

*Opbrengst Rondetafelgesprek met wetenschappelijk experts over een rekenkundige ondergrens in modelberekeningen van stikstofdepositie op natuurgebieden, 14 december 2023, Utrecht (BIJ12)*

**Samenvatting (hoofdlijnen van de opbrengst van het gesprek)**

1. Tijdens het gesprek werden bleek al snel dat het begrip ‘significant’ in verschillende betekenissen wordt gebruikt: (1) belangrijk, belanghebbend, (2) verwijzend naar het aantal decimalen achter de komma en (3) niet aan het toeval toe te schrijven. Vooralsnog is er overeenstemming dat het hier gaat om 3<sup>de</sup> betekenis van de term significant, ontleend aan de statistiek. Dit moet nog nader worden uitgewerkt.
2. Belangrijkste gesprekspunten:
  - Oorzaken van ruis, en hoe deze verschillen van oorzaken van onzekerheid in de berekende depositiebijdrage van individuele projecten. Meerdere denklijnen en invalshoeken manifesteerden zich tijdens het gesprek:
    - o Een denklijn, die onzekerheid in de met een model berekende depositiebijdrage voor individuele projecten centraal stelt, met de vraag of een berekende depositietoename significant is, in de betekenis zoals aangegeven (= niet aan toeval toe te schrijven);
    - o Een denklijn, waarbij de uitkomst van de berekende depositiebijdrage boven zgn. “ruis” uit moet komen om significant te zijn, een depositiebijdrage van een individuele bron daarmee gezien wordt in een context, en de vraag is/wordt hoe deze bijdrage in deze context vastgesteld kan worden. NB. de term “ruis” verwijst naar: a. ruis in de achtergronddepositie, b. ruis in het model zelf (bijv. effecten van classificatie, landgebruik, e.d.), en c. ruis in depositiemetingen (waarmee berekeningen kleiner dan ruis in de metingen niet significant zijn, want oncontroleerbaar).
  - Is de rekenkundige ondergrens in depositieberekeningen relatief, gerelateerd aan en afhankelijk van specifieke kenmerken van projecten, zoals bronsterkte, soort, warmte, hoogte, afstand, locatie en ondergrond, cf. denklijn 1? Of is de rekenkundige ondergrens absoluut, met een bepaalde generieke waarde (range of getal) die los staat van specifieke projecten, cf. denklijn 2?
  - Relevantie van metingen. Ook hier doemen twee denklijnen op:
    - o In de eerste denklijn zijn metingen van belang om de modeltheorie en -berekeningen te valideren. Met metingen wordt de onderliggende theorie van het model gevalideerd. Zolang die theorie niet gefalsificeerd is, zijn alle berekende bijdragen valide, ook berekende bijdragen kleiner dan de detectielimiet. Daar geldt dat er geen reden is aan te nemen dat er andere relaties gelden dan waar metingen wel beschikbaar zijn en berekeningen gevalideerd kunnen worden. Na validatie zijn metingen niet meer van belang; ze spelen verder geen doorslaggevende rol.
    - o In de tweede denklijn zijn metingen relevant om de ondergrens in verschilberekeningen te relateren aan bronkenmerken. Berekende depositiebijdragen onder de detectielimiet zijn niet significant. De detectielimiet is een maat voor de rekenkundige ondergrens. Empirische modellen zijn (extreem gesteld) te beschouwen als een interpolatie van metingen. Berekende bijdragen kleiner dan de detectielimiet zijn in deze redenering een extrapolatie, en daarmee te onzeker.
  - Conditionaliteit van een rekenkundige ondergrens op het model AS IS (huidige kwaliteit). Tijdens het gesprek is geconstateerd dat het OPS model beter voorspelt op verspreiding/concentratie dan op depositie. Ook is gezegd dat er andere modellen zijn. Een oorzaak van relatief achterblijvende prestaties op depositie van het OPS model AS IS, is het ontbreken van validatie met grootschalige (nauwkeurige, droge depositie) metingen.
3. Vragen die in lijn met het voorgaande tijdens het gesprek naar boven kwamen:
  - Wat is het verschil tussen ruis en onzekerheid, waar zit overlap, en wat is de samenhang tussen beide?
  - Welke termen zijn van belang voor ruis, gegeven de vergelijking achtergronddepositiewaarde + berekende projectbijdrage > KDW (zie TNO 2022; Duyzer/Erbrink 2023) en bijlage 1 (voor de werking van AERIUS).
  - Hoe kan, gegeven ruis in de achtergronddepositie, beoordeeld worden of een verschilberekening voor een individueel project significant is, en de berekende depositiebijdrage met voldoende wetenschappelijke zekerheid kan worden toegerekend aan het project?
  - Is de waarde voor de ruis of onzekerheid absoluut of relatief, en daarmee: is er één rekenkundige ondergrens of zijn er meerdere ondergrenzen afhankelijk van specifieke projectkenmerken?

- (Hoe) kunnen metingen helpen, bij het bepalen van een absoluut en/of relatief niveau van een ondergrens, gerelateerd aan achtergrond en/of verschilberekeningen, en verfijningen daarbinnen?
- Als het voor berekeningen gehanteerde model verandert/verbetert, verandert dan ook de ondergrens?

#### 4. Wegen waarlangs we kunnen werken om deze vragen te beantwoorden, zijn:

- Spoor 1: onzekerheidsanalyse. Een wetenschappelijke ondergrens voor de stikstofdepositiebijdrage van een project op natuurgebieden is te bepalen op basis van variatie in modelparameters in OPS modelberekeningen van stikstofdepositie t.g.v. bronemissies. Het gaat bij die variatie om een range voor elke modelparameter waaruit willekeurig een waarde gekozen kan worden gezien de onzekerheid erin. Naar verwachting zal de onzekerheid in de berekende depositiebijdrage van een project afhangen van verschillende omstandigheden zoals de bronsterkte, bronhoogte, locatie, ondergrond en stofsoort. Uit de berekeningen volgt een standaarddeviatie aan de hand waarvan aangegeven kan worden hoe groot de kans is dat de depositie een bepaalde grens overschrijdt. Dat kan een manier kan zijn om een reken grens af te leiden.
- Spoor 2: bepaling van ruis in de berekende achtergronddepositie, model en metingen, zoals in TNO 2022. Het is interessant om de uitkomsten hiervan (in genoemde bronnen gaat het om 1-10 mol/ha/jaar) te vergelijken met bovengenoemde onzekerheidsanalyse van spoor 1.
- Spoor 3: De mogelijke rol van de meetdetectielimiet bij het bepalen van een rekenkundige ondergrens. De denkrichting is daarbij te kijken naar de restvariantie in de vergelijking tussen modelresultaten en metingen. Vooraf daaraan zal de denkrichting goed moeten worden uitgewerkt en vergeleken worden met de zienswijze dat de metingen geen rol spelen bij het bepalen van de ondergrens. Volgens die zienswijze is als de onderliggende theorie eenmaal gevalideerd is met metingen, er geen reden om dat model niet gebruiken voor waarden kleiner dan de detectielimiet van de metingen.
- Resultaat is een uitgewerkte redentatie voor het hanteren van een rekenkundige ondergrens langs de verschillende denklijnen:
  - o Onzekerheid in de verschilberekening (is een berekende depositiebijdrage significant, want toerekenbaar aan het project?);
  - o Is een berekende depositiebijdrage significant, omdat deze boven de ruis in de achtergronddepositie ligt?
  - o Wat is de rol van metingen?

Hierbij is opgemerkt dat de uitgewerkte redentatie ook een combinatie van deze elementen kan omvatten. Ook moet de vraag naar de invloed van modelverbeteringen terugkomen in de redeneerlijn. Tot slot is opgemerkt dat de wetenschap kan aangeven wat de onzekerheid is in modelberekeningen en welke rol ruis en metingen spelen in de bepaling van een ondergrens, maar dat beleid moet aangeven wat acceptabel is (dus welke mate van significantie gewenst is).

- Review van de redeneerlijn door juristen, gevolgd door aanscherping o.b.v. feedback.

#### 5. Aandachtspunten:

- Scope van de verkenning: deze beperkt zich vooralsnog van bronemissies, via verspreiding, omzetting en concentratie in de lucht t/m depositie op de grond (vooral natuur). Of gaat de scope verder, bijv. inclusief gewassen, reliëf, bodem? Betrek andere disciplines, bijv. microbiologen/bodemkundigen, bij het antwoord op deze vraag.
- Zorg ex ante voor eenduidige definitie van begrippen zoals significantie, ruis, onzekerheid en rekenkundige ondergrens. Ex post (na de verkenning) moeten definities worden getoetst en bijgesteld.
- Juridische borging van een wetenschappelijke onderbouwde ondergrens, met toetsing bij de RvS, is nodig om een nieuwe groep illegale activiteiten te voorkomen.
- Communicatie: Hoe zonder modelwetenschappelijk jargon te communiceren over een wetenschappelijk beredeneerde rekenkundige ondergrens? Optie hierbij is de treinanalogie te hanteren en uit te werken.
- Het ligt bij beleidsmakers om na te denken over emissie-reducerende maatregelen in sectoren om bij een ondergrens hoger dan nu (0,005 mol/ha/ja) te komen tot stikstofreductie (dekenverdunding). Als er geen uitsluitel komt over een op wetenschappelijke gronden gebaseerde rekenkundige ondergrens, zal het beleid zich moeten beraden op het handelingsperspectief (bijv. doorgaan op de huidige voet met berekeningen met ondergrens 0,005 mol/ha/ja; uitgaan van 0 en stoppen met onzekere depositieberekeningen; kijken naar een beleidsmatige drempelwaarde met een op voorhand vastgesteld mitigerend maatregelenpakket, e.d.).

## **Uitgebreider verslag**

### **Aanwezig:**

Dagvoorzitter

Experts vanuit RIVM, TNO, KNMI, UvA, UU, WUR, Wing Environment Modelling Consultancy en Erbrink Stacks Consult

Toehoorders vanuit MinLNV, DG LGS, MinLNV DG NV, MinLNV dir SK&I, MinI&W, MinBZK, IPO/IPLG en BIJ12

Experts niet deelnemend, wel betrokken: vanuit University College London, TU Delft, CML, WUR Meteorologie en Luchtkwaliteit, UU Institute for Marine and Atmospheric Research, TNO en VITO

### **09:30 – 09:45      Opening door dagvoorzitter**

- Licht agenda toe:

09:45 – 10:00 Inleiding: Probleemschets, beleidscontext en vragen

10:00 – 10:30 Appreciatie huidige onderzoeken en rapporten

10:30 – 11:00 Eerste ronde reacties (plenair)

11:00 – 11:15 Pauze

11:15 – 12:30 Bespreking vraag 1

12:30 – 13:15 Lunch

13:15 – 14:30 Bespreking vraag 2

14:30 – 14:45 Pauze

14:45 – 15:30 Bespreking vraag 3

15:30 – 16:00 Rondvraag en sluiting

- Aanleiding is ambtelijk (provincies met LNV en I&W) willen begin 2024 een verkenning starten naar een wetenschappelijk onderbouwde rekenkundige ondergrens in modelberekeningen van stikstofdepositie.
- Scope vandaag zijn modelwetenschappelijke overwegingen en argumenten voor een rekenkundige ondergrens o.b.v. onzekerheden en/of ruis in berekeningen van stikstofdepositie, waarbij we ons beperken tot overwegingen t.a.v. emissie, verspreiding en concentratie in de lucht, tot en met depositie van stikstof.
- De ecologische vraag (naar impact van stikstofneerslag op natuur) blijft buiten beschouwing.
- Werkwijze is als volgt:
  - Dialoog i.p.v. debat. Gaat niet om winnen (debat) maar uitwisseling van argumenten (luisteren, verrijken). Ruimte voor wetenschappelijke tegenspraak en twijfel;
  - Alhoewel vooraf vragen zijn geformuleerd (naar de mogelijkheid van consensus over een ondergrens en haalbaarheid van een getal), is het doel niet hier koste wat het kost antwoord op te geven. Na dit verkennende gesprek wordt de eigenlijke verkenning gestart;
  - Toehoorders kunnen het gesprek op de voet volgen. Om de vrije ruimte van het wetenschappelijk gesprek te garanderen wordt van toehoorders verwacht dat zij geen commentaar geven, vragen stellen of andere inbreng hebben. Met uw aanwezigheid geeft u aan zich te committeren aan deze afspraak. NB. Na dit rondetafelgesprek wordt een evaluatie georganiseerd met toehoorders, waarvoor u separaat uitgenodigd zal worden.
- Verslag
  - Uit oogpunt van vertrouwelijkheid wordt er geen gedetailleerd verslag gedeeld, maar een verslag op hoofdlijnen met de belangrijkste uitkomsten, bedoeld om een plan van aanpak op te stellen, waar de experts in de gelegenheid worden gesteld op te reageren en mee akkoord te gaan.

### **09:45 – 10:00      Inleiding vanuit IPO/IPLG**

- Definitie: rekenkundige ondergrens is grens die bepaalt of er wel/geen voortoets nodig is voor een activiteit. Uit voortoets blijkt of sprake is van vergunningplicht. Bij de huidige grens van 0,005 mol/ha/ja moeten de meeste projecten worden getoetst en zijn deze in de regel vergunningplichtig.
- Huidige grens is niet wetenschappelijk onderbouwd. Dat leidt in toenemende mate tot discussie over de toerekenbaarheid van berekende depositiebijdragen aan individuele projecten.
- Geschiedenis huidige ondergrens van 0,005 mol/ha/jr.:
  - PAS 2015-19: (beleidsmatig gekozen) drempelwaarde van 0,05 mol/ha/j en een (beleidsmatig gekozen) grenswaarde van 1 mol/ha/j. Als de beschikbare "depositieruimte voor grenswaarden" op minimaal 1 hexagoon in een natuurgebied volledig benut was, werd de grenswaarde voor dat gebied automatisch verlaagd naar 0,05 mol/ha/j ;
  - RvS uitspraak 2019: val van het PAS. Er was daarvoor beleidsmatig al afgesproken om de zgn. "PAS-elementen" uit AERIUS Calculator te verwijderen, zoals de drempelwaarde van 0,05 mol/ha/j. Dat zou ertoe leiden dat AERIUS Calculator zou rekenen tot 0,00000000 mol/ha/j. Rekentechnisch komt dat neer op 0,00000001. Dit bleek

te leiden tot instabiliteit en traagheid van het rekensysteem. Daarom is op advies van het RIVM gekozen voor 0,005 mol/ha/jr.;

- Cie. Hordijk 15 juni 2020: “rekeninstrument AERIUS Calculator niet doelgeschikt voor individuele vergunningverlening”, “onbalans tussen detail dat het beleid vraagt en mate van wetenschappelijke onzekerheid in het berekenen van de depositie op een klein oppervlak”;
- TK brief 15 juni 2020 (“verkennen wat nodig is”);
- TNO fase 2: “een op overwegingen vanuit de fysica gekozen rekenkundige ondergrens komt uit op waarden tussen 1 en 10 mol/ha/jaar”;
- TK brief 26 juli 2022: “aangrijpingspunten”, “geen eenduidig rekenkundige ondergrens”, “eerste stap (..) wat een rekenkundige ondergrens zou kunnen zijn”, “relevant om juridische kaders te betrekken en rekening te houden met de consequenties voor de totale deposities en de natuur [..].

NB. Hier staan we nog altijd: er is sprake van onaf werk en de toenemende discussie over de huidige niet wetenschappelijk onderbouwde grens maakt dat we dat werk moeten afmaken = 1<sup>e</sup> urgentie!

- Andere urgenties:
  - maatschappelijke consequenties van een niet wetenschappelijk onderbouwde grens = depositie kan niet met wetenschappelijke zekerheid aan projecten worden toegerekend, terwijl maatschappelijk noodzakelijke projecten – zoals i.v.m. de energietransitie – met nauwelijks en vaak alleen tijdelijke stikstofemissie stagneren;
  - bestaande achtergronddepositie/bedrijvigheid buiten schot = onbalans in verantwoordelijkheidsverdeling tussen nieuwe initiatieven die op een goudschaaltje worden gewogen en bestaande bedrijvigheid met toestemming voor onbepaalde tijd en geen prikkel te verschonen;
  - Politieke impulsen, bijv. verkiezingsprogramma NSC waarin de invoering van een “grenswaarde” is opgenomen en aantreden van nieuwe provinciebestuurders die erop aandringen dat het onaf werk dat er ligt wordt afgemaakt;
  - Rechtszaken tussen MOB en provincies over het handhaven van PAS-melders (waarbij advocaat PAS-melder erop wijst dat deze met een wetenschappelijk onderbouwde rekenkundige ondergrens niet vergunningplichtig en dus legaal zal zijn).
- Juridische haalbaarheid: 1. Ja, als het lukt wetenschappelijk te onderbouwen dat depositie onder een bepaalde waarde (X mol/ha/ja) niet met voldoende zekerheid kan worden toegerekend aan een individuele activiteit; 2. Precedentwerking van door de RvS bekrachtigde maximale rekenafstand 25 km: buiten 25 km is depositie niet met voldoende wetenschappelijke zekerheid toe te rekenen aan individuele activiteiten.
- Andere kant van de medaille:
  - bestaande overheidsopgave provincies en Rijk wordt aangevuld met depositie beneden de ondergrens: die wordt onderdeel van de achtergronddepositie (stikstofdeken). Noopt overheid tot beheersmaatregelen en ambitieus emissiebeleid;
  - De noodzaak van beheersmaatregelen en emissiereductie door de overheid is een gevolg van een wetenschappelijk onderbouwde rekenkundige ondergrens en geen randvoorwaarde. Dit is het belangrijkste verschil met een beleidsmatig gekozen drempelwaarde waar op voorhand een mitigerend maatregelenpakket tegenover moet staan. Bij een rekenkundige ondergrens is dat niet het geval; er hoeft ook niet op voorhand sprake te zijn van een dalende lijn;
  - Opgave = een (hogere) rekenkundige ondergrens onverbreekelijk laten samengaan met beheersmaatregelen van provincies en Rijk om de gevolgen van zo’n ondergrens op te vangen.
- Verkenning 2024 met twee deeltrajecten: (1) wetenschappelijke onderbouwing ondergrens en (2) multidisciplinaire impact- en beheersmaatregelenanalyse + juridische toetsing.
- Vragen vanuit het beleid aan de wetenschappers voor dit rondetafelgesprek:
  - is er consensus (te bereiken) over wetenschappelijke/modeltechnische argumenten voor het hanteren van een ondergrens aan depositieberekeningen voor individuele projecten? Is er een ‘grens aan wat het model kan, die je zou moeten hanteren? Is het haalbaar om met deze argumenten te komen tot één getal voor een ondergrens;
  - wat is nodig om overeenstemming te bereiken over een redeneerlijn die inzichtelijk maakt dat er een grens is aan wat het model kan, en zo mogelijk te komen tot één getal? -> voorbereiding verkenning 2024 (discussiepunten en vragen)?

Het gaat dus om twee prealabele inhoudelijke vragen en een procesvraag over wat we moeten doen om de inhoudelijke vragen van antwoorden te voorzien als dat in het rondetafelgesprek nog niet lukt.

#### **Reactie/vragen van de wetenschappelijk experts (-) en reactie (o):**

- is er een risico van nieuwe generatie PAS melders?
  - o Om dit uit te sluiten willen we een wetenschappelijk onderbouwde rekenkundige ondergrens laten toetsen door de Raad van State alvorens er mee te werken. Dat kan bijv. door zo’n ondergrens in te brengen in een beroepsprocedure.
- We moeten toch toewerken naar aantoonbaar lagere emissies, omdat we met een erfenis uit het verleden zitten door cumulatie van teveel stikstofdepositie op de natuur gedurende een lange tijdsperiode? Dan is elke depositie toch een probleem? Sturen op 0-emissies, zoals in België, met uitzondering voor de bouw is dan een alternatief, waarbij depositieberekeningen niet nodig zijn.

- Die erfenis moet worden aangepakt, maar de vraag is of een ban op vergunningen voor nieuwe projecten daarbij juridisch mogelijk/beleidsmatig proportioneel is. Zaak is dat alle sectoren en bedrijven gaan worden gestuurd op emissiereductie om de erfenis op te ruimen. De VHR zegt niet dat er per definitie niks mag bijkomen, zelfs niet in situaties dat de KDW wordt overschreden. We moeten dus twee paarden tegelijkertijd laten rennen...
  - o Zoals toegelicht bij de dia over de andere kant van de medaille: een hogere rekenkundige ondergrens onverbrekelijk laten samengaan met ambitieus emissiereductiebeleid.

## 10:00 – 10:30 Appreciatie bestaande argumenten in toegezonden rapporten

In een voorbereiding verzonden voorafgaand aan de bijeenkomst en in TNO 2022 is geconcludeerd dat er een ondergrens bestaat, alleen al vanwege de modeleigenschappen. De waarden wijzen op een bandbreedte tussen 1 en 10 mol/ha/ja. Als disclaimer geven zij aan dat de door hen opgestelde TNO studie verkennend van aard is. Daarom vragen zij vandaag aan de aanwezige experts of er meer nodig is aan onderzoek en zo ja van welke aard? En in hoeverre te verwachten is dat dit leidt tot andere inzichten? Zij leggen voorts de vraag voor in hoeverre gezamenlijk zou kunnen worden gekomen tot het kiezen van een redelijke midden-waarde in de range tussen 1 en 10 mol/ha/ja. Daarbij merken zij tot besluit opdat in de ons omringende landen vergelijkbare waarden gelden en dat de olifant in de kamer bij dit alles de (te hoge) achtergronddepositie is.

De weg naar hun conclusie:

- Dia 2: ecologisch kan iedere verhoging van de depositie in een overbelaste situatie betekenisvol zijn, vandaar de huidige 0,005 mol/ha/ja.;
- Voorlaatste dia: “wij zeggen in ons betoog niets over ecologische significantie”. Significant betekent bij ons: “wat groter is dan wat op grond van de toevallige fout verwacht mag worden ofwel: wat boven de ruis uitkomt”. Op de voorlaatste dia: “De vraag die je met een model kunt beantwoorden is wanneer een individuele bijdrage significant is, ofwel boven de ruis (in die achtergrond) uitkomt. Significantie betekent dus model-technisch in relatie tot die achtergrond.” “Het gaat om de bijdrage van een bron in z’n context. Een bijdrage van 0,1 of 5 mol is op zichzelf niet van belang (..)”. “Vanwege de hoge achtergrond in relatie tot de KDW is elke bijdrage onderwerp van discussie”. Belgische studie: 1 hond 1 keer uitlaten in een heel jaar leidt tot 0,6 mol = 120 keer hogere depositie dan 0,005;
- Wij bezien een bronbijdrage in context, dus: ADW + project > KDW. Vervolgens schatting ruisniveau in deze 3 termen: 1. achtergrond (RIVM-GDN kaarten), 2. KDW (generieke waarden) en 3. bronbijdrage (specificaties AERIUS Calculator). Het is juist in relatie tot die achtergrond en de KDW (die aangeeft of de achtergrond te hoog is) die ons aanzet om de bijdrage te beschouwen en daar een beoordeling over te geven.
- Ad 1. Ruisniveau totale depositie door:
  - o model-intrinsieke invoer (meteo – landgebruik)
  - o beperkte ruimtelijke (en temporele) resolutie (meteo-stations, beschikbaarheid LGN)
  - o stochastische variaties rond gemiddelden in submodules (wind- en turbulentieprofielen, windrichtingen)
  - o Discrete classificatie systemen (stabiliteiten, depositiesnelheden)
  - o {Niet gemodelleerde –verwaarloosde- effecten (mist, wind < 1 m/s)}

Toelichting: een wijziging in keuze voor een periode van 10 jaar m.b.t. landgebruik kan leiden tot een verschil van gemiddeld 1,5 mol (lokaal grotere verschillen). Landgebruik verandert snel.  
*Met de ruisbijdragen van de andere factoren komen we ruwweg op een ruisniveau van 1-10 mol/ha/jr.*
- Ad 2. Ruisniveau KDW: gaat over afronding van waarden naar 0,1 kg = 7 mol/ha.jr. Individuele projecten en plannen worden beoordeeld op hun bronbijdrage, maar alleen als hexagonen naderend overbelast zijn of overbelast. In die zin zijn GDN en KDW van belang.
- Ad 3. Ruisniveau individuele bronbijdragen. Vergelijking tussen de berekende en gemeten bijdrage van een enkele bron aan de concentratie op afstand van die bron laat omgerekend naar depositie een onzekerheid zien van 21 mol/ha/jaar. Opmerkingen uit het huiswerk document, als toelichting op bovenstaande en van belang om vervolgggesprek te begrijpen en om vast te houden voor de verkenning begin 2024:
- Vraag is: is een model “fit-for-purpose” = kan een modeluitkomst redelijkerwijs gezien worden als geschikt hulpmiddel om een vraag te beantwoorden? ? Het is dus nodig de connectie tussen model en toepassing binnen de NBW mee te nemen in de analyses. Een zorgvuldige vraagstelling is dus van belang.
- Rekenmodellen geven nooit volledige zekerheid. Onzekerheden zijn te groot, fysisch-chemische processen worden te veel vereenvoudigd. Modeleigenschappen laten niet toe dat zeer geringe depositiebijdragen redelijkerwijs aan één bedrijf worden toegekend. Concentraties zijn (hoewel nog steeds heel beperkt) redelijk bekend, maar deposities op een schaal van AERIUS zijn in het geheel niet gevalideerd. Dat zou tot voorzichtigheid moeten leiden.
- Wij bedoelen met “ruis” iets anders dan onzekerheid. Ruis ontstaat door “willekeurige, arbitraire en aselechte elementen in modelsysteemonderdelen. (..) Het gaat om keuzen voor modelsysteem-onderdelen waarvan impliciet aangenomen wordt dat een andere ARBITRAIRE keus geen significante invloed heeft (ofwel: een willekeurige kleine onbetekenende invloed zal hebben)”.
- Analyses op uitkomsten van een enkele bron leiden niet tot een antwoord op de vraag: er worden relatieve waarden verkregen, afhankelijk van emissie-hoeveelheid. Dat maakt dat er soms gesteld wordt dat er geen ondergrens kan

bestaan. Immers het model werkt bij een emissie van 1 kton hetzelfde als bij een emissie van 1 kg, terwijl het antwoord bij 1 kton bijv. 10 mol/ha/jaar kan zijn en bij 1 kg 0,01 mol/ha/jr.

- Om antwoord te vinden voor absolute waarden van ruis wordt gekeken naar achtergronddepositie.
- Dan wordt "aannemelijk dat een 'vaste' uitkomst van het rekenmodel een illusie is (los van de onzekerheid door invoerparameters), en dat er een ondergrens moet bestaan. Uitwerking van bovenstaande modelelementen (...) leidt tot (...) verschillen in de berekende depositie, die logischerwijs dan als niet-significant, willekeurig en dus als ruis beschouwd kunnen worden. Noot: Het vaststellen van de grootte van ruisterm(en) is niet eenvoudig en zal inherent aan de problematiek ook een min of meer onzeker getal opleveren. Duyzer en Erbrink stellen voor om op grond van hun overwegingen en de inzichten van groep ter-zake-deskundigen een redelijke waarde te kiezen binnen een bandbreedte (1-10 mol/ha/ja).

Naschrift dd. 20 december:

Discussie voor en na de pauze noopt ons ertoe beter na te denken wat we met ruis bedoelen. Ons betoog richt zich op het aangeven van de bandbreedte in de ruis en dat het niet redelijk is om individuele bronbijdragen, die binnen deze ruis vallen, daadwerkelijk (dus met voldoende zekerheid) aan de bron toe te kennen. We hanteren daarbij twee uitgangspunten, namelijk 1) metingen doen er toe en 2) het gaat niet zo zeer om de precieze bronbijdrage sec (...) maar *of de bronbijdrage ertoe leidt dat de depositie op een natuurgebied echt toeneemt*. Immers, als we de bronbijdrage beschouwen, los van de KDW en onafhankelijk van de achtergrond depositie, valt dit getal niet te toetsen. Het is in relatie tot die achtergrond en de KDW (die aangeeft of de achtergrond te hoog is) die ons aanzet om de bijdrage te beschouwen en daar een beoordeling over te geven. Zonder deze context lijkt de individuele bronbijdrage op een ei zonder kip.

(..) Stel dat een model perfect is en dat de invoer in de basis ook geen onzekerheid bevat (...), [dan is] de uitkomst van het perfecte model [van bijv.] 1 mol exact correct. Neemt de depositie op het natuurgebied dan ook met zekerheid toe met deze 1 mol? Nu kom ik bij het punt wat ruis is. Ruis = alle deposities door willekeurige en niet te beïnvloeden (dus toevallige) gebeurtenissen, die in het afgelopen (voor handhaving) of toekomstige (voor vergunningen!) jaar of jaren optreden. Zoals het wijzigen van de bosopstand, het areaal gras, bebouwing e.d. op het hele traject van bron naar natuurgebied (en over de tijdsspanne van 1 of 10 jaar). En het niet precies optreden van weersfrequenties zoals die in de 10 jaar meteo was opgenomen. En de hond die daar toevallig zijn plas deed (0,6 mol). Of als dit te flauw klinkt: de wolven en de herten en andere dieren (vogels) die voor een ruimtelijke herverdeling van stikstof over grote gebieden zorgen. Het is niet moeilijk voor te stellen dat dit een waarde van 1 mol wel eens flink te boven kan gaan. Het is dan de kunst de verdelingen van deze toevallige (niet deterministisch te modelleren) effecten in te schatten in termen van mol/ha.jr. Dat lijkt me een wetenschappelijke handeling. De [...] vraag is dan: kunnen we met voldoende zekerheid (1 sigma, 2 sigma, 3 sigma, 90%, 95% etc.) zeggen dat er een toename is van x mol/ha.jr. [...] Als dat is aangetoond zal de boer (of wegenbouwer, aannemer of wie dan ook) beter uitgelegd kunnen worden dat zijn bijdrage significant is en niet als irrelevant kan worden weggezet.

Ruis kan dus benoemd worden als de onzekerheid ten gevolge van willekeurige, niet te beïnvloeden of te verbeteren effecten. Onzekerheid is (daarnaast ook) het gevolg van imperfecte modellering en het niet precies weten van de waarden van parameters in het model. Deze zijn immers geschat uit imperfecte/bepaalde metingen, terwijl de parameters wel een bepaalde (maar niet precies bekende) waarde hebben. Deze onzekerheid is wel beïnvloedbaar door meer/nauwkeuriger, betere metingen te doen en/of het model te verbeteren.

#### 10.30-11.00 uur Eerste plenaire ronde

- Niet in verslag opgenomen, aantekeningen op aanvraag beschikbaar

#### 11.15-12.30 uur Plenaire gesprek over vraag 1

- Niet in verslag opgenomen, aantekeningen op aanvraag beschikbaar

#### 13.15-14.30 uur Plenaire gesprek over vraag 2

- Niet in verslag opgenomen, aantekeningen op aanvraag beschikbaar

#### 14.45-15.30 uur Individuele input experts op de vraag (3): wat is nodig om consensus te bereiken en zo mogelijk te komen tot één getal? → voorbereiding verkenning 2024.

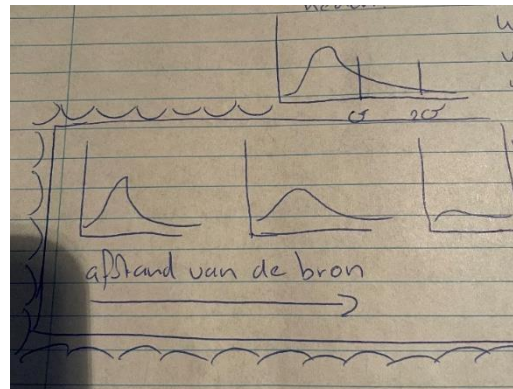
NB. tijdens de sessie toegelicht als: "gehoord hebbende de gesprekken tot nu toe over de inhoudelijke vragen 1 en 2, wat zijn voor u de belangrijkste issues (discussiepunten) en daarvan af te leiden vragen die we begin 2024 moeten oppakken in de verkenning?"

- Expert 1:

- Aanpak: een wetenschappelijke ondergrens voor de depositiebijdrage van stikstof op natuurterreinen door een individueel project is te bepalen op basis van de betrouwbaarheid in die berekende bijdrage middels een onzekerheidsanalyse. Een onzekerheidsanalyse op basis van de variatie in modelparameters in AERIUS (die willekeurig gekozen kunnen worden gezien de onzekerheid erin) levert een frequentieverdeling van uitkomsten in extra depositie. De ondergrens is dan een statistische keuze, veelal is 95% zekerheid de norm. Die berekening moet worden gedaan voor variaties in bronsterkte en afstanden tot de bron; de ondergrens zal waarschijnlijk daar ook van afhangen. Daarbij kan worden gedacht aan een tabel met ondergrenzen voor extra depositie die afhangt van een aantal klassegrenzen voor bronsterkte en afstand.
- Extra overwegingen:
  - o Resultaten kunnen worden vergeleken met de onzekerheid (ruis) in de berekende huidige depositie als gevolg het gebruik van verschillende basisgegevens met betrekking tot meteorologische gegevens en gegevens over landgebruik, zoals in TNO 2022. NB: in hun bijdrage gaat het niet om onzekerheid in berekende depositie maar om onzekerheid in de berekening van de berekende depositie. Dit is een andere aanpak dan hierboven maar het is interessant om de uitkomsten hiervan (1-10 mol/ha/jaar) te vergelijken met bovengenoemde onzekerheidsanalyses.
  - o Als wordt verwezen naar de VHR dat je met zekerheid moet kunnen zeggen dat er geen effect is moet je alle berekening laten varen. Dan is de grens gewoon 0 en heb je geen model nodig. Extra emissie is per definitie ongeoorloofd. Dat is aanpak in België waarbij men wel de bouw uit de PAS heeft gelaten. Dat maakt de aanpak vele malen eenvoudiger.
  - o Een wetenschappelijk ondergrens i.v.m. betrouwbaarheid dwingt beleid niet om die ondergrens te hanteren. Maar als die grens lager ligt dan de wetenschappelijke ondergrens kun je wel zeggen dat modelberekeningen slechts met een beperkte betrouwbaarheid kunnen zeggen of de grens door een individueel project wordt overschreden. Die betrouwbaarheid zal afnemen naarmate de grens lager ligt. Bij een zeer lage waarde zou het bijv. een betrouwbaarheid van 5% zijn. Wanneer je minimaal 'vereiste betrouwbaarheid hanteert is het model niet te gebruiken bij een beleidsgrens onder die waarde (niet doelgeschikt).
  - o Voorbij de scope van de vraag vandaag (zie inleiding IPO): een lage ondergrens is met name het gevolg van het willen voorkomen van cumulerende effecten van vele projectaanvragen. Een hogere ondergrens zal, los van wetenschappelijke betrouwbaarheid, juridisch gezien (waarschijnlijk) pas mogelijk zijn bij gerealiseerde emissiereductie om de deken te verlagen t.o.v. een beperkt aantal projectaanvragen.

- Expert 2:

- Spoor 1: maak de variatie inzichtelijk (in de berekening van stikstofdepositie t.g.v. een emissie) als gevolg van keuzes die in het model (OPS) zijn gemaakt. Denk aan windprofielen, stabiliteitsklassen, depositiesnelheden. Uitkomst is een variatieverdeling, waarbij een keuze gemaakt kan worden voor een punt waar de berekende depositiebijdrage niet meer waarschijnlijk is (zie hiernaast, rechtsboven, kleinste afbeelding)
- Spoor 2: redenatie waarbij je een grens hanteert waarbij een individuele bronbijdrage niet meer identificeerbaar is ten opzichte van de ruis in de totale depositie.
- Uitwerking spoor 1 met vragen:



- o Welke variabelen nemen we mee in de variatieanalyse?
- o Opstellen diagrammen voor verschillende afstanden
- o Uitwerken verschillende categorieën van bronprojecten
- o Bepalen keuze sigma, met of o.b.v. risicoanalyse voor de impact van 1x of 2x sigma
- o Review door juristen
- o Aanscherpen methodiek o.b.v. feedback juristen

- Expert 3:

- Uitvoeren van onzekerheidsanalyses voor bijdrage van de individuele bronbijdrage. Nagaan of dit hetzelfde is als een onzekerheidsanalyse van een verschilberekening (dus onzekerheid exclusief en inclusief bron). Goed afstemmen met het onzekerheidsonderzoek dat nu loopt binnen NKS (zie LNV/SKI).
- Nagaan wat wetenschappelijk gebruik is van statistische parameters (1SD, 2SD).
- Nagaan wat nu verschil is tussen ruis (zoals bepaald door Jan Duyzer/Hans Erbrink) en onzekerheid.

- Expert 4:

- Op korte termijn kan een rekenkundige ondergrens<sup>1</sup> bepaald worden door gebruik te maken van uitsluitend het (huidige) model-instrumentarium - dus er zijn geen nieuwe metingen/meetcampagnes nodig om tot een eerste werkbare definitie/procedure te komen. Maar de huidige modellen zijn lang niet bevredigend. De transportprocessen worden prima begrepen en er is goede overeenkomst tussen metingen en berekeningen. Belangrijke redenen: het gaat hier om fysisch-chemische processen en goede meettechnieken zijn al geruime tijd voorhanden. Maar de depositieprocessen worden slecht begrepen - hier zitten best grote modelfouten als je naar specifieke plaatsen en tijdstippen kijkt. Belangrijke reden: het gaat hier naast fysisch/chemisch ook om biologisch/bodemkundige processen (en er waren tot voor heel recent geen goede meettechnieken voorhanden. Om een stap verder te komen met het verklaren (en beter modelleren) van depositie zouden andere disciplines betrokken moeten worden: plantenfysiologen en microbiologen/bodemkundigen om samen te werken met de atmosferische-fysische/chemici die nu een soort monopolie (en dus een beperkte blik) hebben op stikstofmodellering.
- Als we straks de voorgestelde gevoeligheids-/onzekerheidsanalyse gaan doen ter bepaling van de rekenkundige ondergrens. Is het belangrijk (voor vervolgwerk maar ook transparantie) om een goed gedocumenteerde procedure te doorlopen. Bij voorkeur TRACE, zie

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380014000611>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815220309890>

Hier kan later op teruggevallen en/of doorgebouwd worden, zowel bij besluitvorming als bij het verbeteren van modellen.

- Deze discussie heeft weer eens benadrukt dat we als wetenschappers beter na moeten denken over:
  - o hoe we onzekerheid zien (met welke terminologie/concepten we het definiëren en beschrijven - zie ook volgende punt),
  - o hoe we er in toepassingen (ook beleidstoepassingen) het best mee om kunnen gaan, en
  - o hoe we er het best over kunnen communiceren (dat zal dan verschillen tussen experts of het algemene publiek).
- Uit onze discussie bleek (weer eens) dat wetenschappers lang niet altijd dezelfde definities hanteren over belangrijke termen als 'onzekerheid' of 'ruis' - zelfs binnen een nogal afgebakende of homogene groep als de groep van vandaag. Dat introduceert vergissingen en maakt dat er soms schijnbare discrepanties ontstaan die bij nader inzien voortkomen uit spraakverwarring (slechte of verkeerd begrepen definities). Ik denk dat een goede technische woordenlijst voor communicatie in overheid en wetenschap kan helpen. Zo'n lijst met definitie zou dan wel continue onderhouden moeten worden (er zou ook soms aandacht voor moeten zijn in trainingen e.d.) De lijst zou idealiter beheerd en aangepast/aangevuld moeten worden in een continu proces door een groep 'curatoren'. Starten met zo'n lijst rond het stikstof-dossier is helemaal geen slecht idee denk ik (om maar eens concreet uit te proberen hoe het werkt bij het snel inwerken van nieuwe mensen; en of het inderdaad een positief effect heeft op toekomstige discussies/documentatie).
- Expert 5:
  - Vraag 1 (de consensus vraag) noemt expliciet de "rekenkundige ondergrens". De nauwkeurigheid van de depositie berekend door een tool als AERIUS is (vrijwel) identiek voor grote individuele bronemissies en de resulterend depositie als voor kleine bronnen/depositie en is relatief, uit te drukken als een percentage van de emissie. Daarom is er, vanuit de modelberekening zelf bezien, geen wetenschappelijke ondergrens aan deze (AERIUS) berekening wat betreft de bronemissie die als invoer wordt gebruikt. Het model geeft ook voor heel kleine bronnen een zinvol resultaat. Naar mijn inzicht is het antwoord op deze vraag nee, omdat de nadruk ligt op de rekenkundige ondergrens. AERIUS modelleert met name de bron-receptor relatie om te bepalen welke fractie van het vrijgekomen reactief stikstof terecht komt op een natuurgebied (in de buurt). Vervolgens wordt deze fractie vermenigvuldigd met de bronemissie om te bepalen wat de depositie is. De onzekerheid wordt bepaald door de bron-receptor relatie, oftewel:  $\text{Rekenonzekerheid depositie-toename} = \text{bronsterkte} * \text{rekenonzekerheid BRR}$ . Als voorbeeld, als een depositieberekening voor een grote bron 40% onzeker is, dan is ook de depositieberekening van een kleine bron op dezelfde locatie 40% onzeker. De BRR is onzeker. Deze onzekerheid is grotendeels nog onbekend, wat niet erg bevredigend is. Commissie Hordijk gaf bijvoorbeeld aan dat het rekenen op 100m schaal "schijnzekerheid" geeft. Resultaten gemiddeld over grotere gebieden (e.g. een heel N2000 gebied) zijn relatief nauwkeuriger, omdat lokale variabiliteit gemiddeld wordt. De BRR/AERIUS wordt getoetst door de modellen te vergelijken (en ijen) met metingen van de totale concentraties en depositie op basis van alle emissies samen. In het DND stuk staat bijvoorbeeld: "De vraag is dan ook, zoals de minister terecht stelt, waar de grens ligt van het toepassingsbereik van OPS voor het berekenen van depositiebijdragen uit individuele bronnen." "Valt een modeluitkomst buiten dit toepassingsbereik, dan moet deze buiten beschouwing worden gelaten". Volgens de redenatie hierboven heeft AERIUS dezelfde nauwkeurigheid voor grote en kleine bronnen, en is er geen absoluut toepassingsbereik wat betreft de bron (of de resulterende depositie).

---

<sup>1</sup> rekenkundige ondergrens: ik gebruik het begrip maar een beetje losjes heer, uiteindelijk kwamen we in onze meeting uit op het volgende concept dat haalbaar lijkt --> een transparante methode om per aanvraag/ingreep tot een goed onderbouwde ondergrens te komen



- Een tweede vraag, die ook in de stukken aan de orde komt, is of de bijdrage van een individuele (nieuwe) bron meetbaar is. Dit kan leiden tot de definitie van een grens, alhoewel in werkelijkheid de meet-infrastructuur (te) beperkt is om dit te toetsen.
  - Nog een derde vraag is of de extra depositie een aantoonbare verslechterende impact heeft op een natuurgebied. Ook dit definieert mogelijk een grenswaarde. Echter, de resultaten van onderzoek laten geen duidelijke ondergrens zien waar depositie geen effect meer heeft (zie bv de Vlaamse analyse en referenties hierin). In werkelijkheid heeft een extra depositie, of we nu onder of boven de KDW zitten, altijd een negatief effect.
  - Voorbij de scope van de vraag vandaag (zie inleiding IPO): voor mij is het hanteren van grenswaarden in eerste instantie een beleidsvraag, gerelateerd aan de keuze van de implementatie van dat beleid. Hoe ver willen we de totale stikstofdeken terugdringen, in hoeveel jaar en met welke maatregelen? Als dit generieke beleid meer dan voldoende is laat het (daarna) ook ruimte voor nieuwe activiteiten. De ondergrens kan dan een stuk omhoog. De totale stikstofdeken, en de gevolgen van nationaal beleid voor Nederland zijn goed meetbaar/bestudeerbaar. Het is een wetenschappelijke taak om te volgen - met metingen en modellen - hoe effectief het beleid is, en te bepalen hoe de totale uitstoot en concentraties veranderen en wat de implicatie is voor depositie op de natuur, en of hiermee doelstellingen gehaald worden.
- Expert 6:
    - Onderzoeken hoe in andere landen tot een (hogere) rekgrens is gekomen: Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Vlaanderen (!) en Denemarken
    - Onderzoeken hoe de nauwkeurigheid van metingen en de nauwkeurigheid van modellen, die beide hetzelfde proces beschrijven, elkaar beïnvloeden.
    - Het is vaak gezegd: de nauwkeurigheid van een berekende depositie hangt af van de grootte van de depositie. Dat argument wordt weerlegd met het argument: de nauwkeurigheid hangt niet af van de bronsterkte. Dat kan zo zijn maar zegt niets over de nauwkeurigheid van kleine deposities absolute zin.
    - Mijn stelling onderzoeken: de uitkomsten van modelberekeningen kunnen nooit nauwkeuriger worden dan de uitkomst van metingen. Ik ken alle stappen die genomen zijn in dit dossier en de redenen dat modellen worden gebruikt. Maar het gaat met name om kleine deposities. Als je een lage concentratie niet kan meten kun je een lagere concentratie berekenen maar de onzekerheid is dan meer dan 100%
  - Expert 7:
    - Ruistermen beter kwantificeren. Het gaat daarbij om de onzekerheid ten gevolge van willekeurige, niet te beïnvloeden of te verbeteren effecten. Deze liggen (voornamelijk) nog buiten het model zelf. Daarbovenop kunnen systeem-inherente model-parameters beschouwd worden. En wel die waarvan aangenomen is/wordt dat deze geen significante invloed op de modelresultaten hebben. Deze kunnen in overleg geïdentificeerd worden. Te denken valt bijvoorbeeld aan ondergrens windsnelheid (nu 1 m/s), gekozen grenzen tussen stabiel-neutraal-instabiel (op basis van Monin-Obukhov lengte maat) e.d.
    - Aanvullend hierop is het nuttig verschillen in uitkomsten tussen OPS-lange termijn (LT) en OPS korte termijn (KT) te beschouwen. In OPS LT zijn allerlei zaken geaggregeerd om het model, werkbaar te houden, maar hierbij is ruis (of zo je wilt onzekerheid) binnengeslopen, die als aanvaardbaar is beoordeeld. Deze kan helpen om te zien hoe dit in de bandbreedte van ruis past. Ter info: AERIUS is opgebouwd uit SRM2 en OPS-LT. OPS\_KT is daarbij de research standaard (het 'echte' model) en OPS\_LT het operationele model voor AERIUS. Idem voor een vergelijking tussen OPS-LT en STACKS-LT.
    - Als het zeker is dat ook kleine depositiewaarden (doorgaans op grotere afstand, maar binnen 25 km) een reële betekenis hebben, dan wil ik een vergelijking zien tussen depositie-metingen en modelresultaten op wat grotere afstanden (zeg tussen 1 en 25 km). Als die er niet zijn (en die zijn er waarschijnlijk niet), moeten we m.i. toch terughoudender zijn met (stoere) uitspraken over lage waarden.
    - Buiten scope, niet model-technisch, maar wel iets om erbij te nemen (iig voor de beleidsmakers), Ik lees in het NSC programma: "We houden in de wetgeving oog voor de sociaaleconomische gevolgen van maatregelen, zoals ook de EU-richtlijn bepaalt." Het is de moeite waard goed te bekijken wat dat "oog hebben voor" kan betekenen voor heel kleine depositiebijdragen...Een waarde van 0 (of 0,005) lijkt hiermee op gespannen voet te staan.
    - Moeite waard beter na te gaan waarom (motivatie) andere landen tot waarden komen tot 35 mol/ha.jr.
  - Expert 8:
    - Praten we over een absolute of relatieve witte ruis?
    - Eén absolute rekenkundige ondergrens is niet te geven
    - Impact vraag: hoeveel extra depositie geeft een RKO van bijv. 1 mol.
    - Hangt het toepassingsbereik van het model in km af van de emissie omvang?
    - Ge jaarlijkse aanpassingen t.g.v. actualisatie AERIUS gebruiken als indicatie van ruis?
  - Expert 9:
    - Betrouwbaarheid intervallen door beleid laten bepalen (niet door de wetenschap)
    - Procesmetingen doorgang laten vinden
    - Vergelijking met andere modellen betrekken

- Monte Carlo onzekerheidsanalyse met modelparameters plus (dus ook met): emissiesterkte, afstand, ondergrondklasse
- Expert 10:
  - Individuele beoordeling (EJV: verschilberekening) opschalen: hoe?
  - Beoordeel per project
  - Check een paar met metingen
  - Check ensemble van bronnen in een gebied (zijn "oude" reeds vergunde activiteiten het grootste probleem?)
  - Gebruik je 1 model of meerdere (vraag)?
  - Goed idee: onzekerheidsanalyse leidend tot variatie/frequentieverdeling, met bepaling sigma. Wel samen bepalen welke parameters/input we veranderen/variëren.
  - Belangrijk deel van de onzekerheid is depositie in verschillende ecosystemen: meet dat.