooit zulke hoeveelheden ammoniak uit zee kunnen komen. Als die ammoniakbron echt niet bestaat, worden op Texel de KDW's niet of nauwelijks meer overschreden en kan men vraagtekens plaatsen bij de vraag vanuit de Provincie aan de Texelse agrarische sector om binnen 4 jaar hun uitstoot met 50% te verkleinen. Omdat de KDW's en de (potentiële) overschrijding daarvan landelijk in juridisch beton zijn gegoten wordt een kritische integrale analyse van deze problematiek aanbevolen.

### Bijlage 3: Memo van RIVM over ammoniak uit zee (zie met name laatste alinea op pagina 2).



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

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl

KvK Utrecht 30276683

T 030 274 91 11  
info@rivm.nl

**Datum**  
15 april 2021

**Ons kenmerk**  
MIL-2021-0013 CB-avdh

## memo

Onderzoek naar Ammoniak uit zee

### **Ammoniak uit zee: stand van zaken**

Het RIVM zet nader onderzoek op naar de achtergronden van de stikstofdepositie in het kustgebied. In het verleden is een verschil tussen metingen en berekeningen van stikstof geconstateerd in het duinengebied. Daarvoor is een functionele correctie in het model toegepast. Nieuwe inzichten hebben ertoe geleid dat aanvullend onderzoek is gestart naar de verklaring voor dit verschil. In deze notitie geven we de stand van zaken weer en wat de betekenis is voor het gebruik van de stikstofdepositiecijfers.

#### **Inleiding / Algemeen**

In het RIVM rapport 'Ammoniakdepositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzeekust' (Noordijk et al., 2014) is een analyse gemaakt van het verschil tussen de gemeten en de berekende ammoniakconcentraties met het OPS model. Dit verschil is in populair taalgebruik het 'duinengat' genoemd en werd later 'ammoniak vanuit zee'. Maar dit begrip 'ammoniak uit zee' is feitelijk een verwarrende term en zorgt mogelijk voor onduidelijkheid. Hierna wordt daar verder op in gegaan.

#### **Huidige stand van zaken**

De emissie 'vanuit zee' was dus in eerste instantie een middel om het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie van ammoniak te minimaliseren. Hierbij werd het algenpatroon in zee gebruikt om de emissies ruimtelijk te kunnen verdelen. De concentratie van algen in het zeewater is verder niet gebruikt om de grootte van de emissies te berekenen.

Deze bijdrage werd als een aanvulling op de zogenaamde 'meetcorrectie' in de GCN/GDN berekeningen meegenomen. In de loop der tijd zijn de emissies als aparte broncategorie genoemd in de berekeningen en kregen daarmee ook een naam: 'ammoniak uit zee'.

Verschillende vragen over deze bijdrage vanuit zee waren de aanleiding om deze bron van ammoniak opnieuw tegen het licht te houden.

Sinds het onderzoek uit 2014 is het aantal meetlocaties in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) langs de kust uitgebreid (vooral in het zuiden van het land). Ondertussen is ook een langere reeks met metingen voor de kustlocaties beschikbaar, waarmee mogelijk een beter beeld verkregen kan worden van de oorzaken van het verschil. Daarnaast zijn er een aantal nieuwe aspecten die mogelijk een rol kunnen spelen bij de verklaring van de hogere concentraties in de duinen en die nader onderzocht zullen worden: bijvoorbeeld NH<sub>3</sub> emissie door zeescheepvaart en NH<sub>3</sub> emissie door tot nu toe onbekende lokale bronnen. Ook zal er opnieuw naar de kwaliteit van de metingen gekeken worden.

**Datum**  
15 april 2021

**Ons kenmerk**  
MIL-2021-0013 CB-avdh

#### ***Hoe nu verder?***

In de continue inspanning om de onzekerheden in de depositieberekeningen te verkleinen is het RIVM in 2020 begonnen met verder onderzoek. De resultaten van dit onderzoek komen naar verwachting in het derde kwartaal van 2021 beschikbaar in de vorm van een RIVM rapport.

Intussen zal de verwarrende term 'ammoniak van zee' vervallen en geformuleerd worden als 'meetcorrectie'. Dit heeft geen consequenties voor de absolute stikstofdepositie en daarmee de overschrijding van de kritische depositiewaarden. De relatieve bijdrage van de verschillende broncategorieën (buitenland, verkeer, landbouw, etc.) aan de berekende depositie (op basis van de bekende bronnen) kan er wel door veranderen. Ondanks de mogelijke verandering in de relatieve bijdrage, zal er uiteindelijk geen verandering optreden van de absolute depositiebijdrage.

De laatste alinea roept vraagtekens op, zeker nu er geen ammoniak uit zee komt. Het is logisch dat als er een bron wegvalt dat de percentages van de andere bronnen toenemen en dat de absolute bijdrage van de overige bronnen gelijk blijft. Maar de totale hoeveelheid stikstof die 'beschikbaar' is voor depositie wordt verlaagd met de hoeveelheid van de niet bestaande bron. En dus wordt de depositie lager en de KDW minder snel overschreden.

## Ammoniak uit zee: plan van aanpak voor verder onderzoek

**Datum**  
15 april 2021

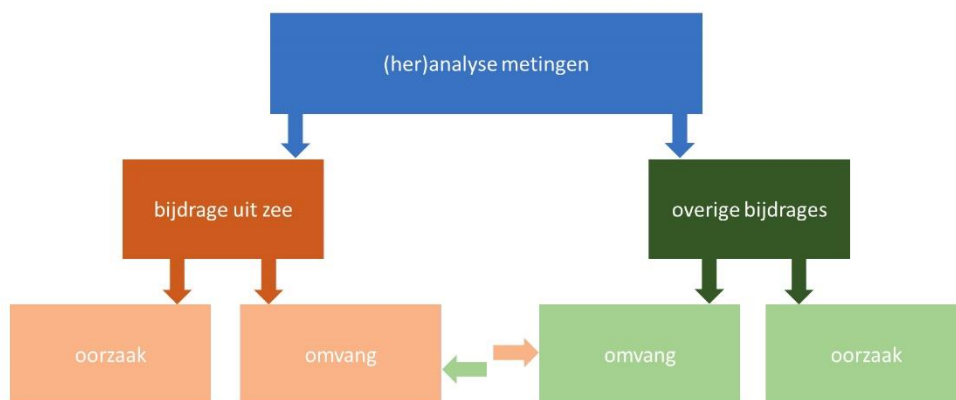
**Ons kenmerk**  
MIL-2021-0013 CB-avdh

### *Inleiding/algemeen*

Zoals in het eerste deel van dit document is weergegeven zijn er sinds het onderzoek in 2014 nieuwe inzichten en gegevens. Het idee van een bijdrage uit zee was destijds grotendeels gebaseerd op gemeten concentraties op verschillende afstanden van de kust. Een heranalyse van de metingen is nodig, met als kernvragen:

- geeft het huidige beeld omtrent de metingen en de bronnen (nog steeds) aanleiding om een bijdrage vanuit zee te veronderstellen
- hoe groot is die bijdrage dan
- is er dan nog een discrepantie tussen metingen en berekeningen en hoe groot is die

De onderzoeksstappen zijn hieronder aangegeven en toegelicht. De resultaten van dit onderzoek komen naar verwachting in het derde kwartaal van 2021 beschikbaar.



### *Te nemen stappen*

#### 1. (her)analyse meettransecten vanaf kust

Allereerst is er een heranalyse van de metingen nodig. Deze heranalyse wordt gedaan op basis van de complete tijdreeks van de MAN concentraties voor de verschillende meetlocaties langs de kust. De heranalyse moet uiteindelijk duidelijk maken of er nog steeds een reden is om te veronderstellen dat er sprake is van een gradiënt vanaf de kust.

#### 2. onderzoek naar bijdrage uit/van zee

Afhankelijk van de heranalyse van de metingen zal moeten blijken of er nog sprake is van een substantiële bijdrage uit zee en of die bijdrage overal even groot is.

Wanneer inderdaad blijkt dat deze bijdrage kleiner is dan tot nu verondersteld, zal daaruit ook automatisch volgen dat er dus sprake moet zijn van een grotere bijdrage vanuit andere bronnen. Voorbeelden van bronnen die hier mogelijk een rol zouden kunnen spelen zijn de bovengenoemde emissie door zeescheepvaart of door tot nu toe onbekende lokale bronnen. Echter, er kan ook sprake zijn van meetartefacten of modelonzekerheden die een rol kunnen spelen bij de geconstateerde verschillen tussen meting en model.

**Datum**  
15 april 2021

**Ons kenmerk**  
MIL-2021-0013 CB-avdh

### 3. onderzoek naar omvang en oorzaak

Voor dit onderdeel zal voor de verschillende mogelijke oorzaken voor het verschil nader onderzocht moeten worden wat de exacte oorzaak is en een schatting van de omvang (in welke mate draagt het bij aan het verschil). Hierbij steeds het onderscheid tussen een mogelijk bijdrage uit/van zee en mogelijke overige bronnen.

## Bijlage 4: Hoe om te gaan met de natuur in Nederland?

art.5.1-2e

Nederlandse natuur is (meestal) niet natuurlijk en vraagt voortdurend onderhoud. In haar proefschrift getiteld "Scheidslijnen in het denken over Natuurbeleid in Nederland, een genealogie van vier ecologische theorieën" uit 2002 beschrijft art.5.1-2e de verschillende visies die in de loop der tijd over natuurbeheer zijn ontstaan.

Dit zijn (overgenomen uit een artikel van art.5.1-2e in de Volkskrant in 2002):  
 De *vitalistische/holistische* stroming waarin de plant- en diergemeenschappen eenheden zijn en dat er krachten zijn die deze planten en dieren bijeenhouden. Het resultaat is een ecosysteem dat jong begint, zich ontwikkelt en dan in afwezigheid van menselijk ingrijpen zijn maximale diversiteit bereikt. Daarna begint de cyclus opnieuw met hetzelfde eindresultaat, het natuurlijke evenwicht.  
 De *cybernetische stroming*: biodiversiteit wordt bereikt door zorgvuldig beheer, op voorwaarde dat alle kennis over het functioneren van een ecosysteem bekend is.  
 De *dynamische richting*: natuur kan niet in evenwicht zijn, omdat verandering en versterking normaal zijn. Planten en dieren verdwijnen en andere komen ervoor in de plaats. Het model is nauw verwant met het economisch model van art.5.1-2e. Hun belangrijkste zorg is dat de verontreiniging van lucht, water en bodem wordt tegengegaan.  
 De *chaosaanhangers*: zij hadden de meeste moeite met het verklaren van diversiteit. Voor hen was dat onvoorspelbaar en onstuurbaar. Weinig ingrijpen door de mens was daarom het devies.

In haar proefschrift beschrijft art.5.1-2e de verschillende aanhangers van deze visies en hoe men daar mee om is gegaan. Zo blijkt dat verschillende ministeries verschillende visies aanhingen/hangen, en dat er in het natuurbeheer nooit een eenduidige aanpak is geweest. Bijvoorbeeld in het milieubeleid van Rijkswaterstaat kan de dynamische theorie als basis voor het beleid worden herkend, terwijl de cybernetische stroming wordt teruggevonden bij voormalig VROM en in de opdracht van het ministerie van LNV aan provincies (art.5.1-2e 2002). Maar bij dat laatste doet men dit vaak zonder de noodzakelijke kennis op de juiste schaal. Met de uitkomst van het proefschrift van art.5.1-2e is nooit echt iets gedaan om tot beter natuurbeheer te komen.

Nu is het maar de vraag of deze visies wel zo los van elkaar staan als met deze indeling gesuggereerd wordt. Is een holistische kijk op een dynamisch systeem, zorgvuldig beheerd, rekening houdend met chaotisch gedrag en lokaal aangepakt, niet de beste manier van natuurbeheer in een land waar vrijwel alle natuur al door de mens is gecreëerd? Dat vraagt dan om een integratieve aanpak met maatwerk in verschillende natuurgebieden. En als duidelijk is dat bepaalde planten of gemeenschappen niet of nauwelijks terug kunnen komen zou je dat lokaal ook mee kunnen nemen.

art.5.1-2e is één van de initiators van natuurbeheer in Nederland en in zijn proefschrift getiteld art.5.1-2e "Natuurbescherming als toevluchtsoord" beschrijft art.5.1-2e de belangrijke rol die art.5.1-2e heeft gespeeld. Daarbij heeft art.5.1-2e een indeling van onze landschappen gemaakt op grond van de mate waarin de mens invloed op ze uitoefent. Het betreft de volgende categorieën:

- Natuurlijke landschappen,
- Min of meer natuurlijke landschappen,
- Halfnatuurlijke landschappen,
- Cultuurlandschappen



En mogelijk moeten we daar in de tegenwoordige tijd nog aan toevoegen:

- Productie landschappen met zeer intensieve landbouw
- Gebieden met verstedelijkingsopgave (Fig 5.14 in Erisman en Strootman, 2021)
- Gebieden met weidevogelopgaven (Fig 5.14 in Erisman en Strootman, 2021)
- Gebieden met energieopgaven (wind en zon).

art.5.1-2e gaf aan dat de levensgemeenschappen zijn gebonden aan speciale constellaties van milieufactoren waarvan de menselijke invloed er één is, naast de invloed van klimaat, bodem, reliëf en grondwater. En onder milieu-eisen verstaat art.5.1-2e niet alleen een specifiek, expliciet meetbare factor van invloed op de groei van de plant, zoals vochtigheid, zuurgraad of nitraatrijckdom, maar ook de sterkte van een gradiëntsituatie ter plekke, dus de heftigheid waarmee twee contrasterende milieufactoren op een standplaats kunnen wisselen (Saris, 2018). Voor natuurbeheer is ook integratief maatwerk noodzakelijk waarbij lokaal rekening wordt gehouden met alle hiervoor genoemde invloeden.

Andere benaderingen van natuurbeleid kunnen afgeleid worden uit een discussie over Wolf en Moeflon van art.5.1-2e (WUR) waarin onderscheid wordt gemaakt tussen:

Antropocentrische visie	de mens centraal
Biocentrische visie	het dier centraal
Ecocentrische visie	het ecosysteem centraal

Ook de begrippen conservatief, progressief en fundamenteel kunnen hier nog bruikbaar zijn. Conservatief is dan alles zoveel mogelijk behouden, progressief is ingrijpen om naar een afgesproken situatie te gaan en fundamenteel is terug naar overgrootmoeders tijd.

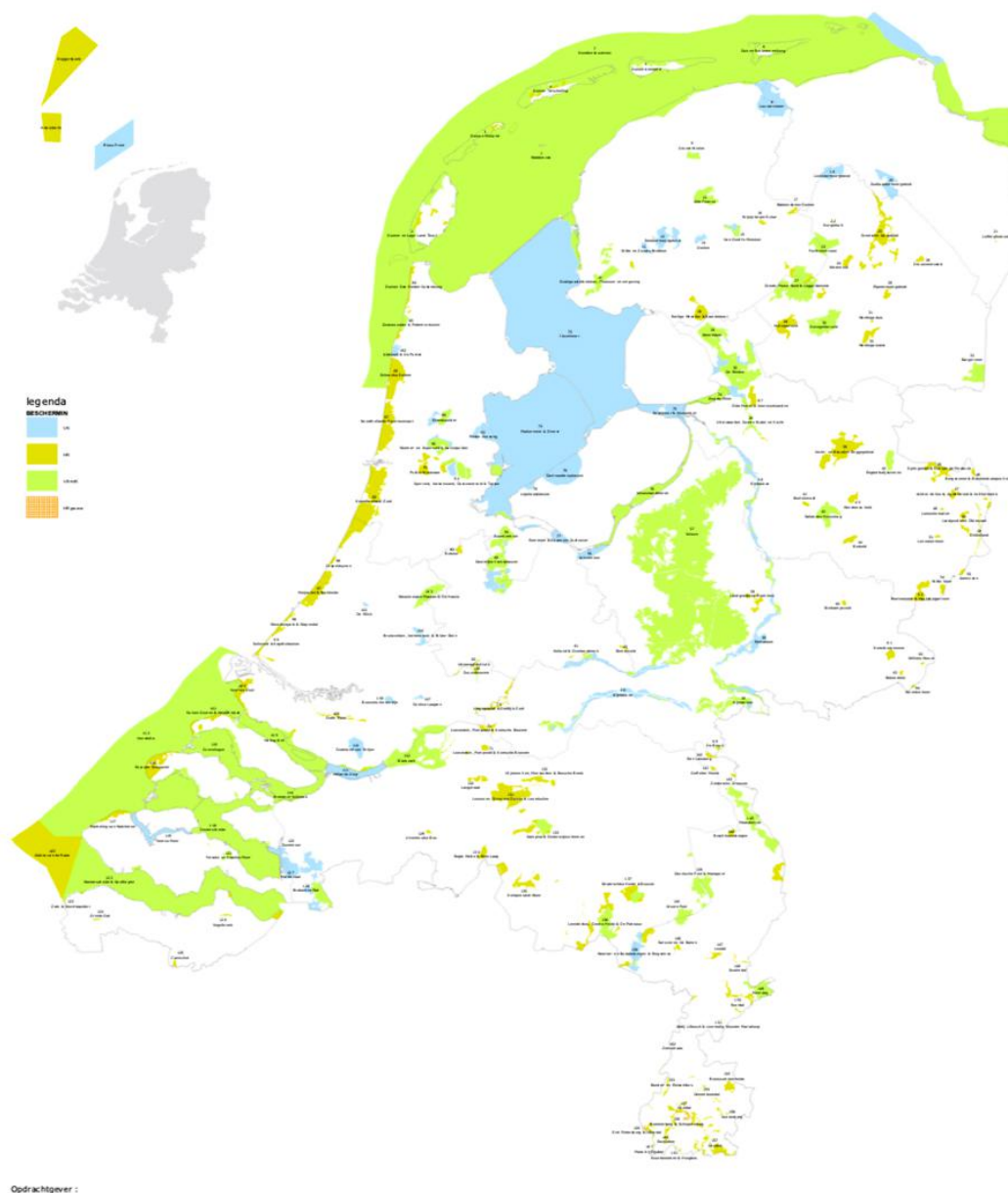
*Gezien de enorme complexiteit waar Nederland zich in begeeft als klein krap land waar weinig echte natuur meer bestaat, en waar alleen maar meer wensen zijn om infrastructuur of woningen te gaan bouwen, is het belangrijk dat wij tot een nieuwe politieke benadering en visie komen, die doelgericht in elkaar zit en gebaseerd is op een combinatie van visies die er in de afgelopen 100 jaar over de Nederlandse natuur zijn ontwikkeld.*

*Als wij de locatie/regio centraal gaan stellen waar natuur/biodiversiteit, landschapselementen en boeren etc. aanwezig zijn, en wij gaan samen lokaal kijken naar de belangen van die specifieke locatie(s), dan gaan wij toe naar een echt nieuwe visie en ook nieuwe politiek voor landsinrichting. Feitelijk wordt een integrale visie ontwikkeld zijnde een mix van bovenstaande visies, waarmee de natuur op lokaal/regionaal niveau werkelijk met maatwerk benaderd wordt.*

*Natuur en biodiversiteit komen ook meer centraal te staan. Is dat niet wat wij allen graag willen? De natuur in Nederland heeft echt maatwerk nodig om überhaupt straks nog over 'natuur in Nederland' te kunnen blijven spreken. Voor dat belang mogen wij best meer 'out of the box' of nieuw gaan omdenken. Als wij natuurinclusiviteit echt belangrijk vinden zullen wij ook een integratieve benaderingswijze omtrent Nederlandse natuur moeten willen ontwikkelen, waarbij we rekening houden met gezonde natuur, voldoende voedsel voor iedereen en een gevarieerd landschap en met de belangen van alle betrokkenen inclusief de agrarische sector.*

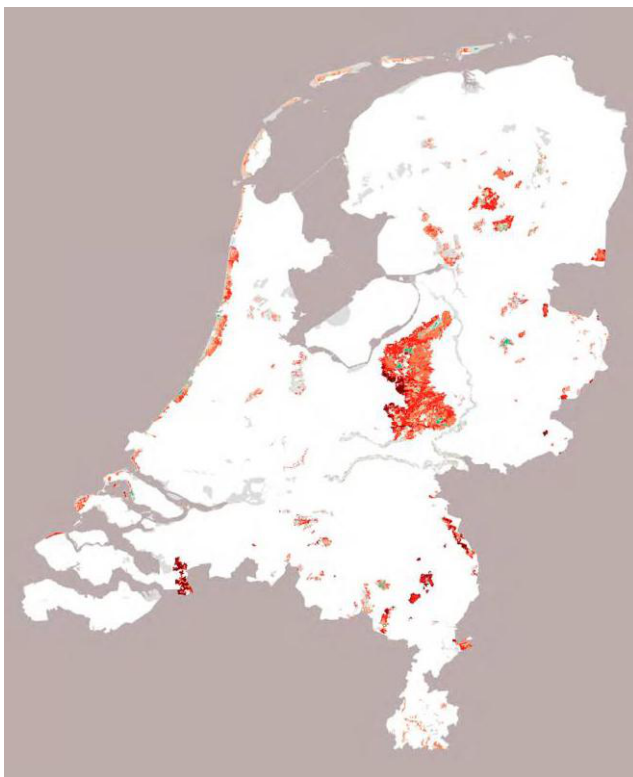
In de volgende kaarten staat een overzicht van alle Natura-2000 gebieden in Nederland, de overschrijding van de Kritische Depositiewaarden in de Natura 2000 gebieden en een voorbeeld van een gebiedsgerichte aanpak op de vierkante km.

Mogelijk zijn deze kaarten en andere informatie te gebruiken om naast een op maat aanpak van de landbouw zoals voor een paar grote gebieden voorgesteld in Erisman en Strootman,(2021), ook maatwerk te leveren voor Natura-2000 gebieden waar de KDW wordt overschreden, en daarbij nog veel meer rekening houdend met lokale NH<sub>3</sub> bronnen en de afstand van de natuurgebieden tot die bronnen.



<https://www.milieuzaken.org/Natura%202000-gebieden.php>

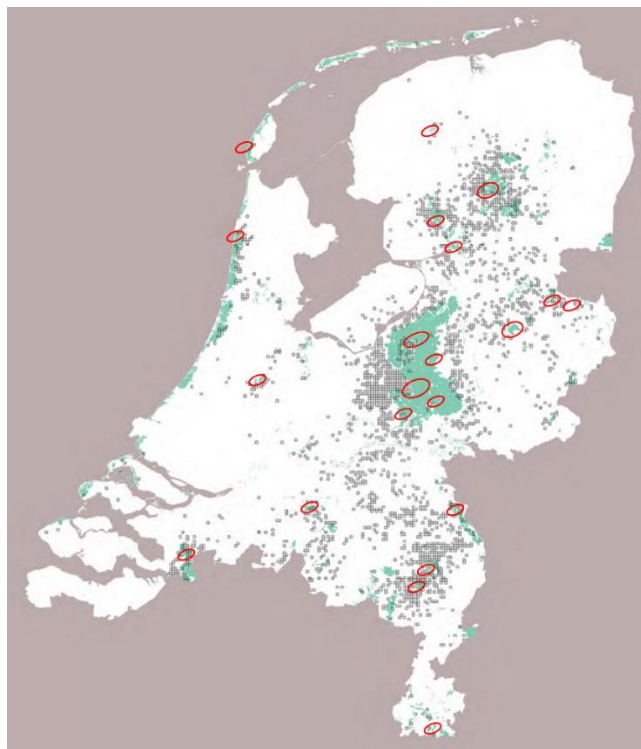
Overzichtskarta van alle Natura 2000 gebieden in Nederland



Overschrijding Kritische Depositiewaarden in Natura-2000 gebieden vanuit alle stikstofbronnen in 2018 (mol/ha/jaar).  
Uit: Erisman & Strootman. (2021). Naar een ontspannen Nederland

Opvallende gebieden hierbij zijn:  
De duinen langs de gehele Nederlandse kust  
De Veluwe  
Weerrribben & De Wieden  
Hart van Noord-Nederland  
Midden-Overijsel  
De Peel en omgeving

De volgende Figuur komt van bladzijde 108 uit Erisman & Strootman. (2021).

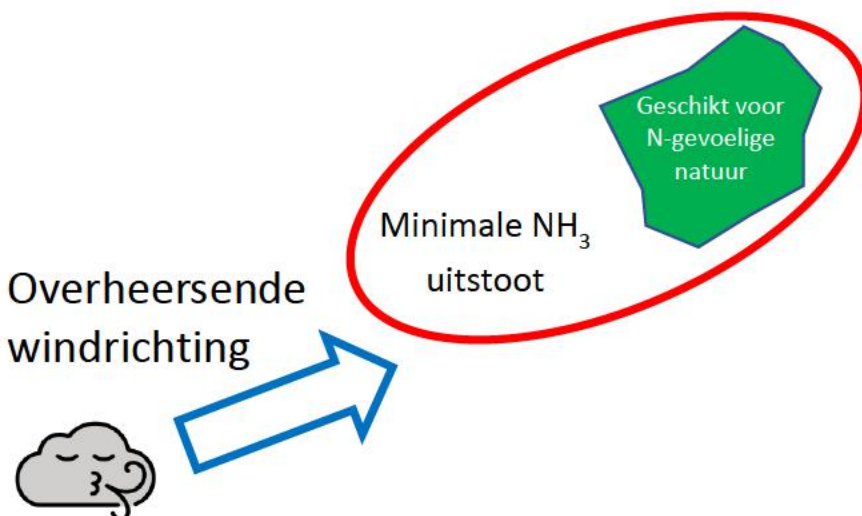


De figuur geeft de km-vakken optimalisatie 10\_66\_75 op basis van depositiebijdrage. 10% generieke reductie van stikstofemissies. 66% reductie van stikstofemissies in 2655km-vakken (open vierkantjes) zodat de KDW-bijdrage landbouw in 75% van de Natura 2000-gebieden naar 0 gaat.

In groen zijn de gevoelige Natura 2000-gebieden aangegeven.

De rode ellipsen zijn door [art.5.1-2e](#) toegevoegd als mogelijke voorbeelden van excellente natuurgebieden waar aan de bovenwindse kant de ammoniak uitstoot binnen de ellips zoveel mogelijk tot nul wordt gereduceerd. (ps de ellipsen zijn willekeurig in de groene gebieden aangegeven, dit moet later nader onderbouwd worden).

In de aanpak van Erisman worden de vierkante kilometers aangegeven waarbinnen de extra aanpak van de lokale ammoniak uitstoot het meeste rendement voor de natuur heeft (dit geldt voor scenario 10\_66\_75, er zijn ook andere scenario's mogelijk). Wij stellen voor om iets soortgelijks voor de natuur te doen. Dus binnen de bestaande gevoelige gebieden ook km-vakken aan te brengen die aangeven in welke gebieden een optimaal beheer (niet alleen stikstof maar ook vernatting/verdroging, begrazing, toegankelijkheid etc.) met vrij grote zekerheid tot de gewenste flora en fauna samenstelling en dus biodiversiteit zal leiden.



Voor stikstofgevoelige Natura 2000 gebieden is het daarbij ook belangrijk rekening te houden met een boven- of benedenwindse ligging tov  $\text{NH}_3$ -puntbronnen. Met name de puntbronnen aan de bovenwindse kant moeten dan gereduceerd worden (Zie de tekening)

Voorgesteld wordt om in een paar deelgebieden dit verder uit te werken, bijvoorbeeld op Texel (Nationaal Park en Waalenburg) en in en rond de Peel. Ten principale zou ook in gebieden zonder formele natuur maar wel met cultuurnatuur kunnen worden gekeken, bijvoorbeeld in de Haarlemmermeer.

En we zouden ook aandacht kunnen geven aan kwetsbare soorten die je steeds minder ziet zoals door Greenpeace opgevoerd: Klokjesgentiaan, Witte snavelbies, Jeneverbes, Rozenkransje, Kruiptrem, Beenbreek, Valkruid, Korhoen, Zilveren maan, Nachtpauwoog, Klapekster, Veenhooibeestje, Heidehommel, Paapje, Draadzegge, Gevlekte orchis, Heidekartelblad, Lavendelhei, Soldaatje, Aarddistel, Vliegenorchis, Herfstschroeforchis, Zinkviooltje, Geelbuikvuurpad, Klaverblauwtje, Hazelmuis, Boshommel, Drijvende waterweegbree, Blauwe knoop, Heikikker, Tapuit, Moeraswespenorchis, Parnassia, Nachtegaal, Zandhagedis, Hondsviooltje, Veldkrekkel, .....

En ook aan de verdringingssoorten die we steeds meer zien: Pijpenstrootje, Bochtige smelle, Gewone braam, Zachte berk, Gewoon struisgras, Amerikaanse vogelkers, Gewone vlier, Pitrus, Grote brandnetel, Gestreepte witbol. Brede stekelvaren, Gevinde kortsteel, Knolrus, Rankende helmbloem, Zandzegge, Duinriet, .....

Voor het Zwanenwater en Texel gaf [art.5.1-2e](#) Boswachter Ecologie, Noord-Holland-Noord van Natuurmonumenten de volgende informatie: "Veel van de planten die in de duinen

voorkomen, zijn soorten van schrale omstandigheden. Een direct effect [van stikstof, HL] kan ik niet noemen, maar een indirect effect wel: het is zo dat veel van de schrale soorten de concurrentie niet aankunnen van soorten die bevoordeeld worden door stikstof. Dus door de vergrassing en vermossing van het duin door stikstofdepositie verdwijnen zandige stukjes, waardoor bv hondsviooltje, duinviooltje, zandblauwtje niet meer kunnen kiemen. Of deze soorten raken overgroeid door grassen. Dit heeft weer effect op de soorten die daarvan leven, zoals parelmoervlinder die zijn eitjes op viooltjes legt. In de duinen van Texel is het rozenkransje een soort die aan het verdwijnen is door dit proces. Maar dit geldt meer voor de droge duinsoorten, duinvalleisoorten (die vaak zeldzamer zijn door de kleine oppervlakte van duinvalleien) zijn wat voedselrijkere omstandigheden gewend door de aanwezigheid van een organische laag in de valleien. Zo lang we die blijven maaien, blijven de soorten wel aanwezig.”

Tot slot: Natuurverbetering, een meer filosofische benadering.

*De wet stikstofreductie en natuurverbetering roept de vraag op wat wij onder die natuur verstaan en hoe maakbaar die natuur is. Waar het gaat over “de halvering van de veestapel” en “kringloop landbouw” hebben we het over vermessing van ons landschap en daarbinnen de kwetsbare natuur van Natura 2000 gebieden. Omdat het bij natuur in Nederland eigenlijk overal (dus binnen en natuurlijk helemaal buiten natuurreservaten) over halfnatuur gaat is het onuitgesproken vertrekpunt dat die natuur maakbaar is. Uit niets blijkt echter dat het beter met de natuur gaat ondanks de miljarden die we erin investeerden (Trouw, sept 2021). Er zit dus iets helemaal fout zowel in de praktijk van het natuurbeheer als in ons denken over natuurzorg, dus in de theorie. Er zijn wel 50 definities van natuur maar evident is dat het publieke denken gaat over de kleine natuur in de vorm van franje in het landschap, hooguit de sluitpost in gebiedsontwikkeling.*

*Strijdig met het woord natuurZORG is dat natuur vrijwel niets kost. Erger nog, het idee leeft dat natuur een verdienmodel is, immers ook oogstnatuur is groen en telt mee bij het begrip natuur, ook bij de grote natuurbeschermingsorganisatie [art.5.1-2e](#) 2021 ). En ja, fotosynthese is natuurlijk een hoofdpost op de grote balans van het Leven. Maar ondertussen hebben we het over de grote natuur waar we zelf een onderdeel van zijn. En via de mest (eten en poepen) komen we dan uit bij de stikstofcyclus die zich afspeelt van bacterie tot walvis en die met andere cycli ons dwingt na te denken over de analyse, samenhang en volhoudbaarheid van natuur en voedselproductie op mondiale schaal.*

*Onze politieke opdracht moet dus zijn het herdefiniëren van het natuurbeleid tot ver buiten de menselijke maat. Ecologie wordt dan de tegenhanger van techniek [art.5.1-2e](#) 2015, 2020). En daarmee komt zelfs in beeld dat de focus op biologie verschuift naar kwantumbiologie (Johnjoe McFadden 2021). Ook ons denken zelf wordt onderwerp van (fenomenologische) bezinning (Hannah Arendt, 1971). In de toekomst willen wij naar een verdere beschouwing richting ethiek, esthetiek en filosofie. Hier stellen we reeds vast dat in een moderne natuurfilosofie geld (economie) niet leidend maar volgend is.*

## Bijlage 5a Grenzen aan stikstof gebruik bezien vanuit het wereld voedselsysteem

art.5.1-2c

In 2009 heeft een groep vooraanstaande wetenschappers een poging gedaan om het draagvlak van deze wereld te kwantificeren en zij heeft hiervoor de term Planeetgrenzen gekozen. Daarvoor is dezelfde indeling gebruikt als die in life cycle analyses (LCA) wordt toegepast. Met life cycle analyses brengen we in kaart wat het milieueffect is van een bepaalde activiteit die vaak vergeleken wordt met een andere manier om hetzelfde product te verkrijgen.

### Grenzen aan onze Planeet

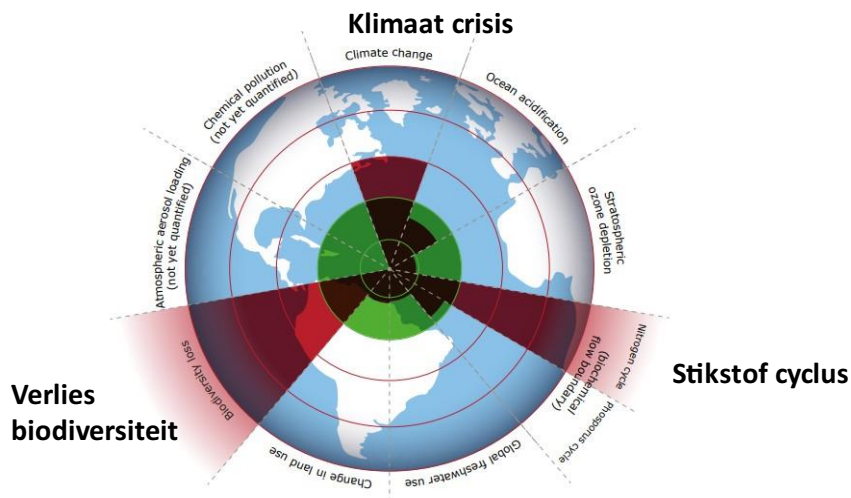


Figure 1: Beyond the boundary. The inner green shading represents the proposed safe operating space for nine planetary systems. The red wedges represent an estimate of the current position for each variable (Rockström et al. (2009)).

Hierboven zien we de 9 milieucompartmenten met de veilige groene zone in het midden en de rode vlakken waar we al over de draagkracht van de Aarde zijn gegaan. Klimaatverandering door CO<sub>2</sub>-uitstoot heeft in de laatste 20 jaren zo langzamerhand veel aandacht gekregen. De aantasting van de ozonlaag is in de afgelopen 20 jaar zelfs met succes tot stilstand gekomen door het uitbannen van een aantal drijfgassen, maar het verlies aan biodiversiteit in de wereld en ook het stikstof gebruik krijgen tot nu toe heel weinig aandacht terwijl deze beide een desastreus effect kunnen hebben op de wereldvoedselvoorziening. De planeetgrens voor stikstof werd gekwantificeerd op 90 miljoen ton stikstof-kunstmest per jaar. Een kille rekensom leert dat als we deze 90 miljoen ton moeten verdelen over de 10 miljard mensen die in 2050 op de wereld zijn, voor elke mens slechts 9 kg per jaar stikstof kunstmest beschikbaar is. In 1987 was de wereldbevolking 5 miljard mensen. Met die bevolking zouden we nog 18 kilo stikstofruimte per persoon hebben.

## Gebruiksruimte stikstof tbv 5 kg stikstof in eiwit (80 g/dag)

	Huidig NL	Huidig EU	2050
Stikstof input (kg/p.j)	24	36	9 (maximaal)
Stikstof depositie uit			
NL landbouw (kg N/ha)	5,5	6	2*
Idem uit $\text{NO}_x$ (kg N/ha)	4	0,5*	0-1**
Ons dieet bestaat uit			
30 kg eiwit dit is 5 kg N : 1,5 kg plantaardig (1 brood, 0,3 pasta, rijst, 0,15 groenten, 0,1 aardappel)			
(= 80 gram eiwit/ dag)	1 kg zuivel		
	2,5 kg vlees (0,5 rund, 1,3 varken, 0,7 kip)		
*berekend; ** vanwege elektrificatie van wegverkeer en fading out van fossiel in industrie			

Om de 5 kg stikstof die wij jaarlijks in de vorm van eiwit consumeren – dat komt overeen met 80 gram eiwit per dag - gebruiken wij in Nederland 24 kilo stikstof en in Europa zelfs 36 kilo per persoon per jaar. Dat leidt in Nederland tot de stikstofdepositie van zo'n 5,5 kilo per hectare. Dat is gemiddeld ongeveer even hoog als in Europa. In Nederland hebben we echter door een hogere dichtheid van het wegverkeer en de industrie ook nog eens een forse  $\text{NO}_x$  depositie per hectare. Daarom zitten wij in Nederland al in de stikstofcrisis die slechts het puntje van de ijsberg beschrijft want we zitten met de 24 kg ver boven de 9 kilo om binnen de planeetgrens te blijven.

Ons dieet bestaat uit zo'n 1,5 kilo stikstof in plantaardig eiwit. Het grootste deel daarvan is brood en een klein deel is groente. Wij consumeren ongeveer 1 kg stikstof in de vorm van zuivel en 2,5 kg in de vorm van vlees.

## Stikstof inname bij aanpassing dieet bij 80 g eiwit/dag

Steeds kg N per persoon	Huidig dieet	Helft dier	Beperkt dier en efficiënt	Volledig vegan
plantaardig	1,5	1,5	1,5	1,5
Vlinderbloemigen		1,8	1,8	3,5
Zuivel	1	0,5	1	
rundvlees	0,5	0,25		
Varkensvlees	1,3	0,65		
Kip	0,7	0,35	0,7	
<b>Input stikstof nodig</b>	<b>24</b> ↳ <b>17*</b>	<b>15</b> ↳ <b>12*</b>	<b>8,8*</b>	<b>6,5</b>

\* Efficiënter produceren

Planeetgrens is 9 kg N pp

Hoe kunnen wij voldoende eiwit tot ons nemen en toch met 9 kg aan stikstof input per persoon genoeg hebben? In het plaatje hierboven staan verschillende scenario's aangegeven. Wanneer we het huidige dieet op efficiëntere manier produceren, waarover hieronder meer, hebben we nog steeds 17 kilo stikstof input nodig. Met de halvering van de hoeveelheid dierlijk eiwit waarbij we ons dieet aanvullen met eiwit uit vlinderbloemige planten zoals soja of lupine, komen

we op 15 kilo en zelfs op 12 bij efficiëntere productiemethodes. Pas bij consumptie van slechts kippenvlees en zuivel dat efficiënt is geproduceerd blijven we met 8,8 kilo binnen de planeetgrens. Een volledig veganistisch dieet levert met 6,5 kilo ook een goed resultaat. Indien voedsleiwit van voldoende kwaliteit is, zouden we met 50 gram eiwit per dag al voldoende hebben.

## Hebben we een keus om meer landbouwgrond voor humane eiwit consumptie in te zetten?

- In Nederland bijna niet vanwege **onzekerheid teelt bij natte omstandigheden**  
Nu 1 Mton suiker, 1,2 Mton aardappelen, 0,05 Mton groenten; **humane voedingskwaliteit**  
en 5 Mton tarwe, gerst en mais; 12Mton gras vooral **industriële en diervoederkwaliteit**, (Mton droge stof).
- Wel in EU: een kwart van het agrarisch areaal kan diervoeder verlagen en de humane eiwit productie verdubbelen
- Met de import en gedeeltelijke opwaardering van deze restproducten tot humane voeding profiteren we ook van onze sterke zeehavens als Rotterdam, Amsterdam. Consequentie is export van dierlijke producten vergroten met gebruik van havens.
- Bij **efficiënt gebruik van stikstof verdwijnt het stikstof probleem en herstellen we mineralen evenwicht** (= Kringlooplandbouw) met behoud van de veestapel
- **Kennis verkopen aan rest van de wereld waardoor we grootschalige honger en migratie beperken**

Hebben wij een keus om meer landbouwgrond voor humane eiwitconsumptie in Nederland in te zetten? Wij wonen op een heel vruchtbare rivierdelta waar door de natte omstandigheden echter maar heel weinig gewassen geteeld kunnen worden die direct voor menselijke consumptie geschikt zijn zoals suikerbiet, aardappel en groenten. De meeste gewassen die we in Nederland kunnen telen zoals gras maar ook maïs en tarwe zijn van te lage kwaliteit voor direct humane consumptie en die gebruiken we als diervoeder. In Europa ligt dat anders. Daar kan 1/4 van het landbouwareaal wel van diervoederproductie worden ingeruild naar gewassen voor direct menselijke consumptie die we daarmee kunnen verdubbelen. Bij halveren van consumptie dierlijke producten moeten we de ingevoerde eiwit grondstoffen leren verwerken in vleesvervangers en bij gelijkblijvende veestapel moeten we onze havens gebruiken om dit vlees naar landen te exporteren waar die productie veel minder efficiënt verloopt dan in Nederland. We kunnen de grondgebonden eiwit voorziening in Nederland met een kleine factor 2 verhogen en daarmee bouwen we strategische kennis op om zo goed mogelijk binnen de Planeetgrens te blijven. Deze kennis kunnen we verkopen omdat deze in veel landen van grote waarde wordt.



## Hoe kunnen we stikstof efficiënter inzetten?

- Er zijn verschillende maatregelen om de verliezen van stikstof naar het milieu te verkleinen met wel 40%.
- Veel van deze maatregelen zijn op korte termijn in te voeren
- Veel van deze maatregelen bieden een gunstige businesscase

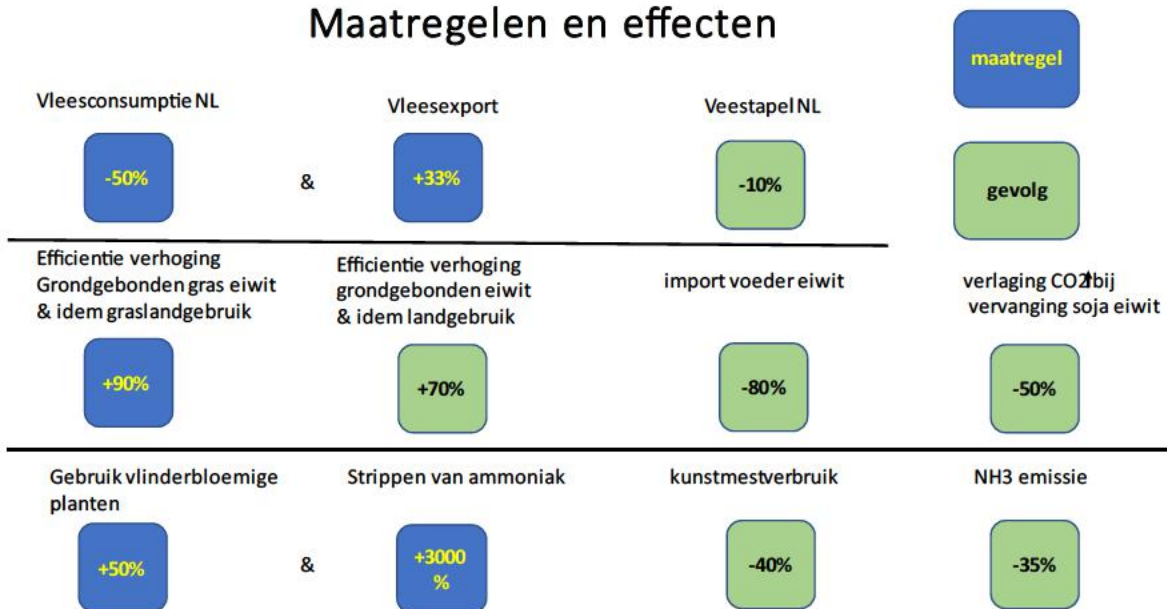
### Voorbeelden:

- verhogen essentiële aminozuren bij varkens en kippen
- aandeel bestendig eiwit in rundveevoer
- gebruik bietenloof als veevoer
- gebruik vlinderbloemige gewassen die zelf N vastleggen
- bioraffinage van gras en ander plantenloof
- strippen van ammoniak uit mest
- aanzuren van mest
- gescheiden opvangen van pies en poep

## Conclusies

- We moeten ons stikstof verbruik fors reduceren bij gelijk blijven van voedselproductie: van 24 kg (EU:36 kg) naar 9 kg per persoon/ jaar door halveren dierlijk eiwitconsumptie en efficiëntere en grondgebonden eiwitproductie en gebruik; dit is het doel waar we tot 2050 aan moeten blijven werken en dit leidt tot **Kringlooplandbouw** in Nederland en daarbuiten.
- → export vlees vergroten naar landen waar dierlijk eiwit niet efficiënt gemaakt kan worden.
- Ruime keuze van technologie met **gunstige businesscase** om het stikstof verbruik in Nederland te verkleinen. → 35 tot 50% afname van de stikstof emissie en depositie Natura 2000.
- Voedsel kunnen produceren en kennis daar over wordt weer een strategische sterkte in het mondiale speelveld teneinde misoogst op misoogst, honger op honger en oorlogen te voorkomen (c.f. Rob de Wijk)

## Maatregelen en effecten



Wanneer we de maatregelen nog een keer samenvatten dan zien we op de blauwe tegels de maatregel vleesconsumptie moet 50% omlaag en vleesexport moet 33% omhoog. Dat heeft als gevolg – zie groene tegel – een veestapel die op peil kan blijven. We moeten de grondgebonden (gras)eiwitvoorziening in Nederland met 90% in efficiency verhogen waardoor gemiddelde plantaardige eiwitbenutting zo'n 70% beter wordt; dat leidt ertoe dat we 90% minder eiwit voor diervoeder importeren waarvan we een deel moeten leren inzetten om vlees te vervangen. Omdat we in Nederland meer eiwit voor diervoeder beschikbaar krijgen, gaat de CO<sub>2</sub> emissies van de soja teelt elders omlaag. Tenslotte zouden we door gebruik van vlinderbloemige planten onder meer in grasland en het strippen van ammoniak uit mest ons kunstmestgebruik met 40% kunnen reduceren waardoor we zo'n 35% minder ammoniak aan de lucht verliezen. Hierdoor wordt het acute stikstof probleem in Nederland verleden tijd.

### Kringlooplandbouw

Kringlooplandbouw is een vorm van duurzame landbouw waarbij de kringloop van stoffen gesloten is. Dit houdt in dat alle stoffen die door de landbouw uit een gebied verdwijnen ook weer teruggebracht worden in het gebied. De hoeveelheid stoffen die een gebied verlaten, zoals stikstof, fosfaat, kalium en organische stof moeten dus ook weer in het gebied terechtkomen. Er wordt op een zo efficiënt mogelijke manier gebruikgemaakt van de beschikbare hulpbronnen en de agrariër probeert de uitstroom en instroom van deze hulpbronnen gelijk te houden.

Door de grote importen van veevoeder en tegelijkertijd het gebruik van kunstmest, hebben we in Nederland een enorm mineralenoverschot van stikstof, fosfaat en kalium. Het kalium spoelt weg naar grondwater en oppervlaktewater en komt tenslotte in de zee waar een overmaat aan kalium al aanwezig is. Het fosfaat is weinig oplosbaar en hoopt zich in de bodem op tot huidige hoeveelheden van wel 3000 kg per hectare. Deze spoelt langzaam uit naar oppervlaktewater en draagt daarbij aan eutrofiëring met sterfte van waterleven tot gevolg doordat het zuurstofgehalte in het water laag wordt. De overmaat aan stikstof leidt tot uitspoeling en ammoniak en N<sub>2</sub>O emissies die veel hoger zijn dan in een natuurlijke situatie het geval was en draagt op deze wijze bij aan het stikstof probleem in Nederland.

Met Kringlooplandbouw beogen we zoveel mogelijk van de mineralen in reststromen uit de voedingsindustrie en landbouw reststromen zoals mest, te hergebruiken in de landbouw, zodat we de grote toevoer aan mineralen kunnen reduceren en daarmee de emissies naar lucht en bodem.

## **Bijlage 5 b: Suggesties hoe het stikstofprobleem op korte termijn op te lossen, de consequenties voor de omvang van de veestapel**

(prof. [art.5.1-2e](#) en samenvatting).

In het eerste rapport van de [art.5.1-2e](#) worden drie acties voor de korte termijn voorgesteld: reductie van de veestapel dichtbij Natura 2000 gebieden voor bedrijven waar uitstoot hoog is, verlaging van maximumsnelheid op de weg en meer aandacht voor natuurontwikkeling. Voor de langere termijn wordt gesproken over stal-aanpassingen en weinig andere concrete zaken. Er wordt niet aangegeven wat men met korte termijn en langere termijn bedoeld. Is er spraken van een half jaar of 2-3 jaar?

De warme sanering van de veestapel en zeker die van het rundvee is kostbaar en we exporteren het N-probleem naar het buitenland terwijl we als planeet Aarde wat stikstof betreft al over de draagkracht heen zijn gegaan (Rockstroem, 2009).

Voor de korte en de wat langere termijn zijn er verschillende oplossingen, die veel minder kosten en tevens een gunstig effect hebben op andere probleem-gebieden zoals broeikasgas-emissie, inkomsten van de boer en biodiversiteit.

Een fors deel van de N-uitstoot komt uit de landbouw en wordt veroorzaakt door onze veehouderij. Varkens en kippen zijn verantwoordelijk voor ca 22% van de N uitstoot. Rundvee ca 47%. Deze uitstoot vindt plaats vanuit stallen, bij mestopslag in de winter en bij mestapplicatie op het veld in het voorjaar. 50% reductie van varkens en kippen zal ca 11% van de uitstoot verlagen.

Er zijn verschillende technologieën beschikbaar of staan op punt van markt-introductie, die de uitstoot van N naar de atmosfeer kunnen verlagen over de volle breedte van de veehouderij, inclusief rundvee, de sector met veruit het grootste mest volume.

Totale uitstoot van NH<sub>3</sub> is 107 000 ton. Deze wordt deels veroorzaakt door bemesting in akkerbouw vanuit kunstmest en grotendeels vanuit de veehouderij. Kunstmest gebruik in Nederlandse landbouw is 244 000 ton N waarvan 8500 als NH<sub>3</sub> ontsnapt, dus 8% van totale NH<sub>3</sub> uitstoot. Hieronder worden 8 maatregelen (niet uitputtend) genoemd met voorzichtige inschattingen van hun besparingspotentieel. Cijfers komen voor groot deel uit MTERRA model beschreven door [art.5.1-2e](#) et al (2011)

NB. Maatregel 1,2 en 5 mogen niet worden opgeteld wanneer het over dezelfde dieren gaat.

1. **Korte Termijn, KT.** Verhogen van het aandeel essentiële aminozuren in varkens en pluimvee voer verlaagt de hoeveelheid stikstof die in de mest komt en daarmee de uitstoot tijdens mestopslag en tijdens veldapplicatie in volgende seizoen. De reductie van de uitstoot zal door deze maatregel 2625 tot 5000 ton NH<sub>3</sub> bedragen.
2. **KT.** Verhogen van het aandeel bestendig eiwit in rundveevoer draagt bij aan verhoging van stikstof efficiency en daarmee aan verlaging N in de mest en daarmee verliezen tijdens opslag en applicatie. De NH<sub>3</sub> emissiereductie is 5250 ton.

3. **Termijn 1 jaar.** Oprapen van bietenloof en gebruik als diervoeder direct of na verwerking middels bijvoorbeeld Grassa technologie. Het reductiepotentieel is 1000-4200 ton NH<sub>3</sub>.
4. **Termijn 1 jaar.** Verhogen van veldopbrengst bij gras door mengteelt met vlinderbloemigen. Daardoor gaat de stikstof gift fors omlaag en eiwitgehalte omhoog. Dat is in Ierland al aangetoond. Minder/ geen (kunst)mest en meer vlinderbloemigen verhoogt het omzettingsrendement naar plantaardig eiwit en verlaagt daarmee verlies van NH<sub>3</sub> en NO<sub>x</sub> naar atmosfeer en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> naar bodem. De potentiële besparing bedraagt ca 6400 ton NH<sub>3</sub>.
5. **Termijn 1-2 jaar.** Aanzuren van mest levert minder ammoniak-uitstoot en tegelijkertijd minder methaan uitstoot. In Denemarken is dit een standaard techniek en deze zal in NL zeker effectief zijn in de open koeienstallen waar geen luchtwassing mogelijk is. Bij 10% aanpassing van alle stallen geeft dit een besparing van 5000 ton NH<sub>3</sub>.
6. **Termijn 1-2 jaar.** Een andere technologie die wellicht nuttig is in te zetten en de PAS problematiek verkleint is het ammoniak strippen van mestdigestaten ontwikkeld door Byosis. Dat bedrijf behoort intussen tot de beste in z'n soort. Dit kan leiden tot 2500 ton NH<sub>3</sub> reductie.
7. **Termijn 2-5 jaar.** Het raffineren van gras zoals door Grassa BV ontwikkeld leidt tot ca 25-30% minder stikstof in de mest. Indien deze technologie op 20% van de van de Nederlandse weilanden toegepast zou worden betekent dit 3500 ton minder N uitstoot.
8. **Gescheiden opvangen van urine en poep in de stal** voorkomt dat micro-organismen die in de poep in grote getalen aanwezig zijn de ureum uit de urine omzetten tot ammoniak. Ureum is niet vluchtig en ammoniak wel tenminste boven pH 7. Onopgeloste vraag is nog wel hoe de ureum die in de winter moet worden opgeslagen zich gedraagt.

Al deze mogelijkheden kunnen dichtbij Natura 2000 gebieden worden toegepast om het effect van de maatregelen te optimaliseren. Al deze maatregelen leveren vele malen groter effect op dan het stopzetten van biomassa bijstook in centrales of het reduceren van de maximumsnelheid.

Bijlage 6: Een paar opvallende krantenartikelen over het stikstofdoolhof



NHD 10 mei 2021



Telegraaf 16 april 2021



NRC 22 mei 2021



Volkskrant 6 mei 2021



Texelse Courant 7 mei 2021

**Geraadpleegde literatuur en rapporten** (nog aan te vullen):

Arendt, Hannah (1971) Denken, het leven van de geest (in nederlands 2015), Klement.Pelckmans

Bijlsma, Rob (2021) Kerken van goud, dominees van hout – over de verwording van de Nederlandse natuurbescherming. Atlas contact. Pp 352.

McFadden, Johnjoe (2021) Leven is eenvoudig – Ockhams scheermes en een nieuwe geschiedenis van de wetenschap en het heelal. Atlas contact

Latour, Bruno (2015) Oog in oog met Gaia – Acht lezingen over het Nieuwe Klimaatregime. Octavo

Latour, Bruno (2020) Het parlement van de dingen – over Gaia en de representatie van niet-mensen. Boom

Brouwer J.W.T. (2021). De stikstofdepositie bijdragekaart voor effectieve emissievermindering uit de landbouw. UL-CML-rapport 200.

Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof (2020). Niet uit de lucht gegrepen. “Rapport Commissie Hordijk”.

Vries, W.de, Sauter F. (2020). OPS User manual OPS 5.0.0.0/OPS-Pro 5.1.1. RIVM 2020-10-07

Sauter F., Sterk M., Swaluw E.vd., Kruit R.W., Vries W.de., Pul A.van. (2020). The OPS-model. Description of OPS 5.0.0.0. RIVM 2020-10-13

Burg vd A.B. et al. (2021). Stikstof en Natuurherstel: Onderzoek naar een ecologisch noodzakelijke reductiedoelstelling van stikstof. ISBN/EAN:978-90-74595-99-5

Bobbink R. (2021). Effecten van stikstofdepositie nu en in 2030: een analyse. Greenpeace Nederland, Rapportnummer: RP-20.135.21.35.

Jong de M.D.Th.M., (2002) Scheidslijnen in het denken over Natuurbeheer in Nederland. Een genealogie van vier ecologische theorieën. PhD thesis TUD, Delft University Press.

Lindeboom H.J. (1984). The nitrogen pathway in a penguin rookery. Ecology, 65(1),1984. Pp.269-277.

Lindeboom H.J. (1979). Chemical en microbiological aspects of the nitrogen cycle on Marion Islands (sub-Antarctic). PhD thesis RUGroningen. Pp138.

Bouwend Nederland, LTO Nederland, Natuurmonumenten, Natuur & Milieu, VNO/NCW, MKB Nederland (2021). Een duurzaam evenwicht: Versnellingsakkoord stikstofemissiereductie 2021-2030.

Noordijk H., Hollander A., Sauter F., van Pul W.A.J. (2014). Ammoniakdepositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzeekust. Analyse van het verschil tussen gemeten en met OPS gemodelleerde concentraties. RIVM rapport 680030001/2014.

Saris F.J.F. (2018). Victor Westhoff (191602001), Natuurbescherming als toevluchtsoord. ISVW uitgevers.

Tweel M vd., B.vd. Boom (2021). Uit Balans. Werken aan natuurbescherming in Nederland. Noordboek Natuur. Pp 143.

Greenpeace & Friends (2021). Zo herken je de Natuurcrisis; een natuurschadegids voor bij de wandeling. CC BY-NC-SA 3.0NL.

Erisman J.W., W. de Vries e.a. (2021) Stikstof, de sluipende effecten op natuur en gezondheid. Biowetenschap en Maatschappij. Uitgeverij Lias. Pp 160.

Van: [art.5.1-2e]  
 Verzonden: 2023-03-17 16:26:41.196000+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e]  
 CC: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 Onderwerp: FW: ammoniak uit zee  
 "

Ha [art.5.1-2e]

Van [art.5.1-2e] ontvingen wij dit rapport.

[art.5.1-2e] zit aan onze sectortafel stikstof. Het is een oud rapport, maar gaat in op onderdelen van ammoniak uit zee / duinengat etc.

Zie jij kans dit eens te bestuderen en te bezien welke elementen nuttig zijn om verder mee te nemen dan wel te delen met collega's zoals [art.5.1-2e] of [art.5.1-2e]

Groet

[art.5.1-2e]

Beste [art.5.1-2e]

Zoals gisteren beloofd heb ik gezocht naar het rapport over de nulmeting voor de MER Maasvlakte II. Ik heb alleen de conceptversie kunnen vinden, ik weet niet of ik ooit de definitieve versie in handen heb gekregen.

De discussie over "ammoniak uit zee" is te vinden in hoofdstuk 2. Anders dan in mijn geheugen was blijven hangen, was het RIVM al eerder met de mogelijkheid van "ammoniak uit zee" gekomen, maar dit rapport gaf de bevestiging daarvan door middel van harde meetgegevens. Het gevolg van dit rapport was dat "ammoniak uit zee" in AERIUS werd ingebouwd, daarvoor was dat nog niet het geval.

Het rapport geeft ook een beschrijving van de gebruikte meetopstellingen. De pogingen van de natuurorganisaties aan de Tafel van Borging om deze meetopstellingen te behouden en te blijven gebruiken stuitten af op de weigering van RWS om hier nog langer budget voor beschikbaar te stellen en de onwil van RIVM en DCMR om in dit gat te springen. RIVM zette in op uitbreiding van het MAN-netwerk (meetwerk ammoniak natuurgebieden) dat echter alleen NH3 meet; DCMR hield het op de (ene) meetpaal voor NH3 in Hoek van Holland.

Het is mij niet bekend of RIVM ooit een soortgelijke meetopzet (metingen op verschillende afstanden van de zee) heeft gedaan om de stelling "ammoniak uit zee" te staven. Ik weet ook niet welk wetenschappelijk onderzoek er is of wordt gedaan om de oorzaak daarvan te identificeren. Het RIVM houdt alle kaarten tegen de borst. Ik heb een jaar of drie geleden hierover contact gehad met Prof. [art.5.1-2e] die een kruistocht begon tegen het idee dat afstervende algen in zee de bron konden zijn. Hij klaagde toen ook over het feit dat RIVM niet open stond voor een wetenschappelijke discussie. Misschien dat het jullie langs de ambtelijke lijn lukt om door dit pantser heen te breken. Dit lijkt mij toch wel een onderwerp van (inmiddels groot geworden) maatschappelijke betekenis waarvoor je de aanwezige kennis bij universiteiten (ook breder dan WUR) zou moeten mobiliseren. De huidige forse verlaging van de "meetcorrectie" tast de geloofwaardigheid van de AERIUS-berekeningen aan, en de kans lijkt mij dan ook groot dat de vraag of je wel van de uitkomsten van dit model gebruik mag maken voor vergunningverlening eens bij een rechtbank gaat belanden. En dan zal het RIVM toch een verhaal moeten hebben dat de juristen kan overtuigen!

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e]

Voorzitter



Stichting Duinbehoud

Bezoekadres: Rapenburg 8 | 2311 EV Leiden

Postadres: Postbus 664 | 2300 AR Leiden

071 - [art.5.1-2e](#)

www.duinbehoud.nl <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.duinbehoud.nl%2F&data=05%7C01%7C [art.5.1-2e](#) 40pzh.nl%7Cfc9b6b6ca2174309965d08db11da4d52%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638123401724577944%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=4FhKuiwuoCKMH038QXszSHGZfTS2oe%2BpBr16NZiCk0g%3D&reserved=0>

Duinbehoud is partner in:

www.nationaalparkhollandseduinen.nl  
<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.nationaalparkhollandseduinen.nl%2F&data=05%7C01%7C [art.5.1-2e](#) 40pzh.nl%7Cfc9b6b6ca2174309965d08db11da4d52%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638123401724577944%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=Lplq4ZXht06GKXfv8cETuXEdS%2Bhn5B0eavT40pi2PA%3D&reserved=0>

www.beschermdekust.nl <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.beschermdekust.nl%2F&data=05%7C01%7C [art.5.1-2e](#) 40pzh.nl%7Cfc9b6b6ca2174309965d08db11da4d52%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638123401724577944%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=JAKCgK2yzJubao%2BXTwvi%2BNaI5yVNgFknvNNK278HZ7Y%3D&reserved=0>

www.duinenenmensen.nl <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.duinenenmensen.nl%2F&data=05%7C01%7C [art.5.1-2e](#) 40pzh.nl%7Cfc9b6b6ca2174309965d08db11da4d52%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638123401724577944%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=SKeAY8kJDVFEhxFz8yf%2F8yILnlhkPDTbKzd0mMLYj1A%3D&reserved=0>

www.bloeiendeduinen.nl <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.bloeiendeduinen.nl%2F&data=05%7C01%7C [art.5.1-2e](#) 40pzh.nl%7Cfc9b6b6ca2174309965d08db11da4d52%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638123401724577944%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjE6IkhawwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=s3uo2pvQdWTge2ftY763CwFwjomMEMynOfcQ%2BTDGm4I%3D&reserved=0>

"

  
**DUINBEHOUD**  


Eindrapport T0-monitoring (2011-2013) duinen van Goeree tot Solleveld,  
in het kader van MEP Duinen i.r.t. Maasvlakte 2

## Stikstofdepositie, vegetatie en duinbeheer



## **Stikstof, vegetatie en duinbeheer**

Eindrapport T0-monitoring (2011-2013) duinen van Goeree tot Solleveld, in het kader van MEP Duinen i.r.t. Maasvlakte 2

Concept

Rijkswaterstaat

Grontmij Nederland B.V.  
Houten, 4 maart 2014

## Verantwoording

**Titel** : Stikstof, vegetatie en duinbeheer

**Subtitel** : Eindrapport T0-monitoring (2011-2013) duinen van Goeree tot Solleveld, in het kader van MEP Duinen i.r.t. Maasvlakte 2

**Projectnummer** : 299632

**Referentienummer** : GM-0126803

**Revisie** : C1

**Datum** : 4 maart 2014

**Auteur(s)** : [art.5.1-2e](#)

**E-mail adres** : [art.5.1-2e](#) @ grontmij.nl

**Gecontroleerd door** : [art.5.1-2e](#)

**Paraaf gecontroleerd** :

**Goedgekeurd door** :

**Paraaf goedgekeurd** :

**Contact** : Grontmij Nederland B.V.  
De Molen 48  
3994 DB Houten  
Postbus 119  
3990 DC Houten  
T +31 30 634 47 00  
F +31 30 637 94 15  
www.grontmij.nl

# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	5
1 Inleiding .....	8
1.1 Aanleiding en doel .....	8
1.2 Evaluatievragen .....	8
1.3 Onderzoeksgebied .....	8
1.4 Probleemschets .....	10
1.5 Onderzoeksvragen voor de T=0 fase .....	11
1.6 Aanpak op hoofdlijnen .....	12
2 Stikstofdepositie .....	13
2.1 Inleiding .....	13
2.2 Methodiek .....	13
2.3 Uitgevoerde werkzaamheden .....	17
2.4 Resultaten .....	17
2.5 Conclusies .....	27
3 Vegetatie .....	29
3.1 Inleiding .....	29
3.2 Methoden .....	29
3.3 Resultaten PQ-opnamen .....	33
3.4 Resultaten vegetatie- en habitatkartering .....	34
4 Overige condities en beheer .....	46
4.1 Zanddynamiek .....	46
4.2 Geohydrologie .....	64
4.3 Beheer .....	74
4.4 Bodemchemie .....	80
5 Multivariate en temporele analyses .....	88
5.1 Inleiding .....	88
5.2 Habitatype per PQ .....	88
5.3 Similariteit van de PQ's .....	89
5.4 Effect van abiotische condities .....	92
5.5 Temporele veranderingen .....	97
5.6 Discussie en conclusie .....	99
6 Conclusies onderzoeksvragen .....	100
6.1 Conclusies ten aanzien van de referentiesituatie .....	100
6.2 Conclusies ten aanzien van meetbaarheid signaal en ruisfactoren .....	103
Referenties .....	105

**Bijlagenrapport**

- Bijlage 1: Stikstofmonitoring
- Bijlage 2: Vegetatiemonitoring
- Bijlage 3: Monitoring zanddynamiek
- Bijlage 4: Monitoring geohydrologie
- Bijlage 5: Correlatiematrix
- Bijlage 6: Locatie meetopstellingen
- Bijlage 7: Kaarten duinbeheer

## Samenvatting

Het Monitoring- en Evaluatieprogramma (MEP) Duinen geeft invulling aan de evaluatieplicht voor het besluit Bestemmingsplan Maasvlakte 2 (MV2). Dit betreft het onderdeel significante effecten op de bestaande duinen ten gevolge van het toekomstige gebruik van MV 2 op de bestaande duinen in de Natura 2000-gebieden 'Solleveld & Kappitelduinen' en 'Voornes Duin'. Het MEP Duinen heeft als doel te monitoren of de effecten van stikstofdepositie op de duinhabitatypen ten gevolge van MV2 in de praktijk overeenkomen met de voorspellingen zoals deze in het MER en passende beoordeling zijn gedaan.

Het doel van de T=0 fase (2011 t/m 2013) is het vastleggen van de referentiesituatie waartegen in de vervolgfases de effecten van het gebruik van MV2 afgezet kunnen worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met autonome ontwikkelingen in de vegetatie, stikstofdepositie en andere factoren die van invloed kunnen zijn op de habitattypen. In de T=0 fase is daarom tevens de meetbaarheid van het signaal van MV2 ten opzichte van diverse ruisfactoren geëvalueerd.

Het monitoringsprogramma bestaat uit de volgende onderdelen:

- monitoring stikstofdepositie;
- monitoring duinvegetatie, te weten de omvang en kwaliteit Vochtige duinvalleien, Grijze duinen en populatie Groenknolorchis;
- de belangrijkste overige factoren die van invloed zijn op de habitattypen en Groenknolorchis, waaronder zanddynamiek, duinbeheer, grondwater en bodemchemie.

Naast 'Solleveld & Kappitelduinen' en 'Voornes Duin' bestaat het onderzoeksgebied uit Goeree & Kwade Hoek (met uitzondering van de Westduinen). Dit laatste gebied dient als referentiegebied, omdat hier geen effecten van MV2 worden verwacht.

Om de doelstelling te operationaliseren zijn een aantal onderzoeksvragen geformuleerd. Ter conclusie zijn deze antwoorden hieronder samengevat.

*Wat is de actuele stikstofdepositie op de habitatype 2130 (Grijze duinen) en habitatype 2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin, Solleveld & Kappitelduinen en de Duinen van Goeree?*

De stikstofmetingen laten grote verschillen zien per locatie. De hoogste waarden (tot 4000 mol N/ha/jaar) zijn gemeten op Hoek van Holland en s' Gravezande. In de omgeving van deze meetpunten (op Solleveld & Kappitelduinen) is Grijze duinen (H2130) aanwezig, zij het in veruigde vorm. In de overige gebieden is de gemeten totale stikstofdepositie in de periode 2011 t/m 2013 gemiddeld tussen de 1200 mol N/ha/jaar tot 1600 mol N/ha/jaar, met uitschieters tot 2500 mol N/ha/jaar.

Vergelijking van de gemeten deposities met de berekende deposities volgens de MER laat zien dat de deposities voor Voornes Duin min of meer hetzelfde niveau hebben als hetgeen gerapporteerd. Echter, de deposities voor Hoek van Holland verschillen sterk: de gemeten deposities zijn duidelijk hoger dan de berekende waarden volgens de MER rapportage. De reden hiervoor is op dit moment nog onduidelijk en zal onderwerp moeten zijn van nader onderzoek. Echter, de oorzaak moet waarschijnlijk gezocht worden in een onderschatting van de emissies van de Maasvlakte en omgeving in de MER.



*Wat is het actuele oppervlakte en kwaliteit van 2130 (Grijze duinen) en habitattype 2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin, Solleveld & Kappitelduinen en de Duinen van Goeree?*

Het totale in dit gekarteerde oppervlak (op basis van vegetatiekarteringen uit 2001 en 2012) H2130 in Voorne's duin is 81,7 ha, in Solleveld & Kapitelduinen 153,2 ha en in de duinen van Goeree & Kwade Hoek (met uitzondering van de Westduinen) 19,6 ha. Het totale gekarteerde oppervlak H2190 in Voorne's duin is 33,1 ha, in Solleveld & Kapitelduinen 9,1 ha en in de duinen van Goeree & Kwade Hoek (met uitzondering van de Westduinen) 27,8 ha. De habitatkartering zoals opgenomen in AERIUS wijkt hiervan af. De belangrijkste redenen hiervoor zijn dat voor het onderhavige project gebruik is gemaakt van recentere vegetatiekarteringen en een striktere habitatdefinitie is gehanteerd. Door het volgen van het zelfde protocol voor vegetatie en habitatkartering als bij het vaststellen van de referentiesituatie zal een verandering in oppervlakte in vervolgfases van het MEP duinen eenduidig vastgesteld kunnen worden.

Op grond van de gekarteerde vegetatietypen is het grootste deel van de habitattypen van goede kwaliteit. Op Goeree is echter ruim 7 ha Grijze duinen (H2130) en 1,8 ha Vochtige duinvalleien (H2190) van matige kwaliteit en in Solleveld & Kapitelduinen is 8,4 ha Grijze duinen van matige kwaliteit. In Voornes duin is in totaal slechts 2,7 ha van H2190 en H2130 van matige kwaliteit.

*Wat is de actuele populatieomvang en verspreiding van de Groenknolorchis in Voornes Duin en de Duinen van Goeree?*

In het noordelijk deel van Voorne (beheergebied ZHL) zijn tien actuele vindplaatsen vindplaatsen bekend waarvan enkele met meer dan 25 exemplaren. In het zuidelijk deel van Voorne is nog één vindplaats bekend met 2 tot 5 exemplaren. Naast deze locaties is de soort op een aantal nieuwe locaties binnen het onderzoeksgebied waargenomen, te weten in de Van Dixhoordriehoek, op Solleveld en in de duinen van Goeree.

*Welke kustdwarse en kustlangse gradiënten in stikstofdepositie zijn thans waarneembaar?*

De gradiënt in concentraties langs de kust is duidelijk waarneembaar in de verschillende jaren. De dataset laat deze gradiënt in sterke mate zien bij maanden met veel zuid/zuidwesten wind, de gradiënt verdwijnt bij maanden met overwegend oostelijke aanstroming. In sommige maanden is er een duidelijke correlatie tussen de patronen van NO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub>. Deze correlatie duidt op een bijdrage van de raffinaderijen of de zeescheepvaart. Een NO<sub>2</sub> toename die niet gekoppeld is aan een SO<sub>2</sub> toename zou duiden op emissies van wegverkeer of bijvoorbeeld de warmtekracht-koppeling systemen in de tuinbouw.

Binnen het meetnet zijn drie kustdwarse raaien van drie stikstofmeetstations geplaatst. Uit de metingen binnen deze raaien valt te concluderen dat voor een aantal maanden in het jaar de ammoniakdepositie op de meetstations dicht bij de kust gemiddeld hoger zijn dan die meer landinwaarts. Dit ondersteunt een eerdere constatering van het RIVM (op basis van metingen met het MAN netwerk), dat er mogelijk NH<sub>3</sub> vanaf zee komt. Er is geen kustdwarse gradiënt in NO<sub>2</sub> meetbaar.

*Zal, gelet op de meetnauwkeurigheid, het signaal vanuit MV2 op de stikstofdepositie in de duingebieden straks waar te nemen zijn?*

De metingen van NO<sub>x</sub> op Hoek van Holland en van natte depositie op Oostvoorne zijn vergeleken met die van nabij geplaatste meetstations van de DCMR. Op basis van deze vergelijking is de conclusie gerechtvaardigd dat een consistente en nauwkeurige meting van de verschillende stikstofcomponenten is uitgevoerd voor de T=0 situatie (2011 t/m 2013). De meetnauwkeurigheid van de huidige opstellingen is voldoende om nabij de bron, ter hoogte van Hoek van Holland, de toename aan depositie vanuit MV2 te kunnen onderscheiden. Op locaties verder van de bron zal het signaal van MV2 zelf kleiner zijn, maar daar zullen andere brongebieden het stikstofsignaal overheersen. De vergelijking van deze stations geeft daarmee een nog beter beeld van het belang van de bijdrage vanuit MV2.

*Welk deel van de verschillen in de soortensamenstelling van de vegetatie is te verklaren door verschillen in stikstofdepositie en hoe verhoudt zich dit tot andere factoren?*

De belangrijkste predictoren voor het ruimtelijk patroon van de vegetatie zijn (in volgorde van afnemend belang): vocht, bodemchemie (vooral N beschikbaarheid en pH), begrazing, N depositie en overstuiving met zand. Stikstofdepositie kan 2,5% van de variantie in de vegetatiesamenstelling van de PQ's verklaren. Alle van de genoemde factoren tezamen kan bijna 19% van de variantie verklaren.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

Het Monitoring- en Evaluatieprogramma (MEP) Duinen geeft invulling aan de evaluatieplicht voor het besluit Bestemmingsplan Maasvlakte 2 (MV2). Dit betreft het onderdeel significante effecten op de bestaande duinen ten gevolge van het toekomstige gebruik van MV 2 op de bestaande duinen in de Natura 2000-gebieden 'Solleveld & Kappitelduinen' en 'Voornes Duin'. Het MEP Duinen heeft als doel te monitoren of de effecten van stikstofdepositie op de duinhabitatypen ten gevolge van MV2 in de praktijk overeenkomen met de voorspellingen zoals deze in het MER en passende beoordeling zijn gedaan en of de uitgevoerde compensatie ook leidt tot realisatie van de gestelde doelen. De compensatie in de vorm van de ontwikkeling van de nieuwe duinen is in een apart monitoringsproject ondergebracht en wordt uitgevoerd door het Zuid-Hollands Landsschap. De voorliggende rapportage gaat in op de monitoring en evaluatie van de effecten op bestaande duinen.

Het doel van de T=0 fase (2011 t/m 2013) is het vastleggen van de referentiesituatie waartegen in de vervolgfases de effecten van het gebruik van MV2 afgezet kunnen worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met autonome ontwikkelingen in de vegetatie, stikstofdepositie en andere factoren die van invloed kunnen zijn op de habitattypen en Groenknolorchis (zie § 1.3). In de T=0 fase is daarom tevens de meetbaarheid van het signaal van MV 2 ten opzichte van diverse ruisfactoren geëvalueerd.

De uitvoering van de T=0 fase van de Meetstrategie duinen is uitgevoerd door het consortium van Grontmij, ECN, Alterra en WUR.

## 1.2 Evaluatievragen

Het MEP Duinen is gericht op de monitoring van effecten van stikstofdepositie op de kwetsbare habitattypen 2130 (Grijze duinen), 2190 (Vochtige duinvalleien) en vindplaatsen van de Groenknolorchis in bestaande duinen en de ontwikkeling van duinvegetatie in het natuurcompensatieproject Delflandse Kust (Spanjaardsduin).

Het MEP duinen stoelt op zes evaluatievragen (Deltares, 2009) waarvan drie vragen zijn gericht op de effecten op bestaande duinen. Dit zijn:

- Wat is het effect van N-emissies als gevolg van het gebruik van MV2 op het oppervlak van habitatype 2130 (grijze duinen) in Voornes Duin en Solleveld & Kappitelduinen?<sup>1</sup>
- Wat is het effect van N-emissies als gevolg van het gebruik van MV2 op het oppervlak van habitatype 2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin en Solleveld & Kappitelduinen?
- Wat is het effect van N-emissies als gevolg van het gebruik van MV2 op de omvang van de populaties (vindplaatsen) van de Groenknolorchis in Voornes Duin?

## 1.3 Onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied bestaat uit de volgende drie Natura-2000 gebieden:

- Solleveld & Kappitelduinen;

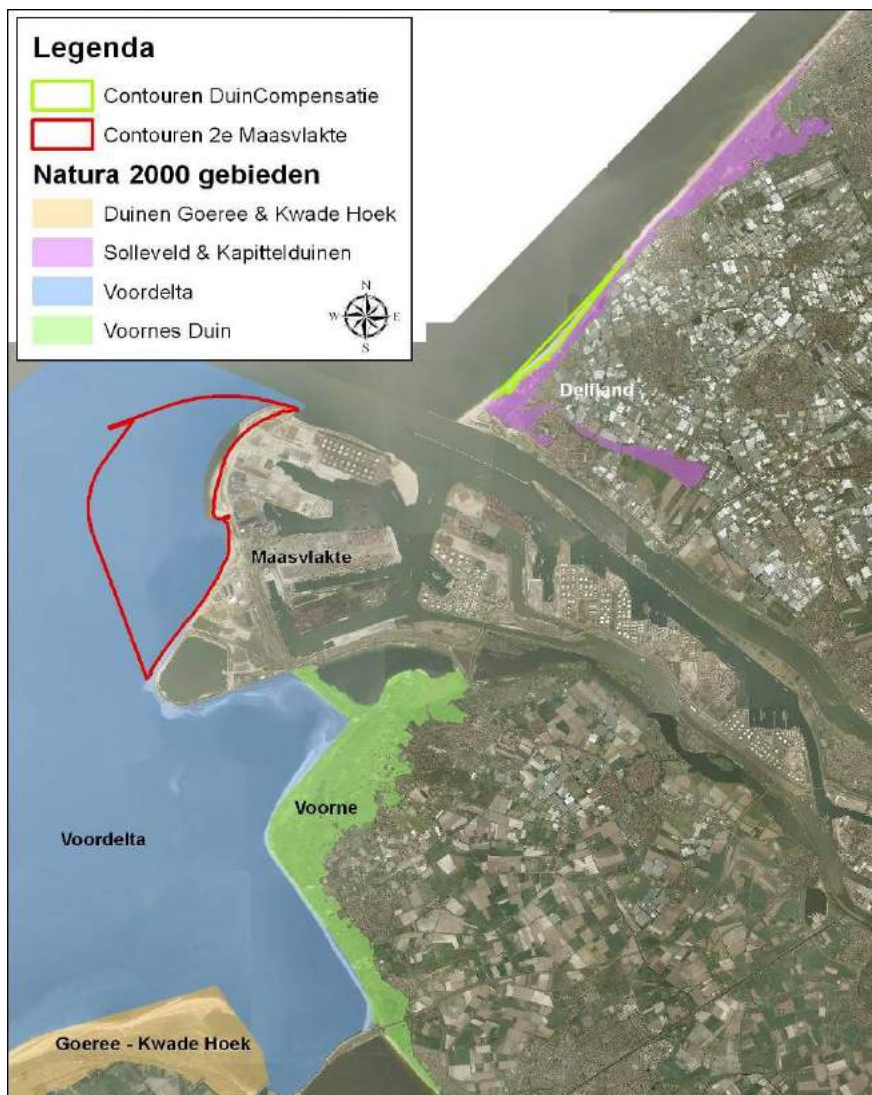
---

<sup>1</sup> Alleen in het deel Kappitelduinen is een effect voorspeld van MV2.

- Voornes Duin;
- Duinen Goeree & Kwade Hoek.

De eerste twee gebieden zijn opgenomen in het monitoringsprogramma omdat hierop significante effecten zijn voorspeld in het MER en de Passende Beoordeling van MV2. De Duinen van Goeree en Kwade Hoek dienen als referentiegebied. Dit gebied ligt op grotere afstand en bovendien ten zuiden van MV2, waardoor gelet op de prevalerende windrichting (zuid-west) de invloed van stikstofdepositie van MV 2 op de Duinen van Goeree en Kwade Hoek zeer gering is.

De begrenzing van deze Natura 2000-gebieden is op onderstaande kaart (Figuur 1.1) weergegeven. Tevens zijn hier de contouren van de MV 2 op aangegeven. De locaties van alle meetopstellingen en permanente kwadraten (PQ's) voor de vegetatiemonitoring zijn weergegeven in [bijlage 6](#). Deze locaties zijn in detail te bekijken op een Geowebviewer die in de Rijkswaterstaat omgeving draait<sup>2</sup>. In deze viewer zijn ook de geografisch georiënteerde resultaten zien, zoals de vegetatiekarteringen.



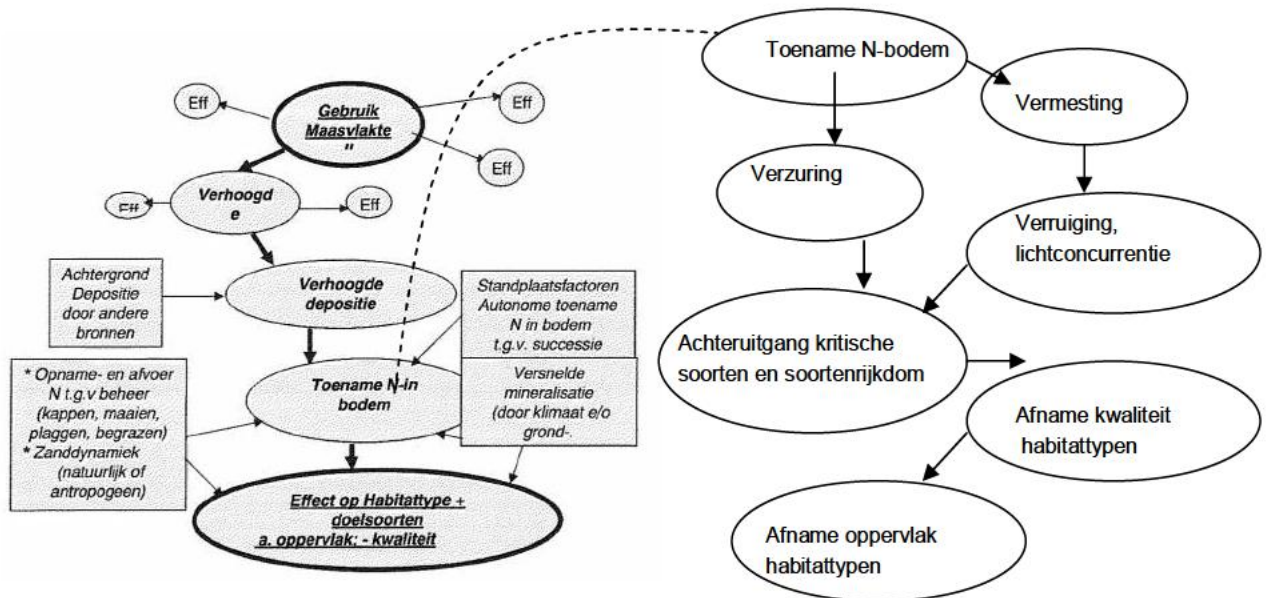
Figuur 1.1: Begrenzing van de drie Natura-2000 gebieden waar de duinmonitoring plaatsvindt.

<sup>2</sup> inloggegevens zijn op te vragen bij de projectleider van het consortium zie <http://grontmij.nl/duinmonitoring>

### 1.4 Probleemschets

Het voorspellen van lange termijn effecten van stikstofdepositie op duinvegetatie gaat gepaard met onzekerheden die verband houden met de ontwikkeling van de achtergronddepositie, beheer, zanddynamiek, verandering van standplaatscondities, klimaat en externe factoren. Voorts zijn er nog hiaten in de ecologische kennis van de invloed van stikstof op duinvegetaties. Vooral de gevolgen van een kleine toename van N-depositie zijn lastig te bepalen en bovendien sterk afhankelijk van de bijdrage uit andere bronnen. Het MEP duinen kan deze onzekerheden wegnemen door continue de vinger aan de pols te houden.

Gezien de beschreven onzekerheden zijn de evaluatievragen alleen te beantwoorden in de context van andere relevante processen en condities. Deze context is in onderstaande effectketen schematisch weergegeven (linker deel in Figuur 1.2 overgenomen uit Deltares, 2009). Met het oog op het aantonen van causale verbanden hebben wij het onderdeel 'effect op oppervlak habitattype + doelsoorten oppervlak + kwaliteit' in meer detail uitgewerkt (rechter deel in Figuur 1.2). Deze detailuitwerking geeft schematisch weer, dat effecten van extra stikstof zowel door verzuring als door vermessing invloed kan hebben op de soortensamenstelling van habitattypen en de omvang van de populatie van doelsoorten. Zowel door verzuring als door verruiging kunnen kritische soorten uit de vegetatie verdwijnen. Op den duur kan het aantal kenmerkende soorten zover zijn afgenomen dat niet meer van het habitattype Grijze duinen of Vochtige duinvalleien kan worden gesproken. Dan is er sprake van oppervlakteverlies van deze habitattypen.



Figuur 1.2: Effectketen in context met overige processen en condities (links, overgenomen uit Deltares, 2009) en detailuitwerking van het effect op habitattypen en soorten rechts. De stippelijijn geeft aan waar de beide schema's op elkaar aansluiten.

De evaluatiesystematiek moet navolgbaar zijn en dient aan te sluiten bij de in de MER voorspelde mogelijke effecten. De receptoren zijn de prioritare habitattypen 2130 Grijze Duinen en 2190 Vochtige duinvalleien, en de Habitatrichtlijnsoort Groenknolorchis. Effecten op deze receptoren worden geacht tot stand te komen via de route: verhoogde emissie van N ten gevolge van gebruik van MV2 => verhoogde depositie van N op de receptoren => vergrote beschikbaarheid van N in de bodem van de receptoren => veranderingen in de receptoren zelf. Deze veranderingen kunnen zowel op kwantiteit als op kwaliteit betrekking hebben. Omdat kwantiteit en kwaliteit van de receptoren door vele andere factoren worden medebepaald, moeten ook deze andere factoren gemeten worden. De belangrijkste 'andere' factoren zijn: beheer, grondwaterstand, salt-spray, zanddynamiek en bodemcondities.

Met de door deze systematiek ingegeven meetstrategie zal het mogelijk zijn te voldoen aan het beantwoorden van de vraag: treden er veranderingen op in kwantiteit en kwaliteit van de bo-

vingenoemde receptoren, en levert het compensatieproject hiervoor inderdaad in voldoende mate compensatie. Wel moet bedacht worden dat het meetprogramma volledig observationeel is, dat wil zeggen dat de bestaande toestand wordt vastgelegd en veranderingen hierin worden geregistreerd. Veranderingen kunnen dus alleen middels regressie-analyse of vergelijkbare technieken aan mogelijke oorzaken worden gekoppeld. Wil dit mogelijk zijn, dan is het essentieel dat de mogelijke oorzaken van de veranderingen in de receptoren, verschillende patronen in de tijd hebben. Immers, als die oorzaken gelijktijdig veranderen (als de een toeneemt, neemt ook de ander toe; of juist tegengesteld: als de een afneemt, neemt de ander af), dan zullen zij - statistisch gesproken- 'collineair' zijn, en is hun effect niet te scheiden in een regressieanalyse.

A priori kan gesteld worden dat vegetatieveranderingen de som zijn van twee signalen: één oscillerend en één lineair (of tenminste: monotoon). In het geval van MV2 is vooral het lineaire signaal van belang; immers, de emissie van N verbindingen zal toenemen als gevolg van ingebruikname van MV2, en die toenemende emissie zal, volgens boven geschetste effectketen, een toenemend effect op de vegetatie hebben. Dit maakt een eenduidige koppeling van effect aan oorzaak in dit geval lastig. Immers, over een tijdspanne van enkele decennia zijn er vele andere oorzaken denkbaar (die in de praktijk waarschijnlijk deels wel en deels niet gemeten worden) die tot vegetatieveranderingen kunnen leiden. Dit geldt zeker in de huidige periode van snelle klimaatverandering, maar ook beheersinvloeden kunnen lineair door de tijd veranderen (bijvoorbeeld vernatting als gevolg van hydrologische herstelmaatregelen; maar denk bijvoorbeeld ook aan de afname van de konijnenstand in de periode 1995 - 2005). Dit kan de evaluatie van de verzamelde gegevens tot een lastige klus maken; in de praktijk is een effect dat in statistische termen significant is geen bewijs voor een causale relatie, tenminste zal hierbij ook de grootte van de regressiecoëfficiënt in beschouwing moeten worden genomen. Of in andere woorden: het geconstateerde effect van een gegeven oorzakelijke factor moet een plausibele richting en grootte hebben. Een probleem kan daarbij zijn dat een groot aantal oorzakelijke factoren de onzekerheid in de schatting van hun kwantitatieve aandeel in het effect vergroot, en dat vraagt weer om een groot aantal meetpunten. Dit is een afweging die van tevoren en zeer weloverwogen gemaakt moet worden.

## 1.5 Onderzoeksvragen voor de T=0 fase

In de T=0 fase kunnen de evaluatievragen van het MEP duinen (§1.2) nog niet worden beantwoord, omdat de MV2 nog niet in gebruik is genomen. De T=0 fase is gericht op het vaststellen van de referentiesituatie waartegen straks de effecten van MV2 kunnen worden afgezet. De MEP evaluatievragen laten zich daarom voor de T=0 fase vertalen naar de volgende onderzoeksvragen:

- Wat is de actuele stikstofdepositie op de habitattype 2130 (Grijze duinen) en habitattype 2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin, Solleveld & Kappitelduinen en de Duinen van Goeree?
- Wat is het actuele oppervlakte en kwaliteit van 2130 (Grijze duinen) en habitattype 2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin, Solleveld & Kappitelduinen en de Duinen van Goeree?
- Wat is de actuele populatieomvang en verspreiding van de Groenknolorchis in Voornes Duin en de Duinen van Goeree?

Daarnaast hebben we onderzoeksvragen gedefinieerd om meer inzicht te krijgen in het functioneren van het systeem. Hierbij is het -gelet op de probleemschets (§1.4)- vooral van belang om alvast grip te krijgen op de vraag hoe straks het onderscheid tussen signaal en ruis wordt gemaakt. In dit kader zijn de volgende onderzoeksvragen gedefinieerd:

- Welke kustdwarse en kustlangse gradiënten in stikstofdepositie zijn thans waarneembaar?
- Gelet op de meetnauwkeurigheid, zal straks het signaal vanuit MV2 op de stikstofdepositie in de duingebieden waar te nemen zijn?
- Welk deel van de verschillen binnen habitattype H2130 (Grijze duinen) en habitattype H2190 (Vochtige duinvalleien) in de duingebieden is te verklaren door verschillen in stikstofdepositie en hoe verhoudt zich dit tot de invloed van andere factoren?

Naast de hierboven genoemde onderzoeksvragen zijn ook per onderdeel (Hoofdstuk 2 t/m 5) meer gedetailleerde onderzoeksvragen geformuleerd.

De voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van de meetperiode januari 2011 t/m december 2013. De metingen van de stikstofdepositie lopen nog door tot en met maart 2014, maar deze zijn niet meer verwerkt. Aangezien de ingebruikname van MV2 nog niet is voorzien voor het najaar van 2014, kunnen metingen uit 2014 bij een toekomstige evaluatie nog meegenomen worden als een verlengde van de T=0 fase.

## 1.6 Aanpak op hoofdlijnen

Om veranderingen in kwaliteit en oppervlakte van Vochtige duinvalleien, Grijs duinen en de populatieomvang van groenknolorchis te kunnen volgen en relateren aan de stikstofdepositie afkomstig van het gebruik van MV2, worden de volgende zaken gemonitord binnen het onderzoeksgebied:

- stikstofdepositie (zie hoofdstuk 2);
- omvang en kwaliteit Vochtige duinvalleien, Grijs duinen en populatie Groenknolorchis (zie hoofdstuk 3);
- de belangrijkste overige factoren die van invloed zijn op de habitattypen en groenknolorchis, waaronder zanddynamiek, beheer, bodem, weer en water (zie hoofdstuk 4).

De wijze waarop de monitoring voor deze onderwerpen wordt uitgevoerd is in detail beschreven in de genoemde hoofdstukken en in de meetprotocollen in [bijlage 2 en 3](#).

De resultaten van de verschillende onderdelen worden gebruikt als input voor multivariate en temporele statistische analyses (Hoofdstuk 5). De resultaten van deze analyses geven inzicht in de trends in de vegetatie en de relatieve invloed van stikstofdepositie en andere factoren op de vegetatiesamenstelling (op PQ-locaties) en de kwaliteit van de habitattypen.

## 2 Stikstofdepositie

### 2.1 Inleiding

Door antropogene activiteiten rondom de duinen komen er verschillende luchtverontreinigende componenten op de duinvegetatie terecht. Voorbeelden daarvan zijn ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) en stikstofdioxide ( $\text{NO}_x$ ). De stikstof (N) in deze gassen werkt als meststof en draagt bij aan een verlies aan biodiversiteit in de duingebieden.. Met de aanleg van MV2 kunnen de hoeveelheden gassen en deeltjes die op de Natura 2000 gebiedenterecht komen veranderen. De hier beschreven atmosferische metingen moeten daar een beeld van geven.

### 2.2 Methodiek

In dit deel van het project worden metingen uitgevoerd die twee dingen in beeld moeten brengen:

1. de ruimtelijke variatie in stikstofdepositie op de habitattypen 2130 en 2190 in het onderzoeksgebied;
2. de verandering in stikstofdepositie ten gevolge van MV2

In 2011 en 2012 zijn op 15 meetlocaties verschillende chemische componenten in de buitenlucht gemeten. In 2013 zijn de metingen uitgebreid tot 19 locaties met 2 extra meetpunten op MV2 zelf en twee meetpunten extra op het noord-zuid transect Hoek van Holland - Wassenaar.

Depositie van stikstof vindt zowel plaats onder natte omstandigheden met regen (natte depositie) als onder droge omstandigheden (droge depositie). Daarbij is de verhouding tussen de droge en natte depositie generiek over Nederland ongeveer 2:1. Om zowel de droge als de natte depositie te bepalen worden verschillende meetsystemen ingezet.

#### 2.2.1 Natte depositie

De natte depositie wordt gemeten met bulk of wet-only regenvangers. De bulkvangers staan altijd open aan de lucht en krijgen een deel droge depositie mee, terwijl de wet-only vangers alleen neerslag verzamelen als het regent. Dit laatste levert een nauwkeurigere meting van de totale natte depositie op. Echter, daar staat tegenover dat wet-only depositiemetingen aanzienlijk duurder zijn ten gevolge van het complexere monstername apparaat. Op basis van deze overweging is er gekozen om op twee locaties de metingen met zowel bulk als wet-only vangers uit te voeren en op de andere locaties of een bulk of een wet-only vanger te installeren.





Figuur 2.1: Voorbeeld van een meetopstelling met van links naar rechts, een “wet-only” regen vanger, een bulk depositievanger, de 220 V aansluiting, de paal met meteostation (bovenop) en deltadenuder (kast in het midden, zie hieronder)

### 2.2.2 Droge depositie

De droge depositie kan op verschillende manieren worden bepaald. In dit project wordt de droge depositie indirect bepaald. Omwille van de kosten wordt niet het neerwaartse transport gemeten maar wordt er gebruik gemaakt van de zogenaamde inferentie methode. Daarbij wordt op één hoogte de concentratie (de hoeveelheid gas of deeltjes in de lucht) gemeten. Dat gebeurt met meetapparatuur die maandgemiddelde concentratieniveaus bepaald. De concentratie hangt samen met het neerwaartse transport volgens een eenvoudige formule:

$$\text{Depositie} = \text{Concentratie} \times \text{Depositatiesnelheid}$$

Door een depositatiesnelheid aan te nemen kan dus uit een concentratieniveau een depositieniveau worden berekend. De depositatiesnelheid kan worden bepaald via drie afzonderlijke parameters: Ra, Rb, Rc volgens:

$$V_d = 1 / (R_a + R_b + R_c)$$

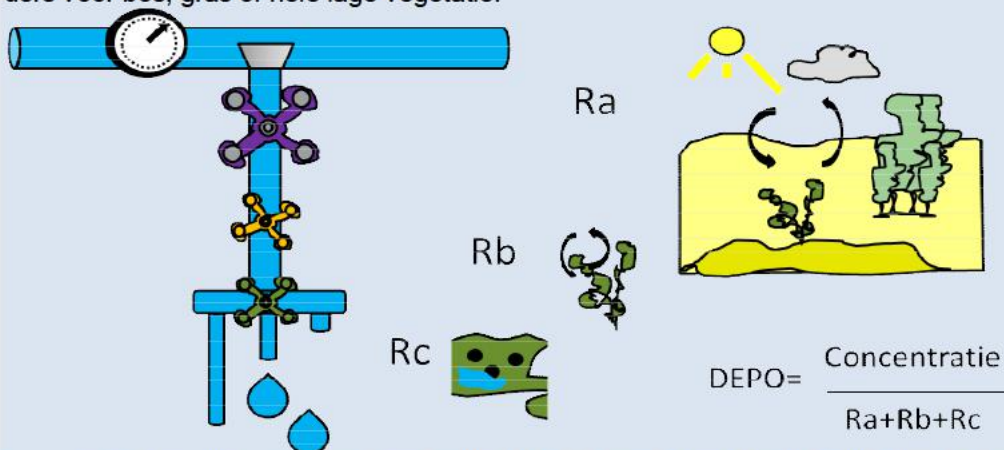
Hierin is Ra afhankelijk van de ruwheid van het terrein om het meetpunt heen. Feitelijk beschrijft deze parameter hoe makkelijk lucht vanuit grotere hoogte naar het oppervlak gemengd wordt. Rb beschrijft het diffuse deel van het transport vlak bij de vegetatie; deze hangt ook af van de windsnelheid en van de component. Rc beschrijft hoe gemakkelijk een chemische stof door gewas of bodem wordt opgenomen. Zo wordt ammoniak sneller en gemakkelijker opgevangen door het oppervlak dan bijvoorbeeld stikstofoxides.

De formules waarmee Ra, Rb en Rc (en dus de depositatiesnelheden) worden afgeleid zijn in de wetenschappelijke literatuur beschreven en bepaald met meer geavanceerde meetsystemen. Die metingen zijn niet echt beschikbaar binnen duingebieden. En het gevolg is dat de schatting voor een dergelijke meting, voor een locatie en een maand, een onzekerheidsmarge kan hebben in de orde van 50-100%. Zolang deze onzekerheid alleen maar random is kunnen we met 15 meetstations en 12 meetsessies per jaar per station uiteindelijk toch een uitspraak doen over wat er gebeurt ten gevolge van activiteiten in het MV2 monitoringgebied.

### Kader 1: Wetenschappelijke onzekerheid versus gekozen werkelijkheid.

De hoeveelheid gas of deeltjes in de atmosfeer is als druk in een waterleiding (=concentratie). Vanaf die leiding, die in de atmosfeer overeen zou komen met lucht die over een oppervlak stroomt, zijn er drie kranen. Dat zijn weerstanden die bepalen hoeveel er aan druppels (=depositie) op het oppervlak terecht komt. Afhankelijk van de stand van de kranen is de weerstand hoog of laag en verandert, ook bij gelijke druk, de stroom van het water naar het oppervlak.

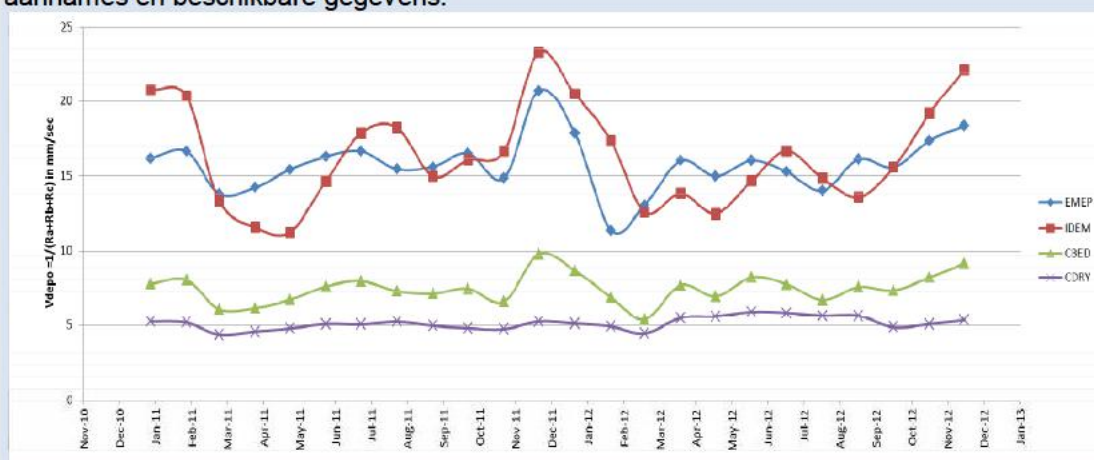
In de atmosfeer is de eerste weerstand Ra. Deze wordt bepaald door de turbulentie boven het oppervlak. Ra geeft aan hoe makkelijk gas uit hogere luchtlagen naar de vegetatie wordt gemengd. Het laatste stuk van dat transport is meer turbulent maar wordt door diffusie gecontroleerd. Deze tweede weerstand is afhankelijk van de meteorologie en het soort gas en heet Rb. Als laatste is de vegetatie meer ontvankelijk voor het ene gas dan voor het andere, via de huidmondjes of via het oppervlak. Huidmondjes staan verder open indien zonlicht en vocht beschikbaar zijn, en de formules die Rc beschrijven houden daar rekening mee. Die zijn dus anders voor bos, gras of hele lage vegetatie.



Figuur 2.2: Schematische weergave van de relatie tussen concentratie in de lucht en depositie naar het oppervlak toe.

Experimenten, wereldwijd zijn gebruikt om formules af te leiden die data zoals windsnelheid, temperatuur, zonlicht en vochtigheid vertalen in waarden voor Ra, Rb en Rc. Er verschillen internationale modellen in gebruik. Die modellen zijn het lang niet altijd eens en dat komt dus door verschillen van inzicht en of verschillen in de onderliggende datasets. Er zijn modellen die ontwikkeld zijn voor bossen en uitgebreid zijn voor andere vegetatietypen etc.

Flechard et al. 2011 hebben een vergelijking gedaan van een Europese set metingen met Deltadenuders net zoals die op MV2 zijn gebruikt. De publicatie laat daar de verschillen tussen de modellen goed zien. Masshad et al (2010) bediscussieert een waslijst aan onderliggende aannames en beschikbare gegevens.



Figuur 2.3: Voorbeeld hoe verschillende modellen een andere depositiesnelheid voor SO<sub>2</sub> uitrekenen met als invoer de meteo gemeten in het MV2 project voor 2011 en 2012.

### 2.2.3 Meetopzet

In dit project werden natte depositiemetingen uitgevoerd met een combinatie van wet-only en bulk samplers op 7 locaties in een gradiënt langs de kust. De resultaten van de metingen moeten laten zien of er verschillen zijn en of we eventueel met minder van deze metingen uit kunnen (met andere woorden: is de natte depositie homogeen genoeg). Op twee locaties (Goeree en Solleveld) staan zowel een bulk als een wet-only systeem naast elkaar. Deze twee sets dienen als ijkpunt om te kunnen bepalen welke verhouding er is tussen de metingen met het (goedkope) bulk meetsysteem en het (duurdere) wet-only meetsysteem. De meetsystemen zijn maandelijks bezocht door een medewerker van Grontmij, de monsters zijn verzameld en gewogen bij ECN en de analyses vonden plaats bij Alterra.

De componenten die in de watermonsters zijn bepaald zijn weergegeven in Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Chemische bepalingen in de natte depositiemetingen (bulk en wet-only).**

Component	Eenheid	Uitleg
Hoeveelheid regen	mm	
EC	$\mu\text{S cm}^{-1}$	Geleidbaarheid
Cl	mg/l	Chloride, langs de kust met name afkomstig van zeezout
Ca	mg/l	Kation, wisselt uit met bijvoorbeeld $\text{NH}_4$
K	mg/l	Kation, wisselt uit met bijvoorbeeld $\text{NH}_4$
Mg	mg/l	Kation, wisselt uit met bijvoorbeeld $\text{NH}_4$
Na	mg/l	Natrium, langs de kust met name afkomstig van zeezout
P- $\text{PO}_4$	mg/l	Fosfaat, goede indicator voor vogelpoep
S- $\text{SO}_4$	mg/l	Sulfaat bijvoorbeeld afkomstig van zware stookolie & raffinage
pH		Zuurgraad van de regen
N- $\text{NH}_4$	mg/l	Ammonium, van ammoniak afkomstig
N- $\text{NO}_3$	mg/l	Nitraat, afkomstig van bijvoorbeeld $\text{NO}_x$ emissies
Nts	mg/l	Totaal stikstof gehalte

De droge depositie is berekend voor verschillende componenten door met Deltadenuders en  $\text{NO}_x$  passieve samplers de concentraties te bepalen in 15 gebieden in zowel parallel aan de kust als kustdwarse gradiënten. Inferential berekeningen moeten vervolgens een indicatie van de droge depositie opleveren. De componenten die in Deltadenunder-filterpacks zijn bepaald zijn weergegeven in Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Chemische bepalingen voor de droge depositie metingen.**

Gassen	Beschrijving	Omdat
$\text{NH}_3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ammoniak	Belangrijk voor N depositie op vegetatie, bron met name landbouwactiviteiten
HCl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Zoutzuur	Verzurend bron industrieel
$\text{HNO}_2$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Salpeterig zuur	Verzurend & N depositie bron industrie & reactie van $\text{NO}_x$ in de atmosfeer
$\text{HNO}_3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Salpeterzuur	Verzurend & N depositie bron industrie & reactie van $\text{NO}_x$ in de atmosfeer
$\text{SO}_2$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Zwaveldioxide	Bronnen raffinage & scheepvaart goed tracer voor MV emissies
$\text{NO}_x$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Stikstofdioxide	N depositie en Ozon vorming. Bron: verbrandingsmotoren N depositie
<b>Deeltjes</b>		
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}_3$ Calcium	Basische kationen, wisselen uit met $\text{NH}_4$
Mg	$\mu\text{g}/\text{m}_3$ Magnesium	Idem
K	$\mu\text{g}/\text{m}_3$ Kalium	
Na	$\mu\text{g}/\text{m}_3$ Natrium	Natrium Chloride is belangrijkste deel voor zeezout
CL	$\mu\text{g}/\text{m}_3$ Chloride	Idem
$\text{NH}_4$	$\mu\text{g}/\text{m}_3$ Ammonium	Belangrijk onderdeel van fijnstof bronnen: landbouw

NO <sub>3</sub>	µg/m <sub>3</sub>	Nitraat	Belangrijk onderdeel van fijnstof bronnen: verbrandingsmotoren.
SO <sub>4</sub>	µg/m <sub>3</sub>	Sulfaat	Belangrijk onderdeel van fijnstof bronnen: raffinage & scheepvaart plus een deel natuurlijk.

## 2.3 Uitgevoerde werkzaamheden

In 2011 en 2012 zijn de metingen op de 15 meetstations uitgevoerd. In december 2012 zijn er 4 stations aan deze set toegevoegd om een beter beeld te krijgen van wat er op de MV2 zelf gebeurt en of er ten noorden van Solleveld nog een signaal gemeten wordt.

In 2011 werden de verschillende onderdelen van het meetsysteem geplaatst en zijn de metingen van start gegaan. In 2011 en 2012 hebben de meetsystemen naar tevredenheid gewerkt en zijn meetresultaten voor de 15 locaties beschikbaar gekomen. Ook in 2013 zijn de metingen goed verlopen. Er is een hoge datadekkingsgraad voor alle chemische data verkregen. De wet-only metingen zijn wel storingsgevoelig door de bewegende delen. De Deltadeners, ook de sets die op zonne-energie hebben gemeten, hebben het erg goed gedaan en lijken een consistente dataset op te leveren.

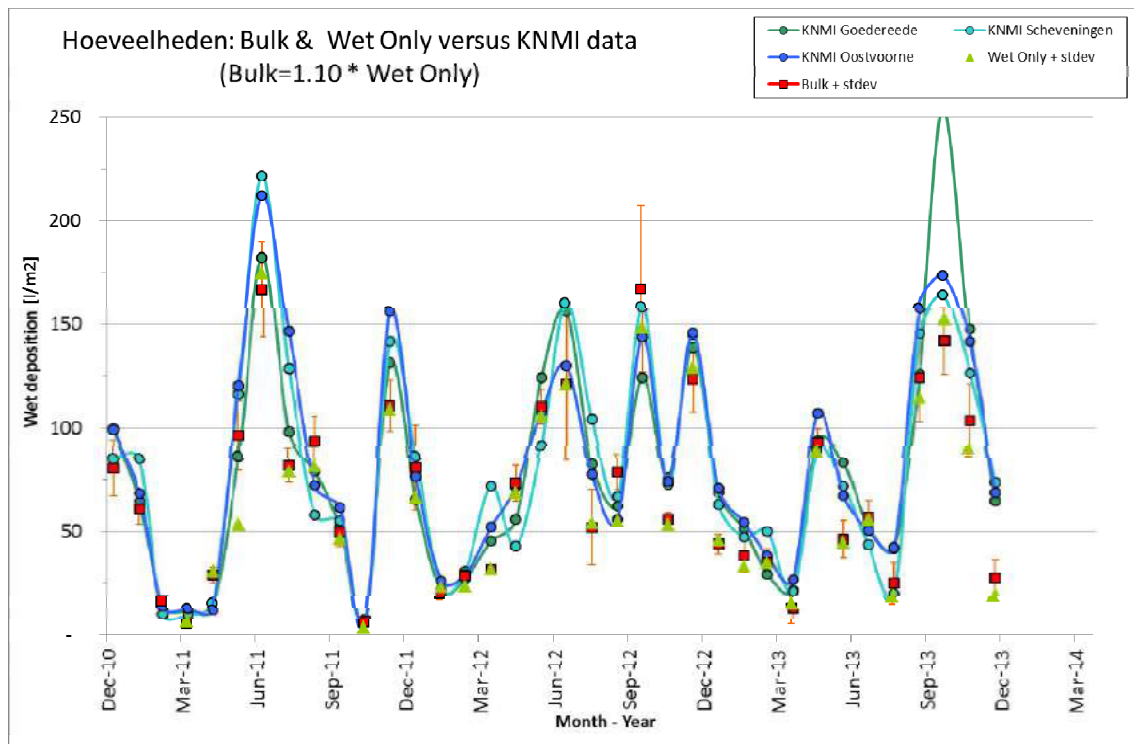
Bij Panduin wijken de Deltadener metingen in de tweede helft van 2011 en de eerste helft van 2012 sterk af van de andere stations, hetgeen veroorzaakt is door technische storingen. Deze metingen zijn uit de rapportage gelaten.

## 2.4 Resultaten

### 2.4.1 Natte depositiemetingen

#### Hoeveelheden

De natte depositiemetingen op de verschillende locaties zijn voor wat betreft de hoeveelheden verzameld materiaal vergeleken met drie meetstations van het KNMI (Goedereede, Oostvoorne en Scheveningen). Het resultaat van deze vergelijking is weergegeven in Figuur 2.4. De punten in het plaatje geven de gemiddelde hoeveelheden monster van de bulk of wet-only samplers aan. De verticale balken geven de standaarddeviatie van de bepalingen op de verschillende stations weer. Het is duidelijk dat met name in de maanden met een aanzienlijke hoeveelheid neerslag, de spreiding relatief groot is. Echter, de trend over de maanden komt goed overeen met de KNMI data. Over de hele episode vangen de bulk samplers 14% minder water in dan op de KNMI stations wordt gemeten. Voor de wet-only stations is dat 18%. De KNMI stations zelf hebben in de drie jaar eenzelfde hoeveelheid regen gemeten (binnen 1%). De bulk metingen bevatten gemiddeld 10% meer water dan de wet only systemen.

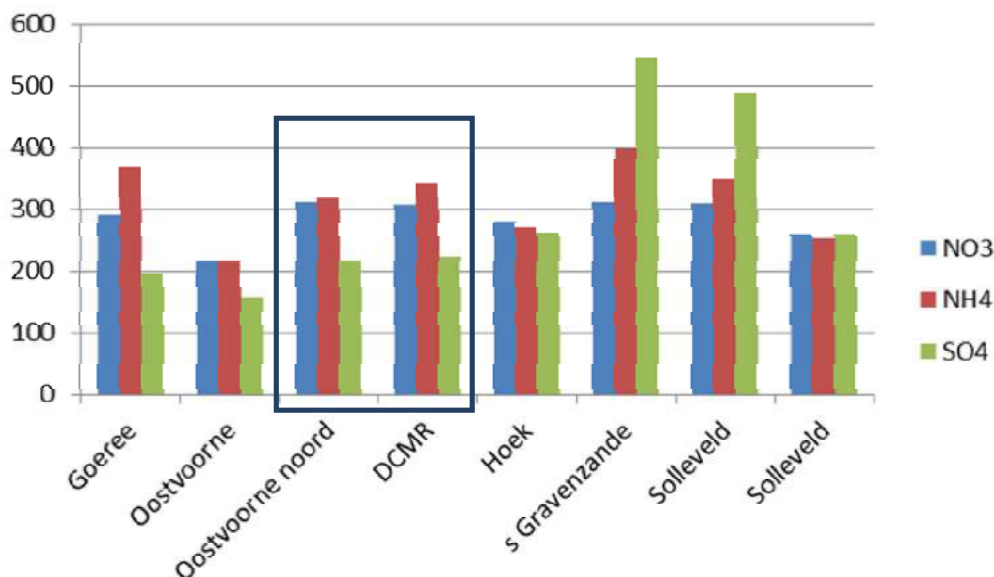


Figuur 2.4: Hoeveelheden water opgevangen in de bulk en wet only systemen. De waarden lopen goed mee met wat KNMI voor depositiehoeveelheden rapporteert. De drie lijnen geven KNMI data voor drie verschillende stations weer. Ook daar geldt dat de verschillen soms groot kunnen zijn, maar in de regel valt ongeveer overal de zelfde hoeveelheid.

### Chemische samenstelling

Naast de hoeveelheid is de gemeten samenstelling van de watermonsters interessant. Het is immers te verwachten dat benedenwinds van grote bronnen meer materiaal uitregent dan op schone locaties.

Om te zien in hoeverre de monsternamen en analyses van de natte depositiemetingen overeenkomen met die van "collega instituten" zijn in Figuur 2.5 zijn de concentraties van  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$  en  $\text{SO}_4$  voor de verschillende sites weergegeven. Naast de waarden van het eigen meetnet zijn ook de concentraties van een nabijgelegen (bij Oostvoorne Noord) meetpunt van het DCMR (Van Breugel pers. comm.) opgenomen in de figuur. Vergelijking van de twee bij elkaar gelegen punten laat zien dat de verschillen beperkt zijn (DCMR -1%, +8% en -3% voor respectievelijk  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$  en  $\text{SO}_4$ ).



*Figuur 2.5: Vergelijking voor 2011 van de natte depositiewaarden voor de verschillende punten in het meetnet en de DCMR metingen. Het DCMR meetpunt ligt vlak bij het station Oostvoorne noord. Het verschil tussen de twee nabij gelegen punten, Oostvoorne Noord en DCMR station (zie box) bedroeg 1% voor NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 8% voor NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en 3% voor SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. De andere staafdiagrammen laten duidelijk hogere niveaus voor NH<sub>4</sub> en SO<sub>4</sub> zien op de stations 's Gravenzande en Solleveld (1), terwijl ze op de overige locatie gelijk of net iets lager zijn.*

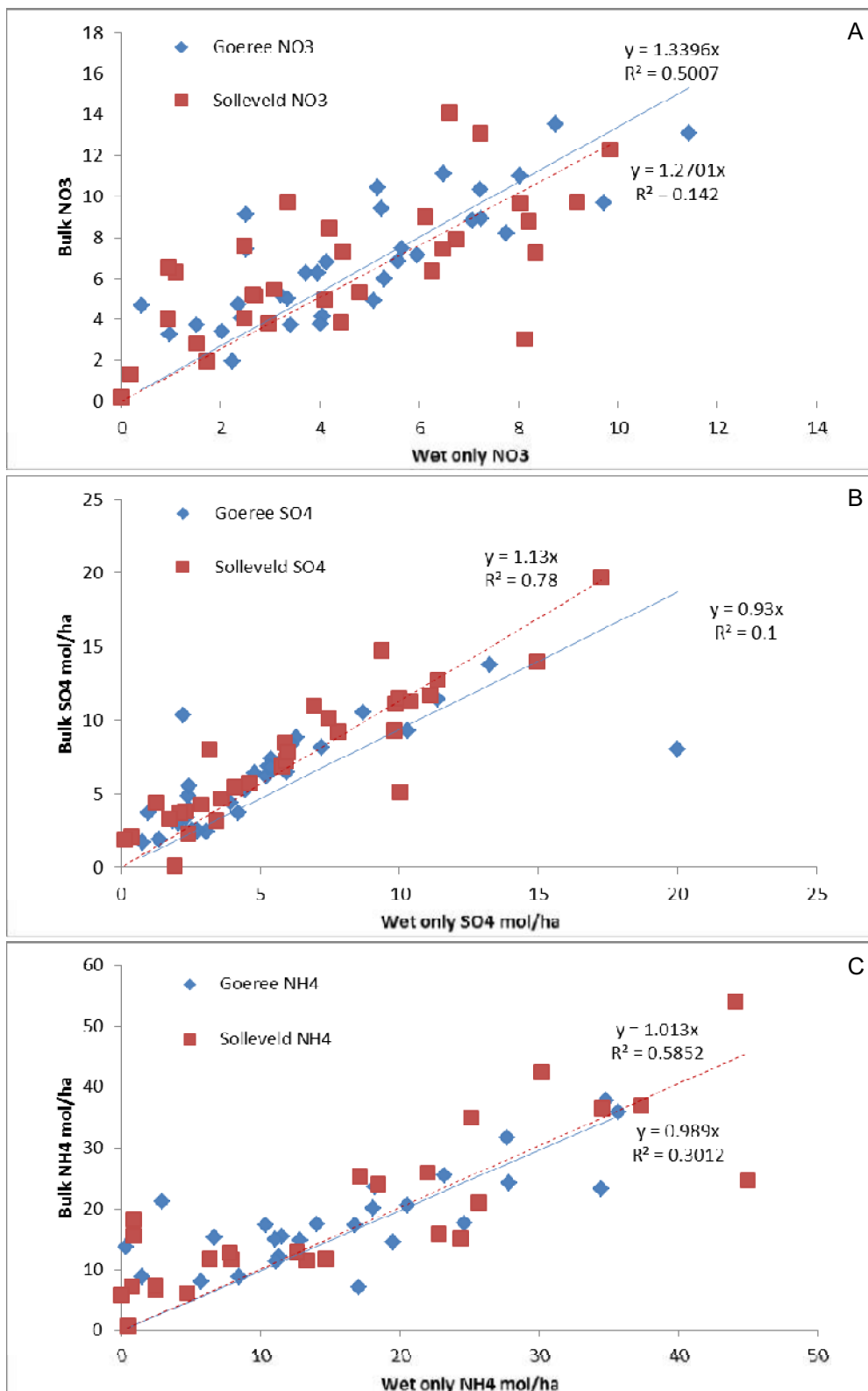
*\* nieuwe data voor 2012 en 2013 volgt later*

### Vergelijking bulk en wet only samplers

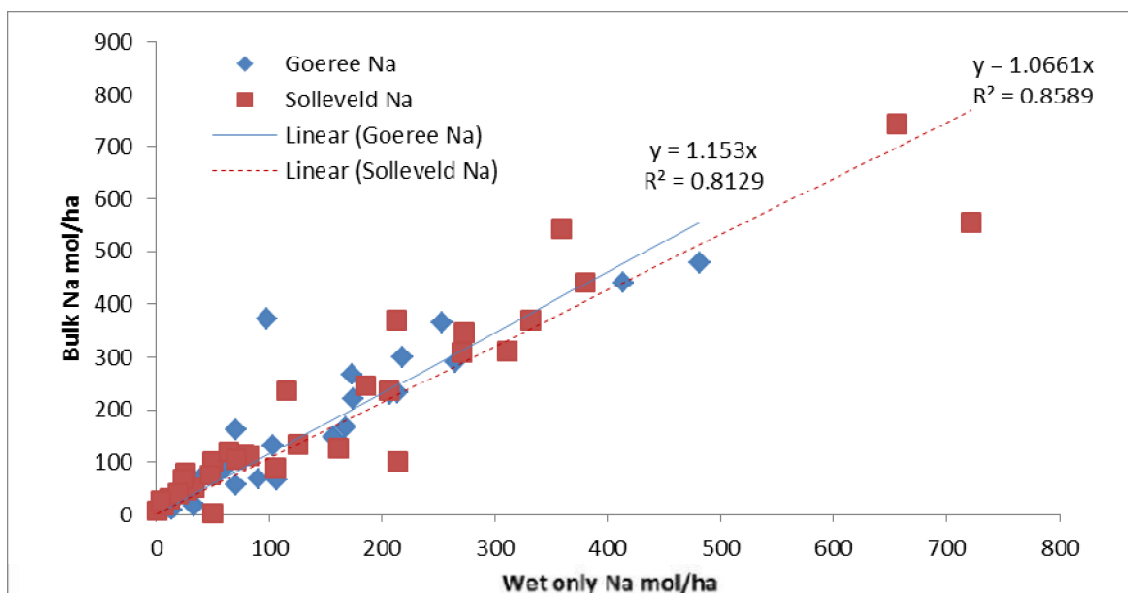
In Figuur 2.6 zijn voor de stations Goeree en Solleveld de bulk en wet-only depositiegetallen met elkaar vergeleken. Op basis van de vergelijking op deze stations werden de gegevens op alle andere stations gecorrigeerd en de natte depositie voor stikstof geschat.

De bulk metingen werden voor NH<sub>3</sub> en NO<sub>3</sub> geschaald op basis van de regressie parameters. De bulk nitraat getallen werden met 30% gecorrigeerd, de ammonium getallen hadden geen correctie nodig. De correcties tussen wet-only en bulk zijn lager dan verwacht op basis van metingen die met name op buitenlandse stations werden uitgevoerd (Draaijers et al., 1998). Bij de gekozen meetstrategie is het in theorie mogelijk dat er verdamping optreedt in de monsters. Deze worden weliswaar in de grond bewaard, en niet in een koelkast, zoals bijvoorbeeld bij het DCMR meetpunt (Figuur 2.5) wel het geval is. De goede overeenkomst in Figuur 2.5 voor de depositieschatting suggereert echter dat dit geen significante rol heeft gespeeld. Ook geeft de figuur geen aanleiding tot risico voor significante bacteriële omzetting in de monsters omdat dat deze, omwille van de kosten maandelijks en niet twee wekelijks werden gewisseld.

Indien de atmosferische samenstelling op een meetpunt dicht bij industriële bronnen heel anders is dan op de punten waar we nu de vergelijking tussen bulk en wet-only depositie hebben gemaakt dan zouden daar andere effecten op kunnen treden. We hadden op het station Hoek van Holland ook nog een vergelijking tussen bulk en wet-only kunnen doen. Uit kostenoverwegingen is besloten om dat niet te doen.



Figuur 2.6.(A, B en C): Vergelijk van wet-only en bulk depositieschattingen voor respectievelijk Nitraat, Ammonium en Sulfaat. De bulk waarden zijn gemiddeld zoals verwacht hoger dan de wet-only. Bulk metingen voor nitraat worden op basis van deze grafiek met 30% naar beneden bijgesteld. Monsters met een hoge PO<sub>4</sub>depositiewaarde (vogelpoep) werden uit de dataset gehaald.



Figuur 2.7: Vergelijking van wet-only en bulk depositieniveaus voor Natrium.

### Zeezout

De ratio in de metingen van natrium/chloride laat in de regel een verhouding zien van 85% (Draaijers, 1993) in de MV2 dataset komen we uit op een iets hoger niveau van rond de 92%.

#### 2.4.2 Droge depositie

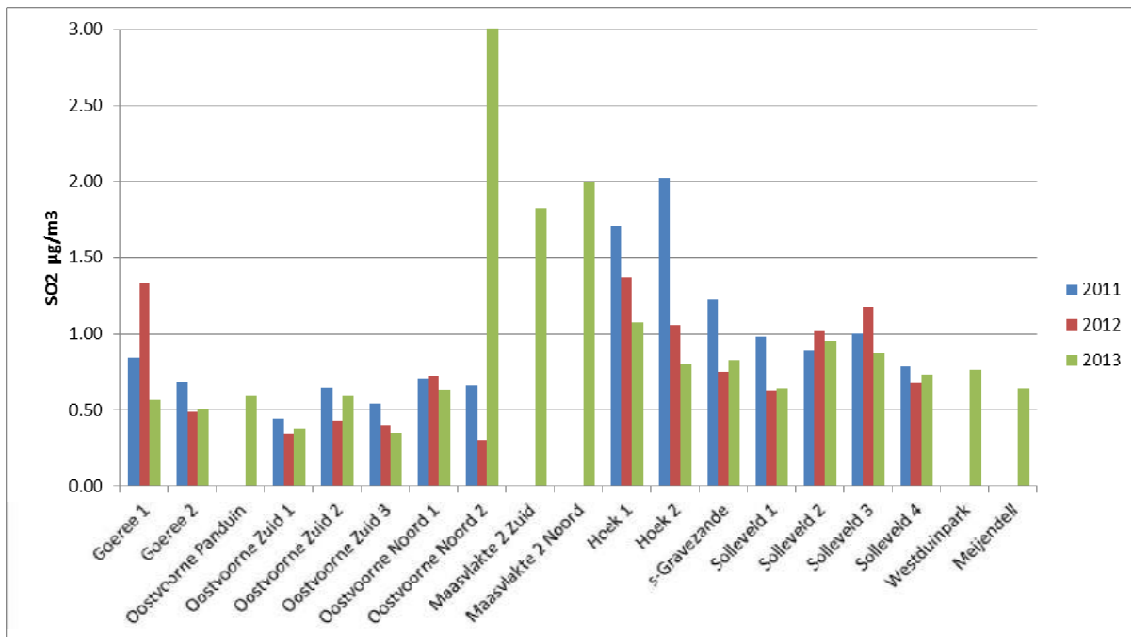
De Deltadenuder systemen hebben uitstekend gefunctioneerd tot nu toe en over de hele meetperiode hebben we ca. 95% datadekking. Dat betekent bijvoorbeeld ook dat de sets die op zonnecellen en batterijen werken goed hebben gefunctioneerd. De data geven per maand een beeld van zowel de kustlangse gradiënt als de gradiënt loodrecht op de kust ter hoogte van Solleveld en de Schapenwei (Oostvoorne).

### Zwavel dioxide

De metingen van de drie opeenvolgende jaren brengen ondermeer de kustlangse gradiënt in beeld. Een voorbeeld hiervan betreft de concentratie van  $SO_2$  in Figuur 2.8.

Voor alle jaren is een gradiënt waarneembaar met een maximale waarde bij Hoek van Holland en dalend naar het noorden toe. Voor Oostvoorne Noord 2 is voor december 2013 een grote  $SO_2$  piek gemeten, waarvoor de oorzaak niet bekend is. De verhoging is echter wel in lijn met de hogere concentraties op Maasvlakte Zuid en Noord.

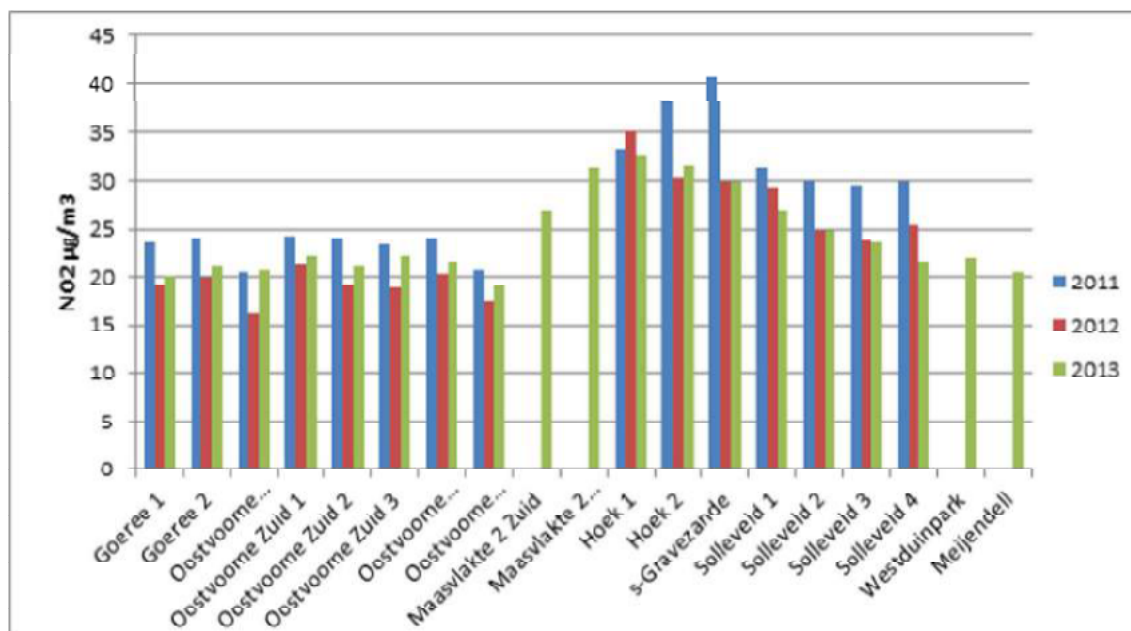




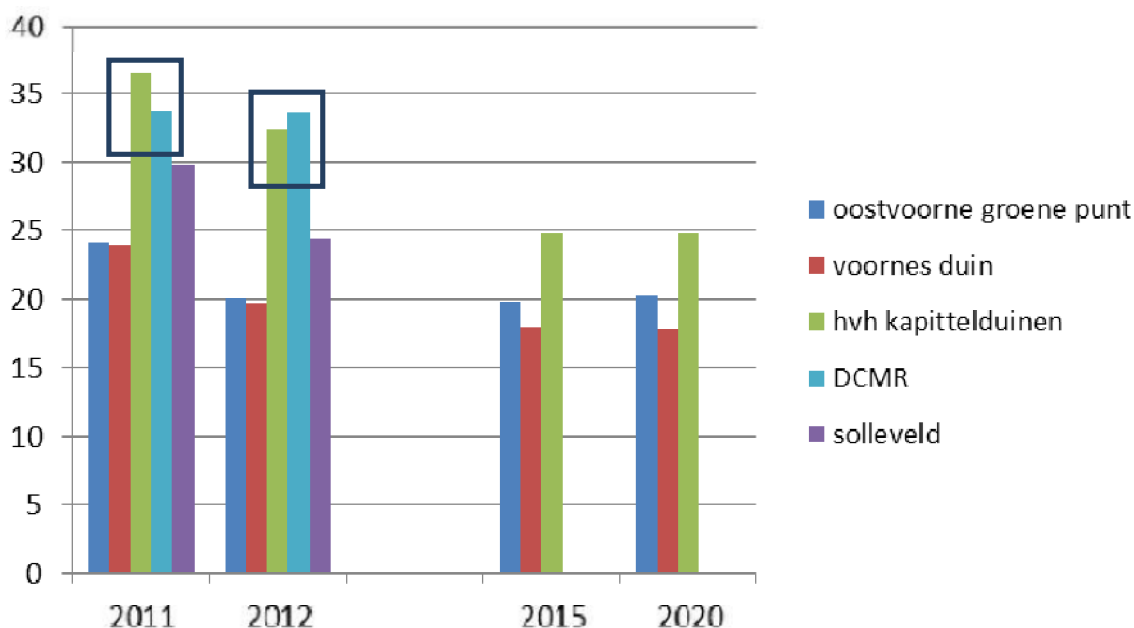
Figuur 2.8: Kustlangse gradiënt van SO<sub>2</sub> jaargemiddelde concentratie voor de periode 2011-2013.

### Stikstofdioxide

Figuur 2.9 laat de kustlangse gradiënt van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub> concentraties zien. Hier is duidelijk de verhoging van de concentraties rond de Maasvlakte te zien. Er is geen duidelijke trend in de tijd waar te nemen. De verandering van jaar tot jaar worden hier met name veroorzaakt door de meteorologische omstandigheden.



Figuur 2.9: Kustlangse gradiënt van NO<sub>2</sub> jaargemiddelde concentratie voor de periode 2011-2013



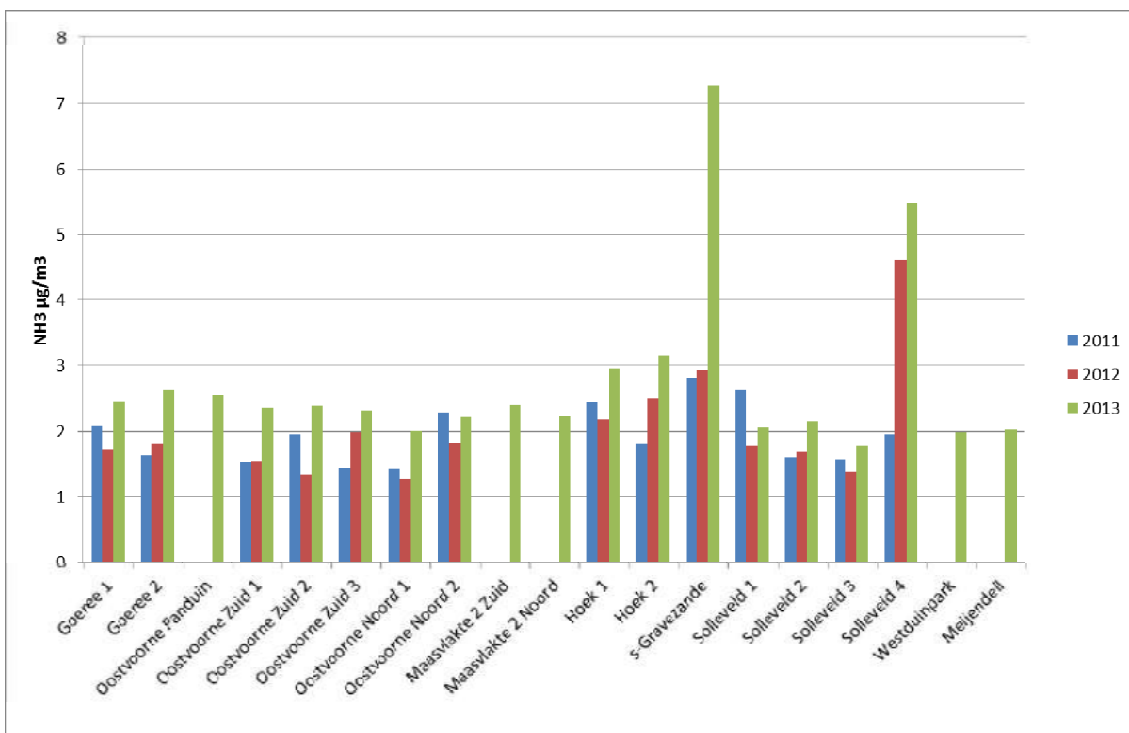
Figuur 2.10: Gemeten  $\text{NO}_2$  concentraties op Oostvoorne, Voornes Duin en Hoek van Holland en Solleveld. De twee kaders in de grafiek laten de vergelijking zien van Hoek van Holland data met gemeten concentraties door DCMR op Hoek van Holland. De twee datasets aan de rechterkant geven de concentraties weer volgens de MV2 MER voor 2015 en 2020.

\* Nieuwe figuur volgt zodra DCMR data beschikbaar is

Net als voor de natte deposities, zijn ook de concentraties voor  $\text{NO}_2$  vergeleken met metingen van de DCMR. Het betreffen hier metingen voor Hoek van Holland. De vergelijking tussen de verschillende concentraties is opgenomen in Figuur 2.10. Naast de gemeten concentraties voor 2011 en 2012 zijn ook de 'MER concentraties' voor 2015 en 2020 weergegeven. De vergelijking met de DCMR concentraties laat zien dat de door ons gemeten waarden voor Hoek van Holland in lijn is met die van DCMR. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat de meetbuisjes uit ons meetnet de correcte concentraties laten zien, in vergelijking met de hoge resolutie metingen (in de tijd) van het DCMR.

### Ammoniak

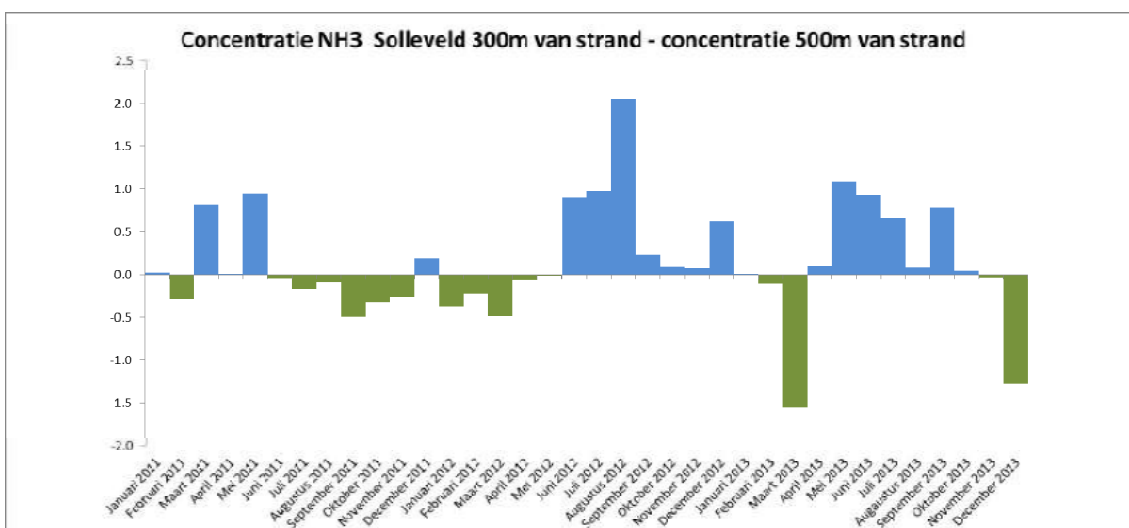
In Figuur 2.11 is de kustlangse gradiënt voor ammoniak te opgenomen. Er is op zich geen uitgesproken trend te zien. Wat wel opvalt zijn de twee hoge pieken bij 's-Gravezande en Solleveld 4. Hierbij is naar alle waarschijnlijkheid sprake van belasting van de metingen door een kudde paarden, in combinatie met de nabijheid van een veekraal/bijvoederplek. Voor 's-Gravezande is er voor 2013 ook sprake van een sterk verhoogde concentratie. De oorzaak hiervoor zijn naar alle waarschijnlijk loslopende koeien in de omgeving van de meetopstelling. De ammoniak die uit de uitwerpselen en urine vrijkomt zal de gemeten waarden op de betreffende locatie sterk beïnvloeden.



Figuur 2.11: Kustlansge gradiënt van NH<sub>3</sub> jaargemiddelde concentratie voor de periode 2011-2013

**Emissie van ammoniak uit zee**

In de rapportage van het MAN netwerk van het RIVM is aangegeven dat er een emissie van ammoniak uit zee wordt gemeten. De MV2 dataset lijkt deze hypothese te ondersteunen. Daarvoor werd gekeken naar de kustdwarse gradiënten van NH<sub>3</sub>. Op Solleveld zijn voor ammoniak de eerste twee punten bij de kust het best om te vergelijken, het derde punt op de lijn wordt voor deze component beïnvloed door de kraal voor paarden die ten oosten van het meetpunt ligt. De twee punten op respectievelijk 300 en 500 meter uit de kustlijn laten in een aantal maanden inderdaad hogere concentraties op het kustnabije punt zien, de blauwe balken in de Figuur 2.12. De ammoniak metingen zullen overigens nog nader met de MAN data worden vergeleken.

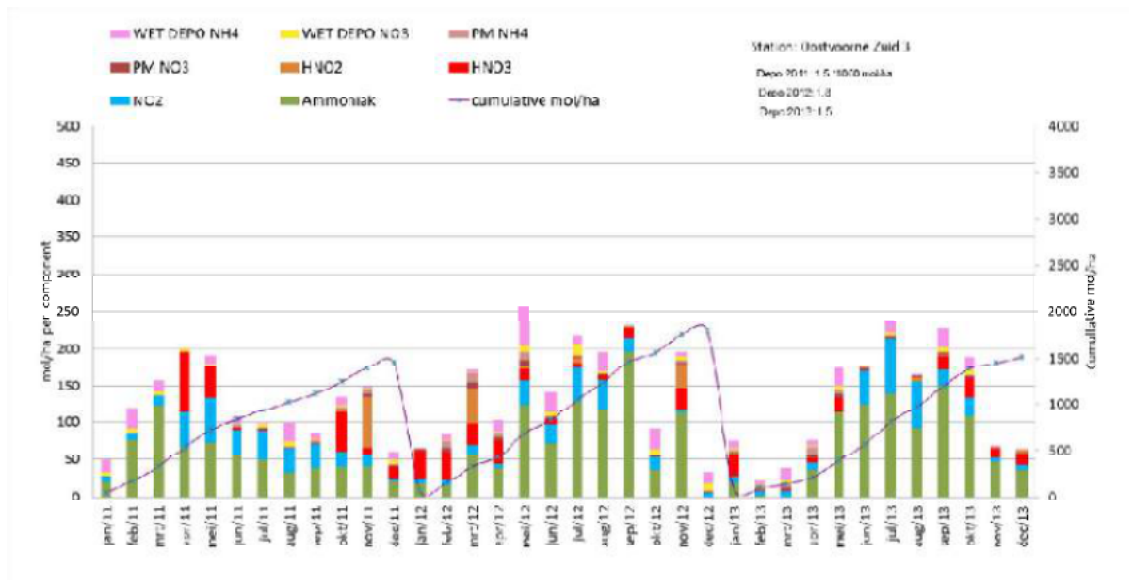


Figuur 2.12: De ammoniakconcentratie van de meetpunten Solleveld 2&3 met elkaar vergeleken. Blauw= ammoniak bij de kust hoger, groen = ammoniak meer inland hoger.

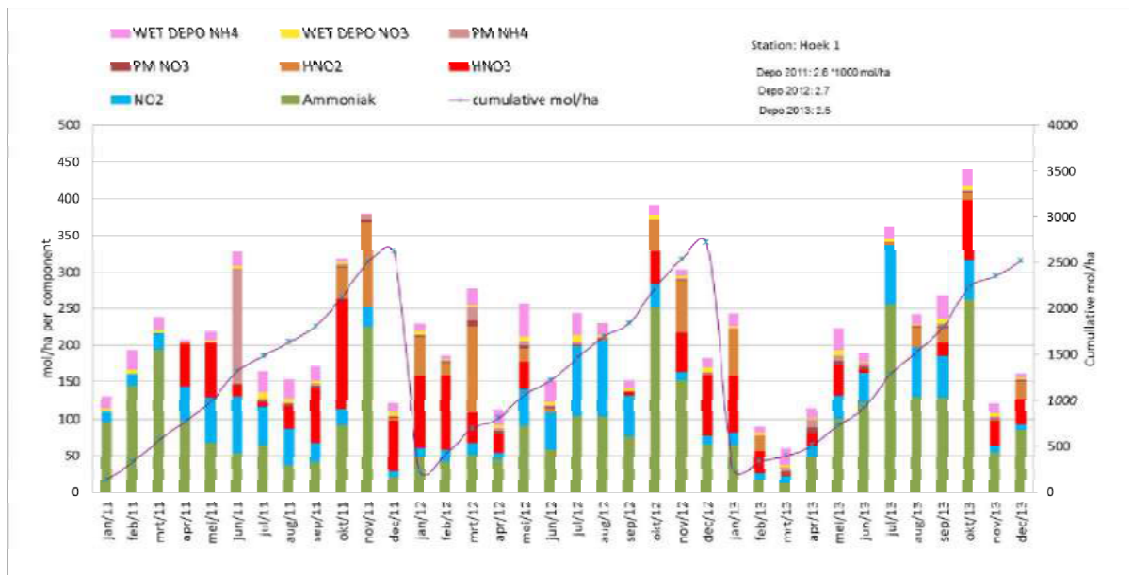
### 2.4.3 Totale depositieniveaus

Met de huidige datasets zijn er depositieniveaus voor de verschillende meetpunten uitgerekend. Voor sommige van die locaties waren er ook al schattingen bijvoorbeeld in het MER van de MV2.

Wanneer de natte deposities samengevoegd worden met de berekende droge deposities (o.b.v. gemeten concentraties en berekende droge depositiesnelheden), kunnen de totale deposities per site en per periode worden berekend. Figuur 2.13 en Figuur 2.14 laten deze deposities zien voor de locaties Oostvoorne Zuid 3 en Hoek 1. Uit deze figuren kan afgeleid worden welk type bron in een bepaalde periode de grootste bijdrage aan de totale depositie levert. Deze bijdrage wordt in hoge mate bepaald door de emissiesterkte van de betreffende bronnen en de overheersende windrichting.



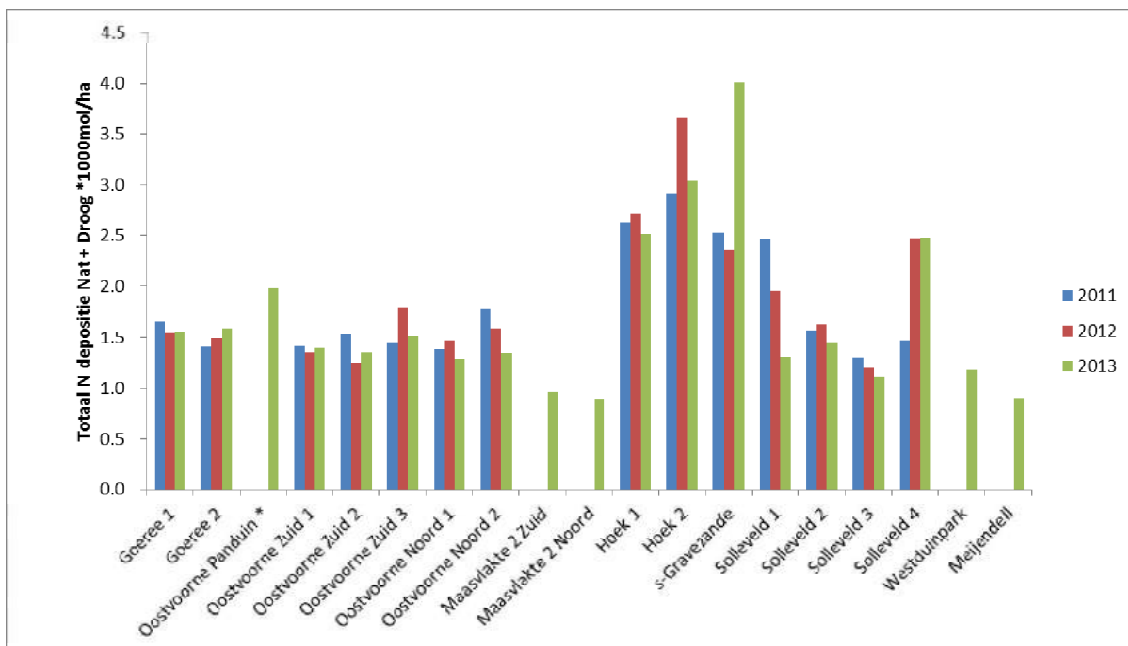
Figuur 2.13: Gemeten en berekende natte en droge depositie voor de locatie Oostvoorne Zuid 3. Weergegeven is de verdeling per maand over de verschillende componenten en de cumulatieve depositie per jaar. In de figuur staat 'bd' voor bulkdepositie en 'PM' voor Particulate Matter (aerosol)



Figuur 2.14: Gemeten en berekende natte en droge depositie voor Hoek van Holland (locatie Hoek 1). Weergegeven is de verdeling per maand over de verschillende componenten en de cumulatieve depositie per jaar. In de figuur staat 'bd' voor bulkdepositie en 'PM' voor Particulate Matter (aerosol)

Figuur 2.15 laat het totale overzicht van de deposities per site voor de periode 2011-2013 zien. Het patroon wat te zien was voor de natte depositie, is ook in de totale depositie voor de ver-

schillende jaren te zien. Opvallend is een verhoogde depositie in 2012 en 2013 voor Solleveld 4 en voor 2013 voor 's-Gravezande. Zoals al eerder aangegeven is hierbij de invloed van paarden en koeien in de nabijheid van de meetopstelling van belang.



Figuur 2.15: Totale depositie per site voor de periode 2011-2013.

Tabel 2.3 Totale depositie (mol N/ha/jaar) voor een viertal sites volgens de MER.

Locatie	Depositie 2003	Depositie 2015	Depositie 2020	Depositie 2033
A. Het Groene Punt (Voornes Duin)	1180	1150	1078	1078
B. Voorne Noord (Voornes Duin)	1410	1383	1317	1317
C. Hoek van Holland (Kapittelduinen)	1230	1317	1527	1527
D. 's-Gravezande (duinen)	2300	2097	1694	1694

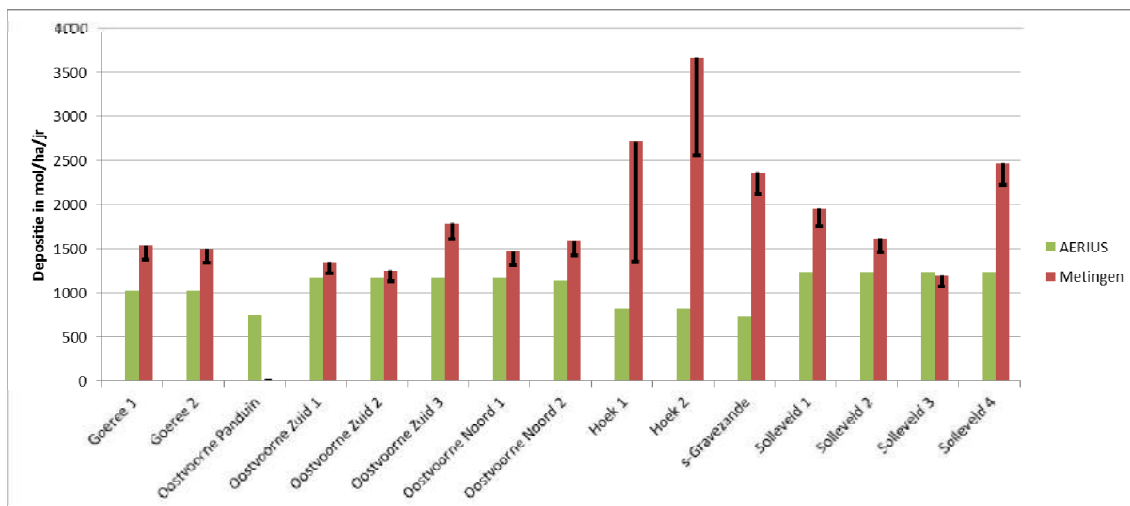
Vergelijking van de gemeten deposities met de berekende deposities volgens de MER (Tabel 2.3) laat zien dat de deposities voor Voornes Duin min of meer hetzelfde niveau hebben als hetgeen gerapporteerd. Echter, de deposities voor Hoek van Holland verschillen sterk: de gemeten deposities zijn duidelijk hoger dan de berekende waarden volgens de MER rapportage. De reden hiervoor is op dit moment nog onduidelijk en zal onderwerp moeten zijn van nader onderzoek.

#### 2.4.4 Onzekerheden in de depositiegetallen

##### Onzekerheid in het gebruikte model

Er werden vier verschillende modellen getest om de berekeningen zoals we die in dit rapport presenteren te checken. En de verschillen tussen de internationaal gebruikte modellen zijn aanzienlijk zie Figuur 2.3. Wetenschappelijk gezien, zijn de waarden die volgen uit die verschillende internationaal beschikbare modellen allen even waar (zie ook de discussie in Flechard et al). Voor Nederland kunnen we wel aannemen dat de modellering in DEPAC/OPS meer getuned is op de ( beperkte) set beschikbare depositiemetingen voor Nederlandse condities. Waarden uit dat model zullen dan het dichtst bij de feitelijke depositie liggen.

Na de wetenschap is het vervolgens een beleidskeus hoe voor Nederland met één en het zelfde model te rekenen. Die keus is gemaakt in de vorm van het AERIUS rekenprogramma. De onzekerheid tussen modellen en mogelijke verschillende parametrisaties is daarmee beleidsmatig "kortgesloten". Wetenschappelijk gezien dus niet weg, maar beleidsmatig minder relevant.



Figuur 2.16: De totale stikstofdepositie voor 2012, zoals berekend met AERIUS, vergeleken met de hier gerapporteerde waarden op basis van metingen.

Wat dan wel rest is de onzekerheid van een aantal bepalende invoer parameters van het model. Figuur 2.16 laat bijvoorbeeld zien dat er mogelijk grote verschillen op kunnen treden, wanneer berekende deposities van stikstof (op basis van onze metingen) geconfronteerd worden met berekende deposities volgens het AERIUS model. Een deel van dit verschil kan verklaard worden uit afwijkende input met betrekking tot de lokale ruwheid. In AERIUS wordt voor duingebieden een aantal vegetatietypen onderscheiden die een waarde voor de ruwheid krijgen die niet afhangt van de exacte plek binnen Nederland (Aben, 2012):

- Vegetatie lager dan 1 meter: ruwheidslengte 0.7 m
- Vegetatie hoger dan 1 meter: ruwheidslengte van 0.29 m
- Kaal oppervlak en stuifzand : ruwheidslengte van 0.003 m

In de berekeningen zoals we die in dit rapport presenteren zijn ruwheidslengtes per locatie gebruikt. Die liggen afhankelijk van de combinatie van orografie en vegetatie in de range van 0.01 tot 0.7m (KNMI, [http://www.knmi.nl/samenw/hydra/roughness\\_map/index.html](http://www.knmi.nl/samenw/hydra/roughness_map/index.html)). Bij Hoek van Holland met een compact duinlandschap met hoogteverschillen van 5-10 meter hanteren we bijvoorbeeld een ruwheidslengte van 0.7m op basis van de KNMI kaart. Als AERIUS voor het zelfde gebied 0.29 m zou hanteren, verklaart dat een verschil in depositieniveau van 20% voor  $\text{NH}_3$  en 17% voor  $\text{NO}_x$ . Dat is overigens voor Hoek van Holland bij lange na niet genoeg om het verschil in Figuur 2.16 te verklaren.

Ondanks die onzekerheden zijn de hier gerapporteerde waarden “as good as it gets” binnen het budget. De depositie waarden zijn in ieder geval locatiespecifiek, de variatie in meteorologie is in rekening gebracht en er is rekening gehouden met de ruwheid van het terrein.

## 2.5 Conclusies

Samengevat zijn dit de belangrijkste conclusies:

1. De op basis van de metingen berekende depositiegetallen zijn hoger dan verwacht op basis van de MER. De depositieniveaus rond Hoek van Holland en omstreken liggen boven de 2.5 kmol/ha
2. De metingen laten een duidelijke zuid noord gradiënt zien op de locaties van Hoek van Holland naar Meijendel, zowel in  $\text{NO}_x$  als in  $\text{SO}_2$ .
3. De stations 's Gravenzande en Solleveld zien duidelijk hogere ammoniak concentraties ten gevolge van de nabijheid van grazers.
4. Op Hoek van Holland werd een duidelijke industriële ammoniak piek gemeten halverwege 2012 met als meest waarschijnlijke bron de kolencentrale op MV1

5. Op 's Gravenzande en Solleveld werden hoge pieken van  $\text{Ca-SO}_4$  (gips) gemeten in een aantal maanden.
6. De ammoniak metingen op de kustdwarse gradiënten lijken de hypothese dat er  $\text{NH}_3$  uit zee kan komen te ondersteunen.
7. Zolang er alleen concentratiemetingen en geen echte depositiemetingen worden uitgevoerd, blijft de absolute waarde van de stikstofdepositie onzeker. Maar de dataset is consistent en geschikt om in relatieve zin veranderingen in de tijd en verschillen tussen locaties vast te stellen.

#### *1: Hogere getallen*

Zowel de getallen in de MER als de getallen die AERIUS op dit moment rapporteert voor de depositie bij Hoek van Holland liggen lager dan wat de metingen laten zien. Het verschil is dermate groot dat het buiten de onzekerheidsmarge in de metingen zelf lijkt te vallen.

#### *2: Noord zuid gradiënt*

De gradiënt in concentraties langs de kust is duidelijk waarneembaar in de verschillende jaren. De dataset laat deze gradiënt in sterke mate zien bij maanden met veel zuid/zuidwesten wind, de gradiënt verdwijnt bij maanden met overwegend oostelijke aanstroming. In sommige maanden is er een duidelijke correlatie tussen de patronen van  $\text{NO}_2$  en  $\text{SO}_2$ . Deze correlatie duidt op een bijdrage van de raffinaderijen of de zeescheepvaart. Een  $\text{NO}_2$  toename die niet gekoppeld is aan een  $\text{SO}_2$  toename zou duiden op emissies van wegverkeer of bijvoorbeeld de warmtekracht-koppeling systemen in de tuinbouw.

#### *3: Ammoniak*

Deze component speelt een heel prominente rol in de depositieniveaus en de metingen laten duidelijk zien dat alleen  $\text{NO}_x$  of alleen  $\text{NH}_3$  meten niet het hele verhaal vertelt. Ook laten de metingen zien dat op Solleveld en 's Gravenzande duidelijke emissies van  $\text{NH}_3$  uit vee in de nabijheid van het meetstation worden gemeten.

#### *4: Industrieel Ammoniak*

Ammoniak uit andere bronnen dan de landbouw speelt een verrassende rol in de dataset. Op Hoek van Holland worden hoge  $\text{NH}_3$  waarden gemeten tijdens maanden met zuidwestelijke wind. Eerste verdachte was de De-NOx installatie maar bij navraag bleek de  $\text{NH}_3$  emissie waarschijnlijk afkomstig uit de  $\text{CO}_2$ -injectietest bij de kolencentrale op MV1.

#### *5: Gips*

Ook de metingen van gipsdepositie onderstrepen het nut van chemische speciatie van de luchtverontreiniging. Hoge pieken in sulfaat hadden we niet naar de gips kunnen herleiden als we niet ook de calciumdata beschikbaar hadden gehad.

#### *6: Ammoniak uit zee*

RIVM constateerde dit al op basis van metingen met het MAN netwerk. De MV2 metingen lijken de hypothese dat er gedurende bepaalde maanden  $\text{NH}_3$  uit het zeewater komt te ondersteunen. Gezien de rol van  $\text{NH}_3$  in het duingebied is dit zeker nader onderzoek waard.

#### *Onzekerheden.*

Zolang er alleen concentratiemetingen en geen echte depositiemetingen worden uitgevoerd, blijft de absolute waarde van de stikstofdepositie een aanzienlijke onzekerheid bevatten. De relatieve verschillen in depositie op de verschillende meetstations en meetperiodes zijn echter wel nauwkeurig meetbaar met de huidige meetopstelling. De totale depositie-dataset ziet er consistent uit en een aantal events, hierboven besproken, onderstreept de kwaliteit van de data. Ook de vergelijking van bijvoorbeeld  $\text{NO}_2$  en natte depositie-waarden met metingen van de DCMR zien er consistent uit.

## 3 Vegetatie

### 3.1 Inleiding

De vegetatiemonitoring is erop gericht aan het eind van de T=0 fase de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

- Wat is het actuele oppervlakte en kwaliteit van habitatype H2130 (Grijze duinen) en habitatype H2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin, Solleveld & Kappitelduinen en de Duinen van Goeree?
- Wat is de actuele populatieomvang en verspreiding van de Groenknolorchis in Voornes Duin en de Duinen van Goeree?

De vegetatiemonitoring heeft betrekking op drie Natura-2000 gebieden: Duinen Goeree & Kwade Hoek, Voornes Duin, en Solleveld & Kapittelduinen. Van deze drie gebieden is alleen Voornes Duin volledig gemonitord, van de andere twee gebieden valt slechts een deel onder de monitoring. Voor het Natura 2000-gebied Duinen Goeree & Kwade Hoek betreft dit de deelgebieden Middelduinen, Oostduinen en Kwade Hoek, en voor het Natura-2000 gebied Solleveld & Kapittelduinen betreft dit de deelgebieden Solleveld, Van Dixhoorndriehoek en Vinetaduin. De Westduinen van Goeree zijn niet meegenomen in de vegetatiemonitoring aangezien hier bij aanvang van het onderzoek nog weinig oppervlak van de relevante habitattypen aanwezig waren. Door herstelmaatregelen kan dit mogelijk in de toekomst veranderen. De deelgebieden van dit het Natura 2000-gebied Solleveld & Kapittelduinen zijn dermate verschillend van karakter dat zij in de analyses in een aantal gevallen apart zijn behandeld.

Voor de monitoring is gebruik gemaakt van vier methoden: PQ's, structuurkartering, kartering van vegetatietypen en kartering van aandachtsoorten. Niet alle methoden zijn in alle gebieden toegepast, de toepassingsgebieden worden onder de betreffende methoden genoemd. Van de hier genoemde methoden is alleen die met PQ's gestart in 2011, en in alle gebieden toegepast. De andere methoden, te weten PQ analyse en vegetatie/habitat kartering zijn in 2012 toegepast en worden in deze rapportage methodisch en inhoudelijk toegelicht.

### 3.2 Methoden

Voor alle methoden geldt dat een zo exact mogelijke herhaalbaarheid van het grootste belang is. Daarom zijn gedetailleerde protocollen ([bijlage 2b](#)) opgesteld waarin is aangegeven op welke wijze welke factoren in het veld opgenomen of gemeten moeten worden. Hiermee wordt getracht te komen tot een maximale standaardisatie. De methoden worden hieronder nader toegelicht.

#### 3.2.1 PQ-opnamen

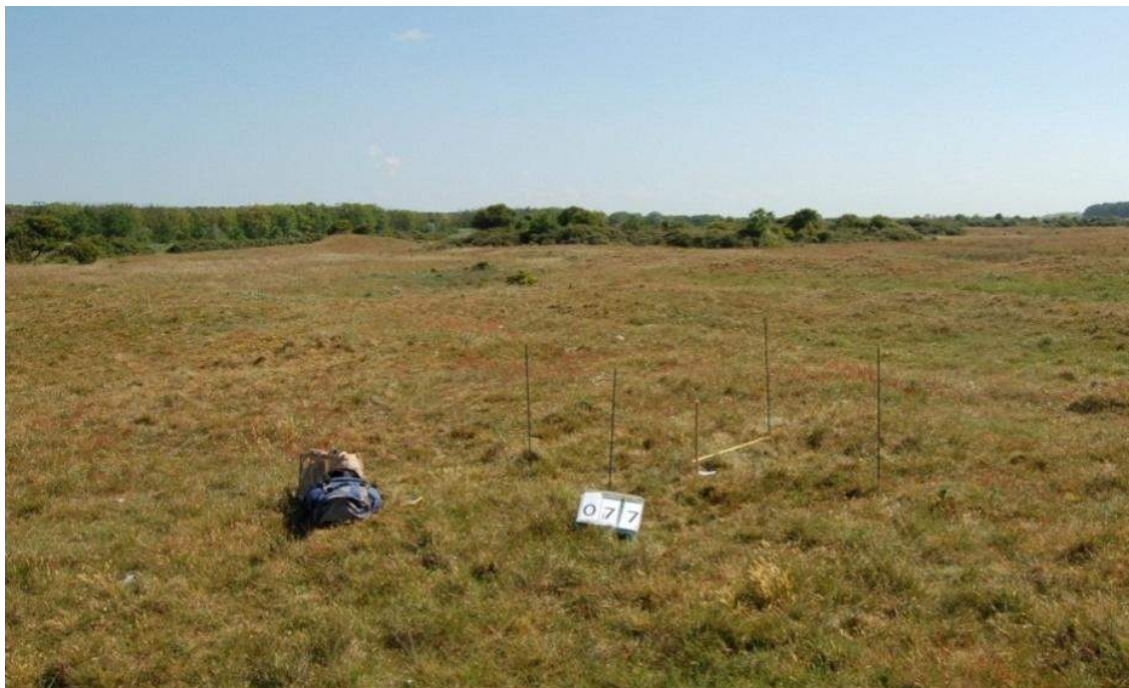
Permanente kwadraten (PQ's) zijn in het veld vastgelegde vlakken waarin met regelmatige intervallen de vegetatie wordt beschreven. Hiermee kunnen veranderingen in vegetatiestructuur en soortensamenstelling nauwkeurig worden gevolgd (gemonitord). Indien gelijktijdig abiotische veranderingen worden gemonitord, kan met statistische technieken worden geanalyseerd welke abiotische veranderingen mogelijk hebben bijgedragen aan de veranderingen in de vegetatie.

Voor MEP Duinen wordt gewerkt met cirkelvormige PQ's met een oppervlakte van 4 m<sup>2</sup> (R=1,13 m) die worden vastgelegd zonder permanente markering. Slechts de coördinaten van de PQ's worden vastgelegd, en de locaties van de PQ's ([bijlage 3 en 6](#)) worden voorafgaand aan de op-



name teruggezocht met behulp van DGPS en tijdelijk gemarkeerd (Figuur 3.1). Verder is er voor gekozen om de PQ's gestratificeerd per gebied en per habitattypen, willekeurig (random) te verdelen. Op deze wijze leveren de PQ's een onbevooroordeelde ('unbiased') schatting van het oppervlak van elk vegetatietype. Verder is er voor gekozen om alle fotosynthetiserende planten (vaatplanten, mossen en korstmossen) op te nemen. Verdere methodische detail worden gegeven in [bijlage 2b](#). Naast de nieuw aangelegde PQ's zijn ook reeds bestaande PQ's opgespoord, en deels geanalyseerd.

Doel van de PQ's is (a) het in detail vaststellen van lokale veranderingen in kwaliteit van Habitattypen, en (2) het relateren van deze veranderingen aan (veranderingen) in abiotische condities. Doel van het opsporen en analyseren van de reeds bestaande PQ's is het karakteriseren van autonome veranderingen die al optraden voor de ingebruikname van de MV2.



*Figuur 3.1: PQ gelegen in een goed ontwikkeld droog duingrasland (H2130) in de duinen van Goeree; rechts van het nummerbord is met een piket het middels DGPS bepaalde middelpunt zichtbaar ten opzichte waarvan de op te nemen vegetatie tijdelijk wordt gemarkeerd (PQ 77).*

De PQ's zijn opgenomen door Rik Huiskes van Alterra WUR.

### 3.2.2 *Structuur-, vegetatie- en soortkartering*

Doel van de structuurkartering is om areaalveranderingen vast te stellen van de habitattypen H2130 en H2190, op het niveau van 'hoofd' habitattypen (dus niet van subtype a, b, c of d). Het detailniveau van de vegetatiekartering is groter dan dat van de structuurkartering en vindt plaats op het niveau van plantengemeenschappen volgens de indeling van De Vegetatie van Nederland (Schaminée et al. 1996, 1998; verder aangeduid als 'DVN'), binnen de kaartvlakken die behoren tot habitattypen H2130 en H2190. Doel van de vegetatietypenkartering is grootschalige veranderingen in de kwaliteit van Habitattypen 2130 en 2190 vast te stellen. De kartering van soorten is aanvullend op de vegetatietypenkartering en kan (in combinatie met de PQ's) vastgestelde kwaliteitsveranderingen nader onderbouwen en bijdragen aan het opsporen van de oorzaken daarvan. Bij de te karteren soorten hoort ook de Groenknolorchis die een beschermde status onder de Habitatrichtlijn geniet en daarom een individueel doel van onderzoek is.

#### *Structuur- en vegetatiekartering*

Sequentiële vegetatiekartering is een methode om over een groot oppervlak op tamelijk grove wijze de veranderingen in vegetatie te monitoren. In dit project wordt de kartering op drie niveaus uitgevoerd: (1) vegetatiestructuur, integraal over de gebieden 'Voornes Duin' (1.400 ha)

en 'Solleveld & Kapittelduinen' (720 ha); (2) vegetatietype, binnen de habitattypen H2130 (Grijze duinen) (in een aantal transecten) en H2190 (Natte duinvalleien) (integraal) in de twee bovengenoemde gebieden (totaal ca. 300 ha); en (3) soortkartering, voor een selectie van typische soorten en procesindicatoren van bovengenoemde twee habitattypen, binnen die habitattypen. De 'Duinen van Goeree' en het duincompensatiegebied 'Spanjaardsduin' worden dus niet gekarteerd. De hier gepresenteerde methodiek is gebaseerd op het 'Methodiekdocument kartering habitattypen Natura 2000' van Projectgroep Habitatkartering (Alterra werkdocumenten, september 2010).

Voor het beschrijven van de nulsituatie zijn alle karteringen eenmalig uitgevoerd, in 2012. De hier gegeven beschrijving van de methoden is zodanig dat op een later tijdstip een herhaling met exact dezelfde methode mogelijk is.

Op basis van actuele luchtfoto's is een allereerste geautomatiseerde luchtfoto segmentatie uitgevoerd met Ecognition (Trimble). Een degelijke interpretatie gaat het beste op basis van false color luchtfoto's. Deze waren jammer genoeg niet op voorhand beschikbaar maar door een gelukkige samenloop van omstandigheden konden wij toch beschikken over deze false color data voor de terreinen Voorne (eigendom ZHL) en Solleveld en Kapittelduinen. Voor dit laatste deelgebied is gebruik gemaakt van een eerdere segmentatie op basis van de 2009 luchtfoto, deze bleek op het eerste gezicht nog voldoende actueel. Door een goede samenwerking met Natuurmonumenten konden wij beschikken over de vlakdekkende karteringen van 2011 (Goeree) en 2012 Voorne (NM deel). De segmentatie grenzen van de kaartvlakken in de 2009/2010 habitatype kaart voor de habitattypen H2190 natte duinvallei en H2130 grijs duin zijn in het veld nagelopen en zijn op zicht waar nodig gecorrigeerd.

Alle vlakken zowel de oude vlakken uit 2009/2010 in Solleveld en Kapittelduinen als de nieuwe indeling voor Voorne 2012 is per kaartvlak een directe toedeling aan een vegetatietype conform de syntaxonomie volgens Schaminée et al. (de vegetatie van Nederland). Hierbij is gebruik gemaakt van de veldsleutel van Schaminée et al. 2011. Op basis van floristische samenstelling in combinatie met bedekking van de individuele soorten kan ieder vlak worden toegedeeld aan een of meerdere vegetatietypen en uiteindelijk doorbetaald naar habitatype, hierbij is gebruik gemaakt van de vertaaltabel opgesteld door het ministerie van economische zaken (Ministerie EZ, 24 maart 2009).

De habitatkaarten zijn als bijlagen in [bijlage 2a](#) toegevoegd.

#### Soortenkartering

Tevens is voor gekarteerde vlakken vastgesteld of een of meerdere van de onderstaande (Tabel 3.1) indicatie soorten aanwezig waren. Per karteervlak is bedekking van een dergelijke soort geschat binnen het vlak gebruikmakend van de klasse indeling volgens Tansley. De gekarteerde proces indicatie soorten geven een beeld of processen als verstuiwing of zanddynamiek een rol speelt in dit karteervlak. Voor methodische details wordt verwezen naar de [bijlage 2b](#).

**Tabel 3.1: Gekarteerde soorten**

NL-naam	Wetenschappelijke naam	Habitatype	Status *	Proces-indicator **
Duinaveruit	Artemisia campestris ssp. Maritime	2130A	K	
Kruisbladgentiaan	Gentiana cruciata	2130A	E	
Liggende asperge	Asparagus officinalis ssp. prostratus	2130A	E	
Hondsviooltje	Viola canina	2130C	Ca	
Ondergedoken moerasscherm	Apium inundatum	2190A	K	
Ambloemige waterbies	Eleocharis quinqueflora	2190B	K	
Groenknolorchis	Liparis loeselii	2190B	K	

Knopbies	Schoenus nigricans	2190B	K	
Parnassia	Parnassia palustris	2190B	K	
Slanke gentiaan	Gentianella amarella	2190B	K	
Vleeskleurige orchis	Dactylorhiza incarnata	2190B	K	
Blauwe zeedistel	Eryngium maritimum			Z, ZV
Rond wintergroen	Pyrola rotundifolia			DV
Zeewolfsmelk	Euphorbia paralias			ZV, Z
Fraai duizendguldenkruid	Centaurium pulchellum			DV
Moeraskartelblad	Pedicularis palustris			DV
Zilte rus	Juncus gerardi			ZV

\* Status Ca = constante soort goede abiotische toestand; K = karakteristieke soort; E = exclusieve soort

\*\* Processindicatorsoorten zijn aangegeven op de basis van expertkennis: Z = zand verstuiwing / zand dynamiek en ontstaan van pionier condities; DV = goed ontwikkeling van duinvallei of overgang tussen natte vallei en Grijze duinen; ZV = zout invloed (saltspray of zeewater)

De kartering is uitgevoerd in de periode augustus t/m september 2012 door Rien Stolk van Grontmij. De luchtfoto interpretatie is uitgevoerd door [art.5.1-2e](#) Mucher van Alterra WUR.

### 3.2.3 PQ gegevens uit 2011 en 2012

Het vegetatiekundig veldwerk voor de opname van de PQ's uitgevoerd in de periode van 24 mei t/m 23 augustus 2011 en 15 mei t/m 24 augustus 2012, waarbij een totaal van 23 resp. 18 velddagen is gemaakt. Dit aantal velddagen levert omgerekend een gemiddelde van 7,8 resp. 10 PQ's per velddag. Samen met de heropname in 2013 vormen deze drie opnamen per PQ tezamen de T=0-opname. .

Alle vegetatieopnamen zijn ingevoerd in TURBOVEG (Hennekens, 1995, Hennekens & Schaminée 2001) en bijbehorende veldapplicatie, waarbij voor de naamgeving gebruik is gemaakt van de standaardlijst van de hogere planten uit 1996. Deze lijst is niet volledig gesynonimiseerd met de actuele veldflora (Heukels flora, 23ste editie uit 2005); taxonomische verschillen zijn handmatig aangepast. De vegetatie is onderscheiden in drie lagen (mos, kruid, struik) en van deze lagen zijn de bedekkingen van de soorten apart geschat. De waargenomen mossen en korstmossen zijn door soortenexperts nagedetermineerd. Verder zijn enkele eenvoudig waarneembare abiotische gegevens vastgelegd; dit zijn:

- Bodemtype (zand, veen, klei);
- Vochtigheidstoestand (nat, droog, vochtig);
- Hoogteligging (Z-coördinaat, bepaald met de DGPS-meting) (in 2011 niet voor heel Goeree);
- Maaibeheer;
- Begrazing door groot vee;
- Aanwezigheid weidemieren;
- Aanwezigheid konijnen;
- Hellingshoek.

Alle opnamen zijn met behulp van het programma ASSOCIA (Van Tongeren et al. 2008) gedetermineerd volgens de typologie van De Vegetatie van Nederland (DVN). ASSOCIA bepaalt de similariteit van willekeurige opnamen met alle DVN-typen, en voor de huidige verwerking zijn de tien meest gelijkende DVN-typen opgeslagen in een achtergrondtabel. Per DVN-type is door het toenmalige Ministerie van LNV (thans EZ) in een vertaaltabel vastgelegd tot welk habitatype welk vegetatietype gerekend moet worden. Met behulp van deze vertaaltabel is voor ieder PQ op basis van de door ASSOCIA toebedeelde vegetatietypen bepaald tot welke habitatype dit PQ gerekend kan worden. Omdat hierbij gebruik is gemaakt van de tien (volgens ASSOCIA) meest gelijkende typen, kan een PQ tot meer dan één habitatype behoren.

Getracht is op een eenvoudige wijze een beeld te vormen van de onderlinge similariteit van de PQ's, en de samenhang met abiotische condities middels ordinatie. Hierbij is gebruik gemaakt van het programma CANOCO (Ter Braak & Smilauer 2002). Bij deze bewerking zijn de vegetatielagen samengenomen tot de maximale bedekking per soort, en is één PQ met slechts twee soorten uitgesloten (Figuur 3.2) omdat deze het DCA algoritme zou verstoren.



Figuur 3.2: PQ op het nieuwe stuifduin op de kop van Voorne met slechts twee soorten

### 3.3 Resultaten PQ-opnamen

In totaal zijn 180 PQ's opgenomen, 60 in Duinen Goeree & Kwade Hoek, 60 in Voornes Duin en 40 in Solleveld & Kapittelduinen. In de onderstaande tabellen wordt een korte karakteristiek van de PQ's gegeven in aantallen waargenomen soorten per initieel Habitattype.

Tabel 3.2: Aantallen PQ's per habitattype en minimaal en maximaal aantal soorten per PQ, en totaal aantal soorten per habitattype per gebied in beide monster jaren. Betekenis van de habitattype codes: H2130A: Grijze duinen (kalkrijk), H2130B: Grijze duinen (kalkarm), H2190B: Vochtige duinvalleien (kalkrijk).

(Deel)gebied	Habitat-type	Aantal PQ's	Minimum aantal soorten per PQ* 2011/2012	+/-	Maximum aantal soorten per PQ* 2011/2012	+/-	Totaal aantal soorten	+/-
Duinen van Goeree	2130A	34	11/13	+	36/38	+	155/158	+
Duinen van Goeree	2130B	6	16/16	=	26/24	-	65/64	-
Duinen van Goeree	2190B	20	13/15	+	38/36	-	148/151	+
Duinen van Voorne	2130A	33	2/2	=	33/25	-	170/193	+
Duinen van Voorne	2130B	6	12/16	=	25/27	+	59/61	+
Duinen van Voorne	2190B	21	16/16	=	40/44	+	148/159	+
Van Dixhoorndriehoek	2130A	15	7/4	-	18/17	-	132/58	
Vinetaduin	2130A	5	8/13	+	14/19	+	/50	
Solleveld	2130A	19	3/4	+	21/25	+	/94	
Solleveld	2130B	21	5/7	+	18/23	+	88/94	+
		180						

\* Inclusief mossen en korstmossen

De toename van het aantal soorten per gebied en per opnamen is waarschijnlijk toe te schrijven aan een leereffect. Door heropname leert de onderzoeker zijn PQ's en gebiedseigen soorten beter kennen. Tevens is bewust de volgorde van de bezochte terreinen veranderd zodat ook het vinden specifiek late en of juist vroege soorten een grotere trefkans hebben. De toename van het aantal gevonden gentianen het aantal PQ's waarin deze soort in 2012 op Voorne is gevonden is vrijwel zeker toe te schrijven aan het feit dat later dan in 2011 is gemonsterd op deze specifieke PQ's.

### 3.3.1 *Habitatype per PQ*

De opnamen uit 2012 zijn, evenals die uit 2011, toegekend aan vegetatietypen volgens 'De Vegetatie van Nederland' (DVN; Schaminée et al. 1996, 1998) met behulp van het programma ASSOCIA (Van Tongeren et al. 2008). Deze zijn vervolgens vertaald naar habitattypen volgens Van Dobben et al. (2012; **Bijlage 2a**). Het deel van de PQ's dat behoort tot het habitatype van het kaartvlak waarin het was neergelegd bleek in 2012 nog iets groter te zijn dan in 2011 namelijk 90% (Tabel 3.2). De PQ's die niet aan een van deze habitattypen konden worden toegekend bleken wel te kwalificeren als verwante habitattypen, die in de successiereeks van open zand of kwelder naar duinbos aan beide kanten van H2130 'Grijs duin', resp. H2190 'Vochtige duinvallei' kunnen voorkomen (Tabel 5.1). Hiermee wordt recht gedaan aan het huidige mozaïek van verwante duinvegetaties in de onderzochte deelgebieden.

## 3.4 Resultaten vegetatie- en habitatkartering

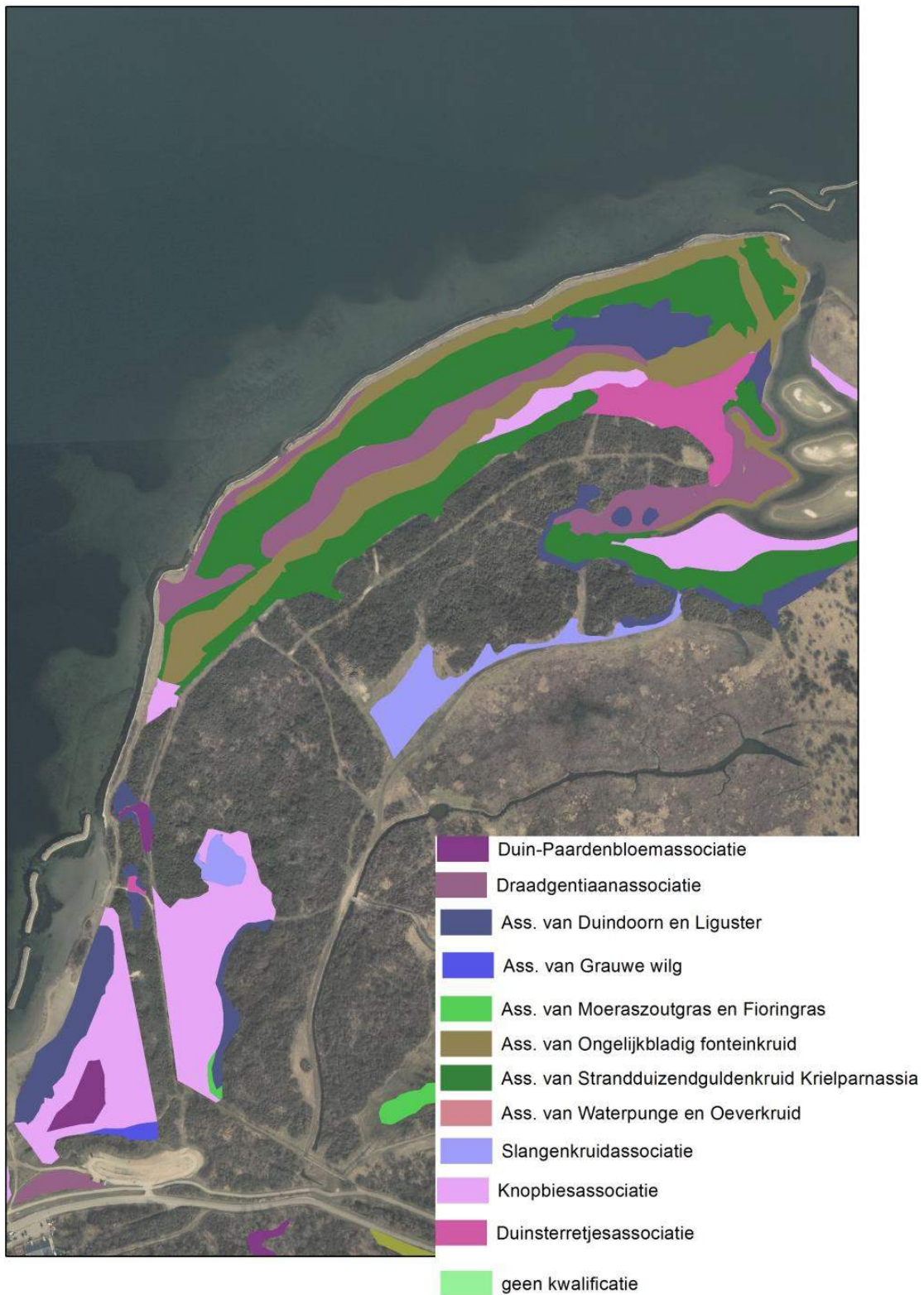
De resultaten van de vegetatiekartering, habitatkartering en soortenkartering zijn te bekijken in een Geowebviewer die voor het project MEP duinen is ingericht in de Rijkswaterstaat omgeving<sup>3</sup>. In de voorliggende paragraaf worden de belangrijkste resultaten weergegeven.

Op basis van de luchtfoto interpretatie en de beschikbare habitatkartering uit 2010 is een selectie gemaakt van grasachtige vegetaties. Het te karteren oppervlak van Kappittelduinen en Solveld besloeg 199 ha en het gebied op Voorne 55 ha. Dit zijn niet allemaal aaneengesloten oppervlakten zodat een veelvoud van dit oppervlak moest worden doorkruist.

Voor het gekarteerde gebied van Voorne gold dat afhankelijk van de ouderdom van de vegetatie en het terreinonderdeel het te karteren mozaïek van vegetatietypen complexer werd. Een gebied als de hieronder afgebeelde (Figuur 3.3) Lagune in het Oostvoornsemeer (recentelijk heringericht) is relatief overzichtelijk. De hier waargenomen vegetatietypen kwalificeren vrijwel allemaal als habitatype natte H2130 of H2190 (Figuur 3.4) waardoor het kaart beeld niet wezenlijk veranderd.

Wanneer een groter deel van het gekarteerde gebied op Voorne wordt vergeleken met het oude habitatype kaart uit 2010 (Figuur 3.5) is de overlap zeer groot. Op details zijn er echter wel verschillen en dit kunnen grotere oppervlakten zijn. Verschillen worden verklaard doordat in 2012 veelal ruigere vegetatietypen zijn waargenomen die strikt genomen niet meer kwalificeren als het habitatype of enkel als een mozaïek met een op zich staand habitatype of matige kwaliteit indicierend. Ook zijn er in de tussentijd enkele kleinschalige herstel projecten in het drogere deel van de duinen uitgevoerd waarbij de vegetatie zich in een pioniersstadium bevindt en niet tot een vegetatietype is toegedeeld.

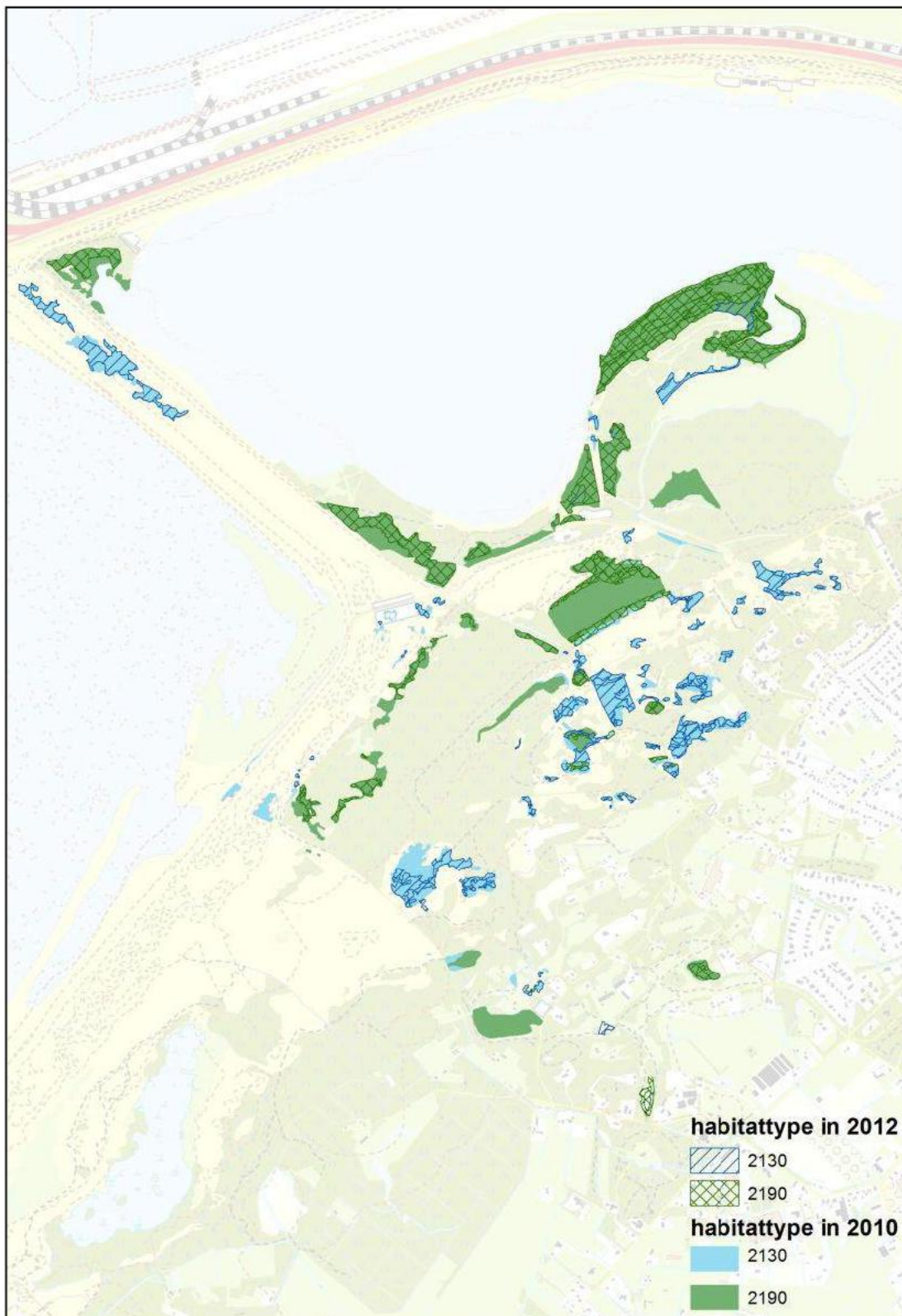
<sup>3</sup> toegang is aan te vragen bij de projectleider van het consortium zie <http://grontmij.nl/duinmonitoring>



*Figuur 3.3: Vegetatiekartering Lagune op Oostvoorne.*



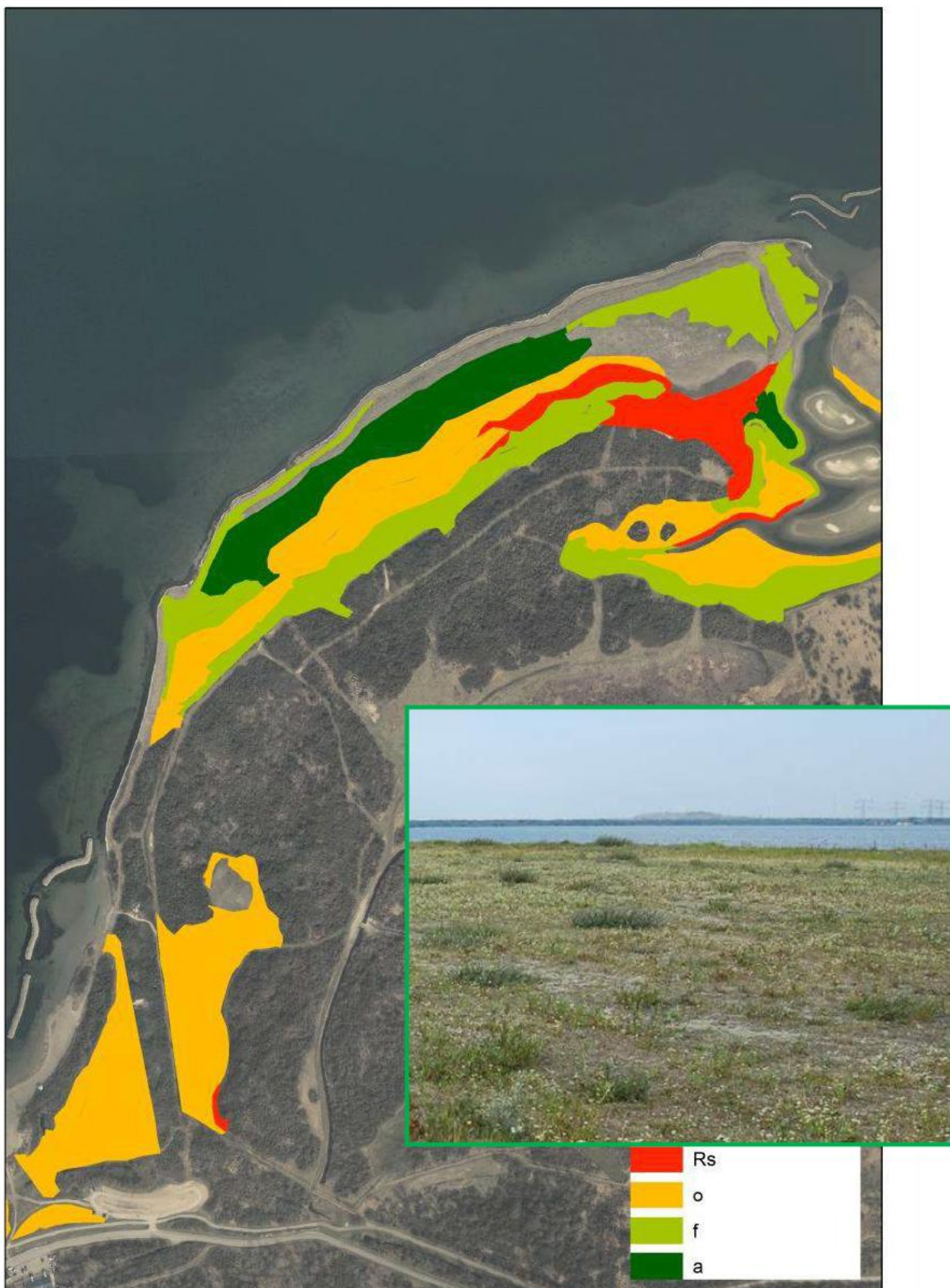
Figuur 3.4: Habitatkartering Lagune op Oostvoorne



Figuur 3.5: Vergelijking habitatkartering 2012 met de beschikbare habitatkartering uit 2010.

Om een voorbeeld te geven van uitgevoerde soorten kartering zoomen we nog even in de op de Lagune langs het Oostvoornse meer. De gebruikte tansley schaal geeft een indicatie van het voorkomen van een soort binnen het kaartvlak waarbij deze schaal oploopt van enkele exemplaren (R) tot bedekkend (A, zeer veel exemplaren), hierbij gaat het om de soort *Parnassia*. De bijgevoegde foto is genomen in de Lagune in het vlak dat is aangeduid met de donkergroene kleur met de indicatie bedekkend voorkomen van *Parnassia*.





Figuur 3.6: Soortenkartering van *Parnassia pallustris*. De foto is gemaakt op het deel met hoge abundantie (klasse a).

### *Omvang en kwaliteit habitattypen T=0*

Ten behoeve van de T=0 kon gebruikgemaakt worden van twee recente vlakdekkende vegetatie karteringen van het eigendom van Natuurmonumenten en Evides voor de terreinen Goeree en het een deel van de duinen op Voorne. Van de resterende terrein delen is op basis van een false color luchtfoto segmentatie en op basis van de eerdere bekende verspreiding de habitattypen 2130 en 2190 dit habitatype uitgekarteerd. Hierbij is alvorens de veldkartering is uitgevoerd de opgaande begroeiing en grootschalige open grond van de te karteren oppervlakten uitgezonderd en zijn de resterende vlakken bezocht. Alhoewel er kleine (methodische) verschillen zijn aan te wijzen zijn de gebruikte kaarten goed onderling te vergelijken. Voor de resultaten per Natura 2000-gebied, zie [bijlage 2a](#)

In december 2013 is de eerste landsdekkende habitattypenkaart ten behoeve van het rekeninstrumentarium van de programmatische aanpak stikstof (Aerius) landelijk vrij gegeven. In deze kaart wordt voor alle in de in Mep duinen betrokken gebieden een kaartbeeld gepresenteerd waarvan wordt vermeld dat de betrokken kaarten technisch valide zijn. Op basis van deze kaart zijn ook oppervlakten habitattypen per gebied af te leiden. Wel wordt van het landelijk habitattypenbestand aangegeven dat indien nieuwe/recentere karteringen beschikbaar komen deze worden aangepast.

In de onderstaande tabellen (Tabel 3.3, 3.4 en 3.5) wordt oppervlakten habitatype per Natura 2000-gebied gepresenteerd, hierbij wordt zowel de oppervlakte zoals deze terug te vinden is in het landelijk habitattypenbestand (Aerius) en op basis van de recente karteringen (voor de bijbehorende kaartbeelden zie [bijlage 2a](#)). Bij de recente karteringen is hierbij onderscheid gemaakt tussen het oppervlak van het habitatype in vlakken met 100% bedekking en vlakken waar het habitatype voorkomt in een mozaïek. Tevens is het totale oppervlak van het habitatype in het Natura 2000-gebied weergegeven (vet). Voor de recente karteringen is bovendien het oppervlak matige kwaliteit weergegeven op grond van de aanwezige vegetatietypen. Hierbij is de definitietabel uit de profielendocumenten (vastgesteld door het ministerie van LNV in 2008) van de betreffende habitattypen gehanteerd. De rest van het oppervlak van het habitatype is van goede kwaliteit conform de zelfde definitietabel.

Opvallend is dat er vrij grote verschillen zitten tussen het de oppervlakten gebaseerd op de recente karteringen en het landelijk habitattypenbestand. In de tabellen kon voor de recente karteringen nog onderscheid gemaakt worden of een vlak in de kaart bestaat een enkele habitatype of dat het habitatype als een mozaïek vormt met ander vegetatietypen die soms ook kwalificeren als het zelfde of een ander habitatype. De als mozaïek verbeelde vlakken zijn groter in oppervlakte dan het vermelde aantal hectares van het desbetreffende habitatype. Waardoor de twee kaartbeelden niet heel veel van elkaar hoeven te verschillen, maar dat de inhoud van de kaartvlakken anders is. De verklaringen van deze verschillen lijken per gebied te verschillen.

Voor Goeree (Tabel 3.3) lijkt voor alle typen in de recente kartering te gelden dat een striktere vegetatiekundige duiding van de lokale typen en een zeer droog jaar tijdens de kartering de hoeveelheid waargenomen habitattypen naar beneden heeft bijgesteld. Mogelijk zal lokaal verzuivering een rol spelen, maar hier wordt binnen het beheer actief op ingesprongen. H2130C komt volgens de kartering uit 2011 slechts op een zeer gering oppervlak voor (0,11 ha). De habitattypen H2130A, H2190B en H2190C zijn grotendeels van goede kwaliteit op grond van de gekarteerde vegetatietypen (2011), terwijl H2130B en H2190D voor ongeveer de helft van het oppervlak van matige kwaliteit is.

**Tabel 3.3: Oppervlakte (ha) van de subhabitattypen binnen de Middelduinen en Oostduinen van Goeree en Kwade Hoek (onderdeel Duinen van Goeree & De Kwade Hoek) volgens de AERIUS habitatkaarten en volgens de door ons opgestelde habitatkaart op basis van de vegetatiekartering uit 2012. Bij mozaïek is het alleen het oppervlak van het betreffende habitattypen weergegeven op basis van het oppervlaktaandeel binnen het mozaïek. In de rechter kolom is het oppervlakte matige kwaliteit weergegeven. De rest van het oppervlak van het habitattypen is van goede kwaliteit conform het vegetatietypen. 100%=volledige bedekking van het habitattypen binnen een vlak.**

Habitattypen	Aerius	Dit project (vegetatiekaart 2011)	matige kwaliteit (2011)
H2130A	60,0 ha	<b>11,3 ha</b> 7 4,3 (mozaïek)	-100% 0,1 ha 2,1 ha
H2130B	50,4 ha	<b>8,2 ha</b> 6,6 1,7 (mozaïek)	-100% 4,0 ha 1,0 ha
H2130C	6,9 ha	<b>0,11 ha</b> 0,11 (mozaïek)	-100%
H2190A	2,6 ha	<b>6,7 ha</b> 3 3,7 (mozaïek)	-100% 0,1 ha 0,2 ha
H2190B	16,2 ha	<b>13,0 ha</b> 5,0 8,0 (mozaïek)	-100%
H2190C	14,0 ha	<b>3,8 ha</b> 2,1 1,7 (mozaïek)	-100% 0,04 ha 0,04 ha
H2190D	4,3 ha	<b>4,3 ha</b> 0,3 4,0 (mozaïek)	-100% 1,7 ha

De het landelijk habitattypenbestand vermeld grote duinmeren waaronder het Breede water en het quackjes water onterecht als H2190 Natte duinvallei. Hierdoor is het niet vreemd dat getallen tussen beide bestanden flink verschillen. Opvallend is dat juist het kalkrijke grijsduin (H2130) in de recente karteringen veel groter is in oppervlakte dan uit het landelijk habitattypenbestand blijkt.

De habitattypen zijn op grond van de gekarteerde vegetatietypen (2012) grotendeel van goede kwaliteit. In totaal is slechts 2,7 ha van de habitattypen van matige kwaliteit.

**Tabel 3.4: Oppervlakte (ha) van de subhabitattypen in Voornes Duin volgens de AERIUS habitatkaarten en volgens de door ons opgestelde habitatkaart op basis van de vegetatiekartering uit 2012.**

Habitattypen	Aerius	Dit project (vegetatiekaart 2012)	matige kwaliteit (2012)
H2130A	69,1 ha	<b>81,2 ha</b> 52,3 ha 28,9 ha (mozaïek)	-100% 0,1 ha 0,8 ha
H2130B	0,07 ha	<b>0,4 ha</b> 0,31 ha 0,9 ha (mozaïek)	-100% 0,01 ha
H2130C	1,4 ha	<b>0,05 ha-</b> - 0,05- (mozaïek)	-100%
H2190A	31,6 ha	<b>10,6 ha</b> 7,3 ha 3,3 ha (mozaïek)	-100% 0,7 ha 0,8 ha
H2190B	52,3 ha	<b>15,8 ha</b> 22,3 ha 10,5 ha (mozaïek)	-100%
H2190C	-	<b>0,9 ha</b> 0,6 ha 0,3 ha (mozaïek)	-100% 0,01 ha
H2190D	2,9 ha	<b>5,8 ha</b> 2,6 ha	-100% 0,03 ha

		3,2 ha (mozaïek)	0,3 ha
--	--	------------------	--------

Binnen Solleveld en Kapittelduinen lijken de recente kartering en het habitatbestand niet veel van elkaar te verschillen. Maar de kaartbeelden doen anders vermoeden vooral de duinstrook lijkt nu over een grotere lengte beter onderzocht te zijn en habitattypen blijken een grotere verspreiding te hebben dan op voorhand gedacht op grond van de habitatkaarten uit Aerius. De aanwezige Vochtige duinvalleien (H2190) zijn volledig van goede kwaliteit op grond van de gekarteerde vegetatietypen. Van H2130B is 8,4 ha van matige kwaliteit. De delen van matige kwaliteit zijn vooral aanwezig in Vinetaduin en de Van Dixhoorn driehoek. In Solleveld is H2130B overwegend van goede kwaliteit.

**Tabel 3.5: Oppervlakte (ha) van de subhabitattypen in Solleveld & Kapittelduinen volgens de AERIUS habitatkaarten en volgens de door ons opgestelde habitatkaart op basis van de vegetatiekartering uit 2012.**

Habitattype	Aerius	Dit project (vegetatiekaart 2012)	matige kwaliteit (2012)
H2130A	43,5	<b>40,6 ha</b> 35,2 ha -100% 5,4 ha (mozaïek)	
H2130B	123,5	<b>112,6 ha</b> 97,6 ha -100% 25,0 ha (mozaïek)	6,6 ha 1,8 ha
H2130C	-	- - -100% - (mozaïek)	
H2190A	6,4	<b>4,3 ha</b> 4,3 ha -100% - (mozaïek)	
H2190B	-	<b>2,6 ha</b> 1,6 ha -100% 0,9 ha (mozaïek)	
H2190C	-	- - -100% - (mozaïek)	
H2190D	0,07	<b>2,2 ha</b> 2,2 ha -100% - (mozaïek)	

Gezien de nauwkeurigheid en de beschikbare achtergrond informatie in het kaartbestand biedt de recente kartering voor alle gebieden een preciezer beeld dan het landelijk habitatype bestand.

Of met deze oppervlakten ook aan de eis wordt voldaan dat er sinds plaatsing van deze gebieden op de communautaire lijst geen achteruitgang in oppervlak en kwaliteit valt buiten dit onderzoek. Maar gezien de in het PQ-onderzoek gepresenteerde gegevens en trends lijkt het niet zonder meer zeker dat het aandeel Grijze duinen of Vochtige duinvalleien naar de toekomst toe stabiel is.

### Groenknolorchis

Groenknolorchis (*Liparis loeselii* (L.) Richard) is een kleine vrij onopvallende orchidee, met groene bleekgele bloemen. Deze soort plant zich voort doormiddel van zelfbestuiving, wat resulteert in een zeer beperkte genetische variatie. Door deze wijze van voortplanten is inteelt die in kleine populaties een zeer bepalende rol in het voortbestaan kan gaan spelen minder van belang. De meest gevoelige individuen zijn reeds verdwenen. De gemiddelde levensduur van een populatie is relatief kort, zo'n 8-10 jaar. Individuen binnen een populatie hebben een levensduur kunnen er 4 jaar over doen om tot eerste bloei te komen (Ronse in (Allemeersch and Landuyt 2006). De levensduur van een populatie lijkt in hoge mate gecorreleerd met de verzuring van de bodem en in mindere mate vegetatie ontwikkeling (dichtgroeien) (Bremer 2012). Haar preferente standplaats valt landschappelijk in twee typen uiteen trilvenen en natte duinvalleien.

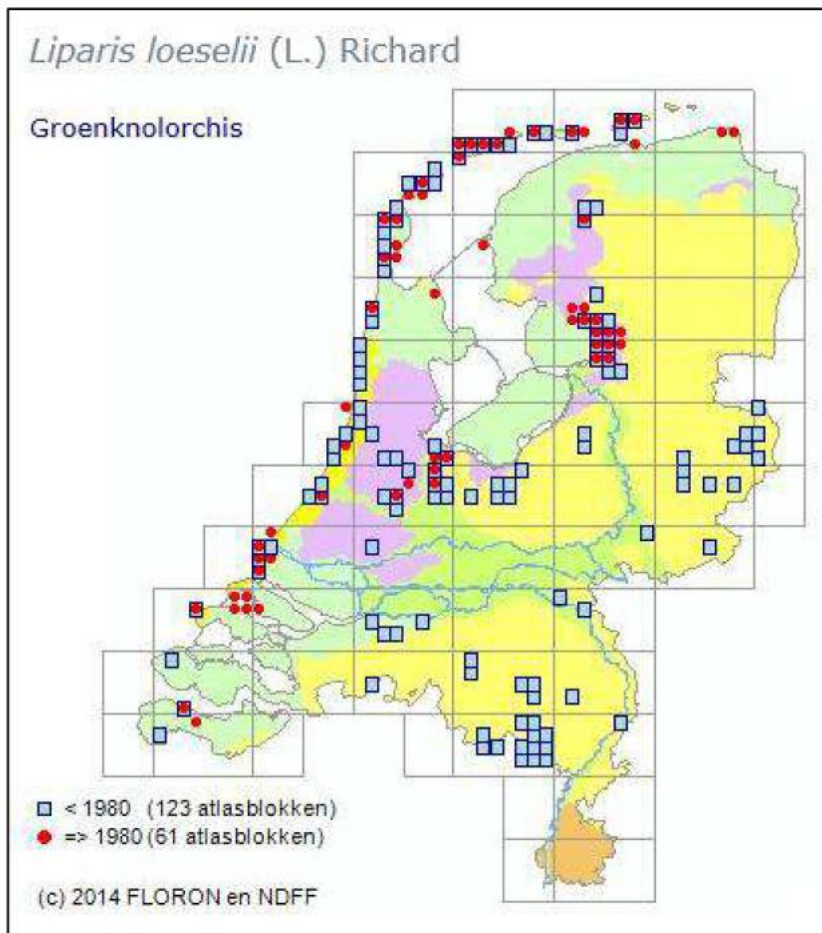
De orchidee is een pionier en kan zich zelfs onder licht brakke omstandigheden in nieuwe duinvalleien vestigen die nog niet volledig zijn afgesnoerd van de zee. Veelal bestaat de bodem uit humeus, niet venig, kalkhoudend zand. Het bodemvocht is neutraal tot zwak basisch, en de groeiplaats staat voor een deel van het jaar ondiep onder water. In de zomer kan er een lichte uitdroging optreden. Uit de ons omringende landen is de soort ook bekend van duinvalleiachtige situaties die kunnen optreden in grote kal- zand en grindgroeves (Weeda 1994).

Vooraf de jonge stadia van de orchidee na kieming lijken extra gevoelig voor bodemverzuring veranderende standplaats condities. Door het voeren van beheer (zowel begrazing als maaien en afvoeren) kan een beheerder de vegetatie ontwikkeling remmen maar de uiteindelijke bodemverzuring zal een pioniersoort als de Groenknolorchis laten lokaal verdwijnen. De soort is voor haar voortbestaan afhankelijk van nieuw habitat, in de Wadden ontstaan op natuurlijke wijze nog nieuwe duinvalleien maar in de vastlandsduinen is dit een zeer zeldzame gebeurtenis. Wel kan in een verouderde duinvallei doormiddel van plaggen nieuw habitat ontstaan. Ook kan op grotere schaal een dynamisch kustbeheer mogelijk zorgen voor nieuwe vestigingslocaties (Bremer 2012). De aanleg van een nieuwe kustlijn met achterliggend land, zoals Maasvlakte 1 en 2, kunnen potentieel habitat voor de Groenknolorchis opleveren. Er zijn waarnemingen van de soort bekend uit duinvalleiachtige vegetaties in de haven van Antwerpen (Spanoghe et al. 2008), zandplaten in de Grevelingen, Eemshaven, Kennemerstrand en zeer recent van de van Dixhoorndriehoek.

### **Verspreiding van de soort**

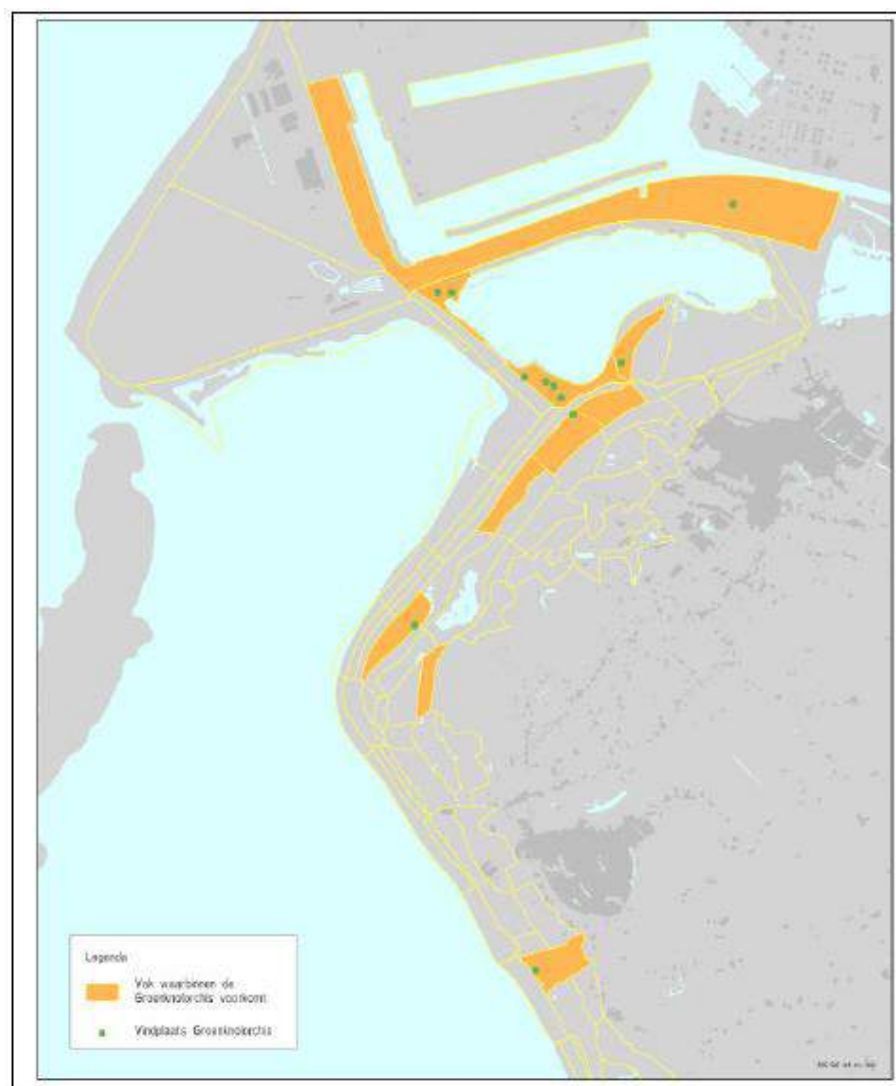
In de rapportages van Floron (van der Slikke & van Dulmen 2006, Groen & Vreeken 2002) onder andere over het voorkomen van de Groenknolorchis laat over de periode 1980 t/m 2005 een terugloop van het aantal waarnemingen van de soort zien (Figuur 3.7). In 2005 is gericht groot aantal bekende populaties op nieuw bezocht en is het aantal individuen geteld. Grofweg laat dit trend zien waarin het aantal populaties en het aantal waargenomen individuen terugloopt over de gerapporteerde periode. Nieuw vestigingen zijn vooral waargenomen direct aansluitend aan bestaande populaties. Opvallend is wel dat in het kustgebied een aantal nieuwvestigingen zijn opgetreden op "nieuw" land een bekende zijn de zandplaten in de Grevelingen en recenter Kennemerstrand bij IJmuiden.

In het onderzoeksgebied van MEP-duinen is de soort zowel historisch en actueel bekend uit de duinen van Oostvoorne, zeer recent (2012) uit de Kapittelduinen, zeer recent (2013) uit de duinen van Goeree. In de laatste 2 gevallen betreft het de waarneming van enkele exemplaren in de rand van nieuwe of geplagde Vochtige duinvalleien. Van de duinen van de Voorne is een aantal grote vindplaatsen bekend hierbij kan het om honderden exemplaren per locatie gaan. De meest stabiele en momenteel omvangrijkste populaties betreffen die in de graslanden aan de westkant van het Oostvoornse meer. De populaties van de soort in het meer westelijke deel van het duingebied omgeving Schapenwei konden recent niet meer worden vastgesteld (van der Goes, 2012). Wel is in het direct aangrenzende herontwikkelde terrein Vogelpoel in 2012 nog een aantal exemplaren aangetroffen. De populatie ten zuiden van Stekelhoek is ook recent niet meer waargenomen. In al deze gevallen is een voortgaande successie en vrijwel zeker de oorzaak van het uiteindelijk lokaal verdwijnen van de soort. Het is niet onaannemelijk dat wanneer het vegetatie beheer in de Schapenwei weer ter hand genomen kan worden (een langere periode met voldoende drooglegging om te kunnen maaien) de soort hier weer opduikt, ervan uitgaande dat er in de tussen niet te sterke bodem verzuring optreedt.



Figuur 3.7 Actuele en historische verspreiding Groenknolorchis in Nederland, kaart afkomstig van de website [www.verspreidingsatlas.nl](http://www.verspreidingsatlas.nl)

In Figuur 3.8 worden de ten tijde van het opstellen van de MER t.b.v. de aanleg van de MV2 bekende waarnemingen van de Groenknolorchis geplot. Actueel zijn enkel de locaties langs het Oostvoornse meer nog waargenomen in grote aantallen. Op basis van de waarnemingen van het Zuid-Hollands Landschap kan worden afgeleid dat deze populaties al verscheidene jaren bekend zijn (aanvang 2004) en ook de landelijke vegetatie databank ([www.synbiosys.alterra.nl/lvd](http://www.synbiosys.alterra.nl/lvd)) laat zien dat deze locatie (Hoekje Jans) al sinds 1996 een populatie Groenknolorchissen herbergt.



MER B - Bijlage Natuur

- 97 -

9P7008.K4/R008/CEL/Nijm

5 april 2007

Figuur 3.8. De bekende populaties Groenknolorchis in 2007

Wanneer het actueel voorkomen van de soort wordt gelegd over meest recente habitatkaart valt de verspreiding samen met het kalkrijke variant van het habitatype vochtige duinvallei (H2190B). Dit type is op Voorne en Goeree over een behoorlijke oppervlakte aanwezig en ook in Kapittelduinen en solleveld zijn lokaal oppervlakte van aanwezig. Wel kan de Groenknolorchis enkel gedijen in de vroege succesie stadia van dit type en ook de nattere varianten of het type met hoge kruiden zal niet tot een duurzame vestiging van de soort leiden. Daarnaast heeft soort een zeer grillig verschijningspatroon, bekende populaties kunnen als gevolg van opeenvolgende zeer natte jaren flink teruglopen in aantal individuen (Odé and Bolier 2003).

Op basis van het PQ-onderzoek (paragraaf 3.3) is te zien dat er momenteel reeds een verruiging van de gemonsterde vegetaties in alle gebieden gaande is. Mocht door toedoen van MV 2 de stikstof-depositie verder toenemen, zal de verzuring en successie in bestaande jonge duinvegetaties sneller gaan verlopen. Wat betekent dat de huidige standplaatsen sneller verouderen en uiteindelijk ongeschikt worden voor de Groenknolorchis en andere pioniersoorten. Hierbij moet wel een kanttekening gemaakt worden indien een duinvallei mede gevoed wordt door kalkrijk water de verzuring sterk zal worden geremd (Grootjans et al. 1995). Mede daarom is het aan te bevelen om het oppervlak en de kwaliteit van de aanwezige kalkrijke natte duinvalleien niet verder achteruit te laten gaan, en in Kapittelduinen en op Voorne te vergroten. Tevens

moet niet worden uitgesloten dat ook het landoppervlak van MV 2 zelf (tijdelijk) leefgebied kan worden van de Groenknolorchis, afhankelijk lokale standplaatsfactoren.

*Tijdens de vegetatie kartering in 2012 zijn geen aantalschattingen gedaan van de Groenknolorchis, hierdoor gaat het boven gepresenteerde beeld terug naar 2009 (data afkomstig van Zuid-Hollands Landschap,*



Figuur 3.9).





Figuur 3.9. Bekende populaties (stippenkaart) van de Groenknororchis op Voorne

## 4 Overige condities en beheer

### 4.1 Zanddynamiek

Zanddynamiek speelt een belangrijke rol bij de ontwikkeling van duingeformologie en vegetatie. Het onderwerp zanddynamiek is vooral in het MEP duinen opgenomen omdat zanddynamiek kan interfereren met de effecten van stikstofdepositie op de habitattypen Vochtige duinvalleien en Grijs duinen. De aanvoer van kalkrijk zand kan tot zekere hoogte verzuring van duinvalleien compenseren, maar kalktoevoer kan ook leiden tot verhoogde mineralisatie van organisch materiaal en daarmee tot een verhoogde N-beschikbaarheid en indirect tot verrijking.

In de bestaande duinen is geen directe verandering in de zanddynamiek als gevolg van het gebruik van MV2 voorspeld (Monitoringfactsheet 08 in Deltares, 2009). Toch is een effect van verhoogde stikstofdepositie op de zanddynamiek vanuit MV2 niet uitgesloten. Door hogere stikstofbeschikbaarheid kunnen open zandige plekken en open vegetatie sneller dichtgroeien, waardoor de invloed van de zanddynamiek op de directe omgeving zal afnemen. Of deze ontwikkeling in voldoende mate wordt of kan worden gecompenseerd door overstuiving vanuit de kustzone (zandspray), is de vraag.

Onderzoeksvragen voor de T0 monitoring zijn

1. Wat is de huidige status van de zanddynamiek in de drie onderzoeksgebieden?
2. Door welke factoren wordt de zanddynamiek bepaald en in welke mate?
3. Wat is de invloed van het beheer op de zanddynamiek en welke maatregelen kunnen een eventueel positieve effect van de zanddynamiek op de omvang en kwaliteit van de H2130, H2190 en de Groenknolorchis versterken?

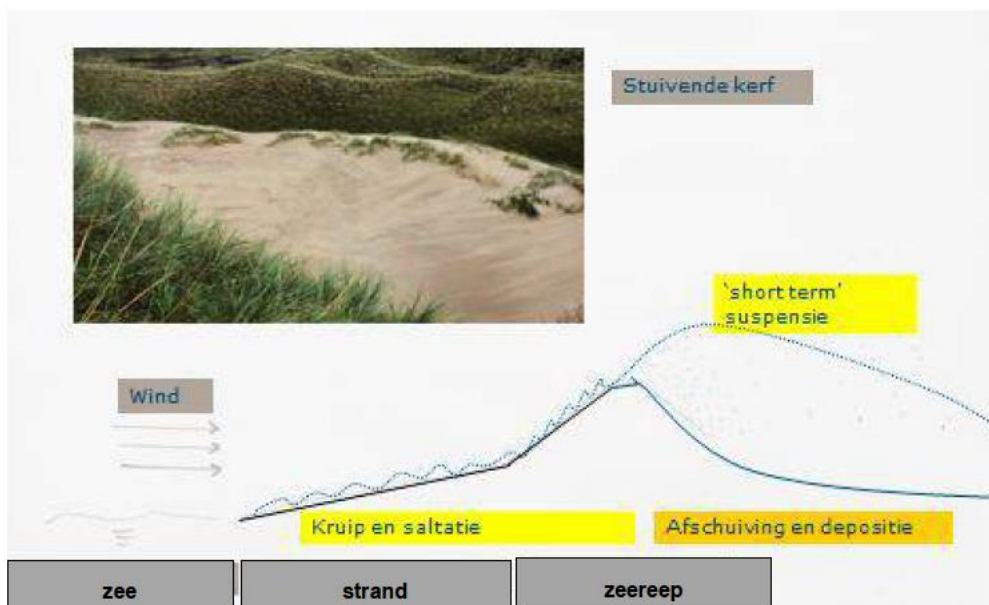
#### 4.1.1 Rol van zanddynamiek in het duinlandschap

In de bestaande duingebieden wordt zanddynamiek als positief gezien voor de kwaliteit en instandhouding van het habitatype H2130 (Arens et al., 2010). Van Haperen (2009) stelt dat overstuiving met zand leidt – binnen zekere grenzen – tot een terugkoppeling, waarbij verstuiwingsresistente soorten bevoordeeld worden en zo een rol kunnen spelen bij het fixeren van verstuiwend zand waardoor een gunstig vestigingsklimaat ontstaat voor eenjarige vaatplanten, mossen en korstmossen. De mate waarin de geomorfologische processen enerzijds en vegetatie- en bodemontwikkeling anderzijds de sturende processen vormen bepalen het stadium waarin het systeem van het duinlandschap zich bevindt. Hierbij onderscheiden we (Van Haperen, 2009):

1. Grootschalig stuivend duinlandschap: verstuiwing is het dominante proces, vegetatie (alleen zeer verstuiwingstolerante soorten) groeit alleen daar waar de omstandigheden het toelaten. Voorbeelden van dit type zijn loopduinen en grootschalige geschakelde paraboolduin-systemen.
2. Kleinschalig stuivend duinlandschap: Verstuiwing en vegetatie ontwikkeling zijn min of meer met elkaar in evenwicht. Vegetatie kan de verstuiwing en instuiven van zand bijhouden. Het steeds weer licht overstuiven van de begroeiing draagt sterk bij aan de ontwikkeling van een minerale humuslaag. In gebieden met perioden met veel verstuiwing afgewisseld met alleen vegetatie ontwikkeling zie we in het bovenste deel van het profiel wisselen lagen met weinig en lagen met meer organische stof elkaar vaak af. Tegelijkertijd zijn organisch materiaal en mineraal zand goed gemengd. Dergelijke bodems hebben een relatief gunstige vocht- en nutriëntenvoorziening, waardoor de overlevingskansen voor overjarige planten in dit systeem veel groter zijn dan in het grootschalig stuivend duinlandschap. Duingraslanden komen hier daarom veel voor. Ze hebben een open zode met veel ruimte voor de vestiging

van eenjarige soorten, maar er is toch een permanent vegetatiedek aanwezig. Daarnaast zijn er ook actieve windkuilen, die regelmatig zorgen voor mobiliteit van zand. De invloed op hun omgeving varieert in ruimte en tijd en hangt af van enerzijds klimaatfactoren en anderzijds de ligging, omvang en vorm van de windkuil.

3. Gefixeerd duinlandschap: duinlandschappen met grotendeels gefixeerde zandige ondergrond, waar verstuiwingsprocessen niet of nauwelijks nog een rol spelen. De vegetatie heeft de bodem helemaal bedekt en kan uit een dicht mos- of grasdek, een struweel of een (beginnende) bosvegetatie bestaan. Dode plantresten vormen in de bodemtoplaag een laag organische stof die zich niet of weinig mengt met het onderliggende minerale zand. Vooral bij lagere kalkgehalten kan al snel oppervlakkige ontkalking en verzuring van de toplaag plaatsvinden. Door ophoping van organische stof en oppervlakkige ontkalking ontstaat een gelaagdheid, waarbij de bovenste humuslagen relatief zuur zijn. Vooral deze gelaagdheid en oppervlakkige verzuring onderscheiden dit duinlandschap in de vroege fasen van de vorige. In de fase van het gesloten en gefixeerde vegetatiedek ontbreekt de voortdurende aanvoer van nieuw, vaak min of meer basenhoudend, mineraal zand, waardoor de vegetaties in dit duinlandschap een fundamenteel andere bodemopbouw hebben.



Figuur 4.1: Vormen van eolisch transport rondom een dynamisch zeereep

Er zijn 2 belangrijke vormen van zanddynamiek te onderscheiden die een rol kunnen spelen in de onderzoeksgebieden en derhalve een zekere mate van invloed kunnen hebben op de vegetatie in de PQ's binnen dit onderzoek:

1. Zand spray: het proces waarbij bodemdeeltjes vanuit de zeereep of in een stuifkuil, kerf of paraboliserende duin, door de wind worden losgemaakt, getransporteerd en vervolgens via de zeereep of kuilrand hoger de lucht in wordt geschoten waarna de zwaardere deeltjes door de windval erachter direct worden afgezet en de lichtere deeltjes in (short term) suspensie op grotere hoogte en over grotere afstand variërend van enkele meters tot enkele honderden meters wordt getransporteerd en afgezet (Figuur 4.1). De mate waarin dit proces optreedt hangt met name af van de volgende factoren: klimaat (windsnelheid en -richting, neerslag en bodemvochttoppervlak); beschikbaarheid en samenstelling zand (korrelgrootte verdeling); strandbreedte; topografie; en begroeiing (terreinruwheid).
2. Lokale verstuiwing vanuit matig (<30% vegetatie bedekking) tot niet begroeide plekken in het duingebied achter de zeereep. Naast bovengenoemde klimaat factoren speelt hier de omvang van de stuifplek en de ligging ten opzichte van de meest voorkomende windrichtingen een belangrijke rol in de mate waarop verstuiwing optreedt en daarmee invloed op de omliggende vegetatie. Over het algemeen kan worden gesteld dat de invloed zich beperkt van enkele meters tot enkele tientallen meters afhankelijk van de in-

tensiteit en duur van een erosie event, en dat het depositie patroon een exponentiële afname met de afstand tot de stuifplek laat zien (Riksen et al., 2006).

Activiteiten in en rondom de zeereep en het gebruik en beheer van de zeereep kunnen het optreden van deze twee vormen van zanddynamiek direct of indirect beïnvloeden door o.a.:

- Betreding: recreatiedruk speelt mogelijk een rol bij het openhouden of creëren van zandige plekken van waaruit verstuiwing kan optreden;
- Duin(herstel)beheer: begrazing en plaggen spelen een belangrijke rol bij het openhouden of creëren van zandige plekken van waaruit verstuiwing kan optreden;
- Zandsuppleties (aanbod en samenstelling zand; morfologie van vooroever en strand)
- Verhoogde stikstofdepositie: verhoogde stikstofdepositie leidt tot versnelde vastlegging van zand door algen en pioniervegetatie en hogere biomassa productie. Dit zorgt er voor dat de dynamiek afneemt en het systeem sneller overgaat van een dynamisch in een gefixeerd duinlandschap.

In dit onderzoek bepalen we de huidige staat (rol) van de zanddynamiek in de drie gebieden waarbij we ook kijken of met het stimuleren van de zanddynamiek de negatieve effecten als gevolg van een eventuele verhoogde stikstofdepositie kunnen worden gecompenseerd en welke maatregelen hiervoor het meest geschikt zijn.

#### 4.1.2 *Methodiek*

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden en het effect van MV2 op de overstuiving te bepalen wordt de nulsituatie vastgelegd met behulp van luchtfoto-analyse, veldkartering en veldmetingen. Hierbij gaan we ervan uit dat de MV2 geen directe invloed heeft op de lokale klimaatfactoren.

#### **Sedimentatie metingen**

Om de rol van zandspray te onderzoeken zijn in 2011 langs drie transecten landinwaarts loodrecht op de zeereep (zie [bijlage 3a](#) en [bijlage 6](#) voor de locaties) permanente MDOC sedimentvallen (knikkerbakken) geïnstalleerd (Figuur 4.2) om de verticale depositie te meten (hoeveelheid zand die in een gebied afgezet wordt). Om het risico van verstoring zo klein mogelijk te houden zijn locaties uitgezocht die in principe niet toegankelijk zijn voor mensen en die niet worden begraasd. Het uit de lucht ingevangen fijn zand valt tussen de knikkers waar het met regenwater de bak inspoelt. Het zand zakt naar de bodem van de bak. Wanneer de bak vol met water is kan deze overstromen via een overlaat zonder dat het sediment meegevoerd wordt. Door de ronding en het gladde oppervlak van de knikkers wordt voorkomen dat het zand bij regen weer uit de bak kan spatten. De methode is oorspronkelijk ontwikkeld voor het meten van stofdepositie en is zowel uit windtunnelmetingen getest (Goossens en Offer, 2000) als in het veld in vergelijkbaar onderzoek toegepast (Riksen en Goossens, 2007). Het opgevangen sediment wordt periodiek verzameld en verwerkt volgens het meetprotocol (zie [bijlage 3b](#): meetprotocol zanddynamiek). De resultaten worden gebruikt om de hoeveelheid zandspray nader te kwantificeren. De resultaten zijn vervolgens in een grafiek afgezet tegen de afstand tot een vast punt op de top van de zeereep wat als grens met het brongebied verondersteld wordt. Omdat tijdens de *short term* suspensie een natuurlijke sortering plaats vindt - de zwaarste (grootste) deeltjes worden dicht bij de bron afgezet en de lichtste (kleinste) deeltjes het verst weg – wordt van het verzamelde materiaal de textuur bepaald met de droge zeefmethode.



Figuur 4.2: MDOC sediment vallen voor het meten van de depositie.

Op 25 februari 2011 zijn de sedimentvallen in het veld geïnstalleerd. Daarbij is de locatie met een handheld GPS ingemeten en de vegetatiebedekking geschat. Op 19 augustus 2011, 13 januari, 4 mei en 24 augustus 2012 zijn alle sedimentvallen geleegd en het sediment voor analyse meegenomen. Langs het transect bij Goedereede hebben zich geen bijzonderheden voorgesteld.

Bij het transect bij Voorne zijn ook geen problemen ondervonden. Na 2 metingen is echter besloten het meest ver gelegen punt op te heffen en de val dicht bij de zeereep te verplaatsen om de meetdichtheid kort achter de zeereep te vergroten.

Op de locatie bij Ter Heide zijn de meeste problemen ondervonden. Deels door vandalisme (in totaal 4 vallen vernield). De sedimentval op de top van het in 2008-2009 nieuw aangelegde zeereep bij Solleveld leverde beide keren door vandalisme geen bruikbare meting op. Ter vervanging van dit punt hebben we op 13 januari 2012 een val op een nieuwe locatie in de oude zeereep geplaatst, maar deze en een extra geplaatste val in de duin vallei bleken 24 augustus ook weer vernield. Dierlijke activiteit had bovendien de meting van de verst gelegen val verstoord waardoor deze meting ook onbruikbaar bleek.

#### **Samenstelling textuur bronmateriaal en drempelwaarden voor verstuiving**

Van alle drie de transecten is uit het brongebied op het strand zandmonsters verzameld. Daarnaast is ook zand verzameld van verschillend suppletiezand bij het Spanjaardsduin. De drempelwaarde van de windsnelheid waarbij verstuiving optreedt voor het zand uit de verschillende bron gebieden, zijn in de windtunnel van Gent bepaald (zie voor meetprotocol [bijlage 3b](#)) waarbij ook een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd op variaties in de textuursamenstelling met verschillend suppletiezand om het effect van de lokale samenstelling van het zand in de brongebieden en suppleties op de zanddynamiek te kunnen beoordelen.

#### **Potentiële erosie activiteit**

Variatie in de zanddynamiek tussen opeenvolgende jaren wordt mede veroorzaakt door variatie in de weersomstandigheden. Om de potentiële erosie activiteit op basis van de weersgegevens te bepalen maken we gebruik van de meetgegevens van het meteo-meetnet van RWS/KNMI in combinatie met de voor de verschillende gebieden gevonden drempelwaarden. De meerjarige meetreeks voor uurgemiddelde voor windsnelheid en richting is eerst worden omgezet in erosie-uren per windrichting.

#### **Analyse Jarkusprofielen**

Om de verandering in de mate van overstuiving en aanzanding als gevolg van een verandering in de hoeveelheid beschikbaar zand voor aanzanding en verstuiving te bepalen wordt gebruik gemaakt van de jaarlijkse kustmetingen van RWS. Om het effect van MV2 en in de toekomst ook van verandering in duinbeheer en de suppleties te kunnen beoordelen zijn er per onderzoeksgebied vier Jarkusraaien (Goeree, kustvak 12: profiel nrs. 7-10; Voorne, kustvak 11: nrs.

7-10; Delftland, kustvak 9: nrs. 112-116) geselecteerd en is er een trendanalyse uitgevoerd voor een drietal kenmerken:

- Profiel ontwikkeling (art.5.1-2e, 2004, art.5.1-2e et al., 2012, Keijsers et al., 2014);
- De positie van de duinvoet: meest zeewaarts gelegen punt met een hoogte van 3 m boven NAP (Ruessink en Jeuken, 2002, art.5.1-2e, 2004, art.5.1-2e et al., 2012, Keijsers et al., 2014);
- De variantie per positie (meetpunt) in het profiel voor de periode 1980-2010. Een hoge variantie betekent dat er veel hoogteveranderingen op dat punt hebben plaatsgevonden (Keijsers et al., 2014).  
Deze variantie is later bepaald voor alle transecten (Jarkusprofielen) van de drie onderzoeksgebieden voor de periode 1990-2010, omdat deze een goede maat bleek voor de activiteit van de zeereep. Deze variantie is bepaald om de overstuiving vanuit de zeereep naar het achterliggende gebied te bepalen.

### Kartering potentiële brongebieden voor verstuing en overstuivingspatronen

Om de huidige invloed van overstuiving op de vegetatie te bepalen zijn potentiële brongebieden eerst in kaart gebracht en geclassificeerd op systeemtype met behulp van luchtfoto-interpretatie (voor procedure, zie bijlage 3c).

#### 4.1.3 Resultaten

##### Sedimentatieonderzoek

Tabel 4.1, Tabel 4.2 en Tabel 4.3 geven een overzicht van de zanddepositie langs de drie transecten (totaaloverzicht in bijlage 3d). Op de transecten Goedereede en Solleveld zijn de ingevangen hoeveelheden zeer laag wat duidt op een geringe doorvoer van zand vanuit het strand via de zeereep naar het achterland. Daarbij komt dat een deel van het ingevangen zand toegeschreven kan worden, op basis van de textuursamenstelling, als lokaal zand dat met de regen in de bakken is in gespat. De iets hogere waarde gemeten op locatie 1004 bij Goedereede is in zijn geheel toe te schrijven aan de lagere bodembedekking rondom de sedimentval op deze plek waardoor het aandeel van door de regen inspattend bodemmateriaal uit de directe omgeving hier hoog is. Ook hier duiden de hogere M50 waarden voor de korrelgrootte verdeling van het ingevangen sediment erop dat we hier voornamelijk met lokaal (wat grover) materiaal te maken hebben.

Alleen het transect bij Voornes Duin laat een duidelijk zandspraypatroon zien (Figuur 4.3). Het transect ligt hier achter een dynamisch gedeelte van de zeereep met een kerf (Figuur 4.4). De afname in opgevangen sediment volgt hier een duidelijke curve, welke beschreven kan worden met een powerfunctie. Deze heeft voor Voornes Duin een hoge  $R^2$ -waarde (Figuur 4.3). Om deze reden is deze functie geselecteerd om de overstuiving vanuit de zeereep naar het achterduin te beschrijven. Bij Goedereede ligt er tussen het zeereep en het strand een groen strand met wash-overs en embryonale duinen. De afgeplagde duinvallei achter de zeereep vertoont zichtbare sporen van hoge eolische activiteit maar met een transportrichting die hoofdzakelijk evenwijdig is aan de duinen waardoor weinig materiaal verder landinwaarts het duingebied in gaat (zie Figuur 4.3).

De verschillen tussen de periode in zowel hoeveelheid als textuur samenstelling zoals in Tabel 4.2 duidelijk te zien is, zijn toe te schrijven aan het verschil in eolische activiteit (duur en intensiteit van perioden met zand transport) en het effect op de sorterende werking waarbij de grovere deeltje het dichtst achter de zeereep worden afgezet en de fijnste deeltjes het verst zoals ook beschreven in Arens et al. (2002). Dit is dus afhankelijk van de weersomstandigheden waaronder het transport plaats vindt en kan dus sterk variëren in tijd en ruimte. Naarmate de hoeveelheden kleiner worden gaat lokaal grover materiaal een groter stempel drukken op de M50 waarde. De M50 waarde moet hier dus vooral gezien worden als een extra indicatie voor de herkomst van het materiaal.

**Tabel 4.1: Gemiddeld jaarlijkse zanddepositie gemeten in de periode 19-8-2011 tot 14-10-2013: transect Kwade hoek, Goedereede.**

Afstand tot top zeereep (m)	Coördinaten (RD)		ID	Vegetatie bedekking (%)	Gemiddelde jaarlijkse depositie	
	x	y			Dikte (mm)	Textuur M50* (µm)
275 (10)**	57284	428873	1001	n.v.t.	0,02	149
390 (120)**	57308	428756	1002	95 - 100	0,26	217
440 (170)**	57285	428692	1003	95 -100	0,03	200
565 (300)**	57276	428560	1004	50	0,465	213

\* periode 19-8-2011 tot 13-1-2012

\*\* afstand tussen haakjes is afstand tot nieuw afgeplagde duinvallei met hoge eolische activiteit - zie ook kaart in [bijlage 3g](#)

**Tabel 4.2: Gemiddeld jaarlijkse zanddepositie gemeten in de periode 19-8-2011 tot 14-10-2013: transect Voornes Duin, Rockanje.**

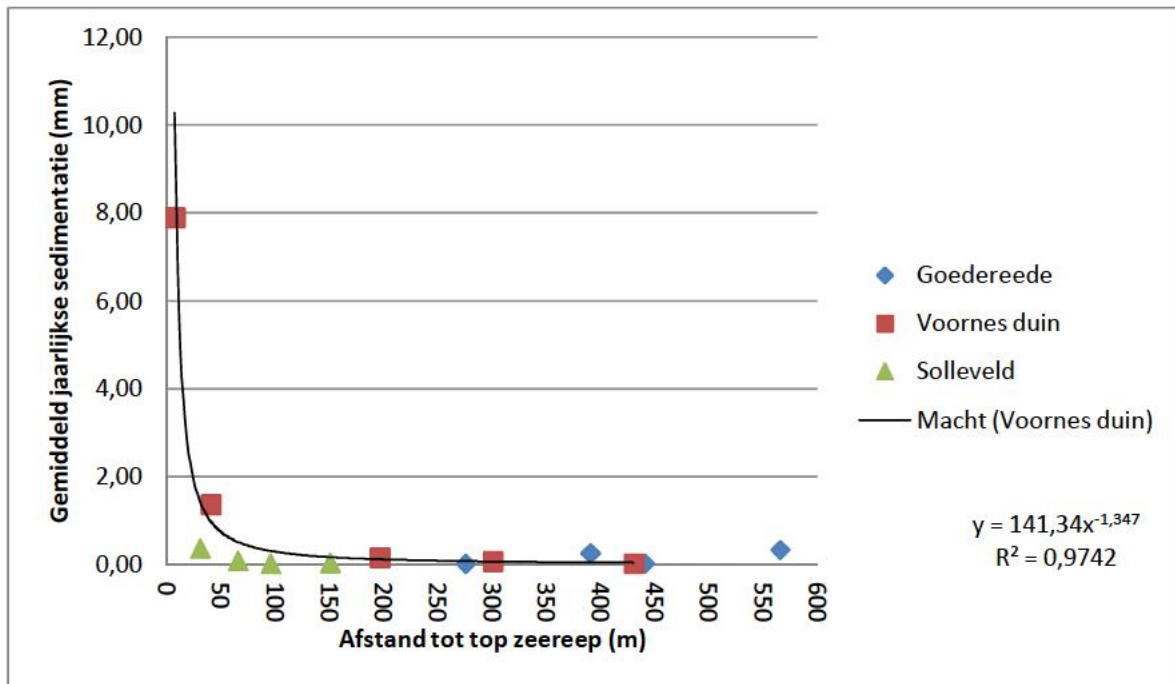
Afstand tot top zeereep (m)	Coördinaten (RD)		ID	Vegetatie bedekking (%)	Jaarlijkse depositie	
	x	y			Dikte (mm)	Textuur M50* (µm)
7	62036	435096	2000**	90	7,90	
40	62075	435094	2001	n.v.t.	1,37	203
196	62169	434962	2002	95 – 100	0,16	136
300	62206	434859	2003	95 – 100	0,07	131
430	62297	434762	2004	95 – 100	0,02	102

\* periode 19-8-2011 tot 13-1-2012; \*\* locatie in 2012 toegevoegd

**Tabel 4.3: Gemiddeld jaarlijkse zanddepositie gemeten in de periode 19-8-2011 tot 14-10-2013: transect Solveld, Ter Heijde.**

Afstand tot top zeereep (m)	Coördinaten (RD)		ID gebied	Vegetatie bedekking (%)	Jaarlijkse depositie	
	x	y			Dikte (mm)	Textuur M50* (µm)
30	71713	450370	3002	95 – 100	0,37	183
51	71621	450444	3003	95 - 100	0,09	170
65	71759	450322	3004	95 – 100	0,03	170
95	71812	450295	3005	95 – 100	0,07	168
150	71918	450187	3006	95 – 100	0,02	162

\* periode 19-8-2011 tot 13-1-2012



Figuur 4.3: Gemiddeld jaarlijkse sedimentatie achter de zeereep van de drie transecten bij Kwade Hoek, Voornes Duin, en Solleveld op basis van de metingen tussen 25-2-2011 en 14-10-2013.



Figuur 4.4: Links: Dynamisch voorduin bij Voornes Duin; Rechts: De kerf waarachter het transect van Voornes Duin gelegen is.

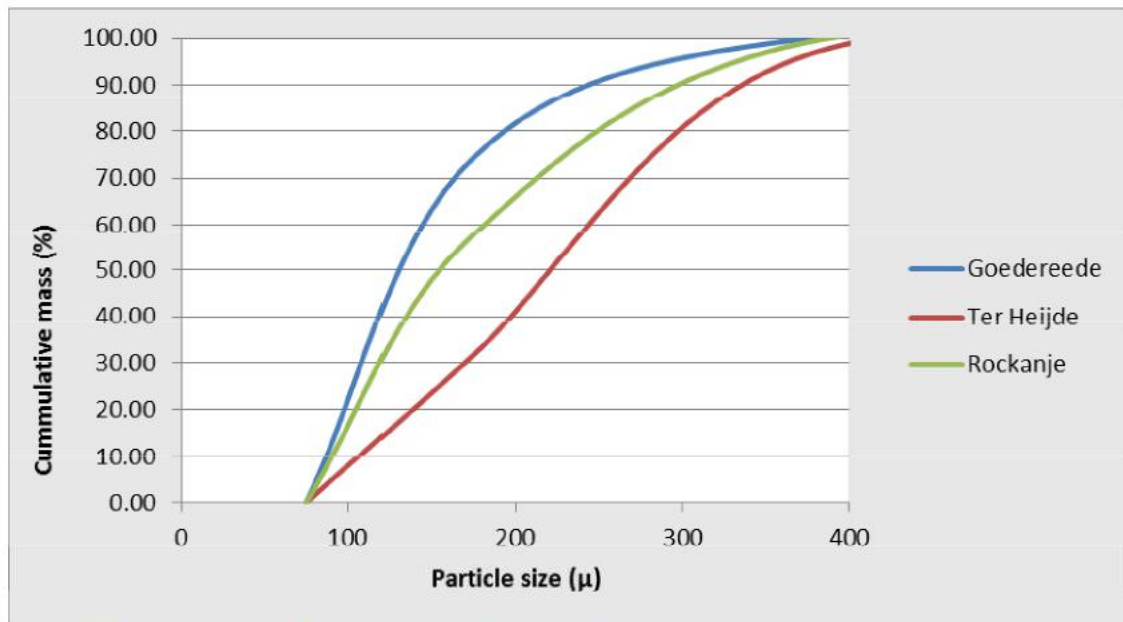
#### Windtunnel onderzoek

Figuur 4.5 laat zien dat het strandzand bij Goedereede het fijnst is. Het zand bij Rockanje is iets grover. Het strand zand bij Ter Heijde (suppletie zand) is duidelijk een slag grover. Dit is dan ook terug te zien in de erosiegevoeligheid van het zand, uitgedrukt in de drempelwaarde van de windsnelheid waarbij saltatie begint (Tabel 4.4). Hiermee is duidelijk gemaakt dat suppletie een behoorlijk effect kan hebben op de potentiële eolische activiteit en daar mee de hoeveelheid zandspray.

Tabel 4.4: Drempelwaarden sleepkracht wind waarbij saltatie optreedt voor strandzand ter hoogte van de drie transecten

Locatie Sediment	D50 ( $\mu$ )	Fluid threshold ( $ms^{-1}$ )	Impact threshold ( $ms^{-1}$ )
Goedereede	120	0.13	0.11
Rockanje	170	0.16	0.13
Ter Heijde	220	0.18	0.15





Figuur 4.5: Korrelgrootte verdeling strandzand ter hoogte van de drie transecten.

#### Potentiële erosie activiteit

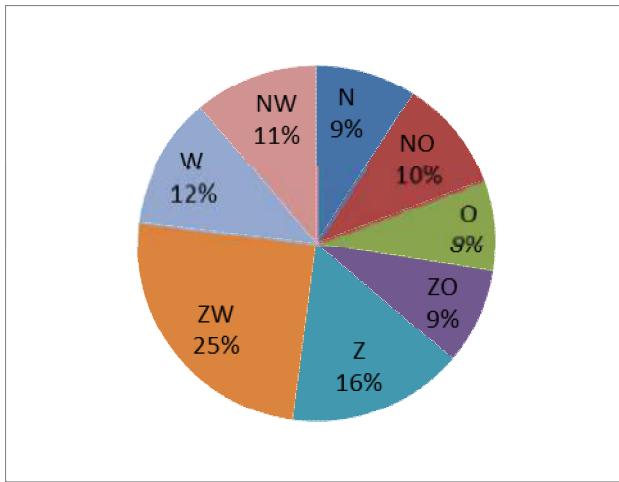
Om de potentiële erosie-activiteit op basis van de weersgegevens te bepalen, waren er meetgegevens beschikbaar van het KNMI en ECN. Van het KNMI zijn de gegevens van station 'Hoek van Holland' gebruikt; de windgegevens van dit station zijn afkomstig van een meetmast op de Noorderpier, direct aan de kust. De meetpunten van het ECN liggen bij Goeree, Schapenwei (Voornes Duin), Hoek van Holland en Solleveld. Deze meetpunten liggen in de duinen, en zijn daarom niet gebruikt om de potentiële erosie-activiteit op het strand te bepalen.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van het aantal winduren, zoals gemeten door het KNMI. De gemiddelde windsnelheid (U) onder droge omstandigheden is 0,68 m/s, de maximale gemeten windsnelheid is 2,1 m/s.

Tabel 4.5: Aantal winduren (in halve uren - voor uren delen door 2) zoals gemeten door het KNMI, op station Noorderpier (Hoek van Holland) tussen 1-12-2010 en 1-01-2013.

U (windsnelheid)	Aantal	Percentage
Totaal	36561	100.0%
Droog (wetness = 0)	32089	87.8%
Droog, U ≥ 0.5 m/s	23469	64.2%
Droog, U ≥ 0.6 m/s	19557	53.5%
Droog, U ≥ 0.7 m/s	15623	42.7%
Droog, U ≥ 0.8 m/s	11959	32.7%
Droog, U ≥ 0.9 m/s	8767	24.0%
Droog, U ≥ 1.0 m/s	6183	16.9%

De gemiddelde gemeten windrichting is weergegeven in Figuur 4.6, hieruit blijkt dat zuidwest de overheersende windrichting is.



Figuur 4.6: Winduren verdeeld over windrichting op station Noorderpier, Hoek van Hollands tussen 1-12-2010 en 1-1-2013

De snelheid waarmee de lucht beweegt, is de belangrijkste factor in wind erosie. Deze snelheid verandert met de hoogte, en kan worden uitgedrukt met de formule (Bagnold, 1941):

$$\bar{v}_z = \frac{2,3}{k} u_* \log\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ of (Panofsky en Dutton, 1984):}$$

$$\bar{v}_z = \frac{v_*}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

met  $\bar{v}_z$  als gemiddelde snelheid op hoogte  $z$ ,  $k$  als von Kármán constante voor turbulente stroming (0,4 voor lucht), en  $u_*$  als 'drag', 'shear' of 'friction velocity (Morgan, 2005, Guo et al., 2012).

De waarde  $z_0$  wordt over het algemeen gedefinieerd als de aerodynamische ruwheidsfactor van het grondoppervlak (Guo et al., 2012). Hiervoor kunnen verschillende waarden worden gehanteerd, afhankelijk van het terrein en de aannames die men doet. Voor dit onderzoek is  $z_0$  bepaald op 0.5 meter, wat hoog is voor het strand, maar gekozen is vanwege de ruigheid van het zeereep (0.5 is geclassificeerd als very rough door (Wieringa, 1992), en als 'Ammophila' volgens (Bressolier en Thomas, 1977).

Als de 'shear velocity' bekend is, kan de grenswaarde voor de windsnelheid worden berekend. Deze 'shear velocity' kan worden bepaald door aan te nemen dat  $v = 0$  op hoogte  $z_0$ , en de snelheid te meten op één hoogte en vervolgens de volgende formule toe te passen (Morgan, 2005):

$$u_* = \frac{k}{2,3} \frac{\bar{v}_z}{\log\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$

In dit geval is deze waarde echter experimenteel in de windtunnel bepaald (zie [bijlage 3b](#)). Gebaseerd op deze gemeten waarden kan afhankelijk per locatie het aantal uren dat de impact threshold overschreden wordt, worden bepaald.

**Tabel 4.6 Aantal potentiële erosie-uren per locatie**

Locatie sediment	D50 ( $\mu$ )	Impact threshold ( $\text{ms}^{-1}$ )	Erosie-uren
Goedereede	120	0,11	1780
Rockanje	170	0,13	481
Ter Heijde	220	0,15	195

Onderzoekers stemmen overeen dat de transportcapaciteit van bewegende lucht varieert met de derde macht van de 'shear velocity'. Hierop gebaseerd heeft (Bagnold, 1941) de volgende formule ontwikkeld:

$$T_{fa} = C \left( \frac{d}{D} \right)^{\frac{1}{2}} \left( \frac{\rho_a}{g} \right) u_*^3$$

met  $T_{fa}$  als maximum sediment transport per eenheid breedte,  $C$  als parameter gerelateerd aan korrelgrootte,  $d$  als gemiddelde diameter van het materiaal,  $D$  als standaard diameter van 0,25mm,  $\rho_a$  als dichtheid van de lucht en  $g$  als gravitatieconstante (Morgan, 2005).

Met behulp van deze formule en de hierboven bepaalde 'shear velocity', kan per locatie de potentiële winderosie (maximum sediment transport) worden bepaald. Deze is gegeven in onderstaande tabel.

**Tabel 4.7: Berekend maximum sediment transport per locatie**

Locatie sediment	D50 ( $\mu$ )	Impact threshold ( $\text{ms}^{-1}$ )	Max. sediment transport ( $\text{g/m/s}$ )	Max. sediment transport ( $\text{g/m}$ )
Goedereede	120	0,11	7,5E-04	80
Rockanje	170	0,13	5,7E-05	2
Ter Heijde	220	0,15	4,8E-04	6

In de laatste kolom is het maximale sediment transport per seconde vermenigvuldigd met het aantal erosie-uren. Hieruit blijkt dat het potentiële sediment transport (gebaseerd op de windsnelheid en de textuur van het zand op het strand) het grootst is in Goedereede, en het kleinst bij Rockanje (Voorne). Ter Heijde (Solleveld) zit hier tussenin.

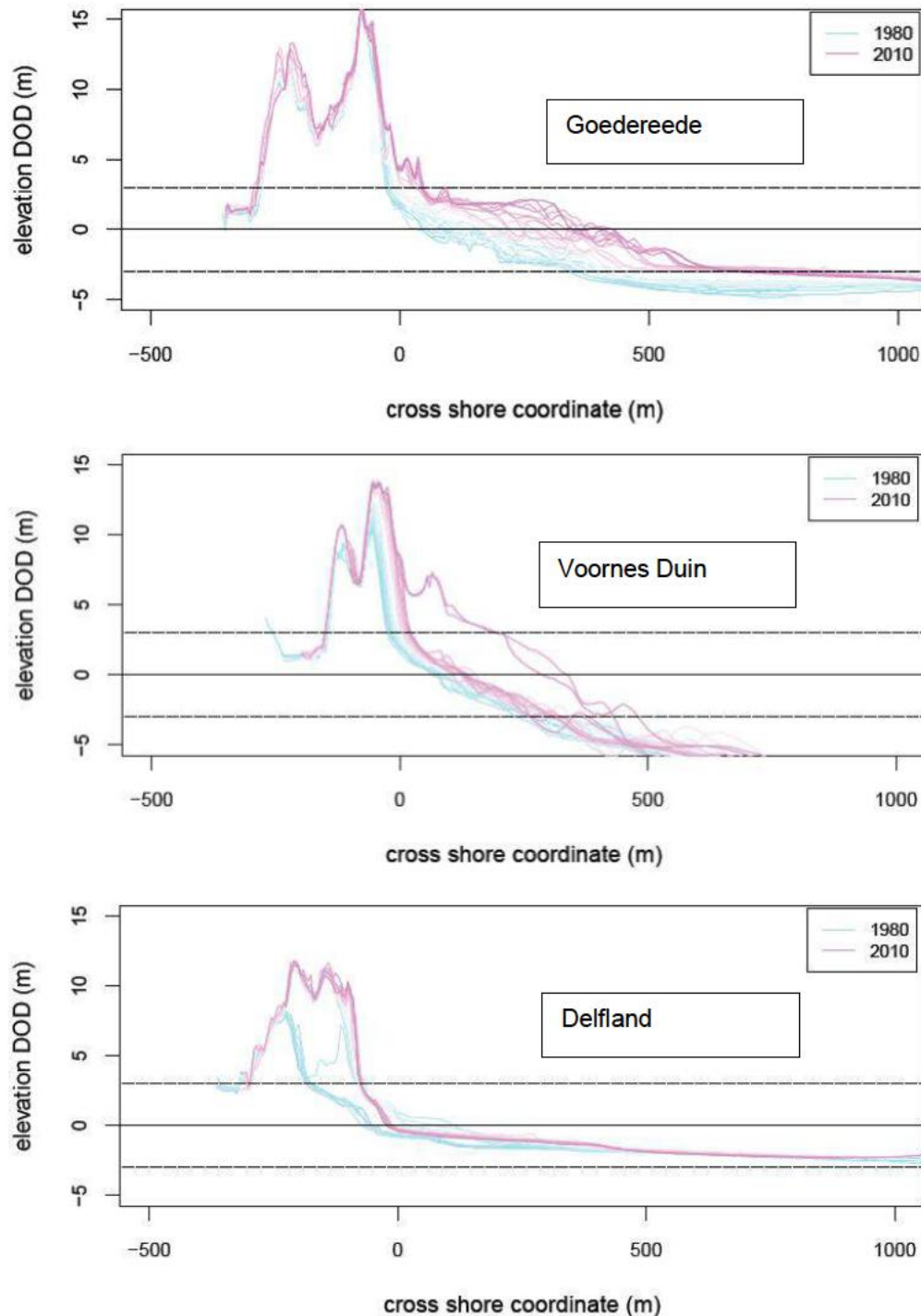
### Analyse Jarkusprofielen

Volgens (Arens et al., 2010) is de zeereep tussen RSP 11.00 en 15.00 op Voorne grotendeels kunstmatig van oorsprong. Aanstuiving tegen de (kunstmatige) zeereep is de enige vorm van dynamiek; dit zorgt voor een meer natuurlijke voorkant met aanwezige embryonale duinen. De duinen bij Voorne worden ingedeeld in responstype 2; met name dynamiek vóór de duinen, terwijl er geen dynamiek is in de zeereep zelf, en de doorstuiving verwaarloosbaar is. Vooral potentie voor embryonale duinen, en mogelijk ook voor witte duinen.

Op Goeree (RSP 14.00-17.00, de 'kop') is de ontwikkeling van de zeereep gevarieerder; waarschijnlijk door een grotere afslagdynamiek. Er ontstaan lokaal kerven, en de voorzijde stuift aan (waarbij ook embryonale duinen ontstaan). De duinen hier zijn ingedeeld in responstype 4; matige tot forse dynamiek, die zich ook tot achter de zeereep uitstrekt. Dit geeft ook potentie voor de witte en Grijze duinen (Arens et al., 2010).

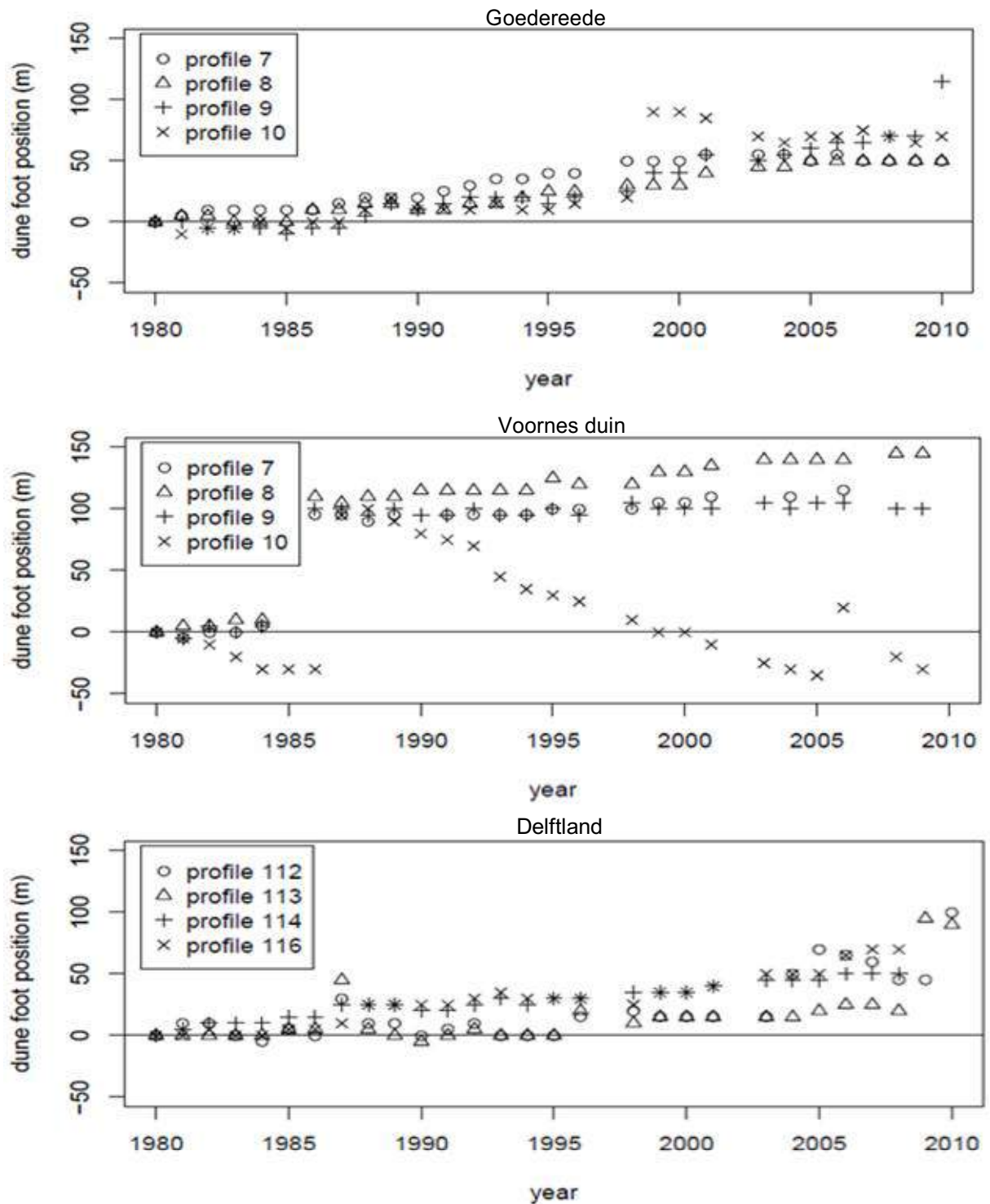
In hun rapport classificeren (Arens et al., 2010) het grootste deel van de zeereep bij Solleveld, Voorne en Goeree als responstype 3: wel embryonale duinen, maar geen doorstuiving. Enkele delen vallen onder type 1 - nauwelijks dynamiek (met name bij Voorne) en type 2 - beperkte dynamiek voorzijde. Alleen de Kwade Hoek op Goedereede wordt geclassificeerd als type 4 - dynamische zeereep met beperkte doorstuiving en zelfs type 5 - gekerfde zeereep met sterke doorstuiving.

In Voornes Duin en Delfland is er duidelijk invloed van suppleties, te zien aan de grote sprongen in de profiel ontwikkeling (Figuur 4.7). In alle gevallen hebben de duinen aan hoogte en volume gewonnen. De Goeree-profielen laten daarnaast een sterke toename in strandbreedte zien.



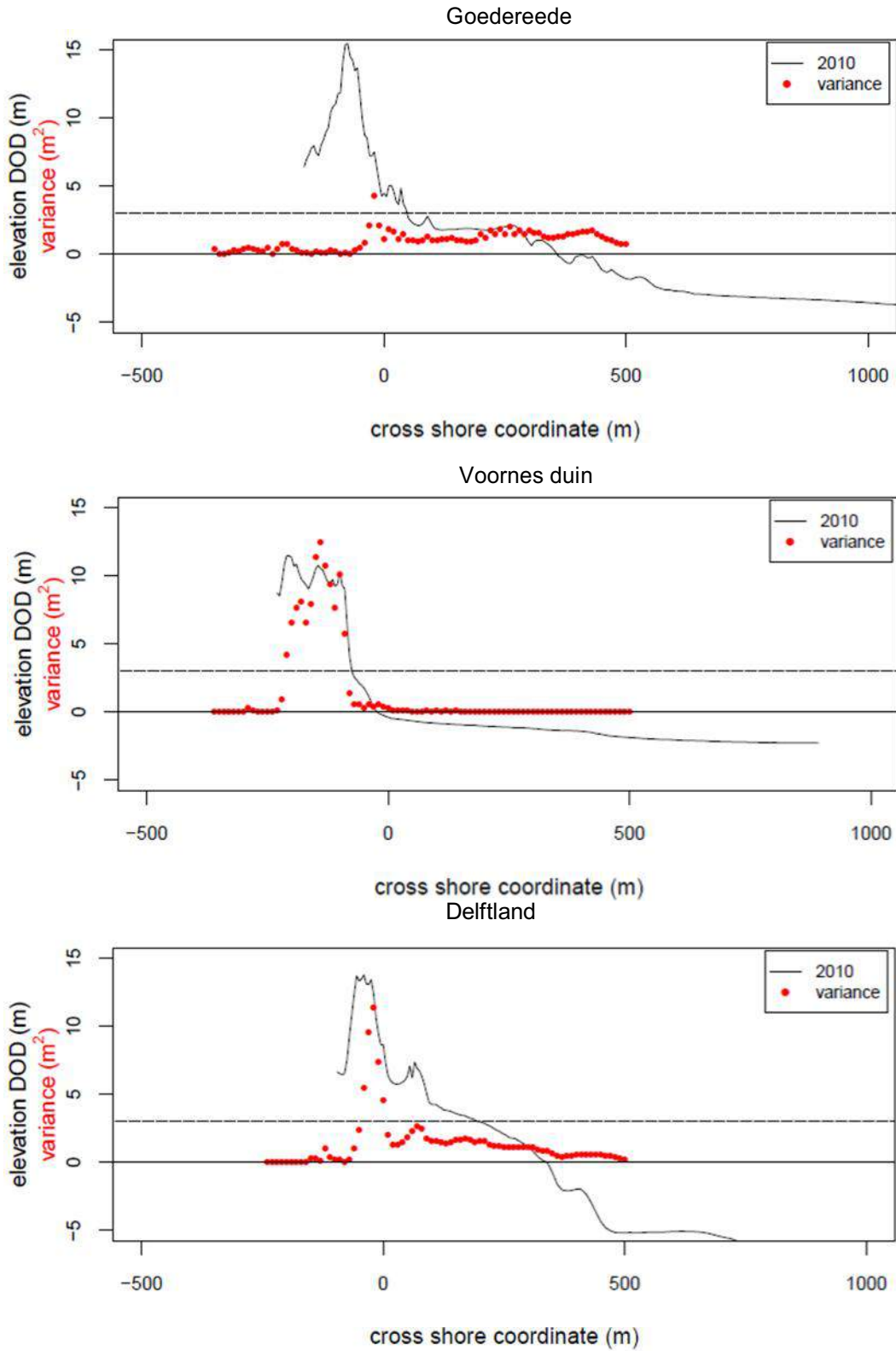
Figuur 4.7: Ontwikkeling van de Jarkusprofielen tussen 1980 en 2010. De lijnen representeren de Jarkus profielen voor de jaren tussen 1980 en 2010, voor elk jaar 1 lijn.

De positie van de duinvoet is gedefinieerd als het meest zeewaarts gelegen punt met een hoogte van 3m boven NAP. In de meeste gevallen is de netto verplaatsing over de hele meetperiode zeewaarts (positieve waarden). Profiel 10 in Voorne laat echter een landwaartse verschuiving zien, resulterend in een steil duin (Figuur 4.8).



Figuur 4.8 Verplaatsing van de duinvoet ten aanzien van 1980 tussen 1980 en 2010 voor de onderzochte Jarkusprofielen.

Figuur 4.9 laat de variantie per positie (meetpunt) in het profiel voor de periode 1980-2010 zien. Een hoge variantie betekent dat er veel hoogteveranderingen op dat punt hebben plaatsgevonden (hoge duindynamiek). In Voorne en Delfland, is de hoogste activiteit (hoogste variantie) te vinden rond de top van de zeereep. In Goeree, vindt de hoogste activiteit plaats op het strand (embryonale duinvorming).



Figuur 4.9: Variantie per positie in het profiel voor de periode 1980 – 2010.

Als input voor de potentiële overstuivingskaart is de variantie ook voor alle afzonderlijke Jarkus-raaien in de onderzoeksgebieden bepaald (naast de vier voorbeeldraaien die hierboven zijn weergegeven en besproken).

De gevonden waarden voor variantie liggen tussen 2 en 13 voor Solleveld, tussen 0 en 21 voor Voorne, en tussen 0 en 8 voor Goeree. De variantie (als maat voor de activiteit van de zeereep) is dus het hoogst voor Voorne, en het laagst voor Goeree.

Voordat deze waarden als input zijn gebruikt, is ook gekeken of de variantie daadwerkelijk in het zeereep plaatsvond, en of er bijzondere activiteiten in het betreffende gebied waren die van invloed zijn op de waarde voor de variantie en/of de activiteit van het zeereep (zoals de aanleg van een nieuw zeereep, of het creëren van kerven in het zeereep). Hierna zijn waar nodig de gevonden waarden aangepast.

#### Kartering potentiële brongebieden voor verstuiving en overstuivingspatronen

Met behulp van luchtfoto's (RGB) uit 2009 is zowel de activiteit in de zeereepen als in het achterduin (stuifplekken) bepaald. Dit is gedaan in Definiens Professional (voor gevolgde procedure zie [bijlage 3c](#)). De resultaten zijn als gebiedsdekkende kaarten opgenomen in de [bijlage \(3f en 3g\)](#).

De potentiële overstuiving vanuit de zeereep is verder gekwantificeerd door met behulp van een GIS-analyse de eerder in dit hoofdstuk gevonden formule toe te passen op het gehele zeeduin. Hiermee is een gebiedsdekkende kaart gemaakt (voorbeeld in [bijlage 3e](#)). Door deze kaart over de PQ's te leggen, kan per PQ de (potentiële) overstuiving vanuit de zeereep worden bepaald. De potentiële overstuiving per PQ is weergegeven in Tabel 4.8.

Voor de mogelijke aanvoer van  $\text{CaCO}_3$  met het sediment zijn drie verschillende concentraties gebruikt: 2,5%, 5% en 10% (gebaseerd op de gehalten gevonden in bodemanalyses, en het onderzoek van Stuyfzand et al. (2012)). Bij een potentiële input van zuur van 2000 mol/ha/jaar (zoals bepaald door het RIVM), is er 20 gram  $\text{CaCO}_3$  per jaar nodig. PQ's waarbij deze waarde wordt gehaald, zijn met groen gemarkeerd in Tabel 4.8.

Het blijkt dat voor het overgrote deel van de PQ's de aanvoer van  $\text{CaCO}_3$  onvoldoende zal zijn om de potentiële input van zuur te compenseren.

Bij sediment met een  $\text{CaCO}_3$  percentage van 2,5% of 5% zal slechts op vier à vijf PQ's op Solleveld de invang van  $\text{CaCO}_3$  voldoende zijn om de zure depositie te neutraliseren. Als er zeer kalkrijk materiaal instuift ( $\text{CaCO}_3$  10%) loopt dit op tot 12 PQ's in Solleveld en één PQ in de Van Dixhoorndriehoek.

**Tabel 4.8: PQ's voor vegetatiemonitoring met beïnvloeding door overstuiving vanuit zeereep en nabijheid van stuifplekken**

PQnr	Naam	Overstuiving		Aanvoer $\text{CaCO}_3$ (g/m <sup>2</sup> /jaar)			PQ's nabij stuifplek (actief/passief)
		(mm/jaar)	(g/m <sup>2</sup> /jaar)	bij 10% $\text{CaCO}_3$	bij 5% $\text{CaCO}_3$	bij 2.5% $\text{CaCO}_3$	
3	Voorne	0.008	11.2	1.1	0.6	0.3	Passief
4	Voorne	0.007	9.4	0.9	0.5	0.2	
5	Voorne	0.010	15.1	1.5	0.8	0.4	
6	Voorne	0.007	9.6	1.0	0.5	0.2	
7	Voorne	0.002	2.9	0.3	0.1	0.1	
8	Voorne	0.047	67.5	6.8	3.4	1.7	Passief
9	Voorne	0.053	76.1	7.6	3.8	1.9	Passief
10	Voorne	0.007	10.6	1.1	0.5	0.3	Passief
11	Voorne	0.006	8.7	0.9	0.4	0.2	
12	Voorne	0.029	41.8	4.2	2.1	1.0	
13	Voorne	0.023	32.8	3.3	1.6	0.8	
14	Voorne	0.027	38.2	3.8	1.9	1.0	
15	Voorne	0.047	67.4	6.7	3.4	1.7	
16	Voorne	0.018	25.7	2.6	1.3	0.6	

PQnr	Naam	Overstuiwing		Aanvoer CaCO <sub>3</sub> (g/m <sup>2</sup> /jaar)			PQ's nabij stuifplek (actief/passief)
		(mm/jaar)	(g/m <sup>2</sup> /jaar)	bij 10% CaCO <sub>3</sub>	bij 5% CaCO <sub>3</sub>	bij 2.5% CaCO <sub>3</sub>	
17	Voorne	0.013	18.9	1.9	0.9	0.5	
18	Voorne	0.036	51.8	5.2	2.6	1.3	Passief
20	Voorne	0.065	93.5	9.4	4.7	2.3	
22	Voorne	0.003	4.7	0.5	0.2	0.1	Passief
23	Voorne	0.030	42.6	4.3	2.1	1.1	Actief
24	Voorne	0.001	1.2	0.1	0.1	0.0	
25	Voorne	0.001	0.9	0.1	0.0	0.0	
26	Voorne	0.023	33.2	3.3	1.7	0.8	
27	Voorne	0.023	33.4	3.3	1.7	0.8	Passief
29	Voorne	0.001	1.9	0.2	0.1	0.0	Passief
30	Voorne	0.002	2.2	0.2	0.1	0.1	
32	Voorne	0.008	10.9	1.1	0.5	0.3	Passief
33	Voorne	0.009	13.2	1.3	0.7	0.3	Passief
44	Voorne	0.000	0.3	0.0	0.0	0.0	Actief
46	Voorne	0.000	0.4	0.0	0.0	0.0	Passief
47	Voorne	0.000	0.4	0.0	0.0	0.0	
48	Voorne	0.000	0.5	0.0	0.0	0.0	Passief
51	Voorne	0.033	46.9	4.7	2.3	1.2	
52	Voorne	0.016	23.5	2.4	1.2	0.6	
53	Voorne	0.047	67.2	6.7	3.4	1.7	
55	Voorne	0.007	10.5	1.0	0.5	0.3	
56	Voorne	0.011	16.1	1.6	0.8	0.4	
57	Voorne	0.002	3.3	0.3	0.2	0.1	
58	Voorne	0.005	7.1	0.7	0.4	0.2	
59	Voorne	0.006	8.5	0.9	0.4	0.2	
60	Voorne	0.009	13.6	1.4	0.7	0.3	
61	Voorne	0.009	13.1	1.3	0.7	0.3	
62	Voorne	0.014	20.8	2.1	1.0	0.5	
63	Voorne	0.023	33.8	3.4	1.7	0.8	Actief
73	Goeree	0.001	1.2	0.1	0.1	0.0	
74	Goeree	0.004	5.2	0.5	0.3	0.1	
75	Goeree	0.007	9.7	1.0	0.5	0.2	
76	Goeree	0.003	4.5	0.4	0.2	0.1	
77	Goeree	0.008	12.0	1.2	0.6	0.3	
79	Goeree	0.009	12.3	1.2	0.6	0.3	
80	Goeree	0.010	14.5	1.4	0.7	0.4	
81	Goeree	0.002	3.5	0.4	0.2	0.1	
82	Goeree	0.011	15.1	1.5	0.8	0.4	
83	Goeree	0.011	15.3	1.5	0.8	0.4	
85	Goeree	0.002	2.9	0.3	0.1	0.1	
86	Goeree	0.002	2.7	0.3	0.1	0.1	
88	Goeree	0.001	1.8	0.2	0.1	0.0	Passief
89	Goeree	0.003	4.9	0.5	0.2	0.1	Passief
90	Goeree	0.010	14.3	1.4	0.7	0.4	
91	Goeree	0.002	2.2	0.2	0.1	0.1	
92	Goeree	0.003	4.9	0.5	0.2	0.1	
93	Goeree	0.004	5.6	0.6	0.3	0.1	
94	Goeree	0.015	21.1	2.1	1.1	0.5	
95	Goeree	0.005	7.3	0.7	0.4	0.2	
97	Goeree	0.002	3.5	0.4	0.2	0.1	



PQnr	Naam	Overstuiwing		Aanvoer CaCO <sub>3</sub> (g/m <sup>2</sup> /jaar)			PQ's nabij stuifplek (actief/passief)
		(mm/jaar)	(g/m <sup>2</sup> /jaar)	bij 10% CaCO <sub>3</sub>	bij 5% CaCO <sub>3</sub>	bij 2.5% CaCO <sub>3</sub>	
99	Goeree	0.002	3.5	0.4	0.2	0.1	
100	Goeree	0.002	3.2	0.3	0.2	0.1	
101	Goeree	0.003	4.4	0.4	0.2	0.1	
103	Goeree	0.009	13.2	1.3	0.7	0.3	
104	Goeree	0.004	5.2	0.5	0.3	0.1	
105	Goeree	0.010	14.5	1.4	0.7	0.4	
106	Goeree	0.002	3.5	0.3	0.2	0.1	Passief
107	Goeree	0.006	9.1	0.9	0.5	0.2	
108	Goeree	0.007	9.9	1.0	0.5	0.2	
109	Goeree	0.002	3.1	0.3	0.2	0.1	Passief
110	Goeree	0.005	6.9	0.7	0.3	0.2	Passief
111	Goeree	0.002	2.9	0.3	0.1	0.1	
114	Goeree	0.002	2.7	0.3	0.1	0.1	
115	Goeree	0.002	2.2	0.2	0.1	0.1	
116	Goeree	0.004	5.6	0.6	0.3	0.1	
117	Goeree	0.004	5.2	0.5	0.3	0.1	
118	Goeree	0.002	2.9	0.3	0.1	0.1	
119	Goeree	0.003	3.8	0.4	0.2	0.1	
121	Goeree	0.001	1.1	0.1	0.1	0.0	
122	Goeree	0.004	6.0	0.6	0.3	0.1	
123	Goeree	0.005	6.7	0.7	0.3	0.2	
124	Goeree	0.004	5.6	0.6	0.3	0.1	
125	Goeree	0.003	3.9	0.4	0.2	0.1	
126	Goeree	0.007	10.0	1.0	0.5	0.3	
127	Goeree	0.004	5.2	0.5	0.3	0.1	
129	Goeree	0.002	3.4	0.3	0.2	0.1	
130	Goeree	0.002	3.6	0.4	0.2	0.1	
131	Goeree	0.003	3.6	0.4	0.2	0.1	Actief
132	Goeree	0.001	1.9	0.2	0.1	0.0	
134	Goeree	0.003	4.4	0.4	0.2	0.1	
135	Goeree	0.005	7.0	0.7	0.3	0.2	
136	Goeree	0.005	7.2	0.7	0.4	0.2	
137	Goeree	0.006	8.8	0.9	0.4	0.2	
139	Goeree	0.003	4.7	0.5	0.2	0.1	
140	Goeree	0.001	1.2	0.1	0.1	0.0	
141	Goeree	0.002	2.8	0.3	0.1	0.1	
142	Goeree	0.016	22.7	2.3	1.1	0.6	
143	Goeree	0.018	26.1	2.6	1.3	0.7	
144	Goeree	0.018	25.7	2.6	1.3	0.6	
145	Solleveld	0.396	570.4	57.0	28.5	14.3	Actief
146	Solleveld	0.054	78.2	7.8	3.9	2.0	
147	Solleveld	0.253	365.4	36.5	18.3	9.1	
148	Solleveld	0.764	1101.9	110.2	55.1	27.5	Passief
150	Solleveld	0.184	265.5	26.6	13.3	6.6	
152	Solleveld	0.239	345.2	34.5	17.3	8.6	
153	Solleveld	0.501	721.9	72.2	36.1	18.0	
155	Solleveld	0.195	281.3	28.1	14.1	7.0	Actief
156	Solleveld	1.016	1464.4	146.4	73.2	36.6	Actief
157	Solleveld	0.181	260.3	26.0	13.0	6.5	
159	Solleveld	0.627	904.0	90.4	45.2	22.6	

PQnr	Naam	Overstuiwing		Aanvoer CaCO <sub>3</sub> (g/m <sup>2</sup> /jaar)			PQ's nabij stuifplek (actief/passief)
		(mm/jaar)	(g/m <sup>2</sup> /jaar)	bij 10% CaCO <sub>3</sub>	bij 5% CaCO <sub>3</sub>	bij 2.5% CaCO <sub>3</sub>	
160	Solleveld	0.073	105.8	10.6	5.3	2.6	
161	Solleveld	0.044	63.0	6.3	3.2	1.6	Actief
162	Solleveld	0.181	260.5	26.1	13.0	6.5	
164	Solleveld	0.053	76.7	7.7	3.8	1.9	Passief
165	Solleveld	0.108	155.3	15.5	7.8	3.9	
166	Solleveld	0.135	194.2	19.4	9.7	4.9	
167	Solleveld	0.210	302.3	30.2	15.1	7.6	Actief
168	Solleveld	0.031	44.8	4.5	2.2	1.1	Actief
170	Solleveld	0.055	79.3	7.9	4.0	2.0	
171	Solleveld	0.040	58.3	5.8	2.9	1.5	
172	Solleveld	0.018	26.0	2.6	1.3	0.7	
173	Solleveld	0.018	26.2	2.6	1.3	0.7	
174	Solleveld	0.028	40.3	4.0	2.0	1.0	
175	Solleveld	0.042	61.0	6.1	3.1	1.5	
176	Solleveld	0.020	28.4	2.8	1.4	0.7	Actief
177	Solleveld	0.008	11.4	1.1	0.6	0.3	
178	Solleveld	0.014	20.5	2.0	1.0	0.5	
179	Solleveld	0.008	11.3	1.1	0.6	0.3	
180	Solleveld	0.008	11.0	1.1	0.6	0.3	
181	Solleveld	0.008	10.9	1.1	0.5	0.3	
182	Solleveld	0.024	34.7	3.5	1.7	0.9	
183	Solleveld	0.052	75.4	7.5	3.8	1.9	
184	Solleveld	0.011	15.2	1.5	0.8	0.4	
186	Solleveld	0.037	53.7	5.4	2.7	1.3	
187	Solleveld	0.012	16.9	1.7	0.8	0.4	
188	Solleveld	0.036	52.0	5.2	2.6	1.3	
189	Solleveld	0.014	20.8	2.1	1.0	0.5	
191	Solleveld	0.016	23.8	2.4	1.2	0.6	
192	Solleveld	0.017	24.5	2.5	1.2	0.6	
195	Vinetaduïn	0.006	8.2	0.8	0.4	0.2	
196	Vinetaduïn	0.005	7.8	0.8	0.4	0.2	
198	Vinetaduïn	0.006	9.1	0.9	0.5	0.2	
199	Vinetaduïn	0.006	8.5	0.9	0.4	0.2	
200	Van Dixhoorn Driehoek	0.010	13.8	1.4	0.7	0.3	Actief
202	Van Dixhoorn Driehoek	0.013	19.2	1.9	1.0	0.5	
203	Van Dixhoorn Driehoek	0.030	42.9	4.3	2.1	1.1	Passief
204	Van Dixhoorn Driehoek	0.015	21.3	2.1	1.1	0.5	
205	Van Dixhoorn Driehoek	0.156	225.5	22.5	11.3	5.6	Actief
207	Van Dixhoorn Driehoek	0.010	14.1	1.4	0.7	0.4	
208	Van Dixhoorn Driehoek	0.025	35.7	3.6	1.8	0.9	
210	Van Dixhoorn Driehoek	0.029	41.1	4.1	2.1	1.0	
211	Van Dixhoorn Driehoek	0.060	86.7	8.7	4.3	2.2	Actief
212	Van Dixhoorn Driehoek	0.044	63.2	6.3	3.2	1.6	Passief
213	Van Dixhoorn Driehoek	0.047	68.1	6.8	3.4	1.7	Passief
214	Van Dixhoorn Driehoek	0.035	50.3	5.0	2.5	1.3	
215	Van Dixhoorn Driehoek	0.081	116.9	11.7	5.8	2.9	Passief
216	Van Dixhoorn Driehoek	0.040	57.6	5.8	2.9	1.4	
217	Van Dixhoorn Driehoek	0.040	57.7	5.8	2.9	1.4	

De chemische samenstelling van de overstuivingen is niet bepaald, maar kan worden gerelateerd aan het onderzoek van Stuyfzand et al. (2012), die transecten hebben gemeten in (onder andere) Solleveld en Voorne. Deze transecten liggen dicht bij de transecten voor sedimentmetingen die voor dit onderzoek zijn gebruikt. Enkele gemiddelde waarden die gevonden zijn voor deze twee transecten zijn weergegeven in Tabel 4.9.

**Tabel 4.9: Enkele componenten van chemische samenstelling van gemeten transecten**

	Transect	C-org (%)	N (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	P (ppm)
Solleveld	17 (Zandmotor)	0,40	0,03	2,50	158
Voorne	18	0,48	0,04	4,45	166

Wanneer gekeken wordt naar de ruimtelijke verdeling van deze concentraties, blijkt dat voor Solleveld het kalkgehalte hoger is voor zand uit het deel met 'overstuiving + duinverzwaring' ten opzichte van de meer landwaarts genomen monsters zonder invloed van deze factoren, terwijl voor Voorne de concentratie over de gehele lengte van het transect vergelijkbaar is.

Voor de P-gehalten geldt voor beide transecten dat de concentratie hoger ligt bij de landwaartse monsters vergeleken met de monsters uit de klasse 'overstuiving + duinverzwaring'.

Volgens Stuyfzand et al. (2012) reiken de duinverzwaring, suppleties en overstuivingen bij Solleveld tot 550m van de HoogWaterLijn (HWL) met mogelijk nog sporen van overstuiving tot 800 m. Voor Voorne is de zeereep overstoven met suppletiezand tot een afstand van 390 m van de HWL (Stuyfzand et al., 2012).

Als potentiële brongebieden voor verstuiving in het gebied achter de zeereep (stuifplekken) zijn de stuifplekken groter dan 50 m<sup>2</sup> geselecteerd. Vervolgens is voor deze plekken (afhankelijk van hun activiteit en de overheersende windrichting, zoals hierboven bij 4.1.3.3. bepaald) het gebied geselecteerd dat mogelijk beïnvloed wordt door deze stuifplekken. Dit zijn:

- gebieden binnen 10 meter ten noordoosten van inactieve stuifplekken;
- gebieden binnen 25 meter ten noordoosten van actieve stuifplekken.

PQs die binnen de stuifplek zelf of de invloedssfeer vallen, zijn gemarkeerd en weergegeven in Tabel 4.8. Indien een PQ beïnvloed wordt, is er vermeld of dit door een actieve respectievelijk passieve stuifplek komt.

Voor het bepalen van de invloed van deze stuifplekken zijn ook bodemonsters genomen op twee transecten in Solleveld (Tabel 4.10).

**Tabel 4.10: Resultaten bodemanalyse van twee transecten achter actieve stuifplekken**

PQnr.	Afstand tot stuifkuil (m)	pH	N-NH <sub>4</sub> (mg/kg)	N-(NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> ) (mg/kg)	Nts (mg/kg)	P-PO <sub>4</sub> (mg/kg)	organische stof (105-550°C) (%)	pH (bij 20±1°C)
verst1	1	4.57	2.50	0.20	4	0.10	0.30	5.68
verst2	66	5.90	1.00	0.30	3	0.30	0.30	6.96
verst3	134	4.06	1.50	0.50	9	0.60	2.40	5.01
verst5	1	4.66	2.50	5.90	13	2.60	2.90	5.72
verst6	11	5.05	1.50	0.60	3	0.40	0.30	6.19
verst7	21	3.93	1.60	0.80	16	0.70	4.70	5.05
verst4	41	3.99	2.80	1.00	13	0.90	3.90	4.99

Uit deze gegevens blijken geen duidelijke patronen. In transect twee (verst 5-6-7-4) neemt de pH geleidelijk af met de afstand tot de stuifplek. Maar wat vooral duidelijk wordt is de grote ruimtelijke variatie in de gemeten plots.

#### 4.1.4 Conclusies

Ten aanzien van de onderzoeksvragen kunnen we de volgende conclusies trekken op basis van het uitgevoerde onderzoek:

1. *Wat is de huidige status van de zanddynamiek in de drie onderzoeksgebieden?*
  - Locaties Kwade Hoek en Solleveld is de dynamiek in het onderzochte duingebied zeer laag.
  - In beide gevallen is er geen duidelijke relatie tussen ingevangen hoeveelheid sediment met de afstand tot strand. Het zelfde geldt voor de textuur (M50) van het ingevangen sediment. Dit duidt op grotere rol van lokale spaterosie. Het transect bij Voornes Duin laat wel een duidelijke gradiënt zien voor zowel ingevangen hoeveelheid sediment als textuur (M50 neemt af met de afstand tot het strand). Op deze locatie is duidelijk sprake van een hoge zanddynamiek rond de zeereep.
  - De overstuivingskaart laat zien dat de meeste PQ's nauwelijks invloed ondervinden van sandspray vanuit de zeereep. Slechts voor enkele PQ's is de jaarlijkse overstuiving dermate groot dat deze een invloed kan hebben op zowel de vegetatie als de bodemchemie.
  - Een aantal PQ's wordt beïnvloed door lokale stuifplekken. De reikwijdte bedraagt meestal niet meer dan 25 meter en is afhankelijk van de omvang van de stuifplek en de ligging op de overheersende windrichting.
  
2. *Door welke factoren wordt de zanddynamiek bepaald en in welke mate?*
  - Uit het onderzoek blijkt dat de sandspray sterk samenhangt met de dynamiek van de zeereep en de depositie exponentieel afneemt landinwaarts.
  - Uit de bestudering van de Jarkusprofielen blijkt dat met name in Voorne en in mindere mate in Delfland, de hoogste activiteit (hoogste variantie in sediment budget tussen verschillende jaren in de periode van 1980 – tot 2010) is te vinden rond de top van de zeereep wat duidt op een mogelijke grootste invloed van sandspray in deze twee gebieden. In Goeree, vindt de hoogste activiteit plaats op het strand (embryonale duinvorming). Sedimenttransport naar het achterland via grootschalige dynamiek in de zeereepen en sandspray lijkt hierdoor sterk beperkt te worden zoals ook door Van Haperen (2009) is geconstateerd.
  - Uit het windtunnelonderzoek blijkt dat de sedimentsamenstelling (korrelgrootte verdeling) een duidelijke invloed heeft op de potentiële zanddynamiek.
  - Met behulp van de windgegevens is de erosiecapaciteit van de wind bepaald. Deze kan worden gebruikt om als input voor het overstuivingsmodel te fungeren, om zo de verschillen tussen jaren te kunnen berekenen met het model.
  
4. *Wat is de invloed van het beheer op de zanddynamiek en welke maatregelen kunnen een eventueel positieve effect van de zanddynamiek op de omvang en kwaliteit van de H2130, H2190 en de Groenknolorchis versterken?*
  - De samenstelling (textuur opbouw) van suppletiezand heeft invloed op het transport en afzettingspatroon. Fijner zand wordt makkelijker door de wind opgenomen en heeft een groter bereik dan grovere (zwaardere) zandkorrels.
  - Door dynamisch duinbeheer toe te passen kan men in belangrijke mate de overstuiving achter de zeereep beïnvloeden en daarmee de sandspray. Reactiveren van oude duinen door afplaggen (van de zeewaartse helling) kan de vegetatie successie tijdelijk terug zetten en tijdelijk tot verhoogde zanddynamiek leiden. Geomorfologisch gezien zo dit echter tot een afvlakking van het duingebied kunnen betekenen wanneer dit op grote schaal zou plaatsvinden. In het vervolgonderzoek zal extra aandacht worden besteed aan het effect van zanddynamiek in de kleine open plekken op de omliggende bodemeigenschappen en vegetatie.

## 4.2 Geohydrologie

Hydrologie speelt een belangrijke rol voor de omvang en kwaliteit van vochtige duinen (H2190), maar veel minder voor Grijze duinen (H2130). De hydrologische monitoring richt zich daarom op de gebieden waar H2190 voorkomt. Dit zijn de gebieden Goeree en Voornes duin. Het oppervlak H2190 in Solleveld & Kapittelduinen is dermate gering, dat het niet zinvol is om deze op te nemen in de monitoring.

Het hoofddoel van het onderdeel geohydrologie is te zorgen dat grondwaterstanden als factor (ruis) meegenomen kunnen worden in het causaal onderzoek naar de relatie tussen stikstofdepositie en de kwaliteit en oppervlakte van de habitattypen. Het gaat hierbij zowel om trends in de tijd (verdroging, vernatting) als de ruimtelijke variatie (tussen de PQ's).

Om dit doel te bereiken worden de onderstaande onderzoeksvragen beantwoord:

- Hoe vergelijkbaar is de grondwaterdynamiek in de duinen van Voorne en de duinen van Goeree?
- Is er sprake van een trend naar vernatting of verdroging?
- Wat is de gemiddelde grondwaterstand op de PQ- locaties met Vochtige duinvalleien (H2190)?

### Drinkwaterwinning en grondwaterbeheer

In de Middelduinen op Goeree wordt sinds 1938 uit het diepe watervoerende pakket grondwater gewonnen voor drinkwaterproductie. Open infiltratie via één kanaal en één drain vindt plaats sinds 1954 (Annema en Jansen, 1996<sup>4</sup>). In 1995 is gestopt met de infiltratie en ondiepe waterwinning. Er wordt nog nu alleen nog incidenteel water gewonnen uit het diepe watervoerende pakket.

In de Oostduinen op Goeree wordt eveneens diep grondwater gewonnen en via meerdere kanalen en drains infiltratiewater gewonnen. In 2000 is overgegaan op oppervlakte infiltratie nieuwe stijl. De rechte kanalen zijn vervangen voor meer natuurlijk ogende vloeivelden en er is ingezet op maximale voorfiltratie om de eutrofiering door het oppervlaktewater te beperken. Bovendien worden meer natuurlijke peilfluctuaties gesimuleerd.

Na de kustversterking in 1978 voor de Schapenwei op Voorne is een pomp geïnstalleerd om te voorkomen dat de duinvallei te nat zou worden. Bij te hoge grondwaterstanden wordt hier nog steeds water afgevoerd.

### Bodemschematisatie

Voor de locaties Goeree en Voorne is de bodem geschematiseerd in goed doorlatende watervoerende pakketten en slecht doorlatende scheidende lagen. Hierbij dient op Goeree onderscheid te worden gemaakt tussen de Westduinen en de Middel- en Oostduinen vanwege een lokaal ondiep voorkomende kleilaag in de Middel- en Oostduinen, die ontbreekt in de Westduinen.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op en in een scheidende laag vindt hoofdzakelijk verticale grondwaterbeweging plaats. Scheidende of slecht doorlatende lagen zijn beschreven door middel van de hydraulische weerstand of c-waarde. Deze is bepalend voor de hoeveelheid water die wordt doorgelaten door de scheidende laag.

In Tabel 4.11 en Tabel 4.12 is de geohydrologische schematisatie beschreven van respectievelijk Goeree en Voorne. Op basis van REGIS II (Regionaal geohydrologisch informatiesysteem, NITG-TNO, 2003) is een beschrijving gegeven van de regionale bodemopbouw.

**Tabel 4.11** Geohydrologische schematisatie Voorne

Diepte (m t.o.v. NAP)	Geohydrologische eenheid	Formatie
mv tot -48	Freatische watervoerende pakket (duinen)	Holocene afzettingen + de Formaties van Kreftenheye
-48 tot -60	Scheidende laag	Formatie van Peize-Waalre
-60 tot -75	Tweede watervoerende pakket	Formatie van Peize-Waalre
-75 tot onbekende diepte	Tweede scheidende laag	Formatie van Maassluis

<sup>4</sup> Annema, M. & A. Jansen, 1996. De Midel en Oostduinen, maatwerk in beheer. Duin nr 1. maart 1996.

Tabel 4.12 Geohydrologische schematisatie Goeree

Diepte (m t.o.v. NAP)	Geohydrologische eenheid	Formatie
mv tot -3	Freatische watervoerende pakket (duinen)	Holocene afzettingen
-3 tot -5	Scheidende laag (Middel – en Oostduinen))	Holocene afzettingen
-5 tot -40 à -50	Freatische watervoerende pakket (duinen)	Holocene afzettingen + de Formaties van Kreftenheye
-40 à -45 tot -45 à -55	Scheidende laag	Formatie van Peize-Waalre (lokaal niet aanwezig)
-45 à -55 tot -62	Tweede watervoerende pakket	Formatie van Peize-Waalre
-62 tot onbekende diepte	Tweede scheidende laag	Formatie van Maassluis

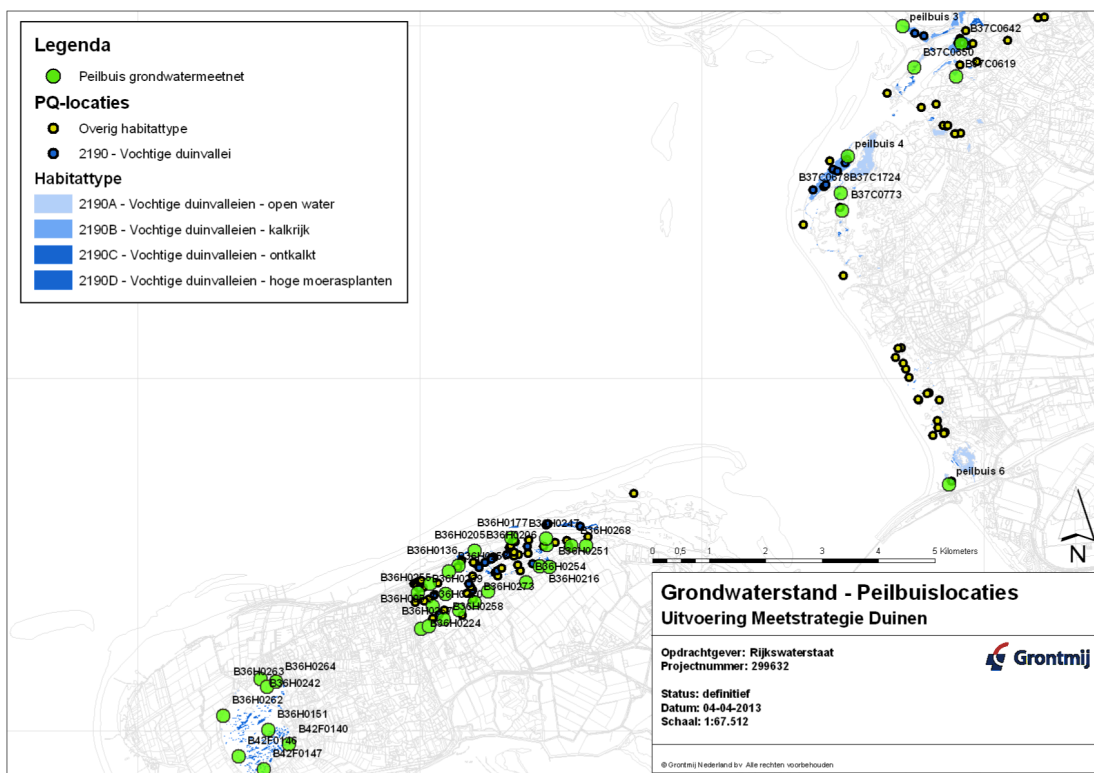
Uit verschillende boringen blijkt dat zowel bij Voorne als bij Goeree het freatische watervoerende pakket uit zand met lokaal storende kleilagen bestaat. In de Middel- en Oostduinen neemt dit de vorm aan van een scheidende laag op ongeveer 3 à 5m onder maaiveld. Dit heeft grote gevolgen voor de grondwaterstroming. In de Westduinen en op Voorne ontbreekt deze scheidende laag grotendeels.

Het freatische watervoerende pakket heeft bij Voorne een dikte van circa 48 meter en bij Goeree een dikte van 42 tot 47 meter. Onder het freatische pakket ligt een scheidende laag van de formatie van Peize-Waalre. Bij Goeree komt deze laag lokaal niet voor. Het tweede watervoerende pakket betreft de Formatie van Peize-Waalre. Bij Voorne is dit watervoerende pakket circa 15 meter dik, bij Goeree is het tweede watervoerende pakket circa 10 meter dik.

Uit bovenstaande omschrijving kan worden geconcludeerd dat de geohydrologie in de Westduinen op Goeree en op Voorne op hoofdlijnen met elkaar overeenkomt. Deze verschillen echter met de bodemopbouw in de Middel- en Oostduinen op Goeree. Een aantal aspecten met betrekking tot de grondwaterstand en de verschillen tussen locaties zullen in de volgende paragrafen verder worden uitgewerkt.

#### 4.2.1 Grondwatermeetnet

De freatische grondwaterstand is een belangrijke factor voor de kwaliteit van Vochtige duinvalleien. De grondwaterstand wordt daarom in dit habitattype gemeten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een meetnet met bestaande peilbuizen (opgevraagd via DINO) en een drietal in 2011 geplaatste peilbuizen (Figuur 4.10).



Figuur 4.10: Peilbuislocaties en PQ-locaties met habitatype Vochtige duinvalleien (H2190). Freatische grondwaterstanden en vochttoestand op de pq's

De meetfrequentie van de nieuwe peilbuizen is het hoogst, de grondwaterstand wordt in deze peilbuizen door dataloggers elke 6 uur vastgelegd. In de overige peilbuizen zijn de grondwaterstanden handmatig 1 tot 2 keer per maand opgenomen.

Er is op het oog geen duidelijk verschil in de dynamiek van de gemeten grondwaterstanden te zien tussen Voorne en de Westduinen op Goeree (zie [bijlage 4](#)). Wel ligt de grondwaterstand op Voorne ten opzichte van NAP gemiddeld meer dan 1m hoger dan op Goeree. Maar ook op Goeree en Voorne zelf is er per peilbuis een verschil van 1 resp. 1,5m in de gemiddelde grondwaterstanden (zie ook de GxG-karakteristieken in Tabel 4.11).

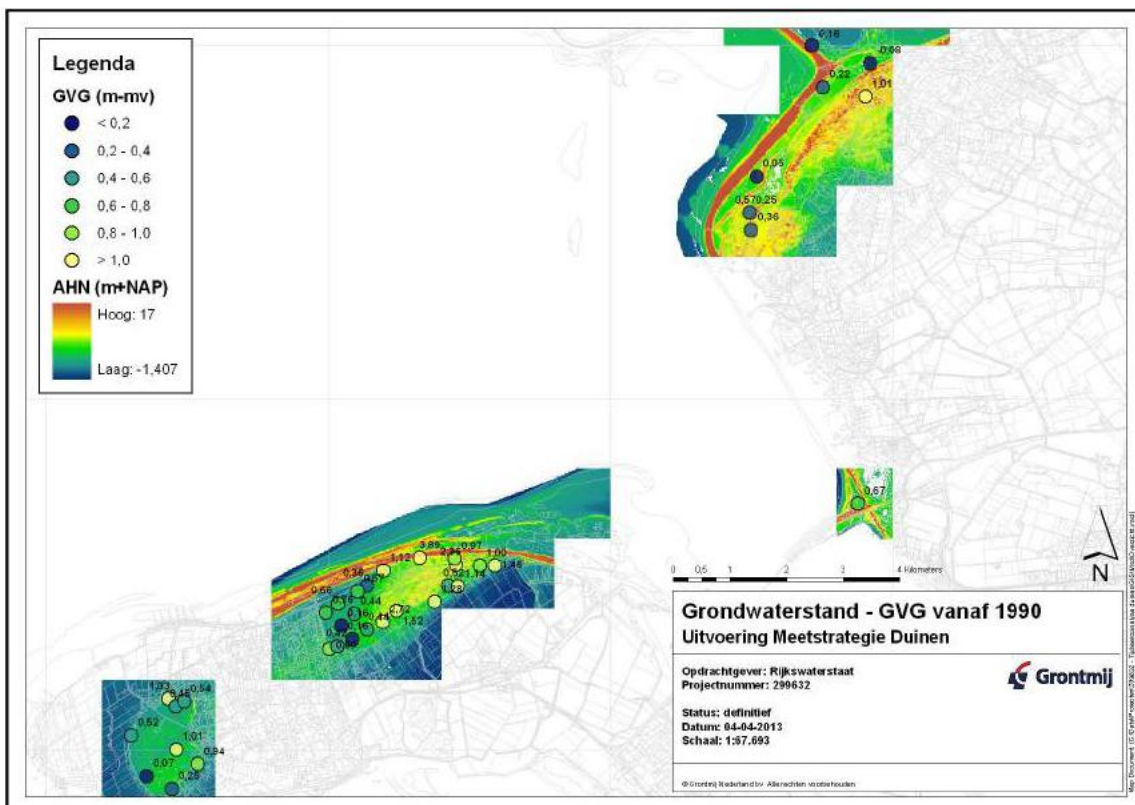
In Tabel 4.11 is de berekende gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) gemiddeld over de meetreeksen van de verschillende beschikbare peilbuizen weergegeven<sup>5</sup>. De standaarddeviatie in deze tabel is een maat voor de ruimtelijke spreiding in maaiveldhoogte en grondwaterstanden. In Figuur 4.11 is de GVG in de peilbuizen ruimtelijk weergegeven ten opzichte van maaiveld. Te zien is dat er vrij duidelijke gradiënten in de grondwaterstand zijn. Uit de figuur blijkt ook dat de GVG ten opzichte van maaiveld in de Westduinen op Goeree over het algemeen lager (gemiddeld 20cm) is dan de GVG op Voorne. De grondwaterstanden in de Middelduinen zijn gemiddeld weer 10 tot 20 cm lager dan in de Westduinen en in de Oostduinen gemiddeld nog 60 cm lager ten opzichte van maaiveld. In de Oostduinen is er echter een grote ruimtelijke variatie in de grondwaterstanden. Dit is een gevolg van de aanwezige vloeivelden en drinkwaterwinning. Sinds de beëindiging van de drinkwaterproductie in 1995 kennen de Middelduinen en de omgeving van de Meinderswaal een relatief natuurlijke grondwaterhuishouding. Het grondwaterpeil is sindsdien gestegen en de seizoensfluctuaties zijn veel natuurlijker geworden.

<sup>5</sup> Een vergelijking is niet goed mogelijk doordat een aantal buizen niet over de gehele periode zijn bemeaten of met een andere meetfrequentie worden bemeaten. Met name de drie nieuw geplaatste buizen zijn slechts bemeaten vanaf 2011. Daarnaast wordt in deze nieuw geplaatste buizen is wordt de grondwaterstand elke 6 uur met dataloggers opgenomen, terwijl op de andere lokaties voornamelijk min of meer tweewekelijks en handmatig wordt gemeten.

Verschillen in de grondwaterstanden worden verder veroorzaakt door verschillen in maaiveldhoogte, maar waarschijnlijk ook in de ondiep voorkomende slecht doorlatende laag in de Middeld- en Oostduinen, welke afwezig is op Voorne en in de Westduinen.

**Tabel 4.13: Gemiddelde grondwaterstanden en standaarddeviatie gemeten in de verschillende peilbuizen in vier deelgebieden.**

deelgebied	MV (m + NAP)	GLG (m + NAP)	GG (m + NAP)	GVG (m + NAP)	GHG (m + NAP)	GLG(m - mv)	GG (m - mv)	GVG (m - mv)	GHG (m - mv)
<b>gemiddelde</b>									
Goeree Westduinen	2,1	1,0	1,4	1,5	1,7	1,1	0,7	0,6	0,4
Goeree Middelduinen	2,8	1,6	1,9	2,1	2,3	1,2	0,9	0,7	0,5
Goeree Oostduinen	3,8	2,0	2,4	2,5	2,7	1,8	1,4	1,3	1,1
Voorne	3,2	2,4	2,7	2,9	3,0	0,8	0,5	0,4	0,3
<b>standaarddeviatie</b>									
Goeree Westduinen	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4
middelduinen	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5
Goeree Oostduinen	1,4	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,1	1,1
Voorne	1,0	0,8	0,8	0,9	0,8	0,4	0,4	0,3	0,4



**Figuur 4.11:** Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden (GVG) ten opzichte van maaiveld (berekend vanaf 1990 indien data aanwezig)

## Interpolatie naar de PQ's



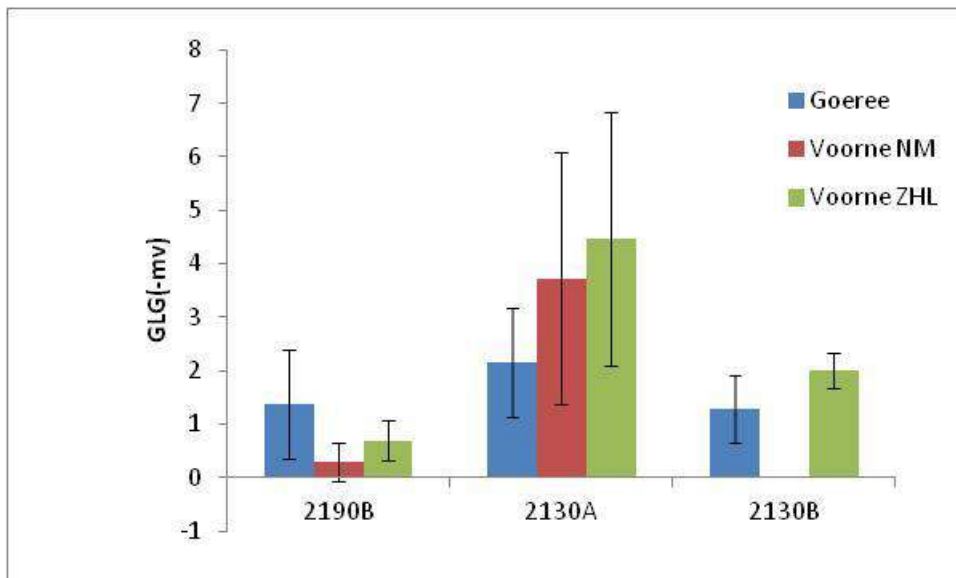
Veranderingen in de grondwaterstand kunnen invloed hebben op de kwaliteit en omvang van de Vochtige duinvalleien (H2190) en daardoor interacteren met effecten van stikstofdepositie vanuit MV2. Het is daarom van belang meer inzicht te hebben in de vochtigheid op de PQ-locaties T=0 in de Vochtige duinvalleien, tijdens de T=0 fase. Het is daarom gewenst de berekende GxG te vertalen naar een GxG ter plaatse van deze PQ-locaties. Aangezien de PQ-opnamen plaatsvinden tijdens de zomer is de laagste grondwaterstand het meest indicatief voor de vergelijking. De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) is bepaald over de hydrologische jaren 2006 tot 2013. De volgende stappen zijn daarvoor uitgevoerd.:

1. *Bepaling GxG per peilbuis over de hydrologische jaren 2006 tot 2013*<sup>6</sup>.  
Dit is een periode waarvoor nog een groot aantal peilbuizen voldoende recente metingen heeft om een GxG te bepalen. Naast de peilbuizen van het grondwatermeetnet, zijn hiervoor ook nog enkele andere beschikbare freatische peilbuizen met voldoende lange reeksen uit DINOLoket verkregen. Voor enkele kortere reeksen is met een acceptabel tijdreeksmodel een langere reeks verkregen.
2. Bepaling GxG t.o.v. NAP  
De GxG t.o.v. NAP verschilt minder per lokatie dan de GxG t.o.v. maaiveld. Figuur 4.11 laat zien dat er een vrij duidelijke gradiënt is voor de GVG t.o.v. NAP zodat ruimtelijke interpolatie een optie is.
3. Bepaling GxG t.o.v. maaiveld.
4. Voor elf PQ-locaties is tijdens een GLG-situatie een handmatige meting van de grondwaterstand opgenomen, een zogenaamde *gerichte opname*. Deze is vergeleken met de op dezelfde dag gemeten grondwaterstand van een nabijgelegen peilbuis met een langere meetreeks. Op basis van dit verschil is de voor de peilbuis bepaalde GLG, omgerekend naar een GLG voor de PQ-locatie.
5. De voor de peilbuizen en PQ's bepaalde GLG is vervolgens ruimtelijke geïnterpoleerd tot een vlakdekkende GLG-kaart. Hiermee is de GLG op de overige PQ-locaties bepaald.
6. De aldus bepaalde GLG-waarden per PQ zijn gebruikt als input voor de multivariate analyses (hoofdstuk 5).

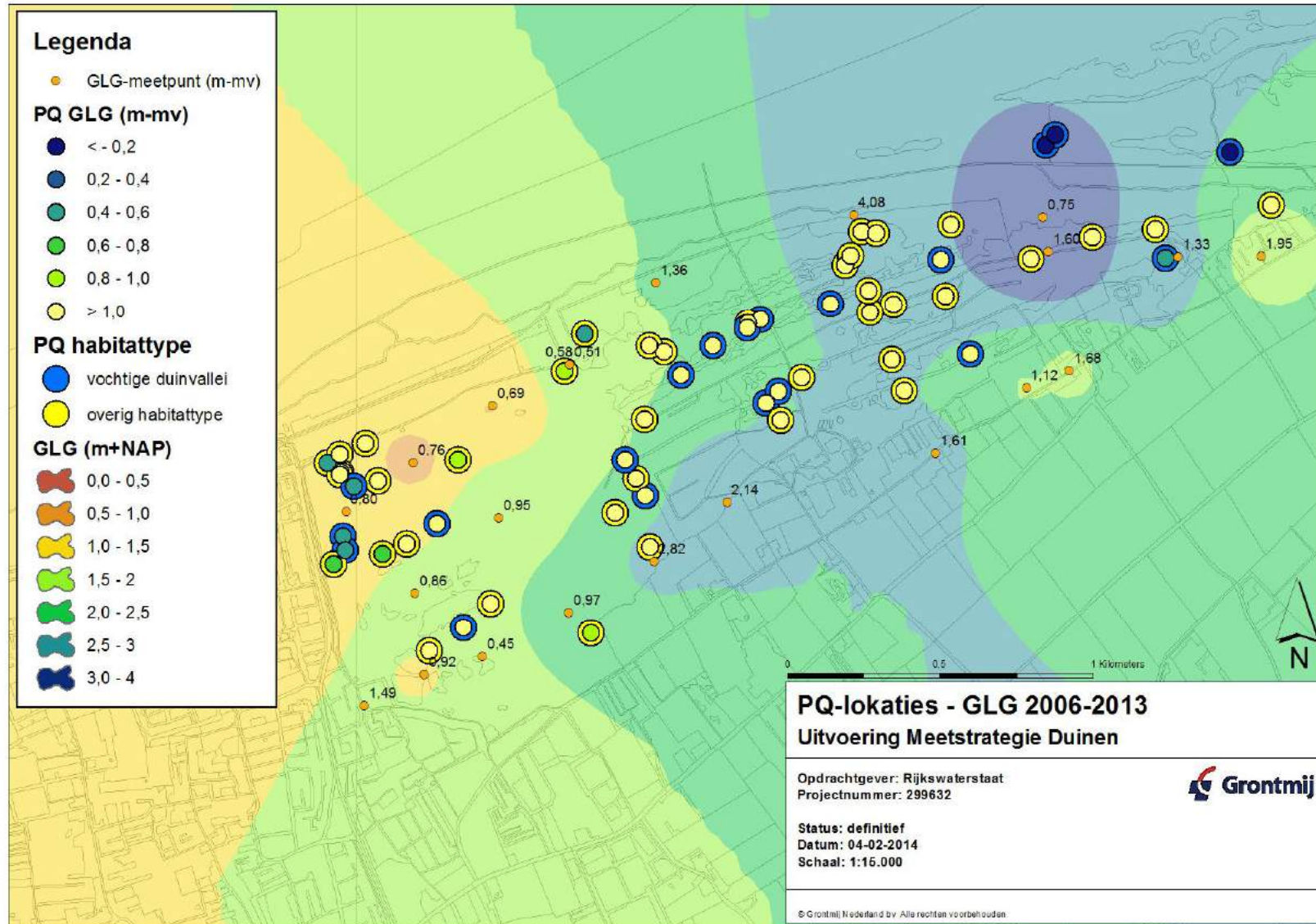
De resultaten voor de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) op de PQ-locaties zijn getoond in onderstaande kaarten (Figuur 4.12 en Figuur 4.13) en kolomdiagram (Figuur 4.12). Zoals te verwachten uit de metingen in de peilbuizen (Tabel 4.11) is de GLG (-mv) op de PQ-locaties op Voorne gemiddeld hoger dan op Goeree en zijn de verschillen in GLG tussen de PQ-locaties op Goeree groter dan op Voorne. Met een gemiddeld GLG van 1,3m -mv voor alle PQ-locaties op Goeree in H2190, lijkt het grondwater in een deel van de locaties te ver weg te zakken. Hierbij dient wel de kanttekening gemaakt te worden dat door de grondwaterwinning en bevloeiing, interpolatie minder betrouwbare waarden oplevert. Waarnemingen van de vochtigheid tijdens de PQ-opnames (gegevens Alterra, niet getoond) geven aan dat de vochtige duinvalleien op Goeree minder droog zijn dan de GLG waarde doet vermoeden.

De PQ's in de Vochtige duinvalleien in het noordelijk deel van Voorne (beheerd door het Zuid-Hollands Landschap) zijn gemiddeld iets droger dan in het zuidelijk deel (beheerd door Natuurmonumenten) (Figuur 4.11). De grondwaterstanden in het grijs duin (H2130) zijn uiteraard een stuk lager dan in de Vochtige duinvalleien. Uit de GLG waarden op de PQ-locaties en de grondwaterdynamiek in dit duingebied (Tabel 4.11) valt op te maken dat de PQ's in H2130, zoals verwacht, niet door niet grondwater beïnvloed wordt.

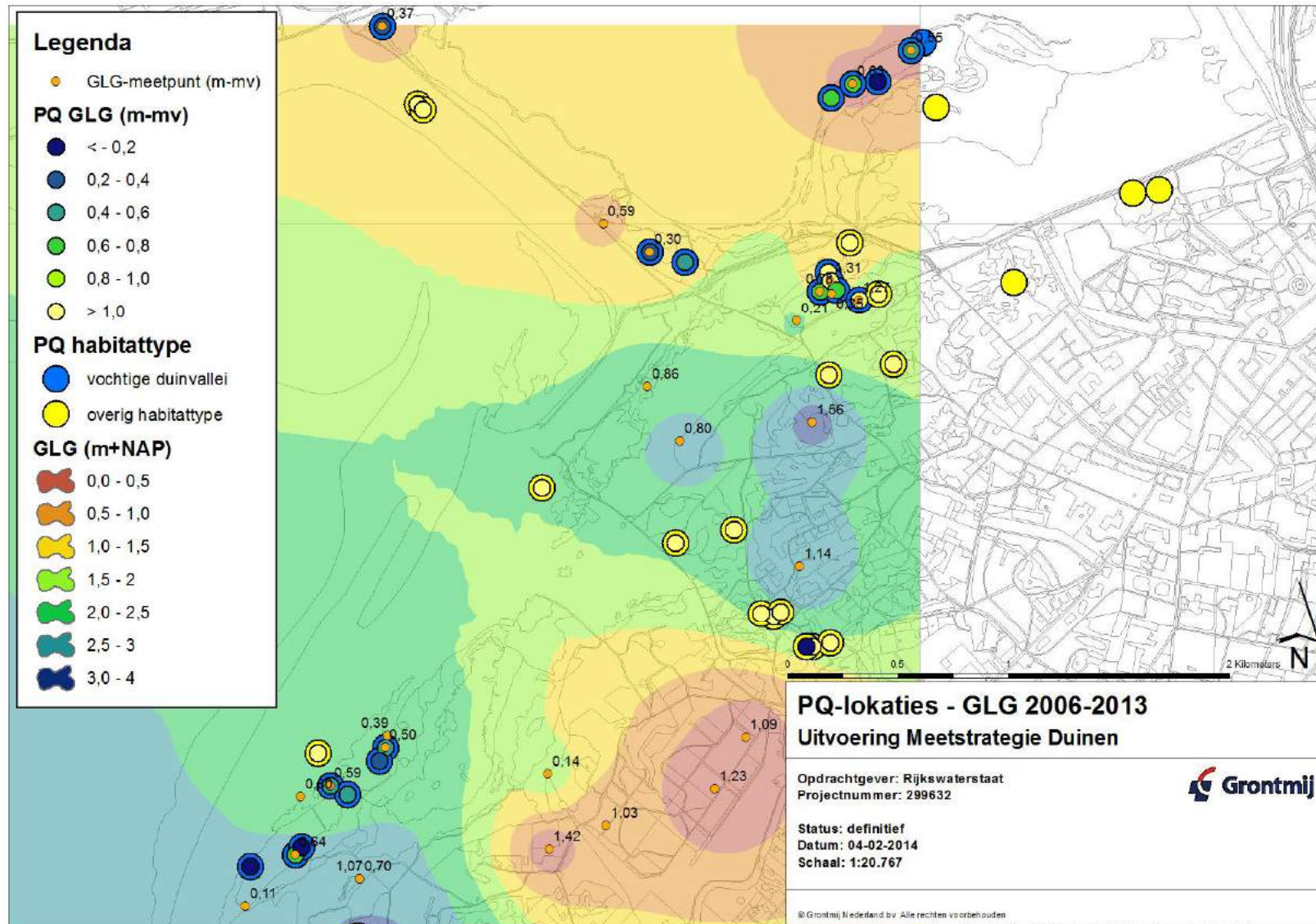
<sup>6</sup> Voor een echte betrouwbare? GxG zijn minimaal acht meetjaren gewenst, maar deze zes jaren geven wel een beeld van de verschillen in *relatieve* vochtigheid tussen de lokaties. De verwachting is dat de absolute grondwaterstanden voor een langere reeks nog iets zullen afwijken, maar dat de *relatieve* verschillen in grondwaterstand tussen de verschillende PQ-locaties min of meer hetzelfde beeld zullen laten zien voor andere jaren. De PQ-locaties zijn immers allen gelegen in een soortgelijke habitat. De reden om slechts 6 jaren te gebruiken voor de GxG-bepaling is dat het de voorkeur heeft meer peilbuizen ter beschikking te hebben voor interpolatie, dan minder peilbuizen met een nauwkeuriger absolute GxG.



Figuur 4.12: Gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) bepaald voor de verschillende pq-locaties op Goeree, Voorne's duin zuid in beheer bij Natuurmonumenten en Voorne's duin noord beheerd door het Zuidhollands Landschap, verdeeld over de drie habitattypen.



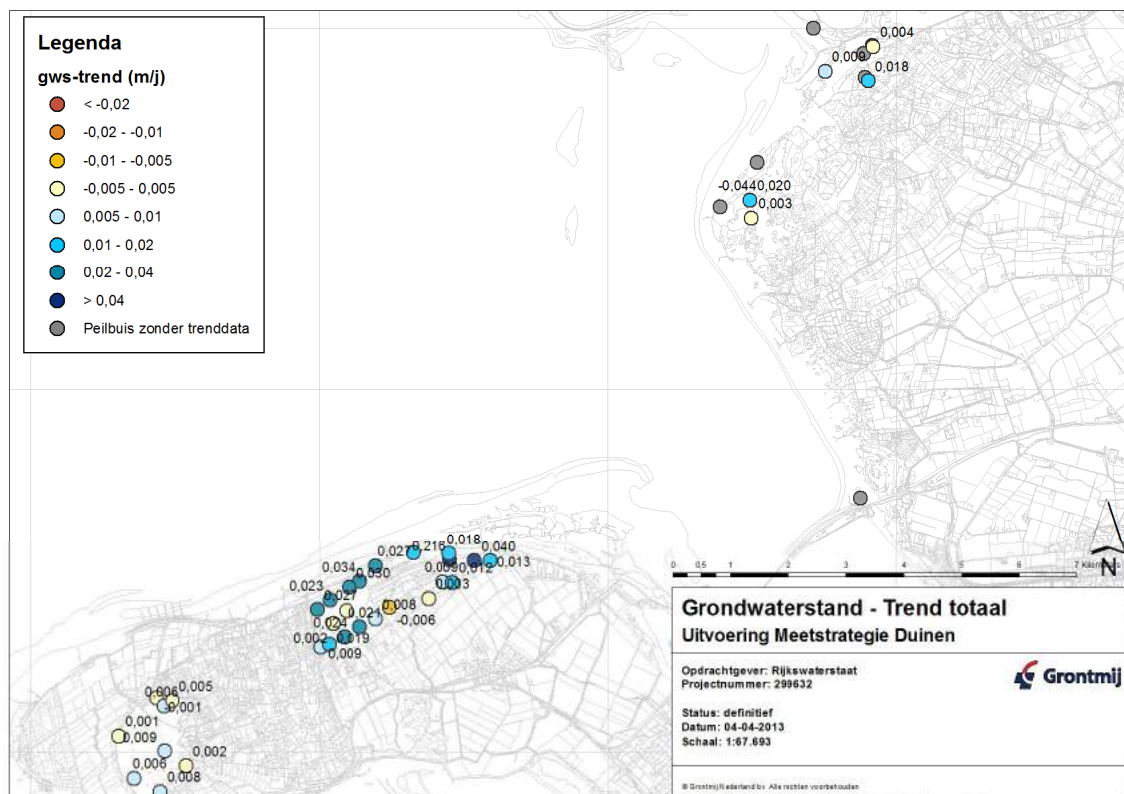
Figuur 4.13: Geïnterpoleerde laagste grondwaterstand (GLG), geschatte vochttoestand tijdens PQ-opname en AHN2 voor PQ-lokaties Middel- en Oostduinen



Figuur 4.14 Geïnterpoleerde laagste grondwaterstand (GLG), geschatte vochttoestand tijdens PQ-opnamen en AHN2 voor PQ-lokaties Vorne. Inzet toont peilbuis bij Quackjeswater aan de zuidkant van Vorne.

#### 4.2.2 Trends

Tijdreeksanalyses (zie [bijlage 4](#)) laten zien dat in de afgelopen decennia een vernatting heeft plaatsgevonden in vrijwel het gehele onderzoeksgebied op Voorne en Goeree. De gemiddelde jaarlijkse stijging van de grondwaterstanden varieert per locatie van 0,5 cm/j tot 4 cm/j. De grootste stijging in grondwaterstanden heeft plaatsgevonden in de Middel- en Oostduinen van Goeree. De reeksen van twee buizen (B36H0192\_1 en B36H0269\_1) in dit gebied later echter een (zeer licht) dalende trend zien, maar deze wordt voor een deel veroorzaakt doordat in de eerste 10 jaar slechts zeer beperkt is gemeten, zodat het beeld enigszins vertekend is.



Figuur 4.14: Totale trend in grondwaterstand voor de bemeeten peilbuizen.

Met behulp van tijdreeksanalyse ([bijlage 4](#)) is een correctie uitgevoerd voor verdamping, neerslag om te analyseren of de vernatting een gevolg is van klimaatinvloeden of van andere factoren zoals bevloeiing en veranderingen in grondwateronttrekkingen. Wanneer de invloed van neerslag en verdamping wordt weggefilterd blijkt er op Voorne en in de Westduinen op Goeree een in bijna alle peilbuizen dalende trend<sup>7</sup> zichtbaar wordt. Dit wijst op een verdrogende trend van niet-klimaat invloeden. In de Middel- en Oostduinen op Goeree daarentegen is juist overal een relatief sterk stijgende trend (van 0,2 tot 2cm per jaar).

De resultaten laten zien dat door klimaatinvloeden vernatting heeft plaatsgevonden in de Westduinen van Goeree en de duinen van Voorne. De vernatting wordt echter deels gecompenseerd door andere invloeden zoals drainerende maatregelen. Voor de Schapenwei (Voorne) en omgeving zorgt de aanwezige pomp sinds 1978 voor afvoer van overtollig water. Zonder deze ingreep zouden de Vochtige duinvalleien namelijk te nat worden, waardoor de instandhoudingsdoelen voor H2190 niet gehaald zouden worden. Voor zover bekend zorgen de beheerders zelf niet actief voor afvoer van grondwater in andere delen.

<sup>7</sup> Dit is de trend gegeven het model, grondwaterpeilreeks en de gebruikte reeksen voor neerslag en verdamping. Het kan zijn dat deze klimaatreeksen niet representatief zijn, het kan zijn dat er een fout in de meetreeks zit (zgn. drift, enkele cm's per jaar is niet uitzonderlijk). In het geval van een relatief korte meetreeks wordt de richting van de trendlijn ook sterk beïnvloed door eventuele periodieke onvolkomenheden.

De grondwaterstanden in de Oostduinen worden gedomineerd door de drinkwaterwinning. De infiltratie vanuit de vloeivelden en grondwateronttrekkingen domineren over de klimaatinvloeden. In de Middelduinen is de oppervlakkige grondwaterwinning in 1995 gestopt. De diepe grondwaterwinning is bovendien geëxtensiveerd. De Middelduinen ontvangen echter nog wel water dat in de Oostduinen infiltreert. Dit heeft ook bijgedragen aan de vernatting in dit gebied.

#### 4.2.3 Conclusies

- Uit de grondwaterstatistieken kan ook worden geconcludeerd dat de dynamiek van het grondwater in de Westduinen op Goeree in hoofdlijnen vergelijkbaar is met Voorne, maar dat de Vochtige duinvalleien (H2190) in de Westduinen wel structureel minder nat zijn dan die op Voorne. De Vochtige duinvalleien in het zuidelijk deel van Voorne (Natuurmonumenten) zijn iets natter dan de Vochtige duinvalleien in het noordelijk deel (Zuid-Hollands Landschap).
- De geohydrologie van de Middel- en Oostduinen op Goeree geeft een afwijkend en relatief heterogeen beeld vanwege de infiltratie en oppervlakkige grondwaterwinning.
- Wanneer de totale trend van de grondwaterstanden inclusief klimaatinvloeden wordt bepaald, laten bijna alle peilfilters een vernatting zien. Deze vernatting is het sterkst in de Middel- en Oostduinen.
- Wanneer de invloed van neerslag en verdamping uitgefilterd wordt, resulteert een verdrogende (dalende) trend in bijna alle peilbuizen op Voorne en in de Westduinen op Goeree. Dit duidt er dus op dat de toename in neerslag in deze gebieden deels is gecompenseerd door drainerende maatregelen. In de Middel- en Oostduinen op Goeree daarentegen is juist een relatief sterk vernattende (stijgende) trend (van 0,2 tot 2cm per jaar) van niet-klimaat invloeden aanwezig. Dit is een gevolg van de veranderingen in de drinkwaterwinning in dit gebied.
- De gemiddelde laagste grondwaterstand in de Vochtige duinvalleien (H2190B) op Goeree is ongeveer 1,3 m-MV, op Voorne zuid (beheer Natuurmonumenten) 0,3m-MV en Voorne noord (beheer ZHL) 0,7 m-MV. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden zijn ongeveer 0,5 m hoger. Vanwege de grote lokale verschillen in grondwaterstanden binnen het drinkwaterwingebied op Goeree zijn deze waarden voor Goeree minder betrouwbaar als op Voorne. Gelet op waarnemingen tijdens de PQ-opnames zijn de Vochtige duinvalleien op Goeree vermoedelijk minder droog dan deze GLG waarde doet vermoeden.

### 4.3 Beheer

Beheer heeft grote invloed op de oppervlak en kwaliteit van duinvegetaties. Het beheer in het duingebied is middels maaien, kappen en begrazen vaak gericht op het terugdringen van de successie. Beheer kan daarom de effecten van extra stikstofdepositie maskeren. Daarmee vormt beheer één van de belangrijkste ruisfactoren in het causale onderzoek. Informatie over het beheer is via de verschillende beheerders en beheersorganisaties achterhaald. Daarnaast is ook tijdens de PQ-opnames (zie [Hoofdstuk 2](#)) ook lokaal gekeken naar de invloed van beheer op de vegetatie.

Naast de door mensen geïntroduceerde begrazers kunnen natuurlijke grazers (vooral konijnen) een wezenlijke invloed hebben op de duinvegetatie. De effecten hiervan vallen vooral op tijdens perioden van uitbraak van konijnenziekten. Bijgevolg werd in veel duingebieden verruiging van de vegetatie waargenomen. De konijnenstand is niet via beheerders te inventariseren. We inventariseren de aanwezigheid van konijnen daarom middels jaarlijkse keuteltellingen in de omgeving van de PQ's. Hierdoor kan een koppeling gelegd worden tussen de ruimtelijke variatie in stikstofdepositie, vegetatieontwikkeling en begrazing door konijnen.

Voorts kunnen mensen niet gerichte invloed hebben op de vegetatie door recreatie en betreding. Bij het opnemen van de PQ's hebben we daarom eveneens tekenen van menselijke invloed vastgelegd.

#### 4.3.1 Methodiek

Het beheer en aanwezigheid van (natuurlijke) grazers monitoren we op twee niveaus, vlakdekkend aan de hand van informatie van beheerders en op PQ-niveau door eigen waarnemingen.

Vlakdekkende informatie beheerders

In de periode oktober 2010-februari 2011 zijn wij bij de drie grote beheerorganisaties op bezoek gegaan, Zuid-Hollands Landschap, Dunea en Natuurmonumenten. Bij deze bezoeken zijn zowel digitale als analoge gegevens van het actuele en historische beheer opgevraagd. De informatie hebben wij (na digitalisering) ingevoerd in een Geodatabase (Tabel 4.14). Vervolgens zijn de gegevens omgezet naar een uniform systeem, waarbij ondermeer de terminologie en wijze van registratie is gelijkgetrokken binnen de drie Natura-2000 gebieden. In 2012 en 2013/ januari 2014 is de beheer informatie geactualiseerd aan de hand van gegevens die zijn aangeleverd door de verschillende beheerders. Hierbij zijn ook gegevens aangeleverd door het Hoogheemraadschap van Delfland. Gegevens van het beheer van Vinetaduin en de Van Dixhoorn Driehoek zijn te laat aangeleverd om te kunnen verwerken in de geodatabase en kaarten, maar worden hier wel besproken.

De aangeleverde gegevens verschillen sterk in vorm en detailniveau. Het beheer in de Middel- en Oostduinen is aangeleverd in de vorm van een shape file met zeer gedetailleerde informatie over de beheermaatregelen. Deze shape is omgezet naar het format van de geodatabase (Tabel 4.14). Het beheer in andere delen van het beheergebied van Natuurmonumenten is grotendeels door Natuurmonumenten ingetekend in Geoweb. Dit is gebeurd in samenspraak met Grontmij. Deze informatie diende echter nog wel bewerkt te worden voordat zij aan de database toegevoegd kon worden. Informatie uit het beheergebied van het Zuid-Hollands Landschap en het Hoogheemraadschap van Delfland is aangeleverd in de vorm van rapportjes en kaarten. Deze zijn vervolgens door Grontmij gedigitaliseerd. Informatie van Dunea is in eerste instantie aangeleverd in de vorm van een shape file en later geactualiseerd aan de hand van persoonlijke mededelingen.

**Tabel 4.14 Opbouw geodatabase beheer**

Naam veld	invoeropties / toelichting
Shapenaam	naam origineel aangeleverde shapefile
ShapeFID	code voor koppeling features
Gebiedscode	code deelgebied: Afkorting N2000 gebied_ afkorting beheerder bijvoorbeeld VD_NM= Voornes Duin Natuurmonumenten
Beheermethode	maaien / begrazing/ plaggen / Verwijderen struweel en <a href="#">art.5.1-2e</a> Verwijderen struweel / schonen
Type	Rund/ Paard / Schaap / Geit/ Schotelmaaier / Handmatig /Machinaal
Aantal	aantal dieren alleen van toepassing op begrazing, anders leeg veld
GVE	Groot Vee Eenheden (rund/paard=1, schaap/geit=0,15 GVE) Alleen van toepassing op begrazing
Periode	Naseizoen/ jaarrond/ maandvan_tot. Periode waarin begrazing plaatsvindt
Dagen begrazing	dagen begrazing per jaar (0-365)
GVE/ha/jaar	Eenheid voor begrazingsdruk GVE/oppervlak in ha x dagen/365

In maart 2013 is de informatie in een geowebviewer gepresenteerd aan de duinbeheerders. Zij kregen zo de mogelijkheid om de gegevens te controleren, te corrigeren en aan te vullen. Alleen Natuurmonumenten heeft tot nu toe van deze mogelijkheid gebruik gemaakt. Dunea en ZHL hebben echter wel met belangstelling naar de viewer gekeken en ook

De Geoweb viewer draait binnen de Rijkswaterstaat omgeving. Toegang tot de viewer is beveiligd door middel van een inlogcode. Deze is te aan te vragen via de projectleider van het consortium (contactinformatie via <http://grontmij.nl/duinmonitoring>).

Naast deze vlakdekkende informatie wordt ook op PQ-niveau de invloed van beheer en (natuurlijke) grazers op de vegetatie gemonitord. Tijdens de PQ-opnamen (zie hoofdstuk 3) is vastgelegd of het PQ:

- binnen begraasd gebied is gelegen;
- of er mest van grote grazers aanwezig is;
- of er invloed van maaien is te zien;
- of er konijnenkeutels aanwezig zijn;
- of er mieren aanwezig zijn.

#### Vertaling vlakdekkende informatie naar PQ-niveau

Om de beheerinformatie mee te kunnen nemen in het causaal onderzoek en multivariate analyses is een koppeling gemaakt tussen een puntenbestand met de coördinaten van de PQ-s en de polygonen met beheergegevens. Dit levert een omvangrijk bestand op, aangezien op een PQ-punt vaak meerdere polygonen met beheerinformatie aanwezig was. Dit bestand is daarom behulp van ACCESS gefilterd zodat een bruikbaar bestand verkregen is voor de verder analyses van PQ-data (hoofdstuk 5). In dit bestand is per PQ de volgende beheerinformatie opgenomen:

- Begrazingsdruk in GVE/ha/jaar
- laatste jaar\_aanvullen
- laatste jaar\_Begrazing
- laatste jaar\_maaien
- laatste jaar\_plaggen
- laatste jaar\_vergraven
- laatste jaar\_Verwijderen struweel en/of bos

Informatie over het type begrazer (rond, paard etc.) en type maaibeheer etc. is dus niet meegenomen. In de totaliteit van factoren die in de multivariate statistiek wordt meegenomen is deze gedetailleerde informatie van ondergeschikt belang.

#### 4.3.2 Resultaten

Uit de gegevens van de beheerders komt naar voren dat in Natura 2000-gebieden Solleveld & Kapittelduinen, Voornes Duin en Duinen van Goeree en Kwade Hoek de volgende beheermethoden worden toegepast: begrazing, maaien, plaggen, verwijderen van bos en/of struweel, schonen/ baggeren van watergangen en poelen (Tabel 4.15).

**Tabel 4.15: Overzicht beheer van de duingebieden**

Gebied	Deelgebied	Beheerinstantie	Beheer
99: Solleveld & Kapittelduinen	Solleveld	Dunea	Jaarrond begrazing met runderen (3 Gallows) en Konick paarden, aantal paarden afgenomen van 15 in het jaar 2000 naar 2 paarden eind 2013, seizoensbegrazing met 30 schapen. Kleine vlakken geplagd en gemaaid.
	Kapittelduinen: van Dixhoorndriehoek	Hoogheemraadschap Delfland/ ZHL	Deels geplagd verder geen beheer tot 2013. In 2013 is drukbegrazing met schapen en geiten toegepast. Dit wordt in 2014 voortgezet.
	Kapittelduinen: Vinetaduin	ZHL (voorheen Defensie)	Tot 2010 geen beheer. In 2010 zijn plagwerkzaamheden uitgevoerd en is struweel verwijderd. In 2012 en 2013 is drukbegrazing met schapen toegepast.
100: Voornes Duin	Voornes Duin Noord	ZHL	Jaarrond begrazing met 6 runderen en 9 paarden, maaien duinvalleien, poelen zijn geschoond. Lokaal is in 2013 drukbegrazing met 190 schapen toegepast. Lokaal is de afgelopen jaren struweel verwijderd en geplagd
	Voornes Duin Zuid	Natuurmonumenten	Jaarrond begrazing met 17 runderen, aangevuld met seizoensbegrazing, plaggen, maaien van de duinvalleien, verwijderen struweel en bos in het kader van Life subsidie Dutch Dune Revival en de PAS. Nabij Quackjeswater op klein oppervlak drukbegrazing met geiten toegepast.



101: Goeree & Kwade Hoek	Goeree & Kwade Hoek	Natuurmonumenten	Eeuwenlang beweidde vroongronden. Nu seizoensbegrazing met 50 runderen (Charolais + zwart bont) in de Middel- en Oostduinen. In de Westduinen seizoensbegrazing met in totaal 80 runderen. Maaien van de duinvalleien. Verwijdering struweel in het kader van Dutch Dune Revival en de PAS ,
--------------------------	---------------------	------------------	--

### Begrazing

Een groot deel van de duingraslanden in Solleveld, Voornes Duin en de Duinen van Goeree & Kwade hoek worden begraasd met runderen en/of paarden (Bijlage 7). In Solleveld en Voorne's duin gaat het om jaarrond begrazing. Op Goeree gaat het om seizoensbegrazing. De Charolais koeien en zwartbonte koeien worden in mei/juni in het gebied gebracht. En vanaf november wordt het aantal dieren afgebouwd. De laatste dieren worden in januari/februari uit het gebied gehaald. Op Solleveld lopen nog 20 schapen (seizoensbegrazing). In een klein deel van Solleveld en Goeree is in het verleden ook drukkbegrazing met schapen toegepast. In 2008 heeft het Natuurmonumenten lokaal drukkbegrazing met geiten toegepast op Voorne (nabij het Quackjeswater). In het beheergebied van het Hoogheemraadschap van Delfland op Kapittelduinen en is als PAS maatregel drukkbegrazing met geiten en schapen toegepast in 2013. Dit wordt in 2014 voortgezet.

Om de begrazingsdruk van jaarrond begraasde delen, seizoensbegrazing en drukkbegrazing te kunnen vergelijken is de begrazingsdruk (GVE/ha/jaar) uitgerekend als GVE per hectare en vermenigvuldigd met het aantal begrazingsdagen gedeeld door 365. Hieruit komt naar voren dat de jaarrond begrazing in het gehele duingebied zeer extensief van aard is (gemiddeld ongeveer 0,13 GVE/ha/jaar), of terwijl een rund of paard per 7,7 ha. Alleen op het zuidelijk deel van Voornes Duin is de begrazingsdruk in de jaarrond begraasde delen iets hoger (0,2 GVE/ha/jaar). De begrazingsintensiteit op Goeree is gedurende het seizoen hoger, maar uitgemiddeld over het gehele jaar ligt de begrazingsdruk hier ook op ca. 0,13 GVE/ha/jaar. Bij drukkbegrazing is de variatie veel groter, uitgemiddeld over het gehele jaar varieert dit van 0,27 GVE/ha/jaar.

In de jaarrond begraasde delen varieert de begrazingsdruk thans van 0,04 GVE/ha in een deel van het beheergebied van Zuid-Hollands Landschap op Voornes Duin tot 0,23 GVE/ha in de Middel en Oostduinen van Goeree en 0,2 GVE- 0,29 GVE in delen van Voorne beheerd door Natuurmonumenten. In Solleveld ligt de begrazingsintensiteit jaarrond tussen 0,11 en 0,13 GVE/ha. Tussen 15-07-2012 t/m 20-12-2012 hebben er echter geen paarden bij de Bloedberg gelopen. In het verleden (jaren 1990) werd in de Middel en Oostduinen van Goeree een hogere begrazingsintensiteit toegepast met Charolais koeien (tot ca. 0,5 GVE/ha). Behalve jaarrondbegrazing wordt ook zomer- of winterbegrazing of lokale drukkbegrazing toegepast als beheermaatregel.



Figuur 4.15: Schotse Hooglanders in Voornes Duin

### Maaien, plaggen, verwijderen bos en struweel

De Vochtige duinvalleien in Voornes Duin worden jaarlijks gemaaid indien de omstandigheden dit toelaten. Bij te hoge waterstanden zijn de duinvalleien soms niet toegankelijk. Dit komt vaker voor in het beheergebied van Natuurmonumenten (met name Schapenwei) dan in het beheergebied van het Zuid-Hollands Landschap. Op Goeree worden sommige duinvalleien jaarlijks gemaaid, andere valleien worden minder frequent gemaaid. Op Goeree vindt kleinschalig maai-beheer plaats met een maai-zuig combinatie, aansluitend op het aanwezige mozaïek van grijs duin en Vochtige duinvalleien. Op Voorne zijn grotere vlaktes met vochtig duinvallei aanwezig, zoals de Schapenwei, de Vliegveldvakke en de Parnassiavakke. Deze worden over het algemeen gemaaid met een schotelmaaier. Zowel op Voorne als op Goeree worden soms ook droge delen met grijs duin gemaaid (Bijlage 7). Op Solleveld worden jaarlijks verspreid distels en ruigten gemaaid (Beheersplan Meijndel, Berkheide Solleveld 2000-2009).

Door beheermaatregelen gefinancierd met een LIFE subsidie (Dutch Dune Revival) heeft Natuurmonumenten de afgelopen jaren een aanzienlijk oppervlak aan bos en struweel omgezet in open vegetatie, waar zich grijs duin en vochtig duinvallei kan ontwikkelen. In alle drie de Natura 2000 gebieden zullen maatregelen getroffen worden in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Een deel van deze maatregelen is reeds uitgevoerd. Het gaat vooral om plaggen, verwijderen van struweel en instellen van maai-beheer en drukbegrazing. Door deze maatregelen zal ook het oppervlak aan grijs duin en Vochtige duinvalleien vergroot kunnen worden..

### Vergelijking registratie beheer bij PQ-opnames met informatie van beheerders

De informatie ten aanzien van begrazing afkomstig van de beheerders blijkt zeer goed overeen te komen met de informatie verzameld tijdens de PQ-opnames. In de omgeving van vrijwel alle PQ's binnen de vlakken die volgens de beheerders begraasd worden, zijn oude of nieuwe koeienvlaaien en/of paardekeutels aangetroffen. Alleen op één PQ die volgens informatie van Dunea nog net enkele meters binnen het begraasde deel van Solleveld valt (deelgebied De Geest) is geen invloed van de aanwezige paarden waargenomen. Dit verschil is te wijten aan de (on) nauwkeurigheid waarmee de beheervlakken ingetekend zijn. In werkelijkheid valt het PQ dus net buiten het begraasde gebied. De rasters zijn in het veld namelijk goed waar te nemen. Een vergelijkbare situatie doet zich voor bij één PQ op Voorne dat op de kaart net buiten de enclosure van de begrazing lijkt te vallen.

Of plekken al dan niet gemaaid worden blijkt redelijk goed vast te stellen tijdens de PQ-opnames als de maaiwerkzaamheden recent zijn uitgevoerd (binnen 1 jaar voor de PQ-opname), maar als er langer niet is gemaaid is dit bij de PQ-opname niet meer met zekerheid vast te stellen.

#### 4.3.3 *Discussie en conclusies*

##### **Volledigheid en actualiteit van de data**

Het beheer in het onderzoeksgebied is nu grotendeels vlakdekkend geïnventariseerd en op uniforme wijze vastgelegd in een geografische database. Deze informatie is beschikbaar via een Geoweb viewer die draait in de Rijkswaterstaatomgeving. De gegevens van het beheer van Vinetaduin zijn echter te laat aangeleverd om nog in de actualisatie van 2013 mee te kunnen nemen. Deze gegevens kunnen toegevoegd worden bij de volgende actualisatie. Aangezien de beheermaatregelen in dit gebied wel bij de PQ opnames zijn geregistreerd, kan hier wel rekening mee gehouden worden bij de multivariate analyses (**hoofdstuk 5**).

De vlakdekkende beheergegevens kennen hun beperkingen ten aanzien van het detailniveau waarop de beheermaatregelen worden geregistreerd. Alleen in de Middel en Oostduinen van Goeree worden kleinschalige maai- plag- en kapwerkzaamheden en verwijderen van struweel in detail vastgelegd. In de overige gebieden zijn deze kleinschalige beheermaatregelen alleen bij benadering geregistreerd, deels ook aan de hand van analoge kaarten. Meer omvangrijke maatregelen, zoals in het kader van de LIFE subsidie worden wel gedetailleerd vastgelegd. Ook is er een redelijk nauwkeurig beeld van de begraasde en onbegraasde vlakken, maar PQ's die op de rand van de ingetekende begraasde vlakken liggen, kunnen er in de praktijk net buiten vallen of andersom. Vanwege de beperkingen van de vlakdekkende beheerregistratie is het van belang om tevens gebruik te maken van de jaarlijkse puntwaarnemingen tijdens de PQ-opnamen

Het inventariseren, registreren en uniform digitaliseren van de beheer informatie is behoorlijk arbeidsintensief gebleken. De beheerorganisaties hebben allemaal een eigen manier van registratie, soms gaat dit digitaal in een GIS-systeem, soms ook analoog in logboeken van beheerders. Het aanleveren van beheer informatie vraagt ook inzet van de beheerders. Vanwege de reorganisatie is dit voor het Zuid-Hollands Landschap momenteel moeilijker te leveren. Het zou waarschijnlijk helpen als de beheerregistratie ook andere doelen kan dienen dan het MEP duinen project. Vanuit Natuurmonumenten is door een beheerder enthousiast gereageerd op de Geoweb viewer die voor het MEP duinen project is opgezet. De beheerder vond het ook een handig hulpmiddel bij zijn dagelijks werk. Een beheerder van het Hoogheemraadschap Delfland gaf mogelijkheden te zien om het format van MEP duinen te gebruiken in het kader van de verplichte registratie van PAS-maatregelen. Als de beheergegevens gedetailleerd, actueel en nauwkeurig zijn vastgelegd kunnen zij ook gebruikt worden voor onderzoeksdoeleinden en gebiedsoverstijgende beheerevaluaties. Door dergelijk meervoudig gebruik zal de inspanning voor een goede beheerregistratie binnen de beheerorganisaties beter verdedigbaar zijn.

Het gebruik van de Geowebviewer kan nog verbeterd en vereenvoudigd worden door een goede invoertool te maken. Met zo'n tool kunnen beheerders zelf beheervlakken intekenen en standaardvelden invoeren, zodat het beheer op uniforme wijze wordt vastgelegd. Momenteel is er een mogelijkheid om aantekeningen te maken (redlining). Deze aantekeningen moet vervolgens gedigitaliseerd worden, voordat ze in de geodatabase ingevoerd kunnen worden.

##### **Interactie invloed beheer en stikstofdepositie op Grijze duinen en Vochtige duinvalleien**

Door herstelmaatregelen in de vorm van plaggen, verwijderen struweel gevolgd door instellen van maai-beheer en of begrazing kan het oppervlak aan grijs duin en Vochtige duinvalleien toenemen. Projecten die hier aan bijdragen zijn Dutch Dune Rivival (Life subsidie Natuurmonumenten) en de PAS maatregelen. Deze maatregelen zorgen voor het afvoeren van stikstof uit de bodem en vegetatie en zorgen voor het meer open houden van de vegetatie. Hierdoor kunnen de effecten van stikstofdepositie in theorie worden beperkt. Een andere maatregel die in het kader van de PAS wordt getroffen is het creëren van stuifplekken. Door verstuiwing van

kalkrijk zand kan de buffercapaciteit in de omgeving verhoogd worden, waardoor de verzurende invloed van stikstofdepositie wordt beperkt (zie ook [paragraaf 4.1](#) en [art.5.1-2e](#) et al., 2009).

In de komende jaren zal blijken hoe effectief deze maatregelen zijn om de effecten van stikstofdepositie te mitigeren. De vegetatiemonitoring binnen het project MEP duinen zal hier ook informatie voor aanleveren omdat een deel van de PQ's liggen binnen de gebieden waar deze maatregelen worden getroffen en bovendien iedere fase van 5 jaar tenminste éénmalig een vegetatiekartering wordt uitgevoerd.

Voor het causaal onderzoek in MEP duinen is het juist van belang om het causaal onderzoek te concentreren op de locaties waar geen herstelmaatregelen hebben plaatsgevonden. PQ's die binnen deze locaties liggen zullen uit de multivariate analyses (zie [hoofdstuk 5](#)) gehaald moeten worden of als aparte subset geanalyseerd moeten worden. Het is duidelijk dat zonder registratie van de herstelmaatregelen het niet mogelijk zal zijn om de invloed van toename van stikstofdepositie vanwege het gebruik van de MV2 op het oppervlak van grijs duin en Vochtige duinvalleien te beoordelen.

#### 4.4 Bodemchemie

Bodemchemie is een belangrijke standplaatsconditie die invloed heeft op de vegetatiesamenstelling. In de duinen gaat het hierbij met name om de gradiënt van kalrijkdom met de daaraan gekoppelde zuurgraad en de gradiënt van voedselrijkdom (beschikbaarheid N, P).

Om inzicht te krijgen in het causale verband tussen de toename in stikstofdepositie vanuit de MV2 en de kwaliteit van habitattypen is ook inzicht nodig in de vraag in hoeverre bodemchemische parameters van invloed zijn op de N-beschikbaarheid en vegetatiesamenstelling.

Doel is van het bodemonderzoek is inzicht te krijgen in de belangrijkste bodemchemische en bodemkundige parameters die de vegetatie in het onderzoeksgebied van MEP duinen beïnvloeden. Deze parameters zijn organisch stof, kalkgehalte (CaCO<sub>3</sub>), pH de macronutriënten (stikstof en fosfaat). Het tweede doel is inzicht te krijgen in de kwaliteit van verstuivend zand en daarmee in de invloed van zanddynamiek op de bodemchemie (zie [paragraaf 4.1](#)).

Voor de vegetatie is vooral de bewortelingszone van belang. Dit is in duingraslanden de bovenste 10 cm bodem. Op een aantal plaatsen willen wij ook inzicht in het kalkgehalte op de onderliggende lagen 0-10 cm en 10-20 cm diepte, waarmee de ontkalkingsdiepte in beeld wordt gebracht.

##### 4.4.1 Methodiek:

Er is gekozen voor een bemonsteringsschema welke is gekoppeld aan het PQ-netwerk. Dankzij deze koppeling kunnen in de multivariate analyses ([hoofdstuk 5](#)) de bodemchemische parameters direct als factoren meegenomen worden zonder dat hiervoor een ruimtelijke interpolatie nodig is. De bodemchemie kan daarmee optimaal in het causaal onderzoek meegenomen worden.

In totaal zijn 90 bemonsteringslocaties gekozen:

- bemonstering nabij 80 PQ-locaties gestratificeerd random verdeeld over de deelgebieden en habitattypen volgens Tabel 4.16. Hierbij zijn in ieder geval de PQ's geselecteerd die nabij knikkerbakken en stuifplekken zijn gelegen;
- 4 à 5 locaties naast knikkerbakken in het transect op Voorne;
- 5 à 6 locaties bij stuifplekken op Voorne en op 0,5 m, 5 m en 10 m afstand van stuifplekken (mogelijk valt dit deels samen PQ-locaties);

Tabel 4.16 Overzicht monsterlocaties en bemonsteringen

(Deel)gebied	Habitat type	Aantal PQ's	pH, org stof, macro nutriënten	Ca-CO3 0-10 cm	Ca-CO3 10-20 cm	Ca-CO3 20-30 cm
Duinen van Goeree	2130A	34	15	15	4	4
Duinen van Goeree	2130B	6	3	3	1	1
Duinen van Goeree	2190B	20	9	9		
Duinen van Voorne	2130A	33	14	14	4	4
Duinen van Voorne	2130B	6	3	3	1	1
Duinen van Voorne	2190B	21	9	9		
Van Dixhoorndrie-hoek	2130A	15	7	7	2	2
Vinetaduin	2130A	5	3	3	1	1
Solleveld	2130A	19	8	8	2	2
Solleveld	2130B	21	9	9	2	2
knikkerbakken			5			
stuifplekken			5			
totaal:		180	90	80	17	17

In oktober 2012 zijn de bodemonsters genomen en aangeleverd aan het bodemchemisch laboratorium van Alterra.

- Bemonsteringslocaties volgens schema met x-, y-coördinaten zijn met GPS opgezocht.
- Op de bemonsteringslocaties is een bodemprofiel opgesteld.
- Op de bemonsteringslocatie is één ringmonster (Copecki-ringen) met vast volume in de bovenste 10 cm van de bodem genomen.
- Per bemonsteringslocatie is een mengmonster samengesteld uit vijf monsters, 1 monster in het centrum van de monsterlocatie en vier monsters op 2 m afstand op een denkbeeldige cirkel rond de monsterlocatie. Op alle locaties is de bovenste 10 cm bemonsterd. Op een aantal geselecteerde locaties (Tabel 4.17) is tevens de lagen 10-20 cm en 20-30 cm bemonsterd.
- Voor alle monsters geldt: De vegetatie en strooisellaag is verwijderd en de daaronder liggende laag is bemonsterd, inclusief wortelzone.

De volgende parameters zijn bepaald door het bodemchemisch laboratorium van Alterra:

- Natgewicht van de ringmonsters (Copecki ringen);
- Drooggewicht van de ringmonsters
- bepaling pH: extractie 0.01 M CaCl<sub>2</sub> -en extractie H<sub>2</sub>O
- NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub> NH<sub>4</sub> Nts: extractie 0.01 M CaCl<sub>2</sub> SFA-CaCl<sub>2</sub>
- PO<sub>4</sub>: extractie 0.01 M CaCl<sub>2</sub> - SFA-P-laag
- Organische stof: gloeiverlies (moffeloven)
- CaCO<sub>3</sub>: carbonaatbepaling (volumetrisch), Scheibler (CO<sub>3</sub> + HCO<sub>3</sub>).

#### 4.4.2 Resultaten

Hieronder zijn de resultaten van het bodemchemisch onderzoek gepresenteerd voor de PQ-locaties. De bodemchemie nabij de sedimentvallen (knikkerbakken) en de stuifplekken is gepresenteerd in [paragraaf 4.1](#).

#### Bodemprofiel

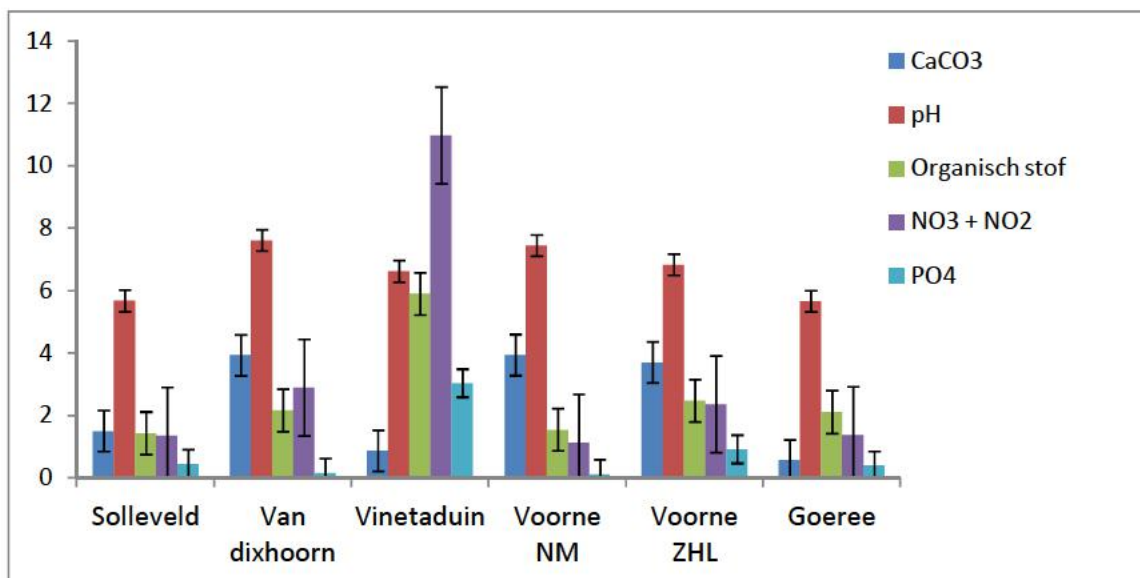
Op alle locaties waar een bodemonster is genomen is een boorprofiel opgesteld. Hieruit blijkt dat op alle locaties de bovenste dertig centimeter van de bodem bestaat uit matig fijn zand, zwak siltig, matig tot zwak humeus. In de Van Dixhoorndriehoek is ook klei aangetroffen en schelpen. Ook op enkele locaties op Voorne zijn (sporen van) schelpen aangetroffen in de bodem en grind (Tabel 4.17).

Tabel 4.17: Bodemprofielen in de verschillende deelgebieden.

Bodemlaag	Solleveld	Van Dixhoorn	Vineta	Voorne	Goeree
0-10 cm	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, beigebruin,	matig fijn zand, zwak siltig, zwak tot matig humeus, schelpen, matig wortelhoudend	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, bruingrijs	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak wortelhoudend,	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak tot matig humeus, matig wortelhoudend, lichtbruin,
10-20 cm	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, beige,	matig fijn zand, zwak siltig, zwak humeus, schelpen, brokken klei, resten wortels	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, resten schelpen, resten wortels, lichtgrijs,	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, beige, soms sporen roest, grind, schelpen	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, lichtbruin
20-30 cm	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, beige,	matig fijn zand, zwak siltig, zwak humeus, schelpen, resten klei	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, resten schelpen, resten wortels, lichtgrijs,	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, beige, soms sporen roest, grind, schelpen	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, lichtbruin

#### Kalkgehalte zuurtegraad, organisch stof, stikstof en fosfor

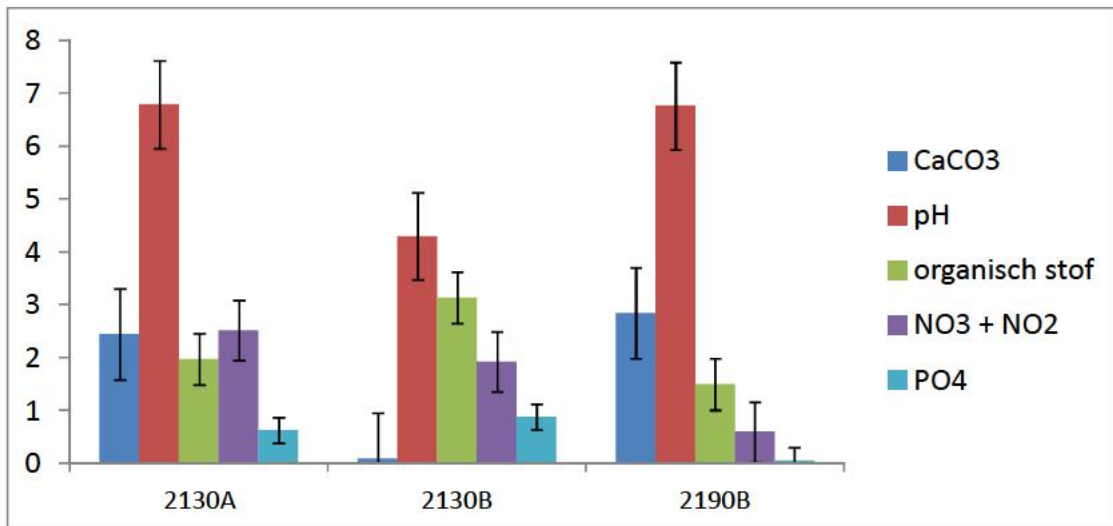
Uit de bodemchemische analyses komt naar voren dat Vinetaduin het meest voedselrijke deelgebied is met de hoogste waarden van organisch stof, ammonium (niet gepresenteerd), nitraat en fosfaat. De verschillen in voedselrijkdom tussen de overige deelgebieden zijn relatief klein, terwijl de verschillen binnen de deelgebieden juist relatief groot zijn (grote standaarddeviatie en standaardfout) zijn aangetroffen (Figuur 4.16). Voorne, zowel deelgebied van Natuurmonumenten als het Zuid-Hollands Landschap, en de Van Dixhoorndriehoek zijn kalkrijk, terwijl delen van Solleveld en Goeree (Middel- en Oostduinen) zijn ontkalkt en deels nog kalkrijk zijn.



Figuur 4.16: Bodemchemie per deelgebied (van noord naar zuid). CaCO<sub>3</sub> (%), pH, Organisch stof (%), NO<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub> (mg/kg droge stof), en PO<sub>4</sub> (mg/kg droge stof). Foutenbalken geven de standaardfout weer.

Als we de bodemchemische parameters indelen naar de habitattypen zien we een bevestiging van de indeling van Grijs duinen kalkrijk (H2130A) en kalkarm (H2130B) (Figuur 4.17). In de bodemmonsters op de locaties die als H2130B werd vrijwel nergens CaCO<sub>3</sub> aangetroffen, of slecht in zeer lage concentraties (< 0,25%). De meeste locaties die als H2130A waren geclasse-

ficeerd bleken ook kalkrijk ( $\text{CaCO}_3\% > 0,5\%$ ) met een neutrale zuurgraad in de  $\text{CaCl}_2$  extractie tot licht basische zuurgraad (pH 7.5 -8) in de  $\text{H}_2\text{O}$  extractie. Vijf PQs op Goeree en één locatie op Solleveld waren echter als Grijs duinen kalkrijk gekarteerd in de vooraf beschikbare habitataarten, terwijl geen  $\text{CaCO}_3$  werd aangetroffen in de bodemonsters. De bodem in de Vochtige duinvalleien (H2190B) bleek minder fosfaat te bevatten dan de bodem in de Grijs duinen (H2130). Vermoedelijk is dit een gevolg van het beheer. De Vochtige duinvalleien worden jaarlijks vrijwel integraal gemaaid, waarbij het maaisel wordt afgevoerd. De Grijs duinen worden begraasd, niet beheerd of incidenteel beheerd (paragraaf 4.3).

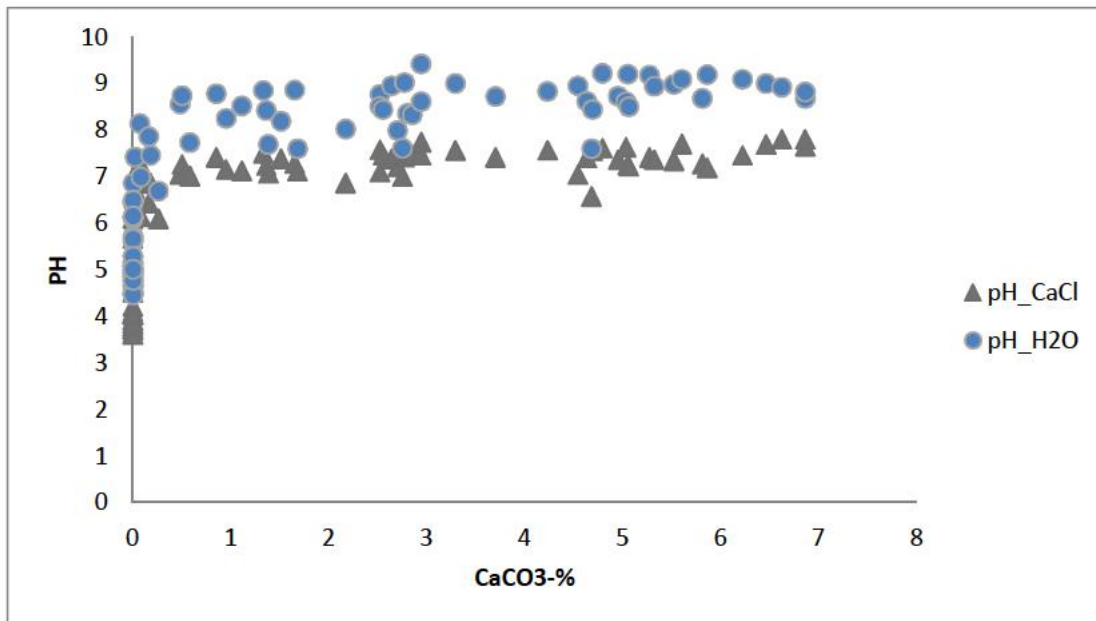


Figuur 4.17: Bodemchemie per habitattyp.  $\text{CaCO}_3$  (%), pH, Organisch stof (%),  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  (mg/kg droge stof), en  $\text{PO}_4$  (mg/kg droge stof).

Uit de vergelijking tussen het  $\text{CaCO}_3$  % en de pH waarde (Figuur 4.18) komt naar voren dat bij een  $\text{CaCO}_3\%$  van meer dan 0,5% een goede pH buffering optreedt (pH  $\text{CaCl}$  ca. 7,3).

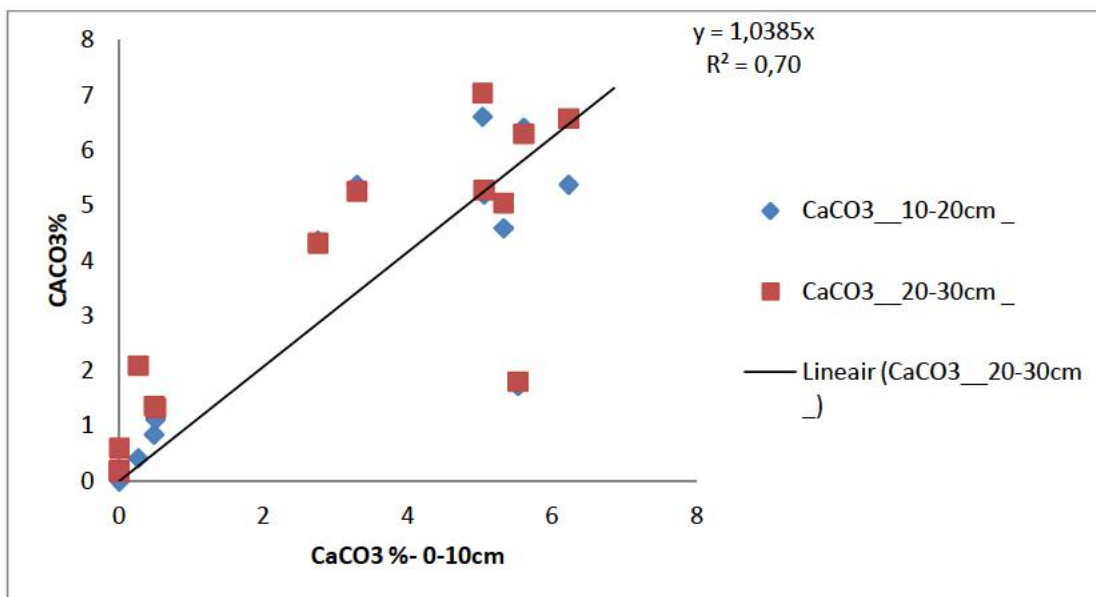
In monsters met een lagere waarde (0,02-0,26%) werden neutrale tot lichtzure (pH  $\text{CaCl}$  6,1-7,3) waarden aangetroffen. Vermoedelijk is de pH buffering in dit traject toe te schrijven aan een hoge baseverzadiging (Ca en Mg) aan het adsorptiecomplex en niet aan kalk. Voor  $\text{CaCO}_3$  gehalten lager dan 0,45% geeft de Scheibler methode namelijk geen betrouwbare uitkomsten (persoonlijke mededeling Koos Verstraten).

In monsters met een pH lager dan 6 is verondersteld dat er geen meetbaar  $\text{CaCO}_3$  aanwezig is en daarom is voor deze monsters geen  $\text{CaCO}_3$  bepaald. De  $\text{PH}_{\text{CaCl}}$  in de ontcalcite duinen ligt rond de pH=4. De  $\text{pH}_{\text{CaCl}}$  en  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  zijn sterk gecorreleerd ( $R^2=0,96$ ), waarbij de  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  structureel 1 pH punt hoger is dan  $\text{pH}_{\text{CaCl}}$ .



Figuur 4.18: relatie tussen  $\text{CaCO}_3\%$  en pH in een extractie van de bodemonsters met 0.1 M  $\text{CaCl}_2$  ( $\text{pH}_{\text{CaCl}}$ ) en extractie met water ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ).

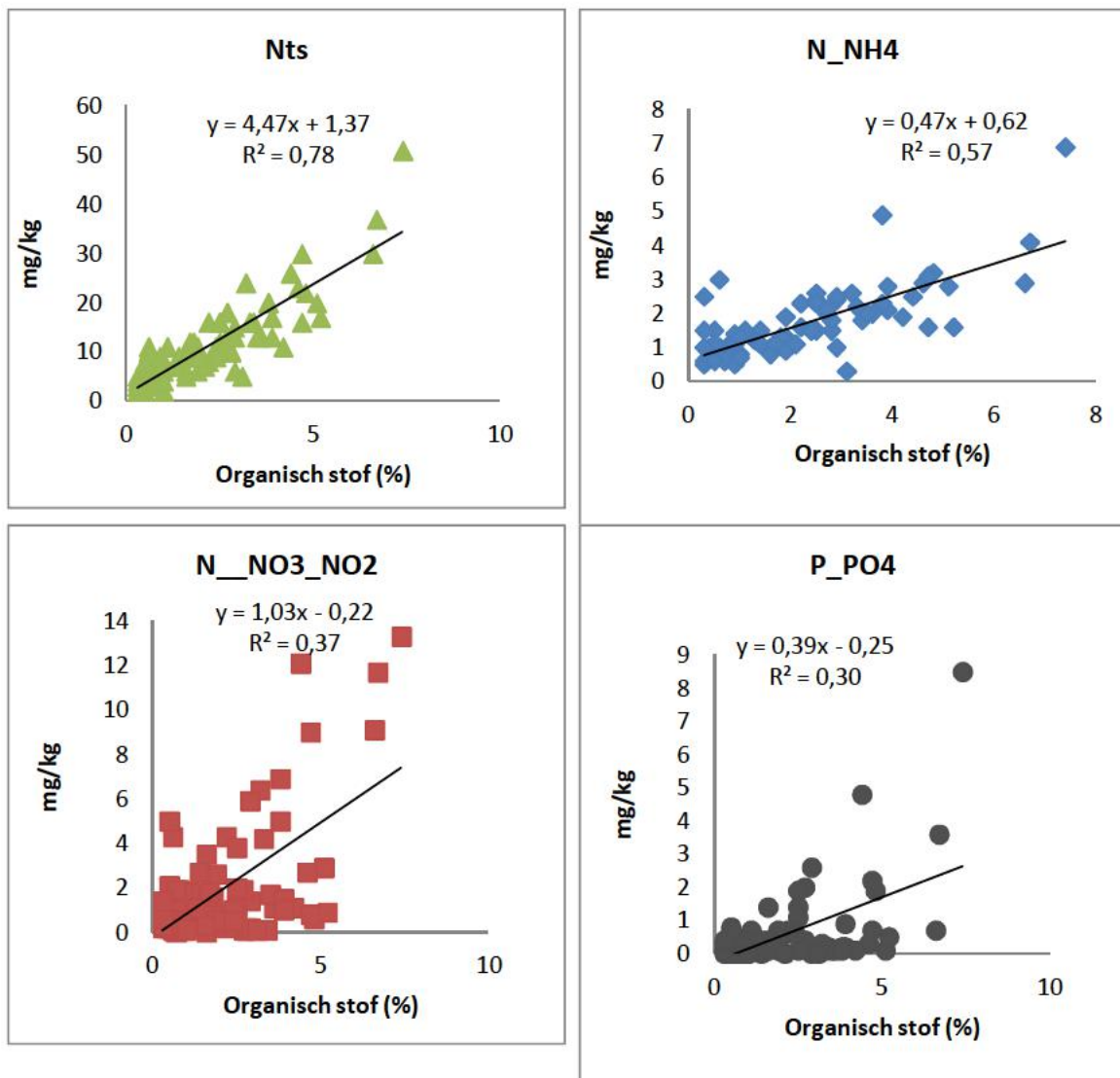
Op de bemonsterde locaties blijkt het kalkgehalte in de bovenste 10 cm maar weinig af te wijken van de lagen daaronder (10-20 cm en 20-30 cm). Op één locatie op Solleveld met duindoornstruweel was sprake van een duidelijk lager  $\text{CaCO}_3\%$  in de onderliggende lagen dan in de bovenste 10 cm. Mogelijk was hier sprake van instuiving met kalkrijk zand. Op andere locaties was het  $\text{CaCO}_3\%$  in de bovenste laag meestal iets lager dan in de onderliggende lagen, wat duidt op het begin van oppervlakkige ontkalking (Figuur 4.19).



Figuur 4.19: Relatie tussen kalkgehalte in de bovenste bodemlaag met het kalkgehalte in daaronder gelegen bodemlagen

Met name N-totaal (Nts) en in iets minder mate  $\text{NH}_4$  zijn gecorreleerd aan het organisch stof gehalte.  $\text{NO}_3$  en vooral  $\text{PO}_4$  zijn minder sterk gecorreleerd met het organisch stof gehalte (Figuur 4.20). Er zijn locaties bemonsterd met een hoog organisch stof gehalte (humusrijke bodem) maar met een laag fosfaatgehalte en of nitraatgehalte. Omgekeerd gaat een zeer laag organisch stof gehalte (zandbodem, zeer zwak humeus) niet samen met hoge fosfaatgehaltenes.

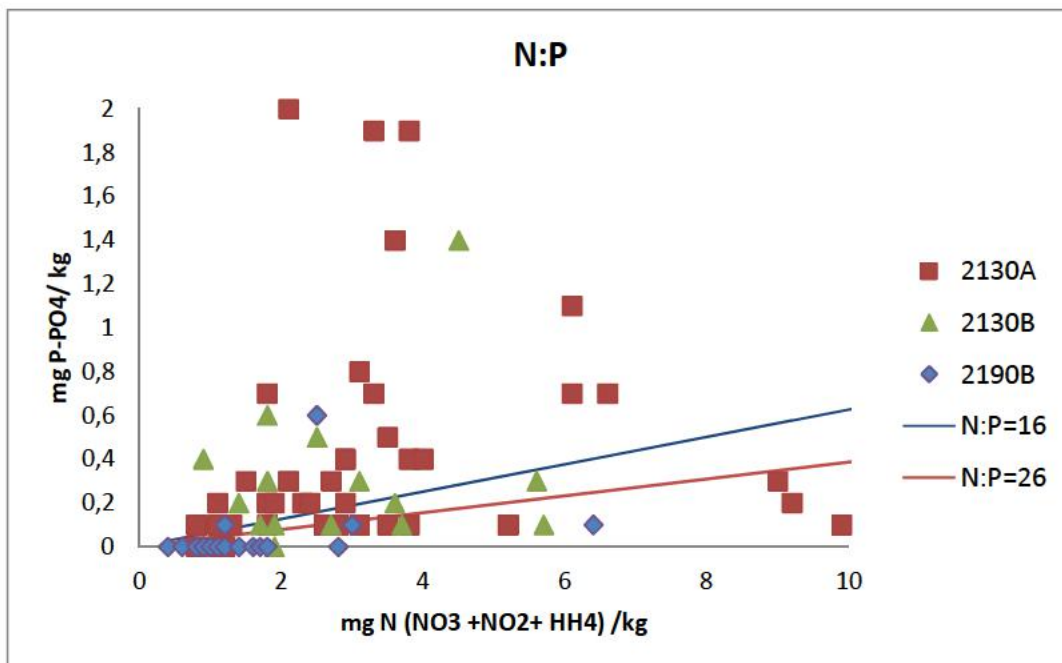




Figuur 4.20: Relatie tussen organisch stof (%), totaal stikstof (Nts), ammonium ( $\text{NH}_4$ ), nitraat en nitriet ( $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ ) en fosfaat ( $\text{PO}_4$ ).

### N:P ratio

In onderstaande figuur (Figuur 4.21) is het fosfaatgehalte (mg  $\text{P-PO}_4$ ) in de bodem afgezet tegen de som van stikstof in nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ), nitriet ( $\text{NO}_2^-$ ) en ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ter indicatie zijn lijnen voor N:P=16 en N:P=26 aangegeven. Deze N:P verhoudingen geven in de vegetatie grenswaarden voor P-limitatie (N:P>26) en N-limitatie weer (N:P<16). Hoewel deze verhoudingen niet één op één zijn toe te passen op bodemparameters geven ze wel een indicatie voor N of P limitatie. Gelet op de zeer lage P gehalten en zeer lage N:P ratio's in bodemmonster op locaties gekarteerd als Vochtige duinvalleien kalkrijk (H2190B) is de vegetatie daar zeer waarschijnlijk P-gelimiteerd. In de bodem op locaties met grijs duin, zowel kalkrijk (H2130a) als kalkarm (H2190b) is een veel grotere spreiding in de N:P ratio aangetroffen. Dit duidt erop dat er waarschijnlijk zowel locaties zijn met N als met P limitatie en dat ook N-P co-limitatie voorkomt.



Figuur 4.21: Fosfaatgehalte (P-PO<sub>4</sub>) in de bodemonsters afgezet tegen totaal beschikbaar stikstof (NO<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub> + NH<sub>4</sub>) voor locaties gekarteerd als H2130A, H2130B en H2190B.

#### 4.4.3 Discussie en voorlopige conclusies

De belangrijkste bodemchemische parameters zijn beschikbaar voor bijna de helft van de PQ-locaties. In deze subset van PQ's kan daarom bodemchemie als factor meegenomen in de multivariate analyses (hoofdstuk 5). Hiermee wordt duidelijk hoeveel variatie in de vegetatiesamenstelling wordt verklaard door bodemchemie, waardoor deze ruisfactor uitgefilterd kan worden bij het bepalen van de invloed van stikstofdepositie op de vegetatie. In dit verband is het van belang dat in Vinetaduin een duidelijk hoger stikstof- en fosfaatgehalte in de bodem werd aangetroffen dan in andere deelgebieden. Vanwege de ligging nabij de Eerste en MV2 is hier ook de hoogste stikstofdepositie (hoofdstuk 2).

De bodemchemie wordt echter zelf ook beïnvloed door stikstofdepositie. Stikstofdepositie zorgt voor toename aan nitraat en ammonium beschikbaarheid en vanwege toegenomen biomassa-productie op termijn ook voor toename in organisch stof (Figuur 1.2). De verzurende invloed van stikstofdepositie zorgt bovendien voor toename in de ontkalkingsnelheid. Op grond van de bodemchemische analyses kan geconcludeerd worden dat pas nadat CaCO<sub>3</sub> is gedaald tot onder de 0,25 a 0,5% stikstofdepositie zal gaan leiden tot daling van de pH en verandering van de vegetatie. Deze range ligt in lijn met wat in OBN onderzoek werd gevonden, namelijk dat bij een kalkgehalte van meer dan 0.25% kalkbuffering optreedt door oplossing van calciumcarbonaat (natuurkennis.nl). Verzuring zal het eerst optreden op locaties waar nu al een relatief laag (< 1%) CaCO<sub>3</sub>% is aangetroffen. Deze liggen voornamelijk op Goeree, Solleveld en op Vinetaduin. De duinen van Voorne zijn voldoende kalkrijk. Zure depositie zal hier voorlopig niet zorgen voor bodemverzuring.

Er is een duidelijk verschil in fosfaatgehalte en N:P ratio in de bodem op locaties met Vochtige duinvalleien in vergelijking tot Grijze duinen kalkrijk en kalkarm. De hypothese is dat de Vochtige duinvalleien P-gelimiteerd zijn en de Grijze duinen deels N en deels P gelimiteerd of co-gelimiteerd zijn. Hierdoor zal stikstofdepositie in de Vochtige duinvalleien minder snel tot verruiging leiden dan in de Grijze duinen. Deze verschillen in effect hangen ook samen met het verschil in beheer. Door het maaien en afvoeren van maaisel wordt accumulatie van stikstof en fosfaat in de Vochtige duinvalleien tegen gegaan. Onder natte omstandigheden is de binding van fosfaat met de bodem bovendien minder sterk dan onder droge omstandigheden, waardoor fosfaat in de natte duinvalleien uit kon spoelen.

Voor het causaal onderzoek naar de effecten van de toename van stikstofdepositie ten gevolge van de ingebruikname van MV2 op de duinhabitattypen vormt de bodemchemie een belangrijke tussenschakel. Stikstofdepositie leidt namelijk sneller tot een toename aan stikstof in de bodem dan tot vegetatieveranderingen. De hoge gehalten aan organisch stikstof, ammonium en nitraat in Vinetaduin zijn echter niet alleen en waarschijnlijk niet in de eerste plaats een gevolg van stikstofdepositie. De hoge fosfaatwaarden in Vinetaduin geven aan dat hier ook andere oorzaken voor de eutrofiering aanwezig zijn. Dit houdt verband met het jarenlange gebruik door het leger en uitblijven van beheer in dit gebied ([paragraaf 4.3](#)).

## 5 Multivariate en temporele analyses

### 5.1 Inleiding

In de T=0 fase kunnen de evaluatievragen van het MEP duinen (§1.5) nog niet worden beantwoord, omdat de Tweede Maasvlakte nog niet in gebruik is genomen. De T=0 fase is gericht op het vaststellen van de referentiesituatie waartegen straks de effecten van de Tweede Maasvlakte kunnen worden afgezet.

De referentiesituatie voor stikstofdepositie is beschreven in hoofdstuk 2, voor de vegetatie in hoofdstuk 3 en voor de overige verklarende factoren in hoofdstuk 4. In het voorliggende hoofdstuk zijn de resultaten van multivariate statistische analyses en temporele analyses gepresenteerd. Hiermee worden de onderzoeksvragen (paragraaf 1.5) beantwoord die nog niet beantwoord konden worden door de afzonderlijke monitoringsonderwerpen.

De multivariate analyses geven inzicht in de similariteit tussen de PQ's (paragraaf 5.2) en de onderlinge samenhang tussen de stikstofdepositie, bodemchemie, geohydrologie, beheer en de vegetatiesamenstelling (paragraaf 5.3). De vegetatieopnamen op PQ-niveau worden afgezet tegen verklarende factoren en ruisfactoren (stikstofdepositie, zanddynamiek, beheer, standplaatsfactoren). Hierdoor wordt duidelijk wat het relatieve belang van stikstofdepositie is voor de kwaliteit van Grijze duinen en door welke andere factoren de invloed van een toename van stikstofdepositie vanuit de Tweede Maasvlakte gemaskeerd kan worden. Daarnaast dragen de resultaten van de analyses bij aan een beter begrip van het huidige functioneren van de duinhabitatypen.

De multivariate analyses dienen specifiek ter voorbereiding op het causaliteitsonderzoek gericht op onderstaande evaluatievragen:

Welk deel van de verschillen binnen habitattype H2130 (Grijze duinen) en habitattype H2190 (Vochtige duinvalleien) in de duingebieden is te verklaren door verschillen in stikstofdepositie?

Welk deel van de verschillen binnen habitattype H2130 (Grijze duinen) en habitattype H2190 (Vochtige duinvalleien) in de duingebieden is te verklaren door verschillen in standplaatscondities (zoals bodemchemie, grondwater en saltspray), beheer en natuurlijke begrazing?

De temporele analyses geven inzicht in de veranderingen in de vegetatiesamenstelling in de PQ-opnames tussen 2011 en 2012 (paragraaf 5.4). Hiermee kunnen korte termijn trends worden geconstateerd, die zich mogelijk in de komende jaren zullen voortzetten en daardoor interferen met een invloed van de Tweede Maasvlakte. Om hier meer grip op te krijgen zijn bovendien de veranderingen in al langer lopende PQ-opnames geanalyseerd (paragraaf 5.5)

### 5.2 Habitattype per PQ

De opnamen uit 2013 zijn, evenals die uit 2011 en 2012, toegekend aan vegetatietypen volgens 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée et al. 1996, 1998) met behulp van het programma ASSOCIA (Van Tongeren et al. 2008). Deze zijn vervolgens vertaald naar Habitattypen volgens Van Dobben et al. (2012; Bijlage 2).

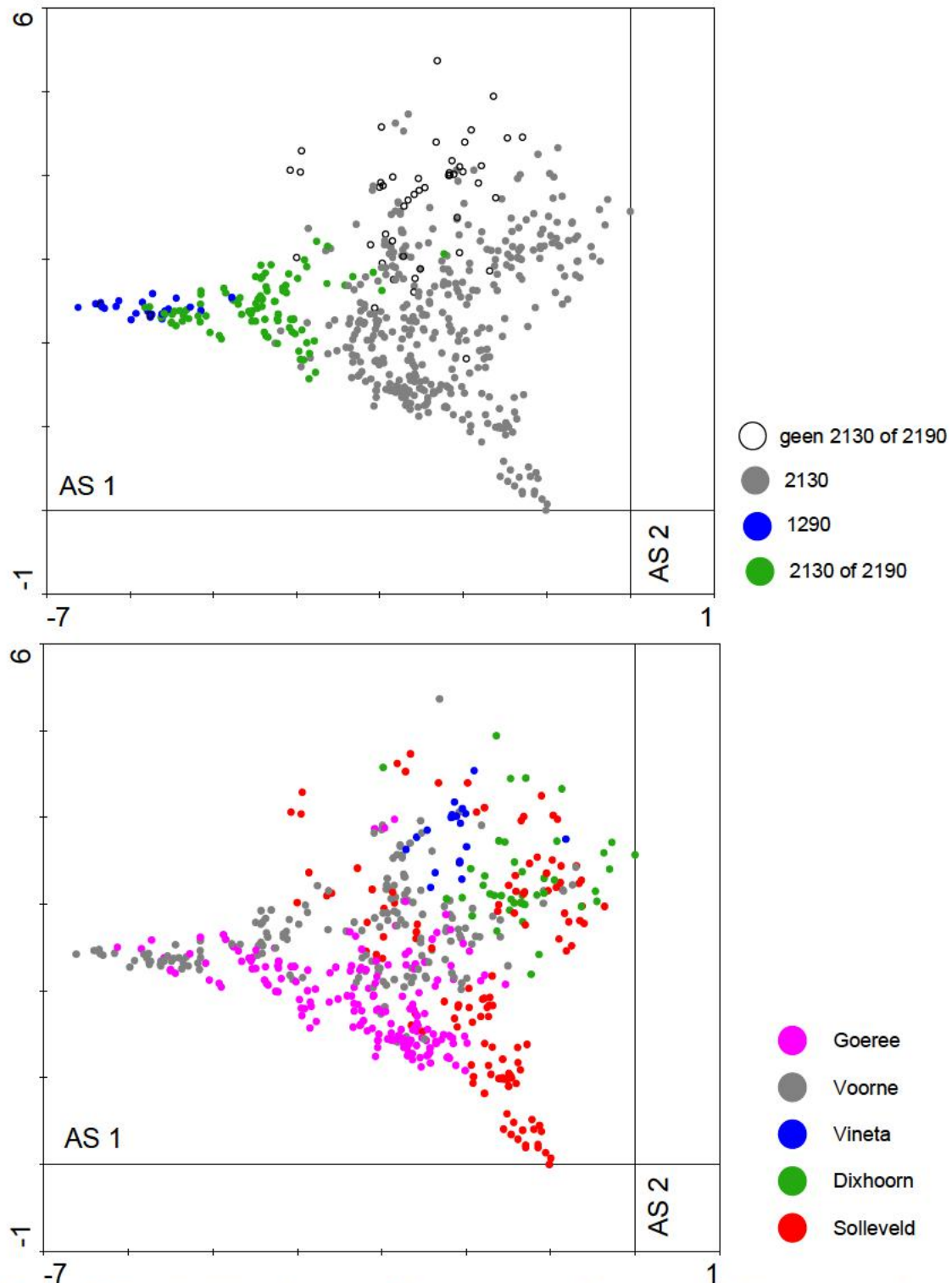
Het deel van de PQ's dat behoort tot het habitattype van het kaartvlak waarin het was neergelegd was in 2013 ongeveer gelijk aan dat in 2012 namelijk 89% (Tabel 5.1). Vergeleken met

2012 was het aantal PQ's dat niet het habitatype van het kaartvlak had iets toegenomen voor 2130, en sterk afgenomen voor 2190 (van 17% naar 10%). De PQ's die niet aan een van deze Habitattypen konden worden toegekend bleken wel te kwalificeren als verwante habitattypen, die in de successiereeks van open zand of kwelder naar duinbos aan beide kanten van 'Grijs duin' (resp. 'Vochtige duinvallei') kunnen voorkomen (Tabel 5.2). Hiermee wordt recht gedaan aan het huidige mozaïek van verwante duinvegetaties in de onderzochte deelgebieden.

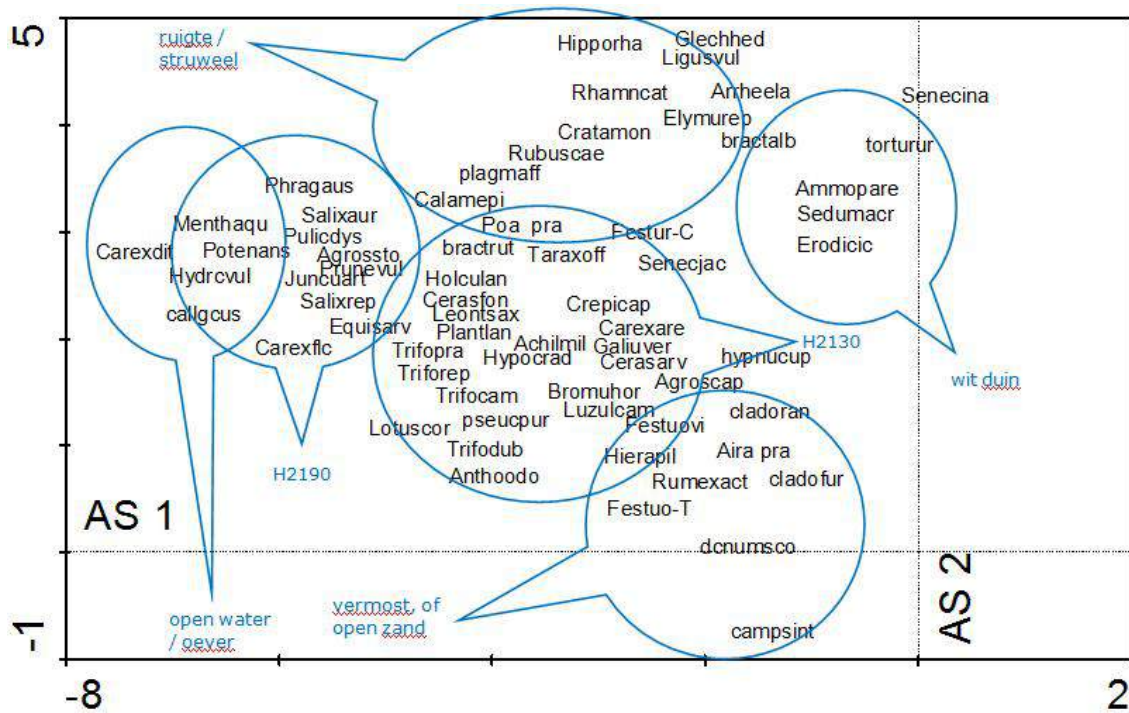
### 5.3 Similariteit van de PQ's

Met behulp van Detrended Correspondance Analysis (DCA; ter Braak & Smilauer 2002) is een beeld gevormd van de onderlinge similariteit van de PQ's. Hierbij kan elk PQ worden voorgesteld als een punt in een veeldimensionale ruimte (aantal dimensies = aantal soorten) met de abundanties per soort als coördinaten. Vervolgens kan de dimensionaliteit gereduceerd worden door een nieuwe as te trekken zodanig dat deze de aanwezige variatie maximaal representeert. Een tweede as kan getrokken worden om de overblijvende variatie maximaal te representeren, etc. voor verdere assen. In de ecologische praktijk volstaan meestal twee of drie assen. Hierbij is de eigenwaarde per as een maat voor de door deze as verklaarde variantie. Elke as representeert een gewogen gemiddelde van de abundanties per soort, de weegfactoren kunnen worden weergegeven in een 'soortenplot'. Let wel dat bij DCA de ordening van de opnamen en de soorten uitsluitend wordt bepaald door de onderlinge correlaties tussen de soorten, en dat eventueel gemeten abiotische variabelen hier geen invloed op hebben. Wel kunnen zulke variabelen achteraf in het plot geprojecteerd worden. In de huidige analyse is bovendien getracht de assen te interpreteren in termen van abiotische variabelen door de gemiddelde indicatiewaarden volgens Wamelink et al. (2011a,b) per PQ in het DCA plot te projecteren. Deze indicatiewaarden zijn hier gebruikt omdat zij doorgaans een betere terugvoorspelling leveren dan de traditionele 'Ellenbergwaarden' (Ellenberg et al. 1991). De resultaten worden gegeven in Figuur 5.1 (opnamen), Figuur 5.2 (soorten), Figuur 5.3 (WW-waarden).

De hier getoonde analyse is gebaseerd op de samengevoegde data voor 2011, 2012 en 2013; elk PQ komt in deze plot dus driemaal voor, hoewel de punten van hetzelfde PQ voor de verschillende jaren vaak zullen overlappen. Een beeld van de temporele veranderingen kan worden gevormd door de drie punten van elk PQ te verbinden; de verplaatsing van elk PQ in de plot is dan een maat voor de grootte en richting van de veranderingen die in die tijd hebben plaatsgevonden. Dit is hier echter niet gedaan omdat de plot dan te vol en moeilijk interpreteerbaar wordt. In §5.5 is deze analyse uitgevoerd voor de gemiddelden per locatie en het overall gemiddelde; dit geeft een kleiner aantal verplaatsingen dat wel goed te plotten is en waarvan ook de significantie bepaald kan worden.

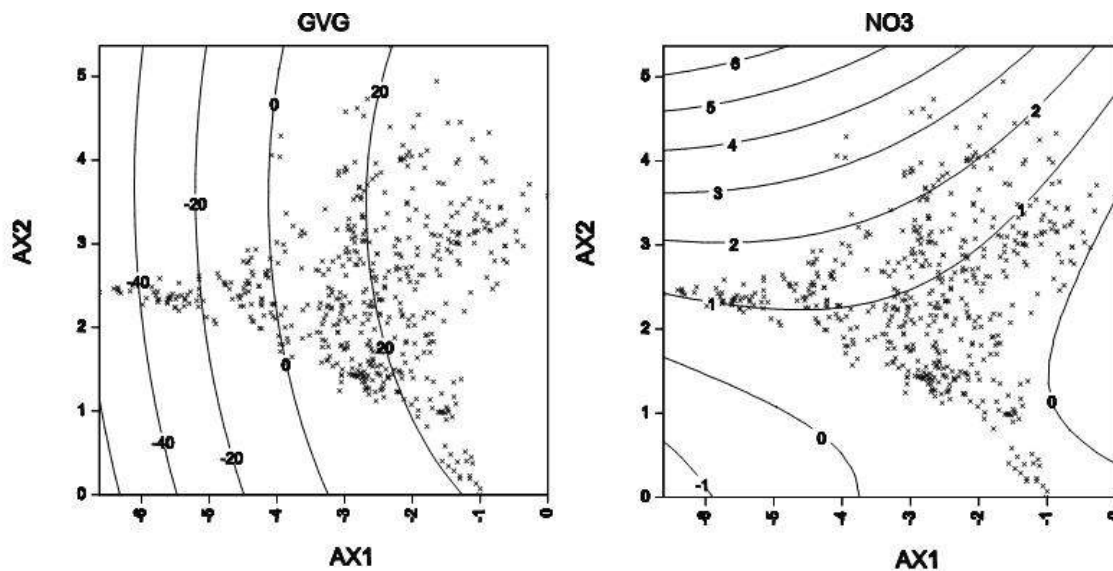


Figuur 5.1: DCA 'sample plot' van alle opnamen. Elk punt vertegenwoordigt een opname, de kleur representeert het Habitattype (A, boven) of het gebied (B, onder). Deze plot heeft een afstand-interpretatie: hoe dichter twee punten bij elkaar staan, hoe groter de floristische overeenkomst. Elk PQ komt dus driemaal in deze plot voor maar omdat de verschillen tussen de tijdstippen klein zijn zullen deze punten vaak overlappen. Deze plot en het soortenplot van Figuur 5.2 kunnen in gelijke schaling over elkaar geprojecteerd worden, in dat geval geldt dat hoe dichter een soort bij een PQ-punt staat, hoe groter de kans om die soort daar aan te treffen. Percentages verklaarde variantie (betrokken op de over alle soorten gesommeerde variantie) zijn resp. 3.5% en 2.4% voor resp. de eerste en tweede as (de hele plot representeert dus 5.9% van de totale variantie). Detrending met segmenten, abundanties getransformeerd als  $\log(\% \text{bedekking} + 1)$ , geen selectie van soorten, totaal 543 opnamen en 401 soorten.



Figuur 5.2: Soortenplot. Selectie van de 66 soorten waarvan het model minstens 10% van de variantie verklaart. Hoe dichtere twee soorten bij elkaar staan, hoe grotere de kans om ze samen aan te treffen; de standplaats van de soorten is globaal aangegeven in blauw. Sommige soorten zijn iets verschoven om een leesbare plot te krijgen. De soortnamen zijn afgekort tot 8-letter codes, 5 voor het genus en 3 voor de soort (soms iets veranderd om de codes uniek te maken, hogere planten eerste letter hoofdletter, cryptogamen eerste letter kleine letter), verklaring van de codes:

*Achilmil*, *Achillea millefolium*; *Agroscap*, *Agrostis capillaris*; *Agrossto*, *Agrostis stolonifera*; *Aira pra*, *Aira praecox*; *Ammopare*, *Ammophila arenaria*; *Anthoodo*, *Anthoxanthum odoratum*; *Arrheela*, *Arrhenatherum elatius*; *bractalb*, *Brachythecium albicans*; *bractrut*, *Brachythecium rutabulum*; *Bromuhor*, *Bromus hordeaceus*; *Calamepi*, *Calamagrostis epigejos*; *callgcs*, *Calliargonella cuspidata*; *camp sint*, *Campylopus introflexus*; *Carexare*, *Carex arenaria*; *Carex dit*, *Carex disticha*; *Carexflc*, *Carex flacca*; *Cerasarv*, *Cerastium arvense*; *Cerasfon*, *Cerastium fontanum*; *cladofur*, *Cladonia furcata*; *cladoran*, *Cladonia rangiformis*; *Cratamon*, *Crataegus monogyna*; *Crepicap*, *Crepis capillaris*; *dcnmsco*, *Dicranum scoparium*; *Elymurep*, *Elytrigia repens*; *Equisarv*, *Equisetum arvense*; *Erodicic*, *Erodium cicutarium*; *Festuo-T*, *Festuca ovina subsp. tenuifolia*; *Festuo-T*, *Festuca ovina agg.*; *Festur-C*, *Festuca rubra*; *Galiuver*, *Galium verum*; *Glechhed*, *Glechoma hederacea*; *Hierapil*, *Hieracium pilosella*; *Hipporha*, *Hippophae rhamnoides*; *Holculan*, *Holcus lanatus*; *Hydrvul*, *Hydrocotyle vulgaris*; *hypnucup*, *Hypnum cupressiforme s.l.*; *Hypocrad*, *Hypochaeris radicata*; *Juncuart*, *Juncus articulatus*; *Leontsax*, *Leontodon saxatilis*; *Ligusvul*, *Ligustrum vulgare*; *Lotuscor*, *Lotus corniculatus*; *Luzulcam*, *Luzula campestris*; *Menthaqu*, *Mentha aquatica*; *Phragaus*, *Phragmites australis*; *plagmaff*, *Plagiomnium affine*; *Plantlan*, *Plantago lanceolata*; *Poa pra*, *Poa pratensis*; *Potenans*, *Potentilla anserina*; *Prunevul*, *Prunella vulgaris*; *pseucpur*, *Pseudoscleropodium purum*; *Pulicdys*, *Pulicaria dysenterica*; *Rhamncat*, *Rhamnus cathartica*; *Rubuscae*, *Rubus caesius*; *Rumexact*, *Rumex acetosella*; *Salixaur*, *Salix aurita*; *Salixrep*, *Salix repens*; *Sedumacr*, *Sedum acre*; *Senecina*, *Senecio inaequidens*; *Senecjac*, *Senecio jacobaea*; *Taraxoff*, *Taraxacum officinale*; *torturur*, *Syntrichia ruralis*; *Trifocam*, *Trifolium campestre*; *Trifodub*, *Trifolium dubium*; *Trifopra*, *Trifolium pratense*; *Triforep*, *Trifolium repens*.



Figuur 5.3: Isolijnen van WW-indicatiewaarden voor voorjaars-grondwaterstand (links, in cm onder maaiveld dus hoe hoger het getal, hoe droger; negatieve getallen betekenen: in het voorjaar onder water) en voedselrijkdom (in mg nitraat per kg bodem) geprojecteerd in het plot van Figuur 1. De lijnen verbinden gefitte waarden van een tweedegraads polynoom en bevatten een deel extrapolatie, daarom zijn ook de posities van de opnamen weergegeven (kruisjes); het geldigheidsgebied van de lijnen is beperkt tot het gebied waar de kruisjes liggen.

De eerste as blijkt vooral te staan voor vocht (rechts: droog, links: nat), en de tweede as voor voedselrijkdom (boven: rijk, onder: arm). Dit blijkt uit de ecologie van de soorten en hun positie in de plot (Figuur 5.2, vergelijk de blauwe toelichtingen), en ook uit de correlatie tussen de sample scores en de WW-indicatiegetallen (Figuur 5.3). Er blijken geen zeer grote verschillen tussen de gebieden te zijn, de puntenwolken van de gebieden in het opnameplot (Figuur 5.1: DCA 'sample plot' van alle opnamen). Elk punt vertegenwoordigt een opname, de kleur representeert het Habitattype (A, boven) of het gebied (B, onder). Deze plot heeft een afstand-interpretatie: hoe dicht twee punten bij elkaar staan, hoe groter de floristische overeenkomst. Elk PQ komt dus driemaal in deze plot voor maar omdat de verschillen tussen de tijdstippen klein zijn zullen deze punten vaak overlappen. Deze plot en het soortenplot van Figuur 5.2 kunnen in gelijke schaling over elkaar geprojecteerd worden, in dat geval geldt dat hoe dicht een soort bij een PQ-punt staat, hoe groter de kans om die soort daar aan te treffen. Percentages verklaarde variantie (betrokken op de over alle soorten gesommeerde variantie) zijn resp. 3.5% en 2.4% voor resp. de eerste en tweede as (de hele plot representeert dus 5.9% van de totale variantie). De-trending met segmenten, abundanties getransformeerd als  $\log(\%bedekking+1)$ , geen selectie van soorten, totaal 543 opnamen en 401 soorten.) tonen een redelijke mate van overlap. Dit rechtvaardigt het gebruik van Goeree en Solleveld & Kapittelduinen als referentie voor Voorne, indien veranderingen optreden. Zoals verwacht zijn Vinetaduin en Van Dixhoorndriehoek het voedselrijkst, Solleveld het droogst en Goeree het natst. De PQ's van Voorne vertonen de grootste spreiding in abiotische condities.

#### 5.4 Effect van abiotische condities

Van de volgende abiotische condities zijn schattingen beschikbaar:

- geschat of gemeten tijdens de opname van elk PQ: aanwezigheid van humus, vochttoestand, aanwezigheid van mieren, aanwezigheid van konijnen, Z-coördinaat, expositie en inclinatie. Hiervan zijn aantekeningen uit het veld met betrekking tot humus, vocht, mieren, en konijnen bij de gegevensverwerking omgezet in een numerieke waarde op een arbitraire schaal. De Z-coördinaat is bepaald met DGPS. Expositie en inclinatie zijn omgezet in een NZ en één OW component volgens:

$$\text{NZ expositie} = \text{inclinatie} * \text{COS}(\text{expositie}) \text{ (met Noord} = 0^\circ, \text{Oost} = 90^\circ, \text{etc.)} \quad (1)$$

$$\text{OW expositie} = \text{inclinatie} * \text{SIN}(\text{expositie}); \quad (2)$$



- door de beheerders aangeleverd: intensiteit van begrazen, maaien, plaggen, vergraven, struweel verwijderen. Van deze maatregelen is bekend het laatste jaar van uitvoeren, en van begrazing ook de veedichtheid. Hieruit is als volgt een variabele berekend die kan dienen als een schatter van het effect van beheer:

$$\text{EffectBeheer} = \frac{\text{MAX} (0, (\text{LaatsteJaar} - (2013 - \text{EffectievePeriode})) / \text{EffectievePeriode})}{}, \quad (3)$$

met: EffectBeheer, grootheid die het effect van beheer schat (waarde tussen 0 = geen effect verwacht en 1 = maximaal effect verwacht). EffectievePeriode = periode dat het effect van een maatregel zichtbaar blijft in de vegetatie (deze is voor maaien en begrazen op 5 jaar gesteld en voor de andere maatregelen op 30 jaar), LaatsteJaar = laatste jaar dat deze maatregel is uitgevoerd. Voor begrazen is deze variabele vermenigvuldigd met de veedichtheid (in GVE / ha), en bij niet-jaarrond begrazing bovendien met een factor (aantal dagen begrazing) / 365;

- geschat op grond van foto's van elk PQ: ruwheid (zie §2.2.2);
- geschat op grond van tussen meetstations geïnterpoleerde depositie en voor elk PQ geschatte ruwheid: jaar-gesommeerde depositie van N-totaal over 2011 en 2012, en over het voorjaar (maart + april + mei) gesommeerde depositie in 2011 en 2012 (als kg N / ha / jaar);
- geschatte depositie van stuivend zand (in mm / jaar) (zie §4.1 en Tabel 4.8) (voor deze variabele waren in 2011 en 2012 geen schattingen beschikbaar);
- Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) geschat met behulp van hydrologisch model voor de natste delen van de terreinen (zie §4.2 en Figuur 4.12 en Figuur 4.13); voor de droge delen is de GLG op 3 meter gesteld (deze variabele was in 2011 en 2012 niet beschikbaar);
- voor een random subset van 75 PQ's zijn beperkte bodemanalyses beschikbaar: pH-CaCl<sub>2</sub>, pH-water, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>, N-totaal, PO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, organische stof (SOM) (zie §4.4). Hieruit is berekend: N-organisch als N-totaal - (NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>), en een schatter voor de N/C ratio als N-totaal / SOM.

Het effect van het ruimtelijk patroon in abiotische en biotische condities is opnieuw bepaald op basis van de opnamen uit 2013. Dit is gedaan voor twee subsets:

1. 170 PQ's met bekende waarden voor alle bovengenoemde variabelen behalve de bodemchemische;
2. 75 PQ's met bekende waarden voor alle bovengenoemde variabelen.

Voor beide subsets is de significantie van het effect van de verklarende variabelen bepaald met behulp van voorwaartse selectie in CCA. Hierbij worden de termen één voor één in een multivariaat regressiemodel opgenomen, steeds degene die leidt tot de grootste toename in verklaarde variantie, op voorwaarde dat de correlatiecoëfficiënt tussen deze term en alle termen die reeds in het model zijn opgenomen kleiner is dan  $R = 0.5$  in absolute zin. Hiertoe zijn correlatiematrices gemaakt die worden gegeven in bijlage 5. Vervolgens zijn de variabelen die een significant effect hebben geprojecteerd in het plot van Figuur 5.1, Figuur 5.2 en Figuur 5.3.

Tabel 5.1 toont het resultaat van de voorwaartse selectie voor subset 1 (dus 170 opnamen uit 2013 gerelateerd aan alle variabelen excl. de bodemchemische). Het blijkt dat alle geteste variabelen een significant effect hebben, behalve NZ expositie en de beheersvariabelen struweel verwijderen en vergraven. Verder is humus zo sterk met vocht gecorreleerd dat deze variabele niet wordt opgenomen ( $R = 0.67$ ; Bijlage 5.1) en is de NAP-hoogte te sterk met GLG gecorreleerd om in het model te worden opgenomen ( $R = 0.57$ ). Ook de gesommeerde N deposities voor de jaren 2011 en 2012 zijn zo sterk gecorreleerd ( $R = 0.84$ ) dat slechts één van twee in het model kan worden opgenomen, en daarvan verklaart de waarde over 2011 de meeste variantie. De seizoens-gesommeerde deposities geven een minder goede fit dan de jaargesommeerde en zijn hier verder buiten beschouwing gelaten. Ook de jaarsom voor 2013 is niet getest omdat die voor een deel bepaald wordt door de depositie na het opnemen van de PQ's. De veldschatting

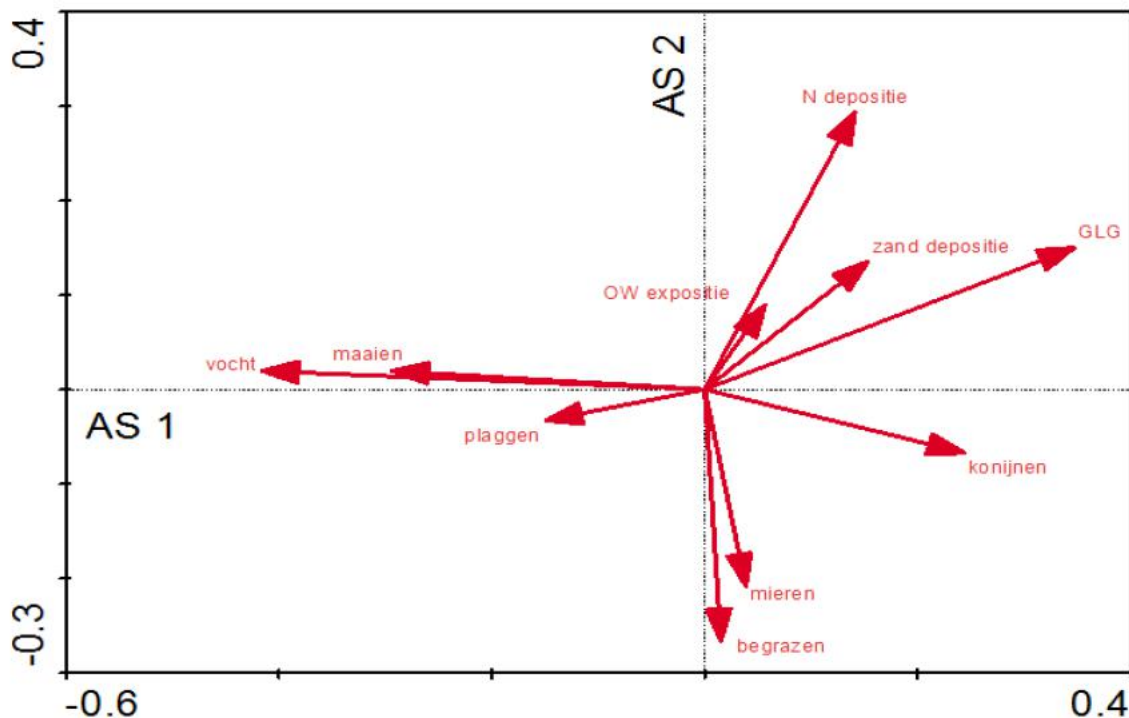
van vocht en GLG hebben een  $R = 0.49$ , maar beide zijn in het model opgenomen. Het hele model verklaart ruim 13% van de variantie in de abundanties van de soorten, en de vocht-gerelateerde variabelen (veldschatting en GLG) en N-depositie hebben het sterkste effect.

**Tabel 5.1: Habitatype van het kaartvlak van elk PQ, en habitatype waartoe het blijkt de opname in 2013 behoorde (let er op dat een PQ tot beide Habitattypen 2130 en 2190 kan behoren omdat het aan Habitattypen is toegekend via de tien volgens ASSOCIA best gelijkende DVN typen, en omdat de vertaling van DVN typen naar Habitattypen ook niet 1:1 is).**

HT van het kaartvlak	gevonden HT					% niet verwacht HT
	geen van beide	2130	2190	allebei	SOM	
2130	16	120		4	140	11%
2190		4	9	28	41	10%
<b>SOM</b>	16	124	9	32	181	<b>11%</b>

In Figuur 5.4 zijn de variabelen met een significant effect in het model van Tabel 5.2 geprojecteerd in de ordineringsruimte; let er op dat deze ruimte niet identiek is aan die van Figuur 5.1, Figuur 5.2 en Figuur 5.3 omdat het hier alleen de opnamen van 2013 betreft, van een subset van de PQ's. Maar het blijkt dat het soortenplot van deze ruimte (niet getoond) zeer weinig verschilt van Figuur 5.2, hetgeen betekent dat de subset een representatieve afbeelding is van de gehele opnameset.

Figuur 5.4 bevestigt vooral de eerder gegeven analyse die gebaseerd was op de ecologie van de soorten: de eerste as representeert vooral de nat (links) - droog (rechts) gradiënt, en de tweede as de voedselarm (onder) - voedselrijk (boven) gradiënt. Zoals verwacht zijn de begraasde plots voedselarm (pijl naar onder) en de plots met een hoge N-depositie voedselrijk (pijl naar boven). De depositie van zand is het grootst in de 'witte duinen achtige' PQ's (vergelijk Figuur 5.4 met Figuur 5.2). Dat de pijlen voor vocht en maaien bijna samenvallen kan liggen aan hun onderlinge correlatie ( $R = 0.47$ , [Bijlage 5.1](#)) die veroorzaakt wordt door het feit dat de droge (witte of grijze) duinen nooit gemaaid worden.



Figuur 5.4: verklarende variabelen met een significant effect in het model van Tabel 3 (subset 1), geprojecteerd in het 'sample' plot van Figuur 5.1. De invloed van elke factor neemt toe in de richting van de pijl. Let op de schaling van GLG: hogere waarde = droger.

Tabel 5.2: voorwaartse selectie van variabelen in CCA: alle variabelen behalve de bodemchemische, voor een subset van 170 PQ's in 2013. De termen zijn één voor één in het model opgenomen, steeds degene die leidt tot de grootste toename in verklaarde variantie, op voorwaarde dat de correlatiecoëfficiënt tussen deze term en alle termen die reeds in het model zijn opgenomen kleiner is dan 0.5 in absolute zin (vergelijk de correlatiematrix in Bijlage 5.1).  $F = (\text{toename in regression mean square bij opnemen van deze term}) / (\text{error mean square})$ , significantie = kans op deze, of een hogere F onder de nulhypothese bepaald door permutatie ( $n=999$ ): \*\*\*,  $P < 0.001$ ; \*\*,  $P < 0.01$ ; \*,  $P < 0.05$ ; ns,  $P > 0.05$ .  $N = 170$

Variabele	F	significantie	% verklaarde variantie
vocht (veldschatting)	6,82	***	3,91%
N depositie totaal over 2011	3,18	***	1,79%
GLG	2,77	***	1,52%
zand depositie	1,92	**	1,06%
effect begrazing	1,91	***	1,06%
aanwezigheid konijnen	1,74	***	0,99%
OW expositie	1,44	*	0,79%
effect maaien	1,42	**	0,79%
effect plaggen	1,34	*	0,73%
aanwezigheid mieren	1,28	*	0,66%
effect stuweel verwijderden	1,23	ns	0,66%
NZ expositie	1,12	ns	0,60%
effect vergraven	0,69	ns	0,40%
<b>SOM ALS <math>P &lt; 0.05</math></b>			<b>13,31%</b>

Omdat de op basis van concentraties geschatte N-depositie sterk afhangt van de ruwheid van de vegetatie (zie §2.2.2) is het mogelijk dat het effect van depositie op de vegetatie een schijn-correlatie is die loopt via ruwheid. Het blijkt echter dat in een model dat ook ruwheid bevat nog steeds een aanzienlijk deel van de variantie in de vegetatie door N-depositie wordt verklaard (data niet getoond).

Tabel 5.3 toont het resultaat van een de voorwaartse selectie voor subset 2 (dus 75 opnamen uit 2013 gerelateerd aan alle gemeten variabelen). Als maat voor depositie is wederom genomen de som van  $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_x$  depositie over het jaar 2011. Het blijkt dat de bodemchemische variabelen onderling een sterke correlatie hebben, met name de verschillende N verbindingen onderling en met P en organische stof (meest  $R \approx 0.7$ , Bijlage 5.2). De beide pH's (water en  $\text{CaCl}_2$  extract) zijn onderling zeer sterk gecorreleerd, maar ook met  $\text{CaCO}_3$  ( $R = 0.73$ ) en organische stof ( $R = -0.53$ ). Ook N-depositie en  $\text{NO}_3$  in de bodem hebben een  $R = 0.57$ . Door de eis dat onderlinge R van alle variabelen in het model kleiner moet zijn dan 0.5 komen slechts weinig van de bodemchemische in het uiteindelijke model terecht.

Tabel 5.3: Habitattypen van de PQ's die in 2013 niet zijn toe te kennen aan habitattypen H2130 of H2190 (selectie van de habitattypen die meer dan eenmaal zijn toegewezen; let er op dat de som van de aantalskolom meer is dan het aantal niet-2130 of 2190 PQ's omdat elk PQ aan meer dan één habitatype kan worden toegewezen).

Habitat	Omschrijving	Aantal
2160	Duindoornstruwelen	23
1330	Schorren en zilte graslanden	10
2180	Duinbossen	8
2120	Witte duinen	6
91F0	Droge hardhoutoobossen	3
2110	Embryonale duinen	3

6120	Stroomdalgraslanden	2
9120	Beuken-eikenbossen met hulst	2
91E0	Vochtige alluviale bossen	2
1310	Zilte pionierbegroeiingen	2

Opnieuw is vocht de belangrijkste verklarende variabele, gevolgd door pH en N-depositie. Van de bodemchemische variabelen heeft verder alleen de N/C ratio een significant effect. Evenals voor subset 1 hebben ook hier depositie van zand en begrazing een significant effect. Het percentage verklaarde variantie van het hele model is met bijna 19% hoger dan voor subset 1, dit hangt waarschijnlijk samen met het kleinere aantal plots en het grotere aantal gemeten variabelen.

In Figuur 5.5 zijn de variabelen met een significant effect in het model van Tabel 5.4 geprojecteerd in de ordineringsruimte, die wederom vrijwel gelijk is aan die van Figuur 5.1, Figuur 5.2 en Figuur 5.3 (niet getoond). Deze figuur lijkt sterk op Figuur 5.4: alle variabelen die in beide subsets geanalyseerd zijn wijzen in ongeveer dezelfde richting in beide plots. Alleen pH en N/C ratio zijn nieuw in deze plot, en daarvan wijst N/C ratio (die als indicator voor voedselrijkdom kan worden beschouwd) zoals verwacht in dezelfde richting als N depositie. De pijl voor pH loopt vrijwel parallel aan de verticale as, die volgens de eerdere interpretatie vooral bepaald wordt door voedselrijkdom. Blijkbaar hebben de voedselrijkere PQ's een hogere pH, hetgeen niet onverwacht is. Wanneer de verklarende variabelen in groepen worden samengenomen is de volgorde van afnemend belang (dat wil zeggen de mate waarin zij bepalend zijn voor de vegetatie) ongeveer: vocht  $\approx$  bodemchemie > begrazing  $\approx$  N depositie  $\approx$  zand depositie (Tabel 5.4B).

**Tabel 5.4: Voorwaartse selectie van variabelen in CCA: alle variabelen behalve de bodemchemische, voor een subset van 75 PQ's in 2013. Verdere toelichting zie Tabel 3. N=75.**

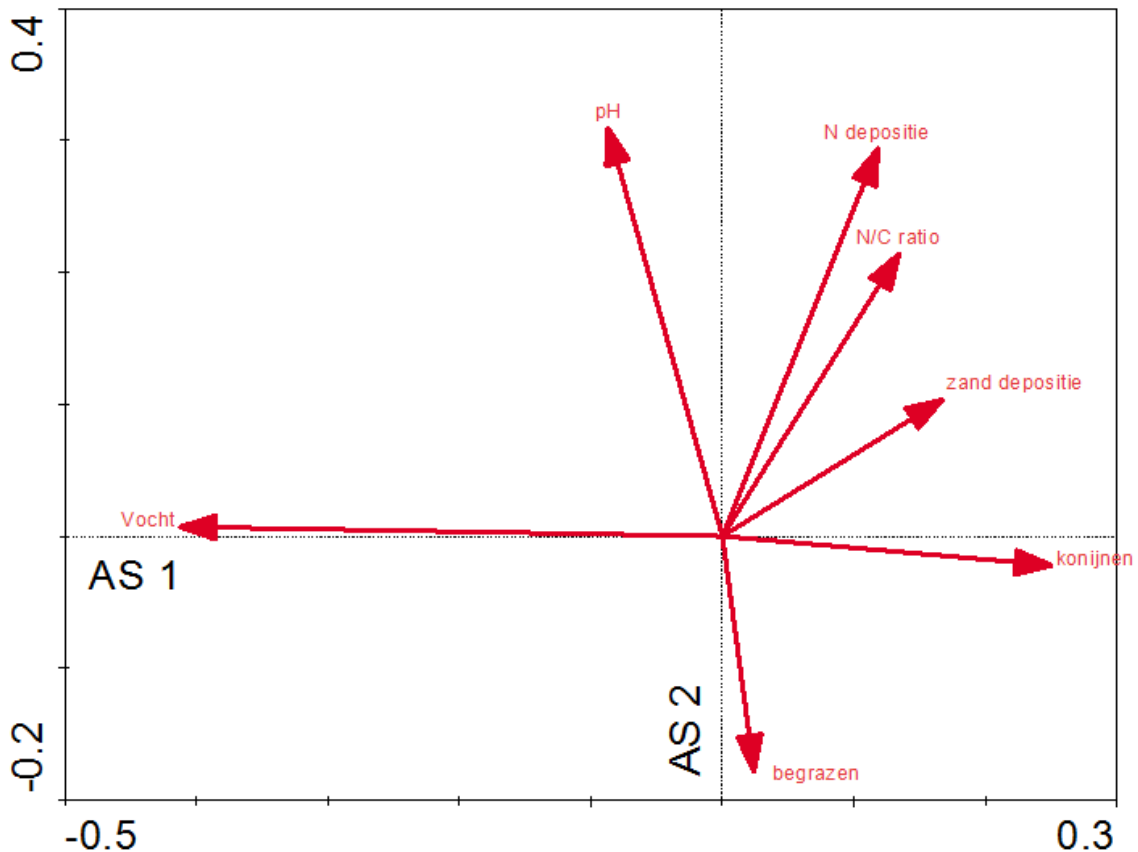
**A: alle variabelen afzonderlijk**

**B: variabelen samengenomen per compartiment, percentage verklaarde variantie betrokken op de gefitte waarden**

Variabele	F	P	significantie	% verklaarde variantie
vocht (veldschatting)	4,57	0,001	***	5,86%
pH (waterextract)	2,42	0,001	***	3,06%
N depositie totaal over 2011	1,92	0,001	***	2,46%
zand depositie	1,85	0,002	**	2,21%
N/C ratio	1,54	0,037	*	1,95%
aanwezigheid konijnen	1,44	0,001	***	1,70%
effect begrazing	1,27	0,069	*	1,53%
effect plaggen	1,19	0,18	ns	1,44%
effect maaien	1,08	0,307	ns	1,36%
<b>SOM ALS P&lt;0.05</b>				<b>18,78%</b>

**B**

factor	rel. fit
vocht	31%
bodem	27%
begrazing	17%
depo	13%
zand	12%



Figuur 5.5: Verklarende variabelen met een significant effect in het model van Tabel 4 (subset2), geprojecteerd in het 'sample' plot van Figuur 1. De invloed van elke factor neemt toe in de richting van de pijl. Let op de schaling van GLG: hogere waarde = droger.

## 5.5 Temporele veranderingen

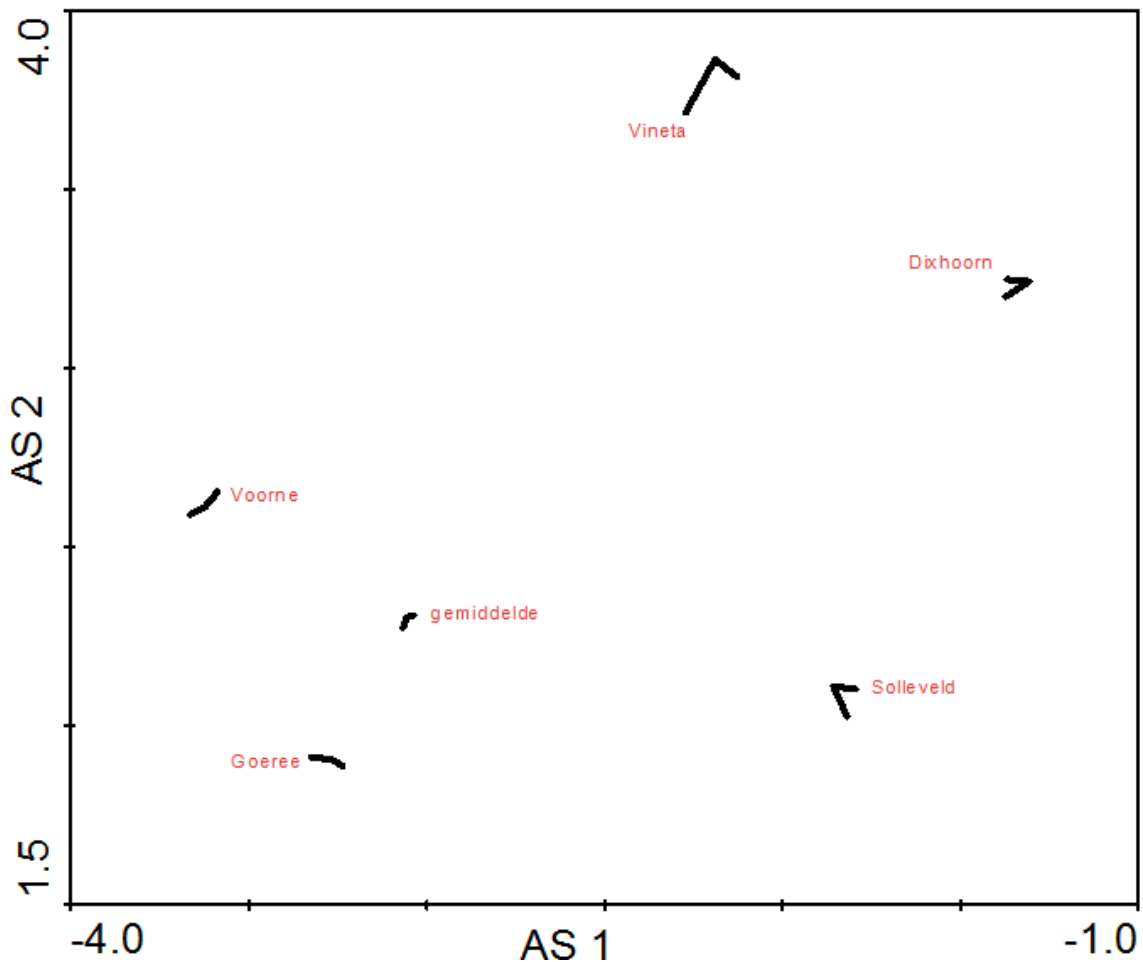
De significantie van de veranderingen in de vegetatie tussen 2011 en 2013 is bepaald in een CCA model met de PQ's als covariabele en het jaartal als enige verklarende variabele, dus

$$Y = c_{PQ} + c_1 \cdot \text{jaartal} \quad (4)$$

met: Y: score op de eerste canonische as,  $c_{PQ}$ : PQ-afhankelijke constante en  $c_1$ : regressiecoëfficiënt.

Door middel van permutatie is de significantie van regressiecoëfficiënt  $c_1$  bepaald, die zeer hoog blijkt te zijn ( $P < 0.0001$  na 9999 permutaties), hoewel het percentage door de tijd verklaarde variantie laag is (1%). Let er op dat nu -in tegenstelling tot in 2013- de significantie van de lineaire trend is getest (hetgeen nu mogelijk is omdat er drie punten in de tijd zijn).

De veranderingen kunnen gevisualiseerd worden door de centroiden van de sample scores voor de drie jaren te plotten en met lijntjes te verbinden om zo de 'verplaatsing' in de tijd weer te geven (Figuur 5.6); grootte en richting van deze verplaatsing zijn een indicatie voor de veranderingen die hebben plaatsgevonden. De verplaatsingen blijken zeer klein te zijn in vergelijking met de ruimtelijke verschillen tussen de gebieden. Voor alle gebieden met uitzondering van de Van Dixhoordriehoek is de verplaatsing naar boven, dat wil zeggen in de 'voedselrijke' richting. Dit is geen directe aanwijzing dat de voedselrijkdom is toegenomen, maar wel is de vegetatie veranderd in een richting die meer voedselrijkdom indiceert.



Figuur 5.6: Verplaatsing van de centroiden van de sample scores in de DCA ruimte van Figuur 1 - 3 tussen 2011 en 2013, voor elk gebied en voor alle gebieden samen ('gemiddelde'); het einde van het lijnstuk waar de gebiedsnaam staat representeert 2013, het andere einde 2011.

Een andere manier om de veranderingen in de vegetatie te interpreteren is via indicatiegetallen. Tabel 5.5 geeft deze indicatiegetallen en hun verandering tussen 2011 en 2013 als regressie coëfficiënt van de lineaire trend; hierbij is de volgende vergelijking gefit:

$$Y_{p,t} - Y_{p,2011} = a_0 + a_1(J - 2011) \quad (5)$$

met:  $Y_{p,t}$ : indicatiewaarde voor PQ p op tijdstip t,  $a_0$ ,  $a_1$ : regressie coëfficiënten, J: jaartal

Bovenstaande vergelijking is gefit voor de DCA-scores op de eerste twee assen, de 'WW indicatoren' voor GVG (voorjaarsgrondwaterstand), pH en  $\text{NO}_3$  en Cl gehalte van de bodem (Wamelink et al. 2011a,b), en voor Ellenberg-N (Ellenberg et al. 1991). Het blijkt dat de indicator voor voedselrijkdom in beide indicatiesystemen een stijgende trend heeft (WW significant en Ellenberg bijna significant), hetgeen er op kan wijzen dat de voedselrijkdom is toegenomen, wat een effect van depositie kan zijn. Verder stijgt de pH indicator significant. De verplaatsing langs de eerste as is significant naar links, hetgeen kan wijzen op vernatting (maar de GVG indicator is niet significant veranderd). De verplaatsing langs de tweede as is niet significant (maar de indicatoren voor pH en N zijn beide significant gestegen).

**Tabel 5.5: Lineaire trend van de scores op de eerste twee DCA assen, enkele WW indicatoren, Ellenberg N en enkele diversiteitsindicatoren. Gefit is vergelijking (5)**

	Y	Gemiddelde in 2011	a <sub>1</sub> (verandering per jaar)	significantie van a <sub>1</sub>	% verklaarde variantie
DCA assen	AX1	-2,75	-0,04	***	1,99%
	AX2	2,41	0,01	ns	0,00%
WW indicatoren	NO3	0,87	0,04	*	0,92%
	GVG	13,53	-0,08	ns	0,00%
	pH	4,88	0,02	*	0,70%
	Cl	23,18	0,12	ns	0,00%
Ellenberg	N	3,89	0,04	~	0,40%
diversiteitsindicatoren	NBW	12,35	0,29	***	3,25%
	Nspec	17,74	2,02	***	20,13%
	Simp	0,77	0,01	*	0,92%

Tabel 5.5 geeft ook een aantal diversiteitsmaten. NBW kan beschouwd worden als een schatting van de kans op het vinden van Rode Lijst soorten (Wamelink et al. 2003, Van Dobben & Wamelink 2009), en de Simpson index is een schatting van de kans dat twee individuen die willekeurig uit de vegetatie geplukt worden, tot verschillende soorten behoren. Al deze indices hebben een significant stijgende trend, maar waarschijnlijk moet dit als een artefact beschouwd worden, veroorzaakt door de toegenomen lokale floristische kennis van de opnemer.

## 5.6 Discussie en conclusie

De relatie tussen vegetatie en abiotische en biotische predictoren bepaald op basis van de opnamen uit 2013, bleek in grote lijnen gelijk aan die op basis van de opnamen uit 2011 en 2012. De belangrijkste predictoren voor het ruimtelijk patroon van de vegetatie zijn (in volgorde van afnemend belang): vocht, bodemchemie (vooral N beschikbaarheid en pH), begrazing, N depositie en overstuiving met zand. Wanneer wordt gekeken naar de soortensamenstelling van de PQ's in relatie tot deze variabelen blijkt hun effect goed overeen te stemmen met hetgeen bekend is over de ecologie van de soorten (uit beschrijvingen en flora's, en zoals vastgelegd in indicatiewaarden). Met name geldt dit ook voor het effect van N depositie, dat te duiden is als een toename van stikstofminnende soorten (of anders gezegd: van ruigtesoorten).

De veranderingen die hebben plaatsgevonden tussen 2011 en 2013 zijn klein in vergelijking met de ruimtelijke verschillen (evenals die tussen 2011 en 2012). Er is echter wel een significante lineaire trend, die lijkt te gaan in de richting van stikstofrijkere en minder zure omstandigheden. De trends in indicatiewaarden en de verplaatsing langs de DCA assen zijn echter niet eenduidig. Verder dient opgemerkt te worden dat, als er een trend is in de richting van een meer stikstof indicerende vegetatie en deze wordt veroorzaakt door atmosferische depositie, deze vooral het gevolg moet zijn van (toename van) depositie in het verleden, omdat de depositie de laatste jaren geen stijgend trend meer heeft. In dat geval is er dus sprake van na-ijling van de vegetatie, en dat kan het vaststellen van een effect van toenemende depositie in de toekomst bemoeilijken. Maar ook bestaat de mogelijkheid dat de trend een gevolg is van natuurlijke successie, veranderingen in beheer of afname van de konijnenstand.

## 6 Conclusies onderzoeksvragen

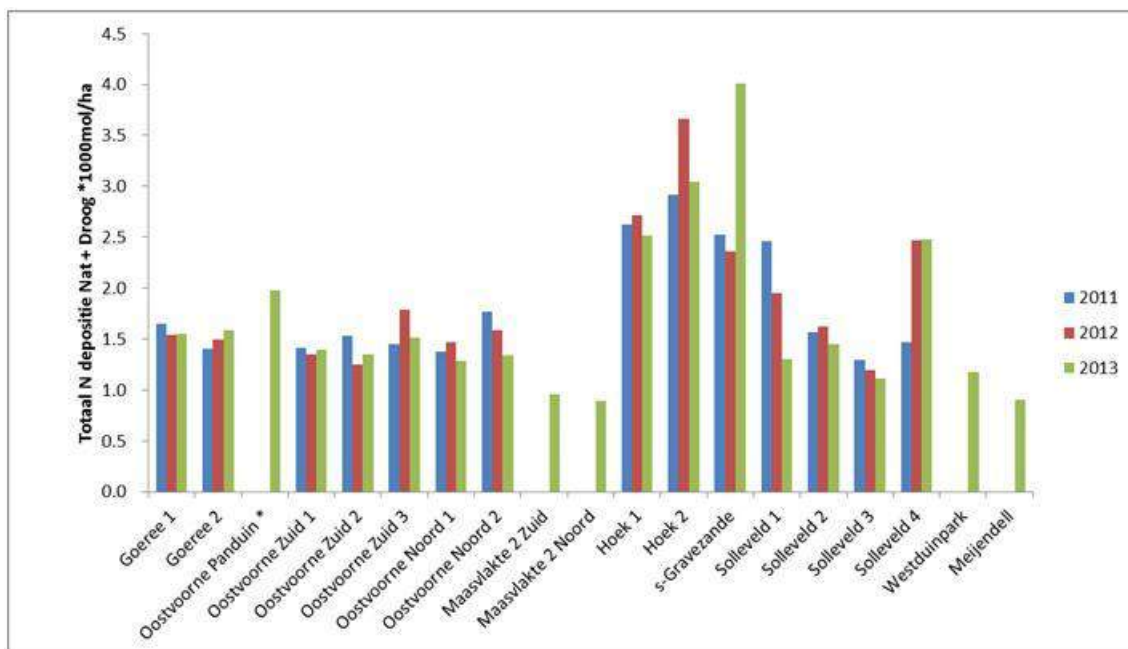
### 6.1 Conclusies ten aanzien van de referentiesituatie

De T=0 fase van het MEP duinen voor het onderdeel bestaande duinen is gericht op het vaststellen van de referentiesituatie waartegen straks de effecten van MV2 kunnen worden afgezet. Om deze doelstelling te operationaliseren zijn een aantal onderzoeksvragen geformuleerd (paragraaf 1.4). Deze vragen zijn aan de hand van de monitoringsresultaten uit de periode 2011 t/m 2013 beantwoord in de voorliggende hoofdstukken. Ter conclusie zijn deze antwoorden hieronder samengevat.

*Wat is de actuele stikstofdepositie op de habitattypen 2130 (Grijze duinen) en habitattypen 2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin, Solleveld & Kappitelduinen en de Duinen van Goeree?*

Zoals de stikstofmetingen (hoofdstuk 2) laat zien verschilt de stikstofdepositie sterk per locatie. de hoogste waarden (tot 4000 mol N/ha/jaar) zijn gemeten op Hoek van Holland en s' Gravezande. In de omgeving van deze meetpunten (op Solleveld & Kappitelduinen) is grijs duin (H2130) aanwezig, zij het in verruigde vorm. In de overige gebieden is de gemeten totale stikstofdepositie in de periode 2011 t/m 2013 gemiddeld tussen de 1200 mol N/ha/jaar tot 1600 mol N/ha/jaar, met uitschieters tot 2500 mol N/ha/jaar.

Vergelijking van de gemeten deposities met de berekende deposities volgens de MER laat zien dat de deposities voor Voornes Duin min of meer hetzelfde niveau hebben als hetgeen gerapporteerd. Echter, de deposities voor Hoek van Holland verschillen sterk: de gemeten deposities zijn duidelijk hoger dan de berekende waarden volgens de MER rapportage. De reden hiervoor is op dit moment nog onduidelijk en zal onderwerp moeten zijn van nader onderzoek. Echter, de oorzaak moet waarschijnlijk gezocht worden in een onderschatting van de emissies van de Maasvlakte en omgeving in de MER.



Figuur 6.1: Totale depositie per site voor de periode 2011-2013.



*Wat is het actuele oppervlakte en kwaliteit van 2130 (Grijze duinen) en habitattype 2190 (Vochtige duinvalleien) in Voornes Duin, Solleveld & Kappitelduinen en de Duinen van Goeree?*

In 2012 is door het consortium een vegetatiekartering uitgevoerd in het noordelijke deel van Voornes Duin (beheergebied ZHL) en van Solleveld & Kapittelduinen. Voor het zuidelijk deel van Voornes Duin is in opdracht van Natuurmonumenten eveneens een vegetatiekartering uitgevoerd. In 2011 is een vegetatiekartering uitgevoerd in de Duinen van Goeree & Kwade Hoek. Op basis van deze vegetatiekarteringen zijn de oppervlaktes van de verschillende subhabitattypen van grijs duin en Vochtige duinvalleien bepaald (Tabel 6.1).

De habitatkartering zoals opgenomen in AERIUS wijkt af van de habitatkartering uitgevoerd in het kader van het onderhavige project. Hiervoor zijn verschillende redenen (zie hoofdstuk 3). De belangrijkste redenen zijn dat voor het onderhavige project gebruik is gemaakt van recentere vegetatiekarteringen en een striktere habitatdefinitie is gehanteerd. Door het volgen van het zelfde protocol (Bijlage 2) voor vegetatie en habitatkartering als bij het vaststellen van de referentiesituatie zal een verandering in oppervlakte in vervolgfases van het MEP duinen eenduidig vastgesteld kunnen worden.

Op grond van de gekarteerde vegetatietypen is het grootste deel van de habitattypen van goede kwaliteit. Op Goeree is echter ruim 7 ha Grijze duinen (H2130) en 1,8 ha Vochtige duinvalleien (H2190) van matige kwaliteit en in Solleveld & Kapittelduinen is 8,4 ha Grijze duinen van matige kwaliteit. In Voornes duin is in totaal slechts 2,7 ha van H2190 en H2130 van matige kwaliteit.

*Tabel 6.1 Het actuele oppervlak (2011, 2012) van de verschillende subhabitattypen van Grijze duinen en Vochtige duinvalleien binnen de drie Natura 2000-gebieden. Deze oppervlaktes kunnen als referentie worden beschouwd voor de T=0 situatie. In de rechter kolom is het oppervlak matige kwaliteit weergegeven op grond van de gekarteerde vegetatietypen.*

Duinen van Goeree & Kwade Hoek (excl Westduinen)		
Habitattype	Totaal oppervlak	Oppervlak matige kwaliteit
H2130A	11,3 ha	2,2 ha
H2130B	8,2 ha	5,0 ha
H2130C	0,11 ha	
H2190A	6,7 ha	0,2 ha
H2190B	13,0 ha	
H2190C	3,8 ha	0,08 ha
H2190D	4,3 ha	1,7 ha
Voornes Duin		
Habitattype	Totaal oppervlak	Oppervlak matige kwaliteit
H2130A	81,2 ha	0,86 ha
H2130B	0,4 ha	0,01 ha
H2130C	0,05 ha	
H2190A	10,6 ha	1,5 ha
H2190B	15,8 ha	
H2190C	1,0 ha	0,01 ha
H2190D	5,7 ha	0,33 ha

Solleveld & Kapittelduinen		
Habitattype	Totaal oppervlak	Oppervlak matige kwaliteit
H2130A	40,6 ha	
H2130B	112,6 ha	8,4 ha
H2130C		
H2190A	4,3 ha	
H2190B	2,6 ha	
H2190C		
H2190D	2,2 ha	

Wat is de actuele populatieomvang en verspreiding van de Groenknolorchis in Voornes Duin en de Duinen van Goeree?

Op onderstaande stippenkaart (Figuur 6.2) zijn de actuele bekende vindplaatsen van de Groenknolorchis op Voornes Duin weergegeven. Naast deze locaties is de soort op een aantal nieuwe locaties binnen het onderzoeksgebied waargenomen, te weten in de Van Dixhoorndriehoek, op Solleveld en in de duinen van Goeree.



Figuur 6.2. Bekende populaties (stippenkaart) van de Groenknolorchis op Voorne (kopie figuur 3.9)

## 6.2 Conclusies ten aanzien van meetbaarheid signaal en ruisfactoren

Naast de onderzoeksvragen ten aanzien van de referentiesituatie hebben we onderzoeksvragen gedefinieerd om meer inzicht te krijgen in het functioneren van het systeem. Hierbij is het - gelet op de probleemschets (§1.4)- vooral van belang om alvast grip te krijgen op de vraag hoe straks het onderscheid tussen signaal en ruis wordt gemaakt.

*Welke kustdwarse en kustlangse gradiënten in stikstofdepositie zijn thans waarneembaar?*

De gradiënt in concentraties langs de kust is duidelijk waarneembaar in de verschillende jaren. De dataset laat deze gradiënt in sterke mate zien bij maanden met veel zuid/zuidwesten wind, de gradiënt verdwijnt bij maanden met overwegend oostelijke aanstroming. In sommige maanden is er een duidelijke correlatie tussen de patronen van NO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub>. Deze correlatie duidt op een bijdrage van de raffinaderijen of de zeescheepvaart. Een NO<sub>2</sub> toename die niet gekoppeld is aan een SO<sub>2</sub> toename zou duiden op emissies van wegverkeer of bijvoorbeeld de warmtekracht-koppeling systemen in de tuinbouw.

Binnen het meetnet zijn drie kustdwarse raaien van drie stikstofmeetstations geplaatst. Uit de metingen binnen deze raaien valt te concluderen dat voor een aantal maanden in het jaar de ammoniakdepositie op de meetstations dicht bij de kust gemiddeld hoger zijn dan die meer landinwaarts. Dit ondersteunt een eerdere constatering van het RIVM (op basis van metingen met het MAN netwerk), dat er mogelijk NH<sub>3</sub> vanaf zee komt.

Er was geen kustdwarse gradiënt in NO<sub>2</sub> meetbaar.

*Zal, gelet op de meetnauwkeurigheid, het signaal vanuit MV2 op de stikstofdepositie in de duingebieden straks waar te nemen zijn?*

De metingen van NO<sub>x</sub> op Hoek van Holland en van natte depositie op Oostvoorne zijn vergeleken met die van nabij geplaatste meetstations van de DCMR. Op basis van deze vergelijking is de conclusie gerechtvaardigd dat een consistente en nauwkeurige meting van de verschillende stikstofcomponenten is uitgevoerd voor de T=0 situatie (2011 t/m 2013). De meetnauwkeurigheid van de huidige opstellingen is voldoende om nabij de bron, ter hoogte van Hoek van Holland, de toename aan depositie vanuit MV2 te kunnen onderscheiden. Op locaties verder van de bron zal het signaal van MV2 zelf kleiner zijn, maar daar zullen andere brongebieden het stikstofsignaal overheersen. De vergelijking van deze stations geeft daarmee een nog beter beeld van het belang van de bijdrage vanuit MV2 (zie verder hoofdstuk 2).

*Welk deel van de verschillen in de soortensamenstelling van de vegetatie is te verklaren door verschillen in stikstofdepositie en hoe verhoudt zich dit tot andere factoren?*

De belangrijkste predictoren voor het ruimtelijk patroon van de vegetatie zijn (in volgorde van afnemend belang): vocht, bodemchemie (vooral N beschikbaarheid en pH), begrazing, N depositie en overstuiving met zand (zie multivariate analyses in Hoofdstuk 5). Stikstofdepositie kan 2,5% van de variantie in de vegetatiesamenstelling van de PQ's verklaren. Alle van de genoemde factoren tezamen kan bijna 19% van de variantie verklaren.

Wanneer wordt gekeken naar de soortensamenstelling van de PQ's in relatie tot deze variabelen blijkt hun effect goed overeen te stemmen met hetgeen bekend is over de ecologie van de soorten (uit beschrijvingen en flora's, en zoals vastgelegd in indicatiewaarden). Met name geldt dit ook voor het effect van N depositie, dat te duiden is als een toename van stikstofminnende soorten (of anders gezegd: van ruigesoorten).

De veranderingen die hebben plaatsgevonden tussen 2011 en 2013 zijn klein in vergelijking met de ruimtelijke verschillen (evenals die tussen 2011 en 2012). Er is echter wel een significante lineaire trend, die lijkt te gaan in de richting van stikstofrijkere en minder zure omstandigheden. De trends in indicatiewaarden en de verplaatsing langs de DCA assen zijn echter niet eenduidig. Verder dient opgemerkt te worden dat, als er een trend is in de richting van een meer stikstof indicerende vegetatie en deze wordt veroorzaakt door atmosferische depositie, deze vooral het gevolg moet zijn van (toename van) depositie in het verleden, omdat de depositie de laatste jaren geen stijgend trend meer heeft. In dat geval is er dus sprake van na-ijling van de vegetatie, en dat kan het vaststellen van een effect van toenemende depositie in de toekomst bemoeilijken. Maar ook bestaat de mogelijkheid dat de trend een gevolg is van natuurlijke successie, veranderingen in beheer of afname van de konijnenstand.

## Referenties

### Hoofdstuk Inleiding

Deltares, 2009. Plan van Aanpak Meetstrategie MEP duinen. Effecten van het gebruik van Maasvlakte 2. Rapport opgesteld in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst.

### Hoofdstuk Stikstofdepositie

Aben, J. (2012) Afleiding van kaarten met ruwheid en dominant landgebruik voor gebruik in OPS. RIVM/CMM.

Draaijers, G.P.J., Erisman, J.W., Lovblad, G., Spranger, T. and Vel, E. (1998) Quality and uncertainty aspects of forest deposition estimation using throughfall, stemflow and precipitation. TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation, Apeldoorn, The Netherlands, report no. TNO-MEP-R98/093.

Draaijers, G.P.J. (1993) The variability of atmospheric deposition to forests. Ph.D. Thesis University of Utrecht, The Netherlands.

Flechard, C. R., Nemitz E., Smith R. I., Fowler D, Vermeulen A. T., Bleeker A., Erisman J. W., Simpson D., Zhang L., Tang Y. S., Sutton. M. A., Dry deposition of reactive nitrogen to European ecosystems: a comparison of inferential models across the NitroEurope network. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 2703–2728, 2011

Massad, R.-S., Nemitz, E., and Sutton, M. A.: Review and parameterization of bi-directional ammonia exchange between vegetation and the atmosphere, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 10359–10386, doi:10.5194/acp-10-10359-2010, 2010.

### Hoofdstuk Vegetatie

Allemeersch, L., and W. v. Landuyt. 2006. Atlas van de flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest. Nationale Plantentuin van België, Meise.

Bremer, P. 2012. Planten tellen : over demografisch onderzoek. KNNV, Zeist.

Goes, J. P. C. v. d. 2012. Florakartering Voornes Duin 2012. van der Goes en Groot, ecologisch onderzoeks- en adviesburo

Grootjans, A. P., E. J. Lammerts, F. v. Beusekom, F. Berendse, E. Dijk, and W. H. O. Ernst. 1995. Kalkrijke duinvaleien op de Waddeneilanden : ecologie en regeneratiemogelijkheden. Stichting Uitgeverij van de KNNV, Utrecht.

Ministerie van economische zaken, 24 maart 2009, Den Haag. Definitietabel habitattypen

Odé, B., and A. Bolier. 2003. Groenknolorchis op de kaart. *Gorteria* 29:5.

Spanoghe, G., W. Van Landuyt, and R. Gyselings. 2008. Een nieuwe vindplaats van *Liparis loeselii* in het gebied van Antwerpen Linkeroever. *Dumortiera*:1-3.

Weeda, E. J. 1994. Nederlandse oecologische flora : wilde planten en hun relaties 5. Ivn], [Amsterdam.

### Paragraaf Zanddynamiek

Arens, S. M., Van Boxel, J. H. en Abuodha, J. O. Z. (2002) 'Changes in grain size of sand in transport over a foredune', *Earth Surface Processes and Landforms*, 27(11), 1163-1175.

Arens, S. M., van Puijvelde, S. P. en Brière, C. (2010) *Effecten van suppleties op duinontwikkeling : rapportage geomorfologie, Rapport DK;nr. 2010/OBN142-DK*, Den Haag: Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

Bagnold, R. A. (1941) 'The physics of wind blown sand and desert dunes', *Methuen, London*, 265.

- Bressolier, C. en Thomas, Y.-F. (1977) 'Studies on wind and plant interactions on French Atlantic coastal dunes', *Journal of Sedimentary Research*, 47(1), 331-338.
- De Vries, S., Southgate, H. N., Kanning, W. en Ranasinghe, R. (2012) 'Dune behavior and aeolian transport on decadal timescales', *Coastal Engineering*, 67, 41-53.
- Deltares (2009) *Plan van Aanpak Meetstrategie MEP Duinen. Rapport 1201187-000-ZKS-0005*.
- Goossens, D. en Offer, Z. Y. (2000) 'Wind tunnel and field calibration of six aeolian dust samplers', *Atmospheric Environment*, 34(7), 1043-1057.
- Guo, Z., Zobeck, T. M., Stout, J. E. en Zhang, K. (2012) 'The effect of wind averaging time on wind erosivity estimation', *Earth Surface Processes and Landforms*, 37(7), 797-802.
- Keijsers, J., Poortinga, A., Riksen, M. J. P. M. en De Groot, A. (Submitted 2012) 'Spatial and temporal variability in foredune development on a barrier island with contrasting beach settings'.
- Morgan, R. P. C. (2005) *Soil erosion and conservation*, Malden, MA [etc.]: Blackwell.
- Panofsky, H. A. en Dutton, J. A. (1984) 'Atmospheric turbulence: models and methods for engineering applications'.
- Riksen, M., Ketner-Oostra, R., Van Turnhout, C., Nijssen, M., Goossens, D., Jungerius, P. D. en Spaan, W. (2006) 'Will we lose the last active inland drift sands of Western Europe? The origin and development of the inland drift-sand ecotype in the Netherlands', *Landscape Ecology*, 21(3 SPEC. ISS.), 431-447.
- Riksen, M. J. P. M. en Goossens, D. (2007) 'The role of wind and splash erosion in inland drift-sand areas in the Netherlands', *Geomorphology*, 88(1-2), 179-192.
- Ruessink, B. G. en Jeuken, M. C. J. L. (2002) 'Dunefoot dynamics along the Dutch coast', *Earth Surface Processes and Landforms*, 27(10), 1043-1056.
- Stuyfzand, P. J., Arens, S. M., Oost, A. P. en Baggelaar, P. K. (2012) *Geochemische effecten van zandsuppleties in Nederland : langs de kust van Ameland tot Walcheren, Rapport / [DK];nr. 2012/OBN167-DK*, Den Haag: Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.
- Van Der Wal, D. (2004) 'Beach-dune interactions in nourishment areas along the dutch coast', *Journal of Coastal Research*, 20(1), 317-325.
- Van Haperen, A. M. M. (2009) *Een wereld van verschil : landschap en plantengroei van de duinen op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden*, unpublished thesis (Proefschrift Wageningen UR).
- Wieringa, J. (1992) 'Updating the Davenport roughness classification', *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 41(1-3), 357-368.

### Paragraaf Beheer

- Kooijman, A.M., Noordijk, H., van Hinsberg, A. en C. Cusell, 2009. Stikstofdepositie in de duinen een analyse van N-depositie, kritische niveaus, erfenissen uit het verleden en stikstofefficiëntie in verschillende duinzones. Rapport Universiteit van Amsterdam en Planbureau voor de Leefomgeving.
- Beheersplan BERKHEIDE · MEIJENDEL · SOLLEVELD 2000-2009. Toestand van het plangebied in 1998. Redactie. K. Vertegaal. Rapport Duinwaterbedrijf Zuid-Holland en Staatsbosbeheer.

### Hoofdstuk multivariate en temporele analyses

- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Pauliszen, D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18:1-248.
- Schaminée, J.H.J., Stortelder, A.H.F., Weeda, E.J. 1996. De Vegetatie van Nederland. Deel 3: plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala, 356 p.
- Schaminée, J.H.J., Weeda, E.J., Westhoff, V. 1998. De Vegetatie van Nederland. Deel 4: plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala, 346 p.
- Ter Braak, C. J. F. en Smilauer, P., 2002. CANOCO reference manual and Canodraw for windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5). Micro-computer Power, Ithaca. 500 p.
- Van Dobben, H., Wamelink, W. 2009. A Red-List-based biodiversity indicator and its application in model studies in the Netherlands. In: Hettelingh, J-P. et al. (eds.): *Progress in the*

- modelling of critical thresholds, impacts to plant species diversity and ecosystem services in Europe: CCE Status Report 2009. Coordination Centre for Effects, Bilthoven, pp. 77-81.
- Van Dobben, H.F., Bobbink, R., Bal, D., Van Hinsberg, A. 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport 2397, 68 p.
- Van Tongeren, O., Gremmen, N., Hennekens, S. 2008. Assignment of relevés to pre-defined classes by supervised clustering of plant communities using a new composite index. *Journal of Vegetation Science*, 19: 525–536
- Wamelink, G.W., van Adrichem, M. H.C., van Dobben, H.F., Frissel, J.Y., den Held, M., Joosten, V., Malinowska, A.H., Slim, P.A., Wegman, R.M.A. 2011. Vegetation relevés and soil measurements in the Netherlands: the Ecological Conditions Database (EC). In: Dengler, J., Oldeland, J., Jansen, F., Chytrý, M., Ewald, J., Finckh, M., Glöckler, F., Lopez-Gonzalez, G., Peet, R.K., Schaminée, J.H.J. [Eds.]: *Vegetation databases for the 21st century*. – *Biodiversity & Ecology* 4: 125–132.
- Wamelink, G.W.W., Goedhart, P.W., Malinowska, A.H., Frissel, J.Y., Wegman, R.J.M., Slim, P.A., Van Dobben, H.F. 2011. Ecological ranges for the pH and NO<sub>3</sub> of syntaxa: a new basis for the estimation of critical loads for acid and nitrogen deposition. *Journal of Vegetation Science* 22:741–749.
- Wamelink, G.W.W., Ter Braak, C.J.F., Van Dobben, H.F. 2003. Changes in large-scale patterns of plant biodiversity predicted from environmental economic scenarios. *Landscape Ecology* 18:513–527

# [www.grontmij.nl](http://www.grontmij.nl)

Wij ontwerpen en realiseren **plannen** voor de **toekomst**, door mensen en partijen in regio's bij elkaar te brengen en met elkaar te **verbinden**, met **respect** voor onze leefomgeving, onze klanten en elkaar.



Van: art.5.1-2e  
Verzonden: 2022-03-31 16:29:42.629000+00:00  
Aan: art.5.1-2e  
CC:  
Onderwerp: FW: ammoniak van zee  
"

De presentatie van straks

Van: art.5.1-2e <art.5.1-2e@noord-holland.nl>  
Verzonden: donderdag 31 maart 2022 13:58  
Aan: art.5.1-2e <art.5.1-2e@pzh.nl>; art.5.1-2e art.5.1-2e  
(art.5.1-2e@zeeland.nl) <art.5.1-2e@zeeland.nl>  
Onderwerp: ammoniak van zee

art.5.1-2e heeft gevraagd of ik dit kan projecteren. Mocht ik falen, dan hebben jullie het ook.

art.5.1-2e

art.5.1-2e

directie beleid, sector groen

. strategisch beleidsadviseur

. programmamanager aanpak stikstofproblematiek provincie Noord-Holland

art.5.1-2e

Houtplein 33 2012 DE Haarlem

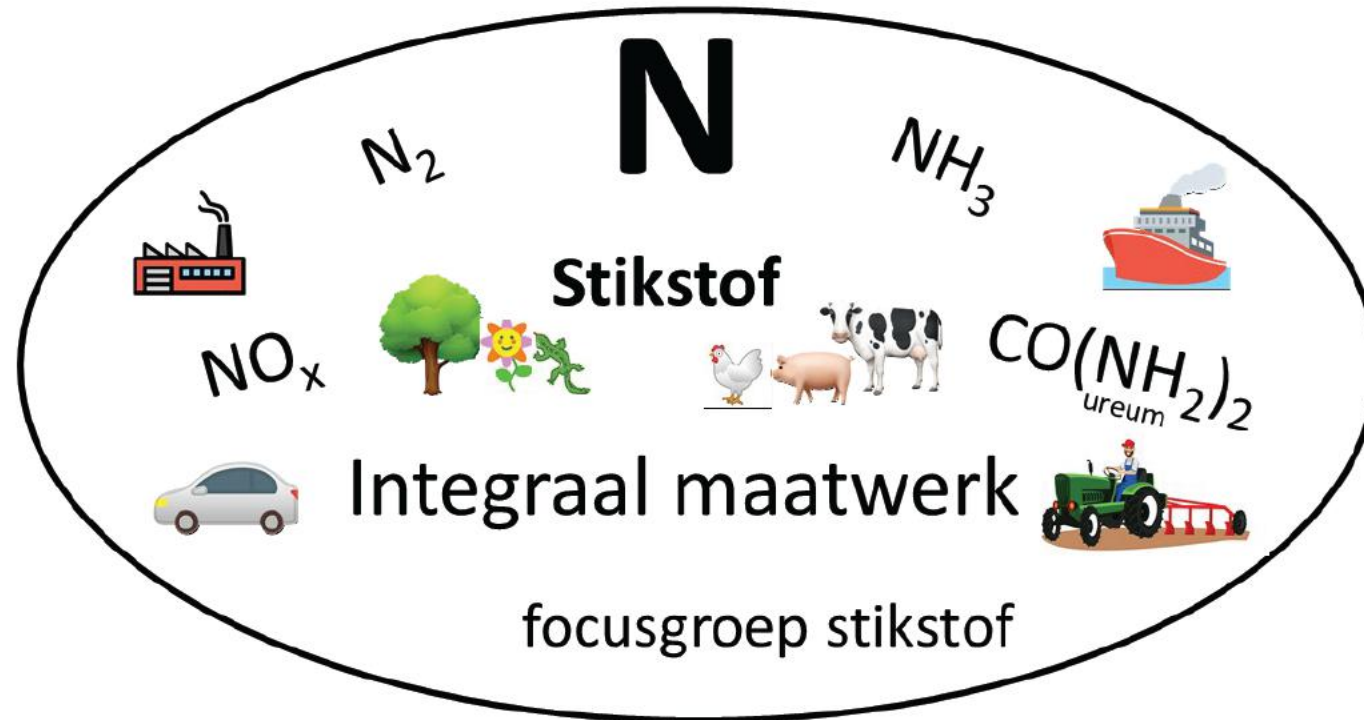
(woensdag is mijn vaste vrije dag)

Aan dit bericht en eventuele bijlagen kunnen geen rechten worden ontleend. Het Provinciaal Bestuur van Noord-Holland.

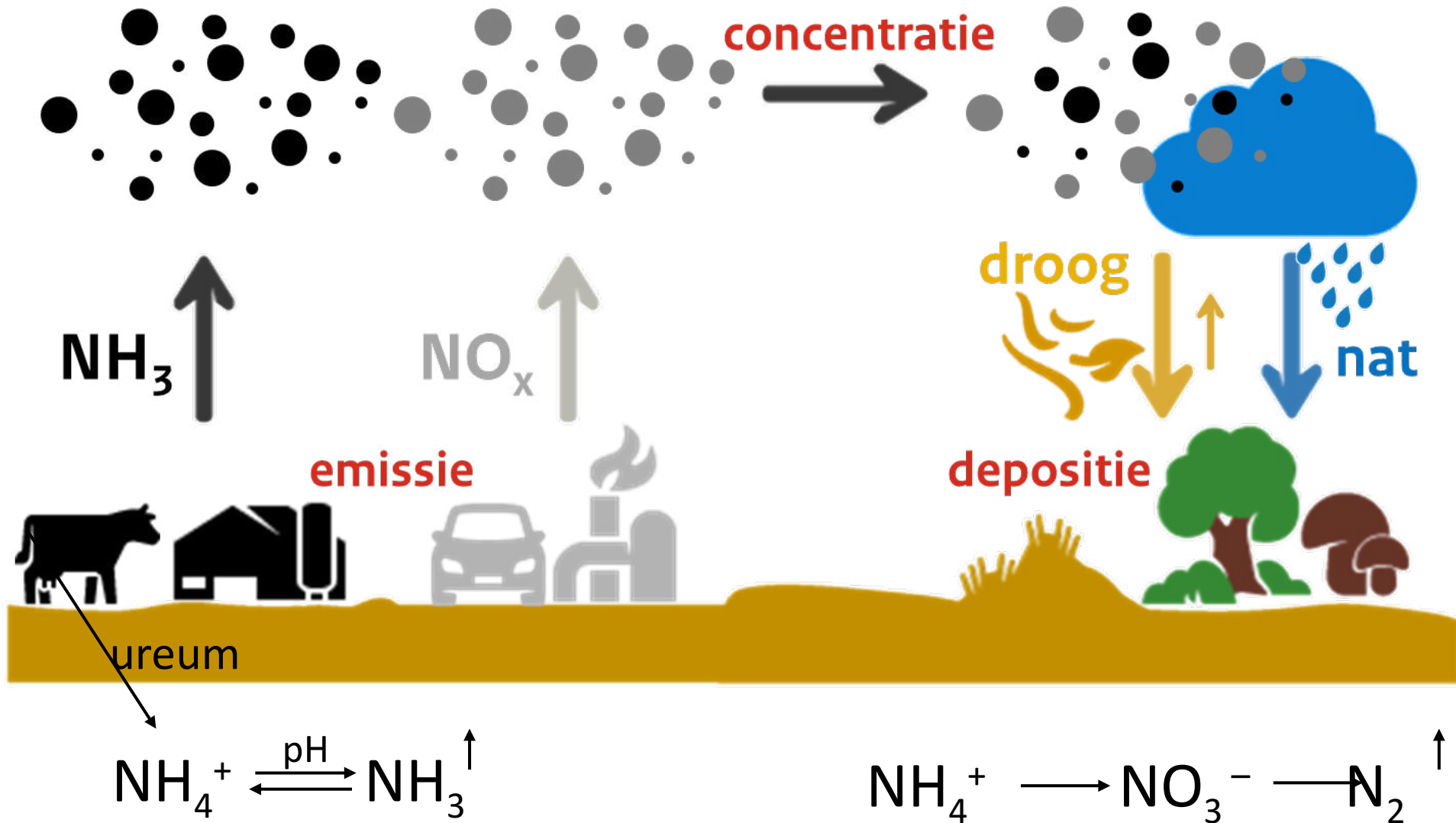
"

Er komt geen noemenswaardige hoeveelheid Ammoniak uit zee  
Dit geeft met name ruimte in de kustprovincies

art.5.1-2e

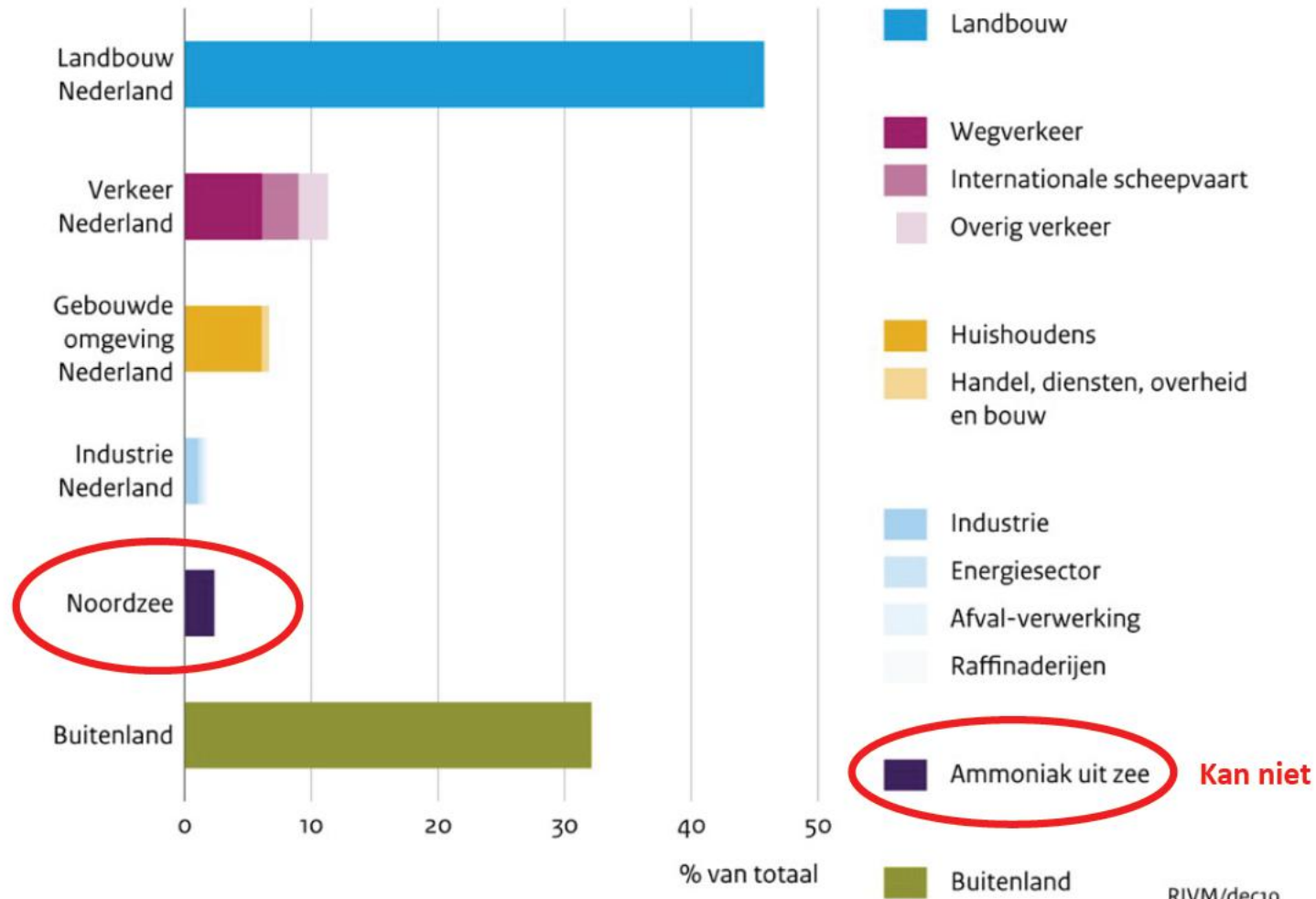


# De stikstofproblematiek



# Onjuistheid in RIVM benadering

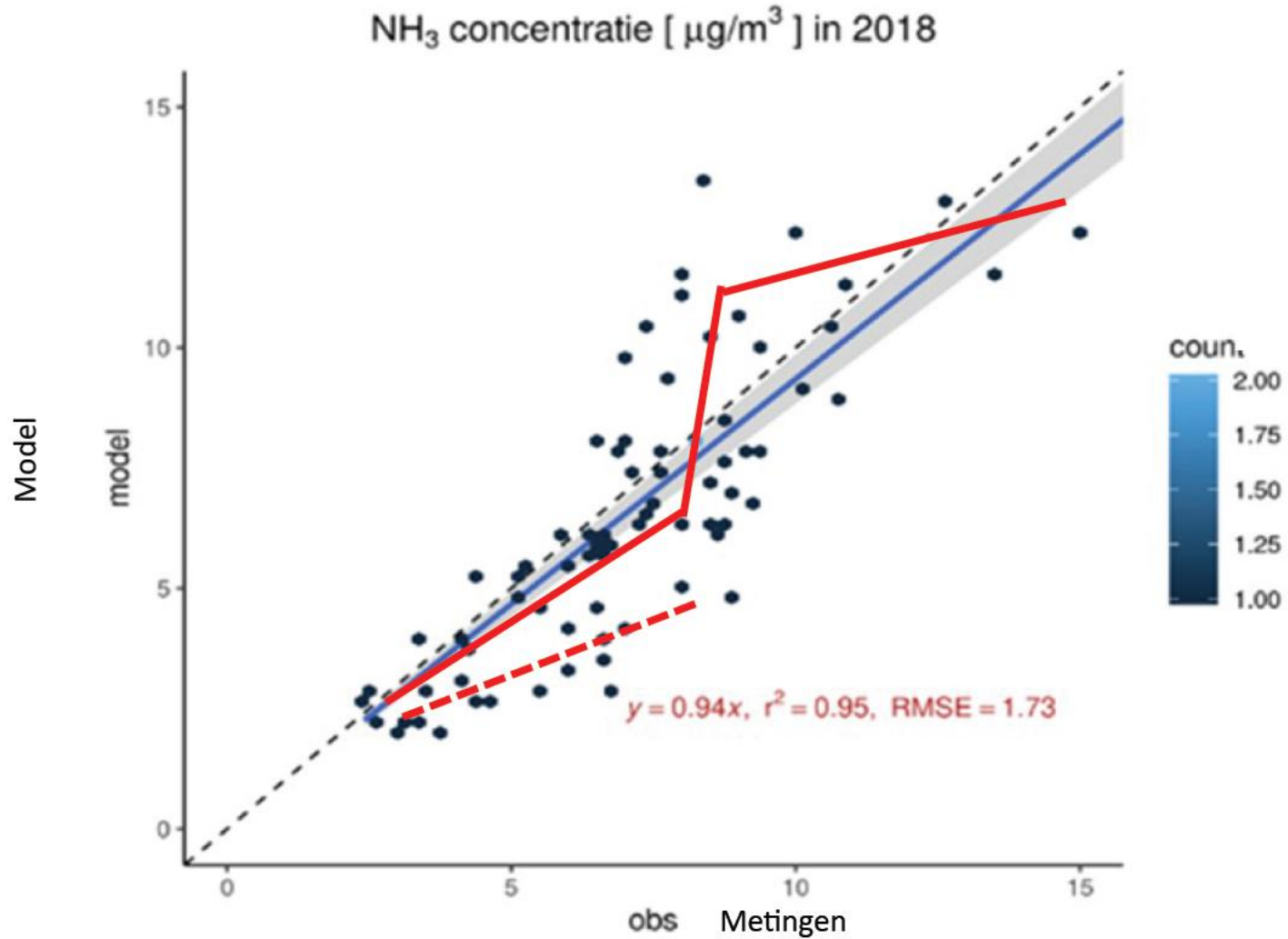
## Herkomst stikstofdepositie, 2018



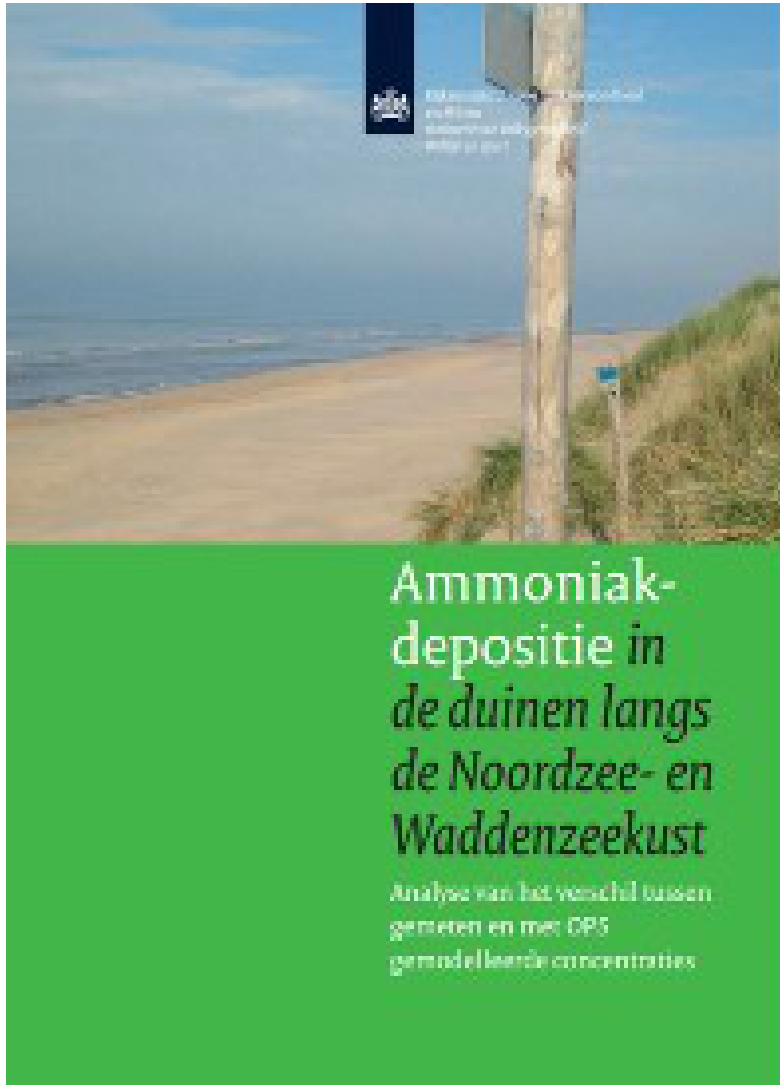
Bron: RIVM 2019


RIVM/dec19  
www.clo.nl/nl050712

# Onjuistheid in RIVM benadering



In de handleiding voor de meetmethode van het RIVM staat dat de metingen in het kustgebied de concentraties, die relatief laag zijn, overschatten. Men zegt dat hiervoor gecorrigeerd wordt, maar er zijn vraagtekens te zetten bij de manier waarop men dit doet

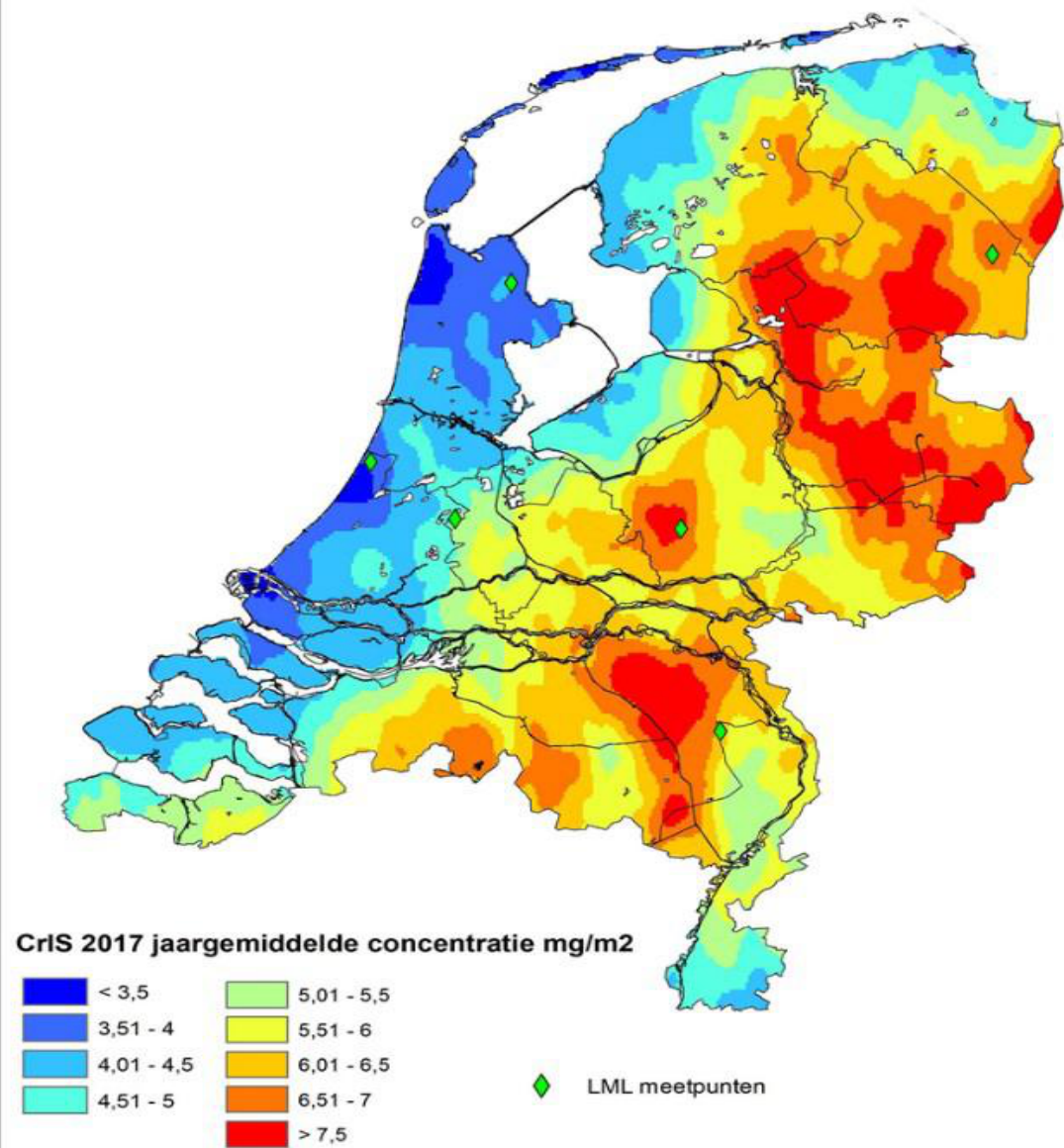



 Rijksoverheid  
 Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit  
 Wageningen, 2017

## Ammoniak- depositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzeekust

Analyse van het verschil tussen  
gemeten en met DPS  
gemodelleerde concentraties

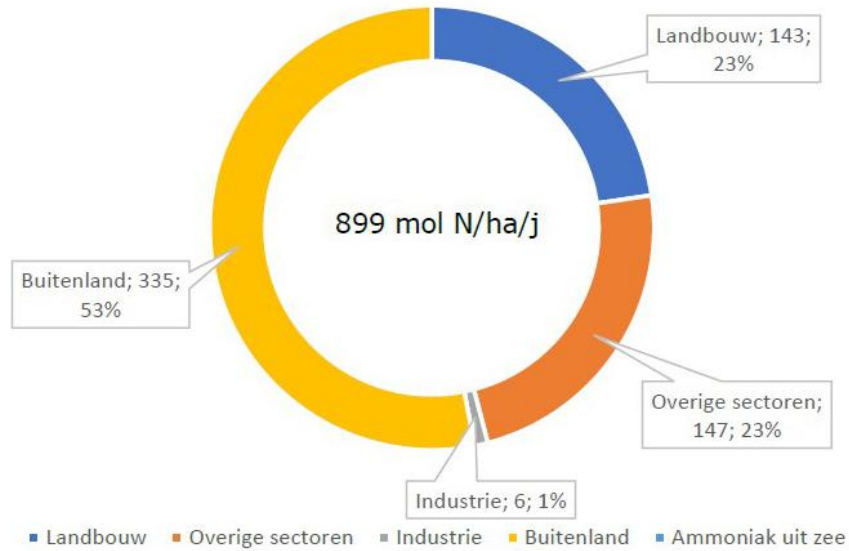




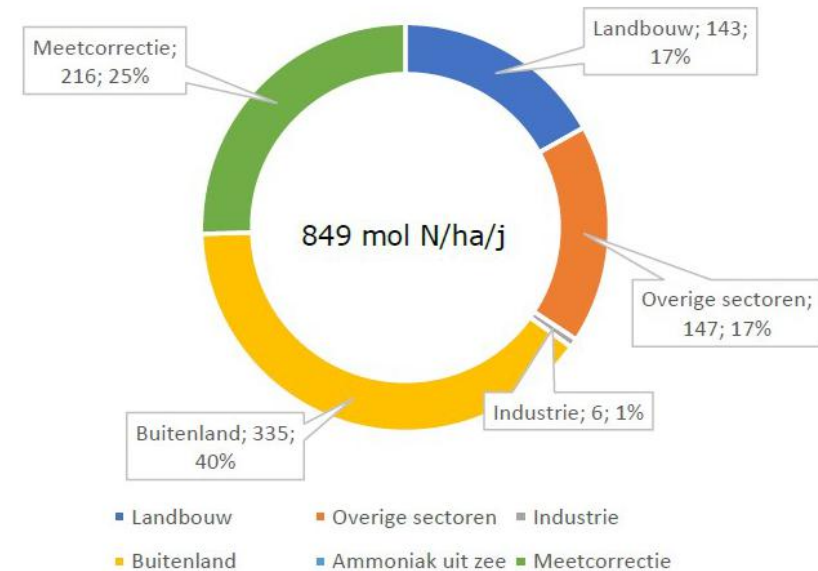


## Wat betekent dit voor nu? – zonder 'Ammoniak van zee'

Duinen Texel (excl. meetcorrectie)



Duinen Texel (incl. meetcorrectie)

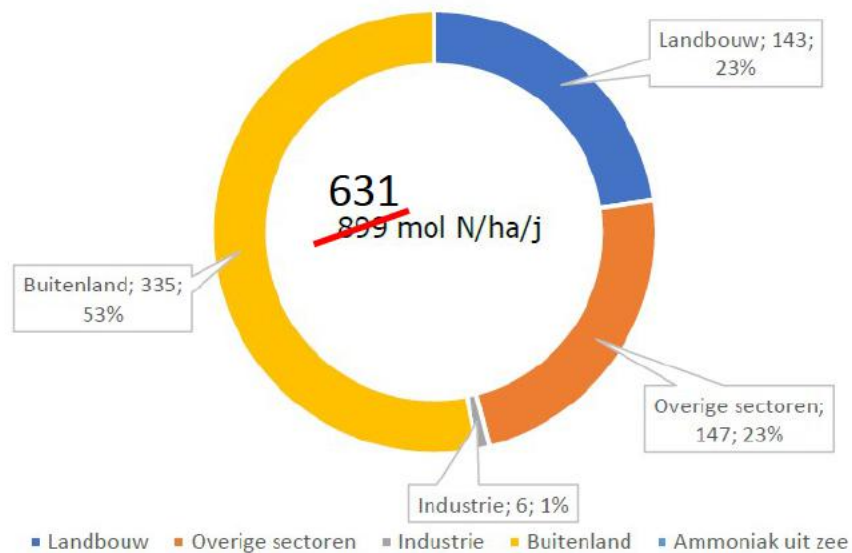




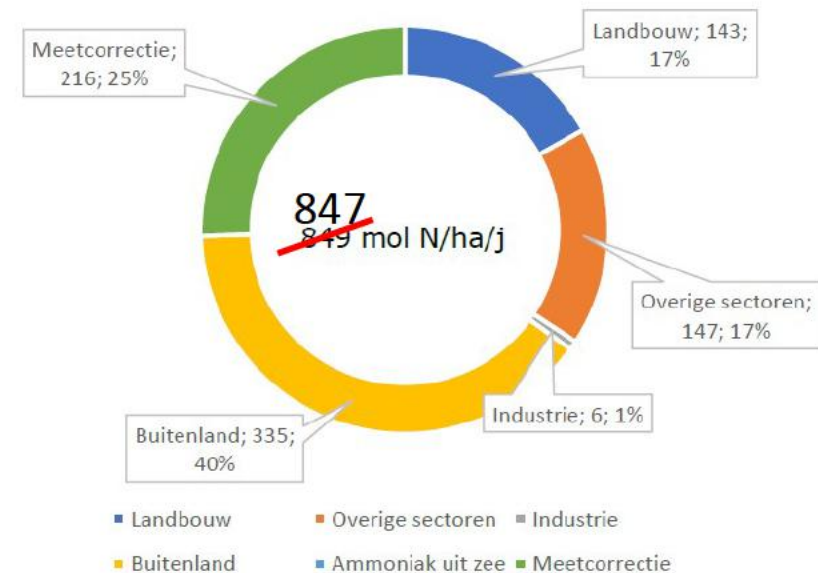


## Wat betekent dit voor nu? – zonder 'Ammoniak van zee'

Duinen Texel (excl. meetcorrectie)



Duinen Texel (incl. meetcorrectie)



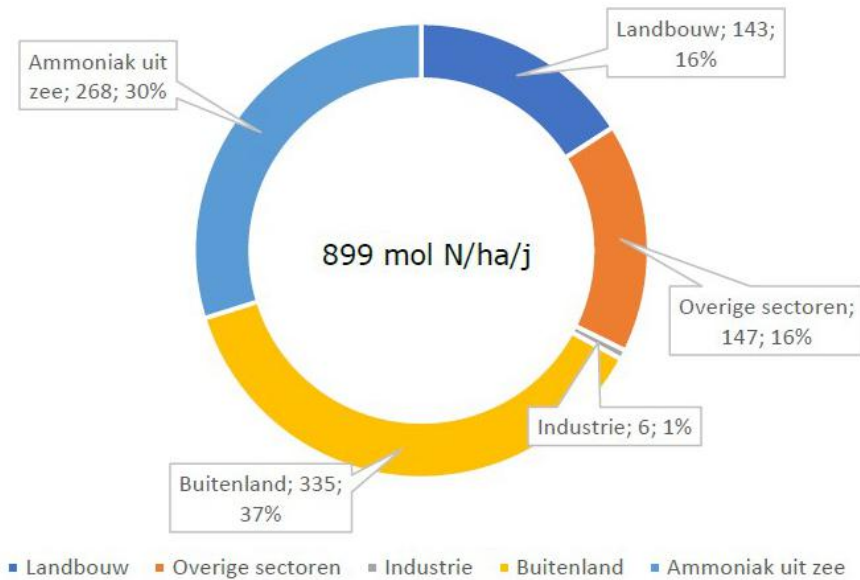
Ammoniak uit zee -> Ammoniak van zee -> Meetcorrectie

**Weglaten meetcorrectie geeft landelijk 2,2% stikstofruimte, te gebruiken om druk van de ketel te halen.  
Voor kustgebied 19-27% stikstofruimte, geen overschrijding KDWs**

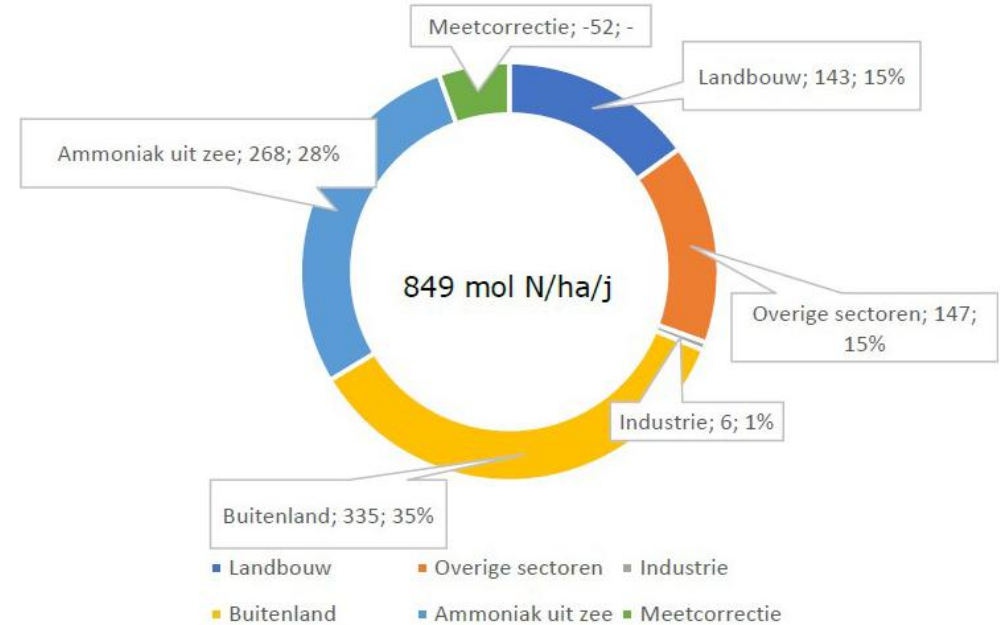


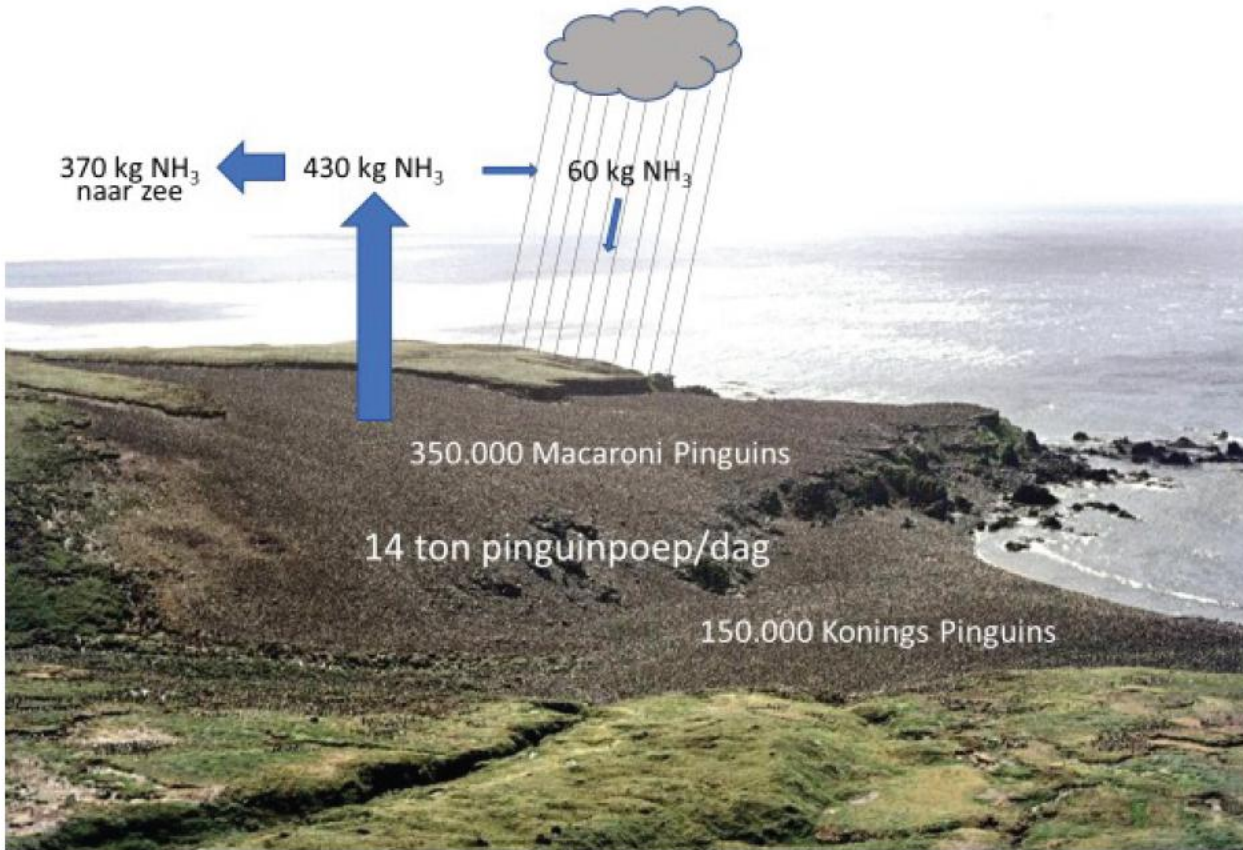
## Wat betekent dit voor nu? – met 'Ammoniak van zee'

Duinen Texel (excl. meetcorrectie)



Duinen Texel (incl. meetcorrectie)





Macaroni pinguin



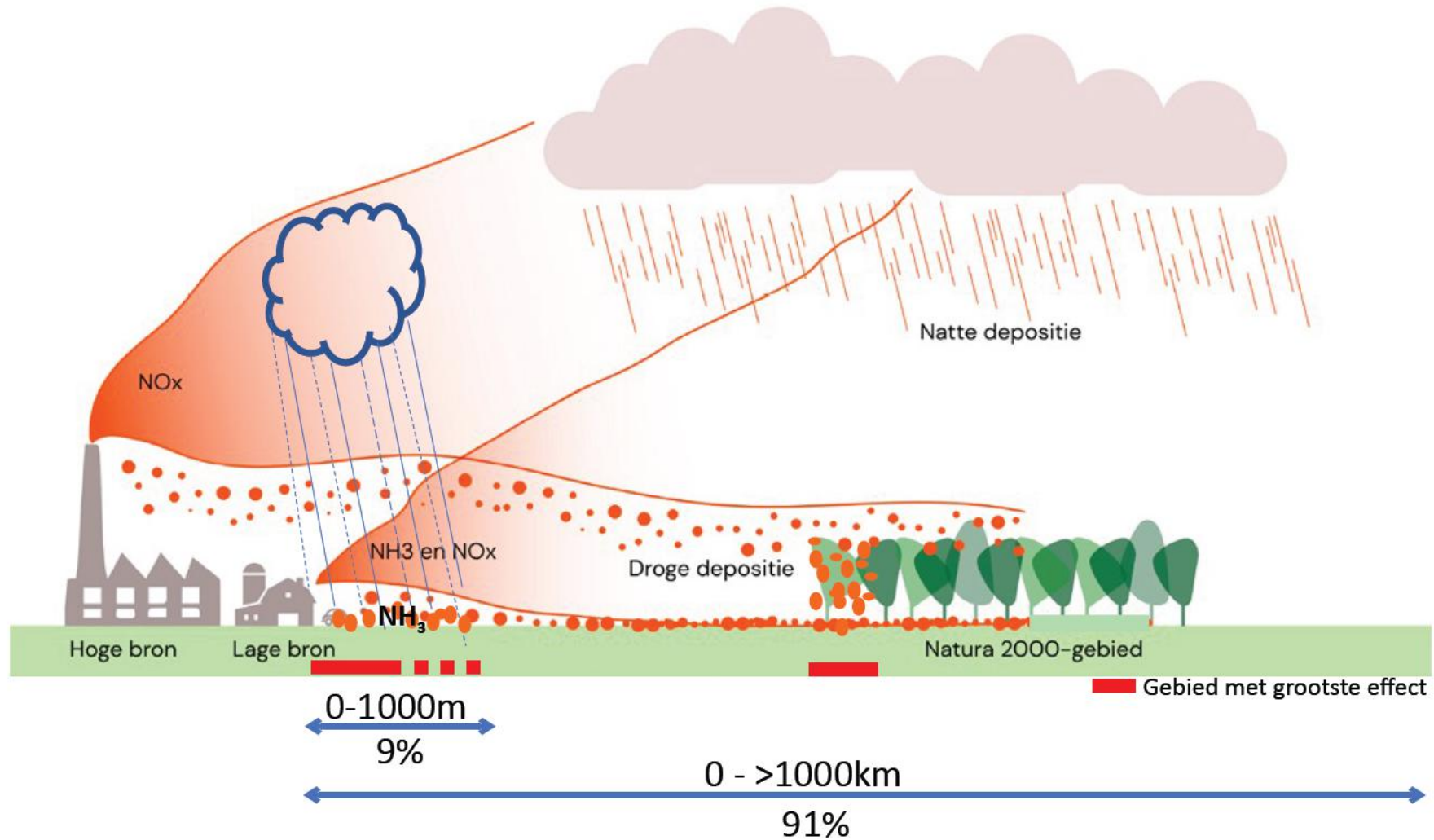
Koningspinguïn



### Lessen uit de pinguïn kolonie:

- Groot effect
- Kleine afstand
- Benedenwinds

# Lokaal grote effecten van natte en droge $\text{NH}_3$ en $\text{NO}_x$ depositie



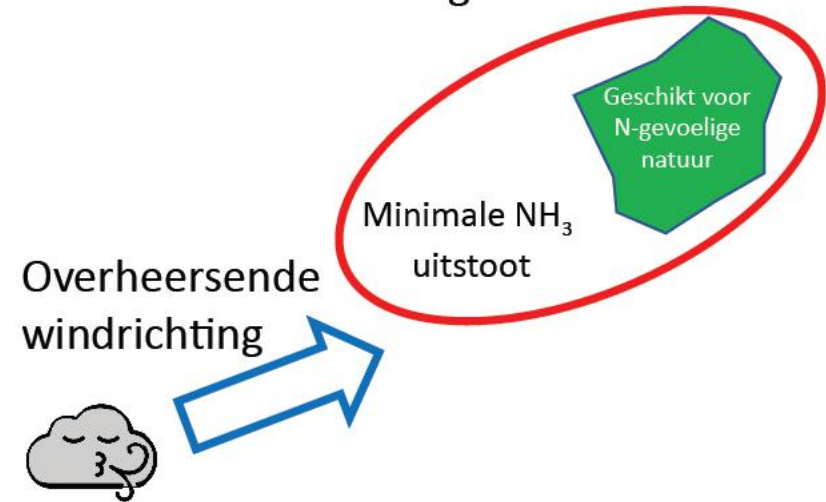
Aangepast uit Erisman & Strootman. Naar een ontspannen Nederland

# Hoe om te gaan met “natuur” in Nederland?

Nederlandse natuur is meestal niet natuurlijk  
en vraagt onderhoud

Lever maatwerk op de vierkante kilometer

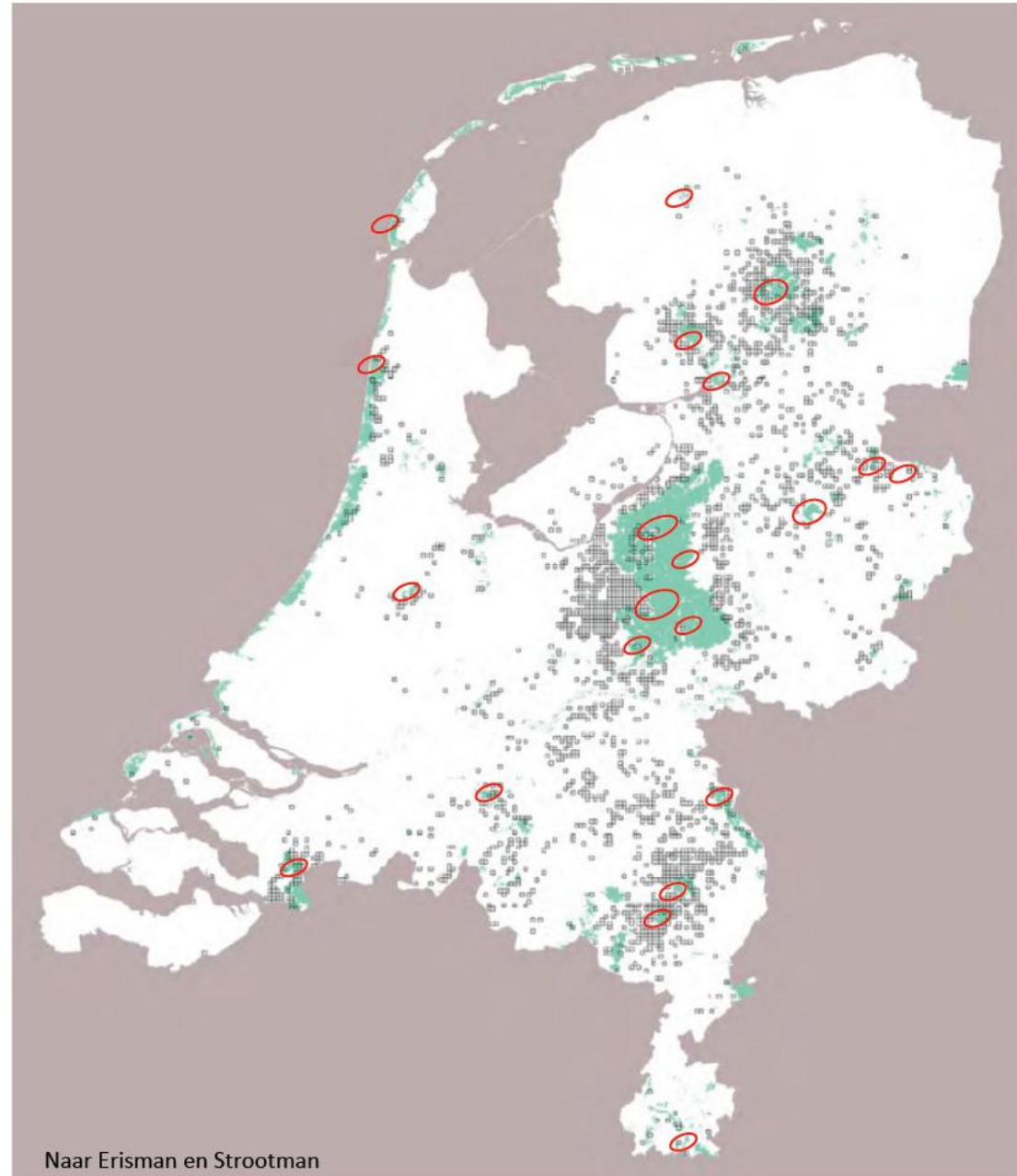
Minimaliseer  $\text{NH}_3$  uitstoot bovenwinds  
van natuurgebieden



Onderscheidt ecologische en economische natuur

Zorg voor ideale waterhuishouding, inrichting,  
begrazing, onderhoud, geen vervuiling.

Toerisme op maat, geen katten, geen honden.



# Nederlandse natuur is (meestal) niet natuurlijk en vraagt voortdurend onderhoud.

## Vier ecologische theorieën (Naar art.5.1-2e art.5.1-2e 2002):

- De *vitalistische/holistische* stroming: de plant- en diergemeenschappen zijn eenheden die zich ontwikkelen.
- De *cybernetische stroming*: biodiversiteit wordt bereikt door zorgvuldig beheer, mits alle kennis bekend is.
- De *dynamische richting*: natuur kan niet in evenwicht zijn, verandering en verstoring zijn normaal, zorg voor milieu.
- De *chaosaanhangers*: natuur is onvoorspelbaar en onstuurbaar. Weinig ingrijpen door de mens is het devies.

## Verskillende landschappen (naar Westhoff):

- Natuurlijke landschappen,
- Min of meer natuurlijke landschappen,
- Halfnatuurlijke landschappen,
- Cultuurlandschappen
- Productie landschappen met zeer intensieve landbouw
- Productie landschappen met biologische natuur-inclusieve landbouw
- Gebieden met verstedelijkingsopgave
- Gebieden met weidevogelopgaven
- Gebieden met energieopgaven (wind en zon).

**De fundamentele uitdaging** is ecologie en techniek trans-disciplinair te combineren.

En per **locatie een integrale visie** te ontwikkelen voor maatwerk voor voedsel, natuur en landschappen

Naar een **sterrensysteem** voor natuurgebieden

★ = ecologisch

★ = economisch

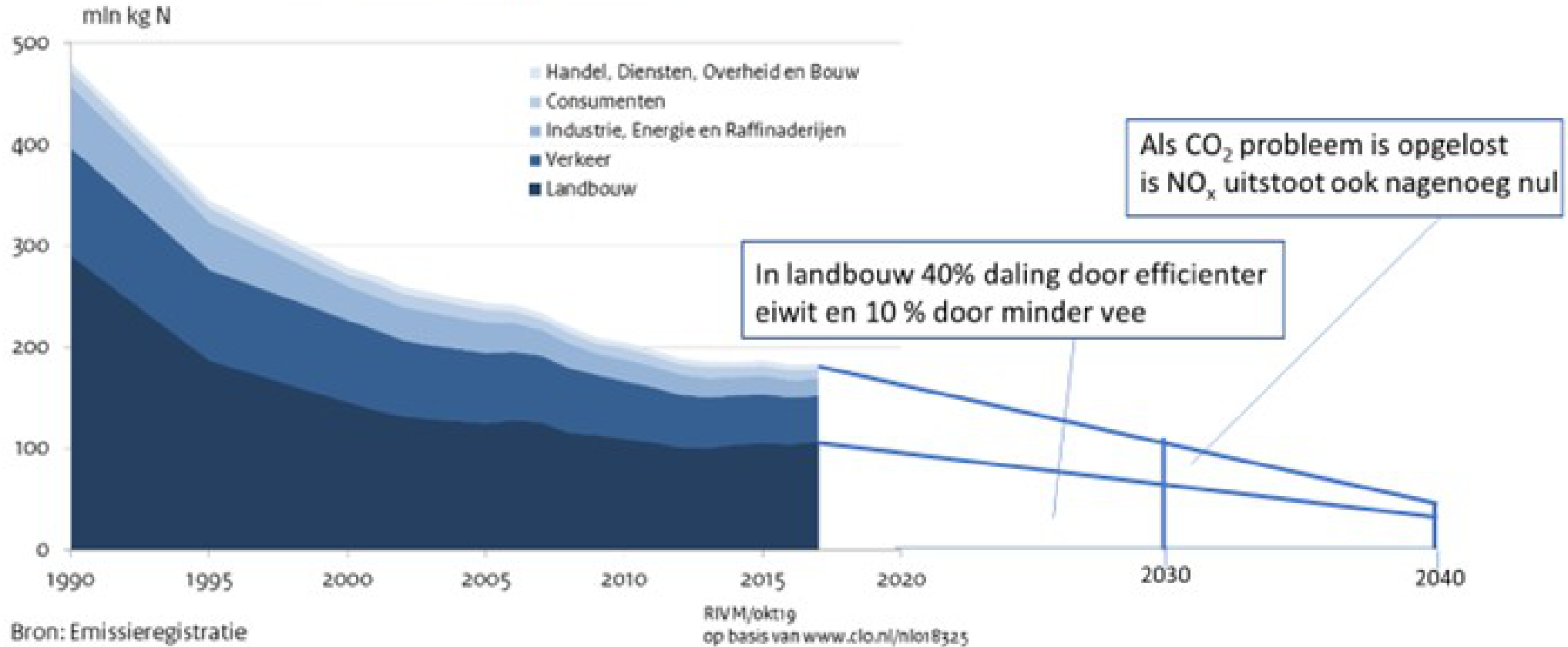
## Visies

- Antropocentrische visie      mens centraal
  - Biocentrische visie      dier centraal
  - Ecocentrische visie      ecosysteem centraal
- En daarbinnen: conservatief, progressief en fundamenteel



# Trends in de tijd

## Emissie stikstof per sector



# Maatregelen en effecten

Vleesconsumptie NL

**-50%**

&

Vleesexport

**+33%**

Veestapel NL

**-10%**

**maatregel**

**gevolg**

Efficiëntie verhoging  
grondgebonden gras eiwit  
& idem graslandgebruik

**+90%**

Efficiëntie verhoging  
grondgebonden eiwit  
& idem landgebruik

**+70%**

import voeder eiwit

**-80%**

verlaging CO2↑ bij  
vervanging soja eiwit

**-50%**

Gebruik vlinderbloemige  
planten

**+50%**

&

Strippen van ammoniak

**+3000  
%**

kunstmestverbruik

**-40%**

NH3 emissie

**-35%**



# D66 Focusgroep Stikstof

art.5.1-2e

art.5.1-2e

art.5.1-2e

art.5.1-2e

## Vier aanbevelingen:

1. Corrigeer berekeningen RIVM-model, dat geeft stikstofruimte voor de korte termijn,
2. Lever maatwerk op de vierkante kilometer voor landbouw EN natuur,
3. Verander eiwitsamenstelling in voedsel voor dier EN mens.
4. Nederlandse boeren en kennis zijn keihard nodig om voldoende eiwit te produceren.

## Twaalf bouwstenen voor een oplossing

Alleen middels een integrale en inclusieve aanpak kunnen we recht doen aan verschillende aspecten van de stikstofproblematiek, gezonde natuur, voldoende voedsel voor iedereen en een gevarieerd landschap.

# Dank u , vragen?



Van: art.5.1-2e  
 Verzonden: 2023-10-31 15:07:34+00:00  
 Aan: art.5.1-2e art.5.1-2e art.5.1-2e  
 CC:  
 Onderwerp: FW: LG: actuele informatie vergadering Statencommissie Landelijk  
 Gebied 1 november 2023  
 ""  
 Hoi art.5.1-2e art.5.1-2e art.5.1-2e

De volgende twee agenderingsverzoeken (zie bijlage) zijn binnengekomen voor de CIE LG van morgen. In het rood vinden jullie mijn toevoegingen, zouden jullie vanmiddag eventueel op beide punten kunnen reageren? Alvast veel dank!

\* Een verzoek van de heer art.5.1-2e over ingekomen stuk 2 over Onderzoek naar meetcorrectie (ammoniak uit z

\* Nieuw behandelvoorstel: De toezegging laten staan met als einddatum 31 maart 2024. Omdat aanvullend onderzoek nodig is en er op dit moment nog onverklaarbare uitkomsten zijn blijft het voor PS van belang om zo snel als mogelijk, nadat het aanvullend onderzoek afgerond is, geïnformeerd te worden over de oorzaak van de afwijkingen. Is 31 maart haalbaar voor jullie? In de brief staat inderdaad dat we de Staten over een half jaar weer informeren

\* Een verzoek van de heer art.5.1-2e met een vraag over de commissieplanning.

\* Nieuw behandelvoorstel: Verzoek om een update met de stavaza over de toezegging: KNM/T2002.003 Voorjaarsnota, 6 juli 2022 . Dit gaat om de toezegging: Gedeputeerde Baljeu zegt toe te onderzoeken hoe de vrijgekomen stikstofruimte ingezet kan worden voor woningbouw. Ons verzoek om een update te ontvangen over de stand van zaken van het onderzoek. Wanneer kunnen we het onderzoek verwachten?

\* Voorstel voor beantwoording: Er is toegezegd om te kijken hoe stikstofruimte die gerealiseerd wordt gestald kan worden in een stikstofbank, zodat deze ten goede kan komen aan woningbouw en energietransitie. We zijn dit momenteel aan het onderzoeken en de brief met de uitkomsten ontvangen de Statenleden op 23 november 2023. Zijn jullie het hiermee eens?

Hartelijke groet,

art.5.1-2e

art.5.1-2e

M art.5.1-2e

art.5.1-2e )pzh.nl <mailto : art.5.1-2e )pzh.nl>

www.linkedin.com/in/ art.5.1-2e <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?  
 url=http%3A%2F%2Fwww.linkedin.com%2Fin  
 %2F art.5.1-2e &data=05%7C01%7Ct.vande . art.5.1-2e 40pzh.nl  
 %7C b324f07478008dbda1abb2e  
 %7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638343580565547141%7CUnknown  
 %7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjojMC4wLjAwMDAiLCJQIjojV2luMzIiLCJBTiI6IjEhYWwiLCJXVCI6Mn0%3

D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=%2FDLQ8PHYS6Fo%2FLvrtVJK7oSHc1f5PrNwPTRGqL1fTrI  
%3D&reserved=0>

www.zuid-holland.nl/contact <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?  
url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=05%7C01%7Ct.vande. art.5.1-2e  
%40pzh.nl%7C60b5bb414b324f07478008dbda1abb2e  
%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638343580565547141%7CUnknown  
%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoimC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3  
D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=yG%2F0nxB7FsAnfAP8pUvunKTPZjHI02K%2FhvsZn  
%2BZUj68%3D&reserved=0>

Werkdagen: ma, di, wo, do, vr

Krachtig Zuid-Holland

Van: art.5.1-2e <art.5.1-2e@pzh.nl>  
Verzonden: dinsdag 31 oktober 2023 14:43  
Aan: art.5.1-2e@pzh.nl  
Onderwerp: LG: actuele informatie vergadering Statencommissie Landelijk Gebied 1  
november 2023

Geachte Statenleden,

Hierbij ontvangt u de laatste actuele informatie over de vergadering van  
Statencommissie Landelijk Gebied van morgenmiddag 1 november 2023. De  
vergadering begint om 14.00 uur en vindt plaats in de commissiezaal.

Verzoeken vanuit de commissie

Voor de vergadering van de Statencommissie Landelijk Gebied hebben we zeven  
verzoeken ontvangen:

- \* Een verzoek van de heer art.5.1-2e ver ingekomen stuk 2 over Onderzoek naar  
meetcorrectie (ammoniak uit zee);
- \* Een verzoek van mevrouw art.5.1-2e over ingekomen stuk 6 over  
Voortgangsrapportages watersch regionale keringen 2022;
- \* Een verzoek van de heer art.5.1-2e ver ingekomen stuk 8 over  
Handelingsperspectief bijen en alsemien in de Biesbosch;
- \* Een verzoek van mevrouw art.5.1-2e over het organiseren van een  
inspiratiesessie over natuur en recreatie (dit verzoek is al met u gedeeld bij

de verzending van de agenda)

- \* Een verzoek van mevrouw [art.5.1-2e](#) met een vraag over de commissieplanning;
- \* Een verzoek van mevrouw [art.5.1-2e](#) met een vraag over de commissieplanning;
- \* Een verzoek van de heer [art.5.1-2e](#) met een vraag over de commissieplanning.

De verzoeken treft u aan in de bijlage van deze mail.

#### Insprekers

Voor zowel de procedurevergadering als de overlegvergadering van morgenmiddag hebben zich geen insprekers aangemeld.

#### Beantwoording technische vragen begroting tweede set

De tweede set aan antwoorden op de technische vragen over de begroting is binnengekomen bij de griffie. Deze antwoorden treft u hier  
[art.5.1-2e](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fpzh.notubiz.nl%2Fmodules%2F1%2FIngekomen%2520stukken%2F889348&data=05%7C01%7Ct.vande.%a href=) 40pzh.nl  
 %7C60b5bb414b324f07478008dbda1abb2e  
 %7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638343580565547141%7CUnknown  
 %7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjojMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=1Boyr9GuP00F19e  
 %2BKpdo0iZ07fvnamNsaafIUh0dIp0%3D&reserved=0> aan.

#### Rondvraagverzoek van de heer [art.5.1-2e](#)

In tegenstelling tot wat ik u gisteren heb gemeld, zal de heer [art.5.1-2e](#) geen vragen stellen tijdens de rondvraag. Bij nader inzien bleken deze vragen niet te passen binnen de onderwerpen van deze commissie. Met de heer [art.5.1-2e](#) is afgesproken dat hij zijn vragen op een ander moment op een andere plaats zal stellen.

#### Vergaderlocatie

Tot slot: de vergadering van morgenmiddag vindt plaats in de commissiezaal op de eerste etage.

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e](#)

Commissiegriffier Statencommissie Landelijk Gebied

[art.5.1-2e](#)

T 06 - [art.5.1-2e](#) E [art.5.1-2e](#) pzh.nl <mailto : [art.5.1-2e](#) pzh.nl>

## Verzoek tot wijziging behandelvoorstel ingekomen stukken

*Een verzoek dient uiterlijk de dinsdag voorafgaand aan de vergadering om 12.00 uur te worden ingediend bij de commissiegriffier.*

<b>Naam indiener(s)</b>	art.5.1-2e
<b>Datum van verzoek</b>	28 oktober 2023

### Onderwerp

*Van welk ingekomen stuk wilt u het behandelvoorstel wijzigen?*

2 Brief van Gedeputeerde Rijkaart over Onderzoek naar meetcorrectie (ammoniak uit zee)

### Alternatief behandelvoorstel

*Welke wijze van behandeling stelt u voor?*

<b>Oorspronkelijk behandelvoorstel</b>	voor kennisgeving aannemen en toezegging verwijderen van de planning
<b>Nieuw behandelvoorstel</b>	De toezegging laten staan met als einddatum 31 maart 2024

### Motivatie

*Waarom is het belangrijk om het ingekomen stuk deze behandelwijze toe te kennen?*

Omdat aanvullend onderzoek nodig is en er op dit moment nog onverklaarbare uitkomsten zijn blijft het voor PS van belang om zo snel als mogelijk, nadat het aanvullend onderzoek afgerond is, geïnformeerd te worden over de oorzaak van de afwijkingen.

### Overig

*Zijn er bijzonderheden die belangrijk zijn bij behandeling van het ingekomen stuk? Denk bijvoorbeeld aan relevante informatie die nog in afwachting is, of een (eerdere) bespreking van het onderwerp in de commissie.*

## Verzoek tot wijziging van de planning

*Een verzoek dient uiterlijk de dinsdag voorafgaand aan de vergadering om 12.00 uur te worden ingediend bij de commissiegriffier.*

<b>Naam indiener(s)</b>	art.5.1-2e
<b>Datum van verzoek</b>	31-10-2023

### Onderwerp

*Op welk onderdeel van de planning wilt u een wijziging voorstellen?*

Toezegging: KNM/T2002.003 Voorjaarsnota, 6 juli 2022

### Wijziging

*Welke wijziging stelt u voor?*

<b>Oorspronkelijk voorstel op planning</b>	Nog geen afdoeningsvoorstel
<b>Nieuw voorstel op planning</b>	Verzoek om een update met de stavaza

### Motivatie

*Waarom is het belangrijk om de planning op dit punt te wijzigen?*

Ons verzoek om een update te ontvangen over de stand van zaken van het onderzoek. Wanneer kunnen we het onderzoek verwachten?

### Overig

*Zijn er bijzonderheden die belangrijk zijn bij het vaststellen van de planning? Denk bijvoorbeeld aan relevante informatie die nog in afwachting is, of een (eerdere) bespreking van het onderwerp in de commissie.*

Van: [art.5.1-2e]  
 Verzonden: 2022-03-31 12:35:02+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e]  
 CC: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 Onderwerp: FW: Memo afhankelijkheid buitenland / meetcorrectie voor stikstofreductie ZH  
 "  
 [art.5.1-2e]

Bij deze met de twee rekenvoorbeelden goed gevisualiseerd

Goed werk [art.5.1-2e]

[art.5.1-2e]

Van: [art.5.1-2e] <[art.5.1-2e]@pzh.nl>  
 Verzonden: donderdag 31 maart 2022 11:31  
 Aan: [art.5.1-2e] <[art.5.1-2e]@pzh.nl>; [art.5.1-2e] <[art.5.1-2e]@pzh.nl>  
 Onderwerp: Memo afhankelijkheid buitenland / meetcorrectie voor stikstofreductie ZH

Hoi [art.5.1-2e]

Hierbij het beloofde memo, ik zit nog wel beetje te twijfelen over de analyse van de factsheets. De twee genoemde punten zijn eigenlijk de enige conclusies die er echt toe doen (de rest is het gevolg van deze wijzigingen, vallen in lijn met de verwachting). Het idee was om deze analyse te verwerken in het memo maar daar past het eigenlijk niet echt in, echter is een apart memo een beetje overdreven.

Wat denk jij @ [art.5.1-2e] <mailto:[art.5.1-2e]@pzh.nl> wat hiervoor handig is?

Groet,

[art.5.1-2e]

Trainee

Stikstofteam

[art.5.1-2e]

E [art.5.1-2e]@pzh.nl <mailto:[art.5.1-2e]@pzh.nl>

www.zuid-holland.nl/contact <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=04%7C01%7C[art.5.1-2e]@pzh.nl%7C8bed49161e934dd9f1f408da13021d46%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C637843197044406833%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000&sdata=khGniGxhs2cl9oFH%2Bns7jco8QJQf2qaeEctM8GM6UU%3D&reserved=0>

Werkdagen: ma, di, wo, do, vr

Elke dag beter. Zuid-Holland.

"

## Analyse afhankelijkheid buitenland, meetcorrectie en Nederland voor reductie stikstofdepositie op Zuid-Hollandse natuurgebieden

Als provincie Zuid-Holland zijn wij voor een groot deel afhankelijk van de inzet van andere overheden als het gaat om het reduceren van de stikstofdeposities op onze natura-2000 gebieden. Vooral het beleid van de rijksoverheid en het buitenlandse beleid heeft veel invloed, gezien het feit dat de emissies van bronnen buiten de provincie in Nederland en vanuit het buitenland het overgrote deel van de depositie in de Zuid-Hollandse natuur veroorzaken.

Om in beeld te krijgen wat er lokaal / regionaal nodig is naast de landelijke / internationale reductie is het belangrijk om te weten van welke reductie we als Zuid-Holland kunnen uitgaan. De rijksoverheid heeft hierover verwachtingen uitgesproken; Zo moet het basis scenario (uitgaande van het huidige gepubliceerde beleid) een gemiddelde reductie van 120 mol per hectare per jaar gaan opleveren in 2030<sup>1</sup>.

### Depositie uit het buitenland

In Zuid-Holland is echter de gemiddelde bijdrage van depositie afkomstig uit het buitenland hoger dan gemiddeld en daardoor is ook de verwachte daling meer dan deze 120 mol per hectare. De verwachting is dat de gemiddelde depositie per hectare zal afnemen van 440 mol (in 2018) naar 275 mol (in 2030), wat gemiddelde afname betekent van 165 mol per hectare per jaar (afname van 38%).

### Depositie uit de directe omgeving

Gemiddeld is maar een klein deel van de depositie afkomstig uit de directe omgeving van de natura-2000 gebieden. Voor de duingebieden is dit gemiddeld ongeveer 20-25% van de totale depositie, wat neer komt op zo'n 250 mol per hectare per jaar. Deze depositie is veelal afkomstig van bronnen waarvan het verminderen van emissie lastig is; Denk hierbij aan consumenten die in de directe omgeving wonen, verkeer en recreanten.

Uit de analyse van onderzoeksbureau Wing in samenwerking met de provincie Zuid-Holland blijkt dat met een gebiedsgerichte aanpak het mogelijk moet zijn om enkele tot tientallen molen depositie vermindering afkomstig uit de directe omgeving te bewerkstelligen, maar hiervoor zijn soms rigoureuze maatregelen nodig (volledig weghalen landbouw, recreanten weren uit natuurgebieden, zero emissie zone instellen, honden weren uit natuurgebieden).

### Meetcorrectie

De meetcorrectie is het verschil tussen de berekende depositie en de gemeten luchtconcentratie en de daarvan afgeleide daadwerkelijke depositie/opname van stikstof in de natuurgebieden. In Zuid-Holland is deze meetcorrectie voor bijna alle natuurgebieden positief (wat betekent dat de berekende depositie naar het oordeel van het RIVM een onderschatting is van de daadwerkelijke depositie. Het RIVM verricht nog voortgaand onderzoek naar deze meetcorrectie. De meetcorrectie verloopt over Nederland van positief naar negatief. In Nieuwkoop is deze meetcorrectie gemiddeld licht negatief. In het N2000-gebied Grevelingen (GGA Duinen Eilanden) zijn er hexagonen waarbij de meetcorrectie meer dan 1200 mol is, wat betekent dat de meetcorrectie op die plaats hoger is dan de kritische depositie waarde (KDW).

<sup>1</sup> [https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl\\_analyse\\_stikstofbronmaatregelen\\_24\\_april\\_2020.pdf](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl_analyse_stikstofbronmaatregelen_24_april_2020.pdf)



In de duingebieden is de meetcorrectie erg hoog, in alle gebieden ligt het gemiddelde zo tussen de 200 en 300 mol in. Dat betekent dat de meetcorrectie ongeveer gelijk is aan de depositie afkomstig uit de directe omgeving (in orde grootte).

Het is voor Zuid-Holland van belang om duidelijkheid te krijgen over de herkomst van de depositie die nu in de meetcorrectie is opgenomen gezien het om behoorlijk aandeel gaat van de totale depositie.

Aanname de meetcorrectie loopt evenredig mee met de generieke reductie van 20% of aanname dat de meetcorrectie gelijk blijft (omdat de bron niet bekend is).

### **Landbouw emissies (gebiedsdoelen)**

Met de door het RIVM aangeleverde tool is er intern gerekend aan mogelijke scenario's om de emissies van landbouw terug te dringen. Met de gekozen strategie door ZH (20% generiek, 38% transitiegebieden en veenweide, 70% in 2km rond Nieuwkoop en 100% in N2000) zou dat leiden tot 82,8% van het areaal in ZN onder de KDW. Hierbij is het basis pad (reductie NL en buitenland met de aannamen van het Rijk t.a.v. reductie meegenomen).

### **Haven Industrieel Complex (HIC)**

Vanuit het HIC valt de depositie op de Zuid-Hollandse natuur in het algemeen erg mee, maar op het dichtbij gelegen natuurgebied Solleveld en Kappittelduinen is de impact relatief hoog. Wat hierbij echter op valt is dat de industrie in de haven minder bijdraagt aan de stikstofdepositie (28 mol/ha/ja) dan de scheepvaart die als verkeersaantrekkende werking onderdeel is van de vergunningsplicht van de industriële activiteit. (16 mol/ha/ja door scheepvaart aan wal + 20 mol/ha/ja door varende scheepvaart (gerekend tot aan heersend verkeersbeeld)). Inzetten op verduurzamen van de scheepvaart lijkt daarom minstens zo relevant als inzetten op het verduurzamen van de installaties in het HIC. De provincie heeft hierbij geen directe invloed/zeggenschap op de varende scheepvaart 9i ook waar die valt onder de vergunningplicht

### **Onzekerheden**

Gezien het grootste aandeel van de depositie reductie zal moeten komen van de inzet van anderen, is het belangrijk om inzichtelijk te maken wat de impact is wanneer deze verwachtingen niet worden gehaald. Wanneer de buitenlandse reductie 20% minder is dan verwacht verhoogt dat de gemiddelde depositie met 33 mol per hectare per jaar in de Zuid-Hollandse natuurgebieden. In de rekenvoorbeelden hieronder wordt de afhankelijkheid van buitenlandse reductie en de onzekerheid van de afname van de meetcorrectie verder toegelicht.

### **Resultaten voorbeeldberekeningen (uitwerking op volgende pagina's)**

Voor de duingebieden zijn zéér gevoelig voor eventuele afwijkingen van de verwachtingen in het effect van het beleid dat in het buitenland wordt gevoerd. Daarnaast hebben deze gebieden ook de grootste meetcorrectie factor, wat betekent dat een aanzienlijk deel van de depositie in deze gebieden afkomstig is van onbekende bronnen.

Met zeker in de kustgebieden de relatief kleine impact die gehaald kan worden uit de gebiedsgerichte aanpak is het daarom van cruciaal belang dat we de zekerheid krijgen dat het generieke beleid onder verantwoordelijkheid van het Rijk wordt gerealiseerd. Hierbinnen is van groot belang dat de buitenlandse verwachtingen ook daadwerkelijk overeenkomen met de werkelijkheid en dat het van de meetcorrectie duidelijk wordt waar deze door veroorzaakt wordt (het is niet duidelijk of het mogelijk is bronnen weg te nemen waarvan de herkomst onduidelijk is).

## Rekenvoorbeeld Solleveld en Kapittelduinen

*Gemiddelde depositie: 1300 mol/ha/ja.*

*Gemiddelde overbelasting overbelaste natuur: 320 mol/ha/ja.*

*Depositie afkomstig uit buitenland: 440 mol/ha/ja.*

*Depositie afkomstig uit buitenland verwachting 2030: 280 mol/ha/ja.*

*Gemiddelde depositie afkomstig van binnen 5km (gebiedsgericht): 300 mol/ha/ja*

*Meetcorrectie: 250 mol/ha/ja*

### 1. Optimistische scenario

Aannamen: Generiek 20% in hele land en gebiedsgericht 38% (dus 18% meer dan generiek) voor alle sectoren. Meetcorrectie verminderd mee met de generieke 20% reductie.

Reductie buitenland: 160 mol/ha/ja.

Reductie generiek binnenland:  $(1300-440-250) / 5 = 112$  mol/ha/ja.

Reductie meetcorrectie:  $250 / 5 = 50$  mol/ha/ja.

Reductie gebiedsgericht (extra):  $300 * 0.18 = 54$  mol/ha/ja.

Totale reductie:  $160 + 122 + 50 + 54$  mol = 386 mol/ha/ja.

### 2. Pessimistisch scenario

Aannamen: Generiek 20% in hele land en gebiedsgericht 38% (dus 18% meer dan generiek) voor alle sectoren. Meetcorrectie blijft onveranderd (gezien bron onbekend) en de buitenlandse depositie verminderd maar met de helft van de verwachte depositievermindering. In dit scenario blijft de inzet van Nederland en de provincie Zuid-Holland dus gelijk, maar valt de reductie van de meetcorrectie en de buitenlandse stikstofaanpak lager uit.

Reductie buitenland:  $160 * 0.5 = 80$  mol/ha/ja.

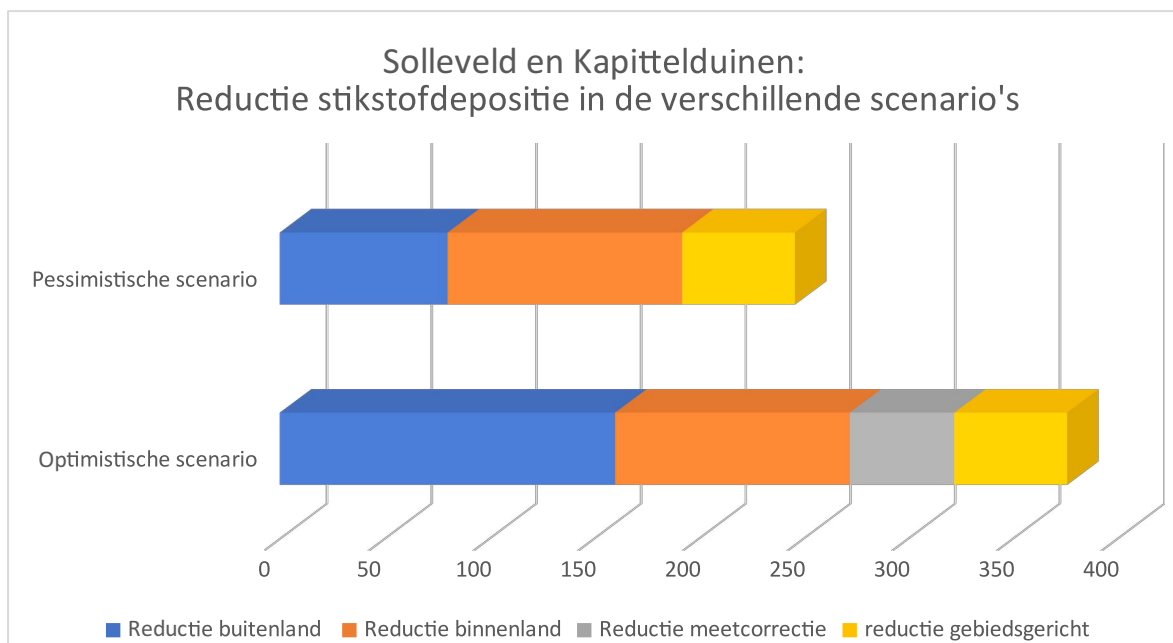
Reductie generiek binnenland:  $(1300-440-250) / 5 = 112$  mol/ha/ja.

Reductie meetcorrectie: 0 mol/ha/ja.

Reductie gebiedsgericht (extra):  $300 * 0.18 = 54$  mol/ha/ja.

Totale reductie:  $80 + 122 + 0 + 54$  mol = 256 mol/ha/ja.

Verminderde reductie t.o.v. positieve scenario: 130 mol/ha/ja.



### Resultaten

Mochten de verwachtingen met betrekking tot stikstofreductie als gevolg van buitenlands beleid en de meegaande trend van de meetcorrectie op de afname van stikstofdeposities negatief uit pakken (waarbij beleid NL / ZH gelijk blijft) heeft dat een enorme impact op Solleveld en Kapittelduinen. Waar in het optimistische scenario de gemiddelde depositie met 386 mol per hectare per jaar daalt blijft daar in het pessimistische scenario (met betrekking tot buitenlandse bronnen en meetcorrectie) nog maar 256 mol van over. De 130 mol onzekerheid tussen de twee scenario's is groter dan de bijdrage die er redelijkerwijs met een gebiedsgerichte aanpak (binnen 5km) kan worden gerealiseerd.

## Rekenvoorbeeld Nieuwkoop

*Gemiddelde depositie: 1110 mol/ha/ja.*

*Gemiddelde overbelasting overbelaste natuur: 350 mol/ha/ja.*

*Depositie afkomstig uit buitenland: 365 mol/ha/ja.*

*Depositie afkomstig uit buitenland verwachting 2030: 255 mol/ha/ja.*

*Gemiddelde depositie afkomstig van binnen 5km (gebiedsgericht): 505 mol/ha/ja*

*Meetcorrectie: 30 mol/ha/ja*

### 1. Optimistische scenario

Aannamen: Generiek 20% in hele land en gebiedsgericht 38% (dus 18% meer dan generiek) voor alle sectoren. Meetcorrectie verminderd mee met de generieke 20% reductie.

Reductie buitenland: 110 mol/ha/ja.

Reductie generiek binnenland:  $(1110-365-30) / 5 = 143$  mol/ha/ja.

Reductie meetcorrectie:  $30 / 5 = 6$  mol/ha/ja.

Reductie gebiedsgericht (extra):  $505 * 0.18 = 91$  mol/ha/ja.

Totale reductie:  $110 + 143 + 6 + 91$  mol = 350 mol/ha/ja.

### 2. Pessimistisch scenario

Aannamen: Generiek 20% in hele land en gebiedsgericht 38% (dus 18% meer dan generiek) voor alle sectoren. Meetcorrectie blijft onveranderd (gezien bron onbekend) en de buitenlandse depositie verminderd maar met de helft van de verwachte depositievermindering. In dit scenario blijft de inzet van Nederland en de provincie Zuid-Holland dus gelijk, maar valt de reductie van de meetcorrectie en de buitenlandse stikstofaanpak lager uit.

Reductie buitenland:  $110 * 0.5 = 55$  mol/ha/ja.

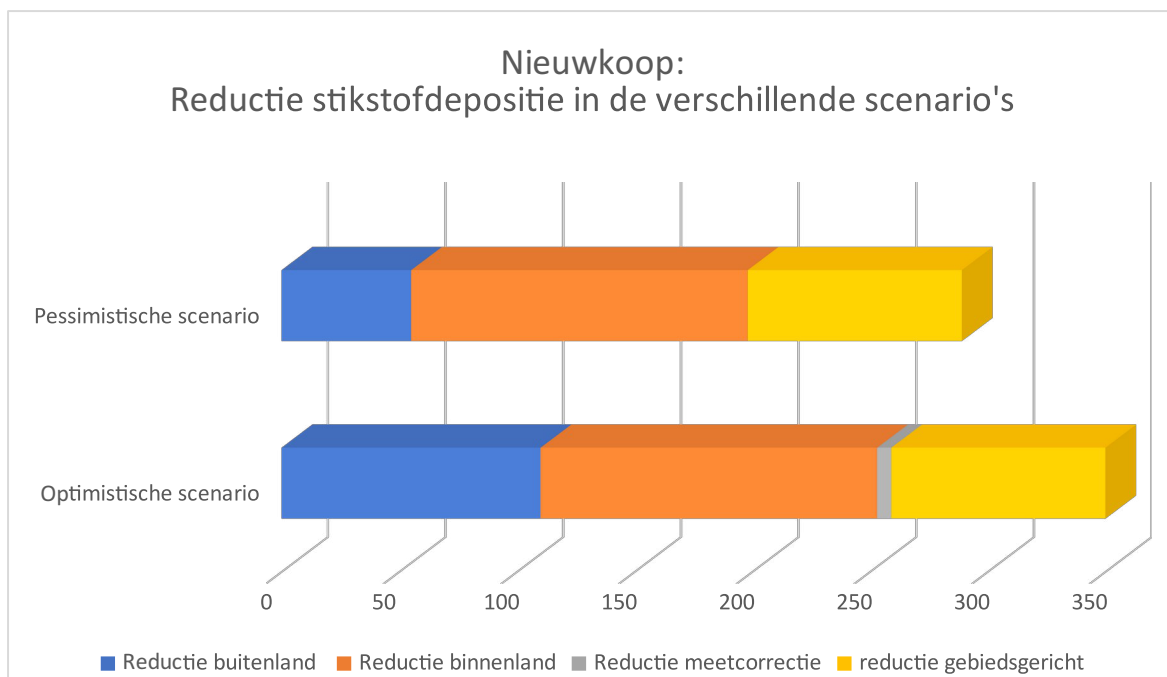
Reductie generiek binnenland:  $(1110-365-30) / 5 = 143$  mol/ha/ja.

Reductie meetcorrectie: 0 mol/ha/ja.

Reductie gebiedsgericht (extra):  $505 * 0.18 = 91$  mol/ha/ja.

Totale reductie:  $110 + 143 + 6 + 91$  mol = 289 mol/ha/ja.

Verminderde reductie t.o.v. positieve scenario: 61 mol/ha/ja.



### Resultaten

Mochten de verwachtingen met betrekking tot stikstofreductie als gevolg van buitenlands beleid en de meegaande trend van de meetcorrectie op de afname van stikstofdeposities negatief uit pakken (waarbij beleid NL / ZH gelijk blijft) heeft ook impact op Nieuwkoop maar wel in mindere maten. Waar in het optimistische scenario de gemiddelde depositie met 350 mol per hectare per jaar daalt blijft daar in het pessimistische scenario (met betrekking tot buitenlandse bronnen en meetcorrectie) nog maar 289 mol van over. De 61 mol onzekerheid tussen de twee scenario's is aanzienlijk, maar in verhouding met de (minimale) gebiedsgerichte heeft deze minder impact dan op gebieden langs de kuststrook.

Van: art.5.1-2e  
Verzonden: 2023-05-23 18:37:45+00:00  
Aan: art.5.1-2e art.5.1-2e art.5.1-2e Los; art.5.1-2e  
art.5.1-2e  
CC:  
Onderwerp: FW: RIVM rapport - Stand van zaken Ammoniak aan zee  
"  
tkn

Van: art.5.1-2e <art.5.1-2e@art.5.1-2e.bij12.nl>  
Verzonden: dinsdag 23 mei 2023 16:14  
Onderwerp: RIVM rapport - Stand van zaken Ammoniak aan zee  
Urgentie: Hoog

Beste collega's,

Zoals jullie weten doet het RIVM, in opdracht van LNV, onderzoek naar 'Ammoniak van Zee'. Over dit onderzoek is afgelopen maand een nieuwe tussenrapportage beschikbaar gekomen. LNV heeft besloten deze tussenrapportage (onder embargo) met jullie te delen, zie hiervoor bijgevoegd document.

Deze rapportage wordt op dit moment beschikbaar gesteld aan de leden van de IPSN-Werkgroep monitoring en data stikstof, de kernteamleden van het Coördinatoren Overleg Gebiedsprogramma's (COG) en enkele IPSN AERIUS-adviseurs. Het betreft een rapport wat nog door de minister met de Tweede Kamer gedeeld moet worden, waardoor er het expliciete verzoek is om dit rapport niet te verder te verspreiden.

Technische briefing

Op 1 juli organiseren LNV en het RIVM een technische briefing voor provincies. Het betreft een online sessie die voorzien is in de middag (15:00-16:30). Een uitnodiging volgt via LNV. Het doel van deze briefing is om de onderzoeksresultaten toe te lichten en technisch inhoudelijke vragen te beantwoorden.

Om optimaal gebruik te maken van de technische briefing, verzamelen we vooraf de vragen van de provincies. Mocht je naar aanleiding van het rapport technisch inhoudelijke vragen hebben, kunnen deze voor 26 mei (14:00) gedeeld worden met het IPSN (art.5.1-2e@art.5.1-2e.bij12.nl <mailto:art.5.1-2e@art.5.1-2e.bij12.nl>). Wij zullen deze vragen bundelen en delen met het RIVM.

Bestuurlijke afstemming

Voor beleidsmatige, politieke en communicatieve aspecten loopt een apart traject via het AC Stikstof (AC S). Het doel van dit traject is om tot een gezamenlijke duiding te komen. De provinciale bestuurders zullen ook via dit traject geïnformeerd worden over het rapport.

Vriendelijke groet,

art.5.1-2e

Leidseveer 2, 3511 SB Utrecht | www.bij12.nl  
<<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.bij12.nl%2F&data=05%7C01%77art.5.1-2e40pzh.nl%7C704c9c3f5a3645ccb2ff08db5bac09ae%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C638204567056359272%7CUnknown%7CTWFPbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCiI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C&sdata=vlr2xRhfFl2byMthB0A3k%2B%2BcwufpJAbXxKgeNwulQE%3D&reserved=0>>

T art.5.1-2e | E art.5.1-2e art.5.1-2e bij12.nl  
<mailto:art.5.1-2e@art.5.1-2e.bij12.nl>



## **Stand van zaken 'Ammoniak van Zee'**

Tussenrapportage april 2023

RIVM Briefrapport 2023-0308

A. Bleeker | M. Poelhuis | A. van Pul | K. Siteur | A. Stolk |  
R. Verweij | R. Wichink-Kruit

## Colofon

© RIVM 2023

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-2023-0308

A. Bleeker (auteur), RIVM  
M. Poelhuis  
A. van Pul  
K. Siteur  
A. Stolk  
R. Verwij  
R. Wichink-Kruit

Contact:  
A. Bleeker  
SMO  
albert.bleeker@rivm.nl

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



## Publiekssamenvatting

### Stand van zaken ammoniak van zee. Tussenrapportage april 2023

Het RIVM brengt elk jaar kaarten uit waarop staat aangegeven hoeveel stikstof in Nederland op de bodem neerslaat (depositie). Deze kaarten kunnen gebruikt worden om het stikstofbeleid te monitoren. Bekend is dat de concentratie ammoniak aan de kust volgens berekeningen lager is dan volgens metingen. Dit verschil wordt gecorrigeerd door aan de berekeningen een extra ammoniakbron toe te voegen in de vorm van ammoniak uit de zee. Maar deze toegevoegde hoeveelheid ammoniak blijkt veel groter te zijn dan de hoeveelheid die in theorie uit zee kan verdampen.

Het RIVM onderzoekt daarom verder naar de oorzaken van het verschil tussen de berekende en gemeten ammoniakconcentraties aan de kust. Daartoe zijn drie mogelijke oorzaken onderzocht: metingen, modelberekeningen en ontbrekende bronnen. Uit deze tussenrapportage blijkt dat het verschil niet aan de metingen kan liggen. Er zijn een paar kleine invloeden gevonden die de metingen kunnen verstoren, maar deze hebben geen groot effect. Ook zijn er geen grote bronnen over het hoofd gezien die vanuit zee grote hoeveelheden ammoniak uitstoten, zoals de scheepvaart. De bijdrage van de scheepvaart is heel klein en kan het verschil tussen de berekeningen en metingen niet verklaren.

Waarschijnlijk is de oorzaak van het verschil dat het rekenmodel niet helemaal rekening kan houden met de complexe weersituatie en de aard van het landschap aan de kust. Dit heeft mogelijk invloed op de hoeveelheid ammoniak die in de kuststrook neerslaat. Hoe groot die invloed precies is, wordt verder onderzocht.

Het is nog niet zeker of deze inzichten zo kunnen worden gebruikt om tot een betere modellering te komen en daarmee kan leiden tot aanpassingen in de berekende concentratie- en de depositiekaarten. Elk jaar wordt het AERIUS-model aangepast aan nieuwe inzichten. Eventuele aanpassingen zullen in deze cyclus worden meegenomen zodra duidelijk is hoe dat het beste kan worden gedaan. Tot die tijd wordt het huidige model gebruikt. Over uiterlijk een half jaar wordt een update gegeven van de voortgang van het onderzoek.

Kernwoorden: ammoniak, stikstofdepositiekaarten, kust, rekenmodel, emissiebronnen, zee, zee-emissies

## Synopsis

### **State of affairs Ammonia from Sea. Interim report April 2023**

Maps showing the amount of nitrogen deposited onto the surface in the Netherlands are published by the RIVM annually. These maps can be used to monitor the nitrogen policy. It is found that the concentration of ammonia near the coast is lower according to model calculations compared to measurements. This difference is corrected by adding an additional source of ammonia by means of ammonia emitted from the sea. However, this additional amount of ammonia appears to be much larger than the amount that can evaporate from the sea in theory.

That is why the RIVM further investigates the causes of the difference between modelled and measured ammonia concentrations along the coast. For that, three possible causes have been investigated, namely: measuring artefacts, missing sources of ammonia and causes related to model calculations. From this interim report it is clear that the difference is not caused by the measurements. Some minor influences were found, disturbing the measurements. However, without a large effect. Also, no large sources emitting large amounts of ammonia from the sea have been overseen, like e.g. shipping. The shipping contribution is very small and cannot explain the difference between calculations and measurements.

The likely cause of the difference is that the model is not able to completely take into account the complex weather and terrain conditions in the coastal area. This possibly has a large influence on the ammonia amount depositing in the coastal region. The magnitude of the influence is investigated further.

It is not yet clear what these insights mean in terms of possible changes in the model, and thus for the calculated concentration and deposition maps. The AERIUS model is updated using new insights annually. Possible adjustments will be included in this update cycle as soon as it is clear how this can be done in the best way. Until then, the current model is used. At the latest within half a year an update will be given about the progress of the research.

Keywords: ammonia, nitrogen deposition maps, coast, model, emission sources, sea, sea emissions

## Inhoudsopgave

### Samenvatting—7

#### 1            **Introductie—9**

#### 2            **Metingen—13**

2.1        Langere meetreeks—13

2.2        Invloed aërosolen op de gemeten ammoniakconcentratie—14

2.2.1     Opzet—15

2.2.2     Resultaten—15

#### 3            **Ontbrekende bronnen—19**

3.1        Emissies uit water—19

3.1.1     Schatting van NH<sub>3</sub> emissies uit Nederlandse kustwateren—19

3.1.2     Onderzoek met het EMEP-model—20

3.2        Zeescheepvaart—21

3.3        Smalle strook met emissies vlak voor de kust—22

#### 4            **Modelberekeningen—25**

4.1        Modelberekeningen met EMEP en OPS—25

4.2        Depositie op water—26

4.3        Zee-land overgang en geaccidenteerd terrein—28

4.4        Meteorologische gegevens—30

#### 5            **Conclusies—34**

5.1        Conclusies metingen—34

5.2        Conclusies ontbrekende bronnen—34

5.3        Conclusies modelberekeningen—34

5.4        Conclusies samengevat—36

#### 6            **Literatuur—37**

#### 7            **Appendix A—40**



## Samenvatting

Dit rapport beschrijft de tussenresultaten van een onderzoek naar de mogelijke oorzaken van een geconstateerd verschil tussen de gemeten en berekende concentraties van ammoniak langs de Nederlandse kust. In het RIVM rapport 'Ammoniakdepositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzeekust' (Noordijk et al., 2014) is een analyse gemaakt van dat verschil. Om het verschil te verkleinen is in het model een emissiebron 'ammoniak vanuit zee' geïntroduceerd. Daarbij werd een Chlorofyl-a kaart gebruikt om de betreffende emissies ruimtelijk te verdelen. Nader onderzoek heeft intussen laten zien dat de omvang van deze emissies te hoog is ingeschat.

Met het wegvallen van 'ammoniak uit zee' als volledige verklaring voor het verschil langs de kust is er verkennend onderzoek gestart om mogelijke verklaringen voor het verschil te vinden. In dit rapport zijn drie hypothesen onderzocht: 1) het ligt aan de metingen, 2) het ligt aan ontbrekende bronnen en/of 3) het ligt aan de modelberekeningen.

Ten aanzien van de metingen is de mogelijke invloed van aërosolen op de meetresultaten onderzocht. Hiervoor zijn acht maanden lang aanvullende metingen gedaan. Dit onderzoek laat zien dat verdamping van aërosolen van de filters op de passieve samplers tot iets hogere ammoniakconcentraties kan leiden (max. 7% concentratietoename na kalibratie aan de LML-metingen). Dit beeld is echter niet consistent; er zijn ook meetpunten die geen concentratietoename laten zien.

Ten aanzien van de ontbrekende bronnen blijkt dat er wel ammoniak vrij kan komen uit zee, echter de hoeveelheid ammoniak die uit het zeewater vrijkomt is aanzienlijk kleiner dan nu in het model wordt aangenomen. Een gevoeligheidstest laat zien dat ook met een kleinere strook van emissies voor de kust, het verschil tussen metingen en modelberekeningen verkleind kan worden. Het lijkt er echter op dat de emissies in die strook dan nog steeds erg hoog moeten zijn om het volledige verschil te kunnen verklaren. Verder onderzoek en vergelijking met metingen van Rijkswaterstaat moeten hier uitsluitsel over geven. Daarnaast zou er mogelijk een proces op het (droogvallend) strand en slikken kunnen zijn dat voor emissie van ammoniak kan zorgen. Het RIVM wil deze mogelijke emissieoorzaak samen met het NIOZ verder onderzoeken. Onderzoek naar ontbrekende bronnen op de Noordzee laat zien dat het niet aannemelijk is dat zeescheepvaart een significante bron van ammoniak is.

Ten aanzien van de modelberekeningen zijn er een aantal mogelijke verklaringen onderzocht. Allereerst geeft een reductie van de depositie op zee (door een hogere pH en ammoniumconcentratie in het zeewater) een hogere ammoniakconcentratie langs de kust. Hoe realistisch deze hogere ammoniumconcentraties in het zeewater zijn, moet uit de vergelijking met metingen van Rijkswaterstaat komen. Daarnaast houdt het OPS-model geen rekening met het veranderende stromingspatroon bij de overgang van zee- naar landoppervlak en met het geaccidenteerde duingebied. Dit kon nog niet in detail worden

uitgezocht. Om een indruk van een mogelijk effect van geaccidenteerd terrein en het veranderde stromingspatroon zijn gevoeligheidstests gedaan naar de variatie in de hoogte waarop de concentratie berekend wordt (receptorhoogte) en het gebruik van andere meteorologische gegevens.

Een vergelijking van berekeningen op verschillende hoogtes laat zien dat het verschil tussen de berekeningen en de metingen kleiner wordt als er naar een grotere receptorhoogte gegaan wordt. Dit zou voor een aantal duintoppen kunnen gelden maar zeker niet voor alle meetlocaties in het duingebied. Een gevoeligheidstest met meteorologische omstandigheden die meer representatief zijn voor landinwaarts gelegen gebieden laat zien dat de meteorologie een belangrijke invloed heeft op de berekende concentraties aan de kust. Beide aspecten tonen aan dat dit mogelijk het gevolg is van een ander stromingspatroon bij de duinen. Hier wordt verder onderzoek naar gedaan. Daarbij zal ook gekeken worden naar de representativiteit van de depositieparametrisatie voor het duingebied.

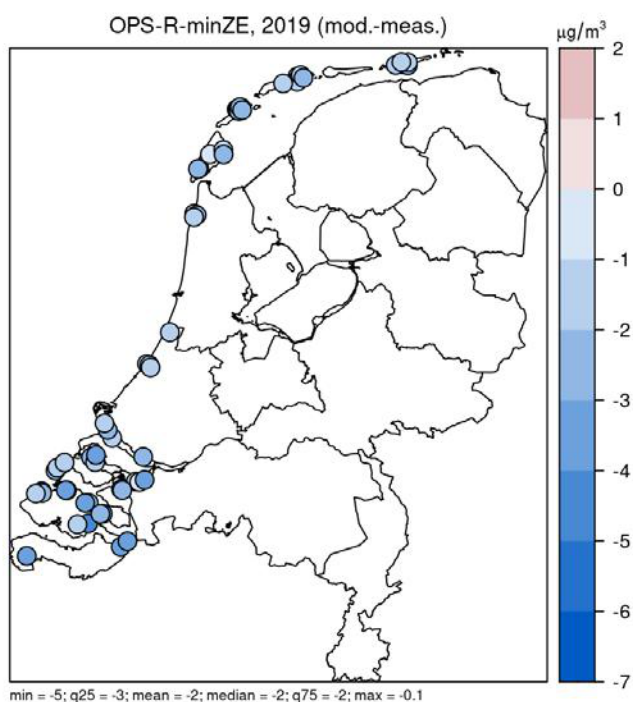
Er is op voorhand niet te zeggen wat de uiteindelijke gevolgen zijn voor de berekende depositie langs de kust. Dit komt omdat een aantal mogelijke aanpassingen in het model alleen effect kunnen hebben op de concentratie, waarbij de berekende depositie vrijwel gelijk blijft, en andere aanpassingen ook of alleen de berekende depositie beïnvloed.

Het is nog niet zeker of deze inzichten zo kunnen worden gebruikt om tot een betere modellering te komen en daarmee kan leiden tot aanpassingen in de berekende concentratie- en de depositiekaarten. Elk jaar wordt het AERIUS-model aangepast aan nieuwe inzichten. Eventuele aanpassingen zullen in deze cyclus worden meegenomen zodra duidelijk is hoe dat het beste kan worden gedaan. Tot die tijd wordt het huidige model gebruikt. Over uiterlijk een half jaar wordt een update gegeven van de voortgang van het onderzoek.

## 1 Introductie

### *Algemeen*

In het RIVM-rapport 'Ammoniakdepositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzee-kust' is een analyse gemaakt van het verschil tussen gemeten en de met het OPS-model berekende ammoniakconcentraties (Noordijk et al., 2014). Dit verschil is ook niet overal hetzelfde, zoals in Figuur 1 te zien is. Het verschil varieert van 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (op Texel) tot 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (meer landinwaarts in Zeeland), met een gemiddeld verschil voor de kuststations van 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (gemodelleerd is daarmee ca. 60% van de gemeten concentraties)

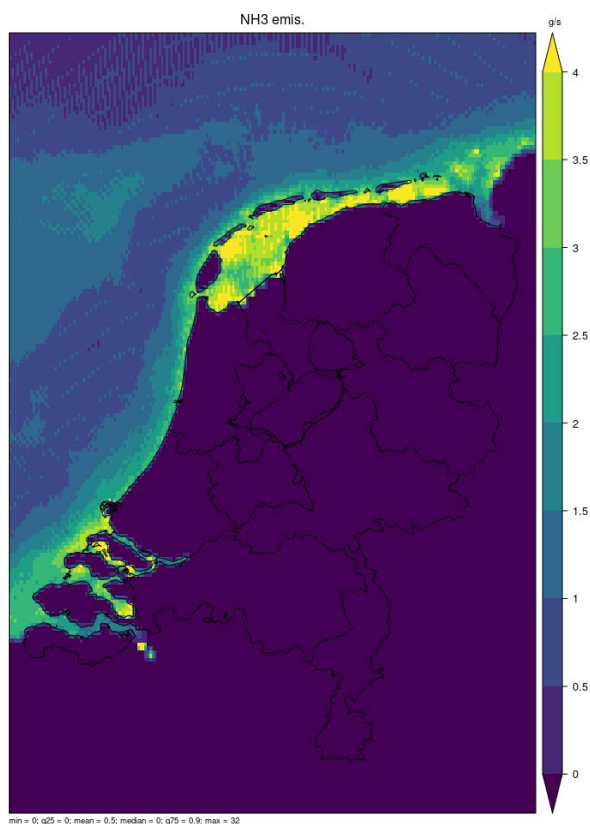


*Figuur 1*      *Verskil tussen gemodelleerde en gemeten ammoniakconcentratie voor 2019 voor het duingebied (en Zeeland). Berekening met OPS, zonder bijdrage uit zee.*

Noordijk et al. geven aan dat een oorzaak voor dat verschil zou kunnen voortkomen uit het feit dat de emissie van ammoniak vanuit de kustzone naar de atmosfeer niet in het OPS-model is meegenomen. Aan het model is vervolgens een emissie voor ammoniak uit zee toegevoegd, op basis van het gemiddelde algenpatroon (via chlorophyl-a concentratie in het zeewater) in de Noord- en Waddenzee. Dit met de randvoorwaarde dat door deze toevoeging het verschil tussen de berekende en gemeten ammoniakconcentraties in de duingebieden uiteindelijk minimaal zou zijn. Noordijk et al. geven in hun rapport al aan dat er 'nog geen volledige causale onderbouwing van het proces beschikbaar is'. Hierbij is volgens Noordijk et al. ook niet met zekerheid te zeggen of de door hen gepresenteerde resultaten in de toekomst blijven gelden. Om de procesmatige onderbouwing van de

ammoniakstroom uit zee naar de duinen te verbeteren, zou nader onderzoek aldus Noordijk et al. nodig zijn.

De emissie 'vanuit zee' was dus in eerste instantie een middel om het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie van ammoniak te minimaliseren. Hierbij werd de chlorofyl-kaart alleen gebruikt om de emissies ruimtelijk te kunnen verdelen. De concentratie van algen in het zeewater is daarbij niet gebruikt om de grootte van de emissies te bepalen. Figuur 2 laat de verdeling van de ammoniakemissie zien, zoals die sinds het Noordijk et al. rapport is meegenomen in de OPS-berekeningen.



Figuur 2:  $NH_3$  emissies vanuit zeewater zoals toegepast in het OPS model.

Zowel de ruimtelijke verdeling als de omvang van de emissie zijn door de jaren heen constant verondersteld in de berekeningen. De emissie vanuit zee, zoals aangenomen op basis van het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie, kwam daarbij uit op ca. 30 kton ammoniak voor het Nederlandse deel van de Noordzee.

Deze emissies, en de op basis daarvan berekende concentratie en depositie, waren dus in eerste instantie bedoeld om 'het gat' tussen gemeten en berekende concentratie van ammoniak te dichten. Deze bijdrage werd als een aanvulling op de zogenaamde 'meetcorrectie' meegenomen in de berekeningen van de concentratie- en



depositiekaarten (GCN/GDN<sup>1</sup>, AERIUS). Echter, de emissies zijn daarbij als aparte broncategorie meegenomen in de berekeningen en kregen daarmee ook een naam: 'ammoniak uit zee'. Hiervan kon vervolgens ook de bijdrage aan de depositie berekend worden, die met name in de kuststrook tientallen procenten kan bedragen.

Verschillende vragen over deze bijdrage vanuit zee waren de aanleiding om deze bron van ammoniak nader te beschouwen. Een onderzoek door Dr. Martin Johnson (Univ. van East Anglia, UK) laat zien dat (in lijn met wat Noordijk et al. constateren) er een bijdrage vanuit zee verwacht kan worden. Er bestaat een chemisch evenwicht tussen ammonium en ammoniak in zeewater, waarbij het uiteindelijke evenwicht mede afhankelijk is van de temperatuur van het zeewater (Asman et al., 1994; Johnson et al, 2008, 2010). Zo kunnen hogere zeewatertemperaturen leiden tot een verschuiving van het evenwicht en uiteindelijk tot meer ammoniak in de lucht leiden. Op basis van informatie over dit evenwicht en de heersende concentraties van ammonium in de kustwateren kan een inschatting van de emissie gemaakt worden. Dr. Johnson komt op een emissie die 50-100 art.5. NH<sub>3</sub> bedraagt, hetgeen een vele malen kleinere emissie is dan waarvan in de berekeningen wordt uitgegaan (zie 3.1.1 voor de uitgebreide versie van de rapportage van Dr. M. Johnson). Het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie voor de meetlocaties langs de kust kan dus niet volledig verklaard worden door ammoniak uit zee.

Met het wegvallen van 'ammoniak uit zee' als volledige verklaring voor het verschil is er nader onderzoek nodig om een sluitende verklaring voor dit verschil te vinden. Wat zijn dan mogelijke verklaringen voor het verschil tussen berekende en gemeten ammoniakconcentraties aan de kust en wat betekent dit voor de depositiecijfers?

#### *Mogelijke verklaring verschil*

De bepaling van de stikstofdepositie gebeurt in Nederland op basis van metingen en modelberekeningen. In deze bepaling zitten onzekerheden die voortkomen uit onzekerheden in emissies, modelbenaderingen, metingen etc. Bij alle berekeningen die plaatsvinden in het domein van luchtkwaliteit en depositie komt dit voor en zijn de onzekerheden gewoonlijk in de orde van tientallen procenten.

Er kunnen diverse oorzaken zijn voor het geconstateerde verschil tussen de berekende en gemeten ammoniakconcentraties aan de kust. Afhankelijk van de oorzaak van deze verschillen zijn de implicaties voor de depositiebepaling aan de kust anders.

#### *Wat zijn de hypotheses?*

Voor het verschil tussen de berekende en gemeten concentraties kan gekeken worden naar de beide onderdelen van deze 'vergelijking': de metingen en de modelberekeningen. Het verschil kan veroorzaakt worden door deze beide aspecten afzonderlijk of een combinatie ervan. Hieronder zijn drie mogelijke hypotheses verder uitgewerkt.

<sup>1</sup> Zie hiervoor bijvoorbeeld: Hoogerbrugge et al. R (2019) Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland, Rapportage 2019. RIVM Rapport 2019-0091.

**Hypothese A: Het ligt aan de metingen**

Over het algemeen wordt er van uit gegaan dat de metingen correct zijn. Toch kennen ook de metingen onzekerheden. Zo kan een ammoniakmeting met Gradko-buisjes namelijk te hoog uitvallen. Een te hoge meting kan worden veroorzaakt door nalevering van ammoniak dat in de vorm van ammoniumaerosol op het filter zit. Met aanvullende experimenten is nagegaan wat het effect van deze nalevering zou kunnen zijn. In Hoofdstuk 2 worden de opzet en de resultaten van dit experiment beschreven.

**Hypothese B: Het ligt aan ontbrekende bronnen**

Voor de modelberekeningen is informatie over ammoniakbronnen nodig. Het kan zijn dat er bronnen die zich in de buurt van de metingen of dichtbij de kust bevinden en die niet bij de emissieregistratie bekend zijn. Een voorbeeld zou kunnen zijn emissies van lokale (water)vogelkolonies. In Hoofdstuk 3 wordt verder ingegaan op de mogelijke ontbrekende bronnen.

**Hypothese C: Het ligt aan de modelberekening.**

Er kan zich de situatie voordoen waarbij het OPS model langs de kust systematisch te lage concentraties berekent. Dit kan verschillende oorzaken hebben, waarbij de complexe situatie langs de kust mogelijk een grote rol speelt. Zo is het model misschien onvoldoende in staat om de land-zee-overgangen en de sterk variërende meteorologische omstandigheden goed te beschrijven. Eerste resultaten van het lopende onderzoek naar de rol van de modelberekeningen in het verschil tussen berekende en gemeten ammoniakconcentraties aan de kust worden in Hoofdstuk 4 beschreven.

In de volgende hoofdstukken gaan we verder in op de resultaten van het vervolgonderzoek dat uitgevoerd is binnen de verschillende hypothesen en wat daar de (voorlopige) conclusies bij zijn.

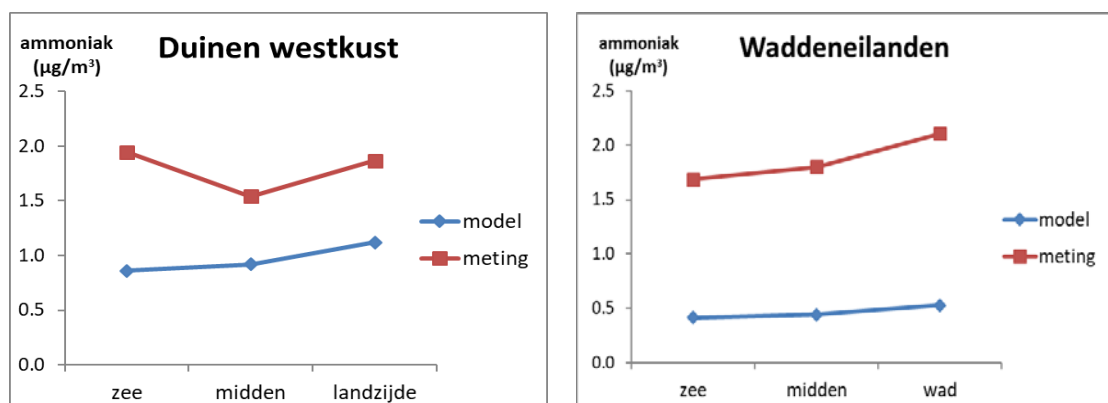
## 2 Metingen

In dit hoofdstuk worden verschillende aspecten rond de metingen langs de kust behandeld. Sinds de publicatie van het rapport van Noordijk et al. (2014) zijn de metingen langs de kust doorgegaan. Mogelijk kunnen de langere meetreeksen meer (of ander) inzicht verschaffen in de situatie met betrekking tot de ammoniakconcentraties in het kustgebied (2.1). Vervolgens wordt in 2.2 ingegaan op het experiment waarbij de mogelijke invloed van aerosolen op de meetresultaten is onderzocht.

### 2.1 Langere meetreeks

In het rapport van Noordijk et al. (2014) zijn de onderstaande grafieken te vinden, waarin voor het duingebied aan de westkust en voor de Waddeneilanden de gemeten en berekende ammoniakconcentraties zijn weergegeven. Voor de westkust<sup>2</sup> betreft het drie meetpunten in een rij dwars op de kust; een zogenaamd transect vanaf de zee naar meer landinwaarts. Voor de Waddeneilanden<sup>3</sup> gaat het om transecten vanaf de Noordzee naar de Waddenzee.

Deze figuren voor de westkust en de Waddeneilanden waren een belangrijke aanwijzing voor het feit dat er een relatief groot verschil was tussen de gemeten en berekende ammoniakconcentratie, en dat er sprake zou kunnen zijn van een bron van ammoniak die op zee zou liggen. Mede naar aanleiding van deze informatie is 'op zee' gezocht naar een bron van ammoniak waarmee het verschil tussen gemeten en berekende concentratie grotendeels teniet gedaan kon worden. De manier waarop dit vervolgens gedaan is, is beschreven in het rapport van Noordijk et al. (2014).



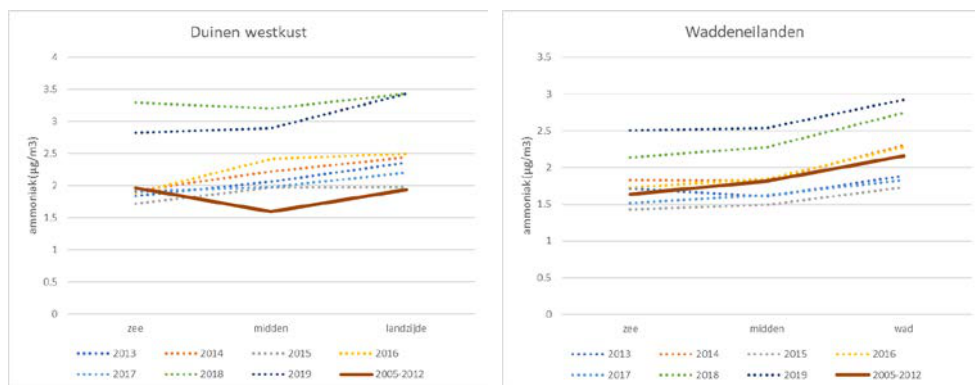
Figuur 3 Gemeten en gemodelleerde ammoniakconcentratie voor de periode 2005-2012 voor de duinen aan de westkust (links) en de Waddeneilanden (rechts). Bron: Noordijk et al. (2014).

De volgende grafieken (Figuur 4) geven eenzelfde soort overzicht van de gemeten concentraties voor de beide gebieden, maar dan aangevuld met metingen uit de periode 2013-2019. Voor de westkust is het

<sup>2</sup> Voor de westkust wordt in Noordijk et al. (2014) uitgegaan van het Zwanenwater, Kennemerland en Meijndel

<sup>3</sup> Voor de Waddeneilanden wordt uitgegaan van Vlieland en Terschelling en twee transecten op elk eiland

patroon van de concentraties na 2012 veranderd. In vrijwel alle jaren na 2012 lopen de concentraties landinwaarts op. Voor de Waddeneilanden is het patroon wel consistent in de tijd: oplopende concentraties vanaf de Noordzeekust naar de Waddenzee. Doordat de concentraties in het duingebied aan de westkust geen duidelijke verhoging meer laten zien aan de zeezijde zou er nu mogelijk minder reden zijn om aan te nemen dat er sprake is van een bijdrage vanuit zee. Het blijft echter opvallend dat de concentraties in de gehele kuststrook te laag worden berekend.



Figuur 4 Gemeten ammoniakconcentratie voor de periode 2005-2019 voor het duingebied aan de westkust (links) en de Waddeneilanden (rechts).

## 2.2 Invloed aërosolen op de gemeten ammoniakconcentratie

Zoals in de inleiding al genoemd, is de directe aanleiding voor de extra metingen het verschil tussen de gemeten en berekende ammoniakconcentraties langs de kust. Een deel van dit verschil kan te maken hebben met de metingen. In het verleden is er namelijk al geconstateerd dat er zich, bij de door het RIVM gebruikte monsterbuisjes, de situatie voordoet dat er hogere concentraties worden gemeten wanneer het filter onderin het buisje aanwezig blijft na de meetperiode en tijdens het transport. In eerdere publicaties wordt er melding van gemaakt dat dit te maken zou kunnen hebben met een mogelijke vervluchtiging van ammoniumnitraat wat zich op het filter kan verzamelen<sup>4</sup>. Bij veranderende temperatuur/vochtigheid/etc. kan dit ammoniumnitraat weer uiteen vallen en vervolgens als ammoniak gemeten worden in het buisje.

Om een eerste inschatting te maken van dit fenomeen is in de eerste helft van 2021 gedurende zes maanden een meetcampagne gestart in het Zwanenwater. Daarbij is een standaard triplo (met filter) en een triplo zonder filter op de vier locaties in het Zwanenwater opgehangen. De resultaten van deze campagne lieten inderdaad duidelijke verschillen zien tussen de beide varianten, waarbij het gemiddelde verschil voor bepaalde maanden op kon lopen tot ca. 30%. De metingen zonder filter gaven een lagere concentratie dan de metingen met filter.

<sup>4</sup> Sutton et al. (2001) Comparison of low cost measurement techniques for long-term monitoring of atmospheric ammonia. *Journal of Environmental Monitoring* **3**, pp. 446-453.

Naar aanleiding van deze campagne in het Zwanenwater is er besloten om de metingen uit te breiden naar zes locaties langs de kust en de zes LML stations. Dit om meer duidelijkheid te krijgen over de reikwijdte van het verschil. Wanneer dit fenomeen zich voordoet op meerdere stations langs de kust is er sprake van een situatie waarbij (een deel van) de geconstateerde afwijking door de metingen wordt veroorzaakt. Wanneer direct langs de kust sprake is van een onterecht te hoog gemeten ammoniakconcentratie met 15-30% zal dit voor een deel vertaald worden in een lagere ammoniakdepositie. Met andere woorden: de huidige berekende deposities zijn langs de kust dan te hoog, hetgeen niet het geval is voor de overige gebieden meer landinwaarts. Hoeveel hoger hangt er vanaf hoe groot de afwijking in de ammoniakconcentratie na de ijking nog is (en of dit tijdens de ijking ook daadwerkelijk wordt meegenomen).

### 2.2.1

#### *Opzet*

Zoals hierboven al aangegeven zijn extra metingen uitgezet op twaalf locaties: zes MAN-gebieden langs de kust en zes LML stations. Tabel 1 geeft een overzicht van de twaalf locaties.

*Tabel 1: Meetstations meegenomen in deze meetcampagne.*

TYPE	STATIONSNUMMER	STATIONSNAAM
MAN	18	Terschelling
MAN	21	Zwanenwater
MAN	37	Kennemerland
MAN	38	Kop van Schouwen
MAN	46	Meyendel
MAN	319	Texel
LML	131	Vredepeel
LML	444	De Zilk
LML	538	Wieringerwerf
LML	633	Zegveld
LML	738	Wekerom
LML	929	Valthermond

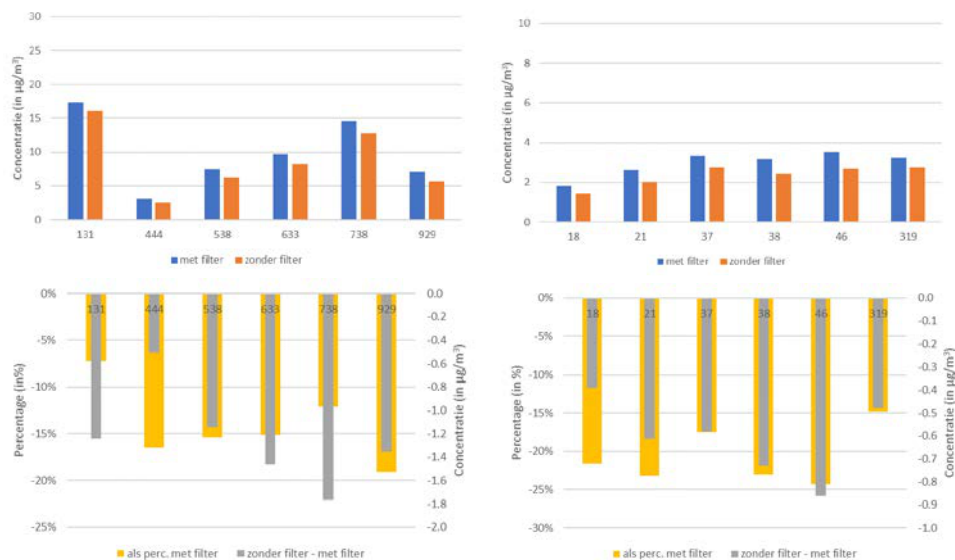
De metingen zijn eind december 2021 gestart en liepen door tot en met augustus 2022. De verwachting is dat op basis van deze meetreeks al een duidelijk beeld gevormd kan worden in hoeverre het al dan niet verwijderden van het filter doorwerkt in de uiteindelijke MAN-meetresultaten. Voor een vergelijking van deze MAN-metingen met de LML metingen (o.b.v. miniDOAS), is gebruik gemaakt van de ongevalideerde gemiddelde maandconcentraties.

### 2.2.2

#### *Resultaten*

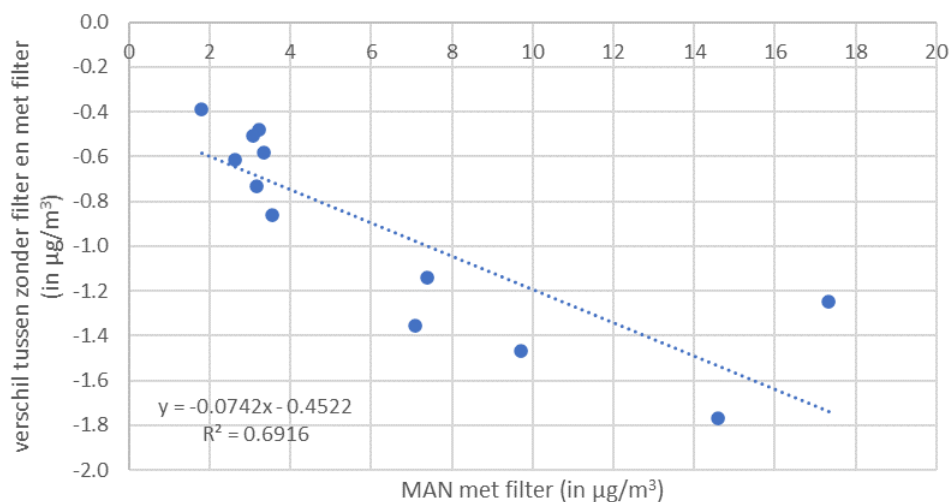
In de onderstaande figuren (Figuur 5) is voor de LML- (links) en MAN- (rechts) stations de gemeten concentratie weergegeven voor de situatie met en zonder filter. Het gaat hier om de gemiddelde concentratie voor de hele meetperiode (acht maanden). De bovenste figuren laten daarbij de absolute concentraties zien voor de beide situaties, terwijl de onderste figuren niet alleen het absolute verschil weergeven maar ook het verschil als percentage van de standaardmeting (met filter). Voor de LML-stations varieert het gemeten verschil tussen de beide varianten van 0,40 µg/m<sup>3</sup> (De Zilk) tot 1,60 µg/m<sup>3</sup> (Vredepeel en Wekerom). Dit verschil is 7-19% van de totale gemiddelde concentratie

van de standaard MAN-metingen (dus inclusief filter). Voor de MAN-stations zijn de concentraties op het niveau als die op het LML-station De Zilk (444). Ook hier varieert het absolute concentratieverschil en ligt tussen 0,20 en 0,80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De bijdrage van dit verschil aan de totale standaard concentratie bedraagt circa 8-25%.



Figuur 5: Gemiddelde concentraties (voor de hele meetperiode) voor de LML- (links) en MAN- (rechts) stations voor de metingen met en zonder filter.

Wanneer de hierboven genoemde concentratieverschillen uitgezet worden tegen de totale 'standaard' concentratie (met filter), is er een duidelijke relatie tussen beide te zien. Hoe hoger de concentratie, hoe groter het verschil en dus de bijdrage van de ammoniak/ammonium op het filter (Figuur 6).

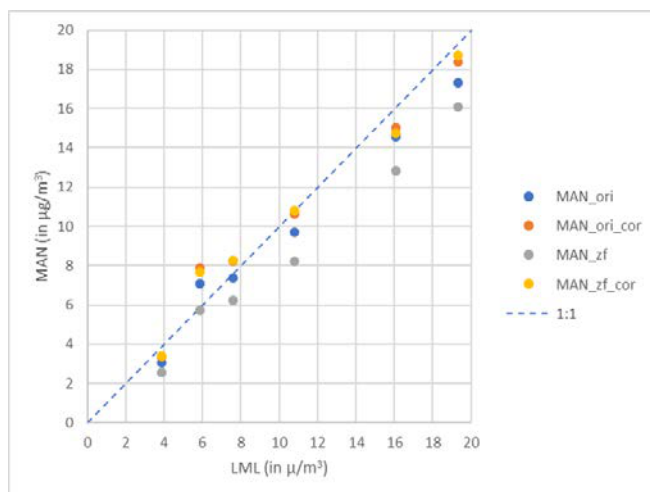


Figuur 6: Concentratieverschil (met en zonder filter) als percentage van de totale concentratie (met filter), uitgezet tegen de totale concentratie (met filter).

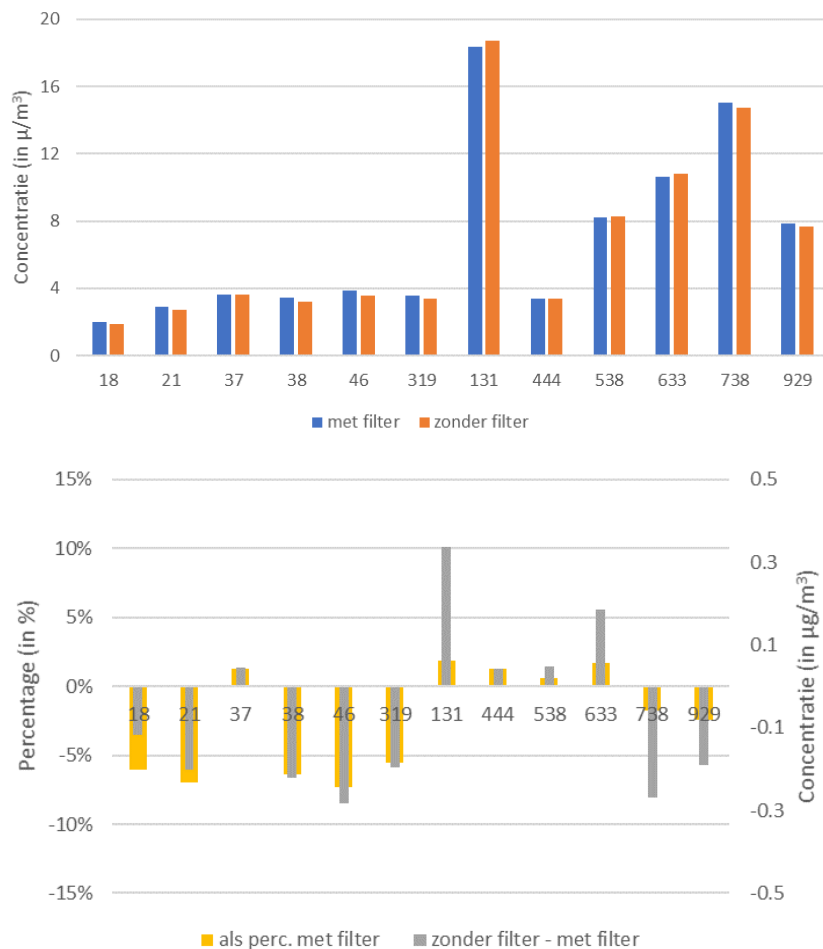
Wanneer we wat specifiekere kijken naar De Zilk, dan lijkt daar de concentratie eerder toe dan af te nemen. Daarbij moet nog rekening

gehouden worden met het feit dat ook na kalibratie er een verschil met de miniDOAS metingen blijft bestaan. Dat betekent dat de concentraties voor De Zilk in werkelijkheid nog ca. 10% hoger zijn dan de MAN-metingen voor die locatie (na kalibratie) weergegeven. De miniDOAS-metingen zijn beschouwd als de referentie metingen voor ammoniak en worden gebruikt in het LML (zie voor beschrijving Berkhout et al., 2018).

Uiteindelijk gaat het om de concentratie na kalibratie. In de onderstaande figuur zijn de verschillen tussen de varianten met en zonder filter en voor en na de kalibratie voor de metingen met de MAN-buisjes weergegeven.



Figuur 7: Vergelijking tussen MAN- en LML-concentratie voor en na kalibratie voor de varianten met en zonder filter.



*Figuur 8: Verschil tussen de metingen met en zonder filter na kalibratie voor de MAN- en LML-stations, met: boven – de gemiddelde concentratie en onder – het absolute en relatieve verschil tussen de beide varianten.*

Het onderzoek naar een mogelijk effect van ingevangen aërosolen op het filter heeft een wisselend beeld laten zien van stijgende en dalende concentraties (na kalibratie) voor de 12 meetstations. Voor vijf van de zes meetpunten langs de kust geeft de variant 'zonder filter' een verlaging van de concentratie tot maximaal  $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (7%) gedurende de hele meetperiode. Dit is ongeveer 10-20% van het geconstateerde verschil tussen de gemeten en berekende concentraties en daarmee geen volledige verklaring voor dat verschil.



### 3 Ontbrekende bronnen

Dit hoofdstuk behandelt een aantal aspecten die te maken hebben met de mogelijke emissie uit of van zee. Voor de emissies uit het zeewater wordt daarbij wordt gekeken naar een studie van Dr. Martin Johnson, waarbij een onafhankelijke inschatting gemaakt is van de emissie uit zee (3.1.1). Dit is aangevuld met een inschatting van deze emissie op basis van berekeningen met EMEP-model (3.1.2). Vervolgens is de mogelijk (extra) bijdrage door de zeescheepvaart (3.2) en het effect van een andere ruimtelijke verdeling van de emissies langs de kust (3.3) bekeken.

#### 3.1 Emissies uit water

##### 3.1.1 *Schatting van NH<sub>3</sub> emissies uit Nederlandse kustwateren*

(Deze analyse is gebaseerd op een rapportage van Dr. Martin Johnson (UK) die op verzoek van RIVM is uitgevoerd. Zie voor de gehele rapportage Bijlage x).

De uitwisseling van ammoniak tussen het zee-oppervlak en de atmosfeer hangt af van de ammoniakconcentratie in de lucht en ammonium in het zeewater, de temperatuur, zuurgraad (pH) en windsnelheid. De flux wordt bepaald door het effectieve concentratieverschil tussen zee en atmosfeer, mede bepaald door de Henry-constante, KH. In het geval van ammoniak moet ook het evenwicht tussen moleculair NH<sub>3</sub> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> daarin meegenomen worden. Bij een typische pH, temperatuur en saliniteit is er slechts een paar procent van de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> beschikbaar voor het transport over de lucht-zee overgang als opgelost ammoniak. De mate van uitwisseling wordt gecontroleerd door de uitwisselingssnelheid – in het geval van ammoniak de transportsnelheid naar de lucht. De onderliggende processen van deze uitwisseling zijn complex en in hoge mate variabel, maar parametrisaties van de uitwisselingssnelheid geven een redelijke schatting, zeker wanneer gekeken wordt naar lange-termijn gemiddelden.

In deze analyse is het uitwisselingsschema van Johnson (2010) gebruik om de temperatuur, pH en saliniteits-afhankelijke uitwisselingssnelheden, de oplosbaarheid van ammoniak volgens de Henry-constante en pKa van ammonium te berekenen, dit voor het bepalen van de verdeling tussen NH<sub>3</sub> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> in het water aan het zee-oppervlak. Het bepalen of en in welke mate de Nederlandse kustwateren een bron van ammoniak voor de Nederlandse kuststrook kunnen zijn is uitgevoerd op basis van de MAN-gegevens voor NH<sub>3</sub> van het RIVM, de zee oppervlaktetemperatuur en de windvelden van het ECMWF. Zeewater concentraties zijn geschat op basis van literatuurwaarden. Deze simpele analyse kan de MAN-luchtconcentraties niet verklaren vanuit het zee-oppervlak als een mogelijke bron. Een ruwe schatting van de emissie vanuit zee, suggereert dan een wateroppervlak van 5000 km<sup>2</sup> langs de Nederlandse kust verantwoordelijk zou kunnen zijn voor ca. 100 art.5 NH<sub>3</sub>.

### 3.1.2 Onderzoek met het EMEP-model

Met het EMEP-model is ook onderzocht wat de mogelijke omvang van de zee-emissies zou kunnen zijn (Hazelhorst, 2019). Het EMEP-model is een model dat binnen de Conventie voor grensoverschrijdende luchtverontreiniging in Europa van de VN (UN-ECE CLRTAP) gebruikt wordt (EMEP, 2022). Hiervoor is er een speciale bi-directionele gasuitwisselingsroutine (BiDir) ingebouwd in het EMEP-model. Hieronder worden de conclusies van dat onderzoek beschreven.

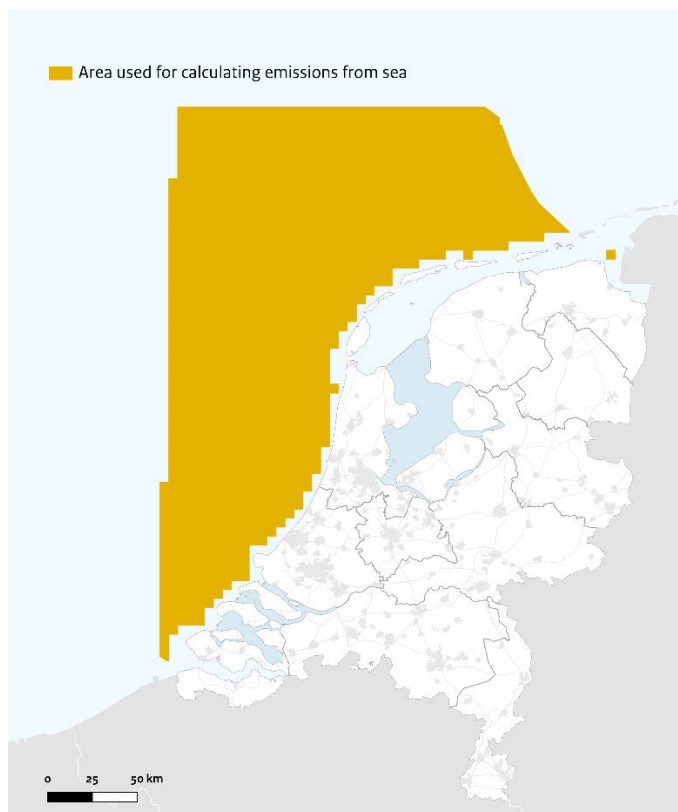
#### *Vergelijking van de BiDir zee-emissies met GCN-emissies voor de Noordzee*

De emissies voor de Noordzee, zoals berekend met de BiDir-routine, zijn vergeleken met de emissies zoals gebruikt in de jaarlijkse RIVM-berekeningen van de concentratie- en depositiekaarten (GCN/GDN). Omdat de emissies voor GCN/GDN niet dezelfde resolutie hebben als het EMEP-grid, is de vergelijking alleen uitgevoerd voor het aangegeven gebied in Figuur 97. Dit gebied is een combinatie van de GCN 5x5 km<sup>2</sup> gridcellen boven water en het EMEP-grid. De emissies voor het betreffende gebied zijn geaggregeerd, waarmee de resultaten in Tabel 2 bepaald zijn.

De hoeveelheid NH<sub>3</sub> zee-emissies, berekend via de BiDir-routine, is ongeveer een factor 90 kleiner dan de emissies die nu gebruikt worden voor het maken van de GCN/GDN kaarten. Wanneer dit geschaald wordt naar een oppervlak van 5000 vierkante kilometer, dan is de totale BiDir-emissie 23 art.5. NH<sub>3</sub>. Voor de GCN/GDN-emissies is dit ongeveer 2000 art.5. NH<sub>3</sub>. Ter vergelijking, voor een oppervlak van 5000 km<sup>2</sup> berekende M. Johnson (3.1.1) een totale emissie van ongeveer 100 art.5. NH<sub>3</sub> per jaar. Deze emissie is ongeveer een factor 4 hoger dan de emissie op basis van de BiDir-routine. Dit kan verklaard worden doordat in BiDir CMEMS-invoergegevens voor oceaan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> concentraties zijn gebruikt, die een factor 2 tot 10 kleiner zijn dan op basis van metingen verwacht mag worden. Echter, zowel de resultaten van M. Johnson, als de resultaten op basis van EMEP/BiDir, laten zien dat de emissies als gebruikt voor de GCN/GDN-kaarten veel te hoog zijn.

*Tabel 2: Vergelijking van de totale emissies o.b.v. de BiDir-routine in EMEP en zoals gebruikt voor GCN/GDN voor een bepaald gebied. De 33204 km<sup>2</sup> is het gebied zoals weergegeven in Figuur 97. De 5000 km<sup>2</sup> is de hoeveelheid berekend voor het totale gebied, maar dan geschaald naar een oppervlak van 5000 km<sup>2</sup>.*

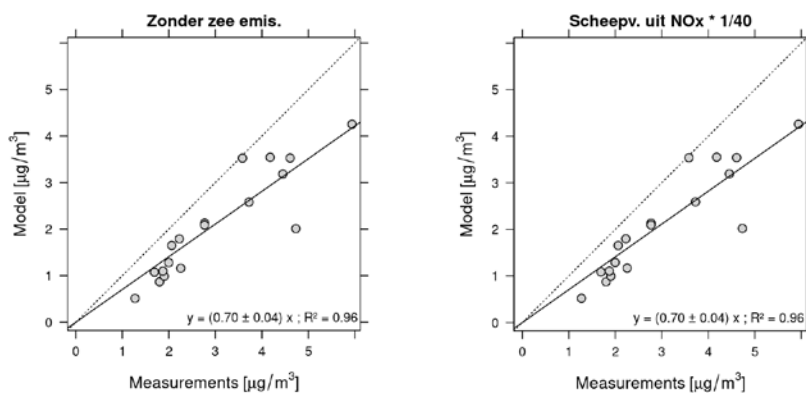
Areaal (km <sup>2</sup> )	GCN-emissies (art.5. NH <sub>3</sub> j <sup>-1</sup> )	BiDir-emissies (EMEP) (art.5. NH <sub>3</sub> j <sup>-1</sup> )	Ratio emissies GCN/emissies BiDir (-)
33204	13369	152	88.2
5000	2013	23	88.2



Figuur 9: Het oranje vlak is het gebied zoals gebruikt in de vergelijking van de  $\text{NH}_3$ -emissies. Het totale gebied is 33204  $\text{km}^2$ .

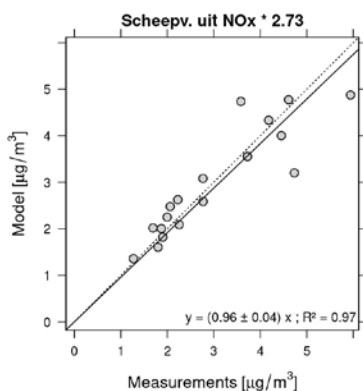
### 3.2 Zeescheepvaart

Er is onderzocht wat de gevoeligheid is van de bijdrage van de zeescheepvaart aan de ammoniakconcentratie langs de kust. De Emissieregistratie geeft voor 2021 een emissieverhouding van 1:2500 ( $\text{NH}_3:\text{NO}_2$  – 1,6 [art.5. NH<sub>3</sub>-N:4000](#) [art.5. NO<sub>2</sub>-N](#)) voor de zeescheepvaart op het NCP ([www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)), wat meegenomen wordt in de huidige berekeningen. Er is een extra berekening gedaan waarbij er verondersteld is dat de  $\text{NH}_3$ -emissies vanuit de zeescheepvaart 1:40 van de  $\text{NO}_x$ -emissies zijn ( $\sim$  ratio  $\text{NH}_3:\text{NO}_x$  voor vrachtverkeer). Dit blijkt nauwelijks verandering in de berekende  $\text{NH}_3$ -concentraties op te leveren (Figuur 10).



Figuur 10: Gemeten en berekende  $\text{NH}_3$ -concentraties op de MAN-meetpunten langs de kust (waarbij voor de scheepvaartemissies is aangenomen dat er 1/40x zoveel  $\text{NH}_3$  als  $\text{NO}_x$  wordt uitgestoten, dit is de ratio  $\text{NH}_3/\text{NO}_x$  die ongeveer voor vrachtverkeer wordt gevonden). Met links zonder extra scheepvaartemissies en rechts met de extra emissies.

Pas als er 2.73 x zoveel  $\text{NH}_3$  als  $\text{NO}_x$  uit de zeescheepvaart zou komen, worden de concentraties langs de kust goed gemodelleerd (Figuur 11). Gelet op de huidige schattingen van de emissies is het echter niet aannemelijk dat er zoveel  $\text{NH}_3$  door de zeescheepvaart wordt uitgestoten.

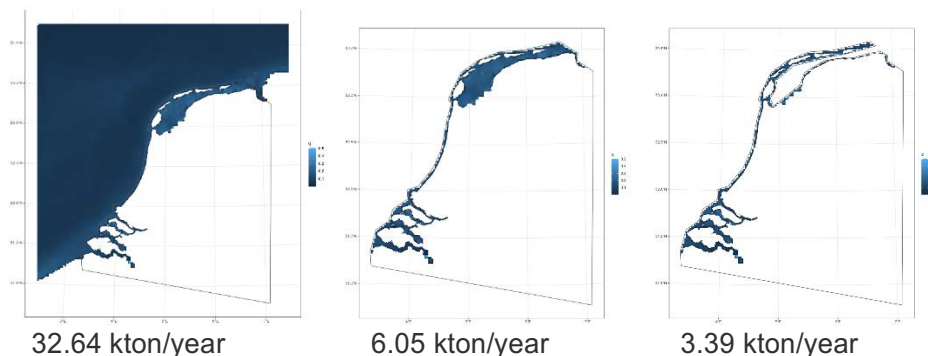


Figuur 11: Gemeten en berekende  $\text{NH}_3$ -concentraties op de MAN-meetpunten langs de kust (waarbij voor de scheepvaartemissies is aangenomen dat er 2.73x zoveel  $\text{NH}_3$  als  $\text{NO}_x$  wordt uitgestoten). Dit is een onaannemelijk hoge verhouding.

### 3.3 Smalle strook met emissies vlak voor de kust

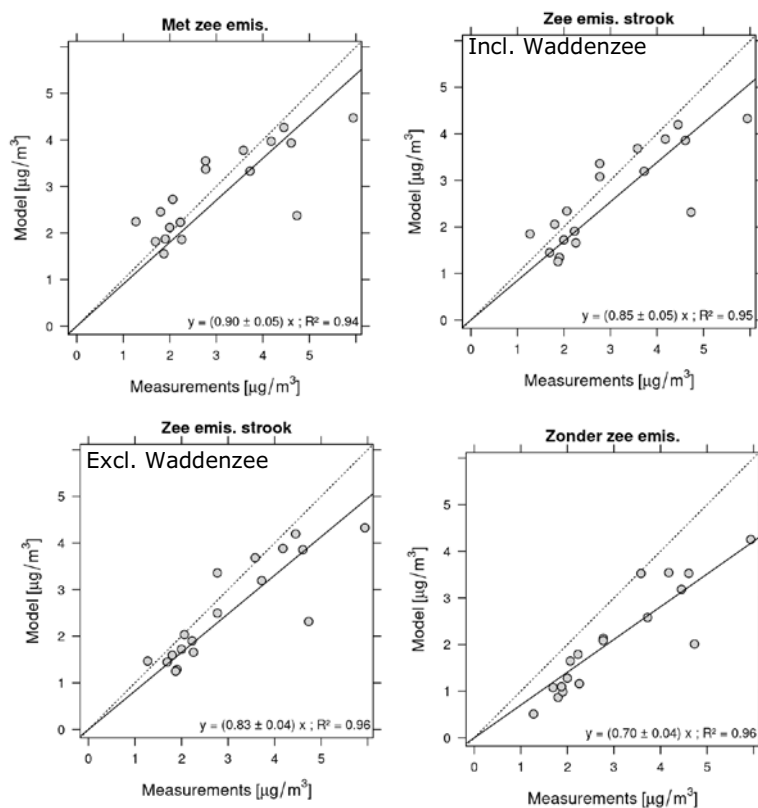
Er is onderzocht of een smalle strook met emissies vlak voor de kust een even goede match met de metingen laat zien als het gebruik van het hele Noordzee emissiebestand. Het idee hierachter is dat er hogere ammoniumconcentraties vanuit de rivieren in een smalle strook langs de kust naar het noorden stromen en dat de emissies in de praktijk dus eigenlijk alleen maar in een smalle strook langs de kust zullen plaatsvinden.

Figuur 12 laat zien met welke emissies (afgeleid vanuit het originele emissiebestand) berekeningen zijn uitgevoerd. De emissietotalen van de gebieden waar de emissies plaatsvinden zijn onder de figuren vermeld.



Figuur 12:  $\text{NH}_3$ -emissies zoals die nu in OPS gebruikt worden (links), voor een aangepast gebied van binnenwateren + 1 km vanuit de kust (inclusief Waddenzee) (midden) en voor een aangepast gebied van binnenwateren + 1 km vanuit de kust (zonder de Waddenzee, maar wel inclusief een strook van ca. 1km vanuit de kust) (rechts). Onder de figuren staan de emissietotalen van de emissies in de gekleurde gebieden.

Figuur 13 laat zien dat een kleine strook langs de kust met emissies uit water al voldoende is om de concentraties in de kuststrook redelijk goed te modelleren. Opvallend is daarbij dat als de emissies van de Waddenzee weggelaten worden, de vergelijking net zo goed is, als wanneer de emissies in de hele Waddenzee meegenomen worden. De berekeningen laten in ieder geval zien dat een smalle strook vlakbij de kust voldoende is om de concentraties langs de kust goed te kunnen modelleren. De resultaten van 3.1 hebben echter laten zien dat het niet aannemelijk is dat er grote hoeveelheden ammoniak uit het zeewater verdampen. De vraag blijft nog wel of de relatief hoge (gemeten) ammoniumconcentraties in het zeewater langs de kust misschien hoog genoeg kunnen zijn om in een smalle strook langs de kust toch een significante bijdrage aan de ammoniakemissie te kunnen leveren. Daarnaast zou er mogelijk een (nog onbekend) proces op (droogvallend) strand en slikken kunnen zijn dat voor emissie van ammoniak kan zorgen. Hiervoor zou mogelijk een speciale meetcampagne moeten worden opgezet.



Figuur 13: Gemeten en berekende  $\text{NH}_3$ -concentraties op de MAN-meetpunten langs de kust met zee-emissies (linksboven), met  $\text{NH}_3$ -emissies vanuit binnenwateren en in een smalle strook langs de kust incl. Waddenzee (rechtsboven) resp. excl. Waddenzee (linksonder) en zonder zee-emissies (rechtsonder).

## 4 Modelberekeningen

Dit hoofdstuk behandelt verschillende aspecten die met name te maken hebben met de manier waarop de concentratie langs de kust berekend wordt. Zo wordt er in meer detail gekeken naar de modellering van de concentraties langs de kust met zowel EMEP als met OPS (4.1), is er gekeken naar de depositie op zeewater (4.2), de oppervlakte-atmosfeer uitwisseling boven land (4.3) en de hoogte waarop de concentratie berekend wordt (receptorhoogte) en naar de invloed van de meteo op de berekende concentraties (4.4). Let op: de modelresultaten in dit hoofdstuk zijn **niet** gekalibreerd aan metingen.

### 4.1 Modelberekeningen met EMEP en OPS

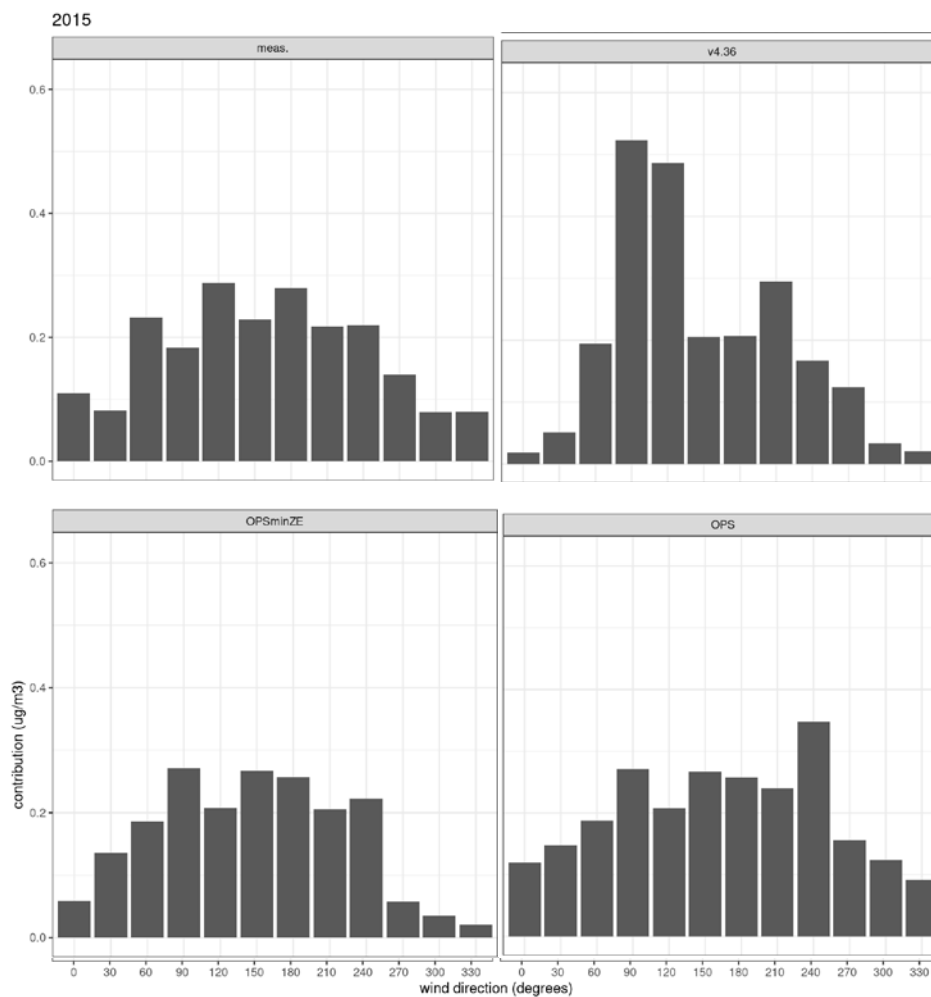
Om een idee te krijgen van de mogelijke oorzaak van de onderschatting van de gemeten concentraties, kan het helpen om een beeld te hebben van de mogelijke herkomst van de ammoniakconcentratie. Hiervoor zijn verschillende berekeningen uitgevoerd met OPS waarin de emissies vanaf zee respectievelijk wel en niet zijn meegenomen. Deze zijn vergeleken met EMEP-berekeningen voor hetzelfde domein. In Figuur 2 zijn de NH<sub>3</sub> emissies vanuit zeewater geplot zoals die standaard in het OPS-model gebruikt worden. De runs waarin de zee-emissies niet zijn meegenomen krijgen in de naam mee 'minZE' (min Zee-Emissies). In de EMEP-runs worden de zee-emissies niet gebruikt.

In Figuur 14 zijn voor LML-station De Zilk de NH<sub>3</sub> concentratiebijdrages uit de verschillende windrichtingen van EMEP en OPS vergeleken met de gemeten concentratiebijdrages uit de verschillende windrichtingen in het jaar 2015. Te zien valt dat de gemeten jaargemiddelde concentratie in de Zilk vooral bepaald wordt door de aanvoer van ammoniak uit oostelijke richting (ondanks de dominante windrichting vanuit het zuidwesten).

Voor OPS zijn berekeningen uitgevoerd met (OPS) en zonder zee-emissies (OPSminZE). In de EMEP-berekeningen zijn geen zee-emissies gebruikt. Zowel EMEP als OPS laten in de windrichting vanaf zee een onderschatting van de concentraties zien. Bij EMEP zien we een overschatting van de concentratiebijdrage vanuit de oostelijke windrichting. Dit zorgt er uiteindelijk voor dat de berekende jaargemiddelde concentratie in EMEP net iets hoger is dan de metingen (en dit compenseert dus de onderschatting vanuit de westelijke windrichting). De berekende concentratie met OPS (incl. zee-emissies) is ongeveer 5% hoger dan de gemeten NH<sub>3</sub> concentratie, terwijl de OPS-berekening zonder de zee-emissies zo'n 17% te laag is.

Tabel 3: jaargemiddelde NH<sub>3</sub>-concentraties in 2015 in De Zilk

2015	NH <sub>3</sub> -concentratie
Metingen	2.23
OPS	2.33
OPSminZE	1.86
EMEPv4.36	2.33



Figuur 14: Concentratiebijdrage vanuit verschillende windrichtingen aan de jaargemiddelde concentratie op LML station De Zilk in 2015. (met: linksboven – metingen, rechtsboven – EMEP-model, linksonder – OPS (zonder zee-emissies), rechtsonder – OPS (met zee-emissies)).

## 4.2 Depositie op water

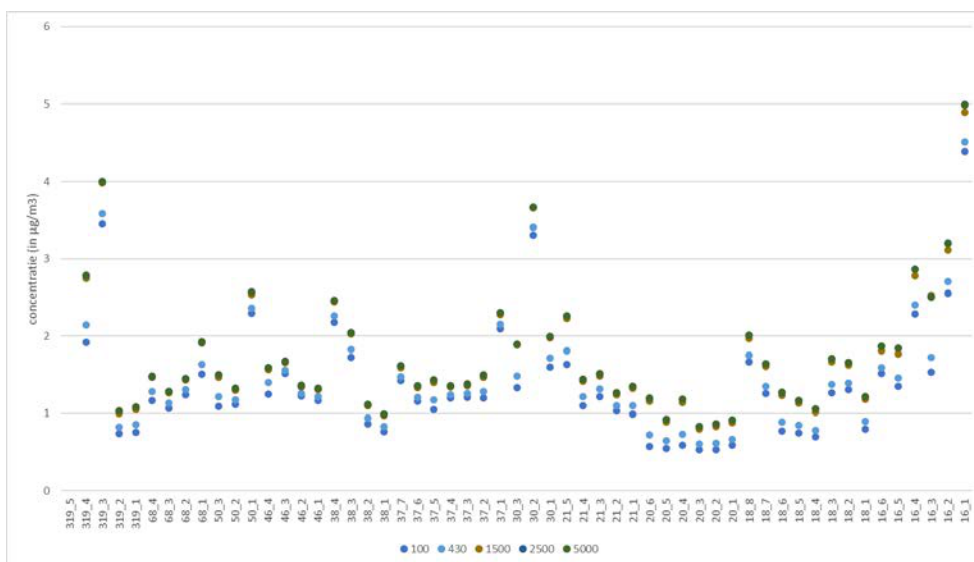
In het OPS-model is de depositie op zee niet gekoppeld aan de emissie uit zee. Daarom is er ook gekeken naar de depositie op zeewater. Als de berekende depositie op zeewater te hoog zou zijn, dan blijft er minder over van de overzeese aanvoer van ammoniak, waarmee de berekende concentratie in de duinen te laag kan zijn. De depositie op water wordt bepaald door het compensatiepunt van water, dat op zijn beurt weer afhankelijk is van de verhouding tussen  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{H}^+$  in het zeewater en de temperatuur van het zeewater ( $\gamma$ ,  $\gamma$ ). In OPS is de gamma van water vastgezet op 430 [-]. Dit is de representatieve waarde die door Van Zanten et al (2010) is vastgesteld op basis van metingen langs de kust. Een hoger compensatiepunt (of  $\gamma_{\text{water}}$ ) zou tot een lagere depositie moeten leiden en daarmee tot een hogere concentratie.

In Figuur 15 zijn  $\text{NH}_3$  concentraties op een selectie van MAN-meetpunten langs de Nederlandse kust weergegeven waarbij met verschillende waarden voor  $\gamma_{\text{water}}$  is gerekend. Te zien is dat een



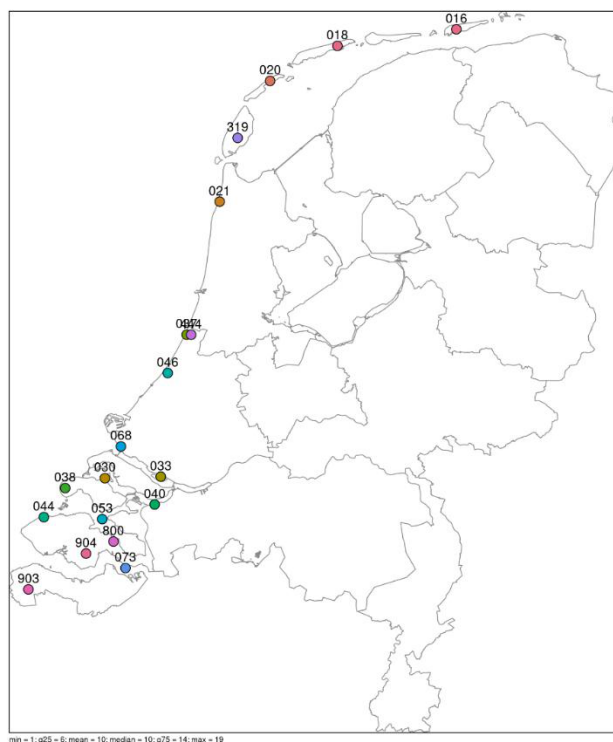
verhoging van  $\gamma_{\text{water}}$  naar 1500 i.p.v. 430 inderdaad leidt tot een hogere concentratie op de MAN-meetpunten langs de kust. Een verdere verhoging naar 2500 of 5000 heeft geen effect meer op de concentratie. Dit komt omdat bij deze hoge waarden de depositie al maximaal is gereduceerd. Merk op dat bij een dynamische modellering van de compensatiepunten er wel degelijk meer emissie op zou treden bij hogere waarden van  $\gamma_{\text{water}}$  en er dus hogere concentraties verwacht mogen worden bij hogere waarden voor  $\gamma_{\text{water}}$ . Dit is in OPS echter vanwege de modelstructuur niet mogelijk. Verder is te zien dat een verlaging van de gamma naar 100 leidt tot een verlaging van de concentraties omdat een lagere  $\gamma_{\text{water}}$  de depositie juist verhoogt.

Figuur 15 geeft een indruk van de gevoeligheid van de concentraties langs de kust voor de waarde van  $\gamma_{\text{water}}$ . Over het algemeen wordt het verschil tussen de modelberekeningen en de metingen ca.  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kleiner bij een  $\gamma_{\text{water}}$  van 1500 of hoger, met uitschieters naar  $0,4/0,6$  of zelfs  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (de laatste voor meetpunt 16\_3).

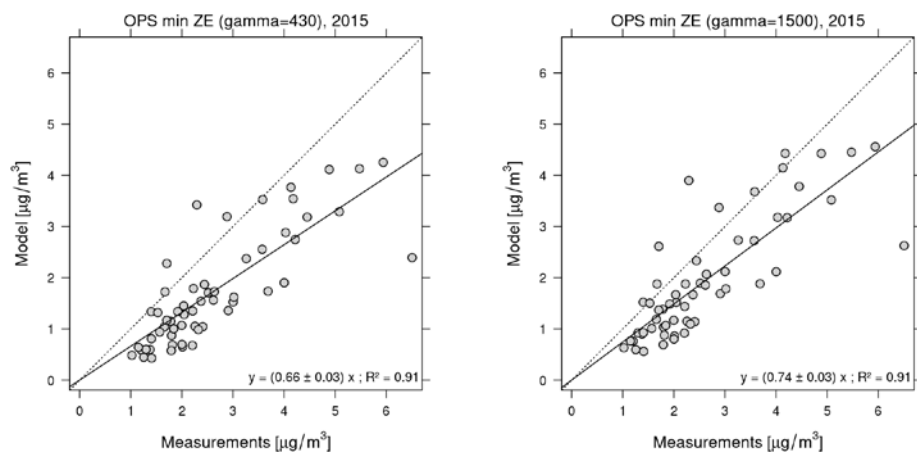


Figuur 15:  $\text{NH}_3$  concentratie op een selectie van meetpunten in het MAN die langs de kust liggen bij verschillende waarden voor  $\gamma_{\text{water}}$  (lichtblauw (430) is de defaultwaarde voor water in OPS).

Dit wordt ook nog eens weergegeven in Figuur 17 voor de locaties in Figuur 16. Het is duidelijk dat een aanzienlijke hogere  $\gamma_{\text{water}}$  een deel van het verschil tussen metingen en modelberekeningen langs de kust kan verklaren. Het is echter op basis van de beschikbare informatie niet realistisch te veronderstellen dat de  $\gamma_{\text{water}}$  overal langs de kust zulke hoge waarden kan aannemen. Het is aan te bevelen om hier nader onderzoek naar te doen, want op enkele locaties (bijv. bij monding van rivieren in de kustwateren) is een hogere  $\text{NH}_4^+$  concentratie in het water te verwachten en daarmee een hogere  $\gamma_{\text{water}}$ .



Figuur 16: Locaties met stations-ID's voor MAN-meetpunten langs de Nederlandse kust gebruikt voor de vergelijking tussen metingen en modelberekeningen met OPS.



Figuur 17: Scatterplots met gemodelleerde versus gemeten  $\text{NH}_3$ -concentraties met OPS zonder zee-emissies, met een  $\gamma_{\text{water}}$  van 430 (links) en 1500 (rechts).

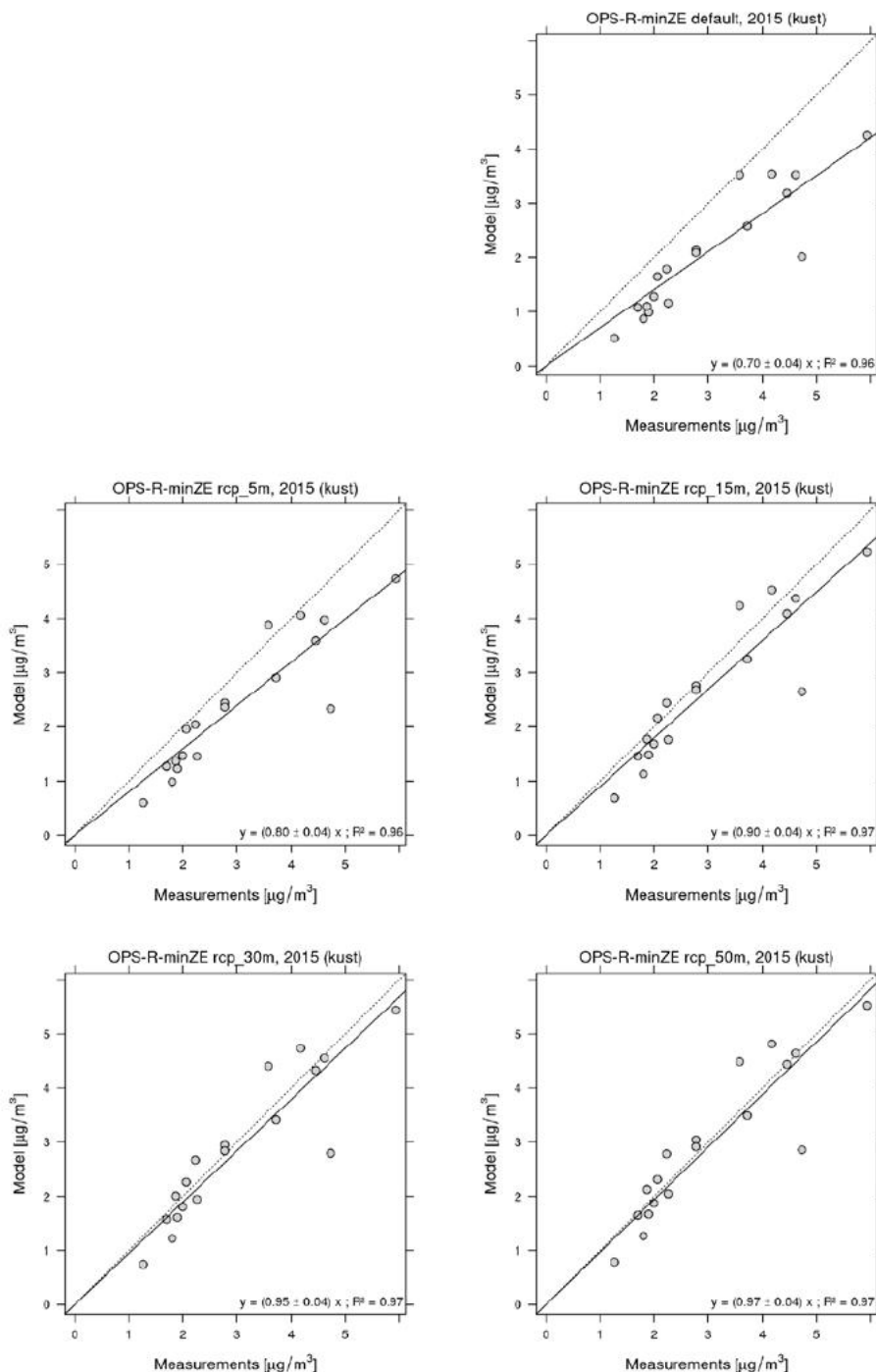
### 4.3 Zee-land overgang en geaccidenteerd terrein

De overgang van zee naar landoppervlak maakt het berekenen van concentratie en deposities in het kustgebied ingewikkelder dan voor gebieden die landinwaarts liggen. Dit komt door de grote sprong in de ruwheid van het oppervlak van zeer glad naar zeer ruw en het grote verschil in oppervlakte-eigenschappen die de energiehuishouding in de onderste luchtlaag sterk beïnvloeden. Daarnaast bestaat het kustgebied

vaak uit geaccidenteerd terrein. Dit heeft grote effecten met name op de lokale meteorologische omstandigheden. Deze omstandigheden bepalen voor een groot deel het depositieproces in het kustgebied. Het OPS-model kan daar maar in beperkte mate rekening mee houden. Dit geldt voor elk atmosferisch transport en depositiemodel. Een analyse van hoe de stroming zich aanpast van zee naar land en in geaccidenteerd terrein vereist een aanzienlijk complexer model. Om het effect van geaccidenteerd terrein en veranderende meteorologische omstandigheden te onderzoeken zijn gevoeligheidstests uitgevoerd naar het effect van het aannemen van een andere hoogte waarop de concentratie berekend wordt (receptorhoogte) en van het gebruik van andere meteorologische gegevens.

Het OPS-model rekent voor de MAN-metingen op de hoogte waarop de meting plaatsvindt, variërend van 1 tot 2 meter (receptorhoogte). Door het geaccidenteerde terrein in het kustgebied is het hanteren van deze hoogte niet vanzelfsprekend. De berekende concentratie voor een bepaalde locatie (receptor) is afhankelijk van de hoogte van de receptor. Het OPS-model gebruikt een meteorologische methode (de zogenaamde Monin-Obukhov Similarity Theory (MOST) met bijbehorende stabiliteitscorrecties) en een depositiebeschrijving (met depositiemodule DEPAC) om de berekende concentratie van referentiehoogte (50 m) naar meethoogte te vertalen. De concentratie wordt dichterbij het aardoppervlak meer beïnvloed door het oppervlak zelf, onder andere door de depositie aan het oppervlak.

In de meteorologische methode wordt ervanuit gegaan dat het oppervlak relatief vlak is en geen grote hoogteverschillen heeft. In duingebied is dit niet het geval en is sprake van hoogteverschillen tussen duintoppen en -pannen van enkele tientallen meters. Hier wordt in de modellering in OPS geen rekening mee gehouden. Daarom is een test gedaan om te kijken hoe sterk de invloed van een andere receptorhoogte. Figuur 18 geeft een overzicht van de berekende concentraties voor verschillende receptorhoogtes. Met het hanteren van een receptorhoogte van 50 meter, geeft de vergelijking met de gemeten concentratie het kleinste verschil. Maar ook een aanpassing van de receptorhoogte naar respectievelijk 5, 15 of 30 meter laat een duidelijke afname van het verschil tussen meting en model zien. Dit is een reden om nader onderzoek te verrichten naar hoe het stromingspatroon in duingebied er uit ziet en of er correcties mogelijk zijn door bijvoorbeeld een andere (effectieve/virtuele) receptorhoogte te veronderstellen. Het is duidelijk dat er verschillende meetpunten zijn op of nabij duintoppen die qua hoogte vergelijkbaar zijn met de bovengenoemde hoogtes, waarbij een mogelijk effect op de berekende concentratie mogelijk is. Maar dit is niet generiek zo voor alle meetpunten in het duingebied. Daarnaast hebben landgebruik, ruwheidslengte, vegetatiehoogte en de leaf area index ook nog invloed op de berekende concentraties op de receptorhoogtes. Die parameters beïnvloeden de depositie op het oppervlak en daarmee de gradiënt nabij het oppervlak. Om hier meer duidelijkheid over te krijgen is daarnaast gericht onderzoek ook op deze onderdelen nodig.

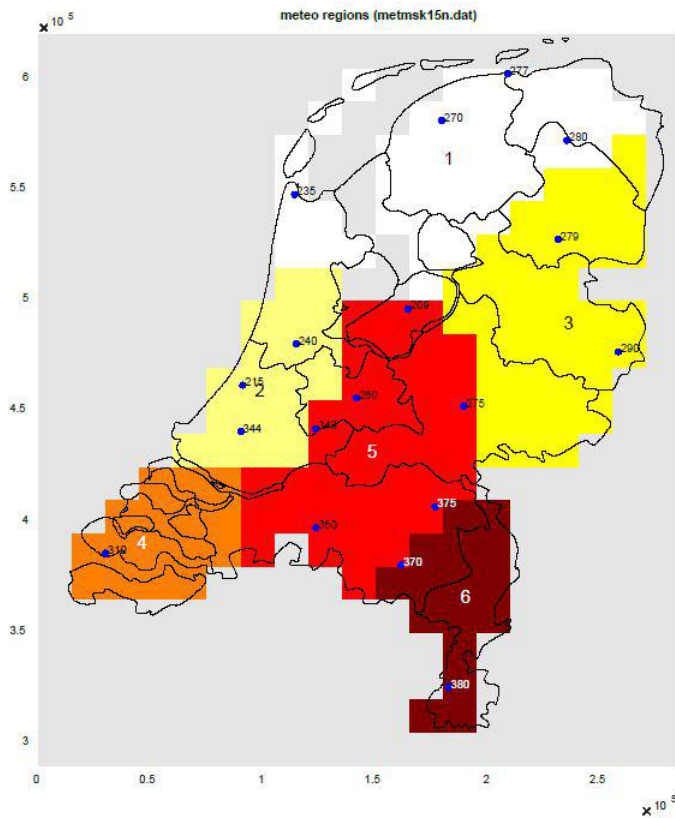


Figuur 18: Gemeten en berekende  $\text{NH}_3$ -concentraties op de MAN-meetpunten langs de kust voor verschillende receptorhoogtes (de default/werkelijke meethoogte, 5, 15, 30 en 50 m).

#### 4.4 Meteorologische gegevens

OPS gebruikt meteorologische omstandigheden die geklassificeerd zijn naar een aantal meteorologische grootheden (o.a. windrichting, -snelheid, atmosferische stabiliteit) voor zes meteoregio's (meteostatistiek). (Figuur 19). Voor deze berekeningen is gefocust op de

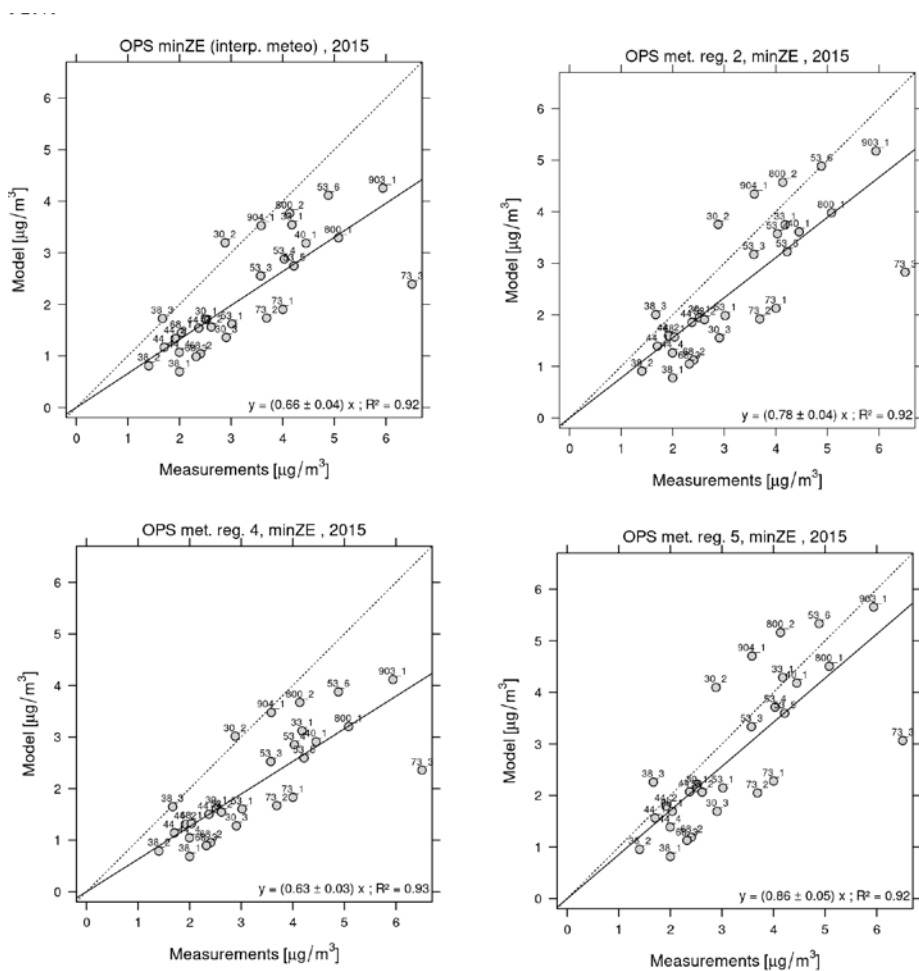
regio Zeeland, omdat hier de grootste verschillen tussen de gemeten en berekende concentraties gevonden worden. De meteostatistiek voor de regio Zeeland wordt in belangrijke mate bepaald door één meteorostation (Vlissingen), waarbij het bekend is dat dit station zeer dichtbij het water ligt en mogelijk niet representatief zou kunnen zijn voor de hele regio (Figuur 19). Bij berekeningen door OPS wordt er voor elke locatie een ruimtelijk gewogen interpolatie van de drie dichtstbijzijnde meteoreregio's gemaakt. Voor de meetpunten in Zeeland zal Meteoreregio 4 daarin dominant zijn. Om de invloed van de meteoreregio op de berekende concentraties in Zeeland te bepalen, hebben we deze meetpunten doorgerekend met behulp van de twee aangrenzende meteoreregio's (Meteoreregio 2 en 5).



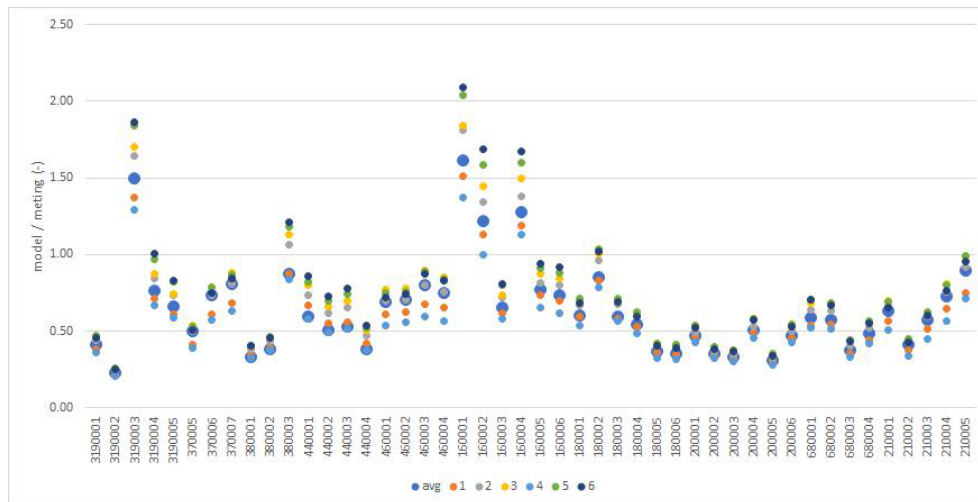
Figuur 19: Meteoreregio's met de meetlocaties die zijn gebruikt om de meteostatistiek voor de betreffende meteoreregio af te leiden.

Figuur 20 laat zien dat zowel met Meteoreregio 2 als met Meteoreregio 5 de concentraties beter worden berekend dan met de geïnterpoleerde meteo of met Meteoreregio 4. Het is zelfs zo dat wanneer met Meteoreregio 5 wordt gerekend, de concentraties beter met de metingen overeenstemmen, dan wanneer er met de geïnterpoleerde meteo wordt gerekend inclusief de zee-emissies. Het beeld voor Zeeland gaat daarnaast ook op voor de overige meetpunten langs de kust. Figuur 21 geeft de verhouding weer tussen gemeten en berekende concentraties, waarbij per meetpunt gerekend is met alle mogelijke meteovarianten (gemiddelde van drie aanliggende meteoreregio's en Meteoreregio's 1-6). Uit figuur komt naar voren dat de gemeten concentratie voor de stations langs de kust het beste wordt weergegeven via meteogegevens die representatief zijn

voor regio's die meer landinwaarts zijn gelegen. Deze bevinding is belangrijk, omdat het – net als de bevinding uit de 4.3 ten aanzien van de receptorhoogtes – een aanwijzing kan zijn voor de reden voor de verschillen tussen de berekende en gemeten concentraties. Een van de belangrijkste verschillen tussen de meteorologische omstandigheden meer landinwaarts ten opzichte van aan de kust zijn de lagere windsnelheden. In het algemeen leidt een lagere windsnelheid in de modelberekeningen tot hogere concentraties omdat de menging van de lucht minder is. Niet duidelijk is waarom de windsnelheid in kustgebied lager zou zijn en of er geen ander mechanisme of andere meteorologische omstandigheden die verklaren waarom hogere concentraties berekend worden. Dit is aanleiding om voor nader onderzoek naar dit mogelijke verschil in windsnelheid en het effect op de berekende concentraties.



Figuur 20: Berekende en gemeten  $\text{NH}_3$ -concentraties voor de meetpunten in Zeeland berekend met verschillende meteoregio's: geïnterpoleerde meteo (linksboven), Meteoregio 2 (rechtsboven), Meteoregio 4 (linksonder) en Meteoregio 5.



Figuur 21: Berekende en gemeten  $\text{NH}_3$ -concentraties voor de meetpunten langs de kust zoals berekend met verschillende meteoregio's: geïnterpoleerde meteo (avg) en Meteoregio's 1-6 (1-6).

## 5 Conclusies

In de onderstaande paragrafen worden de belangrijkste conclusies voor de onderdelen metingen, emissies en modelberekeningen weergegeven (5.1-5.3). Daarna het overkoepelende beeld (5.4) en wat er verder nog moet gebeuren (5.5).

### 5.1 Conclusies metingen

Doordat de concentraties in het duingebied aan de westkust geen duidelijke verhoging meer laten zien aan de zeezijde zou er nu mogelijk minder reden zijn om aan te nemen dat er sprake is van een bijdrage vanuit zee. Het blijft echter opvallend dat de concentraties in de gehele kuststrook te laag worden berekend.

Het onderzoek naar een mogelijk effect van ingevangen aërosolen op het filter heeft een wisselend beeld laten zien van stijgende en dalende concentraties (na kalibratie) voor de 12 meetstations. Voor vijf van de zes meetpunten langs de kust geeft de variant 'zonder filter' een verlaging van de concentratie tot maximaal  $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (7%) gedurende de hele meetperiode. Dit beeld is echter niet consistent; er zijn ook meetpunten die geen concentratietoename laten zien.

### 5.2 Conclusies ontbrekende bronnen

Berekeningen van Dr. M. Johnson en met het Europese EMEP model, die een inschatting geven van de emissie die via het  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  evenwicht in water kan ontstaan laten zien dan de emissies uit zee vele malen lager is dan wat in de GCN/GDN berekeningen gebruikt wordt.

Het is niet waarschijnlijk dat een eventuele onderschatting van de gebruikte ammoniakemissies voor de zeescheepvaart het verschil tussen de meting en de berekeningen kan verklaren. Pas wanneer er een onrealistisch hoge emissie van  $\text{NH}_3$  uit de zeescheepvaart verondersteld wordt, is er een goede vergelijking tussen de metingen en de berekeningen.

Met een  $\text{NH}_3$  emissie in een smalle strook vlakbij de kust kan de concentratie langs de kust wel goed gemodelleerd worden. Hiervoor is echter wel een emissie van 3-6 kton  $\text{NH}_3$  nodig. Gezien de berekeningen met EMEP lijkt een dergelijke hoge emissie niet aannemelijk. In de buurt van mondingen van rivieren/kanalen, zijn de ammoniumconcentraties in het water verhoogd en zou het kunnen voorkomen dat ammoniakemissies uit het water leiden tot hogere ammoniakconcentraties aan de kust. Verder onderzoek en vergelijking met metingen van Rijkswaterstaat moeten hier uitsluitsel over geven. Daarnaast zou er mogelijk een proces op het (droogvallend) strand en slikken kunnen zijn dat voor emissie van ammoniak kan zorgen. Het RIVM heeft contact met NIOZ om dit verder uit te zoeken.

### 5.3 Conclusies modelberekeningen

Voor het LML meetstation De Zilk (op een afstand van 3 km van de kust) laat een vergelijking van de OPS- en EMEP-rekenresultaten met de



metingen per windrichting laat zien dat beide modellen de ammoniakconcentraties onderschatten als de wind westelijk (van zee) is.

De concentraties langs de kust worden mede bepaald door de depositie op het water, welke afhankelijk is van de pH van het zeewater en het compensatiepunt van het zeewater (ofwel  $\gamma_{\text{water}}$ ). Standaard wordt een  $\gamma_{\text{water}}$  van 430 aangehouden in de OPS berekeningen. Een hogere  $\gamma_{\text{water}}$  van 1500 laat een hogere berekende concentratie langs de kust zien van  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , met uitschieters naar  $0,4/0,6$  of zelfs  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Een dergelijke  $\gamma_{\text{water}}$  van 1500 is slechts realistisch in situaties waarin sprake is van hoge ammoniumconcentraties in het zeewater, zoals bijvoorbeeld bij de monding van de Rijn in de Noordzee en het Noordzeekanaal bij IJmuiden. Maar waarschijnlijk niet voor de gehele Noordzee. Een hogere  $\gamma_{\text{water}}$  zou mogelijk een deel van het verschil tussen metingen en modelberekeningen langs delen van de kust kunnen verklaren. Dit dient verder uitgezocht te worden.

Het OPS-model houdt niet expliciet rekening met het veranderende stromingspatroon bij de overgang van zee- naar landoppervlak en met het geaccidenteerde duingebied. Het effect hiervan op modelberekeningen is nog niet in detail uitgezocht. Om een indruk van een mogelijk effect van geaccidenteerd terrein en het veranderde stromingspatroon is een onderzoek gedaan naar de variatie in de hoogte waarop de concentratie berekend wordt en het gebruik van andere meteorologische gegevens.

Het OPS-model rekent voor de MAN-metingen op de hoogte waarop de meting plaatsvindt, variërend van 1 tot 2 meter (receptorhoogte). Door het geaccidenteerde terrein in het kustgebied is het hanteren van deze hoogte niet vanzelfsprekend. Het gebruik van andere (hogere) receptorhoogtes geeft een duidelijk kleiner verschil tussen de gemeten en berekende concentraties. Er zal nader onderzoek moeten plaatsvinden naar hoe het stromingspatroon in duingebied er uit ziet en of er correcties mogelijk zijn door bijvoorbeeld een andere (effectieve/virtuele) receptorhoogte te veronderstellen. Ook de invloed van andere omgevingsparameters (o.a. landgebruik, ruwheid van het oppervlak, vegetatiehoogte en -dichtheid) die het depositieproces beïnvloeden, dienen daarbij meegenomen te worden.

Het OPS-model rekent met verschillende "meteo-regio's" over Nederland. Het blijkt dat de situatie langs de kust het beste te verklaren is met behulp van gegevens uit meteoregio's die eerder representatief zijn voor de regio's die meer landinwaarts liggen. Duidelijk is dat er meteorologische verschillen zijn tussen kustregio en het binnenland (zoals hogere windsnelheden). Niet geheel duidelijk is wat de achterliggende mechanismen zijn. Ook dit geeft aan dat mogelijk de complexiteit, met de veelvuldige overgangen in hoogte-, ruwheid- en andere oppervlakte-eigenschappen van de omgeving hier mee te maken hebben. Ook hier zal vervolgonderzoek nodig zijn naar hoe het stromingspatroon in duingebied er uit ziet en of er correcties te hanteren zijn.

#### 5.4 Conclusies samengevat

In de inleiding werd aangegeven dat de oorzaak voor de geconstateerde verschillen tussen de gemeten en berekende concentraties langs de kust gezocht moet worden in (een combinatie van) metingen, emissies en/of modelberekening. Uit het voorgaande is duidelijk dat er een kleine bijdrage aan het verschil valt te verklaren via de metingen en emissies. Lokaal kan er sprake zijn van een bijdrage van ammoniakemissies of een onderdrukking van de ammoniakdepositie door verhoogde ammoniumgehalten in zeewater aan de kust. Dit zal nog uitgezocht worden.

Daarnaast lijkt het belangrijkste verschil tussen de metingen en berekeningen te worden veroorzaakt doordat het OPS-model minder goed om kan gaan met de veranderende meteorologische en omgevingsomstandigheden bij de overgang van zee naar land en het geaccidenteerd duinlandschap. Nader onderzoek naar de oorzaken zal daarvoor uitgevoerd worden. Daarbij zal ook gekeken worden naar de representativiteit van de depositieparametrisatie voor het duingebied. Daarbij dient ook onderzocht te worden wat naast het effect op de concentratie ook het effect op de depositie is. Er is op voorhand niet te zeggen wat de uiteindelijk gevolgen zijn voor de berekende depositie aan de kust.

Het is nog niet zeker of deze inzichten zo kunnen worden gebruikt om tot een betere modellering te komen en daarmee kan leiden tot aanpassingen in de berekende concentratie- en de depositiekaarten. Elk jaar wordt het AERIUS-model aangepast aan nieuwe inzichten. Eventuele aanpassingen zullen in deze cyclus worden meegenomen zodra duidelijk is hoe dat het beste kan worden gedaan. Tot die tijd wordt het huidige model gebruikt. Over uiterlijk een half jaar wordt een update gegeven van de voortgang van het onderzoek.

## 6 Literatuur

Asman, W.A.H., Harrison, R.M. Ottley, C.J., 1994. Estimation of the net air-sea flux of ammonia over the southern bight of the North Sea. *Atmospheric Environment* 28, 3647-3654.

[https://doi.org/10.1016/1352-2310\(94\)00192-N](https://doi.org/10.1016/1352-2310(94)00192-N)

Berkhout, A.J.C., Swart, D.P.J., Volten, H., Gast, L.F.L., Haaima, M., Verboom, H., Stefess, G., Hafkenscheid, T., Hoogerbrugge, R., 2017. Replacing the AMOR with the miniDOAS in the ammonia monitoring network in the Netherlands. *Atmos. Meas. Techn.* 10, pp. 4099-4120.

EMEP, 2022. Transboundary particulate matter, photo-oxidants, acidifying and eutrophying components. Joint MSC-W & CCC & CEIP & CIAM Report.

[https://emep.int/publ/reports/2022/EMEP\\_Status\\_Report\\_1\\_2022.pdf](https://emep.int/publ/reports/2022/EMEP_Status_Report_1_2022.pdf)

Hazelhorst, S.B., 2019. Testing and evaluation of the bidirectional ammonia (NH<sub>3</sub>) exchange module in EMEP. Internship report. 60 pp.

Johnson, M.T., Liss, P.S., Bell, T.G., Lesworth, T.J., Baker, A.R., Hind, A.J., Jickells, T.D., Biswas, K.F., Woodward, E.M.S., and Gibb, S.W., 2008. Field observations of the ocean-atmosphere exchange of ammonia: Fundamental importance of temperature as revealed by a comparison of high and low latitudes, *Global Biogeochemical Cycles* 22, GB1019,

<https://doi.org/10.1029/2007GB003039>.

Johnson, M.T., Bell, T.G., 2008. Coupling between dimethylsulfide emissions and the ocean-atmosphere exchange of ammonia. *Environmental Chemistry* 5, 259-267.

<https://doi.org/10.1071/EN08030>.

Johnson, M.T., 2010. A numerical scheme to calculate temperature and salinity dependent air-water transfer velocities for any gas. *Ocean Science* 6, 913-932. <https://doi.org/10.5194/os-6-913-2010>.

Paulot, F, Jacob, D.J., Johnson, M.T., Bell, T.G., Baker, A.R., Keene, W.C., Lima, I.D., Doney, S.C., Stock, C.A., 2015. Global oceanic emission of ammonia: Constraints from seawater and atmospheric observations. *Global Biogeochemical Cycles* 29, 1165-1178.

<https://doi.org/10.1002/2015GB005106>.

Sørensen, L., Hertel, O., Skjøth, C., Lund, M., Pedersen, B., 2003. Fluxes of ammonia in the coastal marine boundary layer. *Atmospheric Environment* 37, S167-S177.

[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(03\)00247-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(03)00247-4)





## 7 Appendix A

### Estimating NH<sub>3</sub> emissions from Dutch Coastal Seas Rapportage van Dr. Martin Johnson (UK)

#### *Introduction*

The exchange of ammonia between the sea surface and the atmosphere depends on the respective concentrations of ammonia in the atmosphere (NH<sub>3(g)</sub>) and total ammonium in seawater (NH<sub>4(TOT,sw)</sub>), temperature, pH and wind speed. The flux is driven by the effective concentration difference between the ocean and atmosphere, mediated by the Henry's solubility, KH. In the case of ammonia the equilibrium between molecular NH<sub>3</sub> and its protonated form NH<sub>4</sub><sup>+</sup> must also be taken into account. At typical seawater pH, temperature and salinity only a few percent of (NH<sub>4(TOT,sw)</sub>) is available for transfer across the air-sea interface as dissolved ammonia, NH<sub>3(sw)</sub>. The rate of exchange is controlled by the transfer velocity - in the case of ammonia the air-side transfer velocity (Liss and Slater, 1974, Johnson et al., 2008, Johnson 2010). The microphysics of exchange is complex and highly variable, but parameterisations of the exchange velocity provide reasonable approximations, particularly when considering long term averages. In this analysis, the exchange scheme of Johnson, 2010 is used to compute temperature, pH and salinity dependent transfer velocities and Henry's law solubility for ammonia, while the parameterisation of Bell et al., 2007 is used to compute temperature and pK<sub>a</sub> of ammonium - determining the partitioning between protonated and unprotonated forms in surface seawater.

The aim of this analysis is to establish whether and to what extent Dutch coastal waters might be a source of ammonia to Dutch coastal regions. This is done using MAN data from RIVM for NH<sub>3(g)</sub> and sea surface temperature (SST) and wind fields from ECMWF. Seawater concentrations are estimated from literature values. This simple analysis cannot rationalise the MAN gas phase ammonia data with a source from surface seawater. In order to further understand the likely influence of the ocean surface on Dutch coastal ammonia it is recommended to consider onshore and offshore fluxes separately. A 'ball park' calculation suggests the 5000km<sup>2</sup> of ocean adjacent to the Dutch coast could be responsible for >100 tonnes ammonia transported inland over the Dutch coast.

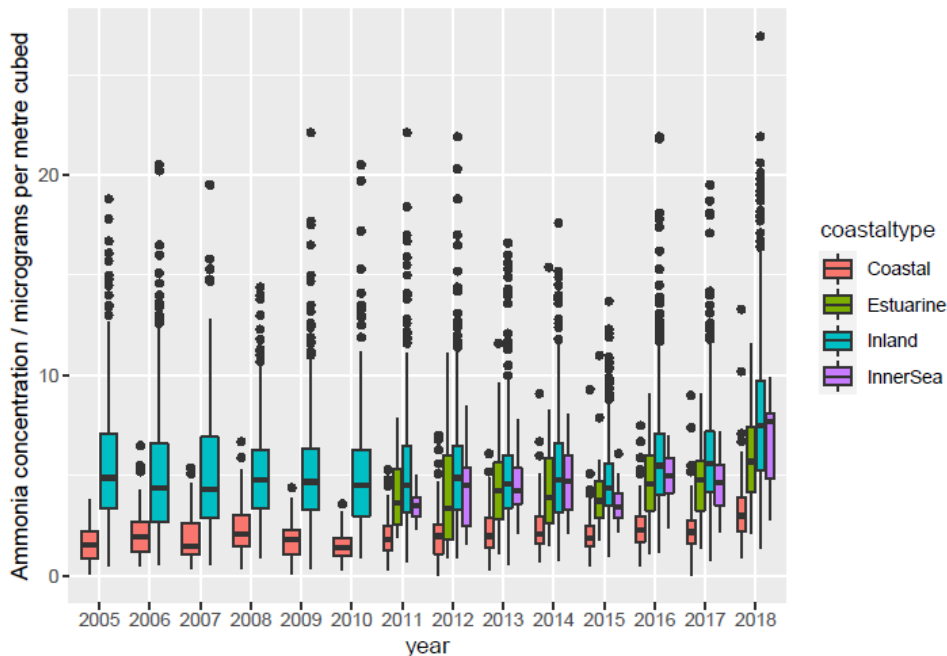
#### *Data sort and import*

Coastal and estuarine areas as well as sites adjacent to the IJsselmeer were identified from the map provided<sup>5</sup> and the MAN (NH<sub>3(g)</sub>) data was sorted into these subsets for comparison with inland sites. Data was organised to allow comparison by season and by year. This analysis shows that coastal sites see considerably lower ammonia concentrations than other areas most of the time. Ammonia concentrations have been increasing in recent years at all sites (increase therefore unlikely to be due to coastal ammonia sources).

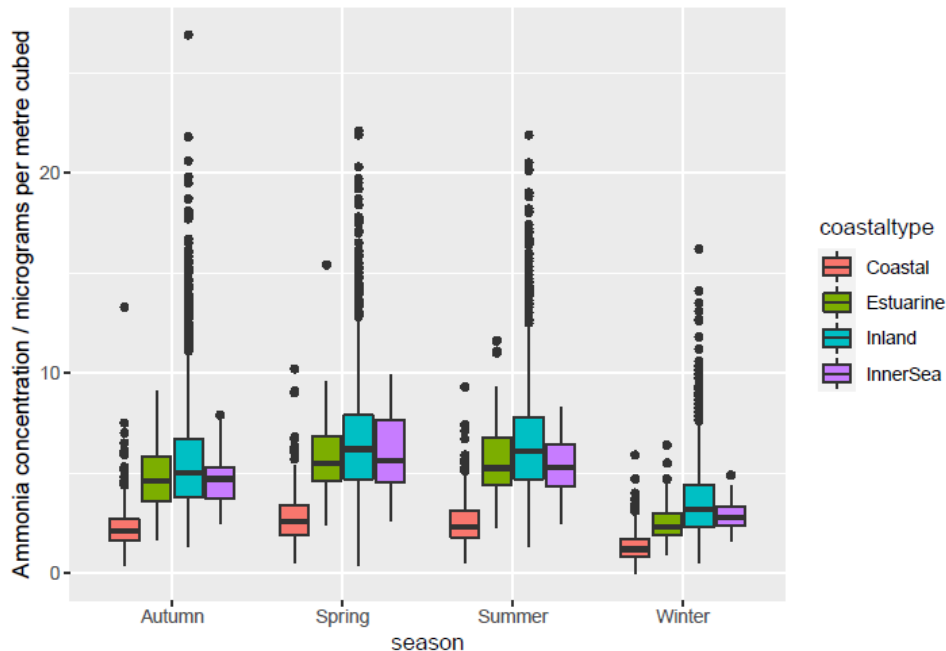
<sup>5</sup> <https://man.rivm.nl/#detailpopup>

What about seasonality? Is there seasonal bias and do coastal and estuarine data look different to inland? The bulk of estuarine data looks more similar to inland than coastal sites. Given the proximity to the coast does this suggest an estuarine source? Inland sea sites (the 2 adjacent to the IJsselmeer – Oostvaardersplassen and Naardermeer) are most like inland sites, presumably due to their proximity to agricultural and population centres and will not be considered further in this analysis.

For the purposes of the initial '0d' analysis we take average values per season from all coastal sites and years to give a representative value for gas phase ammonia concentration. At this stage we also convert to  $\text{nmol}/\text{m}^3$  to allow direct comparison with seawater data. Let's look at mean and median monthly averaged wind speeds and sea surface temperature (SST) downloaded from ECMWF for Netherlands region.



Figuur 22: First assessment of MAN data separated by year.  $\text{NH}_3$  concentrations in micrograms per metre cubed.



Figuur 23: MAN ammonia concentrations by area and season

Month-averaged ERA5 reanalysis data from ECMWF was downloaded and processed<sup>6</sup>. Month-averaged winds are separated into u and v components, this gives a sort of net transport rather than wind intensity, which isn't particularly useful for determining transfer velocity, which is both non-linear with wind speed and insensitive to wind direction (to first order). SST is still useful from this dataset though. Wind speed modifies the magnitude of the flux, but we can be reasonably sure that a mean wind speed of around 6.6 m/s will be near enough for an order of magnitude estimate (e.g. Johnson 2010). If we come to a more detailed analysis then we can extract hourly winds and gusts and do a proper analysis. Month-average SST per grid square from ERA5 was further averaged over the region of the Southern North Sea surrounding the Dutch coast (51 - 54 degrees North, 3.4 - 6.6 degrees East). Between-grid-square variability was low so these temperature data provide a good average value to apply to solubility and flux calculations season-by-season.

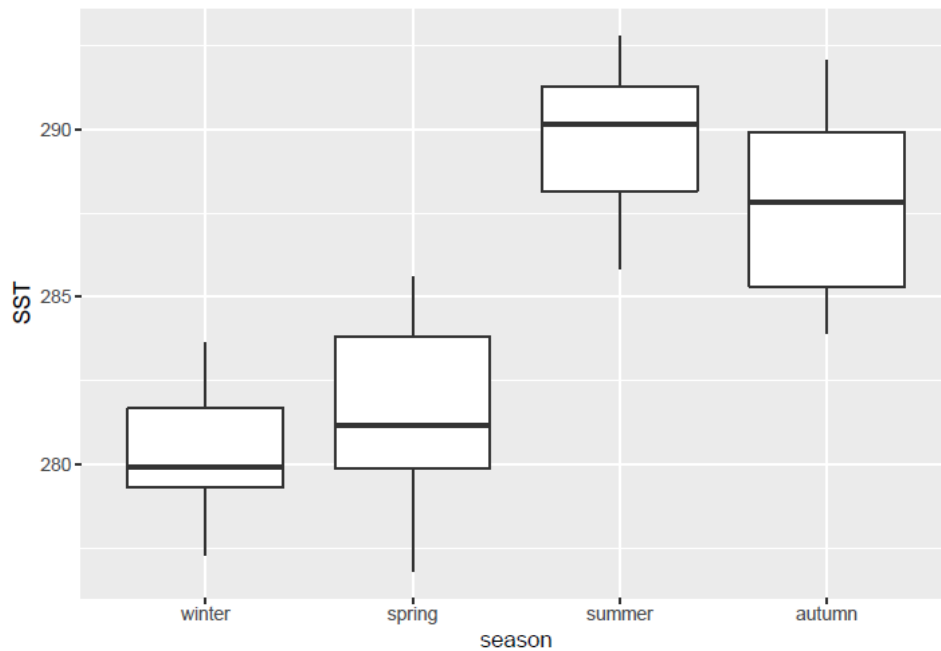
#### Seawater $NH_{4(TOT,sw)}$

Multiple sources are used here to estimate likely range of total ammonium concentrations in Dutch coastal waters. Sørensen et al. 2003 measure seawater concentrations over a 1 month periods in August 1999 varying between 0.1 and 2.5  $\mu M$  about 10km off the Dutch coast. Asman et al 1994 observe concentrations in the Southern North Sea of between  $\sim 0.3$  and 10  $\mu M$ , with most values being between 0.8 and 1.5  $\mu M$ . They state the high values (interpreted here as  $> 2 \mu M$  are from estuarine or near-estuarine sites). In a compilation of  $> 90,000$  global seawater ammonium data (Johnson et al unpublished), coastal ( $< 20m$  water depth) waters have the highest mean ammonium concentration of

<sup>6</sup> <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!dataset/10.24381/cds.f17050d7?tab=form>



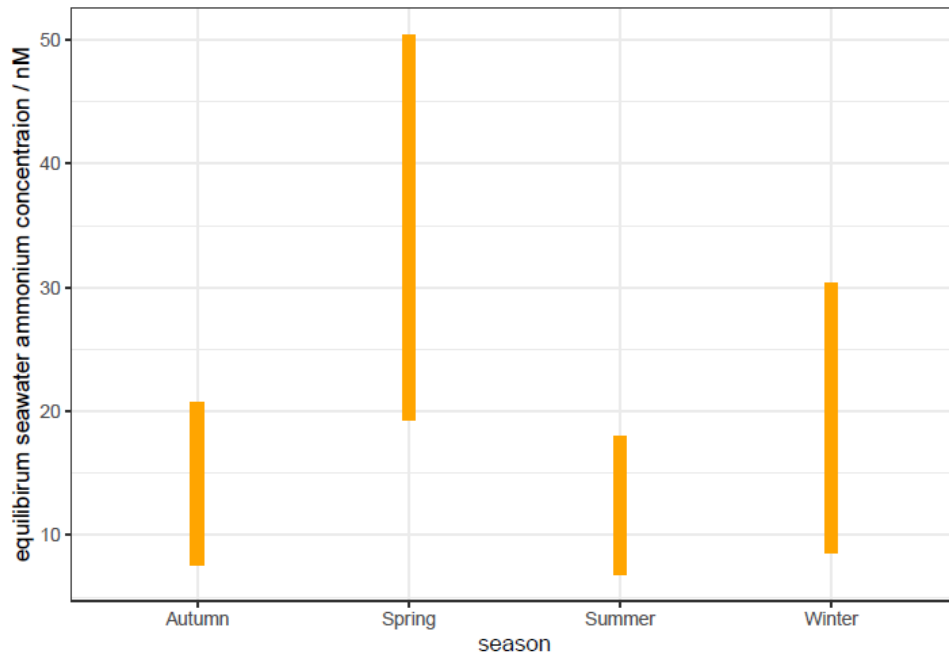
all regions, with a mean of roughly 1  $\mu\text{M}$ . We therefore take 0.5 and 1.5  $\mu\text{M}$  as the likely min and max of mean ammonium concentrations in near-coastal Dutch waters.



Figuur 24: Areally averaged monthly Sea Surface Temperature from ERA5 reanalysis data from 2000-2020.

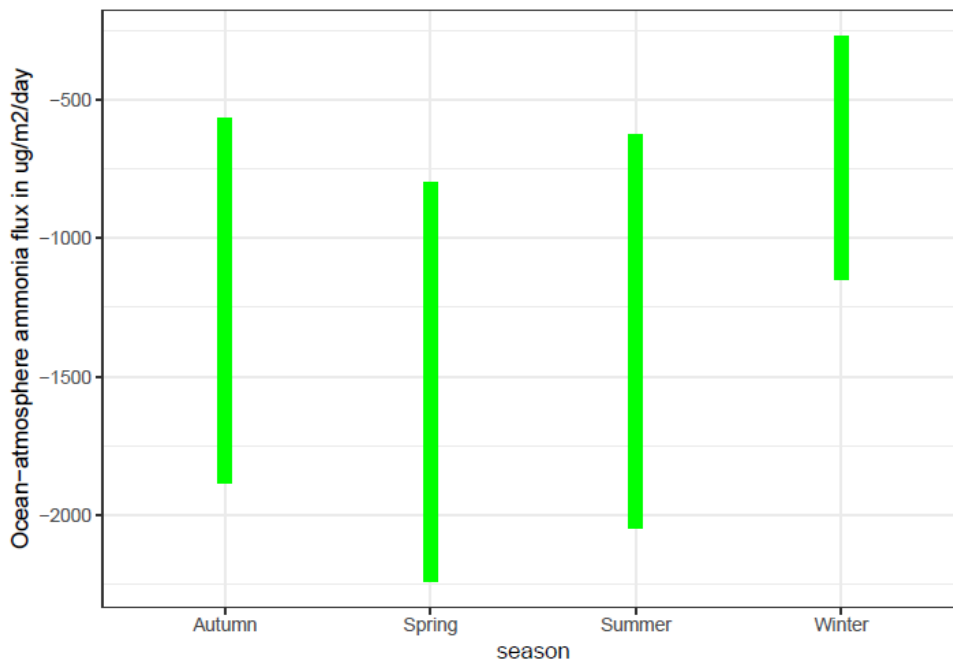
*What is the seawater concentration needed for net zero flux based on  $\text{NH}_3$  concentrations and SST?*

The equilibrium concentration (compensation point) in seawater to balance the observed  $\text{NH}_{3(\text{g})}$  concentrations at Dutch coastal sites is calculated using Henry's law solubility and  $\text{pK}_a$  of ammonium. pH is important in controlling this equilibrium, but over observed ranges in seawater is a secondary effect relative to temperature (Johnson et al., 2008). In the absence of directly observed pH data we use a pH of 8 throughout this analysis below, following the observations of Sørensen et al., 2003 in Dutch coastal waters. The following figure demonstrated that the seawater concentrations of  $\text{NH}_{4(\text{TOT},\text{sw})}$  required are at least an order of magnitude higher than the likely seawater concentrations so on the basis of this simple analysis an efflux of ammonia from Dutch coastal waters seems highly unlikely.



Figur 25: Concentrations of seawater total ammonium which would be equilibrium with observed coastal ammonia concentrations.

The fluxes calculated from the above data indicate substantial uptake of ammonia by the ocean surface (Figure below).



Figur 26: Ocean-atmosphere ammonia fluxes calculated using the MAN coastal data. A negative flux represents a flux from atmosphere to ocean.

### *Alternative analysis*

However I do not believe this captures the likely true nature of the situation. As observed by Sørensen et al., (2003), there is an enormous difference in ammonia concentration between off-shore and on-shore wind directions, even at 10km from the coast. They see a switch from  $\sim 10 \mu\text{g N m}^{-3}$  to  $\sim 0.05 \mu\text{g N m}^{-3}$  ( $12$  to  $0.06 \mu\text{g NH}_3 \text{ m}^{-3}$ ) in August 1999 as wind direction changed from easterly to westerly. Given this, it is worth investigating the potential impact of on-shore winds under 'clean air' conditions on onshore transport of marine-origin  $\text{NH}_3$ . Therefore, as an alternative calculation a seawater concentration of  $1.5 \mu\text{M}$  and gas phase concentration of  $0.06 \mu\text{g NH}_3 \text{ m}^{-3}$ , occurring for an arbitrary 50% of the time, could lead to a total emission of 105 tonnes of  $\text{NH}_3$  per year from the ocean which reaches the land. Whilst net transport is likely to be strongly offshore, this onshore transport will off-set some proportion of the offshore flux. Note that the efflux from the ocean calculated this way is about 10% of the magnitude of the influx to the ocean on a per-unit-area basis calculated from the MAN ammonia dataset. Estuarine areas are likely to have considerably higher concentrations, of the order of 10s of micromoles per litre (e.g. Parker et al., 2011<sup>7</sup>, Asman et al., 1994). Let's assume  $50 \text{ km}^2$  of estuarine surface at  $25 \mu\text{M}$  - this would give an additional flux of 16 tonnes.

### *Next steps*

There are considerable uncertainties associated with various aspects of this analysis, which could be improved with proper statistical modelling of variables based on short-timescale frequency distributions and a Monte-Carlo type analysis. However, it is difficult to see how this would yield at most more than 1 order of magnitude higher fluxes than those estimated here, unless the footprint of sea surface considered could justifiably be expanded considerably. Depending on the size of the missing ammonia source compared to that calculated by the 'back of the envelope' calculation here it may or may not be worth continuing with such an analysis. High resolution winds are available from ECMWF to estimate proportion of time during which there is on-shore flow, although back trajectory analysis would be needed to assess whether or not this was 'clean air'. Improved distributions of ammonia concentrations and seawater concentrations could be constructed. Seasonality could also be introduced. In the short time available I have been unable to find any particularly useful numbers regarding ammonia release from intertidal habitats, but I would think it unlikely to be much more again than the estuarine estimate given here. It might be worth further investigation.

### *Sanity check of the flux calculations presented above*

Sanity check - can we get similar fluxes to Sørensen et al. if we use their seawater and atmospheric data ranges? - yes! Minflux in Sørensen is 0 to 5 (we get 1.1) (positive number is emission), Maxflux in Sørensen is -7.1 (we get -6.3). Their method and approach (micrometeorological gradient technique) is different so we wouldn't expect complete agreement but we are at order of magnitude or better. Calculation method also checks out against  $\text{NH}_3$  fluxes calculated by Johnson et al., (2008).

<sup>7</sup> <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.12.016>



Van: art.5.1-2e  
 Verzonden: 2022-10-21 11:17:09+00:00  
 Aan: art.5.1-2e art.5.1-2e  
 CC:  
 "Onderwerp: gesprek provincie N-H, art.5.1-2e  
 "  
 art.5.1-2e art.5.1-2e

Vanochtend heb ik uitgebreid gesproken met art.5.1-2e van de provincie N-H.

Onder andere over hun industrie aanpak, piekbelasters, Aerius, meetcorrectie.

Ik heb de volgende afspraken gemaakt:

- \* Vwb Aerius en met name de meetcorrectie (ammoniak uit zee) vinden we het allebei een goed idee om als kustprovincies goed af te stemmen, we hebben afgesproken om zonodig input die we onze gedeputeerden meegeven vooraf te delen;
- \* Ik neem initiatief om een vervolggesprek te organiseren met Zeeland, Z-H en N-H ergens 2e helft november.

Dit is even heel kort, ik kan altijd mondeling wat uitgebreider toelichten.

Gr,

art.5.1-2e

art.5.1-2e

art.5.1-2e pzh.nl <mailto : art.5.1-2e pzh.nl>

Provincie Zuid-Holland | Zuid-Hollandplein 1

Postbus 90602 | 2509 LP Den Haag

www.zuid-holland.nl <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2F&data=05%7C01%7 art.5.1-2e 40pzh.nl%7Cf7874af8b74e475f782208dab3450823%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638019406312985269%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjojMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=Rqa8VqF2TBaovPetycmM3G8n3sj3PaQmKGwN89hGBLE%3D&reserved=0>

"

Gesprek DGS, PZH en IPO

10 mei 2022

## Juridische inregeling en technische ondersteuning stikstofbanken



(stikstofgevoelige)

Natura 2000 gebieden

in Zuid- Holland



## Stikstofopgave natuurherstel

**(Over) belasting per Natura 2000 gebied**

**Voornaamste bronnen en factoren**

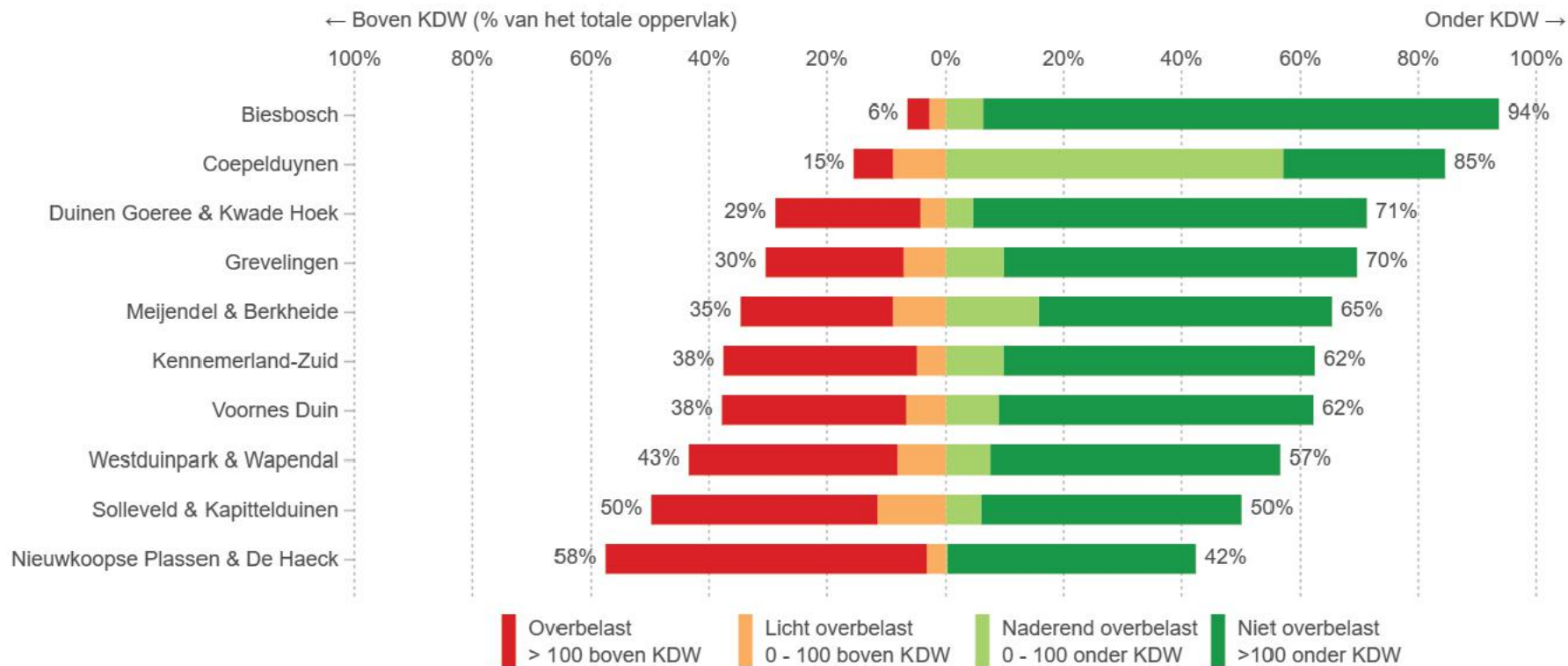
**Buitenland en Meetcorrectie (duinen)**

**Gebiedsgerichte aanpak Zuid-Holland**





## Stikstof (over)belasting per N2000-gebied (heden)

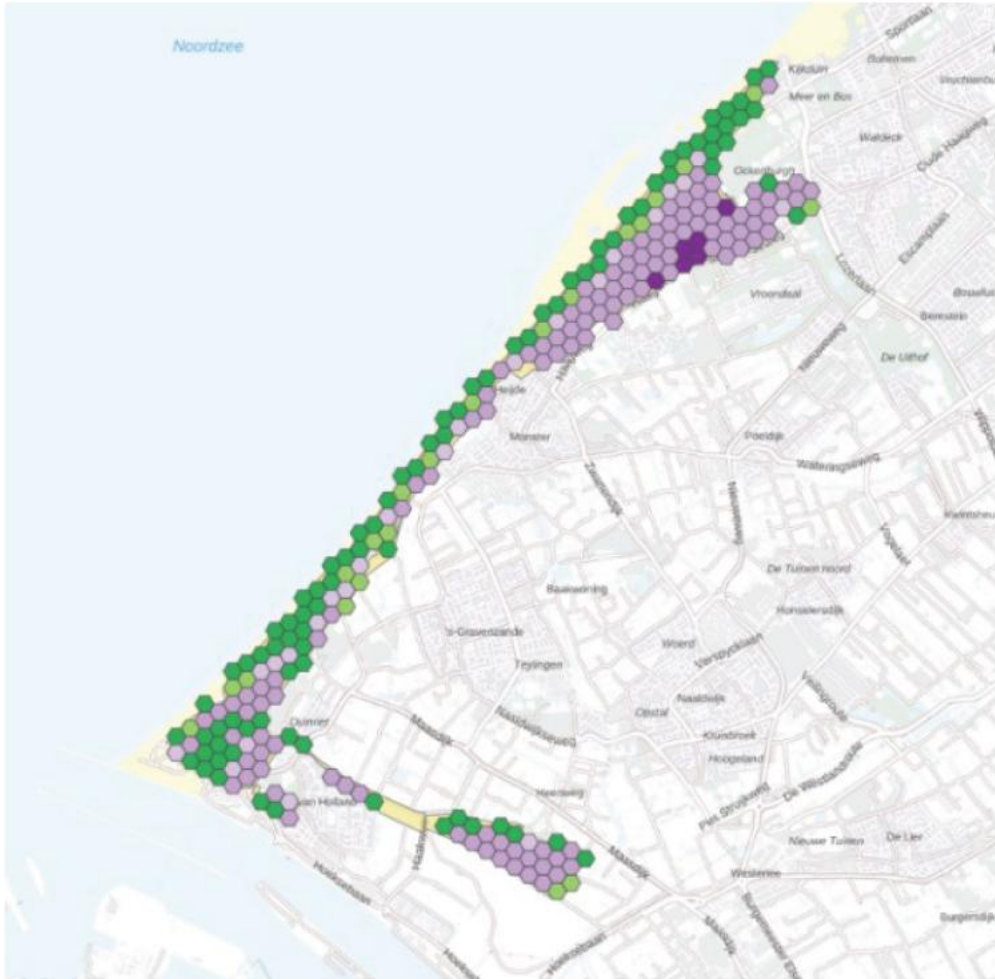


Matige overbelasting KDW (>70 mol boven KDW maar <2x KDW)

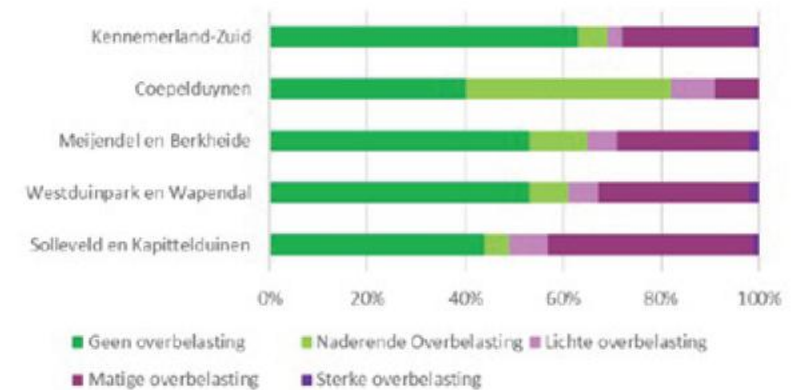
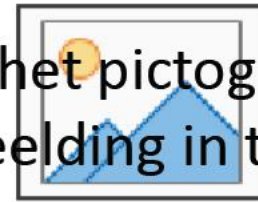
Sterke overbelasting (>=2x KDW)



Zuid-Holland



Klik op het pictogram om een afbeelding in te voegen



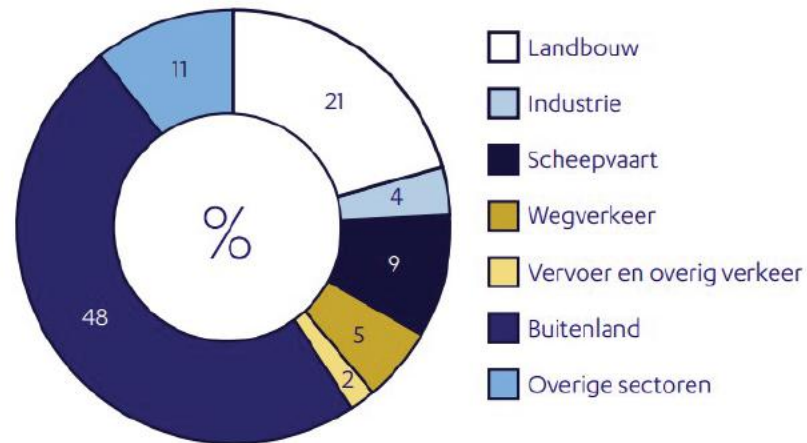
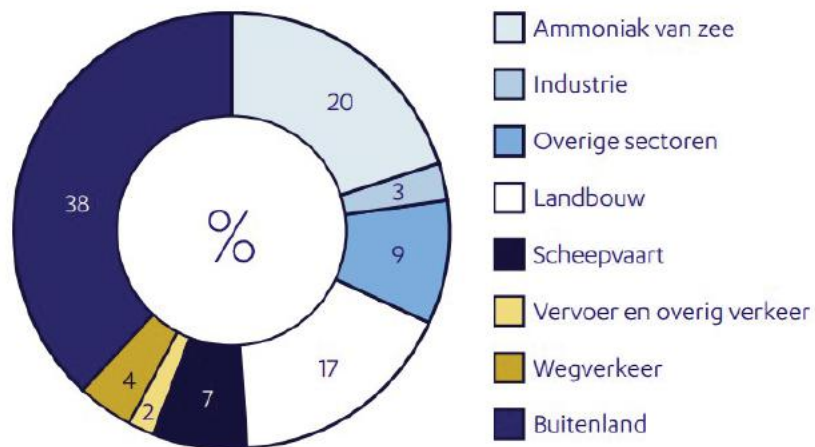


# AERIUS

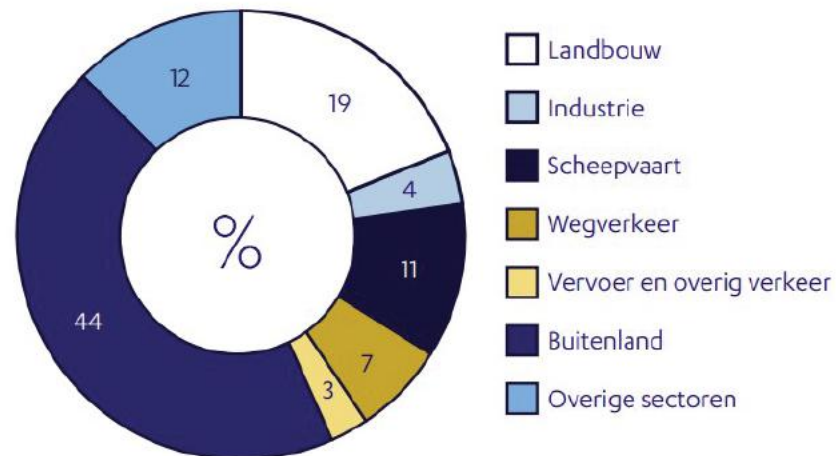
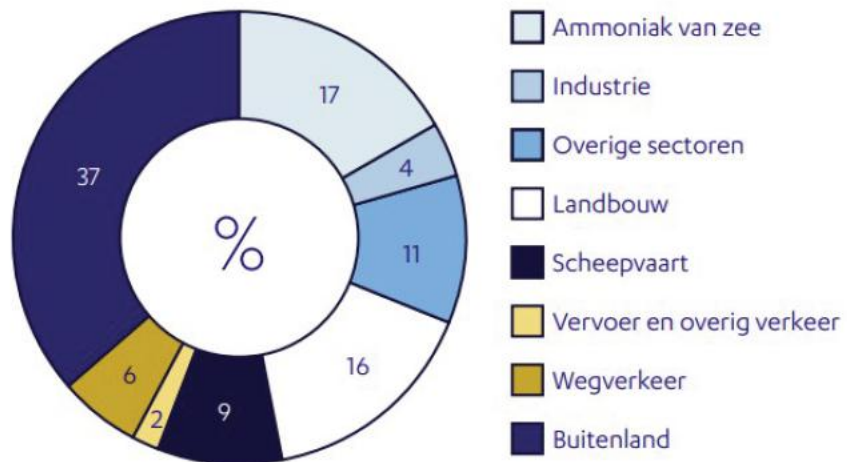
## 2018

## 2019

### Voornes Duin



### Solleveld & Kapittelduinen



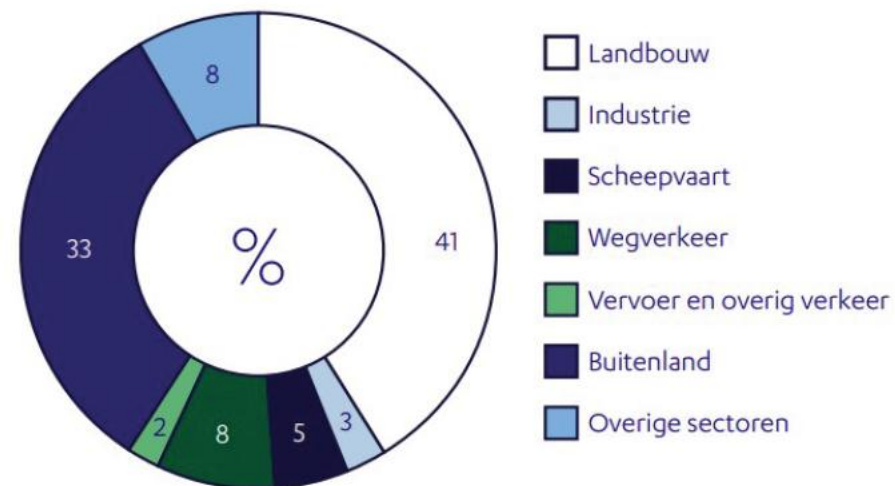
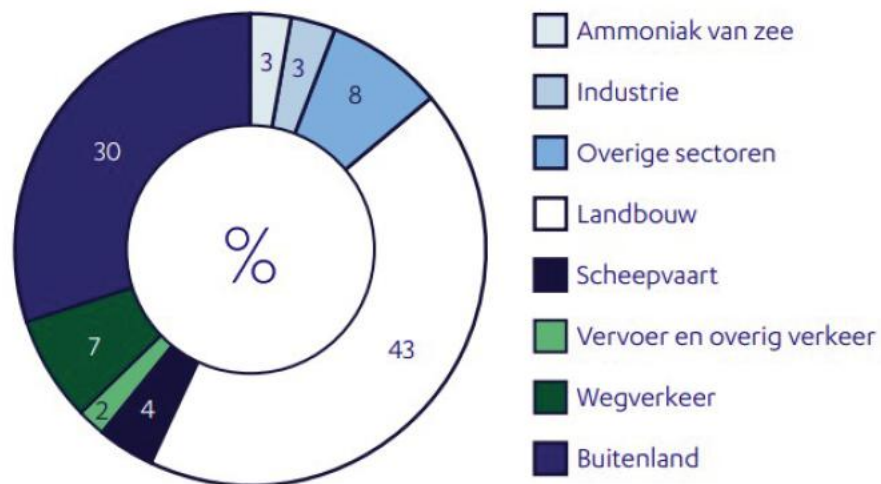


AERIUS

2018

2019

Nieuwkoop





# Prognose depositie buitenland en de meetcorrectie

Natuurgebied		Depositie buitenland		Meetcorrectie
<i>nr</i>	<i>naam</i>	<i>2018</i>	<i>2030</i>	<i>2018</i>
112	Biesbosch	465	299	43
103	Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	372	225	-34
99	Solleveld & Kapittelduinen	452	277	276
100	Voornes Duin	566	348	433
88	Kennemerland-Zuid	422	256	165
115	Grevelingen	504	307	420
101	Duinen Goeree & Kwade Hoek	453	283	295
98	Westduinpark & Wapendal	449	275	294
97	Meijendel & Berkheide	443	268	209
96	Coepelduynen	388	235	190
--	<b>Gemiddelde (Totaal)</b>	<b>440</b>	<b>274</b>	



# Nationale ontwikkelopgaven

**Woningbouwopgave**

**Energietransitie Haven Rotterdam**

**Legalisatie Pas melders**

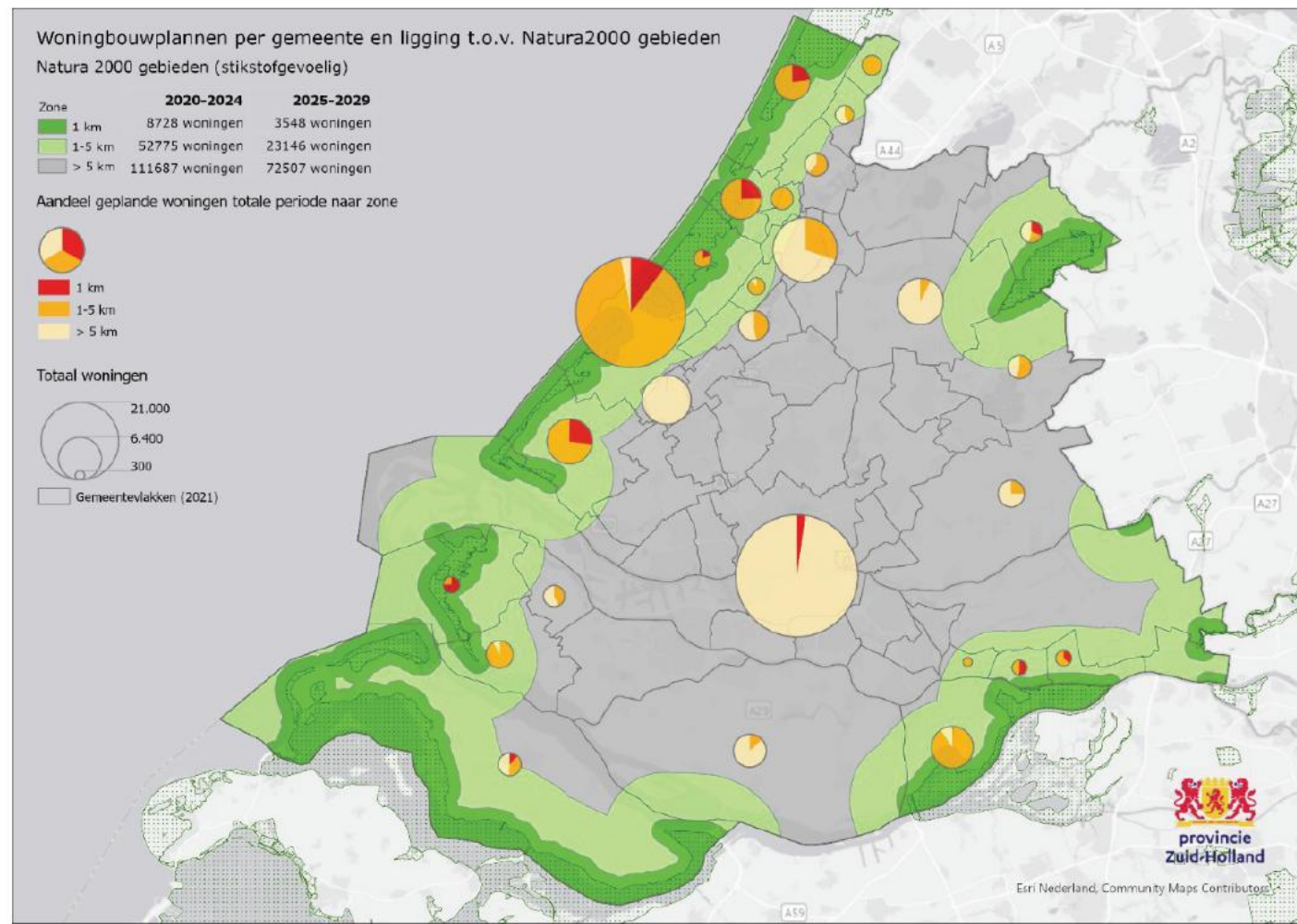


# Programmaniveau

## Voorbeeld uitwerking ontwikkelopgave Woningbouw

Opmerking GS-brief:

*“De ontwikkeling van de woningbouw willen we monitoren door zicht te krijgen in welke mate de realisatie van woningen nabij stikstofgevoelige gebieden achterblijft op de realisatie van woningen elders.”*





# Huidige stikstofdepositie vanuit HIC

Bijdrage HIC aan de landelijke CO2 emissies orde 20%

Verkeersaantrekkende werking (zee)scheepvaart levert substantieel aandeel aan stikstofdepositie havenindustrie, zowel

- Voor de kade ( te mitigeren met walstroom)
- Varend tot aan heersend verkeersbeeld

Een (maatwerk)aanpak voor de havenindustrie die zich alleen uitsprekt over industriële installaties is weinig effectief

Aanspreken van internationale reders/verladers via de vergunninghouder van industriële activiteiten is weinig direct.

Leg aan havenindustrie geen eenzijdig/alleen op stikstof doordachte (gedetailleerde) eisen op vanuit stikstof ( brief m.b.t. toestemmingsverlening????)

Depositie-effecten HIC (in mol per hectare per jaar)	Natuurgebieden			
	Solleveld & Kapittelduinen	Westduinpark & Wapendal	Duinen Goeree & Kwade Hoek	Voornes Duin
Industriële installaties en werktuigen	28	16	15	46
Zeescheepvaart aan de wal	16,7	9,1	5,1	14
Zeescheepvaart Tot aan knip varend	20,1	10,1	4,3	11
Binnenvaart tot aan knip excl. passagiersschepen	2,4	1,5	0,9	2,8
<b>Totale huidige depositie HIC</b>	<b>67,2</b>	<b>36,7</b>	<b>25,3</b>	<b>73,8</b>
<b>Totale depositie alle bronnen</b>	<b>1314</b>	<b>1435</b>	<b>1120</b>	<b>1612</b>

# Transitie HIC en ontwikkeling MV2

Depositie-effecten MV2 in mol per hectare per jaar	Natuurgebieden			
	Solleveld & Kapittelduinen	Westduinpark & Wapendal	Duinen Goeree & Kwade Hoek	Voornes Duin
<b>Ontwikkeling Maasvlakte 2 volgens Middenscenario</b>				
Industriële installaties en werktuigen	3.7	2.45	1.4	3.15
Zeescheepvaart aan de wal	5.8	3.7	2.05	5.2
Zeescheepvaart tot aan knip	4.2	2.2	0.9	2,4
Binnenvaart tot aan knip excl. passagiersschepen	1.8	0.9	0.45	1.2
<b>Totaal:</b>	<b>15.5</b>	<b>9.2</b>	<b>4.8</b>	<b>12.0</b>

Klik op het pictogram om  
een afbeelding in te voegen



Reductie HIC (prognoses) generiek rijksbeleid				
Industrie 9%	2,5	1,4	1,35	4,1
Scheepvaart 18%	7	3,7	2	5
<b>Totaal:</b>	<b>9,5</b>	<b>5,1</b>	<b>3,35</b>	<b>9,1</b>
<b>Resultante huidige depositie en reductie:</b>	<b>57,5</b>	<b>31,6</b>	<b>1,95</b>	<b>64,7</b>

**Toestemmingsverlening voor projectgewijze ontwikkeling van woningbouw en/of Rotterdamse haven vragen**

- ongeveer 1- 3 % van de meetcorrectie
- ten hoogste 1- 10 % van de geprognoseerde afname

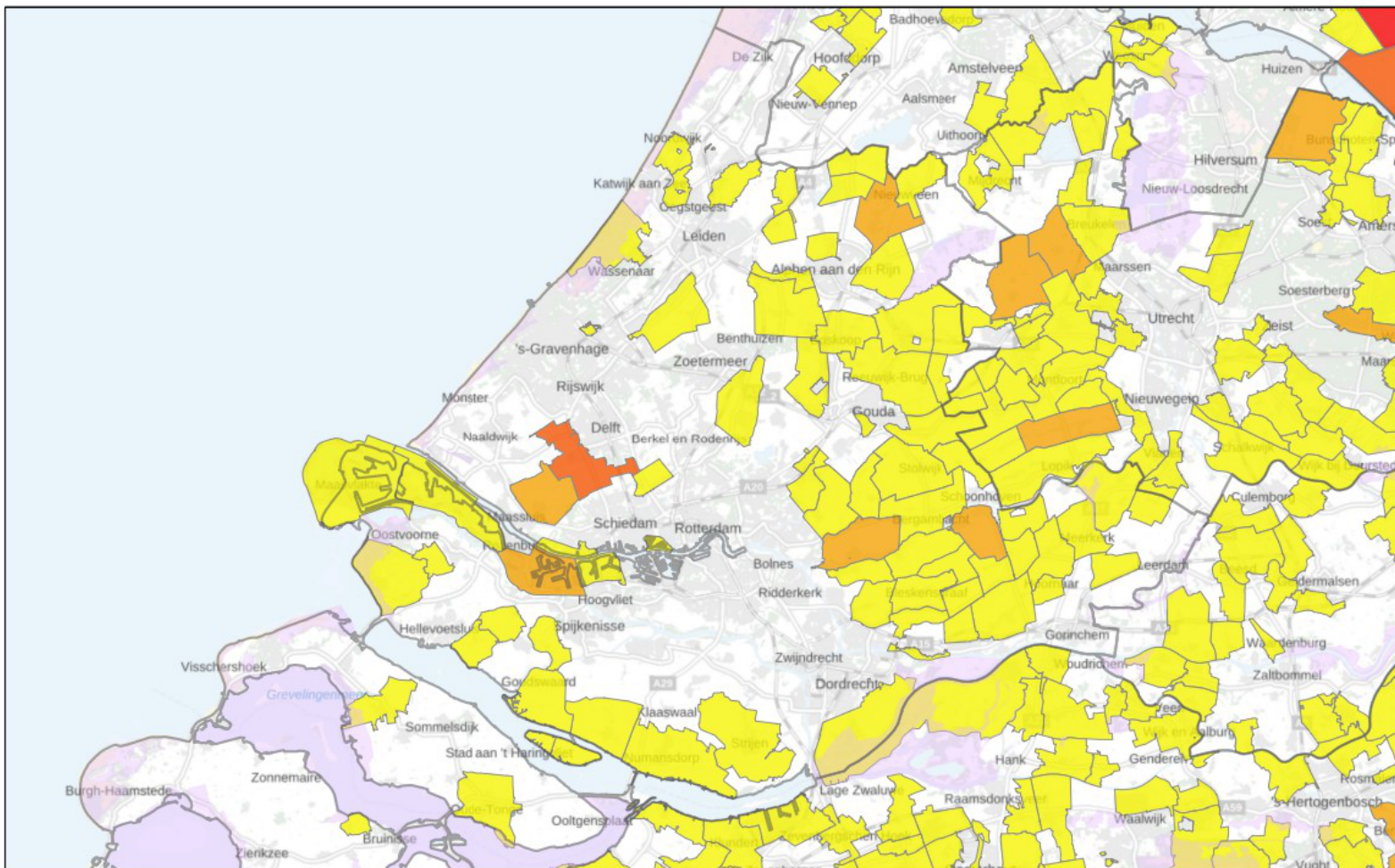
**buitenland**

**Duidelijkheid en zekerheid nodig over aanpak “deken”:**

- wederkerigheid gebiedsdoelen
- bouwvrijstelling



## Ruimtelijke spreiding PAS melders in Zuid-Holland



Zuid-Holland



PAS melders: provinciebrede aanpak ( geen verbijzonderde relatie met gebiedsprocessen in Zuid-Holland

# Waarom een stikstofbank?

- Voor activiteiten die ook in de gebruiksfase stikstofruimte vragen (relatie tot jurisprudentie bouwvrijstelling)
- Sparen van stikstofruimte
- Optimaal gebruik van stikstofruimte



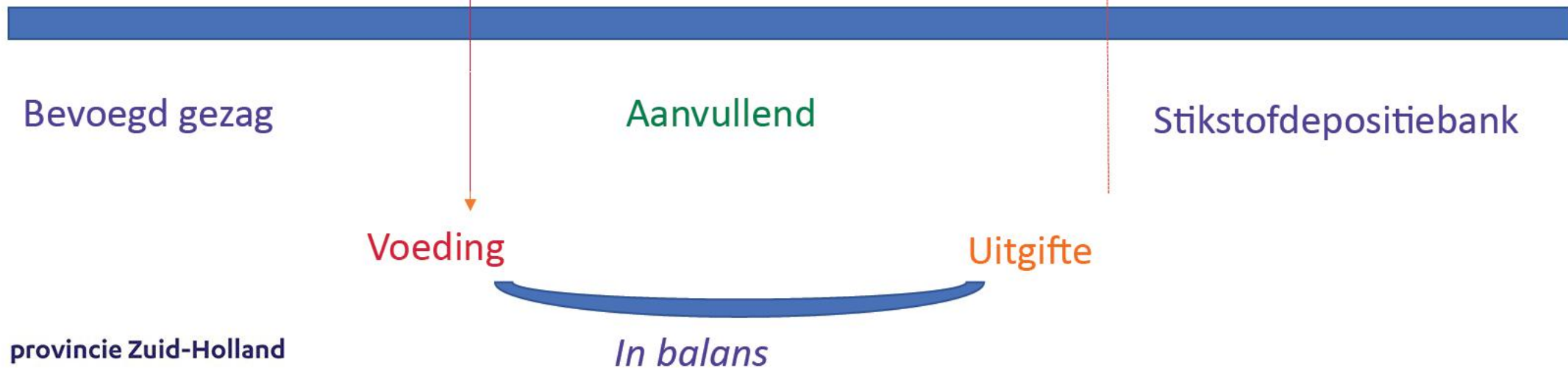
# De stikstofbank is een aanvullend instrument

Initiatiefnemers:

- Privaat
- Overheid

Uitgangspunt zelf oplossen

- Salderen (incl. verleasen)
- Maatregelen
- Actieve matching





# stikstofbank en natuurherstel



provincie Zuid-Holland

Twee punten essentieel

1. Ontwikkeling (inclusief maatregelen 6.3) vooronderstelt voldoende geborgd natuurherstel (door maatregelen 6.1 en 6.2)
2. De Stikstofbank richt zich op optimaal gebruik van stikstofruimte die ontstaat door maatregelen 6.3 ten behoeve van andere ontwikkelingen dan natuur;



# Algemene (Juridische) aandachtspunten extern salderen/stikstofbank

## “De deken” wederkerigheid doelen;

generiek beleid, buitenland en zeescheepvaart dienen onomkeerbaar geborgd  
de meetcorrectie (duinen) dient tijdig verhelderd

## Autonome ontwikkeling ( incl. klimaatakkoord)

Voor een aantal maatregelen is het nog steeds lastig te bepalen of zij additioneel zijn ( en dus als ontwikkelruimte kunnen worden aangemerkt).  
Biedt (na 2 jaar) ) transparant inzicht in de volledige set van aannamen die zijn gehanteerd bij doorrekenen autonome ontwikkeling/klimaatakkoord

## Subsidiebepalingen

leg bij subsidieverstrekking juridisch eenduidig vast – in de bepalingen - welke stikstofruimte voor publieke doeleinden moet worden afgestaan  
(natuur en/of ontwikkeling)

## Doorontwikkeling Aerius

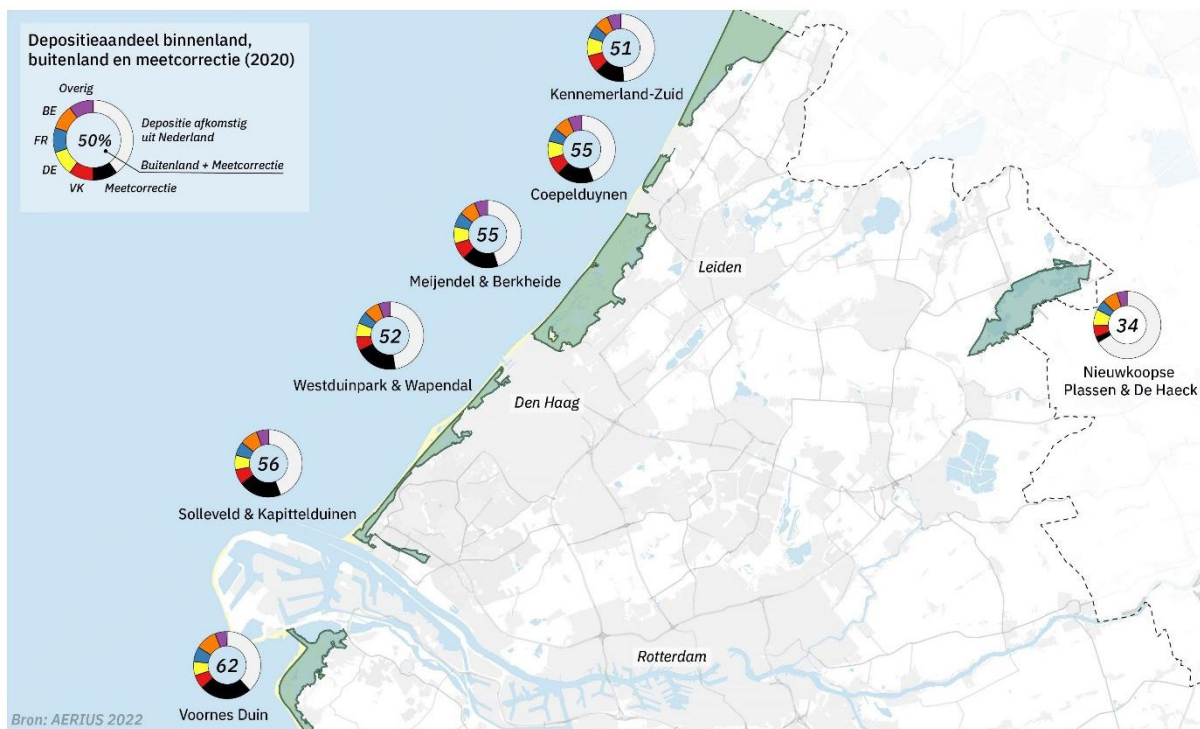
Volwaardige betrokkenheid key-users bij doorontwikkeling van alle Aerius-modules: toets op uitvoerbaarheid en uitvoeringsconsequenties (naast register zijn ook Aerius calculator en monitor van belang)

# Stikstofbanken (hulpmiddel bij vergunningverlening)



provincie Zuid-Holland

- **Bestuurlijk/politiek**
  - reguliere verdeling verantwoordelijkheden tussen systeemverantwoordelijk ministerie en uitvoerende bevoegde gezagen (vergelijk met vergunningverlening breder dan Wnb)
- **Juridisch**
  - Gelijkwaardige wettelijke verankering alle stikstofbanken
  - Gezamenlijke basale kaders, instructies en/of spelregels
- **Beleidsmatig/bestuurlijk**
  - Doelenbank ruimte voor toesnijden op de opgave door bevoegd gezag (doel, voorwaarden, governance)
- **Technisch**
  - één landelijk registratiesysteem
    - Aerius Register 2021 beschikbaarstelling nu
    - Nieuwbouw Register volgens PvE in 2022
  - Volwaardige betrokkenheid key-users bij doorontwikkeling Aerius



Figuur 1: Depositie herkomst enkele stikstofgevoelige N2000 gebieden in Zuid-Holland.

In figuur 1 is de depositieherkomst van sommige van de stikstofgevoelige N2000-gebieden in Zuid-Holland weergegeven. Te zien is dat – vooral in de kustgebieden – een groot deel van de depositie afkomstig is uit het buitenland of van de meetcorrectie. In Voornes Duin is maar iets meer dan één derde (38%) van de depositie afkomstig van Nederlandse bronnen, wat er voor zorgt dat de impact die binnenlands beleid maar weinig impact heeft op de totale depositieverlaging in onze Zuid-Hollandse N2000-gebieden langs de kust.

Van: art.5.1-2e  
 Verzonden: 2023-06-28 11:21:47+00:00  
 Aan: art.5.1-2e

art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e  
 art.5.1-2e

CC:  
 Onderwerp: Kamerbrief RIVM-rapport 'Stand van zaken: Ammoniak van Zee. Tussenrapportage april 2023'

Collega's,

Gisteren heeft de minister voor Natuur en Stikstof de Tweede Kamer geïnformeerd over de stand van zaken met betrekking tot 'Ammoniak uit Zee'.

De brief, inclusief het rapport, is in te zien via deze link  
[https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fwww.tweedekamer.nl%2Fkamerstukken%2Fbrieven\\_regering%2Fdetail%3Fid%3D2023Z12108%26did%3D2023D28829&data=05%7C01%7C5aa0fdd1a534412fd19608db77b918d6%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638235409089892490%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjojMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C&sdata=oY%2B0MFDUCneN3egBw96lE8zJ8iudkJc%2BbSYdFfx6bYk%3D&reserved=0](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fwww.tweedekamer.nl%2Fkamerstukken%2Fbrieven_regering%2Fdetail%3Fid%3D2023Z12108%26did%3D2023D28829&data=05%7C01%7C5aa0fdd1a534412fd19608db77b918d6%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638235409089892490%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjojMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ikk1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C&sdata=oY%2B0MFDUCneN3egBw96lE8zJ8iudkJc%2BbSYdFfx6bYk%3D&reserved=0) .

Meest relevante passages uit de Kamerbrief:

\* Helaas geeft het onderzoek nog geen sluitende verklaring voor het 'duinengat'. Vooral vanuit de kustprovincies is met belangstelling uitgekeken naar dit rapport. De verwachting was dat dit onderzoek meer duidelijkheid zou geven over de

precieze herkomst van de stikstofdepositie en daarmee extra handvatten zou geven voor het opstellen van de gebiedsprogramma's. Ik kan mij voorstellen dat de resultaten in deze tussenrapportage op dat vlak onbevredigend zijn. Nu echter duidelijk is dat de oorzaak van de meetcorrectie niet ligt in de metingen of

gemiste emissiebronnen, kunnen de provincies bij het opstellen van de gebiedsprogramma's in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied, conform de opgestelde handreiking, uitgaan van de bekende bronnen. Zolang er geen eenduidige verklaring is voor de herkomst van de meetcorrectie kunnen provincies geen maatregelen nemen specifiek voor dit deel van de totale depositie. Landelijk is er ook geen aanleiding om de huidige reductiedoelstelling en of het pakket aan bron- en natuurmaatregelen naar aanleiding van dit rapport aan te passen.

\* Over een half jaar verwacht het RIVM een update te kunnen geven over de voortgang van het onderzoek. De verwachting is dat er dan meer duidelijkheid zal zijn over of, hoe en wanneer de uitkomsten van het onderzoek verwerkt kunnen worden in de modelberekeningen. Het is complexe materie waardoor het onderzoek tijd vraagt, hierbij staat zorgvuldigheid voorop.

Met vriendelijke groet,

art.5.1-2e

Senior adviseur Public Affairs

art.5.1-2e

E art.5.1-2e pzh.nl

www.zuid-holland.nl/contact <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?  
 url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=05%7C01%7C art.5.1-2e  
 %40pzh.nl  
 %7C5aa0fdd1a534412fd19608db77b918d6%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7  
 C638235409089892490%7CUnknown  
 %7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ij1haWwiLCJXVCI6Mn0%3  
 D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=cofagMnk%2Fv6v7pvFBzk%2FEwADdDjCetgbBTKXL%2BmzqBQ  
 %3D&reserved=0>

Elke dag beter. Zuid-Holland.

"

**Van:** art.5.1-2e  
**Aan:** art.5.1-2e ; art.5.1-2e  
**Onderwerp:** kustprovincie overleg  
**Datum:** vrijdag 11 februari 2022 07:47:26  
**Bijlagen:** [PZH\\_HIC\\_Zeescheepvaart.pdf](#)  
[PZH\\_HIC\\_Binnenvaart.pdf](#)  
**Prioriteit:** Hoog

art.5.1-2e en art.5.1-2e

De agenda is open. We zijn maar deels aan voorbespreken toegekomen. De volgende punten zou ik willen agenderen, bespreken bereiken

Buiten reikwijdte Woo-verzoek

## 2. Ammoniak van zee

- Algemeen belang van komen tot verklaring
- Betekenis relatief hoge recreatiedruk en honden in bijzonder onderschatte/onbekende bron?
- Reden tot onderzoek en (mogelijk) middelen versterkt voor duinen

Buiten reikwijdte Woo-verzoek

## 4. Walstroom

- Potentieel van relevante stikstofreductie door walstroom voor Zeehavens veel groter dan voor binnenhavens, zie analyses Rhijns
- Sunbidiereregelingen walstroom – blijven - concentreren op zeehavens, niet laten verwateren interprovinciaal ( ook niet naar zeehaven Groningen tenzij vanuit energie0

## 5. Interprovinciaal

- De vier punten inhoudelijk onderbouwd inbrengen in IPO verband
- Niet op voorhand "kustlobby" maar interprovinciaal erkenning natuur en ontwikkelingsbelang kustprovincies

En natuurlijk open staan voor inzichten van Zeeland en Noord Holland

Vriendelijke groet,

art.5.1-2e

# Depositie afkomstig uit het HIC. Sector zeescheepvaart voor anker. (2017)

□ Natura2000-gebied

▤ Begrenzing HIC

Depositie (mol N/ha/jaar)

< 1

1 - 3

3 - 5

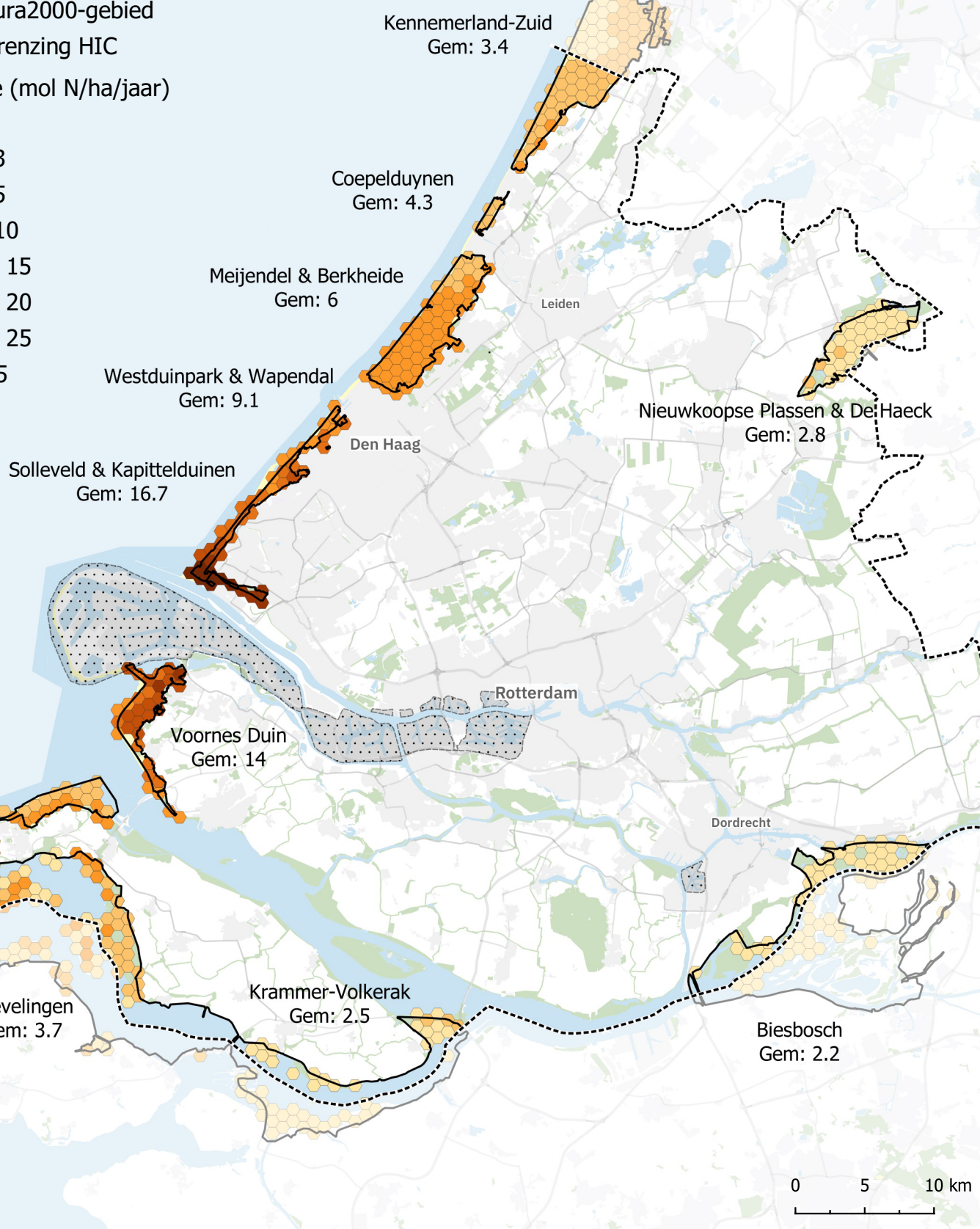
5 - 10

10 - 15

15 - 20

20 - 25

> 25

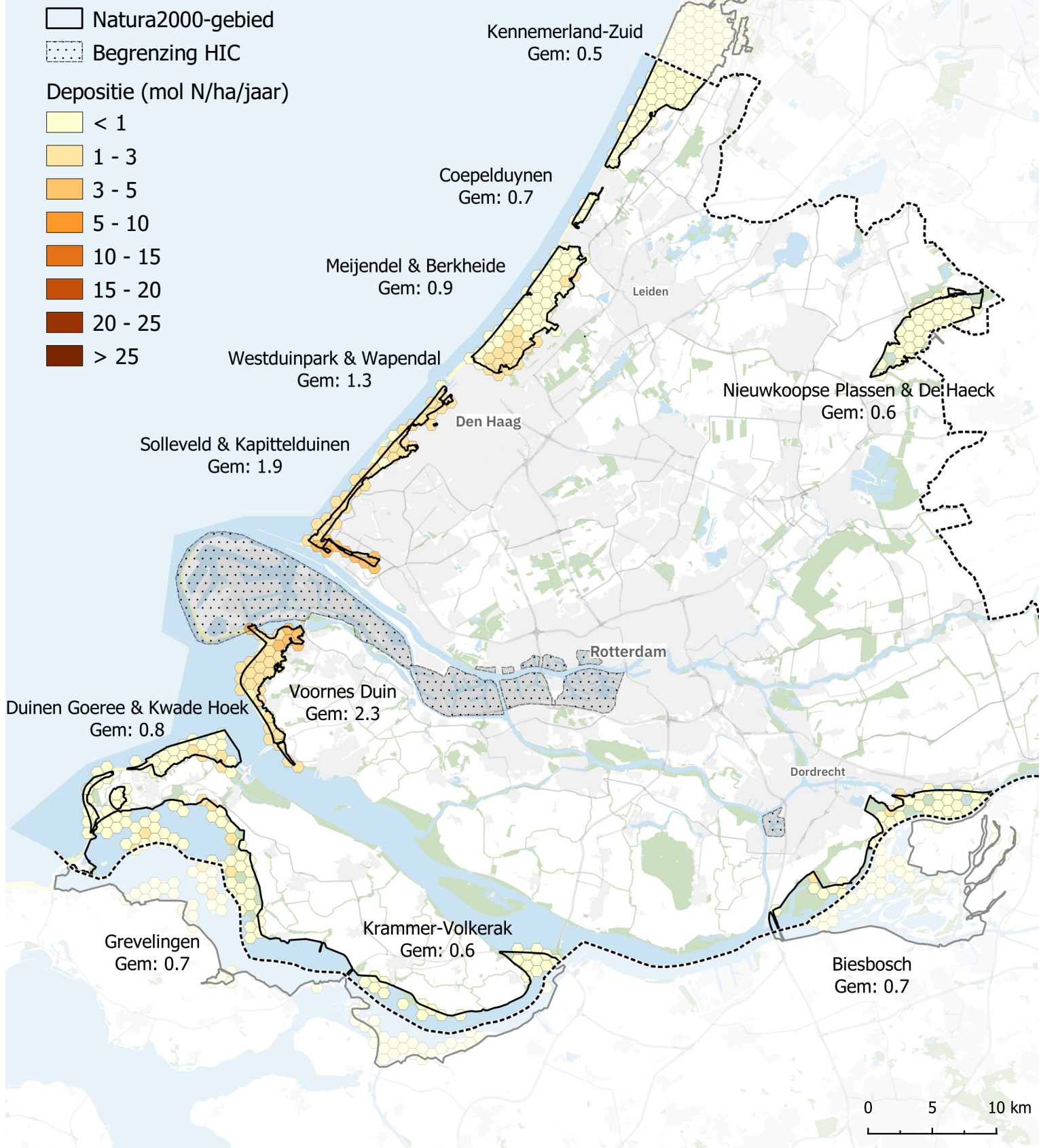


Zeescheepvaart voor anker. Berekening op maatgevende hexagonalen met emissies uit 2017. Visualisatie per level 4 hexagoon ( $\approx 64$  ha).

GCN codes: 3831, 3832, 3833, 3834, 3835, 3836, 3837, 3839



# Depositie afkomstig uit het HIC. Sector binnenvaart. (2017)



Scheepvaart: nationaal en internationaal. Vrachtvervoer en duwvaart. Berekening op maatgevende hexagonalen met emissies uit 2017. Visualisatie per level 4 hexagoon ( $\approx 64$  ha).

GCN codes: 3861, 3862, 3873, 3864

Van: [art.5.1-2e]  
 Verzonden: 2023-02-21 13:25:26+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]

CC:  
 Onderwerp: Kustprovincies  
 "

Dag allen,

Ter kennisname het bericht dat per mail aan kamerleden is verstuurd.

Tzt maken we een mooie versie met kaart van [art.5.1-2e] en [art.5.1-2e]

Groet

[art.5.1-2e]

Van: [art.5.1-2e] <[art.5.1-2e]@pzh.nl>  
 Verzonden: maandag 20 februari 2023 20:53  
 Aan: [art.5.1-2e] <[art.5.1-2e]@pzh.nl>  
 Onderwerp: RE: pdf van ons bericht

Ha [art.5.1-2e]

Yes, die stuur ik je hierbij toe!

Groet, [art.5.1-2e]

[art.5.1-2e]

Adviseur Public Affairs

Afdeling Bestuur

M [art.5.1-2e]

E [art.5.1-2e]@pzh.nl <mailto:[art.5.1-2e]@pzh.nl>

Provincie Zuid-Holland | Zuid-Hollandplein 1 | Kamer C3.84.07  
 Postbus 90602 | 2509 LP Den Haag

www.zuid-holland.nl/contact <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?  
 url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=05%7C01%7C [art.5.1-2e]  
 %40pzh.nl  
 %7C3b0d7046643c4bb1e12008db1406b669%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7  
 C638125791642817758%7CUnknown  
 %7CTWfPbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3  
 D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=6WioxQ4etKpsip5FqWv5900tew%2FVyFWf%2BuaGJA4EhPQ  
 %3D&reserved=0>

Werkdagen: ma, di, wo, do, vr

Elke dag beter. Zuid-Holland.  
 "



provincie  
Zuid-Holland



Provincie  
Zeeland



Provincie  
Noord-Holland

Geachte Kamerleden,

Aanstaande donderdag spreekt u met minister Van der Wal en minister Adema over de stikstofproblematiek en het NPLG. De provincies Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Holland brengen daarvoor graag onderstaande gezamenlijke hartenkreet onder uw aandacht: **Geef duidelijkheid over aanpak stikstof uit zee en buitenlandse bronnen!**

**In de meest recente brieven over de stikstofaanpak is veel aandacht voor het verminderen van de stikstofneerslag door de landbouw, industrie en mobiliteit. De kustprovincies Zeeland, Zuid-Holland en Noord-Holland missen echter voor hen substantiële en niet te beïnvloeden bronnen: de stikstof uit zee (ook wel de meetcorrectie genoemd), vanuit de scheepvaart en buitenlandse bronnen. Zonder duidelijkheid over deze bronnen en over de daaruit volgende aanpak kunnen onze provincies de natuur onvoldoende herstellen en komt er te weinig ruimte voor economische ontwikkeling en legalisatie van PAS-melders.**

#### **Kustprovincies doen wat ze kunnen**

De landbouw en het verkeer zijn in Natura 2000-gebieden langs de kust niet altijd de belangrijkste stikstofbronnen. Het te veel aan **stikstof uit het buitenland, vanuit de scheepvaart en de onduidelijkheid over de meetcorrectie**, is voor Zeeland het grootste knelpunt en voor Zuid- en Noord-Holland een substantiële factor. Daarmee liggen de bronnen van stikstof in onze provincies veelal buiten onze invloed, waardoor het nemen van gerichte maatregelen niet mogelijk is.

Natuurlijk ontslaat de onderbelichting van het stikstof uit zee- en buitenlandse bronnenprobleem onze provincies er niet van om te doen wat we wél kunnen. Integendeel, we werken hard en met overtuiging aan onze gebiedsplannen. En zijn met alle sectoren in overleg over mogelijkheden voor stikstofreductie. In het gebiedsprogramma maken we duidelijk welke maatregelen wij denken te kunnen nemen om onze bijdrage aan nationale doelstellingen te leveren. Het gebiedsplan zal echter wederkerig zijn: zonder stappen van het rijk halen deze provincies bijvoorbeeld doelen in sommige N2000 gebieden niet, waardoor de natuur niet verbetert en nauwelijks ruimte komt voor economische ontwikkelingen en legalisatie van PAS-melders.

#### **Trek stikstofaanpak breder**

Wij vragen het kabinet:

- De stikstofaanpak breder te trekken, zo snel mogelijk het lopende RIVM-onderzoek naar stikstof uit zee af te ronden en zo duidelijkheid te geven over wat dat betekent voor de opgave voor stikstofreductie.
- Snel concrete stappen te zetten in de buitenlandaanpak en de scheepvaart én in de generieke bronmaatregelen.

Mocht u behoefte hebben om één van onze gedeputeerden Jeannette Baljeu (ZH), Anita Pijpelink (Zeeland) of Esther Rommel (NH) voorafgaand aan het debat nog persoonlijk hierover te spreken, dan horen wij dat graag en kan dat natuurlijk.

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e](#) public affairs provincie Zeeland [art.5.1-2e](#) [@zeeland.nl](mailto:@zeeland.nl) [art.5.1-2e](#)

[art.5.1-2e](#) en [art.5.1-2e](#) public affairs provincie Zuid-Holland [art.5.1-2e](#) [pzh.nl](mailto:pzh.nl) [art.5.1-2e](#)

[art.5.1-2e](#) en [art.5.1-2e](#) [@pzh.nl](mailto:@pzh.nl) [art.5.1-2e](#)

[art.5.1-2e](#) public affairs provincie Noord-Holland [art.5.1-2e](#) [Noord-holland.nl](mailto: Noord-holland.nl) [art.5.1-2e](#)

Van: [art.5.1-2e]  
 Verzonden: 2023-06-13 14:52:44.174000+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 CC: [art.5.1-2e]  
 Onderwerp: Meetcorrectie/ammoniak uit zee agendapunt AC  
 "

Ha [art.5.1-2e] en [art.5.1-2e]

Hierbij een korte terugkoppeling van het VTH&Aerius overleg van vanochtend mbt meetcorrectie rapport ammoniak uit zee:

Procesinformatie via [art.5.1-2e] apart traject achter de rug met LNV. Informatiesessie is geweest met provincies etc. Op 1 juli komt rapport op website RIVM. Conceptkamerbrief gaat dit weekend in tas minister - kunnen er nu nog iets van vinden. Rapport is een beetje een afvink exercitie. Verschil kan niet aan de metingen liggen, er zijn geen grote bronnen over het hoofd gezien, oorzaak ligt bij modelberekening (aard kust en veranderlijke weersituatie). Vragen BC in te stemmen met positieve ambtelijke reactie onder enkele voorwaarden.

[art.5.1-2e] van Zeeland: brief is een beetje een slappe brief. Aandacht voor veehouderijen en de kustprovincies hangen er een beetje bij. Kan niet zo zijn dat er pas in 2025 op terug wordt gekomen. Graag intensiever meten. Hoe zuidelijker hoe groter de meetcorrectie. Wel eens met IPSN aanvullingen. Uit de landbouwhoek komt veel commentaar ivm grazers en ganzen in de duinen. Ambtelijk niet mee eens maar zal bestuurlijk worden ingebracht tijdens BC. (Die zitten overigens niet in Aerius).

Noord Holland: we nemen de meetcorrectie niet mee in de gebiedsplannen [is me niet helemaal duidelijk wat hiermee werd bedoeld].

Vraag of andere provincies deze lijn wel expliciet kunnen steunen: Zeeland geeft aan die steun op prijs te stellen.

Noord Brabant heeft RIVM enige jaren terug gevraagd meer meetpunten aan te brengen en krijgen die rapportages. Duurt wel 2 jr voordat je uitslagen krijgt (1 jaar meten , 1 jaar valideren).

Met groet,

[art.5.1-2e]

[art.5.1-2e]

Programmamanager Vergunningverlening en dataontwikkeling stikstof

[art.5.1-2e]

[art.5.1-2e] pzh.nl <mailto:[art.5.1-2e]@pzh.nl>

"

Van: art.5.1-2e  
 Verzonden: 2021-11-02 20:20:53+00:00  
 Aan: art.5.1-2e art.5.1-2e art.5.1-2e ( art.5.1-2e zeeland.nl)  
 CC:  
 Onderwerp: Memo stikstof uit zee: resultaten derde kwartaal  
 "

Heren,

Met excuus voor het emailrolmopsje, maar zo snap je de achtergrond beter.

Handig om ook in jullie kring in de gaten te houden met al die duinen.

Vrgr

art.5.1-2e

Van: art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl>  
 Verzonden: dinsdag 2 november 2021 20:19  
 Aan: art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl>; art.5.1-2e  
 <art.5.1-2e noord-holland.nl>; art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl>; art.5.1-2e  
 art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl>; art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl>  
 CC: art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl>; art.5.1-2e  
 <art.5.1-2e noord-holland.nl>  
 Onderwerp: RE: Memo stikstof uit zee: resultaten derde kwartaal

All,

Van het duinengat naar ammoniak uit zee naar 'meetcorrectie'. Het kan geen prioriteit hebben, maar het aandeel in de kustgebieden is best stevig.

Ik informeer mijn AC-collega's uit ZH en Zeeland er ook over, zodat wij het in de gaten kunnen houden. Zeker ivm de prominentie van een drietal andere provincies (Ov, NB en Gldnd) in de aanpak van het overige.

Thx zover

art.5.1-2e

Van: art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl  
 <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >  
 Verzonden: dinsdag 2 november 2021 13:14  
 Aan: art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >; art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl  
 <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >; art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl  
 <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >; art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl  
 <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >; art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl  
 <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >  
 CC: art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl  
 <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >; art.5.1-2e <art.5.1-2e noord-holland.nl <mailto:art.5.1-2e noord-holland.nl> >  
 Onderwerp: RE: Memo stikstof uit zee: resultaten derde kwartaal

Ja, dit is bekende kost. art.5.1-2e heeft vorig jaar voor ons uitgezocht wat "Ammoniak van zee" was. Zie S:\Directies\BEL\GRN\Wet natuurbescherming\Natura 2000\Stikstof (1291604)\Dossiers\Gebiedsaanpak\Ammoniak uit zee voor onze factsheet, een notitie en een Q&A. De informatie is ook gedeeld met alle projectleiders van de gebiedsprocessen.

Vorig jaar al gaf het RIVM aan dat zij met een update zouden komen. Sindsdien wachten wij daar op.

PS: via IPO en LNV begreep ik dat het RIVM op dit moment heel veel door te rekenen heeft, o.a. door de kabinetsformatie en de vertaling van het landelijke stikstofdoel. Ik vermoed dat ammoniak uit zee geen prioriteit heeft.

Van: [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) <[art.5.1-2e@noord-holland.nl](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)>  
 Verzonden: dinsdag 2 november 2021 10:47  
 Aan: [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) <[art.5.1-2e@noord-holland.nl](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)> >; [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) <[art.5.1-2e@noord-holland.nl](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)> >; [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) <[art.5.1-2e@noord-holland.nl](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)> >  
 CC: [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) <[art.5.1-2e@noord-holland.nl](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)>  
 Onderwerp: FW: Memo stikstof uit zee: resultaten derde kwartaal

Ha [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) en [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)

In een regulier overleg met Natuurmonumenten vertelde [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) dat er mogelijk verandering komt in de wijze waarop naar 'stikstof uit zee' wordt gekeken. Omdat dit een belangrijk component is in onze gebiedsprocessen in de duinen, was ik wel benieuwd of jullie dit (her)kennen?

Groet, [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)

Van: [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@Natuurmonumenten.nl) <[art.5.1-2e@Natuurmonumenten.nl](mailto:art.5.1-2e@Natuurmonumenten.nl)>  
 Datum: dinsdag, 2 november 2021 om 10:18  
 Aan: [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) <[art.5.1-2e@noord-holland.nl](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)> >, [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl) <[art.5.1-2e@noord-holland.nl](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)> >  
 Onderwerp: Memo stikstof uit zee: resultaten derde kwartaal

Zie bijlage voor memo over "stikstof uit zee":

De emissie 'vanuit zee' was dus in eerste instantie een middel om het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie van ammoniak te minimaliseren.

Hoe nu verder?

In de continue inspanning om de onzekerheden in de depositieberekeningen te verkleinen is het RIVM in 2020 begonnen met verder onderzoek. De resultaten van dit onderzoek komen naar verwachting in het derde kwartaal van 2021 beschikbaar in de vorm van een RIVM rapport. Intussen zal de verwarrende term 'ammoniak van zee' vervallen en geformuleerd worden als 'meetcorrectie'.

Daarnaast zijn er een aantal nieuwe aspecten die mogelijk een rol kunnen spelen bij de verklaring van de hogere concentraties in de duinen en die nader

onderzocht zullen worden: bijvoorbeeld NH3 emissie door zeescheepvaart en NH3 emissie door tot nu toe onbekende lokale bronnen. Ook zal er

opnieuw naar de kwaliteit van de metingen gekeken worden.

Ik begrijp dat er begin november een "tegenrapport" wordt opgesteld door een groep hoogleraren, waarin ze met een verklaring komen.

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)

Public affairs Noord-Holland & IJsselmeer

[art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)

Tel: [art.5.1-2e](mailto:art.5.1-2e@noord-holland.nl)



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

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl

KvK Utrecht 30276683

T 030 274 91 11  
info@rivm.nl

**Datum**  
15 april 2021

**Ons kenmerk**  
MIL-2021-0013 CB-avdh

# memo

Onderzoek naar Ammoniak uit zee

## **Ammoniak uit zee: stand van zaken**

Het RIVM zet nader onderzoek op naar de achtergronden van de stikstofdepositie in het kustgebied. In het verleden is een verschil tussen metingen en berekeningen van stikstof geconstateerd in het duinengebied. Daarvoor is een functionele correctie in het model toegepast. Nieuwe inzichten hebben ertoe geleid dat aanvullend onderzoek is gestart naar de verklaring voor dit verschil. In deze notitie geven we de stand van zaken weer en wat de betekenis is voor het gebruik van de stikstofdepositiecijfers.

### ***Inleiding / Algemeen***

In het RIVM rapport 'Ammoniakdepositie in de duinen langs de Noordzee- en Waddenzeekust' (Noordijk et al., 2014) is een analyse gemaakt van het verschil tussen de gemeten en de berekende ammoniakconcentraties met het OPS model. Dit verschil is in populair taalgebruik het 'duinengat' genoemd en werd later 'ammoniak vanuit zee'. Maar dit begrip 'ammoniak uit zee' is feitelijk een verwarrende term en zorgt mogelijk voor onduidelijkheid. Hierna wordt daar verder op in gegaan.

### ***Huidige stand van zaken***

De emissie 'vanuit zee' was dus in eerste instantie een middel om het verschil tussen de gemeten en berekende concentratie van ammoniak te minimaliseren. Hierbij werd het algenpatroon in zee gebruikt om de emissies ruimtelijk te kunnen verdelen. De concentratie van algen in het zeewater is verder niet gebruikt om de grootte van de emissies te berekenen.

Deze bijdrage werd als een aanvulling op de zogenaamde 'meetcorrectie' in de GCN/GDN berekeningen meegenomen. In de loop der tijd zijn de emissies als aparte broncategorie genoemd in de berekeningen en kregen daarmee ook een naam: 'ammoniak uit zee'.

Verschillende vragen over deze bijdrage vanuit zee waren de aanleiding om deze bron van ammoniak opnieuw tegen het licht te houden.

Sinds het onderzoek uit 2014 is het aantal meetlocaties in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN) langs de kust uitgebreid (vooral in het zuiden van het land). Ondertussen is ook een langere reeks met metingen voor de kustlocaties beschikbaar, waarmee mogelijk een beter beeld verkregen kan worden van de oorzaken van het verschil. Daarnaast zijn er een aantal nieuwe aspecten die mogelijk een rol kunnen spelen bij de verklaring van de hogere concentraties in de duinen en die nader onderzocht zullen worden: bijvoorbeeld NH<sub>3</sub> emissie door zeescheepvaart en NH<sub>3</sub> emissie door tot nu toe onbekende lokale bronnen. Ook zal er opnieuw naar de kwaliteit van de metingen gekeken worden.

**Datum**

15 april 2021

**Ons kenmerk**

MIL-2021-0013 CB-avdh

***Hoe nu verder?***

In de continue inspanning om de onzekerheden in de depositieberekeningen te verkleinen is het RIVM in 2020 begonnen met verder onderzoek. De resultaten van dit onderzoek komen naar verwachting in het derde kwartaal van 2021 beschikbaar in de vorm van een RIVM rapport.

Intussen zal de verwarrende term 'ammoniak van zee' vervallen en geformuleerd worden als 'meetcorrectie'. Dit heeft geen consequenties voor de absolute stikstofdepositie en daarmee de overschrijding van de kritische depositiewaarden. De relatieve bijdrage van de verschillende broncategorieën (buitenland, verkeer, landbouw, etc.) aan de berekende depositie (op basis van de bekende bronnen) kan er wel door veranderen. Ondanks de mogelijke verandering in de relatieve bijdrage, zal er uiteindelijk geen verandering optreden van de absolute depositiebijdrage.



## Ammoniak uit zee: plan van aanpak voor verder onderzoek

**Datum**  
15 april 2021

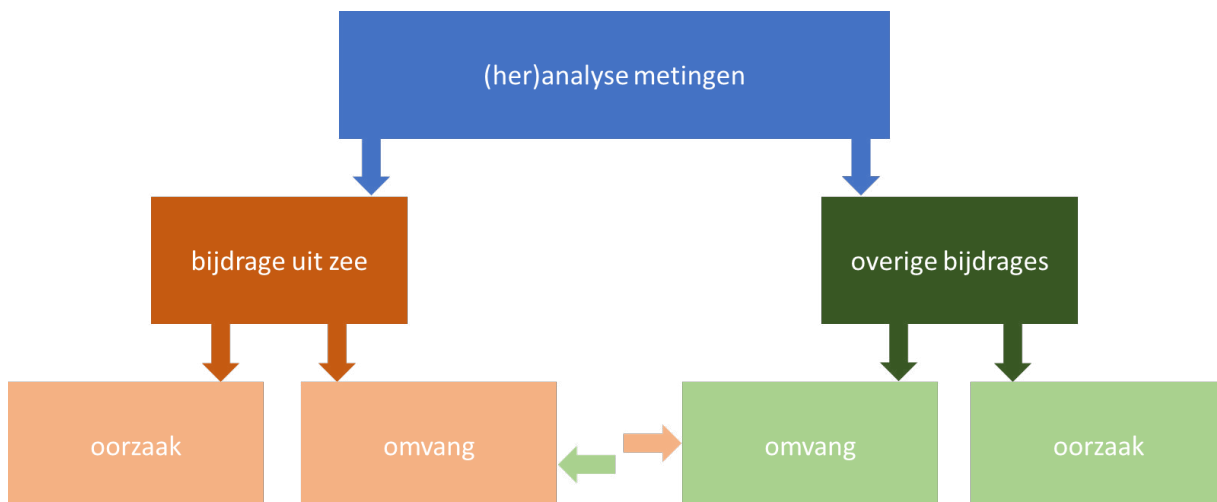
**Ons kenmerk**  
MIL-2021-0013 CB-avdh

### *Inleiding/algemeen*

Zoals in het eerste deel van dit document is weergegeven zijn er sinds het onderzoek in 2014 nieuwe inzichten en gegevens. Het idee van een bijdrage uit zee was destijds grotendeels gebaseerd op gemeten concentraties op verschillende afstanden van de kust. Een heranalyse van de metingen is nodig, met als kernvragen:

- geeft het huidige beeld omtrent de metingen en de bronnen (nog steeds) aanleiding om een bijdrage vanuit zee te veronderstellen
- hoe groot is die bijdrage dan
- is er dan nog een discrepantie tussen metingen en berekeningen en hoe groot is die

De onderzoeksstappen zijn hieronder aangegeven en toegelicht. De resultaten van dit onderzoek komen naar verwachting in het derde kwartaal van 2021 beschikbaar.



### *Te nemen stappen*

#### 1. (her)analyse meettransecten vanaf kust

Allereerst is er een heranalyse van de metingen nodig. Deze heranalyse wordt gedaan op basis van de complete tijdreeks van de MAN concentraties voor de verschillende meetlocaties langs de kust. De heranalyse moet uiteindelijk duidelijk maken of er nog steeds een reden is om te veronderstellen dat er sprake is van een gradiënt vanaf de kust.

#### 2. onderzoek naar bijdrage uit/van zee

Afhankelijk van de heranalyse van de metingen zal moeten blijken of er nog sprake is van een substantiële bijdrage uit zee en of die bijdrage overall even groot is.

Wanneer inderdaad blijkt dat deze bijdrage kleiner is dan tot nu verondersteld, zal daaruit ook automatisch volgen dat er dus sprake moet zijn van een grotere bijdrage vanuit andere bronnen. Voorbeelden van bronnen die hier mogelijk een rol zouden kunnen spelen zijn de bovengenoemde emissie door zeescheepvaart of door tot nu toe onbekende lokale bronnen. Echter, er kan ook sprake zijn van meetartefacten of modelonzekerheden die een rol kunnen spelen bij de geconstateerde verschillen tussen meting en model.

**Datum**

15 april 2021

**Ons kenmerk**

MIL-2021-0013 CB-avdh

### 3. onderzoek naar omvang en oorzaak

Voor dit onderdeel zal voor de verschillende mogelijke oorzaken voor het verschil nader onderzocht moeten worden wat de exacte oorzaak is en een schatting van de omvang (in welke mate draagt het bij aan het verschil). Hierbij steeds het onderscheid tussen een mogelijk bijdrage uit/van zee en mogelijke overige bronnen.

Van: [art.5.1-2e]  
Verzonden: 2022-03-29 09:30:02+00:00  
Aan: [art.5.1-2e]  
CC: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
Onderwerp: nabrander analyse  
"

[art.5.1-2e]

nabrander

Kun je bij buitenland ook kijken van welk reductiepercentage het Rijk uitgaat?

(Mij staat bij best hoog/hoger dan 20% en zo het geval zou dat zou de gevoeligheid van het realiseren van de generieke doelen voor deze aanname nog meer gewicht geven

(en/of de resulterende inspanning van provincie wanneer we deze doelen niet wederzijds vastleggen)

[art.5.1-2e] / [art.5.1-2e]

[art.5.1-2e] [art.5.1-2e] en ik proberen deze week nog wat meer bestuurlijk handzaam cijfermatig zicht te bieden op belang en keuze van generieke doelen, inclusief buitenland, meetcorrectie en (zee)scheepvaart

[art.5.1-2e] Ik kon de figuren Rijk/provincie PSN/NPLG niet meer zo snel terugvinden. Hebben jij/ [art.5.1-2e] die nog wat netter gemaakt?

Vriendelijke groet,

[art.5.1-2e]

"

Van: [art.5.1-2e]  
 Verzonden: 2023-11-06 14:09:11+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e]  
 CC: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 Onderwerp: nieuwsbericht AERIUS voor nieuwsbrief ZH-PLG- Aanpak Stikstof  
 "  
 Hoi [art.5.1-2e]

Bijgevoegd het bericht over de actualisatie van AERIUS zoals al gemeld in de concept nieuwsbrief die ik vorige week toestuurde.

Kan je er naar kijken?

Bedankt alvast,

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e]

Verbinder, regisseur

M [art.5.1-2e]

E [art.5.1-2e]@pzh.nl <mailto:[art.5.1-2e]@pzh.nl>

www.zuid-holland.nl/contact <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=05%7C01%7[art.5.1-2e]@pzh.nl%7Cca37813f747347f3ebd208dbdec9918d%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638348730214297507%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjEkaWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=AvTLVjsl2qweS%2BpFmn%2FEhLUUgI76SoBEWQq8Eohz6vc%3D&reserved=0>

Elke dag beter. Zuid-Holland.

"

## **Actualisatie AERIUS-calculator: meeste Kritische Depositie Waarden verlaagd**

Op donderdag 26 oktober is AERIUS Monitor geactualiseerd. Deze actualisatie omvat naast de standaard actualisaties twee belangrijke onderdelen. Het eerste onderdeel is de tienjaarlijkse actualisatie van de Kritische Depositie Waarde (KDW) van vele Habitattypen. De andere belangrijke wijziging is de update van de kalibratiejaren. Beide actualisatieonderdelen hebben veel impact. In grote lijnen is de uitkomst dat de natuur slechter tegen stikstof kan, dan werd aangenomen. Maar wat deze uitkomsten precies gaat betekenen voor gebruikers en ondernemers is helaas nog niet duidelijk.

### **Update van de Kritische Depositie Waarden (KDW's)**

Vorig jaar is een evaluatierapport verschenen waarin de nieuwste inzichten over de kritische depositiewaarden van stikstof (KDW<sup>1</sup>) zijn verwerkt. Uit het rapport blijkt dat de KDW ook voor Zuid-Holland voor een groot aantal habitattypen moet worden bijgesteld naar een lagere waarde. Slechts voor twee (sub)habitattypen kan een hogere KDW worden aangenomen. Met gelijkblijvende deposities leidt dit tot een gemiddeld grotere overbelasting en een lager percentage van het areaal dat zich onder de KDW bevindt.

### **Update van de kalibratiejaren**

Het AERIUS model wordt gekalibreerd aan de hand van metingen in en rondom de Natura-2000 gebieden. Deze metingen worden uitgevoerd om te kijken of de gemodelleerde depositie afwijkt van de daadwerkelijke depositie in de Natura-2000 gebieden. Dit verschil wordt vervolgens gecorrigeerd aan de hand van de meetcorrectie. Met de update naar meer recentere meetjaren blijkt dat de gemeten gemiddelde depositie in die jaren hoger lag dan in de jaren daarvoor. Dit leidt tot een toename van de depositie in de Natura-2000 gebieden en daarmee een gemiddelde hogere overschrijding van de KDW en een afname van het areaal onder de KDW.

### **De impact op Zuid-Holland**

In Zuid-Holland liggen in verhouding met de rest van Nederland relatief weinig habitattypen waarvan de KDW verlaagd is, wat leidt tot minder extreme wijzigingen in het areaal onder de KDW dan in sommige Natura-2000 gebieden elders in het land. Echter is de impact wel behoorlijk, zoals de tabel hieronder inzichtelijk maakt. Hierin zijn twee belangrijke graadmeters weergegeven, de gemiddelde overbelasting op de hexagonen die overbelast zijn (versimpeld: Hoeveel mol stikstof valt er gemiddeld teveel op natuur waar te veel stikstof op valt) en welk aandeel van de natuur in onze Natura-2000 gebieden zijn niet overbelast (stikstofdepositie is lager dan KDW).

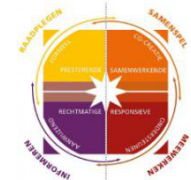
	Gemiddel overbelasting [mol/ha/jr]			Percentage natuurareaal onder de KDW [%]		
	Monitor '23 (2021)	Monitor '22 (2020)	Toename	Monitor '23 (2021)	Monitor '22 (2020)	Vershil
Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	336	201	136	42%	42%	0%
Lingegebied & Diefdijk-Zuid	131	90	41	44%	56%	-12%
Biesbosch	13	3	10	92%	97%	-5%
Kennemerland-Zuid	78	74	5	75%	75%	0%
Coepelduynen	15	6	9	86%	94%	-8%
Meijendel & Berkheide	73	55	17	70%	79%	-9%
Solleveld en Kappitelduinen	134	87	47	61%	63%	-2%
Westduinpark & Wapendal	129	58	71	66%	80%	-14%
Voornes Duin	83	30	53	74%	83%	-9%
Duinen Goeree & Kwade Hoek	7	36	-29	93%	81%	12%
Grevelingen	0	0	0	100%	100%	0%
Voordelta	0	0	0	100%	100%	0%
Krammer-Volkerak	5	1	3	97%	99%	-2%

In twee van de Natura-2000 gebieden is geen sprake van verandering en in één Natura-2000 gebied is de situatie verbeterd (Duinen Goeree & Kwade Hoek) als gevolg van hogere KDW's van de daar voorkomende habitattypen. In de rest van de Natura-2000 gebieden is de gemiddelde overbelasting toegenomen en is het areaal onder de KDW afgenomen met de actualisatie van AERIUS Monitor.

De exacte impact verschilt per natuurgebied, zo is in het Natura-2000 gebied Nieuwkoopse Plassen & De Haeck de overbelasting fors toegenomen (van 201 mol per hectare naar 336 mol per hectare) maar leidt dit niet tot meer overbelaste natuur, terwijl in de Biesbosch een toename van 10 mol overbelasting per hectare per jaar (van 3 naar 13 mol gemiddelde overbelasting) leidt tot een afname van 5 procent punt areaal onder de KDW.

Belangrijk is om te beseffen dat de actualisatie van AERIUS met nieuwe KDW's de staat van de natuur niet verandert. Substantiële reductie van stikstofuitstoot was nodig en blijft ook in de nieuwe situatie nodig. Uit deze update blijkt echter dat dezelfde reductie tot een lager doelbereik leidt, omdat blijkt dat de natuur nog slechter tegen stikstof kan dan eerder werd aangenomen. Er is nog veel onzeker over de maatregelen en de uitwerking hiervan. Heeft u dus een vraag, mail dan naar: [stikstof@pzh.nl](mailto:stikstof@pzh.nl)

## Oplegnotitie PO PAS

<b>Portefeuille:</b>	Stikstof		
<b>Gedeputeerde:</b>	Baljeu		
<b>Datum overleg:</b>	4 april 2022		
<b>Dossier:</b>	Stikstof		
<b>Onderwerp:</b>	Impact stikstofreductie buitenland / meetcorrectie		
<b>Behandelend Ambtenaar:</b>	art.5.1-2e	<b>Ambtelijk Opdrachtgever:</b>	
<b>Doel:</b>	<input type="checkbox"/> Ter kennisname <input type="checkbox"/> Ter besluitvorming <input type="checkbox"/> (Concept) beantwoording (Staten)vragen/moties		 Participatie-Proces? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nee
<b>Agendering in GS:</b>	<input type="checkbox"/> Conformstuk	<input type="checkbox"/> Bespreekstuk	<input type="checkbox"/> N.v.t.

### BESLISPUNT/ ESSENTIE VAN HET VOORSTEL

- Kennisnemen van het memo 'Analyse afhankelijkheid buitenland, meetcorrectie en Nederland voor reductie stikstofdeposities op Zuid-Hollandse natuur' en de korte conclusies van de analyse nieuwe stikstof-factsheets Zuid-Holland.
- Inzichten betrekken bij positionering t.a.v. brief op hoofdlijnen en PSN.

### AANLEIDING

Gedeputeerde Baljeu gaf in het PO van maandag 28 maart en het BCO van dinsdag 29 maart aan dat het belangrijk is om in beeld te krijgen in hoeverre 'we' als Zuid-Holland afhankelijk zijn van het gevoerde beleid van anderen en welke impact we zelf (redelijkerwijs) kunnen maken (gebiedsgericht).

### AANDACHTSPUNTEN

Aan de berekeningen in het memo kan geen grote waarde worden gehangen; het zijn berekeningen om de orde grootte aan te geven.

### DE BIJLAGEN

Memo 'Analyse afhankelijkheid buitenland, meetcorrectie en Nederland voor reductie stikstofdeposities op Zuid-Hollandse natuur'

### CONCLUSIES MEMO

- Als Provincie Zuid-Holland zijn we voor het overgrootste deel afhankelijk van reductie van stikstofemissies buiten Zuid-Holland. Vooral in de kustgebieden is de mate van impact van gebiedsgerichte maatregelen relatief klein en de afhankelijkheid van buitenland beleid groot.
- De aanwezigheid van een zeer grote mate van meetcorrectie in de duingebieden zorgt voor een grootte onzekerheid met betrekking tot mogelijke depositie reductie. Ongeveer een kwart van de stikstofdepositie in deze gebieden komt uit onbekende bron en het is dus onduidelijk of dit aandeel met het huidige of toekomstige beleid ook zal dalen.

### CONCLUSIES FACTSHEETS

- Door het percentage areaal dat onder de KDW is niet meer per hexagoon te bepalen maar per habitattypen is het percentage onder de KDW sterk gestegen. Echter is deze stijging het resultaat

van deze nieuwe methode en is er dus geen (of nauwelijks) echte verandering ten opzichte van vorig jaar.

- De sector 'ammoniak uit zee' (meetcorrectie) is nu niet meer opgenomen als losse sector in het overzicht, de bijdrage is nu uitgesmeerd over de andere sectoren waardoor de procentuele bijdrage van deze sectoren groter is geworden. Dit leidt tot schijnzekerheid, aangezien het niet aannemelijk is dat de meetcorrectie evenredig verdeeld is over de andere sectoren.



Van: [art.5.1-2e]  
Verzonden: 2023-07-06 13:55:34+00:00  
Aan: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
CC:  
Onderwerp: Position Paper stikstof uit zee (buitenland) updaten  
"

Dag heren,

In het kader van de nieuwe werkwijze van Public Affairs en het versterken van de interne lobby (positiebepaling van PZH) ben ik bezig me het maken/updaten van een aantal position papers op de voor Zuid-Holland belangrijkste thema's. Concreet houdt de nieuwe werkwijze in dat we in plaats van ad-hoc te reageren op nieuwe ontwikkelingen in Politiek Den Haag, over willen op een meer gestructureerde werkwijze waarbij we ons richten op zaken waar we echt het verschil kunnen maken. Om dit te kunnen bewerkstelligen is het allereerst van belang om inzichtelijk te krijgen waar wij als provincie Zuid-Holland nu precies voor staan. Iedereen weet wel ongeveer waar we naar toe willen, maar vaak staan deze punten niet duidelijk genoeg op papier en ontbreekt het tevens aan concrete punten die nodig zijn om eventuele obstakels in het proces weg te nemen (bijv. bepaalde regelgeving vanuit Politiek Den Haag). Vandaar dat ik vanuit mijn rol meer de organisatie in ga om het voor Team PA makkelijker te maken wat er zoal speelt en op basis hiervan te kunnen prioriteren.

Op het gebied van stikstof is er in het verleden al eens iets opgesteld, maar het is goed om dit up-to-date te houden. Het betreft dan met name de stikstofdepositie uit zee en hoe hier mee omgegaan dient te worden. De Kamerbrief over ammoniak uit zee van afgelopen week heeft helaas nog niet veel opgeleverd, maar het blijft natuurlijk zaak om onze positie en wat wij nodig hebben actueel te houden.

Zelf heb ik alvast een hernieuwde versie gemaakt, maar het zou fijn zijn als jullie dit inhoudelijk kunnen aanvullen. Wellicht is er ook nog weer een nieuw kaartje beschikbaar oid.

Het document zal ik met jullie delen via onedrive.

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e]

Adviseur Public Affairs

Domein Bestuur

[art.5.1-2e]

E [art.5.1-2e@pzh.nl](mailto:art.5.1-2e@pzh.nl) <mailto : [art.5.1-2e@pzh.nl](mailto:art.5.1-2e@pzh.nl)>

Provincie Zuid-Holland | Zuid-Hollandplein 1 | Kamer C3.84.07  
Postbus 90602 | 2509 LP Den Haag

[www.zuid-holland.nl/contact <https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=05%7C01%7C%40pzh.nl%7C9714243f7b0d4ba0e85508db7e17e84e%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C638242413365073018%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjojMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Iks1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=XNcVPuwqUWHdAVFeNWhe4lj%2BJomvqx%2FQkiTSJLc0k5g%3D&reserved=0>](https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.zuid-holland.nl%2Fcontact&data=05%7C01%7C%40pzh.nl%7C9714243f7b0d4ba0e85508db7e17e84e%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C638242413365073018%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjojMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Iks1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&sdata=XNcVPuwqUWHdAVFeNWhe4lj%2BJomvqx%2FQkiTSJLc0k5g%3D&reserved=0)

Werkdagen: ma, di, wo, do, vr

Elke dag beter. Zuid-Holland.

"



## Position paper provincie Zuid-Holland t.b.v. het rondetafelgesprek (RTG) over de invulling van het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) door provincies op 14 december 2022

### Hoe verloopt het proces bij Zuid-Holland tot nu toe?

Transitieopgaven hebben grote ruimtelijke gevolgen. Het is niet eenvoudig om al die opgaven ruimtelijk te laten passen in onze drukbezette provincie. We moeten creatief met onze ruimte omgaan en keuzes maken zodat onze leefomgeving toekomstbestendig wordt ingericht. De praktijk is weerbarstig. Transitie opgaven in het landelijk gebied, het havenindustriële complex en de verstedelijkingsopgave vragen allen om ontwikkelruimte. Niet alleen de fysieke ruimte is schaars, maar ook de stikstofruimte om nu en morgen aan de slag te gaan.

In goede samenwerking met gemeenten en waterschappen zet de provincie zich in om invulling te geven aan de opgaven. We willen als provincie, samen met onze gebiedspartners, stappen zetten, maar dan is het noodzakelijk dat cijfers op orde zijn, we stoppen met het verder stapelen van opgaven en dat er helderheid komt ten aanzien van de financiële ruimte.

Oppervlakte: 3400 km <sup>2</sup>
Aantal inwoners: 3,7 mln
Aantal Waterschappen: 5
Aantal Gemeenten: 52
Aantal stikstofgevoelige N-2000 gebieden: 12 (totaal 21 N-2000 gebieden in Zuid-Holland)

### Algemene knelpunten:

- a. **Ontbreken heldere doelen:** het door de rijksoverheid druppelsgewijs formuleren van doelen met veel ruimtelijke impact, is problematisch bij de uitvoering van een gebiedsproces. Dit maakt het bijvoorbeeld moeilijk om met één sector afspraken te maken als nog niet duidelijk is wat andere sectoren ook gaan bijdragen.
- b. **Ontbreken beschikbare middelen en regelingen:** met het transitiefonds zijn door het Rijk financiën gereserveerd. Deze zijn nog niet beschikbaar, waardoor we kansen mislopen. Voldoende en tijdige beschikbaarheid van middelen is noodzakelijk, het zelfde geldt voor helderheid over en inzet van het Rijk over kaders staatssteun. Budgetten voor provincies zo min mogelijk regels aan koppelen (buiten de landelijke regelingen) zodat er optimale vrijheid is om geld te besteden ten behoeve van doelen. Vertrouwen in verantwoording is nodig.
- c. **Ontbreken betrouwbaar systeem:** het systeem van toestemmingsverlening hebben we steeds complexer gemaakt. Wanneer we snel fors stikstof reduceren kunnen we toe naar een systeem van toestemmingsverlening dat zich focust op de hoofdlijnen met ruimte om dit op regionaal niveau verder in te vullen. Daar hoort ook een goed werkend systeem van data, monitoring en berekeningen bij. Een actueel en betrouwbaar AERIUS is daarvoor randvoorwaardelijk.

### Zuid-Holland: grote opgaven, maar beperkte knoppen om aan te draaien

Nationale aandacht richt zich vooral op het verminderen van ammoniakuitstoot door landbouwbedrijven. Echter, ook al wordt daarvoor een oplossing gevonden dan is dat effect in Zuid-Holland beperkt. Het is noodzakelijk om de stikstofdepositie fors te reduceren t.b.v. natuurverbetering en om belangrijke nationale opgaven mogelijk te maken. Denk aan transitieopgaven, legalisatie van de 180 PAS-melders, de ruim 200.000 woningen die we tot 2030 moeten bouwen in Zuid-Holland, de veiligheidsprojecten voor dijkversterkingen, de energietransitie en de ontwikkeling en verduurzaming van het Haven Industrieel Complex (HIC).

Hoge stikstofdepositie van bronnen die door de kustprovincies zelf **niet** te beïnvloeden zijn:

- zeescheepvaart,
- het buitenland

Aanvullende onzekerheid:

- meetcorrectie (verschil tussen model en daadwerkelijke metingen aan de kust dat oploopt tot 30%).



### **Wat is er nodig om knelpunten op te lossen?**

- a. Heldere doelen en voorkom stapeling  
Geef heldere, kenbare doelen en voorkom stapeling van steeds aanvullende opgaven.
- b. Wet- en regelgeving en Rijksinzet op bronmaatregelen  
Generiek beleid voor verschoning en verduurzaming, voor alle sectoren, helpt de gebiedsprocessen binnen de provincie om te komen tot stikstofreductie. Bronmaatregelen van het Rijk zijn noodzakelijk.
- c. Middelen, goede regelingen en maatwerk  
Er zijn diverse regelingen voor aankoop, deze zijn echter niet altijd toepasbaar. Zo waren vanuit de eerste opkoopregeling maar 9 agrarische bedrijven in Zuid-Holland die voldeden aan de criteria. Ruime criteria en vertrouwen in provincies voor doelmatige uitgifte zijn noodzakelijk om stappen te kunnen zetten. Snel gezamenlijk als provincies en Rijk resultaten behalen voor wat betreft piekbelasters is essentieel, en dat moeten we ook echt samen doen. Er moet ruimte zijn voor een maatwerk aanpak waarbij er integraal naar uitdagingen in gebieden wordt gekeken waarbij kwaliteit voorop staat. Middelen moeten voor gebiedsprocessen in het hele land beschikbaar zijn.

### **Hoe kunnen we als verschillende lagen van de overheid het proces stroomlijnen om het zo goed mogelijk te laten verlopen?**

#### *Integraal proces VS urgent en noodzakelijk*

Zuid-Holland is in drie kerngebieden (Kust, Delta, Veenweiden) gestart met een integraal gebiedsproces. Daarbij betrekken we gemeenten, waterschappen en maatschappelijke partners. Wij zien spanning in het proces ontstaan. Er worden complexe analyses gevraagd van natuur, water- en bodemsystemen en sociaal-economische structuur. Uit deze analyses moeten we maatregelen selecteren en strategisch richting kiezen met doorwerking tot 2050. Deze keuzes moeten toekomstbestendig zijn, omdat wij aanlopen tegen de grenzen van het systeem. Dit kunnen wij niet langer voor ons uitschuiven en dus moeten wij nu doorpakken. We willen tegelijkertijd deze strategische keuzes niet overhaast maken. Daar is aandacht voor het creëren van draagvlak nodig. Het landbouwakkoord is een belangrijke bouwsteen daarvoor.

We vragen aan de kamer aandacht voor het proces. Er moet ook na 1 juli 2023 ruimte zijn en blijven voor het maken van, of bijstellen van, deze strategische keuzes.

#### *Acteren als één overheid*

Wij roepen het Rijk op om samen met ons het proces in te richten als partners in het veld. Ons gebiedsplan moet ook die van het Rijk zijn. We worden nu te veel verrast door “alleen gang” van rijksdiensten (voorbeeld Rijkswaterstaat). Burgers hebben behoefte aan duidelijkheid wie waar op aan te spreken is.

We vragen de kamer duidelijk te maken dat de provincie in de gebieden in de lead is. Rijk volgt na maken van afspraken met provincies. Te beginnen bij samenwerking tussen nationale- en provinciale grond- en stikstofbanken.



## **Bijlage: ingezoomd op uitdagingen voor natuur, landbouw en water**

### **Natuur**

Voor het halen van de natuurdoelen is er een grote opgave om de ecologische systemen te herstellen en robuust te maken. Duidelijkheid over deze doelen is hard nodig. De aanscherpingen van de belangrijkste doelen, de vogel- en habitatrictlijn (VHR) doelen, zullen pas het komend halfjaar via een iteratief proces regionaal verdeeld worden. Een soortgelijke actie zit voor soorten van de bijlage IV van de habitatrictlijn echter nog niet in de pijplijn. Ook komt er nog een actualisatie van de Vogelrichtlijn aan, met potentieel grote gevolgen, zoals extra N2000 gebieden. Oproep aan de kamer is om aan te blijven dringen op tijdige en heldere natuurdoelen. En helderheid over de juridische status van Natura 2000 waarden buiten Natura 2000 gebieden.

- Zorg tijdig (januari 2023) voor smart natuurdoelen op provincie niveau. Dat is nodig voor het voeren van een goed gebiedsproces.
- Anticipeer daarbij op de actualisatie van de Vogelrichtlijn en komende EU-regelgeving, zodat voorkomen wordt dat er de komende jaren in de gebiedsprocessen steeds opnieuw aanvullende doelen worden toegevoegd.
- Verschaf helderheid over de juridische status van Natura 2000 waarden buiten Natura 2000 gebieden.

### **Landbouw**

Het is onmogelijk om de benodigde stikstof- en CO<sub>2</sub>-reductie volledig via de gebiedsgerichte aanpak te realiseren. De stikstofreductie doelstelling, die nodig is om de overbelasting op de natuur te verlagen, is al een enorme opgave voor het gebied. Het Rijk is aan zet voor een oplossing voor de PAS-melders.

- Bij de eerstvolgende verzameling van GIAB data (geografisch informatiesysteem agrarische bedrijven) dient er bij gevraagd te worden of de agrariër toestemming verleent om de gegevens ook met provincies te delen. Zonder directe toegang tot deze gegevens is het erg ingewikkeld om een individuele agrariër te ondersteunen.
- Per bedrijf kijken naar wat er nodig is om minder vervuילend te zijn voor de omgeving is enorm arbeidsintensief. Het vraagt veel capaciteit en kennis. Financiën hiervoor moeten voldoende uit het transitiefonds beschikbaar zijn.
- Oproep vanwege knelpunten PAS melders: Voor ondernemers is het erg onzeker als zij in een illegale situatie zitten. Voor de 180 PAS-melders in Zuid-Holland is dat nu het geval. Zij hebben te goeder trouw een melding gemaakt van een verandering van hun bedrijfsvoering. Nu blijkt dat zij toch vergunningplichtig waren, en dat brengt veel onzekerheid. Wanneer er geen oplossing komt voor de PAS melders, wordt het in de gebiedsprocessen erg moeilijk om draagvlak te krijgen voor stikstofreducerende maatregelen.
- Uitvoeringscapaciteit: alleen al bij de afhandeling van de PAS-melders is onvoldoende capaciteit.

### **Water**

De watercondities (kwantiteit en kwaliteit) staan onder druk. Zuid-Holland wordt gekenmerkt door een diverse water en bodem systeem. Als kustprovincie hebben we te maken met lage veengebieden, vruchtbare kleigronden op de eilanden op het grensvlak van zoet/zout en duingebieden die belangrijk zijn voor de drinkwaterwinning.

- Verzoek aan Rijk om voldoende (en tijdig) met middelen te komen – al dan niet als onderdeel van het landbouwakkoord - voor het mogelijk maken van transitie naar grondgebruik dat past bij 40 tot 20 cm grondwaterstand. En datzelfde geldt ook voor waterbergingsgebied in 5-10% van de diepe polders.
- Verzoek aan Rijk om aan te geven hoe ze sturing naar grondwaterstand van 40 tot cm onder maaiveld voor zich ziet en hoe ze dat wil controleren? Sturing waterpeil gebeurt nu via het slootwaterpeil (peilbesluit waterschappen ziet op oppervlaktewaterpeil, niet op grondwaterpeil).
- Duidelijke route hoe in het Activiteitenbesluit Milieubeheer/Besluit Activiteiten Leefomgeving de doelstelling van het Platform Duurzame Glastuinbouw voor nagenoeg nulemissie nutriënten in 2027 wordt ingevuld (wetgevingstraject, maar ook facilitering uitvoering en benodigde innovatie).
- Duidelijke route hoe het Rijk invulling geeft aan de richtlijn duurzaam gebruik gewasbeschermingsmiddelen/het lopende herzieningsvoorstel Europese Commissie verordening duurzaam gebruik gewasbeschermingsmiddelen (50% reductiedoelstelling op Unieniveau voor gebruik en risico) (benodigde innovatie en facilitering uitvoering).

"Van: [art.5.1-2e]  
Verzonden: 2023-12-19 13:53:41+00:00  
"Aan: [art.5.1-2e]  
CC:  
Onderwerp: Powerpoint van expertsessie ammoniak van zee  
"

Sommige personen die dit bericht hebben ontvangen, ontvangen niet vaak e-mail van [art.5.1-2e]minlnv.nl. Meer informatie over waarom dit belangrijk is <<https://aka.ms/LearnAboutSenderIdentification>>

Beste Allen,

Hierbij ontvangen jullie de presentatie die gister is gegeven tijdens de expertsessie ammoniak van zee.

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e]

Dit bericht kan informatie bevatten die niet voor u is bestemd. Indien u niet de geadresseerde bent of dit bericht abusievelijk aan u is gezonden, wordt u verzocht dat aan de afzender te melden en het bericht te verwijderen.

De Staat aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die verband houdt met risico's verbonden aan het elektronisch verzenden van berichten.

This message may contain information that is not intended for you. If you are not the addressee or if this message was sent to you by mistake, you are requested to inform the sender and delete the message. The State accepts no liability for damage of any kind resulting from the risks inherent in the electronic transmission of messages. "



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

# Stand van zaken 'Ammoniak van Zee'

Expertsessie

18 december 2023



## Vervolgonderzoek n.a.v. tussenrapportage april 2023 en expertsessie september 2023

1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares
2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland
3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)
4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart (bepaalt compensatiepunten)
5. Verkennen natuurlijke emissies (o.b.v. Nationale Database Flora & Fauna)
6. Expertmeeting met TNO
7. Cumulatieve effecten
8. Samenvatting
9. Proces



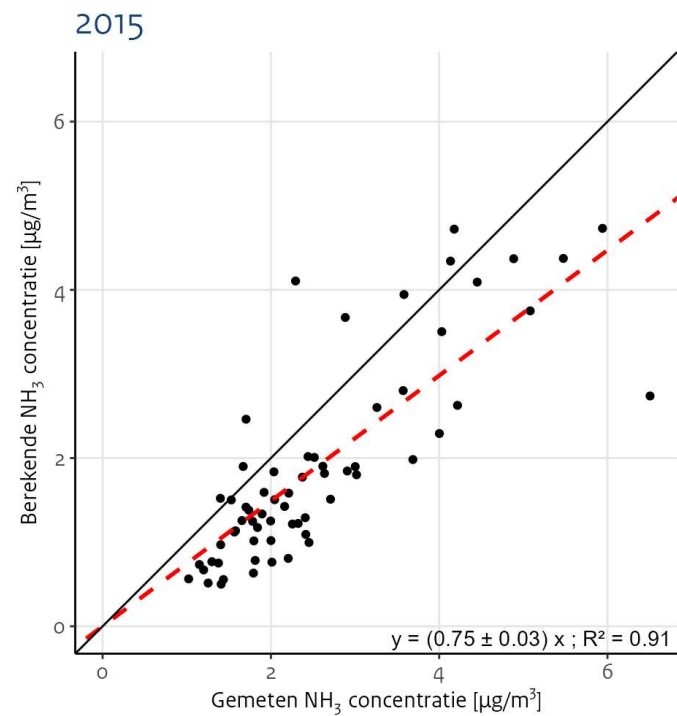
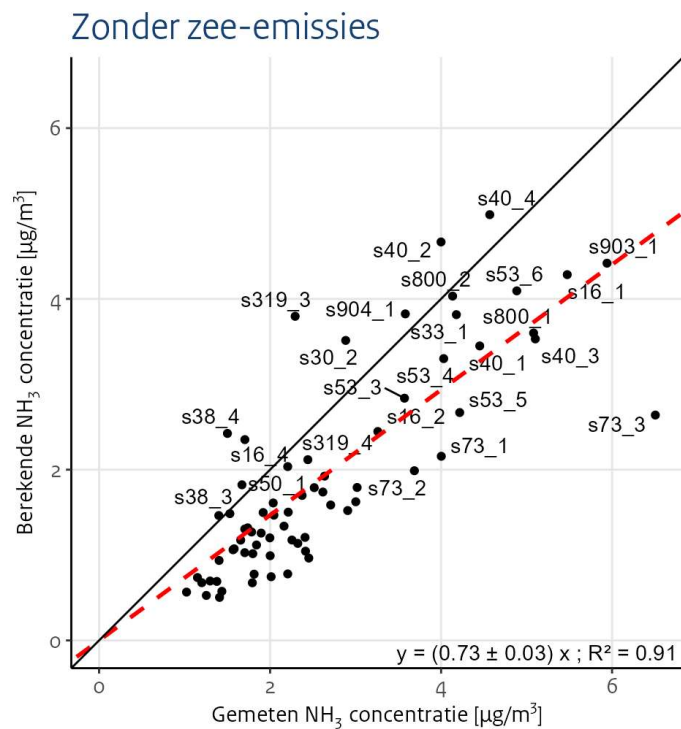


# 1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares





# 1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares





# 1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares

- › Gereed voor implementatie in OPS
- › Mee te nemen in GCN2025/M25



## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland



Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

### Evaluatie van de Nederlandse waarnemstations

#### 5. Kwaliteit van de locaties van waarnemstations

##### 5.1 Introductie tot de kwaliteitsevaluatie

Naast de fundamentele rol van de RRR in de evaluatie van waarnemsystemen is er een tweede procedure welke er op gericht is om aan te geven of een station op 'de goede plaats' ligt. Hiermee wordt bedoeld de meetlocatie representatief is voor de omgeving. De zogenaamde 'WMO classification of stations' is opgezet door de WMO Commission on Instruments and Methods of Observation (CIMO) en bepaalt van meetstations de kwaliteit per parameter. Kwaliteitsklassen per variabelevariëren van 1 tot 5. Verder wordt deze classificatie iedere 5 jaar uitgevoerd [en is voor NL in 2015 uitgevoerd]. WMO heeft deze actie afgerond en een actie is gestart om deze procedure een ISO standaard te maken, die om de 5 jaar wordt herzien.

##### 5.2 Aanbevelingen

Appendix 5 bevat een tabel met de 35 stations voor welke vier classificaties zijn uitgevoerd, te weten voor a) temperatuur, b) luchtvochtigheid, c) neerslaghoeveelheid, d) wind, e) opwekking, en d) drabte en diffusiecoëfficiënt.

**Dus Vlissingen is in principe kandidaat voor verplaatsing. Vlissingen is tevens een ongedefinieerd "kuststation" is en niet representatief voor binnendijks Zeeland.**

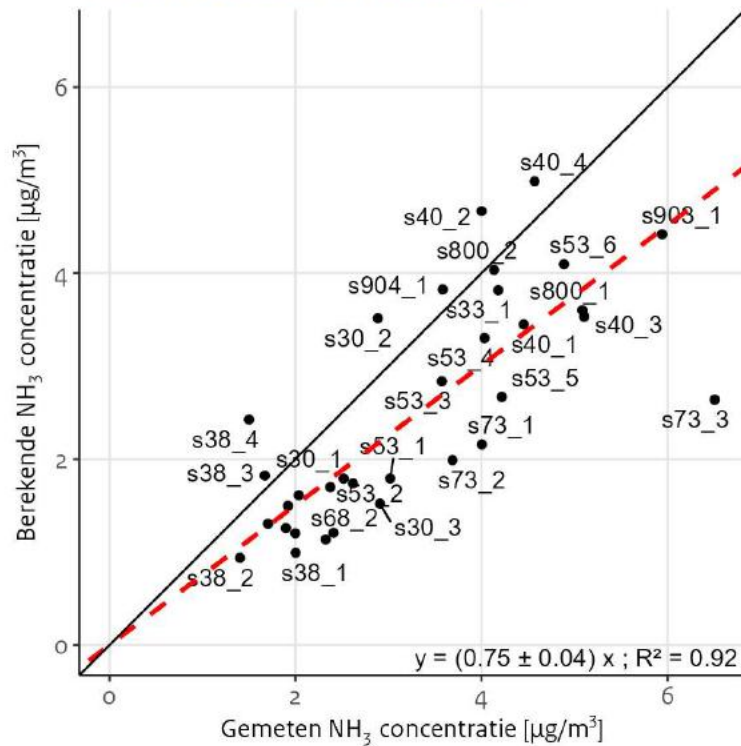
De Bilt, 2016 | Technisch rapport; TR-357

score en op basis van de maximum score in een bepaalde parameter moet overwogen worden of ze niet beter verplaatst kunnen worden. Hierbij denkt de projectgroep aan Hoek v Holland, Hupsel, Lauwersoog en Twente. De evaluatie toont verder aan dat niet alle Defensiestations goed geplaatst zijn, en verdere beoordeling van deze stations in samenspraak met Defensie is zeer gewenst.

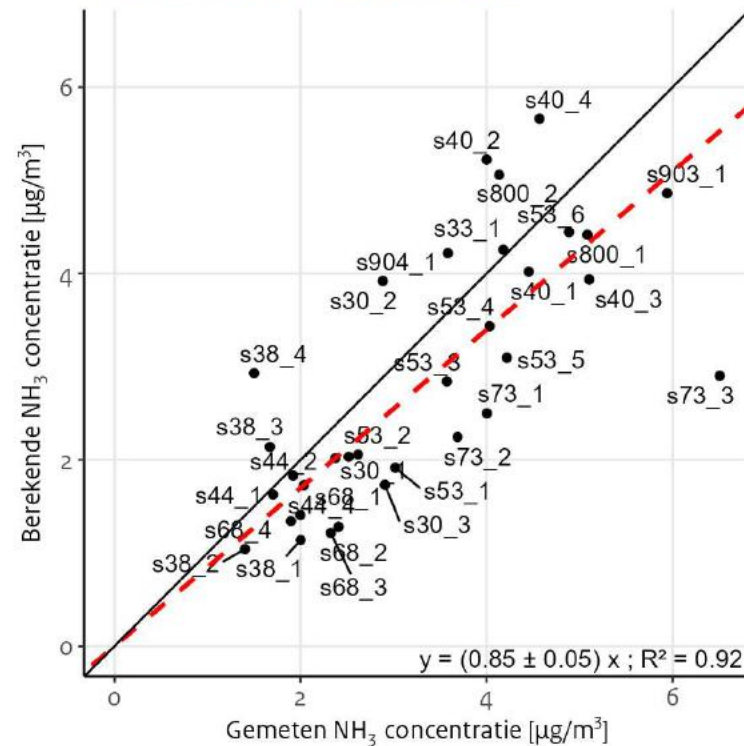


## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

Default  
Alleen stations in Zeeland



KNMI station Vlissingen vervangen door station Westerdorpe  
Alleen stations in Zeeland





## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

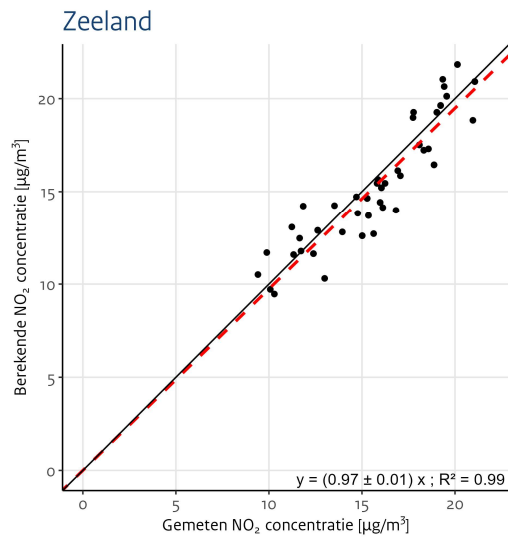
- > Kunnen er nog meer meetstations worden toegevoegd?
  - Niet langs de kust, verder landinwaarts niet verder onderzocht
  
- > Mogelijk gebruik van modeldata (genudged naar de metingen)
  - In de toekomst wellicht mogelijk, maar dit is onderdeel van generieke modelverbetering



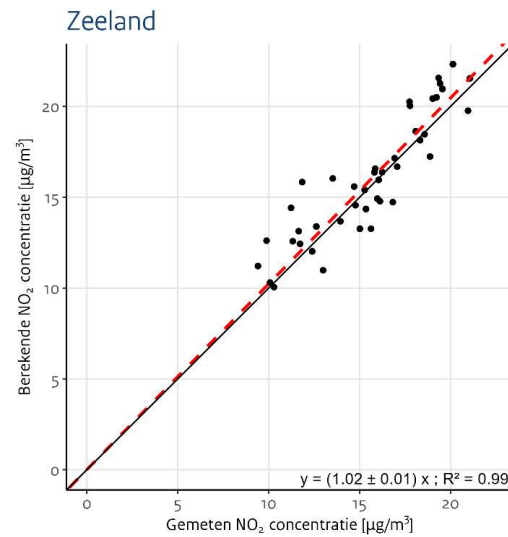
## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

- › Wat zijn de effecten op andere componenten (b.v. NO<sub>2</sub>)?

Default



Nieuwe meteo





## 2. Onderzoek naar de oorzaak van de mogelijk 'niet-representatieve' meteo in Zeeland

- › Besloten om Vlissingen te vervangen door Westdorpe
- › Gereed voor implementatie in OPS
- › Mee te nemen in GCN2025/M25





### 3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)

Atmospheric Environment 298 (2023) 119596

---



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Atmospheric Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/atmosenv](http://www.elsevier.com/locate/atmosenv)



---

Dry deposition of ammonia in a coastal dune area: Measurements and modeling

K.J.A. Vendel<sup>a,\*</sup>, R.J. Wichink Kruit<sup>a</sup>, M. Blom<sup>b</sup>, P. van den Bulk<sup>b</sup>, B. van Egmond<sup>b</sup>,  
A. Frumau<sup>b</sup>, S. Rutledge-Jonker<sup>a</sup>, A. Hensen<sup>b</sup>, M.C. van Zanten<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), P.O. Box 1, 3720 BA, Bilthoven, the Netherlands

<sup>b</sup> Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO), P.O. Box 15, 1755 ZG, Petten, the Netherlands

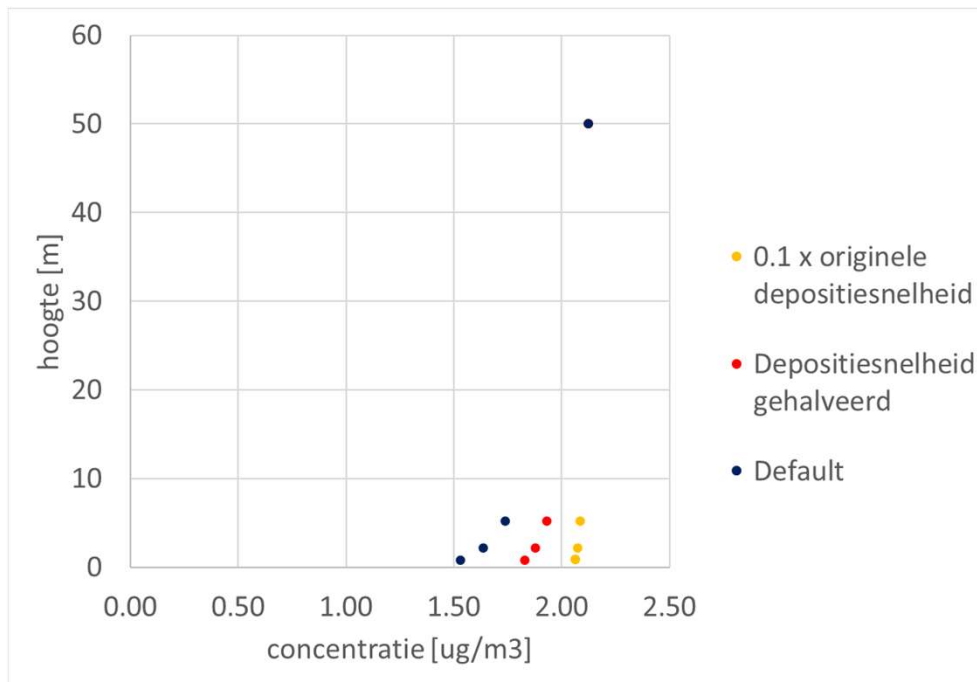
<sup>c</sup> Wageningen University & Research (WUR), P.O. Box 47, 6700 AA, Wageningen, the Netherlands





### 3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)

- > Effect van de depositiesnelheid op het verticale concentratieprofiel



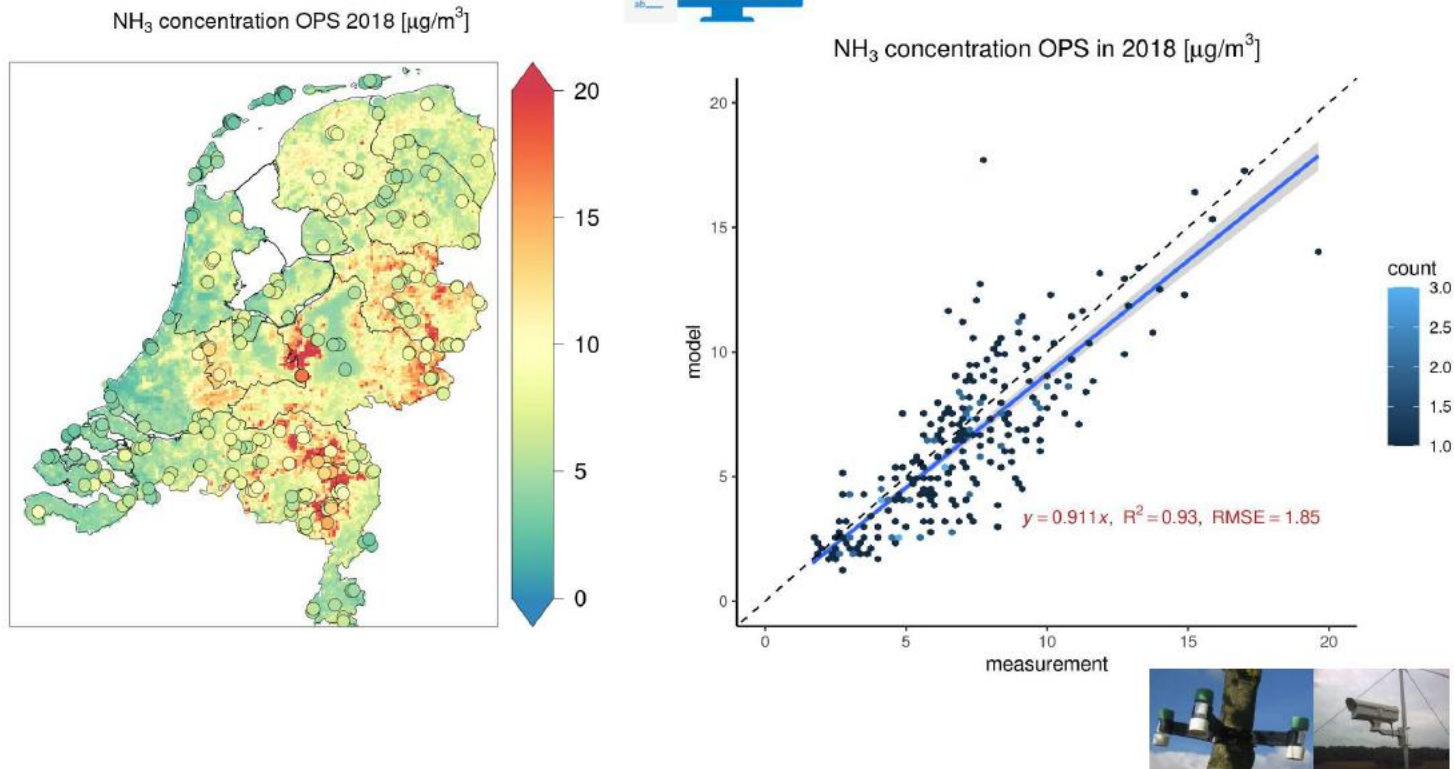


### 3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (n.a.v. publicatie Solleveld)

- Weten we voldoende om de depositiesnelheid in duinen aan te passen?
  - Er loopt nog onderzoek naar verfijning/uitbreiding DEPAC → NKS-SAGEN WP2
  - Nieuwe meetcampagne met DOAS setup in Solleveld (in 2024 en 2025)
  
- Kunnen COTAG metingen in NHD de overschatting van de depositiesnelheid bevestigen?
  - De COTAG metingen in NHD hebben last gehad van vochtproblemen en zijn hoogstwaarschijnlijk niet bruikbaar voor modelvalidatie

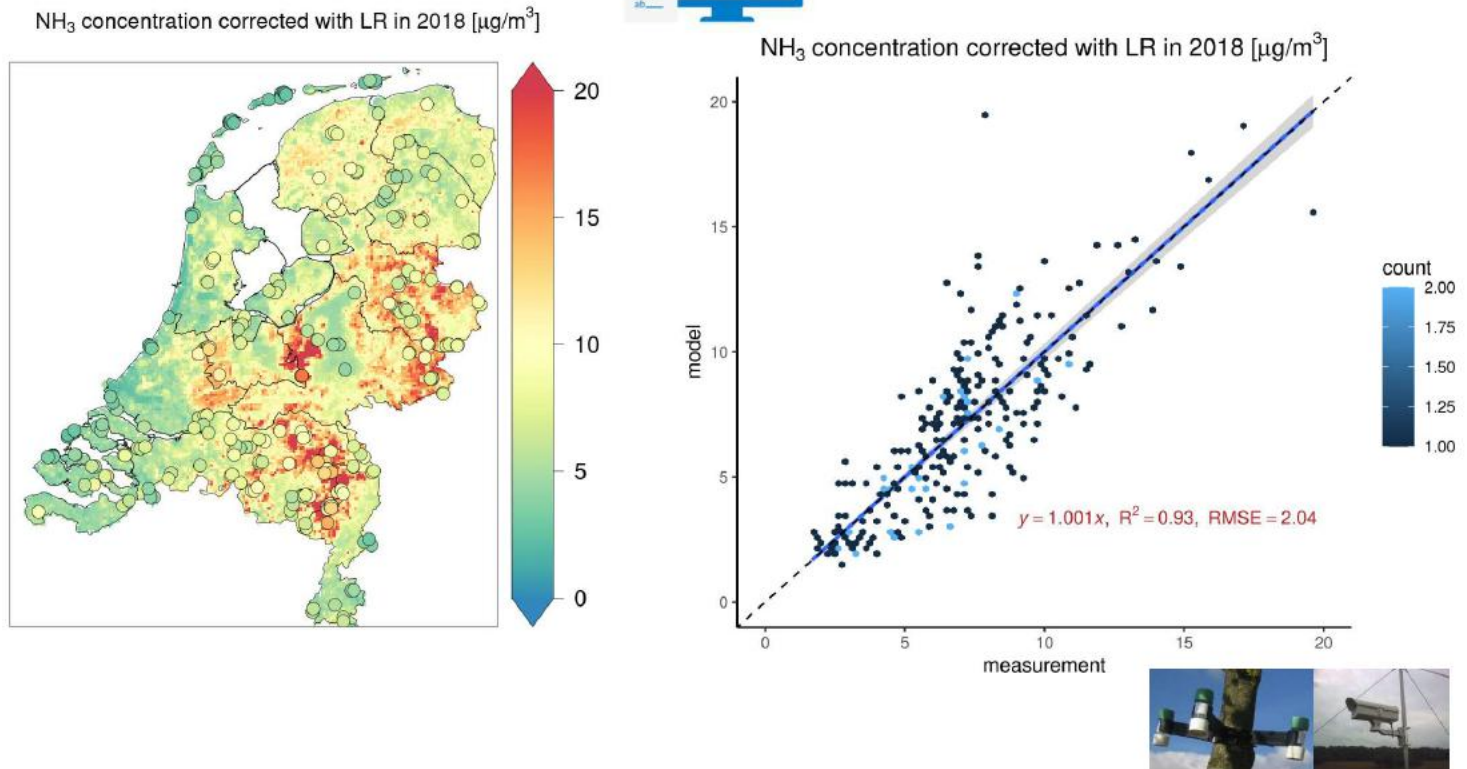


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart



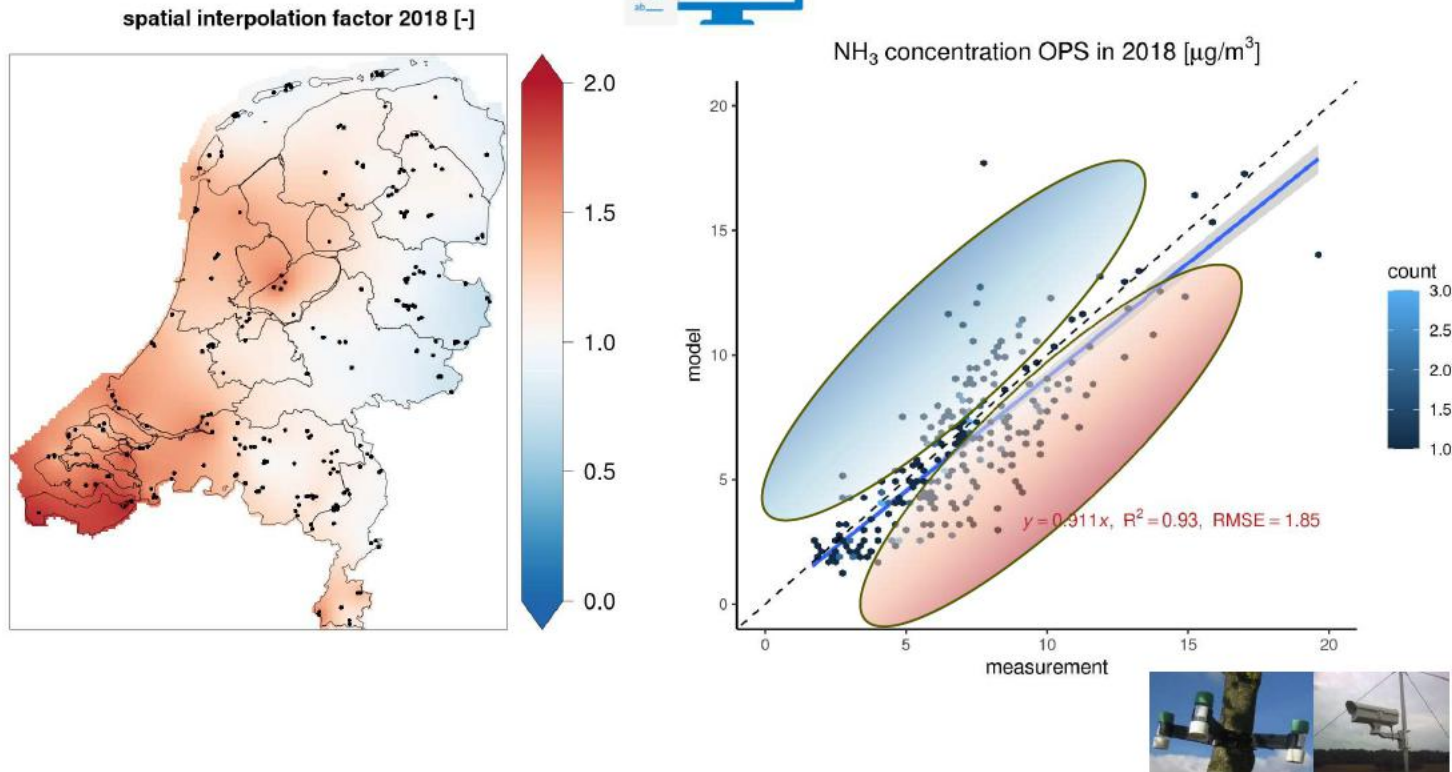


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart



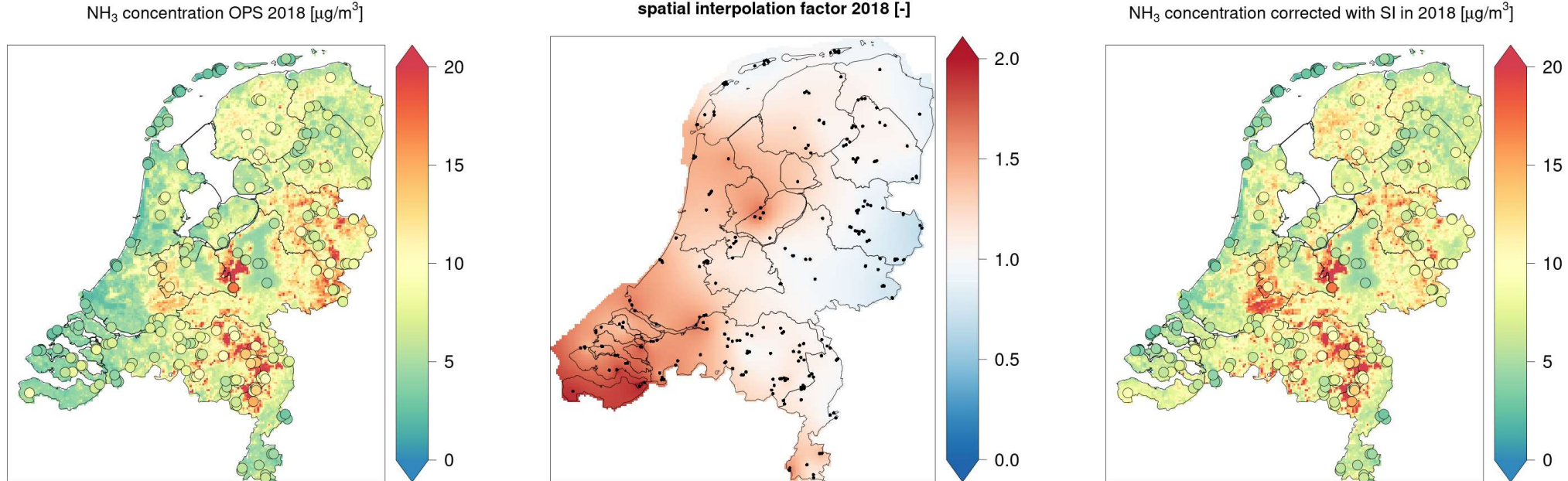


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart



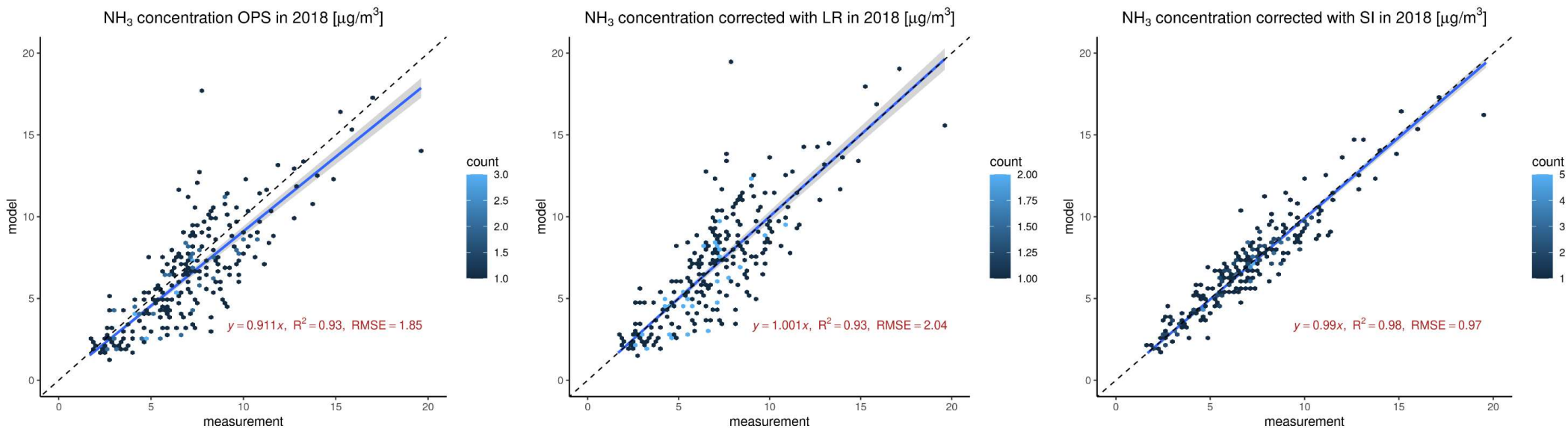


## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart





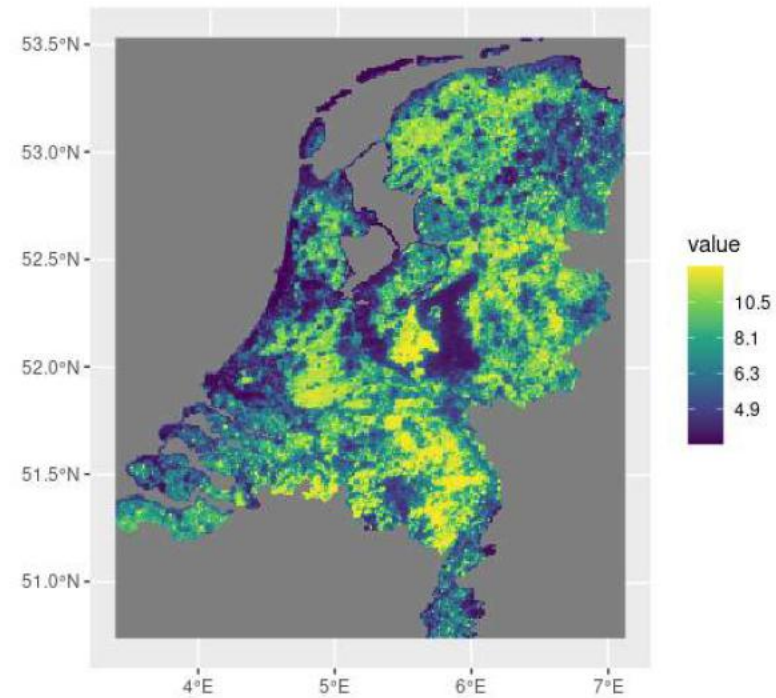
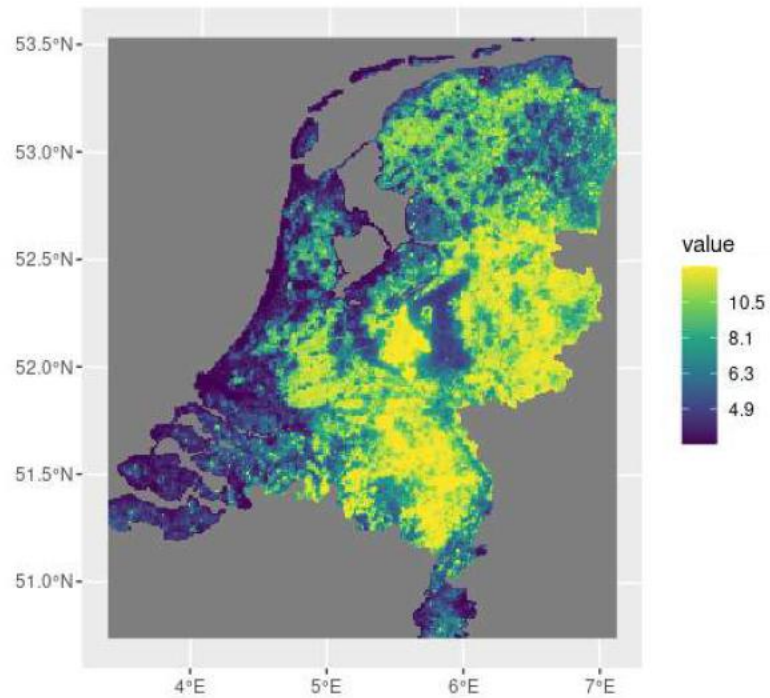
## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart







## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart

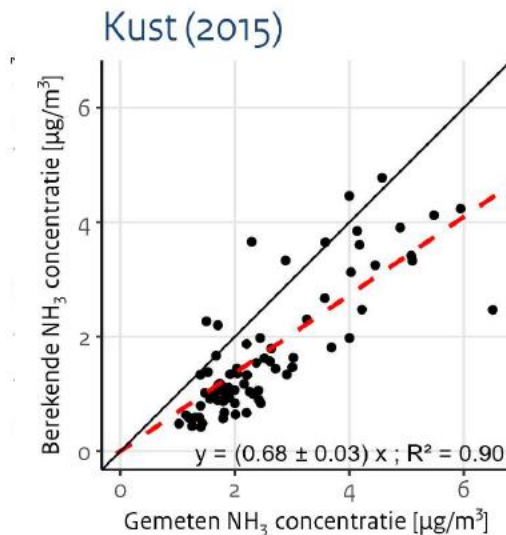




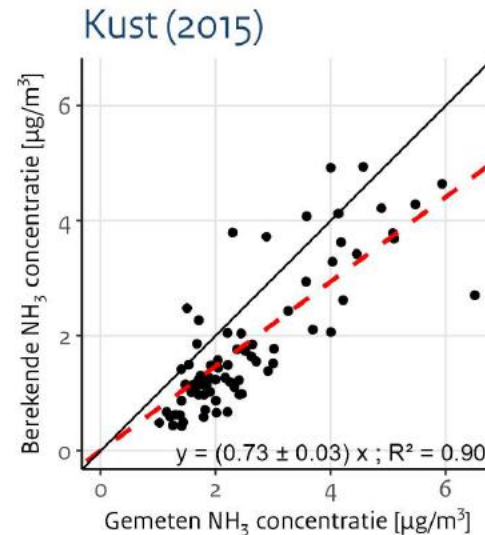
## 4. Onderzoek naar het effect van de ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart

- › Ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart zorgt voor hogere compensatiepunten en daardoor hogere concentraties aan de kust

Niet-ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart



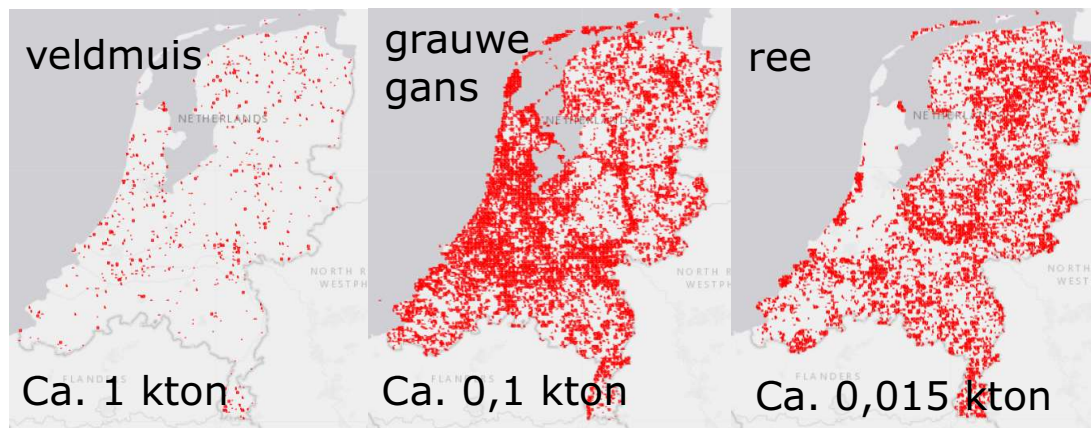
Met ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart





## 5. Verkennen natuurlijke emissies (o.b.v. Nationale Database Flora & Fauna)

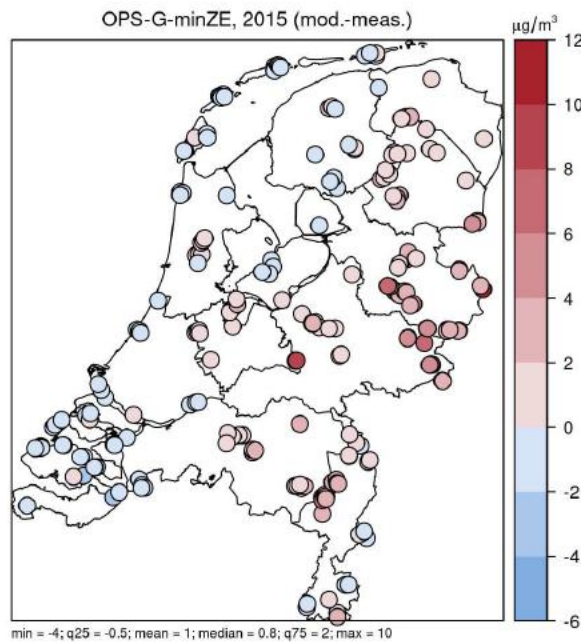
- > Samen met Dale Rudrum naar NDFF gekeken
- > Vooral waarnemingen (op individuele plekken en op 1 moment), geen 'jaargemiddelde/jaartotale' dieraantallen
- > Emissietotaal van biogene emissies is beperkt (ca 1%) en mogelijk voor een groot deel ondergronds



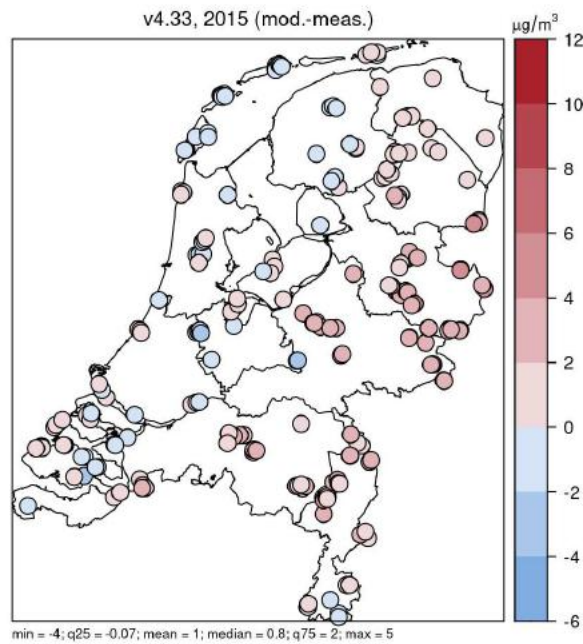


## 6. Expertmeeting met TNO

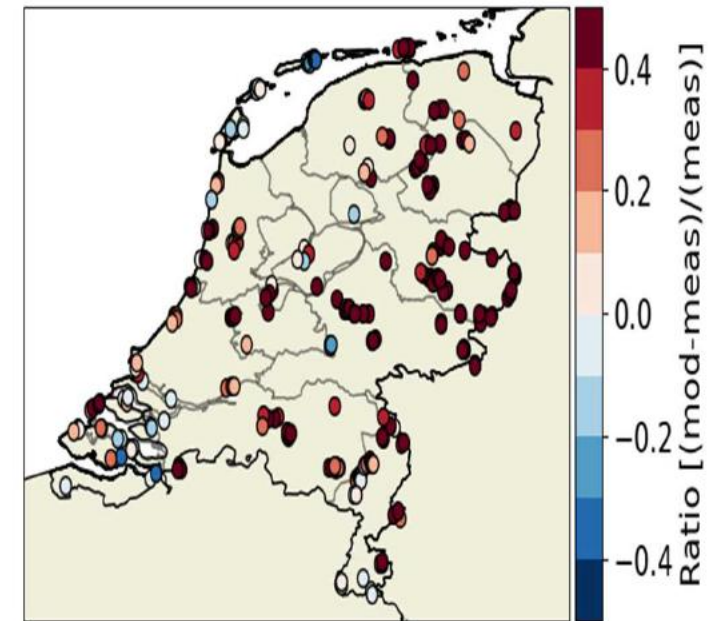
OPS



EMEP



LOTOS-EUROS





## 6. Expertmeeting met TNO

- > geen nieuwe emissieoorzaken
- > wel ideeën over generieke modelverbeteringen (NKS-SAGEN)
  - Verbetering ruimtelijke verdeling emissies
  - Verbetering timing emissiesdie een effect kunnen hebben op de concentraties langs de kust
- > Eventuele verbeteringen worden meegenomen in reguliere updates van het OPS model



## 7. Cumulatieve effecten

- > Met zee-emissies
- > Zonder zee-emissies
- > Met alle aanpassingen:
  - Ruimtelijk gekalibreerde achtergrondkaart
  - Realistische zee-emissies op basis van gegevens RWS en Deltares
  - Fix meteo Zeeland

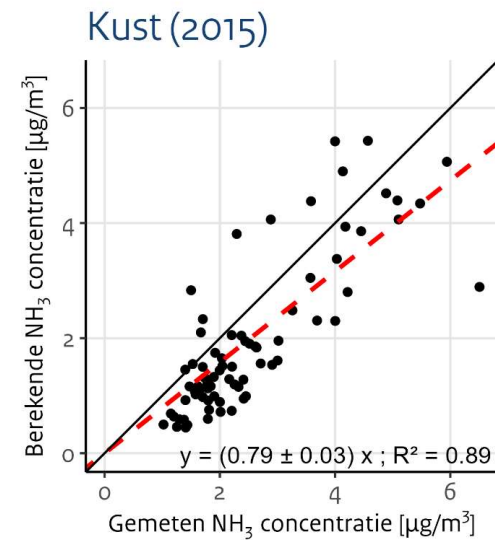
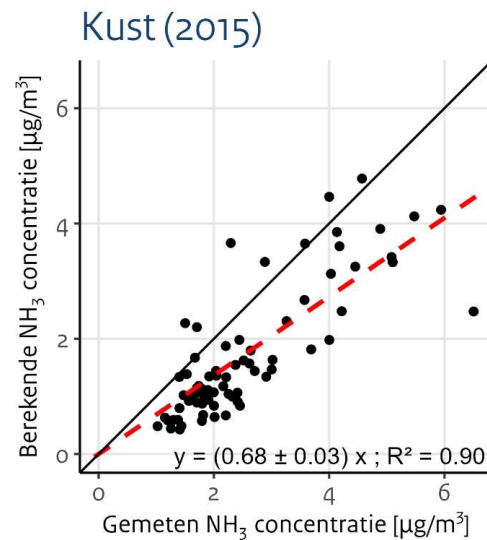
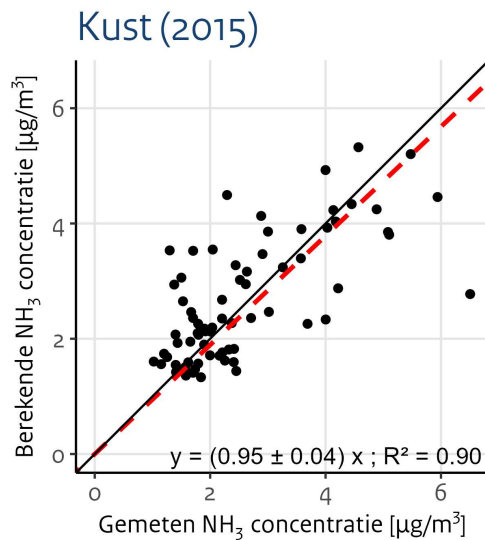


## 7. Cumulatieve effecten - concentratie

Met zee-emissies

Zonder zee-emissie

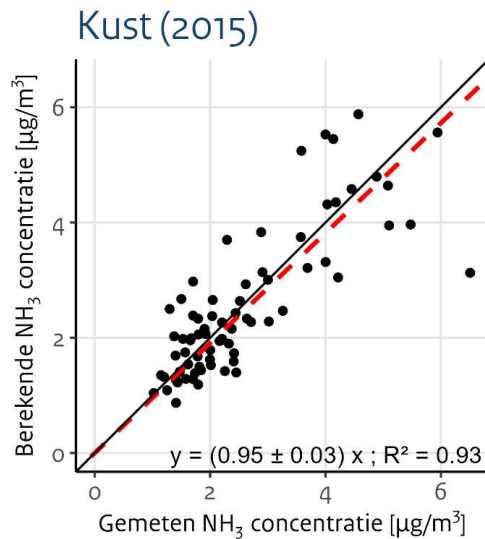
Met alle aanpassingen



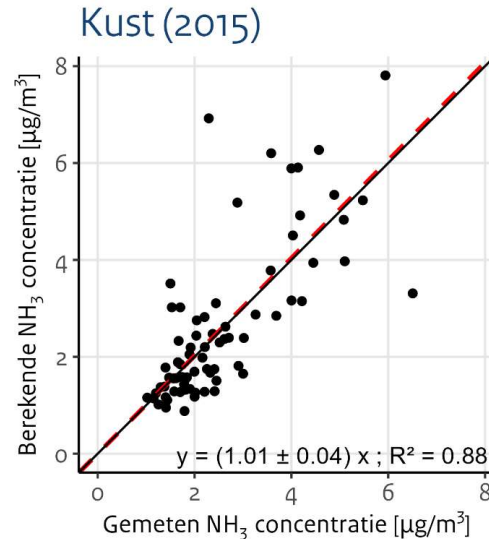


## 7. Cumulatieve effecten – na kalibratie

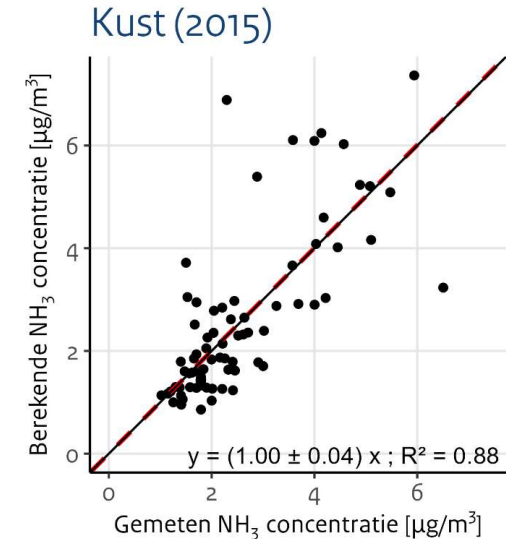
Met zee-emissies



Zonder zee-emissie



Met alle aanpassingen





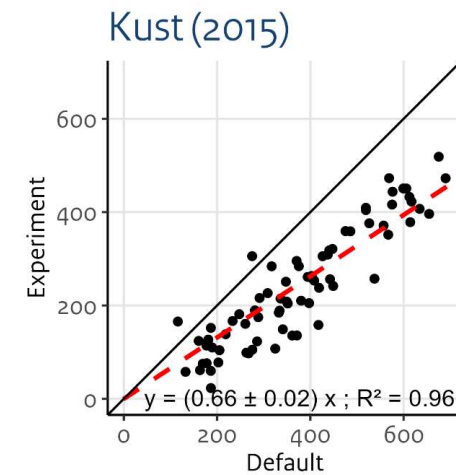
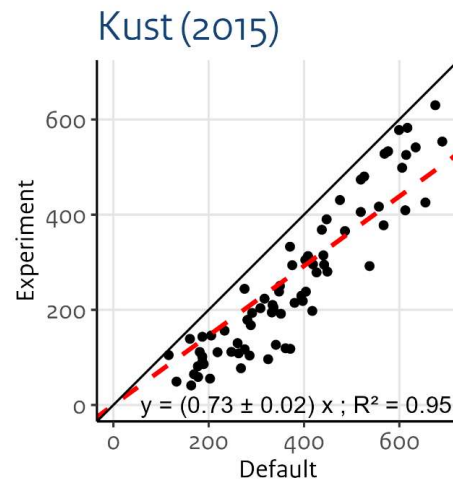


## 7. Cumulatieve effecten – droge depositie

Met zee-emissies

Zonder zee-emissie

Met alle aanpassingen



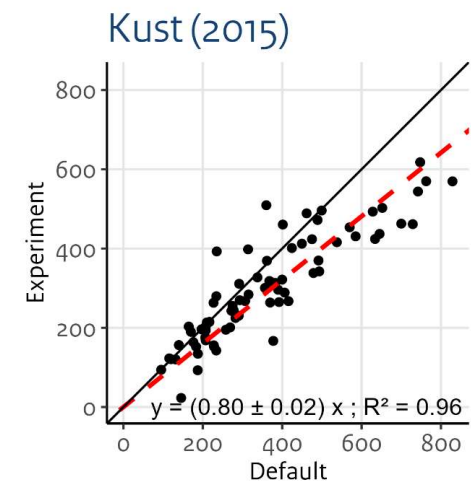
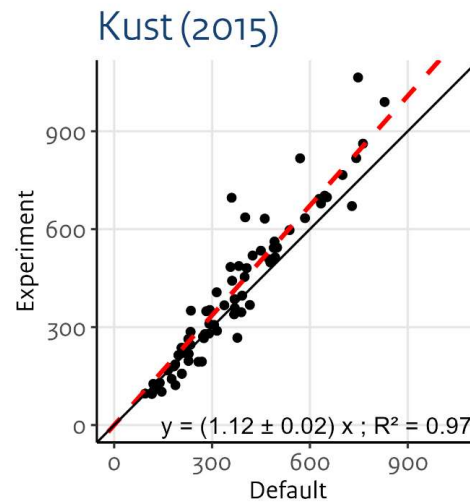


## 7. Cumulatieve effecten – na kalibratie

Met zee-emissies

Zonder zee-emissie

Met alle aanpassingen





## 8. Samenvatting

- > Ruimtelijke kalibratie achtergrondkaart, realistische zee-emissies en meteo fix worden doorgevoerd in GCN2025/M25, maar verklaren niet het gehele verschil tussen modelberekeningen en metingen
- > De ruimtelijke kalibratie (meetcorrectie) moet dit verschil corrigeren
- > Doordat het verschil groter wordt (t.o.v. het wel meenemen van de te hoge zee-emissies) is mogelijk aanpassing van ruimtelijke kalibratiemethode nodig



## 9. Proces

- › Begin 2024 Kennisupdate (korte rapportage over deze presentatie)
- › Voor de zomer 2024 Eindrapport
- › Implementatie resultaten huidige onderzoek in GCN2025/M25 (voor zomer 2024)



# Vragen

Van: [art.5.1-2e]  
 Verzonden: 2024-04-05 12:38:28+00:00  
 Aan: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 CC:  
 Onderwerp: RE: Verschil tussen meten en berekenen depositie  
 "

[art.5.1-2e] [art.5.1-2e]

Bijgaand de presentatie van zonet en de verwijzing van het rapport van Vlaanderen over hun tijdelijke meetnet:

'De suggestie van het onder-rapporteren van de emissies vanuit België zullen we nog nader uitzoeken.

Een eerste zoektocht door [art.5.1-2e] leverde de rapportage van een tijdelijke intensieve meetcampagne voor ammoniak in Vlaanderen - helaas wat ouder (rapport 2017, meetcampagne 2015). Eerste conclusie daaruit is dat het model een hogere depositie berekent dan er wordt gemeten. Dit wijst niet direct op een onderschatting van de emissies (legaal of illegaal) vanuit Vlaanderen. '

Tijdelijk meetnet ammoniak in Natura 2000-gebieden (vlaanderen.be)  
 <<https://eur03.safelinks.protection.outlook.com/?url=https%3A%2F%2Fpublicaties.vlaanderen.be%2Fview-file%2F26160&data=05%7C02%7C%40pzh.nl%7C7c3df9ed30d04799641d08dc555c9517%7C6d99bc288f284a73a50163a8e1eb3040%7C0%7C0%7C638479104261996875%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6IjEkaWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C0%7C%7C%7C&sdata=VN2aaB4rJ5CvfkD8BIEXQuyUxZoLt8HQNoY9cS8aFI%3D&reserved=0>>

Vriendelijke groet,

[art.5.1-2e]

-----  
 RIVM, Centrum Milieukwaliteit

[art.5.1-2e]

-----Original Appointment-----

From: [art.5.1-2e] <[art.5.1-2e]@pzh.nl>  
 Sent: vrijdag 29 maart 2024 10:42  
 To: [art.5.1-2e] [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]  
 Subject: Verschil tussen meten en berekenen depositie  
 When: vrijdag 5 april 2024 11:30-12:00 (UTC+01:00) Amsterdam, Berlijn, Bern, Rome, Stockholm, Wenen.  
 Where: Microsoft Teams Meeting

Beste [art.5.1-2e] [art.5.1-2e]

Op verzoek van [art.5.1-2e] een Teams meeting ingepland.

Met vriendelijke groet,

[art.5.1-2e]

Management Ondersteuner

Teams ZH-PLG & Stikstof

Domein Water, Klimaat & Natuur

T: [art.5.1-2e]

Provincie Zuid-Holland | Zuid-Hollandplein 1

Postbus 90602 | 2509 LP Den Haag



# Meetcorrectie: toelichting voor de grensprovincies

5 maart 2024



# Meetcorrectie: introductie en samenvatting

- > De 'meetcorrectie' is het verschil tussen gemodelleerde en gemeten waarde op een locatie. De gemeten waarde wordt als waar aangenomen.
- > Langs de kust en de grens met België meten we meer dan dat we modelleren
- > In Overijssel en Gelderland, nabij de Duitse grens meten we minder dan dat we modelleren
- > Dit proberen we met onderzoek

te verbeteren en daarin jaarlijks de meetcorrectie te verminderen

## **Bijzonderheid M23 t.o.v. M22**

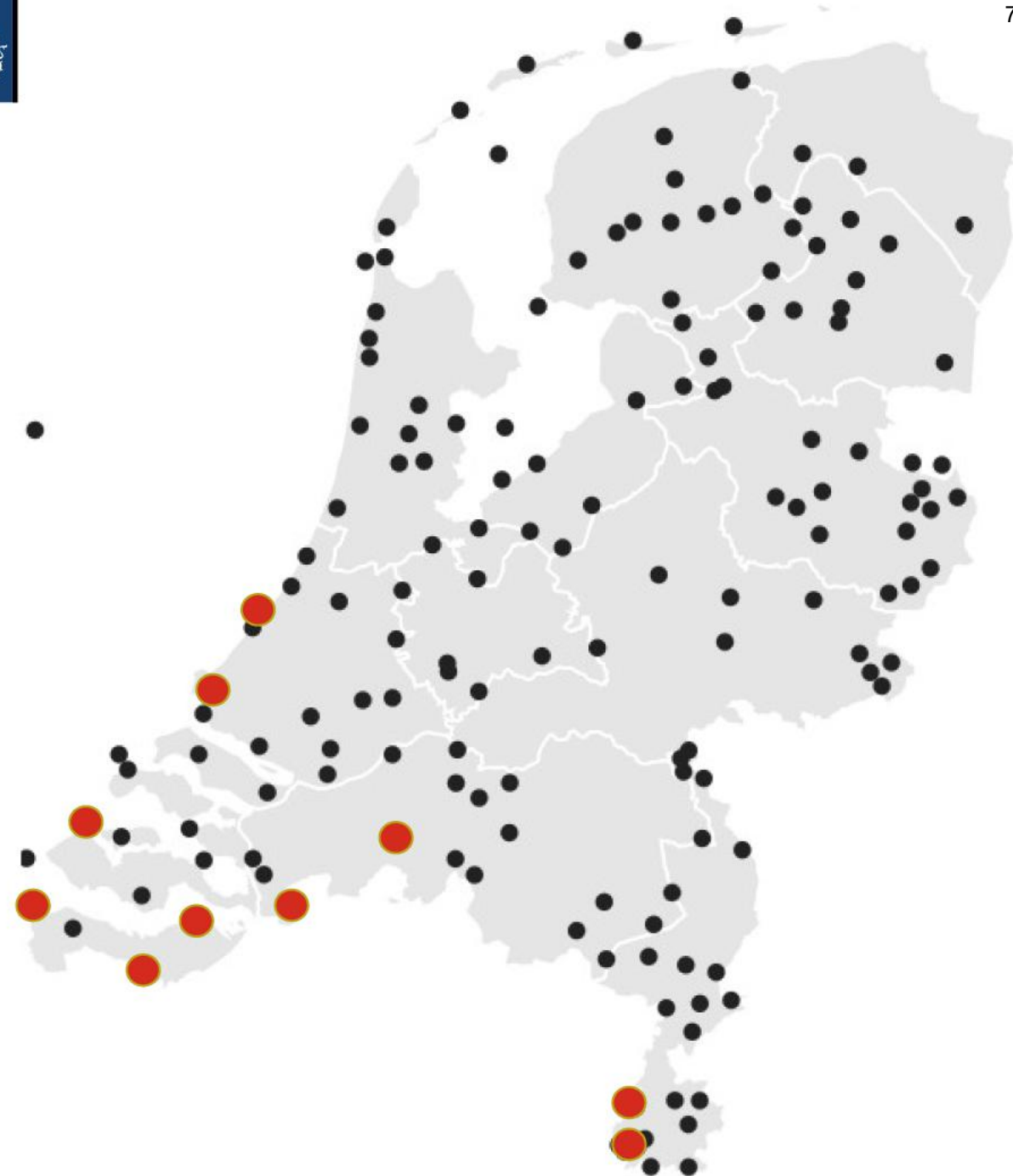
- > De gemiddelde meetcorrectie is met ruim 90 mol toegenomen (van -28 mol in M22 naar +63 mol in M23)
- > *Verskil vooral veroorzaakt door het verschuiven van de kalibratieperiode van 2014-2018 naar 2017-2021.*





## Top10 met in M23 een positieve meetcorrectie (2030)

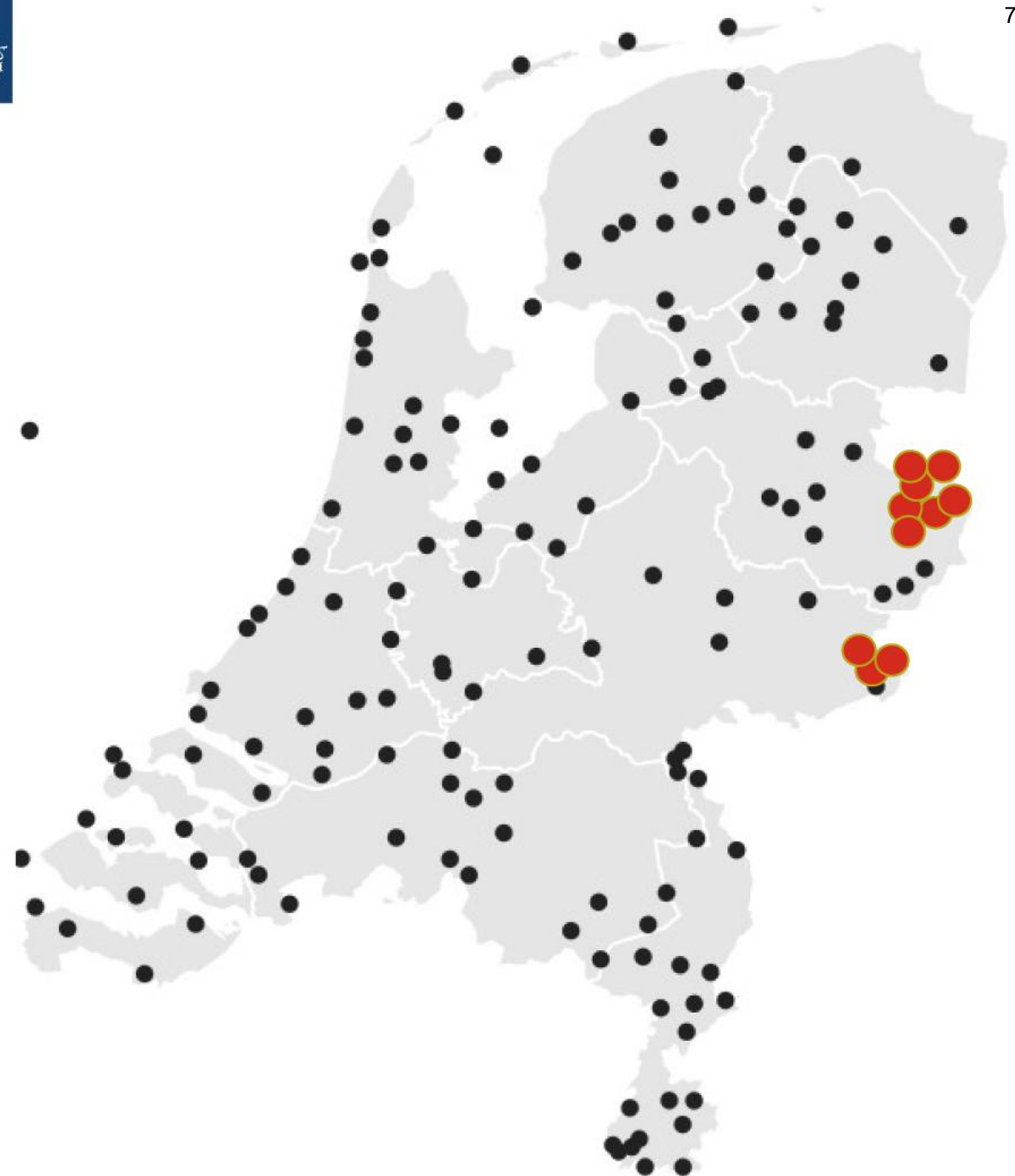
1.	Brabantse Wal	779 Mol ha/j
2.	Voornes Duin	474
3.	Ulvenhoutse Bos	460
4.	Bunder- en Elslooërbos	448
5.	Savelsbos	436
6.	Manteling van Walcheren	430
7.	Westduinpark & Wapendal	409
8.	Canisvliet	399
9.	Vogelkreek	393
10.	Zwin & Kievittepolder	392





## Top10 met in M23 een negatieve meetcorrectie (2030)

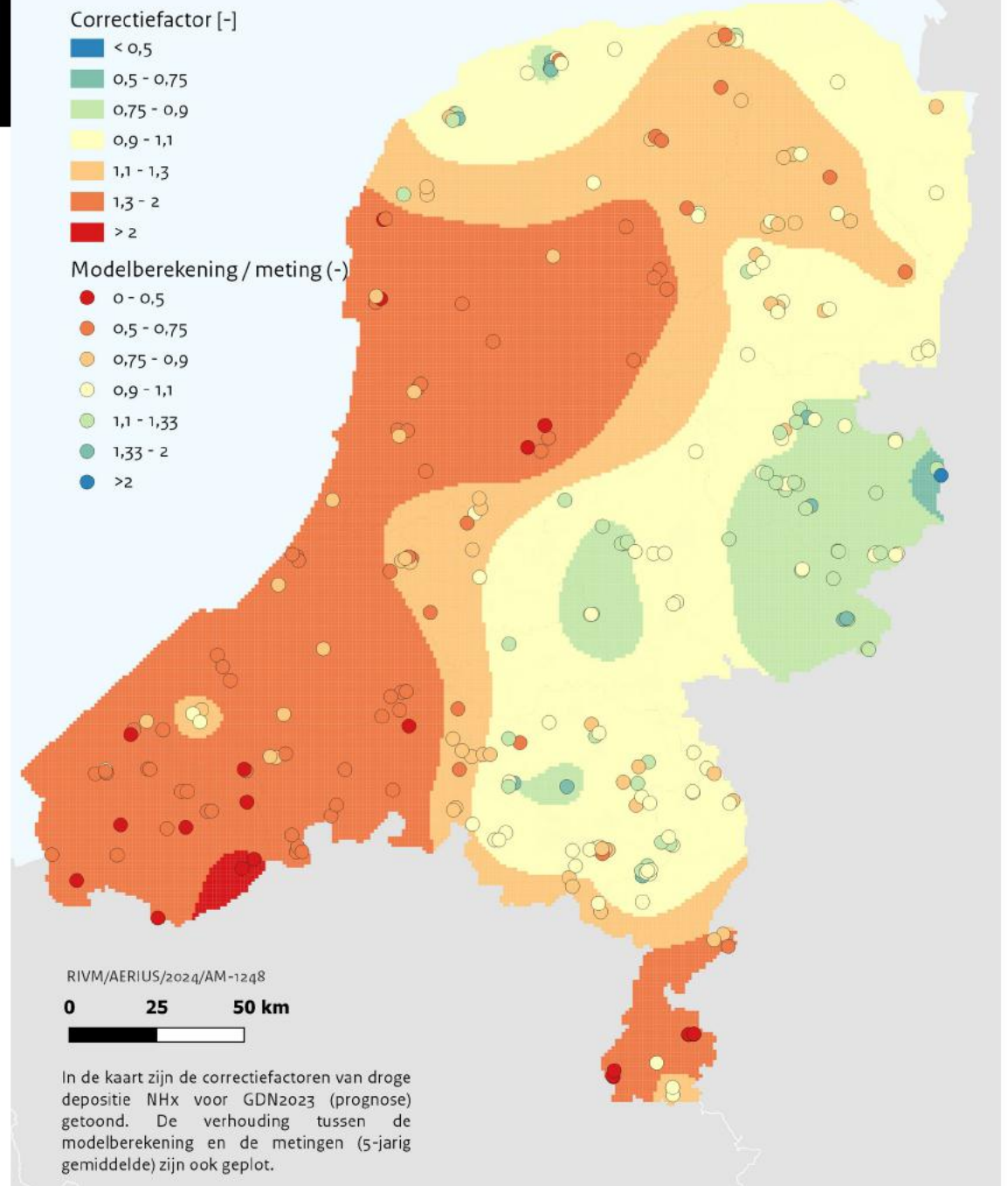
1.	Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek	-262
2.	Landgoederen Oldenzaal	-252
3.	Bekendelle	-234
4.	Dinkelland	-229
5.	Lemselermaten	-214
6.	Willinks Weust	-200
7.	Korenburgerveen	-181
8.	Lonnekermeer	-176
9.	Bergvennen & Brecklenkampse Veld	-168
10.	Springendal & Dal van de Mosbeek	-158





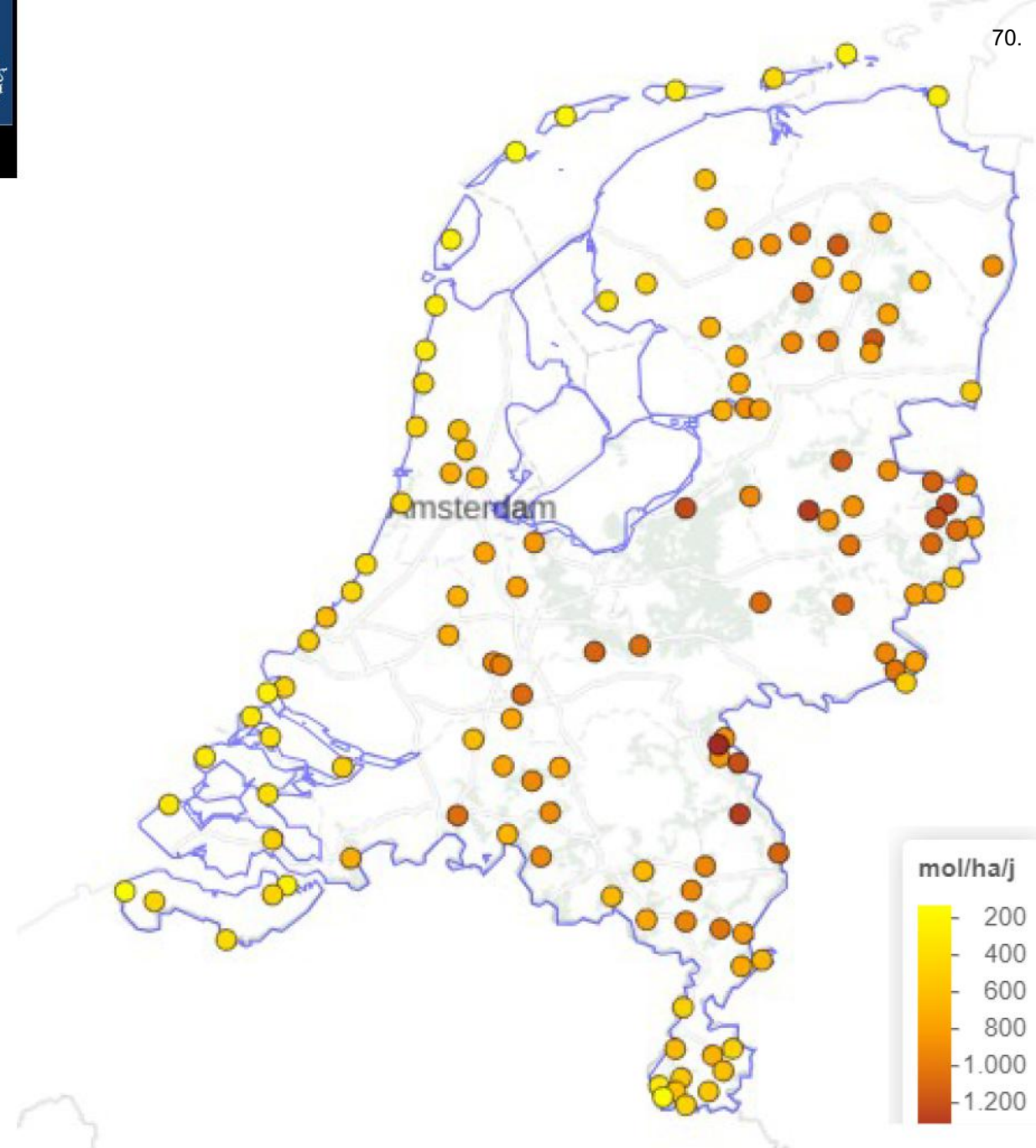
## Droge depositie van NH<sub>3</sub>

- › Dit is onzekerste component in de meetcorrectie, die daarnaast bestaat uit:
  - NH<sub>3</sub> van zee
  - Kalibratie NHx dry deposition
  - Kalibratie NHx wet deposition
  - Kalibratie NOy wet deposition
- › Al jaren geeft deze ruimtelijke correctie ongeveer het hiernaast getoonde beeld
- › Misschien een oost-west gradiënt is, maar niet zozeer een zuid-noord gradiënt.



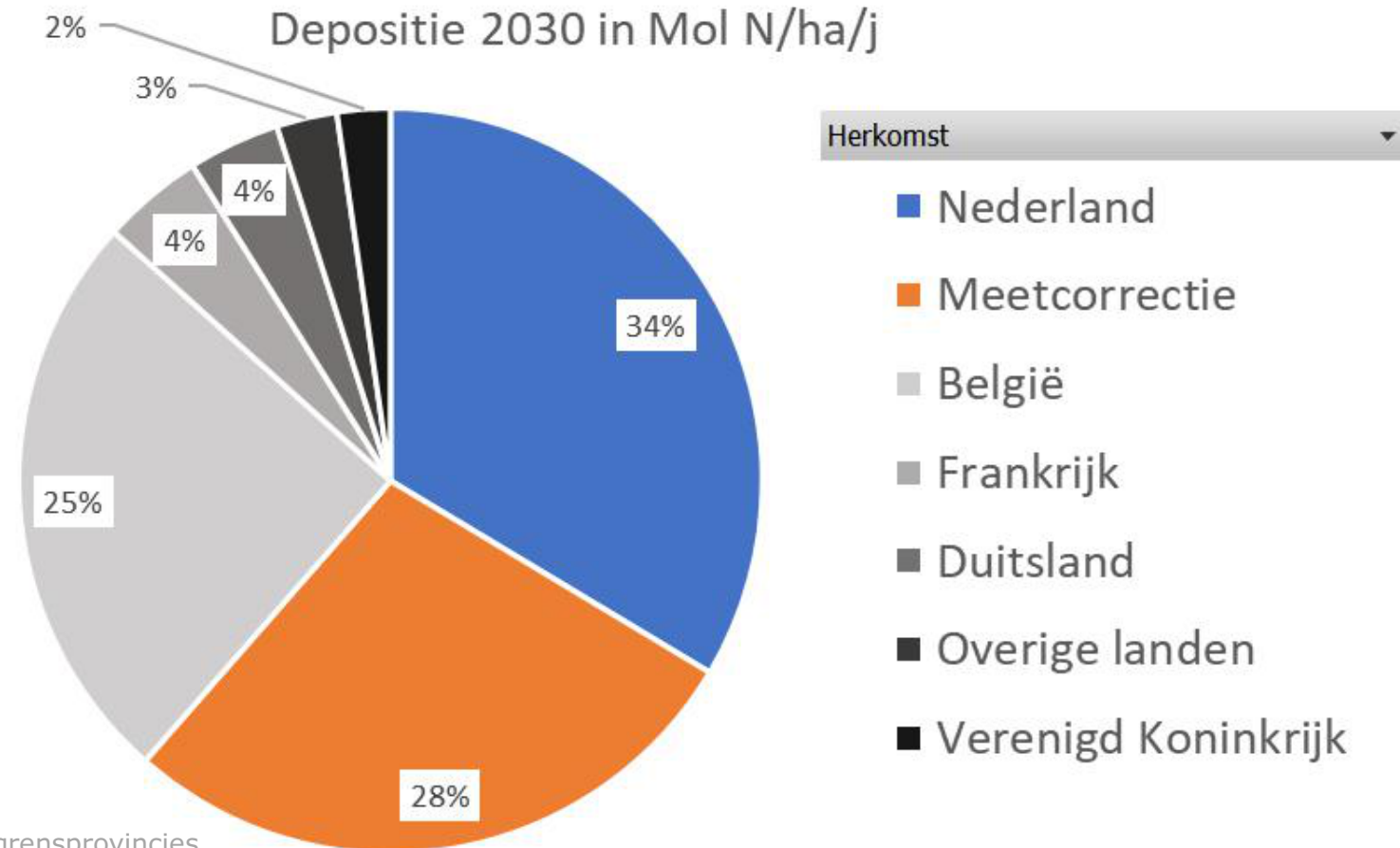
## Gemiddelde depositie vanuit Nederland (M23, 2021)

- > Het handelingsperspectief vanuit het NL beleid is juist in het zuidwesten al relatief laag.
- > Op de volgende slide de Brabantse Wal als extreem bijvoorbeeld





# Brabantse Wal: 66% niet beïnvloedbaar





Jaarlijks verschil tussen meting en berekening neemt af

Bezig met afpellen van de trend in het verschil

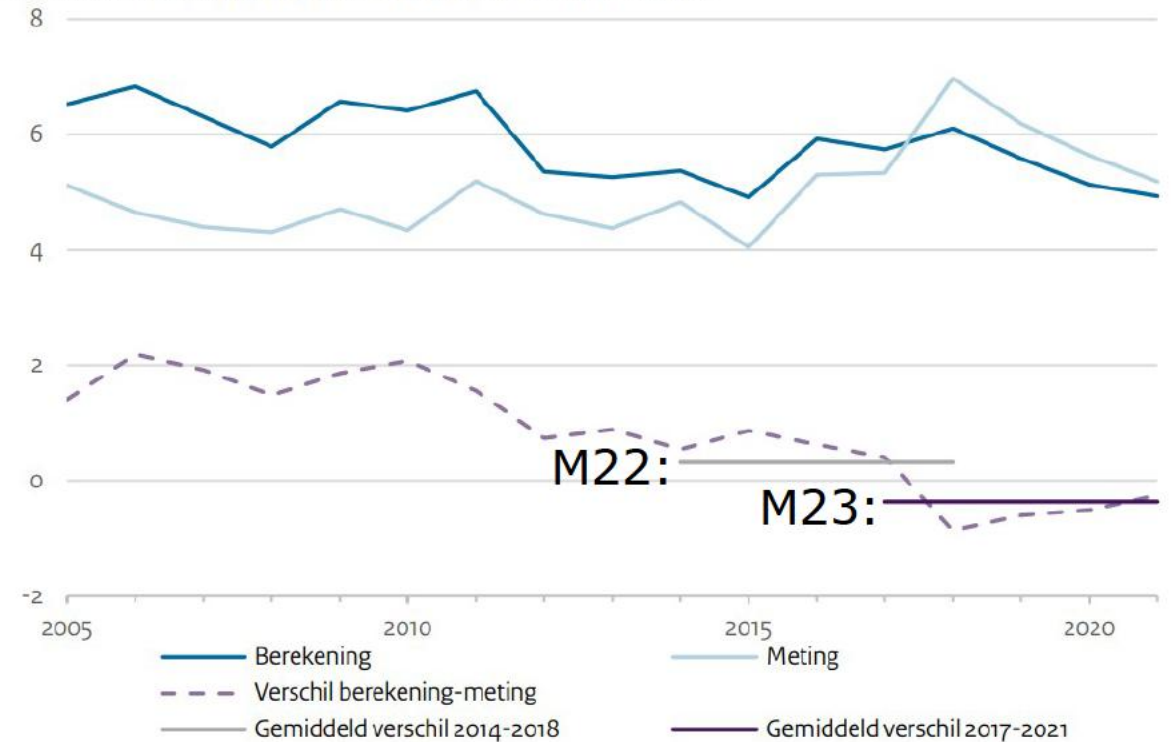
> Meteo, chemie, emissies, ...?

M22 → M23 andere ijkperiode

- Nu voor het eerst gemiddeld door de x-as
- M22 (2020) gemiddeld -28 Mol
- M23 (2020) gemiddeld +63 Mol

### Vershil metingen en berekeningen ammoniak

Concentratie (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gemiddeld op alle meetlocaties



# Absolute verandering M23-M22 in depositie

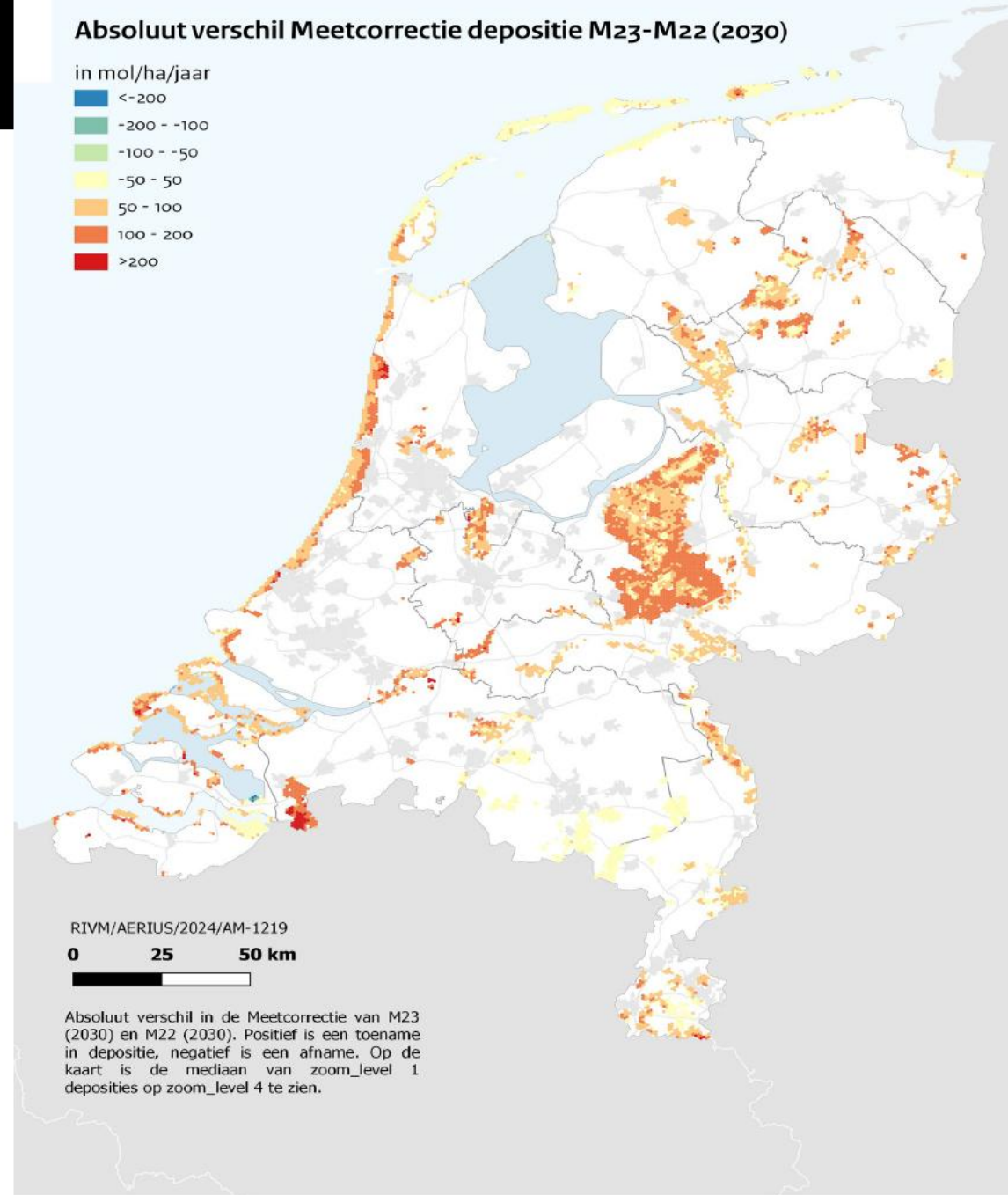
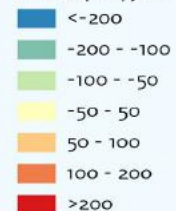
- › De Brabantse Wal valt op, waarschijnlijk doordat de absolute depositie hier hoog is (veel bos hogere ruwheid, meer depositie).
- › Daar heeft de meetcorrectie (een vermenigvuldigingsfactor) meer invloed.
- › De meetcorrectie in de zuidelijke provincies neemt niet onevenredig toe ten opzichte van de rest van het land.
- › Opvallend: in het zuiden en uiterste noorden veel plekken met nauwelijks verschil (-50 tot +50 mol/ha/jaar), misschien door compenserende effecten in de natte depositie?
- › Dit is de volledige meetcorrectie zoals in Monitor getoond

Meetcorrectie: toelichting voor grensprovincies

06-06-2024

## Absoluut verschil Meetcorrectie depositie M23-M22 (2030)

in mol/ha/jaar





# Lopend onderzoek (brief Ammoniak van zee)

1. Berekening van realistische zee-emissies op basis van gegevens van Rijkswaterstaat en Deltares
2. *Onderzoek naar de oorzaak van 'niet-representatieve' meteorologie in het OPS-model in Zeeland*
3. Onderzoek naar het effect van de lokale depositie op de berekende concentratie (naar aanleiding van een publicatie over droge depositiemetingen in Solleveld)
4. Onderzoek naar effect van ruimtelijk gekalibreerde concentratie in plaats van een niet-ruimtelijk gekalibreerde concentratie in de achtergrondconcentratiekaart. Dit is de kaart die gebruikt wordt om de compensatiepunten in het model te bepalen.
5. Verkenning van de mogelijkheden om natuurlijke emissies mee te nemen in de modellering.





# Onvolkomendheden in het model

- Zowel de modellen die door het RIVM gebruikt worden (OPS en EMEP), als het model van TNO (LOTOS-EUROS) geven een vergelijkbaar ruimtelijk beeld voor Nederland.
- RIVM zal de ruimtelijke kalibratiemethode nog nader onder de loep nemen.
- Sommige onderzoeken naar de verschillende mogelijke oorzaken van het verschil tussen de gemeten en gemodelleerde ammoniakconcentraties zullen in het komende jaar moeten leiden tot modelverbeteringen in AERIUS in (het najaar van) 2025.
- Een uitgebreide eindrapportage van de onderzoeken met detailanalyses zal in de loop van 2024 worden gepubliceerd.



# Verdere gedachten

1. Hoge meetcorrectie bij de grens
  - a. Extrapoleren van de meetwaarden in plaats van interpoleren
  - b. Iets met emissiedichtheid bij overgang Rijksdriehoek-grid naar Long/Latt
2. Lage concentraties langs de kust waardoor de meting relatief onnauwkeurig is
3. Wat is de overeenkomst tussen de gebieden: allen bosrijk met een hoge droge depositie-snelheid?