

Begrenzingsen aan Aerius

Kritische reactie op het artikel “Welke begrenzingsen zijn er aan het toepassen van het stikstofrekenmodel AERIUS?” in nummer 1/2025 van Tijdschrift Lucht

De Habitatrichtlijn staat geen toename van stikstofdepositie toe op overbelaste habitattypen, tenzij die toename ruimschoots wordt tenietgedaan door maatregelen die de depositie verminderen. Een consequentie is dat er geen rekenkundige ondergrens kan bestaan.

Gerard Cats en Raoul Beunen

Inleiding

In Tijdschrift Lucht van maart 2025 gaan Hans Erbrink en Jan Duyzer in op begrenzingsen van Aerius, het stikstofrekenmodel voor natuurvergunningen. Hun betoog dat leidt tot het advies voor het hanteren van een rekenkundige ondergrens berust op een aantal misvattingen. Ook de andere grenzen die zij beschrijven (rekenafstand 25 km en tijdsduur van de emissie langer dan enkele maanden) zijn niet houdbaar. Wij gaan op dit alles in, met speciale aandacht voor het begrip “significant”, omdat dat in de gedachtegang van Erbrink en Duyzer een wezenlijke rol speelt.

De Habitatrichtlijn

De omgevingswet, waarin de verplichtingen van de Habitatrichtlijn zijn opgenomen, stelt dat voor elk plan of project dat afzonderlijk of in combinatie met andere plannen en projecten *significante gevolgen kan* hebben voor Natura 2000 een passende beoordeling wordt gemaakt van de gevolgen voor het gebied. Er mag slechts toestemming verleend worden nadat de *zekerheid* is verkregen dat het plan of project de natuurlijke kenmerken niet zal aantasten. Let speciaal op de woorden “significante gevolgen”, “kan” en “zekerheid”.

Overmatige stikstofdepositie is de belangrijkste drukfactor voor veel Natura 2000-gebieden. Als gevolg daarvan zijn veel habitats verslechterd en is verslechtering op andere plaatsen niet uit te sluiten [1]. De uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden moet daarom snel omlaag. Zowel Remkes (2019) [2] als Hordijk (2020) [3] hebben in hun adviezen dan ook aangegeven dat een toename van depositie ten gevolge van nieuwe projecten alleen kan worden toegestaan als bronmaatregelen die toename ruimschoots ongedaan maken. Dit is nodig om de vereiste *zekerheid* te verkrijgen dat natuur niet verder verslechtert. De Habitatrichtlijn vraagt namelijk om het beoordelen van de effecten die een nieuw project heeft in samenhang met andere plannen en projecten, inclusief reeds afgeronde projecten [4]. Indien afgeronde plannen al zorgen voor een (forse) overschrijding van de KDW [5], kunnen significante effecten bij een verdere toename niet worden uitgesloten.

Zolang maatregelen om de stikstofdepositie te verminderen ontbreken of onvoldoende zijn, is elke toename, hoe beperkt ook, in beginsel niet zomaar toegestaan.

De drempelwaarde in Aerius

Om het effect van een nieuw project op de stikstofdepositie te bepalen wordt gebruik gemaakt van Aerius. Aerius rondt een toename onder 0,005 mol/ha/jaar af naar 0 en daarom wordt dat vaak gezien als de drempelwaarde die Nederland hanteert: Immers, als Aerius berekent dat de depositie met minder dan 0,005 mol/ha/jaar toeneemt rapporteert het programma 0,00 mol/ha/jaar en concludeert de vergunningverlener dat de depositie niet toeneemt. Als de uitstoot toeneemt zal ook de depositie toenemen. Dat er een causaal verband is tussen emissietoename en depositietoename is onweerlegbaar. Een model als Aerius is louter een kwantificering van dit causaal verband.

Rekenkundige ondergrens

Om tegemoet te komen aan de wens van de politiek tot het toestaan van nieuwe activiteiten die kleine hoeveelheden ammoniak en stikstofoxiden uitstoten en daarmee een kleine toename van stikstofdepositie veroorzaken - zonder dat er beleid voor voldoende stikstofreductie komt -, wordt gezocht naar een rekenkundige ondergrens; dat is een vaste grens waaronder Aerius wetenschappelijk geen betrouwbare uitspraken kan doen. Deze zoektocht berust op de veronderstelling dat Aerius niet betrouwbaar een kleine depositie berekenen kan. Indien de berekende depositie van een project onder de rekenkundige ondergrens zit, wordt deze dan niet in beschouwing genomen. Daarmee is niet uit te sluiten dat er in werkelijkheid wel een toename van de stikstofdepositie plaatsvindt. Als het modelresultaat onvoldoende betrouwbaar is voor het berekenen van die toename (i) mag ofwel het model niet gebruikt worden (en zonder model valt verslechtering helemaal niet uit te sluiten en zit Nederland pas écht “op slot”); (ii) ofwel moet een zekerheidsmarge (van bijvoorbeeld 50%) op het rekenresultaat worden gelegd, om significante effecten met *zekerheid* uit te kunnen sluiten.

In elke poging om een rekenkundige ondergrens te bepalen wordt gesteld dat een model onder een zekere grens geen betrouwbare wetenschappelijke uitspraken meer kan doen. De nu volgende eenvoudige redenering laat zien dat dit niet houdbaar is.

Elke voorgestelde vaste rekenkundige ondergrens, zeg 1 mol/ha/jaar, hoort bij een zekere bronsterkte (bij vaste andere parameters, zoals afstand tot de bron). Bij die bronsterkte kan de depositie dus berekend worden tot op 1 mol/ha/jaar nauwkeurig. Als de bronsterkte wordt gehalveerd berekent hetzelfde model de depositie echter tot op 0,5 mol/ha/jaar nauwkeurig en zou de rekenkundige ondergrens in dit geval dus 0,5 mol/ha/jaar worden. Deze redenering laat zien dat de rekenkundige ondergrens die nu wordt voorgesteld afhangt van de bronsterkte en dat staat haaks op het beoogde vaste getal van 1 mol/ha/jaar. Als Aerius bij bronsterkte B een rekenkundige ondergrens R heeft, dan heeft Aerius bij een bronsterkte B/F een rekenkundige ondergrens R/F, voor elke factor F, ook heel grote. Elke rekenkundige ondergrens anders dan 0 spreekt zichzelf op die manier tegen. In eerder onderzoek kwamen TNO en de UvA (2024) [6] tot dezelfde conclusie.

Aangezien een rekenkundige ondergrens groter dan 0 niet bestaat, zoeken Erbrink en Duyzer ruimte voor het hanteren van een drempelwaarde via het begrip 'significant'.

Significant

Een effect heet significant als het betekenisvol is, belangrijk genoeg om er aandacht aan te geven. In de statistiek betekent “significant” dat het onwaarschijnlijk is dat een waarneming op toeval berust. Daarbij wordt vaak een kans/zekerheid van 95% gehanteerd.

In de stikstofdiscussie speelt het begrip een belangrijke rol, omdat het voorkomt in de Habitatrichtlijn. Bij de term “significante gevolgen” past slechts de eerste betekenis van “significant”: “belangrijk genoeg”. Ook de Europese Commissie [4] gebruikt deze interpretatie van het woord “significant”. Erbrink en Duyzer verwarren die echter met de statistische betekenis. We citeren hen:

En met significant bedoelen we: onderscheidbaar van willekeurige variaties in de berekende depositie.

Bij vergunningverlening mag men ervan uitgaan dat toename van emissie tot toename van depositie leidt. Aerius berekent vervolgens het effect van die toename van de emissie op de stikstofdepositie. Dit impliceert dat variatie van emissie niet leidt tot *willekeurige* variatie in depositie. Integendeel, het rekenmodel geeft *zonder enige willekeur* een toename van depositie als de emissie toeneemt.

Inzake het debat over een rekenkundige ondergrens heeft de minister die verantwoordelijk is voor de bescherming van natuur Arthur Petersen, *Professor of Science, Technology and Public Policy*, ingeschakeld. Petersen trekt de misvatting van meetbaarheid nog een stap verder in zijn verdediging van een rekenkundige ondergrens. Hij schrijft [7] :

Het verschil zit erin dat onder de rekenkundige ondergrens causaliteit tussen emissie en depositie niet kan worden gedetecteerd

Deze uitspraak gaat voorbij aan de functie van Aerius, namelijk het *modelleren* van veranderingen in de stikstofdepositie als gevolg van een nieuwe activiteit. Dat modelleren is noodzakelijk om de effecten in beeld te brengen. Een model is in essentie niets anders dan een (gekwantificeerd) causaal verband: “als ik *a* doe, dan gebeurt *b*”.

In de habitatrichtlijn wordt expliciet aangegeven dat projecten moeten worden gezien in cumulatie met andere (al aanwezige of voorgenomen) projecten. Alle kleine beetjes tellen dus mee. Daarmee is ook een kleine emissietoename betekenisvol. De ecologische effecten worden veroorzaakt door de totale depositie en die is het gevolg van vele emissiebronnen. Als men een deel van de berekende depositie generiek buiten beschouwing laat, ontstaat juist onzekerheid en wordt de beoordeling van de mogelijke effecten onbetrouwbaar.

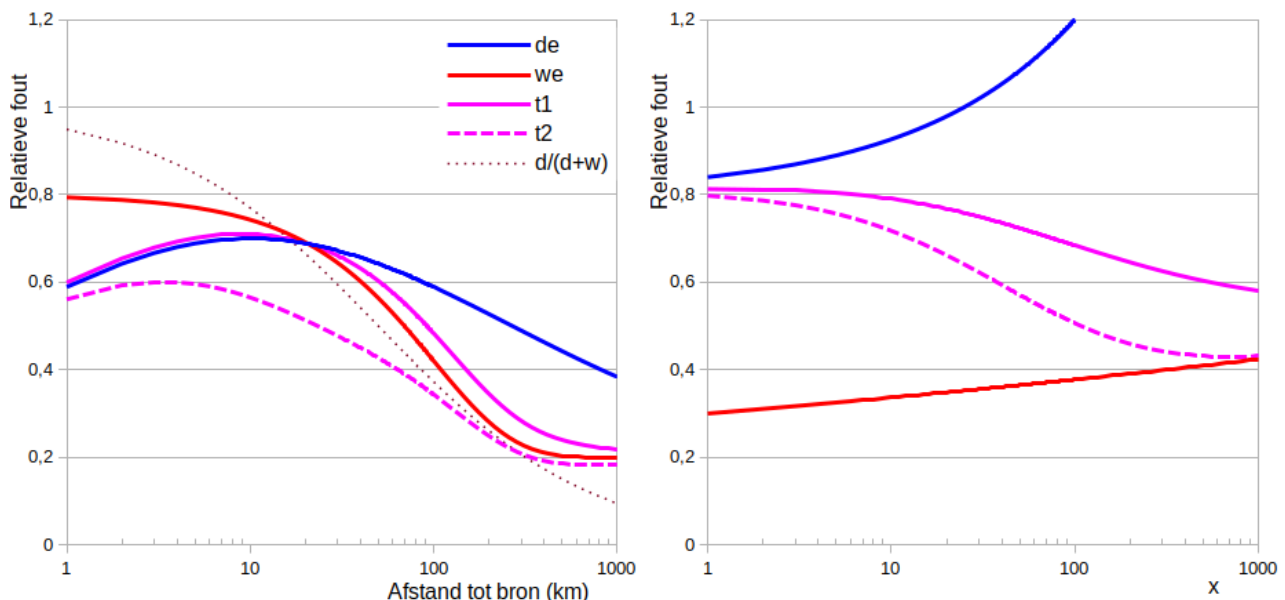
Samengevat blijkt dus dat een rekenkundige ondergrens niet verdedigd kan worden op basis van het niet kunnen detecteren van een verband tussen emissie en depositie. Voor het aantonen van een causaal verband tussen emissie en depositie is een modelberekening nodig en voldoende.

Afkappen op 25 km is wetenschappelijk niet verantwoord

Erbrink en Duyzer wijden nog een sectie aan de huidige praktijk dat stikstofdepositie tot slechts 25 km afstand van de bron hoeft te worden berekend. Zij verdedigen dat met het bereik van een gaussisch pluimmodel (inderdaad rond 25 km); met ontbrekende validatie buiten 25 km; en met uitkomsten van gevoeligheidsberekeningen. Die laatste zijn gedaan met hun eigen model (Stacks; een gaussisch pluimmodel). Omdat Aerius op afstanden boven 25 km rekent met een trajectoriemodel in plaats van een gaussisch pluimmodel zijn hun uitspraken niet geldig voor Aerius. Van trajectoriemodellen bestaat wel degelijk validatie buiten 25 km [8].

Er is dus geen wetenschappelijke onderbouwing voor een afkapping op 25 km. Mocht de nauwkeurigheid buiten 25 km al afnemen, dan betekent het niet dat er buiten 25 km geen mogelijk significant effect van een project kan plaatsvinden. Integendeel, Aerius rekent juist nauwkeuriger op grotere afstand. Van de vele aanwijzingen daarvoor ([9]) lichten we er één uit:

De depositie is de som van droge en natte depositie. Droge depositie overheerst dicht bij de bron maar op grotere afstand is natte depositie groter. Natte depositie is beter te modelleren dan droge, en omdat natte veel beter te meten is dan droge weten we ook dat het model voor natte depositie veel betrouwbaarder is dan dat voor droge ([10] en [11]). Het linkerpaneel van de figuur (ontleend aan [12]) laat in de magenta lijnen zien dat het gecombineerde effect is dat de onnauwkeurigheid tot circa 10 km afstand toeneemt met de afstand, en daarna daalt. Op alle afstanden voldoet de nauwkeurigheid ruim aan de eis van een factor 2 (zie voetnoot 5 van Erbrink en Duyzer).



Links: De groei van de relatieve fout in berekende droge depositie (de, blauw; “e” staat hierin voor “error”), natte depositie (we, rood) en totale depositie (t1 en t2, magenta), waarbij t1 de som van de fouten in berekende droge (d) en natte (w) depositie is, en t2 de kwadratische som. De laatste is kleiner dan de kleinste van de de en we. Fouten t1 en t2 nemen af met de afstand. Het rechterpaneel illustreert dat die afname in t1 en t2 zelfs kan optreden als de relatieve fouten in de twee termen (de en we) beide toenemen; dit is louter mathematisch en heeft slechts indirect betekenis voor Aeries. Details in [12].

Bijzonder aan dit argument is dat het tegen fysische intuïtie ingaat. Intuïtie zegt dat de fout toeneemt met de afstand. Intuïtie kan dus bedrieglijk zijn. Het rechterdeel van de figuur laat zien dat de relatieve fout in de som van twee grootheden kan dalen zelfs als de relatieve fouten ieder voor zich stijgen.

Kortom: Afkappen van Aeries-berekeningen op 25 km afstand kan niet gebaseerd worden op overwegingen die betrekking hebben op een ander model dan Aeries; en ook niet op het mogelijk te onnauwkeurig worden bij grotere afstand. Integendeel, Aeries levert op grotere afstanden juist betrouwbaardere cijfers. Dat projecten ook na 25 km een effect kunnen hebben is duidelijk. Het generiek buiten beschouwing laten van die effecten bij de beoordeling van een project is dan ook in strijd met de Habitatrichtlijn.

Onzekerheden in KDW

Erbrink en Duyzer maken nog een merkwaardige gevolgtrekking uit het bestaan van een onnauwkeurighedsinterval voor de KDW. Zij stellen dat de KDW tot op 0,1 kg/ha/jaar bekend is (dat komt overeen met aan stikstof circa 7 mol/ha/jaar), en concluderen dan dat je niet nauwkeuriger dan 0,1 kg/ha/jaar hoeft te rekenen. Dat argument snijdt geen hout. In Nederland

wordt de KDW op veel plaatsen met tientallen kilogrammen per jaar overschreden. Bovendien zijn de effecten van stikstofdepositie cumulatief. Het is daarmee wel zeker dat de natuur meer schade gaat lijden als de depositie toeneemt, ook als die toename veel kleiner is dan de onzekerheid in de KDW.

Kortdurende emissies weglaten

Wij volgen Erbrink en Duyzer ook niet in hun redenering dat kortdurende emissies niet beoordeeld hoeven te worden. Zij stellen terecht dat een jaargemiddelde berekening van depositie niet representatief is als een emissie kortdurend is, zodat bijvoorbeeld niet mag worden uitgegaan van de jaargemiddelde verdeling van windrichtingen. De conclusie mag dan echter niet zijn dat je de effecten van die emissie niet kunt beoordelen. De conclusie zou moeten zijn dat het effect van die tijdelijke emissie, in samenhang met het effect van andere plannen en projecten moet worden beoordeeld. En dat effect kan dan significant zijn in situaties waarin de KDW al geruime tijd en fors wordt overschreden. Een niet heel praktische conclusie zou kunnen zijn dat een project dan alleen uitgevoerd mag worden bij weersomstandigheden waarbij de natuur in de omgeving ontzien wordt. Een meer praktische conclusie is de effecten van kortdurende emissies mee te nemen en daarbij te accepteren dat de daadwerkelijke weersomstandigheden iets kunnen afwijken van de uitgangspunten in het model. Het model zou wel aangepast kunnen worden om die afwijking te minimaliseren, in het bijzonder door seizoensafhankelijkheid erin in te brengen.

Discussie

De belangrijkste conclusie is dat een rekenkundige ondergrens anders dan nul niet kan bestaan, omdat de nauwkeurigheid van een model niet afhangt van de bronsterkte. Aangezien de depositie evenredig is met de emissie kunnen alle depositietoename, hoe klein ook, met dezelfde betrouwbaarheid worden berekend.

Een tweede belangrijke conclusie is dat afkappen van de berekening vanaf 25 km van de bron vanuit modeleigenschappen niet verdedigbaar is. Op alle afstanden is Aerius geschikt om een causaal verband tussen emissie en depositie te construeren. Het model wordt zelfs nauwkeuriger op grotere afstand, onder andere omdat het grotere aandeel natte depositie op grotere afstand nauwkeuriger kan worden gemodelleerd dan droge depositie.

Modelberekeningen worden gemaakt om een antwoord te kunnen geven op de vraag of “significante gevolgen” van een project op Natura 2000 gebieden kunnen worden uitgesloten. Het antwoord op die vraag wordt niet gevonden in het al of niet kunnen berekenen van depositietoename, maar moet worden gezocht in een evaluatie van de gevolgen van die toename op de natuur. De door één project veroorzaakte depositie kan zeer klein zijn, maar een kleine toename zal in combinatie met de depositie als gevolg van andere plannen en projecten wel degelijk significante effecten hebben in situaties waarbij de KDW (fors) wordt overschreden.

De algemene teneur van het artikel van Erbrink en Duyzer is dat een model onbruikbaar is als de resultaten ervan onzekerheden kennen. Hun stelling komt erop neer: “we weten het niet precies, dus laten we het effect buiten de beoordeling”. Deze benadering is onacceptabel voor het beoordelen van significante effecten. Als een effect niet precies bekend is, is het veiliger het te overschatten dan om het te negeren. De onzekerheden van Aerius-berekeningen moeten dus meegenomen worden bij het beoordelen van mogelijke effecten. De ongemakken die ontstaan door de focus op zeer beperkte toename van depositie kunnen eenvoudig voorkomen worden door het nemen van voldoende bronmaatregelen. Als aangetoond kan worden dat een beperkte toename als gevolg van een nieuw project in het niet valt bij een forse vermindering van de stikstofdepositie als gevolg van bronmaatregelen, is veel eenvoudiger te beargumenteren dat het

project geen significante effecten heeft, dan wanneer dergelijke bronmaatregelen ontbreken of onvoldoende zijn en het habitat aantoonbaar verslechtert.

Gerard Cats is expert atmosferische verspreidingsmodellen
Raoul Beunen is hoogleraar Environmental Governance aan de Open Universiteit

- [1] Aerts, R., W.T. Brinke, C. Cusell, R. V. Grunsven, R. Sillevius Smitt, W. Smal, & H. Webers, 2024: *Doen wat moet én kan: Nu aan de slag met noodzakelijk natuurherstel, met natuurdoelanalyses als fundament*. <https://library.wur.nl/WebQuery/titel/2332023>
- [2] Adviescollege Stikstofproblematiek 2019: *Niet alles kan*, <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-4591d6fb-c218-4424-958d-dce5167ad6cf/pdf>
- [3] Adviescollege Meten en Berekenen Stikstof, 2020: *Meer meten, robuuster rekenen*, <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-663f8b39-c4c3-4e21-a321-f14f8d103ba5/pdf>
- [4] EC (2018). *Beheer van Natura 2000-gebieden: de bepalingen van artikel 6 van de habitatrichtlijn (92/43/EEG)*, Europese Commissie, Directoraat-generaal Milieu, Publications Office, <https://data.europa.eu/doi/10>
- [5] KDW: Kritische DepositieWaarde; dat is de waarde van de depositie waaraan een bepaald habitatype langdurig blootgesteld kan worden zonder schade van die stikstoflast te ondervinden.
- [6] Meijer, Ernst (TNO) en Emiel van Loon (UvA), 2024: *Een ondergrens in de berekening van stikstofdepositiebijdragen voor vergunningverlening*. TNO rapport 2024 R11334; <https://publications.tno.nl/publication/34642815/Qg8TI104/TNO-2024-R11334.pdf>
- [7] Petersen, Arthur, 2025: *Expertoordeel rekenkundige ondergrens bij project-specifieke berekeningen van stikstofdeposities*. <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2025D07280>
- [8] Bijvoorbeeld: Little, C.A. en C.W. Mirror, 1979: *The Uncertainty Associated with Selected Environmental Transport Models*. Oak Ridge National Laboratory ORNL-5528, <https://www.osti.gov/servlets/purl/5673992>: tabel 10; Het jaargemiddelde werd tot 150 km afstand zelfs binnen 20% nauwkeurig berekend.
- [9] Een overzicht van publicaties die betrekking hebben op het afkappen op 25 km staat op de website van Apollon Milieu: <https://apollonmilieu.nl/ViA15.html>
- [10] Hoogerbrugge, R., et al., 2023: *Uncertainty in the determined nitrogen deposition in the Netherlands*. RIVM report 2022-0085 <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2022-0085.pdf>
- [11] Cats, G.J., 2024: *Onzekerheid in depositie ten gevolge van onzekerheid in terreineigenschappen*. <https://www.geetacs.nl/Reports/20240208,z0+lu.pdf>
- [12] Cats, G.J., 2025: *De relatieve fout in een som kan dalen – zelfs als de relatieve fouten afzonderlijk stijgen*, <https://www.geetacs.nl/Reports/20250407,foutengroei.pdf>