

## Omgekeerde dosis-effect relatie maakt stikstofbeleid stuurloos

Het stikstofmodel zelf is de oorzaak van de crisis.

---

### Algemene Inleiding

Het Nederlandse stikstofbeleid vertoont sinds de jaren '80 van de vorige eeuw een stabiel patroon waarin sinds jaar en dag mest- en stikstof-emissie-reducerende maatregelen centraal staan. Het was feitelijk een vervolg op het succesvolle zwavelreductieprogramma wat de problemen met en gevolgen van 'zure regen' adequaat leek te hebben geadresseerd. Ministers Braks en Winsemius lanceerden midden jaren 80 gezamenlijk de campagne "Tot de schijt ons doodt" om de aandacht te vestigen op de noodzaak van de mest- en stikstofreductie. Beleid om deze programma's uit te voeren, waren veelal op schematische en rekenkundige modellen gebaseerd. Deze programma's werken vandaag de dag nog door in beleid en regelgeving op het gebied van bijvoorbeeld de Derogatie, de Kader Richtlijn Water en in het Nederlandse natuurbeleid.

Lag aanvankelijk de nadruk op reductie van de mestproductie, beperkingen gesteld aan de hoeveelheid toe te dienen mest en de vormen van toediening, later vormde ook de verspreiding van ammoniak en stikstofoxiden door de lucht een basis in een separaat onderdeel van het beleid: het Natuurbeleid.

### Na zwavel, ook zure depositie van stikstof

In navolging van zwavel, werd ook van stikstof een verzurend effect gemeld. Daarnaast heette stikstof een vermestende werking te hebben. Dit werden de probleemgebieden waaromheen een stikstofmodel werd gebouwd. In de Nederlandse systematiek werd de Kritische Depositiewaarde (KDW) vervolgens gebruikt als indicator voor de stikstofgevoeligheid van natuur die onder de Vogel- en Habitatrichtlijn wordt beschermd. Toen het stikstofmodel in AERIUS werd geïntegreerd, kregen de berekende stikstofdeposities een directe betekenis voor vergunningverlening en natuurmonitoring, waardoor de maatschappelijke en bestuurlijke gevolgen van het stikstofbeleid sterk toenamen. Het rekenprogramma toont de verspreiding en neerslag van stikstof dat door individuele bronnen wordt uitgestoten. Is deze hoeveelheid stikstofneerslag (depositie) op een bepaald natuurgebied groter dan de KDW, is dit aanleiding om de vergunning te weigeren. Toen AERIUS tevens werd ingezet voor natuurmonitoring en de rapportage aan de Europese Commissie over de Staat van Instandhouding (Svl) van Natura 2000-gebieden, bleek dat veel habitattypen en natuurgebieden volgens de gehanteerde beoordelingssystematiek ongunstig scoorden. Met name de toekomstige te verwachten stikstofdeposities waren in de meerderheid van de natuurgebieden structureel hoger dan de toegestane hoeveelheid: de KDW's.

Inmiddels zijn voor emissies wettelijke reductiedoelstellingen gedefinieerd: in 2030 moeten de KDW's in 50% van de Natura2000gebieden onderschreden worden en in 2035 moet dat percentage

op 74% liggen. Tevens vereist de Natuurherstelwet, inmiddels ondergebracht in de Omgevingswet uitgebreide herstelprogramma's om de effecten van de geaccumuleerde stikstof teniet te doen.

#### Aanleiding

De stikstofcrisis werd manifest door de uitspraak ECLI:NL:RVS:2019:1603 (RVS) op 29 mei 2019; zie figuur 1) voor verschillende bronnen van de problematische stikstof van dat moment.

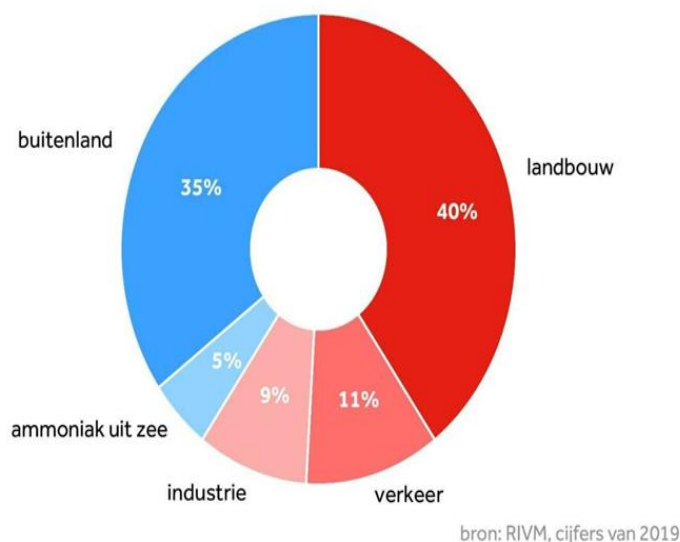
De context van 29 mei 2019 stelde verder dat de stikstofdepositie sinds de start van de VHR in 1992, met 50% was gedaald maar dat de depositie nog steeds ruim twee maal te hoog was voor 'de stikstofgevoelige' delen van die natuur.

**In combinatie met fig. 1) onthult dit iets opmerkelijks, namelijk dat er sprake moet zijn van een omgekeerde dosis-effect-relatie. Immers, de natuur die in 1992 onder een viervoudig teveel aan depositie-stikstof het VHR-tijdperk betrad heeft, na halvering van die hoeveelheid, 27 jaar later, inmiddels 'bescherming' nodig tegen 25% van dat niveau.**

Het betekent ook dat bij een berekend depositieniveau in 2019 van ca. 1500 mol N/ha/jr.; voor het laatst was dit niveau in 1964 zo laag, dat deze natuur 55 jaar lang met hogere niveaus is gegroeid, maar vanaf nu te boek staat als 'stikstofgevoelig'. Inmiddels is de berekende depositie ca 1350 mol/ha/jr.

#### **Meeste stikstof door landbouw en buitenland**

Stikstofdepositie per sector, in gevoelige Natura 2000-gebieden



**Figuur 1) Bronnen Stikstofdepositie in 2019, condities als ten tijde ECLI:NL:RVS:2019:1603 (RvS)**

**Het model suggereert hiermee dat de stikstofgevoeligheid onder depositiedaling toeneemt. Dat is de reden waarom het Nederlandse stikstofmodel, dat gevoed is door, en rekent met, alle relevante kennis over stikstof, mogelijk zelf een oorzaak is, of bevat, van de problemen en dus van de crisis.**

Na de uitspraak ECLI:NL:RVS:2019:1603 richtte het maatschappelijke en politieke debat zich vooral op maatregelen om de stikstofdepositie verder terug te dringen. Veel minder aandacht ging uit naar de fundamentele vraag of de diagnose van de stikstofproblematiek is gebaseerd op de juiste onderliggende aannames, beoordelingscriteria en modellen. Daarmee komt tevens de vraag in beeld in hoeverre de geconstateerde achteruitgang van natuurkwaliteit daadwerkelijk aan stikstofdepositie kan worden toegeschreven. Dit roept daarbij de vraag op in hoeverre de gehanteerde indicatoren en beoordelingscriteria een volledig en evenwichtig beeld geven van de ontwikkeling van de natuur.

De problematiek is als bijzonder verstrekkend te kenschetsen, omdat de vereiste verdere halvering van de depositiehoeveelheden zou betekenen dat vrijwel de gehele Nederlandse stikstofuitstoot naar zo goed als nul zou moeten worden gereduceerd. En tevens zouden onze buurlanden hun uitstoot moeten beperken om onze natuur te hulp te schieten.

De hiervoor beschreven paradox – een halvering van de stikstofdepositie sinds 1992 zonder een overeenkomstige afname van de beleidsmatig vastgestelde stikstofproblematiek – roept de vraag op of het huidige beoordelingskader kenmerken vertoont van een omgekeerde dosis-effectrelatie. In dit essay wordt onderzocht of hiervan sprake is en welke mechanismen aan een dergelijke relatie ten grondslag kunnen liggen.

De crisis gaat over wat ‘stikstof met natuur doet’ en om de oplossing te vinden, was het daarbij nodig uit te vinden wat de ‘natuur met stikstof doet’ en ook wat de ‘modellen met stikstof’ doen. Essay <sup>1</sup> toont dat in de natuur de stikstofcyclus gaande is waarin depositiestikstof gewoon meedraait en in essay <sup>2</sup> blijkt dat depositiestikstof zich in de modellen vooral in “voorzorg” ophoopt daar waar het in de natuur vastgelegd wordt of verdwijnt naar lucht en water.

#### Nederlandse definities voor een Nederlands probleem; relevante verschillen met Europa

Dit is het derde SLN-stikstofessay die noodgedwongen vooral op buitenlandse literatuur gebaseerd zijn. Dit houdt verband met het feit dat de Nederlandse literatuur vooral uitgaat van de in Nederland gehanteerde definities en afspraken. Via deze paper wordt duidelijk dat de verschillen met internationaal gehanteerde begrippen echter uiterst relevant zijn.

---

<sup>1</sup> [samenlevinglandbouwnatuur.nl/crisis-om-stikstof-een-filosofisch-en-ook-een-democratisch-probleem/](https://samenlevinglandbouwnatuur.nl/crisis-om-stikstof-een-filosofisch-en-ook-een-democratisch-probleem/)

<sup>2</sup> [samenlevinglandbouwnatuur.nl/van-stikstof-naar-systeemfout/](https://samenlevinglandbouwnatuur.nl/van-stikstof-naar-systeemfout/)

In de buitenlandse literatuur wordt de rol van de bodembacteriën uitvoerig genoemd en de leidden de evolutionaire principes ertoe dat de plantenwereld als gevolg van de eigenschap 'stikstofgevoeligheid' mogelijk zelfs de gehele wereld heeft weten te koloniseren.

Nederland hanteert de Critical Load (CL) als maat voor 'stikstofgevoeligheid' en bovendien is Nederland het enige Europese land die de CL als KDW voor 'stikstofgevoeligheidsgrens' hanteert binnen het handhavingsbeleid naar de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR)

Nederland doet het daarmee voorkomen alsof we met de gehele EU de natuur moeten 'harmoniseren' op de CL. Echter, een dergelijk Europese Project dat werkt aan de implementatie hiervan, bestaat niet; Nederland staat dus alleen in de opinie dat de KDW is bedoeld als instrument vanuit de VHR.

De notie wordt gewekt, dat de KDW "een internationaal gebruikte wetenschappelijke grens is waarboven het risico bestaat dat natuur schade oploopt door stikstof". Dit is niet correct, Nederland heeft de CL tot KDW omgedoopt zonder dat deze op de Nederlandse Natura2000-natuur is gevalideerd. Ook veel schadelijker stoffen, zoals bijvoorbeeld zwavel kennen een Europese CL. Deze stof is bekend als veroorzaker van het probleem 'zure regen', voorwaar een 'echte' bedreiging voor de natuur; echter de CL van zwavel fungeert niet als een 'proxy' voor natuurkwaliteit onder de VHR. Net zo min als enig andere stof uit dat program.

Wetenschappelijke studies die de causale verbanden en een 1-op-1 de stikstofgevoeligheidslink met de VHR als relevant voor Nederland aantoon, zijn niet aangetroffen. Het feit dat zulks in Nederland wel het geval is, moet op andere dan wetenschappelijk gronden berusten. De consequenties voor het Natura-2000, stikstof-, en vergunningenbeleid, zijn echter enorm.

Bovenstaande paragraaf onderstreept dat Nederland geheel zelf verantwoordelijk is voor het gehanteerde referentie- en begrippenkader; er ligt geen enkel voorschrift, noch wetenschappelijk noch politiek die vanuit EU-perspectief voorschrijft dat Nederland (toekomstige) natuurkwaliteit rekenkundig moet meten met het computerprogramma AERIUS met daarin opgenomen de KDW als maat voor de 'stikstofgevoeligheid'.

De in Nederland gehanteerde begrippen en definities leiden tot de conclusie dat de KDW een statische grootheid is daar waar een 'praktische' stikstofgevoeligheid een dynamische grootheid is die onder invloed staat van alle factoren die de stikstofkringloop ondergronds beïnvloeden, zoals de temperatuur, de neerslaghoeveelheden, de lengte van de winter etc.. De KDW is bovendien niet in lijn met 'Darwin' en daarmee ecologisch niet voorspellend, wetenschappelijk is niet onderbouwd waaruit de link met de Nederlandse Natura2000-natuur bestaat en politiek niet gepast omdat Nederland als enige EU-lidstaat een 'harmonisatie-traject' van de EU-natuur 'op de laagste mogelijke stikstofdepositie' uitvoert. Dit heeft inmiddels geleid tot een grote 'concurrentieachterstand'.

Het zijn echter niet alleen de begrippen en definities die het model ingewikkeld maken, het zijn met name de uitwerkingen van de toepassing van die begrippen op de natuurpraktijk, die ertoe leiden dat

de invloed van (depositie-)stikstof op de natuur op een niet representatieve manier in het model is terechtgekomen.

#### Het begrip 'relatieve respons' nader toegelicht via de analysemethode van 'stikstofgevoeligheid'

In <sup>2)</sup> werd dit begrip geïntroduceerd om de non-conformiteit van de KDW met Darwin aan te tonen.

Het principe dat 'stikstofgevoeligheid' een eigenschap betreft die alle planten bezitten, en ook dat de wijze waarop dat in de 'stikstofgevoeligheidsbepalingsmethode' wordt gemeten, afhankelijk is van de lokale omstandigheden, werd daarin beschreven.

Via het daar gehanteerde rekenvoorbeeld: +1 kg N/ha/jr. extra levert zowel een reactie op bij een achtergronddepositieniveau van 5 kg N/ha/jr. als bij een van 20 kg N/ha/jr. werd de eerder genoemde non-conformiteit met de internationale definitie van stikstofgevoeligheid, en vormde dit tevens de basis voor de verklaring van voorzorg(stapeling) die in <sup>2)</sup> werd uitgewerkt. Bij een hoge achtergronddepositie is de reactie slechts minder goed zichtbaar vanwege de 'achtergronddepositie-ruis' maar gedraagt de natuur zich nog steeds als 'gevoelig' voor stikstof.

Datzelfde voorbeeld helpt ook hier inzichtelijk te maken hoe de 'omgekeerde-dosis-effect-relatie' tot stand wordt gebracht in het Nederlandse stikstofmodel. Immers: indien door een voortgeschreden emissiereductie het achtergronddepositieniveau naar 4 kg N/ha/jr. is gedaald, is nog slechts ca 800 gr. N/ha/jr. , of zelfs nog minder, extra stikstof nodig om eenzelfde orde-grootte reactie van de plant te krijgen als eerder optrad bij 5 kg N/ha/jr.: de gepercipieerde 'gevoeligheid voor stikstof' is verhoogd.

Dit is hoe in het huidige stikstofmodel **emissiereductie** het **probleem in stand houdt en verder vergroot**. Tevens leidt dit tot de vaststelling dat de **achtergronddepositie onderdeel dient zijn van elke reële "KDW"** en dat voor de in Nederland gehanteerde KDW niet het geval is.

Hierin ligt de essentie van 'stikstofgevoeligheid': bij een geringere stikstofbeschikbaarheid, reageert de natuur sneller, eerder en substantiëler bij lagere additioneel toegediende hoeveelheden.

Een observatie ervan wordt door Wieger Wamelink onbedoeld verwoord in zijn ontboezeming op de WUR-site <sup>3)</sup> als hij meldt dat de KDW's "weer verder zijn verlaagd omdat de Nederlandse natuur stikstofgevoeliger blijkt dan eerder gedacht".

Uiteindelijk leidt dit tot de situatie dat een voortgaande **emissiereductie, leidt tot vergroting van het areaal van 'stikstofgevoelige' natuur en een structureel toenemende stikstofgevoeligheid.**

---

<sup>3)</sup> Natuur stikstofgevoeliger dan gedacht: kritische depositiewaarden omlaag | WUR

Hieruit volgt dat het Nederlandse Stikstofmodel, met de KDW in de hoofdrol, aantoonbaar een bijdrage levert aan het in stand houden van de stikstofproblematiek zonder een oplossing daadwerkelijk dichterbij te brengen!

En dat nog wel Nota Bene door de parameter die tot maatregelen nú dwong om toekomstige non-conformiteiten ten opzichte van het verslechteringsverbod uit de VHR te voorkomen.

Daarom moet onmiddellijk afscheid genomen van dit model, in ieder geval van deze parameter

Het Nederlandse stikstofmodel is door een handtekening in 2003 geoperationaliseerd door Minister Veerman en Staatssecretaris van Geel. Inmiddels is het stikstofbeleid extreem aan het ontsporen en heeft het in zich het land te verscheuren en haar welvaart en haar verdienvermogen aan te tasten, de sociale cohesie te ruïneren en dankzij een niet weldoordacht model de natuur mogelijk meer schade berokkend dan haar te versterken of te herstellen.

Verdere ontsporing kan simpelweg voorkomen worden indien de huidige minister van LVVN de KDW haar status ontnemt en middels een eigen schrijven de brief van Veerman & van Geel van 11 september 2003 rechtzet, vervangt en daarmee tegelijkertijd de stikstofcrisis tot een einde brengt.

Hierna volgt een annex, waarin de achtergrondkennis wordt uitgediept die bovenstaande conclusies mogelijk maakten.

En wordt een alternatieve beschrijving gegeven van hoe de stikstofhuishouding er wellicht uit zou kunnen zien in een versie van de natuur waarbij deze in balans is met zichzelf en met depositiestikstof.

## ANNEX

### Naar een praktische beschrijving; een alternatief voor de stikstofhuishouding van natuur

Het herkennen, adresseren en duiden van de omgekeerde-dosis-effect-relatie in het Nederlandse stikstofmodel en de KDW zou niet mogelijk zijn geweest, zonder de beschikking te hebben over (de contouren van) een alternatieve wijze waarop de planten van stikstof worden voorzien.

De kennis daarvoor, in stukken en brokken, is verzameld via analyse van vooral buitenlandse literatuur; immers, de Nederlandse wetenschap was bezig de oorzaak te negeren of te bevestigen en bezig te onderzoeken waaruit de minst pijnlijke oplossing voor economie en maatschappij bestond.

De belangrijkste geraadpleegde literatuur, in de regel allen peer-reviewed, zijn aan het slot nogmaals toegevoegd. Met behulp daarvan zijn twee essays verschenen. De eerste, “Crisis om stikstof: een filosofische en ook een democratisch probleem” <sup>1)</sup> introduceert het microbiom en haar rol in de stikstofkringloop waarin honderden kilo’s stikstof van rol en status veranderen. De conclusie luidt dat depositiestikstof hierin slechts een bescheiden gewicht kan hebben. Essay <sup>2)</sup> “Van stikstof naar systeemfout” introduceert het begrip ‘relatieve respons’ waardoor de incorrectheid van de definitie van de KDW wordt aangetoond en laat daarmee zien hoe aldus ‘stapeling van voorzorg’ in het model mogelijk werd.

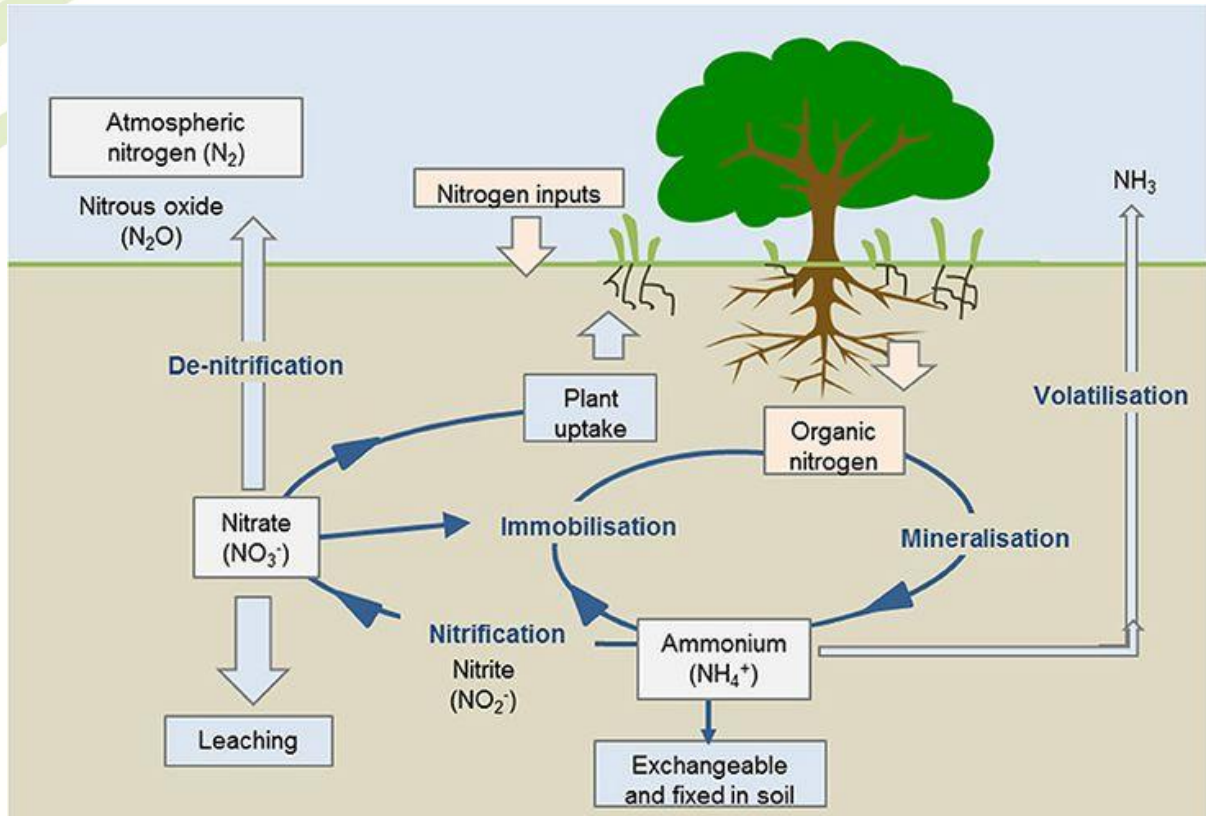
Gebruikmakend van diezelfde essays wordt nu gepoogd te schetsen hoe een stabiel ecosysteem, in balans met zichzelf, via praktisch model voor de stikstofhuishouding omgaat met (depositie-)stikstof. Het draagt bovendien bij aan een beter begrip voor de actuele situatie en werpt een ander licht op eventueel noodzakelijke ‘natuurherstelmaatregelen’ die inmiddels ook een wettelijke verplichting betreffen. (Beheersplannen Natura2000-gebieden)

Het geschetste huishouding en de bijgevoegde analyse voorkomt de valkuilen uit het huidige Nederlandse model, gaat in op stijging van de depositie en de effecten daarvan maar toont evenzo hoe die effecten uitpakken op de VHR gedurende een periode waarin de feitelijke uitstoot decennialang structureel daalt.

### De stikstofkringloop

Stikstof is een van de meest voorkomende elementen op aarde: ruim 78% van de lucht bestaat uit stikstof (naast zuurstof 21% en koolzuurgas 0,4%). Ook in de bodem is het ruim voorhanden: in de eerste 30 cm grond bevinden zich ongeveer 6000 kg stikstof per hectare. Desondanks is stikstof

zowel boven- als ook ondergronds dé beperkende factor voor de plantengroei.



*Figuur 1. Schets Stikstofkringloop; bij de overgangen zijn honderden kilogrammen stikstof betrokken bewerkstelligd door een actief microbiom bestaande uit miljarden schimmels, gisten, bacteriën en bacteriofagen; alsmede wormen, maden, aaltjes, kevers etc. De termen in blauw: volatiliseratie, mineralisatie, nitrificatie, denitrificatie en immobilisatie zijn de activiteiten waarbij de bacteriën van het microbiom betrokken zijn. Merk op dat Stikstoffixatie nog ontbreekt in figuur 1).*

Bijna alle hogere organismen, waaronder planten, insecten en zoogdieren, worden gekoloniseerd door complexe microbiële gemeenschappen en herbergen een microbiom<sup>4</sup> (vgl. de darmflora bij de mens). Zo ook planten. Recente studies met planten laten zien dat deze microbiomen gestructureerd zijn en complexe, onderling verbonden microbiële netwerken vormen. Binnen deze netwerken vervullen verschillende taxa verschillende rollen, en er zijn sleutelsoorten geïdentificeerd die cruciaal kunnen zijn voor de gezondheid van planten en het functioneren van ecosystemen. Iets wat per habitat of gebied bestaat uit honderden miljoenen bacteriën, bacteriofagen, gisten en schimmels, in elke gram grond, die als het ware een samenlevende gemeenschap<sup>5</sup> vormen met plantenwortels. De microben maken voedingsstoffen en fosfor beschikbaar voor de planten en helpen hen bij hun

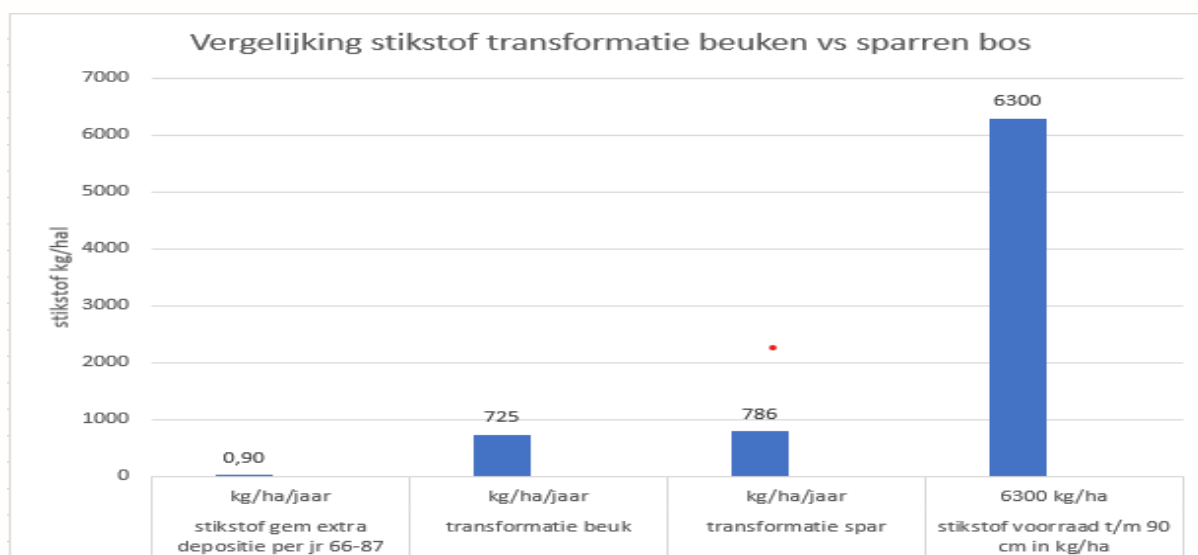
<sup>4</sup> Networking in the plant microbiome. doi.org/10.1371/journal.pbio.1002378 <sup>5</sup>

[Schimmels en bacteriën helpen plant bij afweer - Biowetenschappen & Maatschappij](#)

afweer tegen droogte, ziekten en plagen. In ruil daarvoor, voorzien de planten 'hun' micro-organismen van suikers en andere organische stoffen. Bacteriën uit deze groep micro-organismen zijn tevens de drijvende kracht achter de stikstofkringloop<sup>6</sup> (zie ook Figuur 1).

Behalve via stikstoffixatie, samen met vlinderbloemigen, kan het microbiom stikstof in de enige vormen aanbieden die planten kunnen opnemen: ammonium dan wel nitraat. En overschotten aan stikstof kunnen worden omgezet in het gasvormige  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$  of  $\text{N}_2\text{O}$  waarna ze in de lucht worden afgevoerd. Ondanks de duizenden kilogrammen stikstof in de bodem per hectare, zie <sup>7</sup> voor een analyserapport van landbouwgrond en <sup>8</sup> een studie naar de samenstelling van bosgronden, (in beide rapportages is sprake van ca 6000-7000 kg N/ha).

Dankzij de wijze waarop de stikstofkringloop verloopt, onder regie van de bodembacteriën, blijft stikstof echter toch dé beperkende factor voor de groei van de plant.



Figuur 2. Stikstof transformatie van Rennenberg en Dannenmann<sup>10</sup>

Referentie <sup>6</sup> geeft een heldere introductie van de stikstofkringloop op het niveau van de bovenbouw van HAVO en VWO. Ook in de bodem helpen regenwormen, aaltjes en bacteriofagen in de stikstofkringloop: de planten concurreren met bacteriën om de schaarse stikstof in de bodem en de bacteriën houden de regie om daarmee hun toevoer van fotosynthese-producten zeker te stellen.

<sup>6</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=fw413dlw9gA>

<sup>7</sup> Analyserapport Eurofins t.b.v. bodemonderzoek veeteeltbedrijf

<sup>8</sup> Vakblad Natuur Bos Landschap sept 2024 A. de Jong & W de Vries: Invloed van stikstofdepositie op organische stof en voedingsstoffen

De Duitse studie<sup>9</sup> **meet** het verschil tussen de beschikbaarheid van bodemstikstof zien tussen twee bostypes; een beukenbos met lage N-beschikbaarheid (geen depositiestikstof!) en een Noorse-Sparrenbos met een N-verzadiging door hoge depositiecijfers (ca. 40 kg N/ha/jr.)

Deze publicatie is een review-artikel en toont dat de omzettingen (=de pijlen uit figuur 1) honderden kilogrammen stikstof per hectare kunnen betreffen.

De grootte van die omzettingen zijn als volgt: ca 130 kg wordt door de planten opgenomen, 82 – 121 kg N bevindt zich in levende microbiële biomassa en ruim 505-575 kg N is gebonden in detritus; dode biomassa.

Ook daalt er in de herfst ca 120 kg N neer met het vallen van de bladeren en takken. Tezamen met de detritus en de depositiestikstof levert dit een totaal van ca. 650-720 kg N, die fungeren als de voorraad 'reservevoedsel' voor vegetatie en microbiom om de winterperiode door te komen, tot het moment in de lente dat de 'vruchten' uit de fotosynthese weer beschikbaar komen voor de bodembacteriën.

De getallen zijn grafisch weergegeven in Figuur 2 en daarin is in de meest linkse kolom de stijging in depositiestikstof gegeven, als maximale toename ten opzichte van de periode ervoor. Een geringe hoeveelheid extra reservevoedsel voor het microbiom als het ware.

Het detritus is de door het microbiom zelf aangelegde voorraad, de 'herfstige bladerenval' is meer te beschouwen als een 'investering' door de plant in het microbiom om in de lente weer met een fitte en gezonde bodem verder te kunnen. Voor de suggestie dat depositiestikstof 'gratis' stikstof voor de plant bestaat geen evolutionair draagvlak.

En de kilogrammen aan depositiestikstof, eenmaal onderdeel van de stikstofkringloop, vergroten mogelijk slechts de levensvatbaarheid van het microbiom en daarmee de kans dat het in goede staat weer aanhaakt op de fotosyntheseproducten van de plant.

En dit is ook in het belang van de plant: die heeft zich betere kansen bezorgd dankzij een gezondere bodem.

### Bodemdynamiek die Darwin volgt en respecteert

De cijfers uit <sup>10</sup> en berekeningen zijn zoals afgeleid in Annex 2 van de SLN-publicatie <sup>2)</sup>.

Was het doel daar de onderbouwing te leveren voor de stapeling van voorzorg in het Nederlandse stikstofmodel, alhier levert de publicatie van Rennenberg & Dannenmann de **gemeten** getallen die

---

<sup>9</sup> Nitrogen Nutrition of Trees in Temperate Forests—The Significance of Nitrogen Availability in the Pedosphere and Atmosphere. Heinz Rennenberg and Michael Dannenmann; Forests 2015, 6, 2820-2835; doi:10.3390/f6082820

het functioneren van de wetten van Darwin illustreren bij het beperkt houden van de stikstof voor de planten. Dat het metingen zijn is bijzonder daar in het Nederlandse model vooral berekeningen en modelmatige schattingen de hoeksteen van het model en het beleid vormen.

Voor het Noordse Sparrenbos die een totale atmosferische depositie van ca 45 kg N/ha/jr. onderging; leiden de gegevens tot ca. 49 kg N/ha/jr. die uit het systeem verwijderd worden via immobilisatie, denitrificatie en uitspoeling naar diepere bodemdelen. (Ca. 12 kg opgenomen + geen schatting immobilisatie mogelijk (verschil niet gemeten) + 16 kg door denitrificatie + 21 kg uitspoeling = ca. 49 kg/ha/jr.

Voor het beukenbos, met aan natte depositie 6 kg N/ha/jr., komen de volgende cijfers naar voren: Ca. 9 kg opgenomen (geschat: 99 kg opgenomen, bij geschat ca. 90 kg 'litter') + geen schatting immobilisatie mogelijk (verschil niet gemeten) + 6 kg door denitrificatie + 0 kg uitspoeling leidt tot de afvoer van ca. 15 kg/ha/jr.; wederom in lijn met 'Darwin'

De bovenstaande vergelijking en analyse illustreren het effect van parameterkeuzes, (wél Darwin, géén KDW of CL) die mede bepalend worden voor de waargenomen effecten en de daaraan verbonden conclusies.

De waarnemingen vormen sterke aanwijzingen, dat de vegetatie, via het accommoderend vermogen van het bodemmicrobioom, adaptief reageert op alle vormen van stikstof in de bodem, inclusief de depositiestikstof. Dat is dan ook de basis voor een alternatief model wat in verderop wordt uiteengezet.

#### Darwin hoort thuis in elk stikstofmodel; voorbeelden 1900-1987 stijgende N-deposities

Er is geen enkele goede reden te bedenken om de principes van Darwin niet te respecteren in enig stikstof model. Toch gebeurt dat wel; met name op het moment dat AERIUS gedwongen wordt om Denitrificatie, Immobilisatie en Uitspoeling te limiteren om bij een KDW uit te komen die als te laag is berekend. Dit wordt exact gekwantificeerd in <sup>2)</sup> waarin 'stapeling van voorzorg' wordt aangetoond.

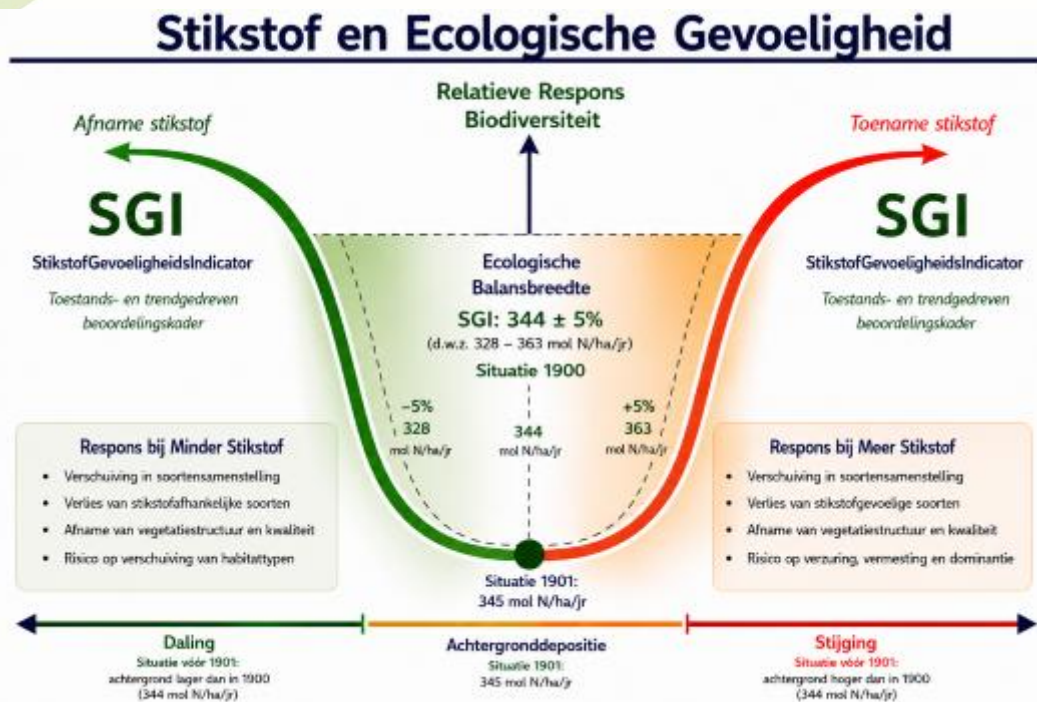
Ecosystemen beschikken over een groot adaptief vermogen doordat het bodemmicrobioom kleine veranderingen in stikstofbeschikbaarheid voortdurend opvangt. Daarom moet stikstofgevoeligheid niet worden opgevat als een vaste kritische grens, maar als een dynamische balanszone rondom de bestaande toestand van het ecosysteem. Ecologische risico's ontstaan volgens deze benadering vooral wanneer veranderingen buiten die adaptieve bandbreedte vallen.

Om de volledige tijdslijn te benutten en daarbij enigszins inzichtelijk te maken hoe het adaptieve vermogen van het bodemmicrobioom zich in de tijd ontwikkelt, hebben we voor een aantal jaren de RIVM cijfers<sup>10</sup> vanaf 1900 in een dynamische benadering, grafisch neergezet. Bij het bouwen van dit

---

<sup>10</sup> <https://www.rivm.nl/stikstof/wat-is-stikstof/stikstofdepositie>

alternatieve, praktijkgerichte stikstofmodel, is het gevoed met evolutie-conforme principes, uit de populatiegenetica, uit de microbiologie en is gebruik gemaakt van informele logica.



Figuur 3) Stikstof en Ecologische gevoeligheid; situatie anno 1901.

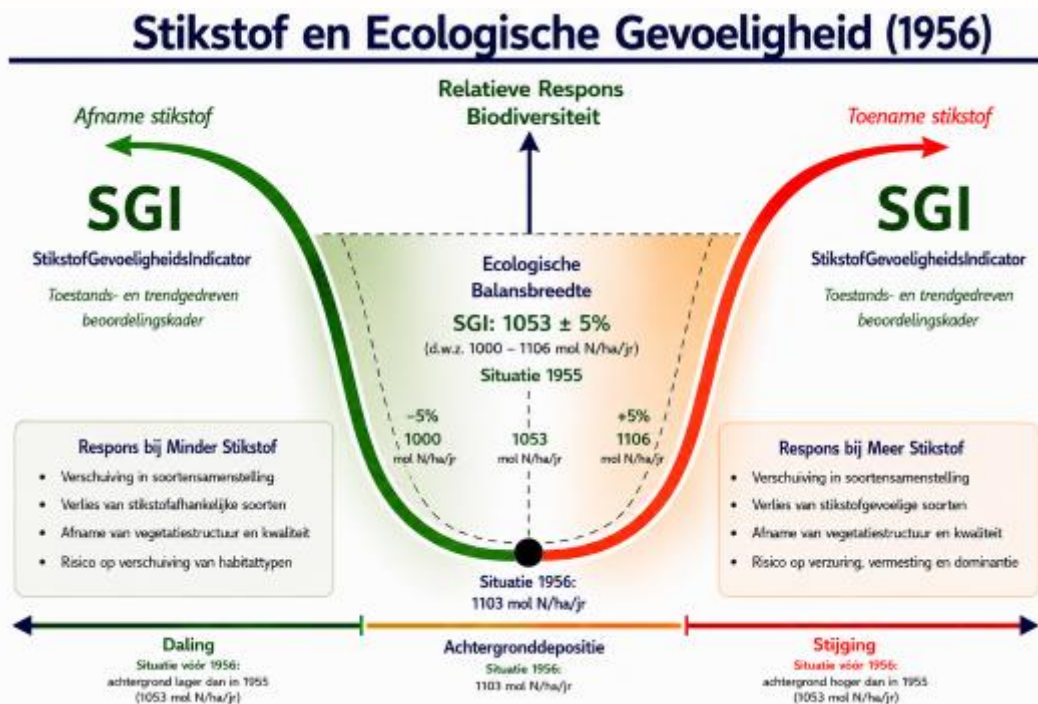
Het inzicht in het evolutionaire vermogen tot adaptatie aan depositiestikstof start met de RIVM-cijfers in 1900 en 1901 en de dynamiek is gesynthetiseerd via de concepten geïntroduceerd in de eerdere SLN-essays.

De strekking van, en aanname onder, het model luidt dat het bodemmicrobioom geëquipeerd is om depositiestikstof te integreren in de basale stikstofkringloop. De balansbreedte van  $\pm 5\%$  is zo gekozen met de bedoeling te schetsen hoe dit leidt tot beperkte afwijkingen van de totale stikstofbeschikbaarheid. De getallen maken aannemelijk dat deze eenvoudig kunnen worden geacommodeerd. In het 1900 ging het om 344 mol depositiestikstof/ha/jr. op een pool van rond de 6000 kg en transitieprocessen waarin tot 700-800 kilogrammen stikstof zullen zijn geprocest. En de situatie voor 1901 vereist de accommodatie van 345 mol N/ha/jr. Dat was bij aanvang dus slechts 14 gram extra over 10.000 vierkante meter. Deze nu nog duidelijk geringe opgave triggert, schetst en voedt het adaptieve vermogen van het bodemmicrobioom.

Het model gaat uit van het principe dat van grote veranderingen in stikstofbeschikbaarheid, zowel naar plus als naar min, een risico op beïnvloeding van de biodiversiteit uitgaat. Bij beperkte

schommelingen wordt dit ondervangen. Om redenen van overzichtelijkheid zijn band- en balansbreedte, hoewel arbitrair, in de figuren 3, 4 en 5) gelijk gekozen: +/- 5%.

Ook voor 1956, op een depositieniveau van een latere KDW, ca. 15 kg, is datzelfde beeld gemaakt:



Figuur 4) Stikstof en Ecologische gevoeligheid; situatie anno 1956.

Voor 1956 berekent het RIVM een depositieniveau van ca. 1103 mol kg N/ha/jr. maar start de 'accommodatie-periode' op de 1053 mol N/ha/jr. uit 1955. Dat is met 14,7 kg N/ha/jr. ongeveer het niveau van de KDW van een aantal gebieden nu 70 jaar later. De balansbreedtecijfers uit 1955 suggereren daarbij dat schommelingen in depositieniveaus tussen 1000 en 1106 mol N/ha/jr. geaccommodeerd kunnen worden, hoewel daar inmiddels geen bewijs meer voor geleverd kan worden. Derhalve is ook niet meer vast te stellen of er ecologische gevolgen optraden, echter de systematiek van het onderhavige model wordt hiermee afdoende geïllustreerd.

Toch is figuur 4) nog op een andere wijze relevant: het concept gaat uit van het adaptief vermogen van de bodem en van het feit dat depositiestikstof onderdeel wordt van de stikstofkringloop en daarmee de overlevingskansen van het symbiotisch verbond tussen plant en bodem verhoogt. Ook de verschillen met de KDW dringen zich op: onder volledig natuurlijke omstandigheden heeft de plant zich via het microbiom 56 jaar lang kunnen instellen op de geleidelijk stijgende stikstofhoeveelheden daar waar dat in de KDW-bepalingsmethode, onder vaak stressvolle modelomstandigheden, meestal buiten de eigen habitat, in een veel kortere tijdsduur plaats had.

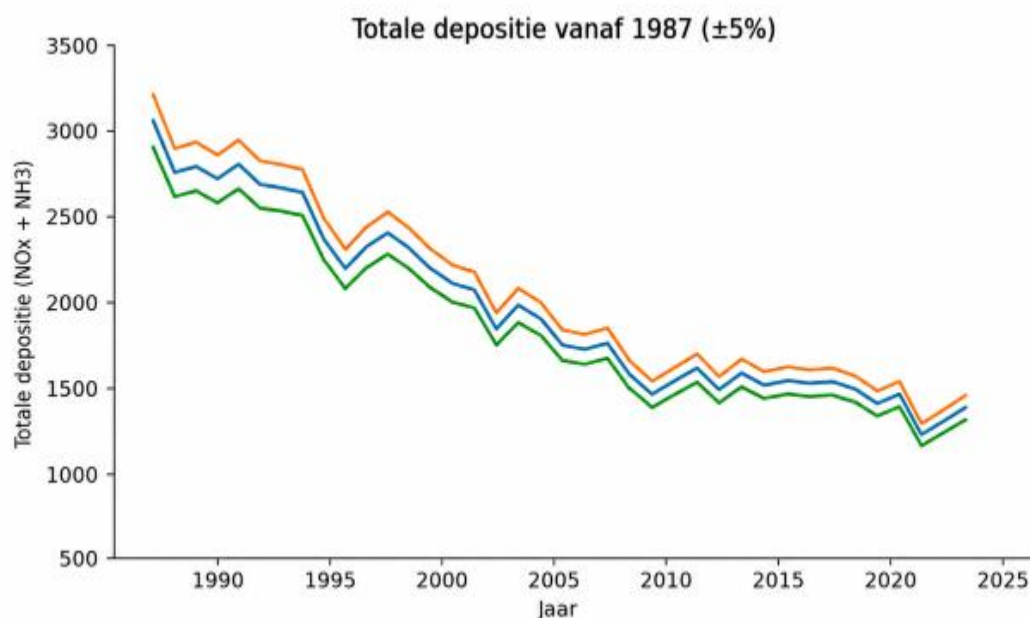
Ook dit verschil in 'accommodatie-periode' leidt tot een verdere diskwalificatie van de KDW als correcte, juridische, proxy voor de 'stikstofgevoeligheid' bij vergunningaanvragen.

Daar waar de KDW gedefinieerd wordt als: "de laagste stikstofdepositiewaarde waarboven niet gegarandeerd kan worden dat er geen wezenlijke verslechtingen optreden in de natuur", is het onder het geschetste model verdedigbaar dat voor het jaar 1956 de toelaatbare extra depositiewaarde boven op de 1053 mol N/ha/jr. van 1955 te stellen is. Ziehier hoe het nalaten daarvan tot de 'ingebouwde' voorzorg van paper <sup>2</sup> leidt.

Ook andere invloedsfactoren, neem bij voorbeeld een herfststorm waarin en waardoor zomaar enige kilo's herfstbladeren vol stikstof naar een ander gebied verplaatst kunnen worden, dan is die invloed vele malen groter qua impact in vergelijking met een bescheiden depositietoename. En verder geldt dat extra depositiestikstof slechts tot betere overlevingskansen voor plant en bodembacteriën leidt!

#### Darwin hoort thuis in elk stikstofmodel; vanaf 1987 en VHR-periode: dalende N-deposities

De RIVM cijfers tonen dat stikstofdeposities vanaf 1987 beginnen te dalen, zie ook figuur 3). Gedurende de periode vanaf 1900 werd dus structureel een beroep gedaan op het microbiom om de extra stikstof op te nemen in de stikstofkringloop en eventueel als biologisch inactieve en voor de plant onbeschikbare reservevoedsel om te zetten.



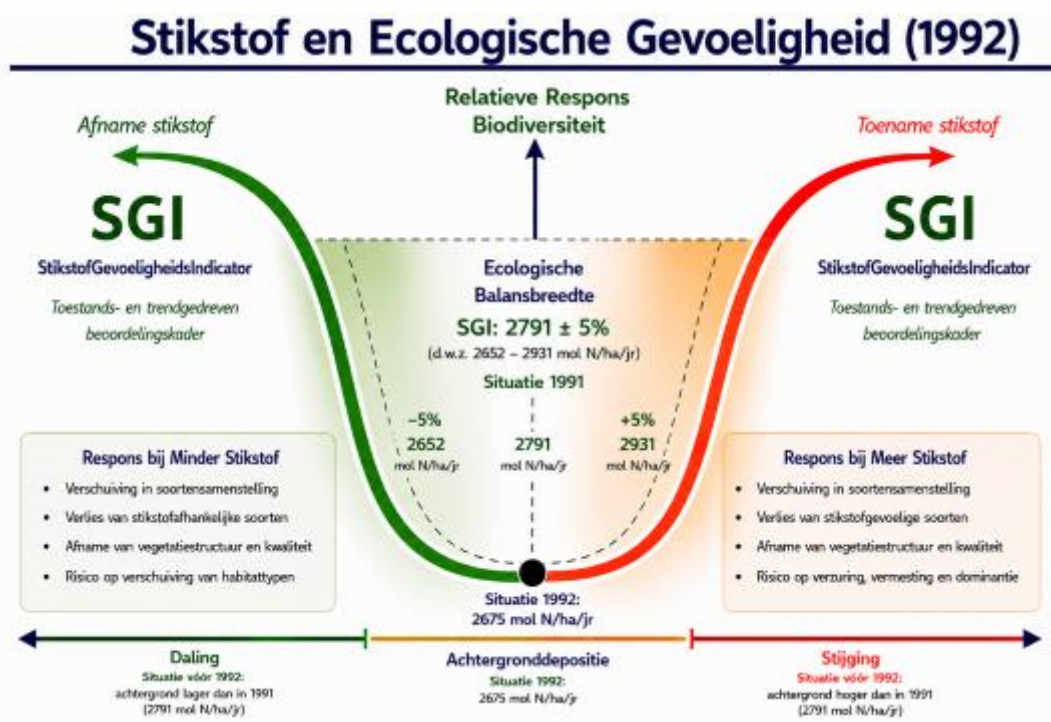
**Figuur 5) RIVM stikstofdepositiecijfers vanaf 1987 met aanvullende bandbreedtes +/- 5%**

Vanaf 1987 echter, moet het microbiom structureel op geringere stikstofhoeveelheden anticiperen. Dat betreft echter uitsluitend planten in habitats die zich op dat moment in de Natura2000-natuur hebben weten te vestigen door hun accommodatievermogen; eerst voor stijgingen van depositiestikstof, vervolgens ook op dalingen daarvan.

Tevens heeft de stikstofwetenschap vooral aandacht voor stijgingen ervan. Echter, gedurende de gehele periode sinds de inwerkingtreding van de VHR is er sprake van een steeds geringere stikstofbeschikbaarheid in de Nederlandse natuurgebieden. Daarbij hoort de suggestie van 'een omvallende natuur' er een voorsorteert op het feit dat emissiereductie met 50% mogelijk niet tot 'aantoonbare' verbetering en natuurherstel hebben geleid tussen 1992 en 2019.

De depositiedalingen zijn, omgeven door een bandbreedte van +/- 5%, weergegeven in figuur 5). De cijfers vanaf 1987 laten een daling zien die voortduurt tot op de dag van vandaag en elk alternatief stikstofmodel moet kunnen tonen hoe de natuur met stijgingen in depositiestikstof, maar ook hoe ze met deze dalingen ervan omgaat. De bandbreedte van +/- 5% is uitsluitend bedoeld ter illustratie in de vervolfase.

In Fig. 6) vraagt de plant er voor de eerste maal onder de VHR om dat het microbiom de stikstofvoorziening continueert onder afnemende hoeveelheden depositiestikstof. Na decennia van adaptatie aan meer stikstof wordt nu adaptatie aan geringere hoeveelheden stikstof vereist.



Figuur 6) Stikstof en Ecologische gevoeligheid; situatie anno 1992.

Hadden we in 1901 en 1956 nog de moeilijkheid te bewijzen dat de ecologische effecten het alternatieve stikstofmodel daadwerkelijk volgde, in deze situatie is de bewijsvoering eenvoudiger.

**Immers, omdat planten zonder een dergelijk adaptief vermogen zich niet in Natura2000-natuur zullen hebben weten te vestigen, vervalt voor Nederland ook de verplichting om deze onder de VHR te beschermen. Inmiddels, anno 2024, is de stikstofdepositie gedaald tot 1396 mol N/ha/jr. en ontbreekt, dankzij de natuurrapportages gebaseerd op de KDW, die hoofdzakelijk negatieve, toekomstige staten van instandhouding (SVI's) laten zien, een correct beeld van de werkelijke toestand van de natuur.**

In 2019 lag de stikstofdepositie volgens de RIVM-cijfers <sup>11</sup> op 1505 mol N/ha/jr. en de laatste keer dat deze zo laag was, vinden we in het jaar 1964 met 1503 mol N/ha/jr. Dat houdt vervolgens nu in dat het Nederlandse stikstofrekenmodel deze natuur, die 55 jaar lang bestand is geweest, kon groeien en bloeien met die stikstof en die desondanks uitverkoren is geworden onderdeel te worden van onze Natura2000-Natuur, in 2019 alsnog als 'kwetsbaar' en 'stikstofgevoelig' te moeten boekstaven.

**Dat is uitsluitend het resultaat van een 'omgekeerde-dosis-effect-relatie' in het Nederlandse stikstofmodel met daarin een niet-dynamische en niet VHR-representatieve KDW.**

### Epiloog

Dankzij de herkenning en ontdekking van een 'omgekeerde dosis-effect-relatie' op depositiestikstof komen we een groot potentieel gevaar uit de stikstofmodellenwereld op het spoor.

Vanwege het verschijnsel 'relatieve respons' leidt emissiereductie via de bepalingmethode tot een structureel stijgende 'gepercipieerde stikstofgevoeligheid', hetgeen weer gevolgd wordt door een aanpassing, in dalende lijn, van de KDW, die vervolgens weer uitmondt in een verhoging van de 'gepercipieerde stikstofgevoeligheid' etc. enzovoort!

Met het Nederlandse stikstofrekenmodel AERIUS (met daarin de KDW) wordt door de aanwezige omgekeerde dosis-effect-relatie een Perpetuum Mobile gecreëerd van vergunning-intrekkingen, het opleggen van operationele beperkingen tot aan bedrijfsonteigeningen aan toe die allen onjuist en onterecht gemotiveerd worden door beschermingseisen van 'stikstofgevoelige natuur'.

Indien wordt vastgehouden aan het huidige Nederlandse stikstofmodel, zal het land niet van het stikstofslot af kunnen komen vanwege de wijze waarop emissiereductie door de KDW in het model wordt bestraft.

---

<sup>11</sup> <https://www.rivm.nl/stikstof/wat-is-stikstof/stikstofdepositie>

Hoewel dit niet vooraf de bedoeling van deze paper was, is met behulp van de door SLN opgedane kennis een beschrijving van een alternatief voor de stikstofhuishouding van planten opgesteld. Daarin lijken plant en bodem dankzij het adaptieve vermogen van de bodembacteriën in een stabiele relatie met elkaar te kunnen cohabiteren. Weliswaar bescheiden, omdat depositiestikstof een relatief beperkt volume aan reservevoedsel voor plant en bodem representeert. In deze rol is zelfs het mogelijk, wellicht zelfs aannemelijk, dat het de natuur juist versterkt.

Indien dit bewaarheid wordt, leidt verder tot de suggestie dat 'Natuurherstelmaatregelen' mogelijk vooral betrekking zullen hebben op het verkleinen van de voorraad 'reservevoedsel' voor herfst, winter en voorjaar, voor microbiom en plant en aldus ook niet zullen bijdragen tot herstel of verbetering van de natuur.

De afgeleide StikstofGevoeligheidsIndicator, SGI, ligt op het niveau van de achtergronddepositie, en kan als heuristische oplossing de KDW per direct vervangen in wetgeving en bij vergunningverlening. Totdat de noodzaak van 'natuurvergunningen wegens stikstofuitstoot' verdwenen zal blijken te zijn.

Nederland blijkt een stikstofmodel te hanteren dat internationaal geen wetenschappelijke aansluiting kent. Het betoog bevestigt de urgente noodzaak van het rechtzetten van de praktijksituatie in Nederland. Zulks omvat allereerst het legaliseren van de PAS-melders, het stoppen van dwingende emissiereductieprojecten als doelsturing, het herijken van alle landelijke en provinciale gebiedsplannen en het herdefiniëren van alle 'stikstof-gerelateerde-natuurherstelplannen'.

Het is ook aanbevolen voor alle beleidsterreinen waar stikstof een rol speelt en die intensief =modelmatig worden bestuurd en gemanaged om daar extra alert te zijn op de in gebruik zijnde proxy's, definities, aannames en begrippen vanwege de risico's op soortgelijke modellen-risicos. Als eerste valt daarbij te denken aan de Kader Richtlijn Water en de meststoffenwet (KWR, Derogatie).

### Geraadpleegde literatuur

Er is vooral gerefereerd aan de eerdere essays en aan de literatuur daar gegeven. Hier een opsomming van de belangrijkste bronnen.

<https://www.rivm.nl/stikstof/wat-is-stikstof/stikstofdepositie>

Maximilian Posch, Wim de Vries and Harald U. Sverdrup in Mass Balance Models to Derive Critical Loads of Nitrogen and Acidity for Terrestrial and Aquatic Ecosystems

Vakblad Natuur Bos Landschap sept 2024 A. de Jong & W de Vries: Invloed van stikstofdepositie op organische stof en voedingsstoffen

Nitrogen Nutrition of Trees in Temperate Forests—The Significance of Nitrogen Availability in the Pedosphere and Atmosphere. Heinz Rennenberg and Michael Dannenmann; Forests 2015, 6, 2820-2835; doi:10.3390/f6082820

Networking in the plant microbiome. doi.org/10.1371/journal.pbio.1002378

Schimmels en bacteriën helpen plant bij afweer - Biowetenschappen & Maatschappij

Aber JD, McDowell WH, Nadelhoffer KJ, et al. Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems. BioScience. 1998;48(11):921-934.

Fenn ME, Poth MA, Aber JD, et al. Nitrogen excess in North American ecosystems. Ecol Appl. 1998;8(3):706-733.

Vitousek PM, Aber JD, Howarth RW, et al. Human alteration of the global nitrogen cycle. Ecol Appl. 1997;7(3):737-750.

Sverdrup H, De Vries W. Calculating critical loads for acidity. Water Air Soil Pollut. 1994;72:143-162.

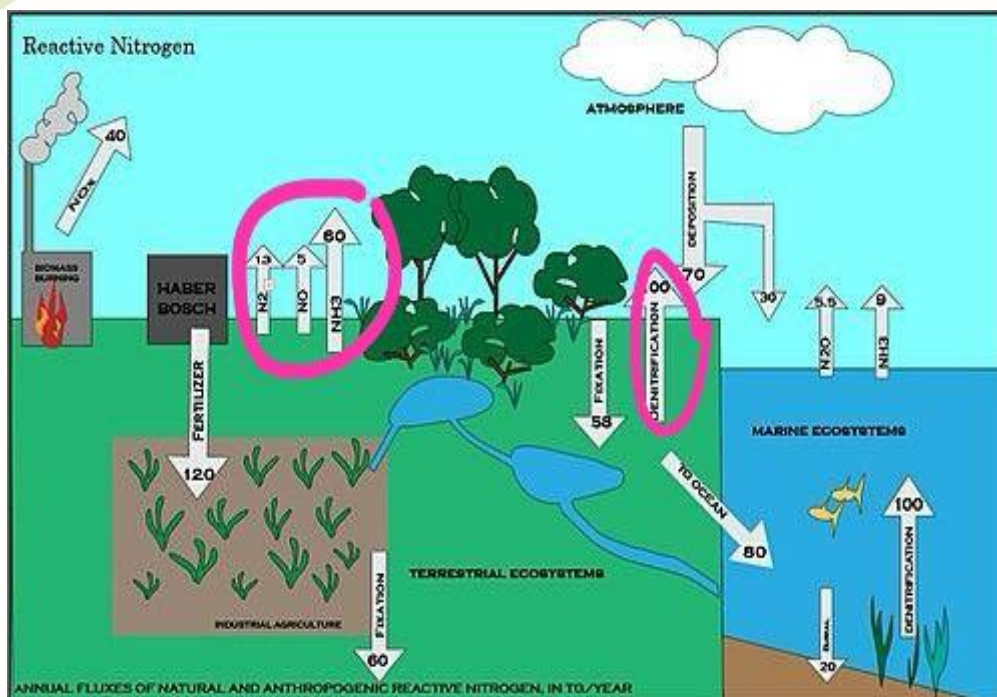
Pardo LH, Fenn ME, Goodale CL, et al. Effects of nitrogen deposition and empirical nitrogen critical loads for ecoregions of the United States. Ecol Appl. 2011;21(8):3049-30825.

De Vries W, Posch M. Modelling critical loads of nitrogen and acidity. Environ Pollut. 2011;159(10):2573-2582.

Driscoll CT, Lawrence GB, Bulger AJ, et al. Acidic deposition in the northeastern United States. BioScience. 2001;51(3):180-198.

Likens GE, Driscoll CT, Buso DC. Long-term effects of acid rain: response and recovery of a forest ecosystem. Science. 1996;272(5259):244-246.

[en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen\\_cycle#cite\\_note-Fowler\\_2013-1](https://en.wikipedia.org/wiki/Nitrogen_cycle#cite_note-Fowler_2013-1)



Figuur 7) Een 'stikstofmodel naar Darwin'; er is voldoende afvoer van stikstof om het principe van 'schaarste' te creëren of in stand te houden.

Bron: Wikipedia UK, Toevoeging in Paars: SLN.

Delen van de stikstof-afvoer in de paarse cirkels bevinden zich in NL in 'voorzorg' of het bestaan ervan wordt in het model niet aangetroffen.