

Review van eindverslag onderzoek Ronald Meester ("De illusie van een betrouwbare stikstof-modelwerkelijkheid")

Prof. dr. Arthur Petersen, University College London

14 oktober 2025

Deze review richt zich op het eindverslag "De illusie van een betrouwbare stikstof-modelwerkelijkheid—Een onderzoek naar de onzekerheden in het wetenschappelijke stikstofdiscours; Aerius/OPS, Kritische Depositiewaardes, Natuurdoelanalyses, en de adviezen van de Ecologische Autoriteit" door prof. dr. Ronald Meester d.d. 26 juni 2025. De review is uitgevoerd op verzoek van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) en vond plaats binnen de volgende door het ministerie gestelde kaders:

- Deze review richt zich op de toepassing en het gebruik van de modellen. Ecologische aspecten waar dhr. Meester in zijn rapport al dan niet onderbouwd op in gaat, maakt geen onderdeel uit van deze review.
- De review is bedoeld om het eindverslag van de dhr. Meester goed te kunnen duiden, het is niet bedoeld om de originele onderzoeksvraag geheel opnieuw te beantwoorden.

In mijn review beantwoord ik achtereenvolgens in drie paragrafen de volgende drie door LVVN gestelde vragen:

1. Hoe weegt u de conclusies van het eindrapport in relatie tot eerdere bevindingen over de toepasbaarheid van het OPS-model in het stikstofdossier?
2. Hoe verhouden de bevindingen van dhr. Meester zich tot de huidige onderbouwing van de rekenkundige ondergrens?
3. Welke elementen van het eindverslag worden onderschreven, en welke tegengesproken?

In een vierde paragraaf completeer ik mijn review met overig commentaar (binnen en buiten het door LVVN meegegeven kader van de toepassing en het gebruik van modellen).

1. Toepasbaarheid van het OPS-model in het stikstofdossier

Meesters eindverslag is niet scherp in het onderscheid tussen het gebruik van het OPS-model in AERIUS Monitor (waarmee o.a. kan worden berekend hoe het staat met de overschrijding van KDW's) en in AERIUS Calculator (waarmee de stikstofdepositie van individuele activiteiten kan worden bepaald in de context van de vergunningverlening).¹ De conclusies van het eindverslag maken ook geen duidelijk onderscheid tussen beide modellen.

De hoofdconclusie van de Commissie Hordijk, die mede betrekking heeft op het model AERIUS Monitor, wordt door Meester niet genoemd: "Het Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof komt tot de eindconclusie dat de wetenschappelijke kwaliteit van het werk van de betrokken onderzoekers voldoende is. De data, methoden en modellen die worden ingezet zijn, ook in internationaal perspectief, van voldoende tot goede kwaliteit en daarmee ge-

¹ Zo springt hij b.v. op p. 33 van het verslag over van een alinea die betrekking heeft op AERIUS Monitor, naar een volgende alinea, die betrekking heeft AERIUS Calculator, zonder dat hij het verschil – en de relatie – tussen de twee modellen benoemt of nader uitlegt.

schikt voor het meten en berekenen van de concentratie en depositie van stikstofverbindingen. ... De werkwijze en modellen zijn doelgeschikt” (Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof 2020a, 4–5; zie ook Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof 2020b, 4). Ook de Auditcommissie RIVM Centrum Milieukwaliteit (die ik voorzat) concludeerde: “the Aeries model is fit-for-purpose to analyse trends on a national and regional scale” (Auditcommissie RIVM Centrum Milieukwaliteit 2024, 11). Meesters conclusies wijken dus af van het oordeel van deze commissies. Dit mag natuurlijk, maar het verdient dan wel een veel sterkere onderbouwing dan nu wordt gegeven in het eindverslag. Zo stelt Meester dat over stikstofdepositie “er vrijwel geen enkele kwantitatieve claim [is] die daadwerkelijk controleerbaar is” (p. 3). Dit gaat niet zomaar op voor AERIUS Monitor. Zoals ik zelf elders heb gesteld: “AERIUS Monitor geldt als beste wetenschappelijk kennis voor landelijke monitoring van totale deposities mede doordat er kalibratie met metingen plaats kan vinden, wat niet mogelijk is voor individuele bronnen en projecten” (Petersen 2025c, 6). De commissies kunnen er natuurlijk naast zitten, maar Meester heeft mij daarvan vooralsnog niet weten te overtuigen.

Meesters conclusies zijn meer in lijn met die van voornoemde commissies waar het gaat over het model AERIUS Calculator, dat wordt gebruikt in de vergunningverlening. De Commissie Hordijk stelde: “In dit eindrapport geeft het adviescollege aan dat het rekeninstrument AERIUS Calculator niet doelgeschikt is”, onder meer vanwege “de onbalans tussen het detail dat het beleid vraagt en de mate van wetenschappelijke onzekerheid in het berekenen van de depositie op een klein oppervlak” (Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof 2020b, 4). En de Auditcommissie RIVM Centrum Milieukwaliteit adviseerde: “different policy and legal settings ask for different evidence standards. Be clear and consistent about which methods are “fit” for which “purpose”. E.g. refrain from using the AERIUS-tool for permitting” (Auditcommissie RIVM Centrum Milieukwaliteit 2024, 7).

In paragraaf 3 is te vinden welke hoofdbevindingen uit het eindverslag met betrekking tot de vraag naar de toepasbaarheid van het OPS-model in het stikstofdossier ik wel en welke ik niet onderschrijf, waarbij ik waar nodig een onderscheid maak tussen AERIUS Monitor en AERIUS Calculator.

2. Onderbouwing rekenkundige ondergrens

De bevindingen van Meester ondersteunen de huidige onderbouwing van de rekenkundige ondergrens in de context van het gebruik van AERIUS Calculator in de vergunningverlening.² De rekenkundige ondergrens moet 1 mol/ha/jaar zijn na afronding en 0,5 mol/ha/jaar voor afronding (dit is onderbouwd in Petersen 2025a – het gepeerreviewde expertoordeel – en Petersen 2025c – de Q&A voor dit expertoordeel).

Meester concludeert: “We zijn blind modeluitkomsten aan het volgen, zonder de mogelijkheid te hebben om te controleren waar we mee bezig zijn. ... Uitspraken over proefondervindelijke standen van zaken met verstreckende juridische consequenties (stikstofemissie

² “Een rekenkundige ondergrens is geen (ecologische) drempel- of grenswaarde maar volgt dwingend uit de atmosfeerwetenschap in combinatie met de juridische bewijsstandaard in het kader van vergunningverlening, namelijk dat een causaal verband moet kunnen worden gedetecteerd tussen de emissie van een individuele bron en de berekende depositie voordat wordt toegekomen aan een voortoets of passende beoordeling” (Petersen 2025a, 2).

en –depositie) behoren namelijk verifieerbaar te zijn, en dat zijn ze niet” (p. 3). Deze conclusie geldt volgens mij niet algemeen, maar wel voor de toepassing van AERIUS Calculator in de vergunningverlening, in het bijzonder onder een rekenkundige ondergrens van 1 mol/ha/jaar na afronding (0,5 mol/ha/jaar voor afronding) – zie paragraaf 3.

Meester concludeert: “Een antwoord dat dit “het beste is wat we hebben” is onbevredigend en onduidelijk omdat het uitgaat van de gedachte dat de wetenschap móet leveren. In plaats van net te doen alsof we precieze informatie hebben en daar beleid met zeer grote maatschappelijke, juridische en particuliere gevolgen op baseren, kunnen we beter accepteren dat we bepaalde dingen niet kunnen weten, en dat ‘de’ wetenschap hierop ook geen antwoord gaat geven. Wetenschap wordt in dit dossier overvraagd” (p. 3). Dit onderschrijf ik grotendeels, en mate name voor berekeningen onder de (verhoogde) rekenkundige ondergrens – zie paragraaf 3.

Meester concludeert: “Wetenschappers horen te interveniëren als hun resultaten incorrect geïnterpreteerd of zelfs misbruikt worden. Dat interveniëren gebeurt in dit discours te weinig of zelfs helemaal niet” (p. 3). Dit onderschrijf ik, ook voor berekeningen over de (verhoogde) rekenkundige ondergrens – zie paragraaf 3.

Meester concludeert: “Samenvattend is de model-wetenschappelijke benadering van het stikstofdiscours zowel praktisch, theoretisch als filosofisch problematisch. We hebben een benadering nodig die vanuit de empirie werkt in plaats van langs de weg van wiskundige modellering; de Europese Habitatrichtlijn geeft ons die ruimte. Het dossier moet van het bord van de modelleurs af, en terug op het bord van beleidsmakers. Deze dienen verantwoordelijkheid te nemen voor beslissingen op basis van een maatschappelijk en politiek debat in plaats van op basis van een onwetenschappelijke omgang met modellen” (pp. 3–4). Dit onderschrijf ik ten dele; met name bij berekeningen onder de (verhoogde) rekenkundige ondergrens: daar is inderdaad sprake van “een onwetenschappelijke omgang met modellen” – zie paragraaf 3.

Ik ben het eens met Meesters kritiek op de voorlichting over de rekenkundige ondergrens door de Afdeling advisering van de Raad van State (paragraaf getiteld “De recente voorlichting aan de regering van de Raad van State”, pp. 42–43) en heb zelf vergelijkbare kritiek geuit (Petersen 2025b).

3. Review hoofdelementen eindverslag met betrekking tot toepassing en gebruik modellen

“Uitkomsten van Aerius/OPS berekeningen zijn reëel en worden zonder marges of onzekerheden gebruikt.” (p. 2)

Dit onderschrijf ik. Meester en ik verschillen wel van inzicht over de mate waarin dit een probleem is (zie in verschillende punten onder).

“Zoals elk model geeft Aerius/OPS slechts terug wat de makers erin hebben gestopt. De prestaties van het model op individueel niveau bij vergunningverlening worden omgeven met onzekerheden die niet kwantificeerbaar zijn, omdat gemodelleerde (toename van) deposities te klein zijn. Dat de onzekerheden hier veel groter zullen zijn dan bij landelijke (globale) gemiddeldes is een wiskundig en geen empirisch gegeven. Deze

globale modeluitkomsten worden zelf al omgeven met tientallen procenten onzekerheid, voortkomend uit veelsoortige onzekerheden. Controle van modelprecisie en -onzekerheid is niet mogelijk omdat er geen meetdata voor stikstofdepositie voorhanden zijn – deze worden primair afgeleid uit atmosferische concentraties waarvan de onzekerheid zelf ook moeilijk te kwantificeren is.” (pp. 2–3)

Dit onderschrijf ik ten dele, namelijk waar het gaat om AERIUS Calculator – ik voeg hieraan toe dat er naast statistische onzekerheid ook naar methodologische onzekerheid moet worden gekeken (zie o.a. Petersen 2025c). Voor de totale depositie (AERIUS Monitor) is wel degelijk enige controle van modelnauwkeurigheid mogelijk, ook al verloopt die controle primair via concentraties en blijft er sprake van grote onzekerheden in de berekende depositie.

“Voor alle duidelijkheid, stikstofdepositie wordt niet zélf gemeten.” (p.3)

Dit spreek ik tegen. Stikstofdepositie wordt weliswaar niet op veel punten gemeten, maar zulke metingen vinden wel plaats (zie mijn commentaar in paragraaf 4 over hoe Meester over deze metingen spreekt).

“Samengenomen concludeer ik dat we met de combinatie van de onzekerheden in de KDW’s en de door het model berekende deposities van Aerijs/OPS feitelijk niet weten wat we aan het doen zijn. We zijn blind modeluitkomsten aan het volgen, zonder de mogelijkheid te hebben om te controleren waar we mee bezig zijn. Er wordt veel beweerd over stikstof, maar er is vrijwel geen enkele kwantitatieve claim die daadwerkelijk controleerbaar is. Het werken met de combinatie KDW/Aerijs acht ik vanwege dit alles niet wetenschappelijk. Uitspraken over proefondervindelijke standen van zaken met verstreckende juridische consequenties (stikstofemissie en –depositie) behoren namelijk verifieerbaar te zijn, en dat zijn ze niet.” (p. 3)

Dit spreek ik tegen als algemene stelling, zowel over AERIUS Monitor als over AERIUS Calculator. Waar ik wel vind dat dit geldt, is in de toepassing van AERIUS Calculator in de vergunningverlening, in het bijzonder onder een rekenkundige ondergrens van 1 mol/ha/jaar na afronding (0,5 mol/ha/jaar voor afronding). De kritiek van de Commissie Hordijk (Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof 2020b) dat AERIUS Calculator niet doelgeschikt is voor rekenen op ha-niveau geldt mijns inziens nog steeds; de schijnzekerheid is niet geheel verdwenen na de introductie van de afstandsgrens en van de (verhoogde) rekenkundige ondergrens.

“Een antwoord dat dit “het beste is wat we hebben” is onbevredigend en onduelbaar omdat het uitgaat van de gedachte dat de wetenschap móet leveren. In plaats van net te doen alsof we precieze informatie hebben en daar beleid met zeer grote maatschappelijke, juridische en particuliere gevolgen op baseren, kunnen we beter accepteren dat we bepaalde dingen niet kunnen weten, en dat ‘de’ wetenschap hierop ook geen antwoord gaat geven. Wetenschap wordt in dit dossier overvraagd.” (p. 3)

Dit onderschrijf ik grotendeels. In Petersen (2025c) behandel ik het verschil tussen “beschikbaarheid” van berekeningen en hun “wetenschappelijke geldigheid”. Ik zeg daarbij het volgende: “Het loutere feit dat een model technisch gesproken in staat is om voor individuele bronnen deposities te berekenen voorbij 25 km en/of onder 0,5 mol/ha/jaar (vóór afronding, 1 mol/ha/jaar na afronding) betekent niet dat deze beschikbare berekeningen geldig zijn voor gebruik in de vergunningverlening. ... Berekeningen voorbij 25 km en/of onder 0,5 mol/ha/jaar zijn alleen geldig voor gebruik in AERIUS Monitor in landelijke berekeningen van

de totale depositie van alle bronnen (en niet voor gebruik in AERIUS Calculator bij toeschrijving aan individuele bronnen en projecten). Het feit dat AERIUS Monitor wetenschappelijke gelegitimeerd in de bepaling van totale deposities ook berekende deposities meeneemt van individuele bronnen verder dan 25 km en/of onder deposities van 0,5 mol/ha/jaar betekent niet dat het ook wetenschappelijke gelegitimeerd is om in AERIUS Calculator zulke deposities toe te schrijven aan een individuele bron of project. AERIUS Monitor geldt als beste wetenschappelijk kennis voor landelijke monitoring van totale deposities mede doordat er kalibratie met metingen plaats kan vinden, wat niet mogelijk is voor individuele bronnen en projecten” (Petersen (2025c, 6). Er zijn dus gevallen waarin we bij AERIUS Calculator door te rekenen buiten de grenzen van het model weliswaar de “beste beschikbare informatie” krijgen maar die “informatie” niet geldig is als “wetenschappelijke kennis”. Maar er zijn ook gevallen, zoals bij gebruik van AERIUS Calculator binnen het toepassingsbereik en bij AERIUS Monitor, waarbij het model het beste is wat we hebben én het wel degelijk samenvalt met de best beschikbare wetenschappelijk kennis (waarbij niet gezegd is dat die niet beter kan en dat we niet op moeten passen voor schijnzekerheid).

“Ook langs de weg van de beginselen van behoorlijk bestuur laat ik zien dat modelgebruik in dit dossier problematisch is. De aard van wiskundige modellen maakt dat niet ingezien kan worden dat aan deze beginselen wordt voldaan in het huidige beleid.”
(p. 3)

Dit spreek ik tegen als algemene stelling. Omdat metingen en modellen met elkaar zijn verweven (zie paragraaf 4) én omdat veel milieuproblemen onvoldoende direct waarneembaar zijn is het zonder modellen onmogelijk om bronnen en effecten causaal te verbinden (zie b.v. Petersen [2006] 2012; ik beschrijf daar o.a. de affaire De Kwaadsteniet en het Amerikaanse “sound science” debat). Wanneer je alleen op basis van waarnemingen beleid zou voeren in complexe systemen zou het beleid reactief en fragmentarisch worden, en berusten op incomplete kennis.

“Wetenschappers horen te interveniëren als hun resultaten incorrect geïnterpreteerd of zelfs misbruikt worden. Dat interveniëren gebeurt in dit discours te weinig of zelfs helemaal niet.” (p. 3)

Dit onderschrijf ik.

“Samenvattend is de model-wetenschappelijke benadering van het stikstofdiscours zowel praktisch, theoretisch als filosofisch problematisch. We hebben een benadering nodig die vanuit de empirie werkt in plaats van langs de weg van wiskundige modellering; de Europese Habitatrichtlijn geeft ons die ruimte. Het dossier moet van het bord van de modelleurs af, en terug op het bord van beleidsmakers. Deze dienen verantwoordelijkheid te nemen voor beslissingen op basis van een maatschappelijk en politiek debat in plaats van op basis van een onwetenschappelijke omgang met modellen.”
(pp. 3–4)

Dit onderschrijf ik ten dele. Ik zie ook praktische, theoretische en filosofische problemen, met name met betrekking tot het gebruik van AERIUS Calculator in de vergunningverlening onder de (verhoogde) rekenkundige ondergrens: daar is inderdaad sprake van “een onwetenschappelijke omgang met modellen”. Maar je kunt niet in algemene zin stellen dat er altijd gewerkt moet worden vanuit (alleen) de empirie in plaats van gebruik te maken van wiskundige modellering (zie boven).

“Wetenschap en bestuur dienen gescheiden te blijven; wetenschappers moeten hun bevindingen publiek maken zonder zich af te vragen wat de rechter ervan zal vinden.” (p. 4)

Dit onderschrijf ik. Maar net als dat bestuurders en rechters niet blind (voor de wetenschap) modeluitkomsten moeten volgen moeten wetenschappers niet blind (voor het bestuur en het recht) modellen maken en modeluitkomsten delen. Dit kan betekenen dat wetenschappers zich toch beschikbaar moeten stellen voor het geven van expertoordelen die behulpzaam kunnen zijn in bestuur en recht én kritiek moeten leveren op verkeerd gebruik.

“Mijn advies is dan ook om helemaal af te zien van de modellenwerkelijkheid, en de KDW's, Aerius/OPS en andere modellen niet langer te gebruiken.” (p. 65)

Dit spreek ik tegen (zie boven en paragraaf 4).

“Deze werkgroep dient te bestaan uit wetenschappers en andere deskundigen die zich a priori committeren aan een advies zonder KDW's en rekenmodellen.” (p. 71)

Dit spreek ik tegen; ik beperk mij hier in mijn weging – conform de door het ministerie geschetste kaders voor deze review – tot het punt van de rekenmodellen (zie boven en paragraaf 4).

4. Overig commentaar (binnen en buiten kader toepassing en gebruik modellen)

“De natuur zal herstellen als de depositie onder de KDW komt, en boven de KDW zal stikstofdepositie ‘significante’ schade aan de natuur aanbrengen.” (p. 2)

Ik heb geen overtuigende onderbouwing van deze conclusie aangetroffen in het eindverslag, in de zin dat dit direct valt af te leiden uit de NDA's en adviezen van de Ecologische Autoriteit (EA). In het onderzoek is vooral gezocht naar bespreking (of het ontbreken van bespreking) van statistische onzekerheid in EA adviezen; hieruit kan echter geen holistische conclusie worden getrokken over hoe over de KDW's wordt gesproken. In het bijzonder leidt dit bij mij tot de vraag waar nog expliciet onderzoek naar zou kunnen worden gedaan: wordt er niet gewoon doorgaans in NDA's en EA adviezen vanuit gegaan dat boven de KDW stikstofdepositie 'significante' schade aan de natuur *kan* aanbrengen? Zo staat er ook in de Habitatrichtlijn art. 6.3 dat erom gaat of een plan of project “significante gevolgen *kan* hebben” (cursivering toegevoegd), waarna – wanneer dat het geval is – er een passende beoordeling moet worden gemaakt. Ik heb dit niet verder onderzocht maar het onderzoek van Meester heeft mij nog niet overtuigd van het tegendeel.

“Ik heb bijzondere aandacht geschonken aan de bepaling van deze KDW's en de daarmee samenhangende drempelwaardes.” (p. 2)

Het gebruik van het woord “drempelwaardes” zonder kwalificatie is hier, in verband met de juridische betekenis ervan (dat is: beleidsmatig gekozen drempelwaardes die niet dwingend volgen uit de wetenschap), niet aan te raden. Mijn suggestie is om hier “de daarmee samenhangende drempelwaardes” te vervangen door “de daarmee samenhangende drempelwaardes (waardes voor de rekenkundige ondergrens)”. Elders in het document zou ik willen suggereren:

- het woord “drempelwaarde” (of “drempelwaardes”) op p. 6 te vervangen door “rekenkundige ondergrens” (of “rekenkundige ondergrenzen”) (vier van de zes vermeldingen: #1, #4, #5 en #6) en door “drempelwaarde (rekenkundige ondergrens)” (#2);

- de frase “veel hogere drempelwaardes” op p. 64 te vervangen door “een veel hogere rekenkundige ondergrens”;
- de frase “alle drempelwaardes” op p. 64 vervangen door “alle waardes voor de rekenkundige ondergrens” en
- het woord “drempelwaardes” op p. 67 te vervangen door “huidige rekenkundige ondergrens”.

“De statistiek kan niet zeggen wat ‘kritisch’ is, om verschillende redenen: er zijn grote methodologische problemen, en een beroep op het streven naar statistische significantie veranderingen en/of een definitie in die termen heb ik gemotiveerd afgewezen. Statistische significantie heeft weinig te maken met dingen die voor ons of voor de natuur belangrijk zouden kunnen zijn.” (p. 2)

Aangezien het in de Habitatrichtlijn bij het begrip “significante gevolgen” nooit is gegaan om *statistische* significantie (zie ook toelichting gepubliceerd door de Europese Commissie in 2000; meest recente update: Europese Commissie 2018), klopt deze conclusie uiteraard. Maar het is een open deur en het wordt niet duidelijk wiens positie hiermee eigenlijk wordt bekritiseerd.

“De gedachte dat er een unieke en wel gedefinieerde KDW zou bestaan voor individuele habitats is onjuist. Het is evident dat er te veel stikstofdepositie kan zijn, voor elke redelijk criterium, om de simpele reden dat van alles te veel kan zijn. Echter, geen enkele wetenschapper verdedigt vanuit die wetenschap een unieke (exacte) waarde. Er zijn wel wetenschappers die unieke waardes propageren omdat de politiek en de rechterlijke macht deze accepteert of zelfs eist. Dat heeft echter niets met wetenschap te maken; wetenschappers zouden een dergelijke verleiding moeten weerstaan. Het huidige gebruik van KDW’s, in de NDA’s, in de adviezen van de EA en in de vergunningverlening, is daarmee vanuit statistisch perspectief onwetenschappelijk, ondeugdelijk en dus niet verdedigbaar.” (p. 2)

Enkele uitspraken in deze passage zijn mijns inziens te stellig en niet onderbouwd. Bijvoorbeeld “geen enkele wetenschapper verdedigt vanuit die wetenschap een unieke (exacte) waarde”. Ik zou een wetenschappelijk artikel als Van Dobben et al. (2006) of wetenschappelijke rapporten van de WUR (Van Dobben et al. 2004; Van Dobben en Van Hinsberg 2008; Wamelink et al. 2023) zeker niet willen kwalificeren als dat ze “niets met wetenschap te maken” zouden hebben. Natuurlijk kan (en móét!) er wetenschappelijk gediscussieerd worden over de (onderbouwing van de) expertoordelen die leiden tot unieke (exacte) waardes en hoe er daarbij moet worden omgegaan met statistische onzekerheid. Zulke expertoordelen kunnen een sterkere of zwakkere onderbouwing hebben, maar de discussie hierover is wel degelijk te voeren binnen de wetenschap. Een vergelijkbaar soort discussie heeft bijvoorbeeld plaatsgevonden over modelbegrenzungen in de context van vergunningverlening zoals de afstandsgrens (waarvoor uiteindelijk is geargumenteed voor een uniek, exact getal van 25 km) en de rekenkundige ondergrens (waarvoor uiteindelijk is geargumenteed voor een uniek, exact getal van 1 mol/ha/jaar na afronding – 0,5 mol/ha/jaar voor afronding). Meester gebruikt de aanwezigheid van een range in de eerste versie van mijn expertoordeel voor de volgende kritiek: “Het feit dat De Nieuwe Denktank alle drempelwaardes van 1–35 mol/ha/jaar allemaal wetenschappelijk verantwoord vindt, geeft in zichzelf trouwens ook al aan dat de grenzen van een wetenschappelijke benadering allang bereikt zijn.” In latere versies is het mij wel degelijk gelukt om te beargumenteren wat de unieke (exacte) waarde zou moeten zijn; dit vereiste een proces van deliberatie en iteratie (aan de hand van peer

review en reflectie op implementatie). Met een wetenschappelijke benadering kun je toch een heel eind komen in het onderbouwen van een unieke (exacte) rekenkundige ondergrens.

“de norm die bij het wel of niet verlenen van toestemming wordt gebruikt” (p. 5)
Vervang “de norm” door “de huidige drempelwaarde (rekenkundige ondergrens)”.

“langs deze weg kan begrepen worden dat de huidige statistische omgang met stikstof geen goede maatstaf kán zijn” (p. 8)
Dit punt wordt niet onderbouwd (zie ook commentaar boven op het feit dat in het kader van de Habitatrichtlijn nooit *statistische* significantie heeft gegolden als onderliggend aan het begrip “significante gevolgen”).

“nadruk op de vraag hoe we de modeluitkomsten en berekeningen statistisch moeten duiden; vanuit het perspectief van onzekerheid dus.” (p. 8)
Onzekerheid is breder dan statistiek (zie o.a. Petersen 2025c).

“Ten behoeve van dit rapport heb ik 138 NDA’s met corresponderende adviezen van de EA bestudeerd.” (p. 10)
Volgens mij zijn er inderdaad rond de 138 adviezen van de EA. Controleer het precieze aantal dat is bestudeerd en of de betreffende frase niet moet luiden: “138 adviezen van de EA en onderliggende NDA’s”.

“Volgens het instellingsbesluit [van de Ecologische Autoriteit] is een van haar taken “te adviseren over relevante wetenschappelijke inzichten voor besluitvorming ten aanzien van brede ecologische vraagstukken, met inbegrip van vraagstukken over klimaat en abiotische randvoorwaarden voor natuur zoals bodem, water en atmosferische depositie.”” (p. 13)
Op de website van de Ecologisch Autoriteit staat “In een latere fase adviseert de Ecologische Autoriteit ook over wetenschappelijke inzichten voor besluiten over brede ecologische vraagstukken.” Enerzijds is het dus de vraag in hoeverre een beoordeling van hoe de Ecologische Autoriteit deze taak tot nu toe heeft uitgevoerd, relevant is wanneer deze taak pas in een latere fase aan de orde zal zijn. Anderzijds bevestigt het onderzoek van Meester empirisch dat deze taak nog niet wordt uitgevoerd (hoe weinig verrassend dit ook is).

“Het bijvoeglijk naamwoord “daadwerkelijk” is empirisch van aard, maar verwijst hier naar het Aeries-model dat blijkbaar (wiskundig en met de input van NEMA26 getallen en KDW) voorspellend te werk kan gaan. Dat leidt tot een verwarrende zinssnede die een empirische ‘hardheid’ suggereert die niet kan bestaan gezien de modelmatige verandering.” (p. 15)
Ik lees de tekst in het geciteerde voorbeeld (eerste zin: “Daarbij wordt het voorbehoud gemaakt dat er daadwerkelijke stikstofreductie plaatsvindt zoals in het AERIUS-model wordt voorspeld”) anders. “Daadwerkelijk” refereert hier volgens mij naar gebeurtenissen in de echte wereld *als onderscheiden* van voorspellingen in de modellenwereld. Dit zou dan dus juist een voorbeeld zijn van gezond-kritisch kijken naar het AERIUS-model.

“Hexagoon stikstofdepositie wordt zonder reflectie als maat genomen ten opzichte van andere hexagoon stikstofdeposities en de keuze voor herstelmaatregelen in relatie tot

KDW: “hoe groter de overschrijding van de kritische depositiewaarde, hoe ingrijpender de maatregelen die nodig zijn”. Deze formulering verradt een rotsvast vertrouwen in de gedachte dat een overschrijding van de KDW een maat is voor de actie die ondernomen zou moeten worden. Maar zoals ik later zal laten zien is dat onjuist, niet alleen omdat onzekerheden verbloemd worden maar ook omdat de statistiek en de modellering [sic] geen enkele uitspraak kunnen doen over wat zou moeten gebeuren en op basis waarvan, nog los van de onzekerheden in de resultaten van genomen maatregelen.” (p. 18)

Hoewel het inderdaad zo is dat de maat voor actie niet zonder meer uit KDW-overschrijding kan worden afgeleid, is de uitspraak dat de modellering “geen enkele uitspraak” zou kunnen doen over wat zou moeten gebeuren en op basis waarvan te stellig. Er zijn wel degelijk gevallen waarin er kan worden geconcludeerd dat het zaak is om de drukfactor stikstof te verlagen. En je hebt een model (kan ook een eenvoudig model zijn) nodig om tot zo’n conclusie te kunnen komen.

“Het zal nu voor iedereen duidelijk zijn nu dat de depositie niet direct gemeten kan worden, maar een afgeleide is van tal van andere metingen (elk met hun eigen onzekerheid) die bovendien ook nog eens modelmatig (via de genoemde gradiëntmethode) tot een berekende depositie leiden. Dit kan niet anders betekenen dan dat de ‘metingen’ zelf met grote onzekerheden gepaard gaan.” (p. 36)

Deze opmerking volgt als commentaar op een beschrijving over hoe RIVM stikstofdepositie meet op enkele punten in het land. Ik heb moeite met het relativeren door Meester van deze metingen door ze als ‘metingen’ te karakteriseren. Hier gaat de suggestie vanuit dat metingen en modellen elkaar uitsluitende elementen zijn. Hier is in de wetenschapsfilosofie uitgebreid onderzoek naar gedaan (zie b.v. Petersen [2006] 2012; Knuuttila et al. 2025) en de conclusie is tegengesteld. Meten zonder modelleren is in de praktijk vrijwel onmogelijk in moderne natuurwetenschappen. Modellen zijn essentieel voor de interpretatie, verwerking en validatie van metingen, en fungeren vaak als onmisbare schakel tussen ruwe meetdata en betekenisvolle conclusies. Dat onzekerheden in metingen groot zijn wil nog niet zeggen dat de metingen geen wetenschappelijke relevante informatie bevatten.

“Bij individuele projecten zegt de Aerijs-berekening niets; daarvoor zijn de onzekerheden van het geheel veel te groot.” (p. 43)

Deze zin staat in de context van volledig valide kritiek op de voorlichting, dus ik wil de zin graag lezen als betrekking hebbend op een AERIUS Calculator berekening die onder de (verhoogde) rekenkundige ondergrens ligt en waarbij “onzekerheden” breder wordt opgevat dan statistische onzekerheden: het zijn met name methodologische onzekerheden die te groot zijn (zie Petersen 2025c). Maar je kunt de zin makkelijk anders lezen – dan zou ik het er niet mee eens zijn.

“Wat we dus kunnen winnen, aldus het RIVM, is dat we informatie kunnen krijgen over die (vele) locaties waar we niet kunnen meten. We hebben echter gezien dat dit onjuist is. De berekeningen kunnen deze belofte niet waarmaken – daarvoor is er veel te veel onzekerheid in het spel.” (p. 55)

Ik deel deze stelling niet. Het eindverslag onderbouwt niet dat we geen informatie kunnen krijgen over de locaties waar we depositie niet kunnen meten. Ja, de onzekerheid is groot. Nee, er nog steeds wel informatie. Zeker in de context van AERIUS Monitor maar ook (bin-

nen de modelbegrenzungen) in de context van AERIUS Calculator. De kunst is natuurlijk te bepalen welke informatie voldoende betrouwbaar is voor gebruik.

“Het model probeert om drie ogenschijnlijk samenhangende vragen tegelijkertijd te beantwoorden: “Waar zien we hoeveel stikstofdepositie, en waar komt deze vandaan?” Het model probeert dus te beschrijven wat er gebeurd is, maar doet dat op een voorspellende manier door te modelleren hoeveel stikstof er wordt uitgestoten én waar de stikstof dan terecht komt. Het gebruik van het model veronderstelt impliciet dat we deze vragen kunnen beantwoorden. Gezien mijn analyse is deze veronderstelling niet gerechtvaardigd.” (p. 56)

Meester heeft niet onderbouwd dat er helemaal geen antwoorden gegeven kunnen worden op deze vragen. Ik deel daarom zijn oordeel niet.

“Wat we leren zijn numerieke uitkomsten, maar we hebben gezien dat deze uiterst onbetrouwbaar zijn, en is het dus zo dat we er uiteindelijk vrijwel niets van leren.” (p. 59)

Als algemene uitspraak gaat dit te kort door de bocht.

“Het is een simplistisch wereldbeeld met weinig of geen realiteitswaarde. Echter, de overheid gaat er gretig in mee, en noemt de KDW-doelen zelfs ‘heilig’. Zo staat in de toelichting van de stikstofkaart het volgende:

“Binnen het coalitieakkoord is een budgetverdeling gemaakt voor maatregelen binnen de landbouw waardoor in totaal 25 miljard is gereserveerd voor het realiseren van stikstof-water en klimaatdoelen. Een groot deel van dat bedrag is gealloceerd voor opkoop van bedrijven (7 miljard) en afwaardering van grond (6 miljard) ... Ook volgen dan de concrete doelen voor andere sectoren, zoals de luchtvaart en het verkeer. Er zijn veel verschillende manieren om de stikstofdoelen te halen. Uiteindelijk is voor het ministerie van Landbouw maar één doel heilig: dat 74 procent van de natuur in 2030 zodanig verbeterd is dat de kritische depositiewaarde niet langer wordt overschreden.”

In het licht van wat ik in dit rapport heb besproken klinkt dit “heilig” bijna hallucinant.” (p. 61)

Bij het citaat staat een dode link naar de toelichting op de stikstofkaarten d.d. 23 juni 2022. Eigen onderzoek leverde op dat alleen het eerste deel uit die overheidstoelichting stamt (te vinden in de Tweede Kamerstukken onder nummer 2022D26669) en dat het tweede deel komt uit een RTL Nieuws artikel van 21 juli 2022 (<https://www.rtl.nl/nieuws/politiek/artikel/5322446/stikstofberekeningen-stikstof-boeren-landbouw-veeteelt-protesten>). In een boek van Meester stonden beide delen van het citaten nog los (en sloeg de overheidsreferentie alleen op het eerste deel). Er is hier dus iets misgegaan dat gecorrigeerd dient te worden.

Referenties

- Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof. 2020a. *Niet Uit de Lucht Gegrepen*. [Leden: Leen Hordijk, Jan Willem Erisman, Henk Eskes, Jaap Hanekamp, Maarten Krol, Pieterneel Levelt, Martijn Schaap en Wim de Vries]. Den Haag: Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof. 5 maart 2020. <https://open.overheid.nl/repository/ronl-8e05afc5-009b-4081-bce2-e2290eba158b/1/pdf/bijlage-niet-uit-de-lucht-gegrepen.pdf>
- Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof. 2020b. *Meer Meten, Robuuster Rekenen*. [Leden: Leen Hordijk, Jan Willem Erisman, Henk Eskes, Jaap Hanekamp, Maarten Krol, Pieterneel Levelt, Martijn Schaap en Wim de Vries]. Den Haag: Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof. 15 juni 2020. <https://open.overheid.nl/repository/ronl-663f8b39-c4c3-4e21-a321-f14f8d103ba5/1/pdf/bijlage-adviescollege-meten-en-berekenen-stikstof.pdf>
- Auditcommissie RIVM Centrum Milieukwaliteit. 2024. *Scientific Audit RIVM Centre for Environmental Quality*. [Leden: Arthur Petersen, Willem Halffman, Bert Holtslag, Birgit Loos en Annemarie van Wezel]. Bilthoven: RIVM, 7 februari 2024. https://www.rivm.nl/sites/default/files/2024-06/MIL_Scientific_Audit_2023_Final_Report.pdf
- Dobben, H.F. van, E.P.A.G. Schouwenberg, J.P. Mol, H.J.J. Wieggers, M.J.M. Jansen, J. Kros en W. de Vries. 2004. *Simulation of Critical Loads for Nitrogen for Terrestrial Plant Communities in The Netherlands*. Alterra report 953. Wageningen: WUR. <https://edepot.wur.nl/24631>
- Dobben, H.F. van, A. van Hinsberg, E.P.A. Schouwenberg, M. Jansen, J.P. Mol-Dijkstra, H.J.J. Wieggers, J. Kros en W. de Vries. 2006. 'Simulation of critical loads for nitrogen for terrestrial plant communities in The Netherlands'. *Ecosystems* 9:32–45. <https://doi.org/10.1007/s10021-005-0052-3>
- Dobben, H.F., en A. van Hinsberg. 2008. *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Nature 2000-gebieden*. Alterra report 1654. Wageningen: WUR. <https://edepot.wur.nl/45419>
- Europese Commissie. 2018. *Beheer van Natura-2000-gebieden: De bepalingen van artikel 6 van de habitatrichtlijn*. Mededeling van de Commissie C(2018) 7621 final. Brussel: Europese Commissie. 21 november 2018. <https://op.europa.eu/nl/publication-detail/-/publication/11e4ee91-2a8a-11e9-8d04-01aa75ed71a1>
- Knuuttila, Tarja, Natalia Carrillo en Rami Roskinen, red. 2025. *The Routledge Handbook of Philosophy of Scientific Modeling*. Londen: Routledge.
- Petersen, Arthur. 2006. *Simulating Nature: A Philosophical Study of Computer-Model Uncertainties and Their Role in Climate Science and Policy Advice*. Apeldoorn/Antwerpen: Het Spinhuis. Proefschrift Vrije Universiteit, Amsterdam. <https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/42175122/complete+dissertation.pdf>
- Petersen, Arthur. 2012. *Simulating Nature: A Philosophical Study of Computer-Model Uncertainties and Their Role in Climate Science and Policy Advice*. 2^e druk [van Petersen (2006)]. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Petersen, Arthur. 2024. 'Expertoordeel onderbouwing beoordelingsdrempel bij project-specifieke berekeningen van stikstofdeposities'. Update van expertoordeel geschreven in opdracht van De Nieuwe Denktank. Londen: University College London. 28 augustus 2024. https://www.ucl.ac.uk/steapp/sites/steapp/files/dutch_expert_judgement_arthur_petersen_update_28-08-2024.pdf
- Petersen, Arthur. 2025a. 'Expertoordeel rekenkundige ondergrens bij project-specifieke berekeningen van stikstofdeposities'. Geschreven in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. Londen: University College London. 20 januari 2025 [update 14 oktober 2025]. https://www.ucl.ac.uk/engineering/sites/engineering/files/2025-10/Expertoordeel_Arthur_Petersen_voor_LVVN_update.pdf
- Petersen, Arthur. 2025b. 'Reactie voorlichting RvS over rekenkundige ondergrens'. Londen: University College London. 26 mei 2025. <https://www.ucl.ac.uk/engineering/sites/engineering/files/2025->

06/Reactie%20op%20voorlichting%20RvS%20over%20rekenkundige%20ondergrens%20%28Arthur%20Petersen%29 0.pdf

Petersen, Arthur. 2025c. 'Q&A expertoordeel rekenkundige ondergrens bij project-specifieke berekeningen van stikstofdeposities'. Londen: University College London. 12 september 2025 [update 14 oktober 2025]. https://www.ucl.ac.uk/engineering/sites/engineering/files/2025-10/Q%26A_expert_judgement_Arthur_Petersen_Dutch_update.pdf

Wamelink, Wieger, Han van Dobben, Friso van der Zee, Arjen van Hinsberg en Roland Bobbink. 2023. *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000: Herziening 2023*. WUR Report 3272. Wageningen: WUR. <https://edepot.wur.nl/633179>