

Inzichten stikstofdepositie op natuur

Memo

Edo Gies, Hans Kros en Jan Cees Voogd
Wageningen Environmental Research

Wageningen, 9 oktober 2019



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

1. Inleiding

Achtergrond en vraagstelling

De uitspraak van de Raad van State (RvS) over het gebruik van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) als kader voor 'toestemmingsbesluiten' heeft direct gevolgen. Het PAS mag niet als basis worden gebruikt voor toestemming voor activiteiten die extra stikstofbelasting op de Natura 2000-gebieden veroorzaken. Daarbij gaat het om het vaststellen van plannen, projecten én vergunningverlening in de sectoren verkeer, bouw en infrastructuur, industrie en landbouw die leiden tot een toename van de uitstoot van stikstofoxiden of ammoniak.

Om een oplossing te vinden voor de ontstane situatie is een Adviescollege Stikstofproblematiek, onder voorzitterschap van de heer Johan Remkes, in het leven geroepen. Het college buigt zich over een advies voor de korte en lange termijn. Het advies voor de korte termijn is 25 september jl. uitgebracht. De strekking van het eerste advies "Niet alles kan" is dat de reductie van emissies en deposities, en versneld natuurherstel randvoorwaardelijk zijn voor de oplossing van de gerezen knelpunten en voor toekomstige toestemmingverlening voor activiteiten.

Wereld Natuur Fonds (WWF-NL) en Natuurmonumenten (NM) willen wil het adviescollege Stikstofproblematiek en de politiek goed en onderbouwd kunnen adviseren over oplossingsrichtingen. Ze hebben aan Wageningen Environmental Research (WENR) gevraagd om een aantal inzichten te geven met betrekking tot de atmosferische stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden in Nederland en daarbij de focus te leggen op de bijdrage van de landbouw en de mogelijke maatregelen die landbouw kan nemen om deze stikstofdepositie te reduceren.

Deze inzichten zijn openbaar beschikbaar en kunnen ook door anderen gebruikt worden in de beeldvorming en discussie met betrekking tot de stikstofproblematiek.

De onderzoeksvragen

In dit onderzoek staan de volgende vragen centraal:

- Wat is de bijdrage vanuit verschillende bronnen aan de depositie op de voor stikstofgevoelige natuur in de Natura 2000-gebieden? En wat is daarin specifiek de bijdrage van de veehouderij, uitgesplitst naar zowel stal-opslagemissie alsook aanwendings- en beweidingsemisies?
- Welke reductie in stikstofemissies is nodig is om voor alle voor stikstofgevoelige habitattypen in de Natura 2000-gebieden onder de kritische depositiewaarde (KDW)¹ te komen?
- Op welke wijze is het mogelijk de benodigde reductie in de veehouderij te bewerkstelligen en wat zijn daarin de mogelijkheden voor een integrale gebiedsaanpak en mee-koppelkansen op andere terreinen zoals klimaat, kringlopen sluiten, bufferzones, etc.

Methode en verantwoording

De aanpak kent het karakter van een quick scan. De onderzoeksvragen worden beantwoord aan de hand van bestaande kennis en modelberekeningen. Relevante inzichten uit diverse onderzoeken en registraties zijn gebundeld en worden in deze memo kort gepresenteerd. De bijdrage van de verschillende emissiebronnen aan de stikstofdepositie is inzichtelijk gemaakt met modelberekeningen voor peiljaar 2017. Voor de bijdrage aan de stikstofdepositie vanuit de landbouw is gerekend met het model INITIATOR (zie bijlage 1). Voor de overige bronnen die bijdragen aan de stikstofdepositie is gebruik gemaakt van de achtergrondgegevens van RIVM. De totale stikstofdepositie relateren we aan de kritische depositiewaarden van de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden. Daarmee is per type vastgesteld hoe groot de overschrijding van stikstof op de natuur is. Vervolgens is daarmee ook de opgave voor emissiereductie inzichtelijk gemaakt.

¹ Dit is grens waarboven het risico bestaat dat de kwaliteit van het habitat significant wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermistende invloed van atmosferische stikstofdepositie. Deze grens wordt in het (voormalige) PAS als toetsingswaarde gebruikt.

Voor het inzicht in de mogelijke maatregelen om emissies te reduceren in de veehouderij is gebruik gemaakt van kennis en inzichten uit verschillende publicaties van afgelopen jaren. De maatregelen zijn in samenspraak met WWF-NL en NM opgesteld. De effecten op de reductie in de stikstofdepositie zijn kwalitatief beschreven. Daar waar mogelijk is dit globaal gekwantificeerd.

De bevindingen uit dit onderzoek kunnen gebruikt worden als globaal maar wel richtinggevend in de onderbouwing van oplossingsrichtingen voor de stikstofproblematiek, waarvoor WWF-NL en NM uitgangspunten hebben geformuleerd in de [brief](#) van 12 augustus 2019 aan het Adviescollege Stikstofproblematiek.

2. Gedrag en effecten van stikstof op de natuur

Reactieve stikstof

Stikstof is een belangrijke bouwsteen van eiwitten. Planten, dieren en mensen nemen het op als reactief stikstof². Voor de voedselproductie is reactieve stikstof dus belangrijk, maar tegelijkertijd kan teveel reactieve stikstof schadelijk zijn voor de gezondheid (fijnstof) en het milieu (vermesting en verzuring).

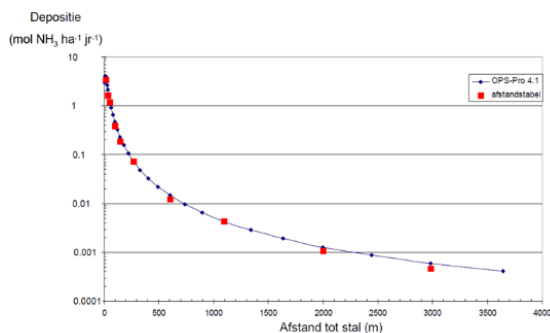
Van nature komt reactief stikstof slechts op beperkte schaal voor, hoofdzakelijk gevormd door micro-organismen. Sinds de industrialisatie begin vorige eeuw komt er veel meer reactieve stikstof voor in de lucht (stikstofoxiden en ammoniak) en in bodem- en grondwater (in de vorm van nitraat en ammonium). De totale uitstoot van reactieve stikstofverbindingen naar het milieu in de wereld is in veel gebieden in de wereld, waaronder Noordwest-Europa, Noord-Amerika en China (veel) groter dan wat toelaatbaar is voor een goede lucht en waterkwaliteit (Steffen et al., 2015, Oenema et al., 2019).

Verspreiding stikstof in de atmosfeer

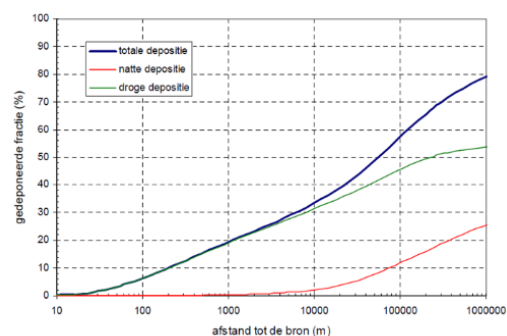
De in de lucht aanwezig reactieve stikstof wordt voornamelijk uitgestoten door verkeer, zeevaart en industrie, als bijproduct van verbrandingsprocessen (stikstofoxiden, NO_x) en door vervluchtiging uit dierlijke - en kunstmest in de landbouw (ammoniak, NH_3). De atmosferische verspreiding van de reactieve stikstof hangt af van type bron, weersomstandigheden en omgevingsfactoren, zoals het landgebruik. Eenmaal in de atmosfeer worden de stikstofgassen verdund en kunnen ze met elkaar en met andere gassen reageren om op die manier fijnstof deeltjes te vormen, die grotere afstanden kunnen afleggen. Zowel de gassen als de deeltjes worden op hun reis door de lucht ook weer naar het aardoppervlak getransporteerd door turbulente wervels in de atmosfeer (droge depositie) en doordat ze oplossen in neerslag en op die manier weer op het aardoppervlak terecht komen (natte depositie).

De depositie-afstand voor ammoniak kent vanuit de bron een pluimvormige kegel die zich snel verdund. De *hoogste* depositie vindt plaats nabij de bron, de *meeste* depositie ten gevolge van de emissiebron vindt daarentegen plaats op grotere afstand. Op 1 kilometer is de depositie al 100 maal kleiner dan dichtbij de bron, maar op 1 kilometer van de bron is pas 20% van de uitstoot neergeslagen en op 100 kilometer is dit 60% (zie figuren 1a en 1b).

Niet afgebeeld is de verspreiding voor NO_x , maar daarvoor geldt dat dit in de regel nog verder wordt verspreid dan NH_3 . Deels komt dat door verschil in atmosferische eigenschappen en deels door verschil in emissiehoogte (veelal hoger).



Figuur 1a: Depositie van NH_3 als functie van de afstand tot de bron, gemiddeld over alle windrichtingen met een bronhoogte van 3 m (uit Kros, et. al., 2008)



Figuur 1b: Fractie van gedeponeerde NH_x als functie van de afstand tot de bron, gemiddeld over alle windrichtingen met een bronhoogte van 3 m (uit Kros, et. al., 2008)

² Een verbinding van stikstof met zuurstof, waterstof of koolstof.

Effect van stikstofdepositie op natuur

Een overmaat van stikstof heeft effect op de gehele voedselketen in de natuur. Teveel en langdurige stikstofdepositie leidt tot overbemesting van de natuur. Enkele plantensoorten groeien ten koste van andere soorten en stikstof (nitraat) spoelt uit naar het grondwater. Tevens verzuurt de bodem in het natuurlijke systeem; waardevolle voedingsstoffen, zoals calcium, magnesium en kalium, worden verdrongen en spoelen weg. Er komt aluminium vrij wat in overmaat giftig is voor planten en dieren (Kros, et al., 2008). Uiteindelijk leidt de vermesting en verzuring als gevolg van een overmaat aan stikstof vanuit de atmosfeer tot een verstoring van de bodem, de vegetatie en de fauna in de natuurgebieden. Vooral voedselarme ecosystemen zijn hier gevoelig voor. Kwetsbare soorten verdwijnen en de instandhouding van natuur die aangewezen is in het kader van Natura 2000 wordt bemoeilijkt.

Om de instandhouding van de natuur in de Natura 2000-gebieden te waarborgen zijn herstelmaatregelen nodig om de erfenis van de te hoge stikstofdepositie in de laatste halve eeuw te verwijderen. In bijna geen van de voor stikstofgevoelige natuur is namelijk spontaan herstel van de biodiversiteit binnen een termijn van 50 jaar te verwachten. De stikstofophoping in de ecosystemen verdwijnt niet zelf, met uitzondering via denitrificatie in moerassen of uitspoeling van nitraat naar grondwater (Kros, et al., 2008). De stikstofophoping kan op lokaal niveau met afvoeren van de voedselrijke bovenlaag (baggeren, plaggen, strooisellaag verwijderen) en afvoer van biomassa (hooien, begrazen, branden) verwijderd worden. Verzuring kan worden tegengegaan met toevoer van stoffen (bekalken, mineralen giften) en herstel waterhuishouding.

Zolang de stikstofdepositie te lang te hoog blijft zullen herstelmaatregelen nodig blijven om de stikstofgevoelige natuur in stand te houden (zie ook H4, kritische depositiewaarden). Herstelmaatregelen kunnen echter niet oneindig doorgaan. Bijvoorbeeld in geval van plaggen wordt de opgehoopte hoeveelheid stikstof wel verwijderd, maar is echt functioneel herstel van de heide niet mogelijk, omdat met plaggen ook waardevolle bodemmineralen en sporenelementen worden afgevoerd die niet meer terugkomen in het heidesysteem (Weijters, et al., 2018).

Overigens is niet alleen de stikstofdepositie een knelpunt voor de instandhoudingsdoelen van Natura 2000. Zo kan het herstel van de waterhuishouding en het toepassen van het juiste beheer minstens zo'n een belangrijke rol spelen voor realisatie van de instandhoudingsdoelen van de habitattypen en leefgebieden. Omdat lokaal de knelpunten behoorlijk verschillen vergt dit een gebiedsgerichte aanpak voor herstel van de natuur. Dit is voor ieder Natura 2000-gebied uitgewerkt in een beheerplan.

3. Emissies van stikstof

Emissiebronnen

De Emissieregistratie, onder regie en aansturing van het RIVM, verzamelt, controleert en bewerkt jaarlijks informatie over de emissies van o.a. NO_x en NH₃, en registreert deze emissies in een centrale database.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de bronnen voor stikstofemissies in Nederland, conform de registratie van de Emissieregistratie. Een groot deel van de bronnen behoort tot de gegevensverzameling ten behoeve van de NEC-richtlijn (National Emission Ceilings, EU richtlijn 2001/81/EC, zie volgende paragraaf). De emissie vanuit de zeescheepvaart op de Noordzee en de emissie vanuit de hobbymatige agrarische activiteiten en natuurgebieden (begrazing met vee en lichte bemesting) maken geen deel uit van de gegevensverzameling voor de NEC-richtlijn, maar worden in de modelberekeningen voor de stikstofdepositie wel als bronnen meegenomen. Ze zijn daarom ook in tabel 1 opgenomen als emissiebron.

Onnauwkeurigheden en onzekerheden registratie emissies

De registratie van de totale emissies kent onnauwkeurigheden en/of onzekerheden die gepaard gaan met metingen van emissies, de meetmethoden, de dataverzameling en volledigheid en consistentie van de emissieberekeningen. Voor NH₃ is deze onzekerheid op het landelijk totaal ± 17% en voor NO_x ±15% (<http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/content/explanation.nl.aspx#kwaliteit>).

Vorig jaar heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet en het RIVM over de onzekerheden m.b.t. ammoniakemissies uit de landbouw gerapporteerd over de periode 2005-2016 (CDM-advies, 2018). De commissie concludeert dat er sterke aanwijzingen zijn dat de ammoniakemissie uit emissiearme stallen hoger is, dat er minder mest wordt geëxporteerd en dat de mest minder emissiearm wordt toegediend dan in de huidige emissieberekeningen. De totale ammoniakemissie vanuit landbouw zal daardoor waarschijnlijk hoger zijn dan wordt gepresenteerd in de huidige emissiecijfers.

De totale stikstofoxide emissie in Nederland (inclusief Noordzee) bedraagt 244 kton NO_x (ofwel 73 kton N³):

- Verkeer, vervoer en de zeescheepvaart zijn de grootste bronnen.
- De grootste NO_x emissies komen voor in de gebieden met veel industrie, met name in de Randstad, op de grote zeevaartroutes en de hoofdverkeersroutes.
- Sinds 1990 zijn de NO_x emissies behoorlijk gedaald (in 2018 op 39-45% van de emissie in 1990).

De totale ammoniakemissie in Nederland bedraagt 139 kton NH₃ (ofwel 114 kton N⁴):

- De ammoniakemissie wordt grotendeels veroorzaakt door de landbouw.
- De grootste NH₃ emissies komen voor in de gebieden met een hoge dichtheid aan veehouderij. Dit zijn van oudsher de arme zandgronden, zoals de Gelderse Vallei, het oostelijk deel van Noord-Brabant, het noordelijk deel van Limburg en delen van Overijssel. Daarnaast zijn de laatste jaren de emissies in de traditionele melkveegebieden (Hollandse- en Friese veenweiden) toegenomen.
- De ontwikkeling van de ammoniakemissie neemt door de jaren heen steeds verder af (in 2018 op 37% van de emissie in 1990), maar kent de laatste jaren (tijdens het PAS-regiem) geen afname en zelfs weer een stijgende trend.

³ 1 kg NO_x (gedefinieerd als NO₂) = 0,30 (14/46) kg N

⁴ 1 kg NH₃ = 0,82 (14/17) kg N

Tabel 1: Bronnen van ammoniak en stikstofoxide emissies in Nederland (bron: Emissieregistratie en CBS, 2019⁵, bewerkt door WENR).

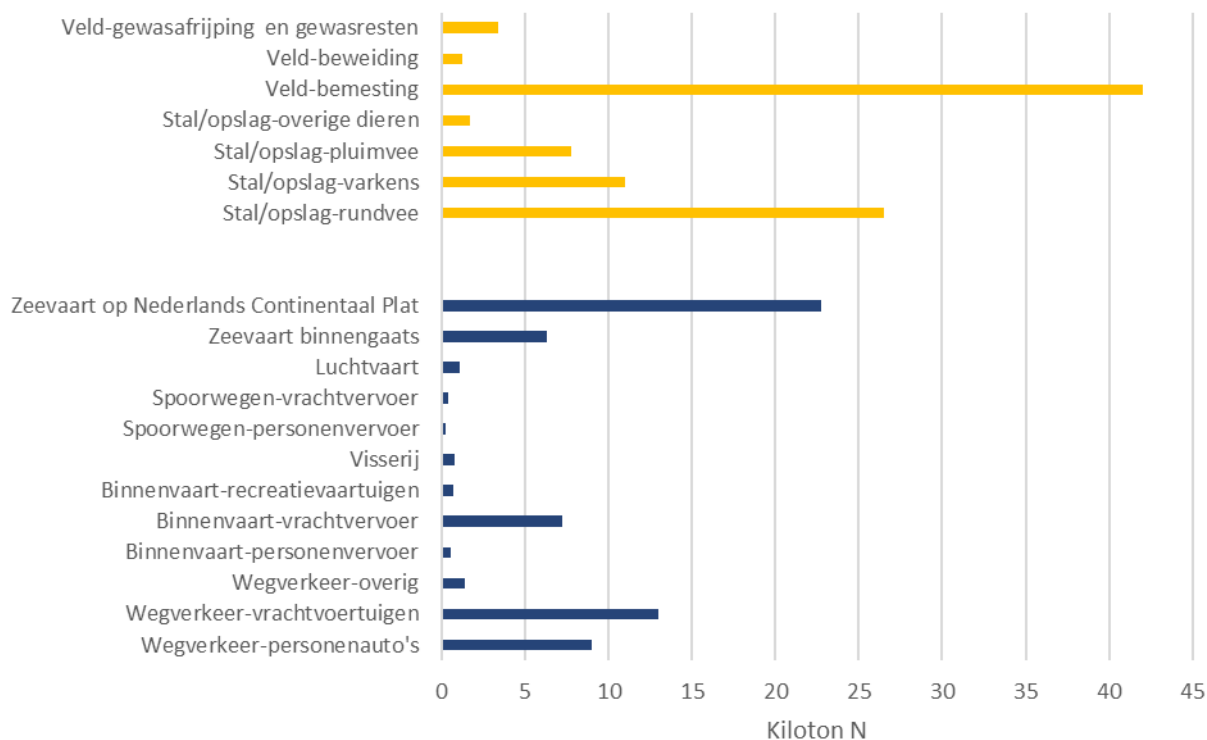
Stikstofoxiden (NO _x)	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018*	Relatieve bijdrage NO _x , cf. NEC-richtlijn o.b.v. 2018 (%)	Relatieve bijdrage (%) totaal NO _x o.b.v. 2018 (%)	NEC-plafond 2010 ¹⁾	NEC-plafond 2020-2029	NEC-plafond 2030
Industrie, Energie en Raffinaderijen	188	143	102	92	66	56	52	51	50	20%	16%			
Binnenlands verkeer en vervoer	347	289	256	215	175	148	142	137	137	56%	43%			
Consumenten	23	25	21	18	16	10	10	9	9	4%	3%			
HDO en Bouw	12	12	12	11	10	8	7	7	7	3%	2%			
Landbouw	58	58	50	45	45	44	43	41	41	17%	13%			
Totaal NO_x NEC	629	527	441	381	312	265	254	246	244	100%	76%	260	210	149
Relatieve ontwikkeling (1990 = 100)	100	84	70	61	50	42	40	39	39					
Zeescheepvaart NCP	76	78	94	106	82	78	78	75	75		24%			
Totaal Nox (incl. zeescheepvaart)	705	605	535	487	394	343	331	321	319		100%			
Relatieve ontwikkeling (1990 = 100)	100	86	76	69	56	49	47	46	45					
Ammoniak (NH ₃)	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018*	Relatieve bijdrage NH ₃ , cf. NEC-richtlijn o.b.v. 2018 (%)	Relatieve bijdrage (%) totaal NH ₃ o.b.v. 2018 (%)	NEC-plafond 2010	NEC-plafond 2020-2029	NEC-plafond 2030
Industrie, Energie en Raffinaderijen	5	4	3	3	2	2	2	2	2	2%	1%			
Verkeer	1	2	4	5	5	4	4	4	4	3%	3%			
Consumenten	10	8	7	8	8	8	8	8	8	6%	6%			
HDO en Bouw	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3%	3%			
Landbouw	331	205	158	134	116	111	110	114	113	86%	82%			
Totaal NH₃ NEC	351	224	176	155	134	129	129	132	132	100%		128	137	123
Relatieve ontwikkeling (1990 = 100)	100	64	50	44	38	37	37	38	37					
Hobbybedrijven en natuurterreinen						6	7	6	7		5%			
Totaal NH₃ (incl. hobbybedrijven)						135	136	138	139		100%			

* Voorlopige cijfers

¹⁾ National Emission Ceilings, EU richtlijn 2001/81/EC,

Voor NO_x zijn de categorieën "Binnenlands verkeer en vervoer" en "Zeescheepvaart" de grootste emissiebronnen: samen voor 67% van de NO_x-emissie verantwoordelijk. Voor de NH₃ is categorie landbouw de grootste bron, verantwoordelijk voor 82% van de NH₃ emissie. Samen zijn ze verantwoordelijk voor 73% van de totale stikstofemissie naar de atmosfeer in Nederland. Om meer inzicht te krijgen in aard en omvang van deze bronnen zijn ze in figuur 2 uitgesplitst naar verschillende (deel)sectoren. Om de NO_x- en NH₃-emissies op gewichtsbasis vergelijkbaar te maken zijn ze omgerekend naar kiloton stikstof.

⁵ <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7063/table?fromstatweb>



Figuur 2: Stikstofemissies uitgesplitst naar verschillende bronnen binnen de categorie landbouw en verkeer en vervoer (in kiloton N); geel: NH₃ emissies, blauw: NO_x emissies. Bron: Bruggen van et al., 2019, CBS statline Emissies naar lucht op Nederlands grondgebied; mobiele bronnen 11 september 2019⁶, bewerkt door WENR).

Emissieplafonds

In Europees verband zijn afspraken gemaakt over de maximale omvang van emissies per land. In de NEC-richtlijn (2001/81/EC) zijn voor de Europese lidstaten emissieplafonds (National Emission Ceilings) voor 2010 vastgesteld voor o.a. NO_x, SO₂, NH₃, VOS (Vluchtige Organische Stoffen) en fijnstof (PM). Voor deze stoffen werd een internationale aanpak noodzakelijk geacht, omdat de luchtvervuiling niet stopt bij de landsgrenzen en de Europese landen elkaar wat dat betreft flink beïnvloeden.

De emissieplafonds uit de NEC-richtlijn uit 2001 gelden vanaf het jaar 2010 en zijn verplichtend. Als een lidstaat niet voldoet aan een richtlijn kan de EU sancties opleggen. In Nederland wordt het NO_x-plafond sinds 2016 gehaald. Het NH₃-plafond (128 kiloton) werd in 2016 bijna gehaald, maar sindsdien is de ammoniakemissie weer gestegen.

In mei 2012 zijn in Geneve afspraken gemaakt over nieuwe emissieplafonds voor luchtverontreinigende stoffen in Europa (zie Tractatenblad 2013 nr. 70). Hierdoor zullen vanaf 2030 in Europa aangescherpte emissieplafonds per land gaan gelden voor o.a. NO_x en NH₃. Voor NO_x geldt dan voor Nederland een reductie van 61% ten opzichte van 2005 en voor NH₃ een reductie van 21% ten opzichte van 2005.

Het emissieplafond uit de NEC-richtlijn voor ammoniak is overigens niet toegesneden om de overmaat aan atmosferische stikstofdepositie op de voor stikstofgevoelige habitattypen en soorten in de Natura-2000 gebieden te reduceren tot de kritische depositiewaarden. Ook met emissieniveaus onder de in Europees verband afgesproken landelijke plafonds treden er nog nadelige effecten op voor lokale milieuoedities en natuur (PBL, 2018). Om in overeenstemming te zijn met de kritische depositieniveaus voor ammoniak is een nationaal emissieniveau van circa 30-55 kton NH₃ per jaar gewenst (Ministerie van VROM, 2001).

⁶ <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7062/table?fromstatweb>

4. Stikstofdepositie in Nederland

De gemiddelde stikstofdepositie

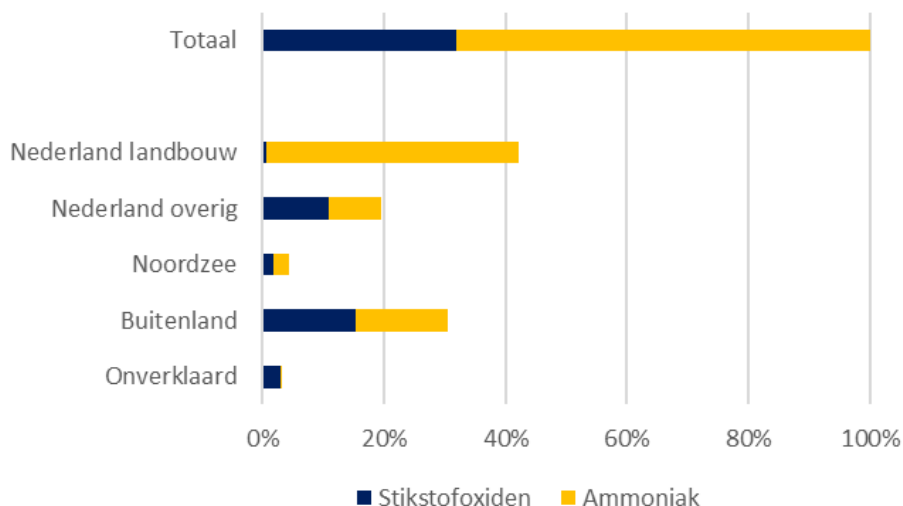
De gemiddelde stikstofdepositie in Nederland bedraagt in 2017 ruim 1600 mol N/ha/jr. Dit betreft de depositie op zowel de landbouwgronden als ook de natuur (Velders, et al., 2018).

Regionaal komen grote verschillen voor in de stikstofdepositie. In de Gelderse Vallei en de Peel komen deposities voor van ca. 4.000 mol stikstof per hectare per jaar. Dat komt door de hoge lokale ammoniakuitstoot van de intensieve veehouderij. De hoge emissie van stikstofoxiden in en nabij grote steden is de oorzaak van de hogere depositie in die gebieden.

Herkomst van de stikstofdepositie

Ruim 60% van de totale stikstofdepositie is afkomstig uit Nederlandse bronnen; 42% vanuit de landbouw en 20% vanuit overige bronnen (zowel NH₃ als NO_x). De rest is afkomstig uit het buitenland (30%, gelijkelijk verdeeld over NH₃ als NO_x) en vanuit de zeescheepvaart Noordzee en soms onverklaarbaar (beiden enkele procenten) (zie figuur 3).

Er komt dus relatief veel vanuit het buitenland, maar een nog groter deel van de Nederlandse emissie komt in het buitenland terecht. Voor zowel de stikstofdepositie afkomstig van ammoniak als van stikstofoxiden geldt dat Nederland ruim 3 tot 4 keer zo veel exporteert als het van het buitenland ontvangt (TNO, 2019).

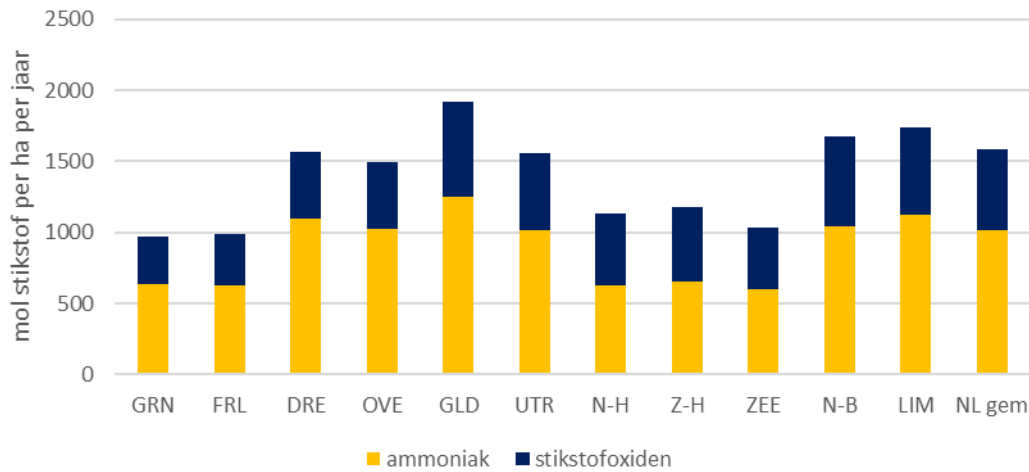


Figuur 3: Herkomst stikstofdepositie naar verschillende bronnen in 2017 (%), gemiddeld voor het gehele Nederlandse grondgebied. Bron: Rivm, 2019, <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0507-herkomst-vermestende-depositie>.

Stikstofdepositie op de voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden

Voor de landbouwgronden is stikstof een goede meststof. Voor de natuur in Nederland is teveel stikstof in de bodem een belangrijke oorzaak voor de achteruitgang van kwetsbare soorten in met name voedselarme ecosystemen. De met INITIATOR (zie bijlage 1) berekende depositie op de voor stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Nederlandse Natura 2000-gebieden bedraagt gemiddeld bijna 1600 mol N/ha/jr (peiljaar 2017). Ook hier geldt dat de herkomst voor ca. twee derde afkomstig is van de ammoniakemissie en een derde afkomstig van de emissie van stikstofoxiden.

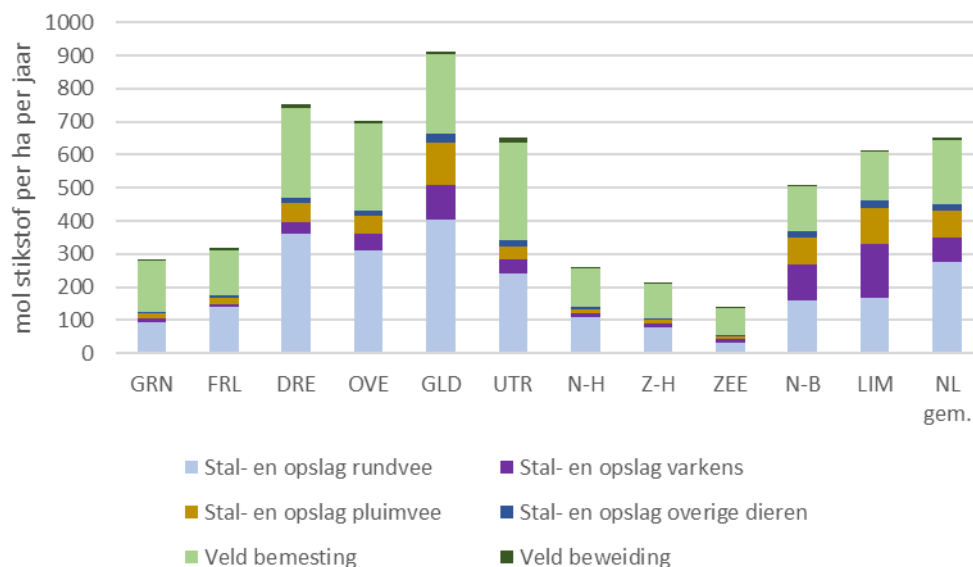
Figuur 4 laat zien dat in de provincies met een hoge dichtheid aan veehouderij, zoals Gelderland, Noord-Brabant, Drenthe, Overijssel, Utrecht en Limburg, de stikstofdepositie het hoogst is en dat ammoniak daar relatief meer aan bijdraagt dan in de overige provincies. Het betreft hier overigens de totale ammoniakdepositie.



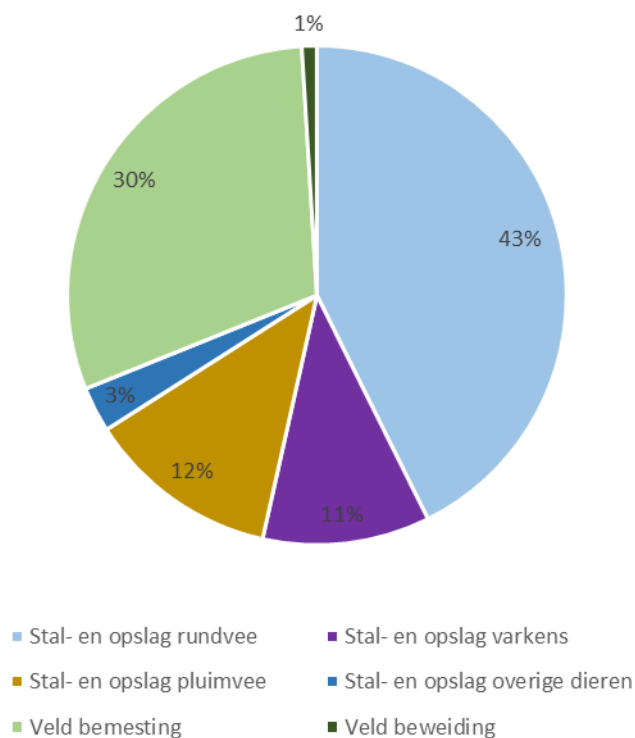
Figuur 4: De berekende stikstofdepositie op de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden voor soorten in de Natura 2000-gebieden in Nederland naar provincie en stikstofbron, peiljaar 2017. Flevoland kent geen voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden en is niet opgenomen. Bron: GCN (RIVM) en INITIATOR, bewerkt door WENR.

De bijdrage vanuit de Nederlandse landbouw aan de stikstofdepositie op de voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden

Figuur 5 geeft de stikstofdepositie op de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden weer als gevolg van de ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw. In de provincies met een hoge veedichtheid is de bijdrage het grootst. In Gelderland is de gemiddelde bijdrage 900 mol N/ha/jr. In Zeeland daarentegen is de bijdrage zeer beperkt (ruim 100 mol N/ha/jr). De grootste bijdrage wordt geleverd vanuit de rundveehouderij (zie figuur 6). De stal- en opslagemissies uit de rundveehouderij bedragen 43% van de totale landbouwbijdrage aan de stikstofdepositie. Deze sector is ook deels verantwoordelijk voor de emissies in het veld als gevolg van bemesting. Bemesting draagt voor 30% bij aan de gemiddelde stikstofdepositie vanuit de Nederlandse landbouw. De bijdrage aan de depositie vanuit beweiding is zeer klein. In figuur 7 is de bijdrage van de Nederlandse landbouw aan de gemiddelde totale stikstofdepositie weergegeven per Natura 2000-gebied. In bijlage twee is de gemiddelde bijdrage van de Nederlandse landbouw aan de stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden per provincie uitgesplitst naar de bijdrage van de landbouw uit de provincie zelf en de bijdrage van de landbouw uit de rest van het land. Hieruit blijkt dat de bijdrage vanuit de rest van Nederland per provincie verschilt, van ca. 35% in Noord-Holland tot ca. 65% in Drenthe (zie bijlage 2). Gemiddelde voor alle provincies bedraagt de bijdrage van de landbouw vanuit de rest van Nederland aan de Nederlandse landbouw gerelateerde stikstofdepositie op de natuur ca. 45%.

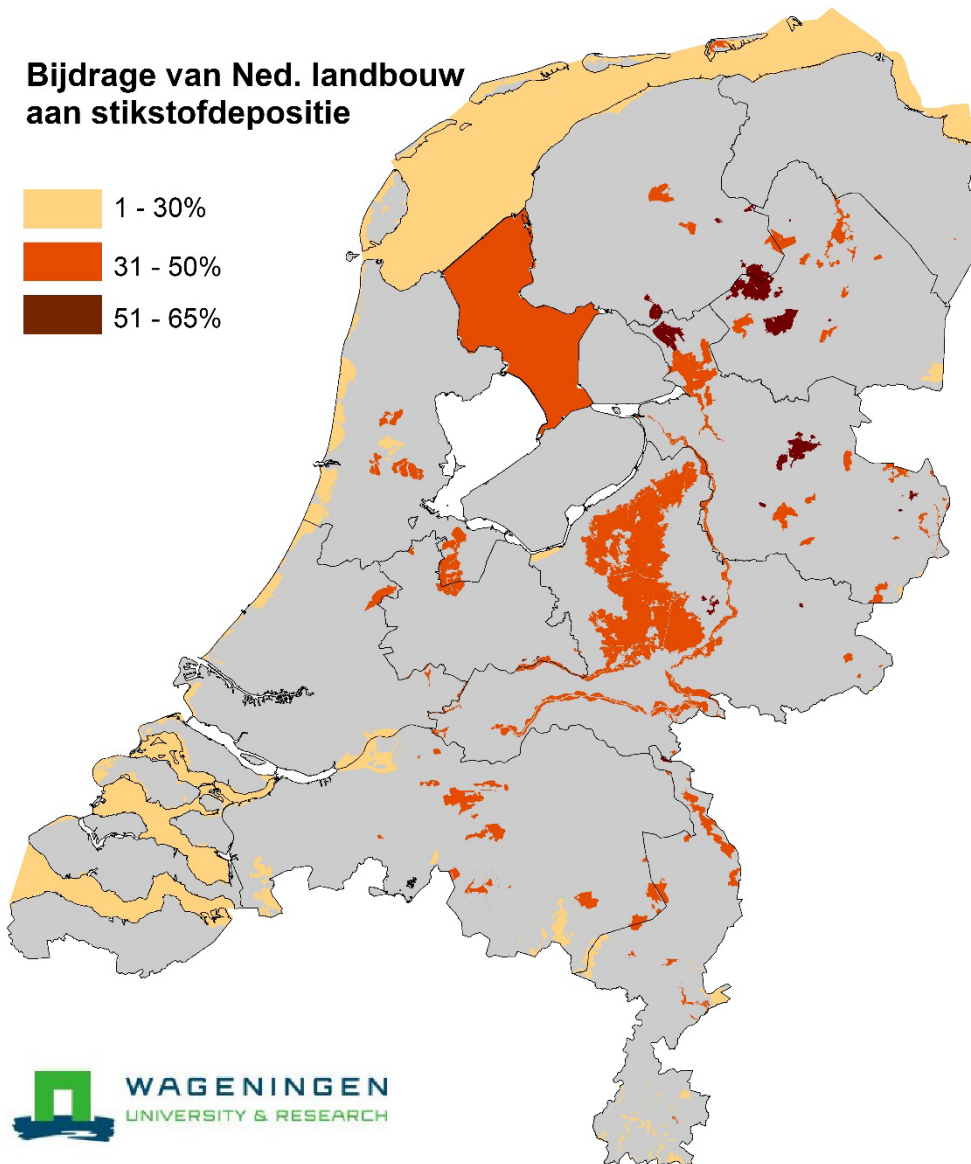
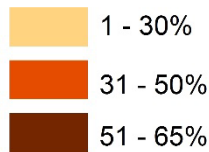


Figuur 5: Berekende gemiddelde stikstofdepositie als gevolg van de ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw op habitattypen en leefgebieden in Natura 2000-gebieden naar provincie naar stikstofbron, peiljaar 2017. Bron: INITIATOR, bewerkt door WENR.



Figuur 6: Relatieve bijdrage aan gemiddelde stikstofdepositie als gevolg van de ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw op habitattypen en leefgebieden in Natura 2000-gebieden, peiljaar 2017. Bron: INITIATOR, bewerkt door WENR.

Bijdrage van Ned. landbouw aan stikstofdepositie



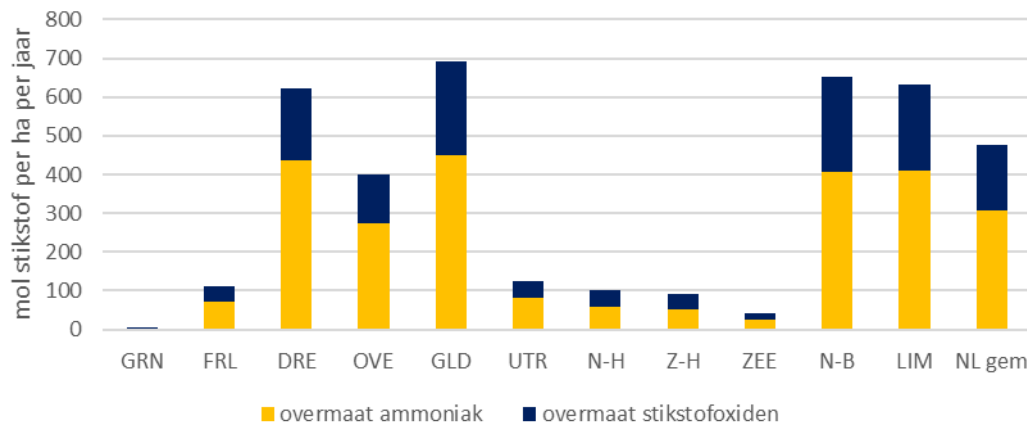
Figuur 7: De relatieve bijdrage van de Nederlandse landbouw aan de gemiddelde totale stikstofdepositie op de stikstofgevoelige habitats en leefgebieden in de Natura 2000-gebieden, peiljaar 2017. Bron: GCN (RIVM) en INITIATOR, bewerkt door WENR.

Kritische depositiewaarden

Voor ieder habitattypen in Nederland is een kritische depositiewaarde bepaald (van Dobben, et. al. 2012) en zijn uiteindelijk in het PAS opgenomen. De kritische depositiewaarde is een grens voor stikstofdepositie waarboven het risico niet kan worden uitgesloten dat de kwaliteit van het habitattypen wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermestende invloed van de stikstofdepositie. Indien de kritische depositiewaarde wordt overschreden zullen de instandhoudingsdoelen van het habitattypen naar alle waarschijnlijkheid niet worden gerealiseerd. Er zullen herstelmaatregelen nodig blijven om de habitattypen duurzaam in stand te houden. Hierbij geldt hoe hoger de overschrijding van het kritische niveau en hoe langduriger die overschrijding plaats vindt hoe groter het risico is op ongewenste effecten op de biodiversiteit. Andersom geldt dat iedere afname van de mate en duur van overschrijding bijdraagt aan het realiseren van de instandhoudingsdoelen. Overigens is voor de instandhouding van habitattypen en soorten niet alleen de aanpak van de overmaat aan stikstofdepositie belangrijk. Andere milieucondities, ruimtelijke condities, goed beheer en waterhuishouding zijn eveneens van belang.

De kritische depositiewaarden van de habitattypen variëren van 400 tot 1800 mol N/ha/jr, maar voor de meeste habitattypen liggen ze tussen 700 tot 1500 mol N/ha/jr. Vennen, heischrale graslanden en duinen zijn nog gevoeliger. Voor deze typen liggen de kritische depositiewaarden tussen 400 tot 700 mol N/ha/jr.

In figuur 8 staat de gemiddelde overschrijding van de kritische depositiewaarde op de Natura 2000-gebieden per provincie weergegeven. De overmaat aan stikstof verschilt sterk per provincie. Dit heeft te maken met enerzijds de mate van stikstofdepositie en anderzijds de mate van gevoeligheid voor de stikstofdepositie. In Groningen, Friesland, Utrecht, Noord- en Zuid-Holland en Zeeland blijft de overschrijding beperkt tot gemiddeld 100 mol f N/ha/jr. In de overige provincies varieert de overschrijding van 400 tot bijna 700 mol N/ha/jr.

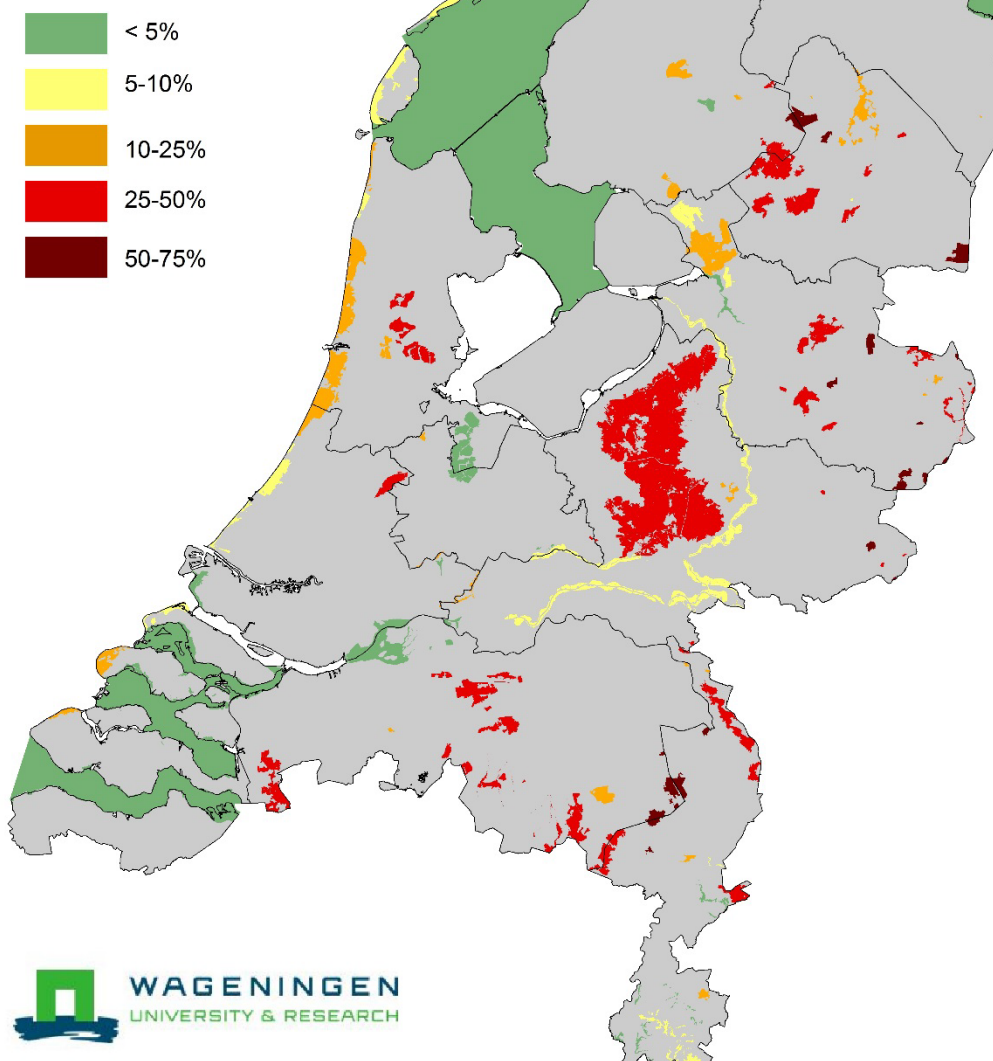


Figuur 8: Berekende gemiddelde overmaat aan stikstofdepositie op habitattypen en leefgebieden in Natura 2000-gebieden naar provincie, peiljaar 2017. De overmaat is verdeeld over ammoniak en stikstofoxiden, na rato van de bijdrage aan de totale stikstofdepositie. Bron: GCN (RIVM) en INITIATOR, bewerkt door WENR.

De laatste staaf in figuur 8 laat de gemiddelde overschrijding voor heel Nederland zien. Daaruit valt af te lezen dat er sprake is van een gemiddelde overschrijding van bijna 500 mol N/ha/jr. Dit is ongeveer een derde van de totale gemiddelde depositie. Om onder de gemiddelde overschrijding te komen is een gemiddelde reductie van 33% nodig van alle emissies die bijdragen aan de Nederlandse depositie op de Natura 2000-gebieden. Een deel van deze emissies vindt plaats in het buitenland; als we de gehele reductie enkel in Nederland willen behalen gaat het om ruim een halvering van de huidige Nederlandse emissies ($52\% = 500 / (60\% \cdot 1600)$).

De weergegeven overschrijding in figuur 8 betreft een gemiddelde per provincie over alle aanwezige stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Natura 2000-gebieden. Figuur 9 geeft per Natura 2000-gebied weer hoe groot de relatieve overschrijding is. Daaruit is af te lezen dat op het niveau van Natura 2000-gebieden de verschillen in overschrijding groter zijn. Binnen een Natura 2000 kan dit overigens ook weer sterk verschillen per habitatype. Ter illustratie: in een nog niet gepubliceerde studie (Gies en Kros, in prep) komt naar voren dat voor Natura 2000-gebied de Veluwe de depositie met gemiddeld 55% moet reduceren om de onder de kritische depositiewaarde te komen. Echter voor zandverstuivingen, een zeer kritisch habitatype, dient de depositie met ruim 70% gereduceerd te worden.

Mate van overschrijding stikstofdepositie



Figuur 9: Berekende overschrijding (%) van de gemiddelde kritische depositiewaarde voor stikstof voor de Nederlandse Natura 2000-gebieden, peiljaar 2017. Bron: GCN (RIVM) en INITIATOR, bewerkt door WENR.

5. Maatregelen landbouw

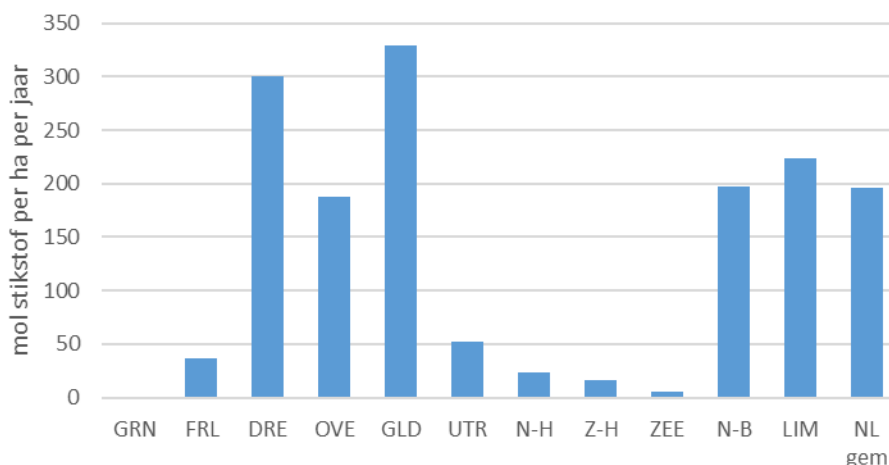
De reductieopgave

Om de instandhoudingsdoelen voor de habitattypen en de soorten in de voor stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden op een duurzame manier te realiseren is de opgave om de atmosferische stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden met gemiddeld 500 mol N/ha/jr te verlagen. Om deze gemiddelde reductie te bewerkstelligen is een derde tot de helft⁷ van de emissies gereduceerd dienen te worden. Let wel het gaat hierbij om een gemiddelde voor heel Nederland. Daarmee zijn nog niet alle voor stikstofgevoelige habitattypen en soorten voldoende beschermd. Lokaal kan een deel van de natuur, de meeste gevoelige natuur met laagste kritische depositiewaarden, in de Natura 2000-gebieden bij deze reducties nog steeds een overmaat aan atmosferische stikstof ontvangen.

WWF-NL en NM hanteren bij de aanpak over oplossingsrichtingen ontstane stikstofproblematiek de volgende uitgangspunten (brief aan adviescollege van 12 augustus 2019):

- Een reductiedoelstelling voor alle sectoren.
- Nieuwe ontwikkelingen dragen bij aan significant verlagen stikstofemissie
- De oplossingen moeten zo veel mogelijk andere milieuproblemen (klimaat, waterkwaliteit- en kwantiteit) – naast natuuropgave -dienen, en mag zeker niet ten koste gaan van andere natuur- en milieuthema's en dierenwelzijn.
- Extra regionale maatregelen in en rondom Natura 2000-gebieden (bufferzones)
 - Transitie landbouw naar kringloop- en natuurinclusieve landbouw
 - Warme sanering piekbelasters en bedrijven die transitie niet kunnen maken
 - Regionale stikstofplafonds
- Koppeling zoeken met andere gebiedsdoelen bijvoorbeeld op het gebied van biodiversiteit, bodemdaling, klimaat, waterkwaliteit, woningbouw en recreatie.

We interpretern het uitgangspunt 'Een reductiedoelstelling voor alle sectoren' als volgt: iedere sector draagt, evenredig aan de huidige bijdrage van de stikstofdepositie, bij aan de totale reductieopgave. We kijken in de verdere uitwerking specifiek naar maatregelen in de landbouw. We definiëren de reductieopgave voor landbouw als volgt: landbouw draagt gemiddeld genomen voor 40% bij aan de stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden, de te realiseren reductie bedraagt dan $40\% \times 500 = 200$ mol N/ja/jr. Dit is een landelijk gemiddelde. Figuur 10 geeft de gemiddelde reductie voor de landbouw weer per provincie.



Figuur 10: De gemiddelde reductieopgave per provincie voor stikstofdepositie als gevolg van de landbouw, in geval alle sectoren evenredig (naar rato van de huidige bijdrage aan de stikstofdepositie) bijdragen aan het reduceren van de stikstofdepositie op de natuur tot de kritische depositiewaarde.

De gemiddelde stikstofreductie per provincie in figuur 10 is indicatief en betekent niet dat daarmee de kritische depositiewaarde voor ieder habitatype of leefgebied binnen het Natura 2000-gebied haalbaar

⁷ Een derde reductie van emissies in geval het alle emissies betreffen (incl. bijdrage buitenland) die bijdragen aan de stikstofdepositie op de natuur, de helft reductie in geval alleen naar de Nederlandse emissies gekeken wordt.

zal zijn. Met name de habitattypen die zeer gevoelig zijn voor stikstof zullen bij deze reducties nog niet volledig beschermd zijn.

Maatregelen landbouw

We werken een aantal maatregelen in de landbouw uit die kunnen bijdragen aan het reduceren van de stikstofdepositie op de natuurgebieden. We maken op basis van de beschikbare kennis een inschatting of de opgave voor de depositiereductie in de landbouw, zoals in de vorige paragraaf wordt geschetst, haalbaar is. Er zijn grofweg drie sporen binnen de landbouwsector die tot een ammoniakreductie kunnen leiden:

- 1) Emissie reducerende maatregelen in de huidige veehouderijsystemen door middel van inzet van technische- en managementmaatregelen;
- 2) Emissie reductie door transitie naar meer grondgebonden kringloop- en/of natuurinclusieve landbouw;
- 3) Lokaal rondom Natura 2000-gebieden maatwerk verrichten; emissiereductie of sanering van veehouderijbedrijven die lokaal een (zeer) hoge stikstofbelasting geven op de stikstofgevoelige habitattypen of leefgebieden.

Ad 1) Emissie reducerende maatregelen in de huidige veehouderijsystemen door middel van inzet van technische en het nemen van managementmaatregelen

De uitstoot van ammoniak uit dierlijke mest en kunstmest kan met technische en managementmaatregelen beperkt worden:

- Het aandeel totaal anorganisch stikstof (TAN)⁸ in mest kan verminderd worden via de samenstelling van het voer⁹, waardoor de ammoniakemissie afneemt.
- De huidige stallen kunnen vernieuwd of aangepast worden. Momenteel voldoen alle stallen aan de maximale emissiewaarden voor ammoniak volgens Besluit Emissiearme Huisvesting uit 2015, met uitzondering van de stallen van de bedrijven die meedoen aan de Stoppersregeling (geldig tot 2020) of interne saldering¹⁰ toegepast hebben. Er zijn echter voor de meeste diercategorieën goedgekeurde stalsystemen beschikbaar met veel lagere emissiewaarden. Bij de meest vergaande systemen gaat het om chemische of biologische luchtwassers.
- In de toekomst wordt verwacht dat voor varkens en rundvee stalsystemen mogelijk zijn waarbij mest en urine direct gescheiden worden en snel wordt afgevoerd naar een dichte opslag waarin ammoniak (en methaan) wordt afgevangen. Ook aanzuren van mest kan de ammoniakemissie beperken en heeft bovendien als bijkomend effect heeft dat ook de methaanemissie wordt gereduceerd. In Denemarken wordt deze techniek toegepast.
- Er zijn nog verbetering mogelijk bij emissiearme mesttoediening via injectie en zodebemesting; netter werken, het juiste tijdstip of de mest verdunnen met water. Ook hier kan gedacht worden aan het toedienen van aangezuurde mest.

Het reductiepotentieel van deze maatregelen schatten we als volgt in:

- Op basis van de informatie over de huidige huisvesting kan met milieutechnische verbeteringen nog 50% van de stal- en opslagemissie gereduceerd worden; alle huidige stallen hebben dan een luchtwasser.
- De veldemissies kunnen met de voorgestelde maatregelen nog wel met 10% gereduceerd worden (zie o.a. proeftuin Natura 2000 Overijssel).
- De totale ammoniakemissie kan daarmee gereduceerd worden van 93 kton N naar 65 kton N.

⁸ Deel van de stikstof in de mest dat ammoniakemissie veroorzaakt.

⁹ Zie bijv. <https://edepot.wur.nl/412075>

¹⁰ Intern salderen is dat er binnen een veehouderij in (een deel van) de bestaande huisvestingssystemen geen beste beschikbare technieken (BBT) is toegepast. Voorwaarde is wel dat de veehouder de gemiste ammoniakreductie compenseert door het toepassen van verdergaande technieken dan BBT in de overige huisvestingssystemen. Intern salderen kan alleen bij huisvestingssystemen in stallen die zijn opgericht vóór 1 januari 2007.

- Indien deze reductie daadwerkelijk bewerkstelligd wordt dan levert dit een gemiddelde reductie op van 220 mol N/ha/jr depositie op de Natura 2000-gebieden.

Met milieutechnologieën en managementmaatregelen kunnen in potentie dus nog grote reducties in emissies gehaald worden en daarmee ook de hierboven veronderstelde reductieopgave van de landbouw behalen, maar we plaatsen daarbij wel de volgende kanttekeningen:

- Om de 50% emissiereductie in huisvestingssystemen te behalen zal naar verwachting voor meer dan driekwart van de melkveestallen aanpassingen nodig zijn. Voor varkens- en pluimveestallen ligt dit aandeel waarschijnlijk wat lager. Dit vereist forse investeringen voor een veehouder waarvan de kosten, al dan niet ondersteund met subsidies, niet direct wordt terugbetaald in andere voordelen dan emissiereductie.
- De effectiviteit van de technische maatregel is niet altijd duidelijk. Bij luchtwassers met een biologische behandelingsstap wordt ammoniak gereduceerd en als nitraat/nitriet met het spuiwater afgevoerd. Er zijn echter aanwijzingen (grote) hoeveelheden andere gasvormige stikstofverbindingen kunnen ontstaan en emitteren. Voor dergelijk luchtwassers is de netto stikstofverwijdering veel lager dan de ammoniakverwijdering (Melse, et al., 2018).
- Veel maatregelen zijn vooralsnog moeilijk te implementeren; in de melkveehouderij zijn de huidige open stalsystemen moeilijk te combineren met luchtwassers. Verder wegen de kosten van de managementmaatregelen vaak niet op tegen kleine marges die het de veehouders oplevert
- Effectiviteit van maatregelen is niet altijd goed duidelijk,
- Voer- en managementmaatregelen zijn vaak goed en goed inpasbaar. Ze zijn echter vooralsnog lastig te borgen en veel van deze maatregelen werken op elkaar in: soms versterken ze elkaar, soms ook niet (Migchels et al., 2019).
- Naast de reductie in ammoniakemissie zijn er in de veehouderij ook nog opgaven in het kader van de Nitraatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en het Klimaatakkoord. Er is nog onvoldoende integraal in- en overzicht in hoeverre de bestaande technieken ook andere milieuemissies kunnen reduceren en hoe maatregelen elkaar beïnvloeden.
- Herstel van biodiversiteit, anders dan reductie van de stikstofbelasting, levert het niet op. Duurzame energie wellicht wel, bijvoorbeeld uit biogas, maar het kan ook veel energie kosten (bijvoorbeeld bij mechanische luchtwassing en ventilatie).
- De beeldvorming omtrent de nieuwe milieutechnologieën is niet altijd positief. Deze kunnen geassocieerd worden met industrialisatie, synthetische/chemische middelen en risico's voor dierenwelzijn en volksgezondheid (zie o.a. Puente-Rodríguez et. al. 2019).
- Er zijn vooralsnog voor agrarische bedrijven geen beleidsmatige of economische prikkels om tot vergaande ammoniakreductie over te gaan, tenzij ze dicht bij een Natura 2000-gebied gelegen zijn en willen uitbreiden.

Ad 2) Emissiereductie door transitie naar meer grondgebonden kringloop- en/of natuurinclusieve landbouw;

Kringlooplandbouw; het sluiten van de voer- en mest-kringloop

Minister Schouten van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) kiest in haar visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden voor een omslag naar kringlooplandbouw in 2030. De essentie van kringlooplandbouw is dat akkerbouw, veehouderij en tuinbouw grondstoffen uit elkaars ketens en reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie en voedingsketens gebruiken. Met het sluiten van kringlopen is het de bedoeling dat de verliezen naar milieu zoveel mogelijk beperkt worden. Veehouders kunnen met managementmaatregelen efficiënter omgaan met nutriënten. Zoals het aanpassen van het voer (eiwitarm rantsoen), minder kunstmest gebruiken, beter ver- en bewerken van de dierlijke mest zodat het als kunstmestvervanger kan worden gebruikt en daarmee bijdragen aan minder ammoniakemissie (zie spoor 1). Afhankelijk van het schaalniveau waarop je kringlopen wilt sluiten kan het ook effect hebben op de structuur en mate van grondgebondenheid in de veehouderij.

In dit spoor verkennen we de effecten van het sluiten van voer- en mestkringlopen. Tabel 2 geeft een kort overzicht van enkele recentelijke studies die sluiten van kringlopen op verschillende schalen heeft verkent. Op basis van deze bevindingen schatten we in welk effect het zal hebben op de ammoniakemissie.

Tabel 2: Overzicht resultaten verkennende studies naar sluiten van voer- en mestkringlopen op verschillende schaalniveaus (bron: Dolman et. al., 2019 en Leenstra et. al., 2017).

Sluiten van voer- mestkringloop op:	Kringloop	Structuurverandering veehouderij	Effect op ammoniakemissie
Mondiale schaal	Mineralen uit bewerkte mest worden terug gebracht naar de landen waar de voederproductie plaatsvindt.	Geen reductie veestapel	Geen ammoniak reductie in Nederland
Europese schaal	Geen import van veevoergrondstoffen van buiten Europa. Enkel geteelde eiwithoudende gewassen in Europa en Oekraïne.	Mogelijk 25% reductie veestapel in Europa. In Nederland lager vanwege de relatieve sterke veehouderij-sector met een hoog kennisniveau en efficiënte productie en logistiek.	Geringe ammoniakreductie in Nederland
Noordwest Europa (Benelux, Duitsland, Frankrijk, Verenigd Koninkrijk)	Zowel veevoer als dierlijke producten worden niet meer ingevoerd en uitgevoerd.	Het sluiten van de kringloop op dit niveau is niet van invloed op de concentratie van dierlijke productie in de provincie Noord Brabant, i.v.m relatieve concurrentieniveau t.o.v. andere regio's in NW-Europa, lichte krimp melkveehouderij.	Geringe ammoniakreductie in Nederland
Nationale schaal	Veevoerproductie en mestafzet o.b.v. beschikbare grond in Nederland. Geen import van veevoergrondstoffen en export van mest.	Halvering veestapel voor rundvee en pluimvee. Voor varkens mogelijk nog grotere reductie, maar is afhankelijk van beschikbaarheid/buikbaarheid reststromen.	Forse reductie ammoniakemissie (50%) in Nederland

Met betrekking tot het reductiepotentieel van het sluiten van de voer- en mestkringlopen constateren we het volgende:

- De eerste verkenningen laten zien dat indien de voer-mest-kringloop binnen Nederland gesloten gaat worden de reductie van ammoniakemissie in Nederland echt substantieel zal zijn, omdat in dat geval de veestapel zal halveren.

- Sluiten van kringlopen op een globaler schaalniveau zal waarschijnlijk maar in beperkte mate bijdragen aan de reductie van de ammoniakemissie.
- Bij het sluiten van de voer- en mestkringlopen op Nederlands schaalniveau kan de ammoniakemissie in potentie van 93 kton N naar ca. 50 kton N gaan.
- Indien deze reductie daadwerkelijk gehaald wordt dan geeft dit een gemiddelde reductie van 220 mol N/ha/jr depositie op de Natura 2000-gebieden.

Kringlooplandbouw waarbij de voer- en mestkringloop binnen Nederland gesloten wordt kan in potentie dus grote reducties bewerkstelligen en daarmee ook de hierboven veronderstelde reductieopgave van de landbouw behalen. We plaatsen hierbij de volgende opmerkingen:

- Het sluiten van een nationale voer- en mest kringloop betekent niet per definitie dat de afname van de veestapel in Nederland overal gelijk zal zijn. Dit kan per regio verschillen en het valt niet uit te sluiten dat veehouderij zich blijft concentreren met lokale piekbelastingen op Natura 2000-gebieden.
- Naast reductie van ammoniak zullen de uitspoeling naar grond en oppervlaktewater, de geur- en fijnstofhinder en gezondheidsrisico's veel minder zijn. Het levert tevens een forse bijdrage aan de reductie van broeikasgassen uit de veehouderij in Nederland.
- De structuur en intensiteit van de landbouw zal veranderen. In hoeverre er landbouwgrond beschikbaar komt, wat niet meer nodig is, is onduidelijk maar het biedt mogelijk perspectieven voor o.a. meer biodiversiteit, klimaatmaatregelen (waterberging, vernatten van het veen of klimaatbossen) en duurzame energieopwekking.
- Voor het realiseren van een veehouderij met alleen nationaal geteelde veevoergrondstoffen en reststromen zijn niet direct instrumenten voorhanden waarmee kan worden gestuurd op de invoer. Heffingen/belastingen op import zijn binnen de EU en internationaal niet toegestaan. Binnen de keten kunnen wel afspraken worden gemaakt om alleen nationaal geproduceerd veevoer te gebruiken. Ook kan er wel worden gestuurd op de mest- en mineralenproductie, via bijvoorbeeld gebruiksnormen, dierrechten¹¹ of beperking aan invoer van externe stikstof (kunstmest en krachtvoer)¹².
- Dolman et al. (2019) geven aan dat een forse terugloop van dieren grote economische gevolgen voor de huidige Nederlandse veehouderij heeft en de daarmee verbonden schakels in de keten, niet alleen doordat de export (vrijwel) verdwijnt, maar ook door forse inkrimping en verlies van schaalvoordelen. Het ontbreekt voorts nog aan data op nationaal niveau over de situatie in een nieuw kringloopsysteem m.b.t. tot productiekosten, verdienmodel en inkomen veehouderij en werkgelegenheid.

Natuurinclusieve landbouw in bufferzones rondom Natura 2000-gebieden

WWF-NL en NM stellen voor om in bufferzones rondom Natura 2000-gebieden over te gaan naar natuurinclusieve landbouw¹³. In algemene termen gaat het om extensieve grondgebonden landbouwsystemen met zoveel mogelijk lokale kringlopen met minder externe input (zoals krachtvoer en kunstmest) door middel van het toepassen van functionele agrobiodiversiteit zonder verliezen naar het milieu.

Om inzicht te krijgen in wat het reductiepotentieel van deze extensivering voor stikstofdepositie op de Natura 2000-gebieden kan zijn, kijken we vooral naar het ruimtelijke aspect; de omvang van de bufferzones die nodig is om de stikstofdepositie voldoende mate te reduceren. We maken daarvoor gebruik van een aantal studies uit het verleden die we voor diverse gebieden uitgevoerd hebben (zie tabel 3).

¹¹ <https://www.wur.nl/nl/show-longread/Handel-en-circulariteit-consequenties-van-kringlooplandbouw-voor-handel.htm>

¹² Zie o.a. Essay 'Hoogste tijd dat overheid op juiste koe gaat wedden' De overheid aan zet voor een Meerspoorenbeleid in de melkveehouderij en generieke regels waar het kan. Netwerk Grondig September 2019.

¹³ Onder natuurinclusieve landbouw verstaan we een vorm van landbouw waarbij voedsel geproduceerd wordt binnen de grenzen van natuur, milieu en leefomgeving, en met een positief effect op de biodiversiteit (Erisman et al., 2017)

Tabel 3 laat zien dat de landbouw in een bufferzone van 1 kilometer rondom de Natura 2000-gebieden 7 tot 17% bijdraagt aan de totale stikstofdepositie. Naarmate de afstand toeneemt neemt de relatieve bijdrage af; een bufferzone van 5 kilometer draagt 19 tot 28% bij aan de totale stikstofdepositie. Het gaat hier om gemiddelden. Per Natura 2000-gebied en per habitattypen kan de bijdrage uit bufferzones sterk variëren.

Tabel 3: Relatieve bijdrage van de landbouw (zowel de stal- en opslagmissies als de aanwending- en beweidingsemissies) aan de totale stikstofdepositie op de natuur¹⁾ in verschillende provincies. Bron: Gies, et. al., 2009a, Gies, et. al., 2009b, Kros, et. al., 2010, bewerking WENR.

Provincie	0-1 km	0-3 km	0-5 km	0-10km
Utrecht	17%	24%	28%	34%
Drenthe	12%	19%	23%	-
Gelderland	-	-	-	40%
Overijssel	11%	15%	-	-
De Peel N-Brabant/Limburg	7%	15%	19%	25%
Indicatief gemiddelde	15%	20%	25%	30%

1) Hierbij is uitgegaan van de zg. EHS-natuur, omdat de habitatkarakterisering in het kader van de Habitatrichtlijn toen nog niet volledig was.

Het reductiepotentieel van deze natuurinclusieve landbouw schatten we als volgt in:

- Stel dat natuurinclusieve landbouw de potentie heeft om ten opzichte van het huidige landbouwsysteem 50% ammoniakemissie te kunnen reduceren dan zal bij een bufferzone van 5 kilometer een gemiddelde depositiereductie van 200 mol N/ha/jr ($25\% \cdot 50\% \cdot 1600 \text{ mol}$) behaald kunnen worden.

We willen hierbij de volgende opmerkingen plaatsen:

- We weten nog weinig wat de potentie van natuurinclusieve landbouw is voor de reductie van de stikstofdeken; 50% is een eerste zeer ruwe schatting, puur bedoeld om inzicht te krijgen in de grootte van de bufferzones.
- De structuur van de landbouw zal veranderen. Intensieve veehouderij maakt plaats voor grondgebonden veehouderij, met name graasdierhouderij, het aantal dieren in de bufferzones daalt.
- De impact op het grondgebruik zal in veel gebieden groot zijn. Bufferzones van 5 kilometer rondom gebieden met een overmaat aan stikstof nemen ongeveer een derde van het huidige landbouwareaal in beslag. Een bufferzone van 1 kilometer heeft een geringe impact (5-10% van het huidige landbouwareaal) en geeft een reductie van gemiddeld 120 mol N/ha/jr ($15\% \cdot 50\% \cdot 1600 \text{ mol/ha/jr}$).
- Aangezien deze maatregel rondom de Natura 2000-gebieden van toepassing zal zijn, althans zo hebben we deze nu geïnterpreteerd, zal het effect van deze maatregel per Natura 2000-gebied sterk verschillen.
- In natuurinclusieve landbouw vormen landschapselementen een stabiele factor in het productiesysteem. Ze versterken de functionele agrobiodiversiteit, fungeren als habitat voor specifieke soorten en bepalen de landschappelijke kwaliteit (Erisman, 2017). Het aanbrengen van opgaande landschapselementen in een gebied kan van invloed zijn op de stikstofdepositie. De elementen beïnvloeden lokaal de luchtstromen en nemen ammoniak op. Kros et. al. (2015) laten in een verkennende studie zien dat het effect van aanbrengen van hoogopgaande landschapselementen een depositiereductie kan geven. Hoewel het een positieve bijdrage kan leveren aan het verminderen van de stikstofdepositie is het effect gemiddeld genomen zeer beperkt. Wil het enige effect hebben dan dient het aantal hoogopgaande landschapselementen fors toe te nemen.
- De effecten op biodiversiteit zullen positief zijn. Naast stikstofreductie kan verhoging van de biodiversiteit rondom de Natura 2000-gebieden ook de biodiversiteit in de Natura 2000-gebied zelf ondersteunen en helpen verbeteren.

Kringloop- en natuurinclusieve landbouw vergt een transitie naar een ander landbouwsysteem dan wat momenteel gangbaar is.

- De transitie naar natuurinclusieve landbouw vraagt een integrale aanpak (zie o.a. Smits, 2019). Het is een opgave voor de hele keten, en niet alleen voor de primaire producent. Er is een rol weggelegd voor de overheid wat betreft onder andere initiëren en faciliteren van een publiek debat, stimuleren van nieuwe initiatieven en wegnemen van (institutionele) belemmeringen. Maar ook de consument heeft een verantwoordelijkheid.
- Het toekomstige GLB (Gemeenschappelijk landbouwbeleid van de EU) biedt een kans om deze transitie verder te stimuleren. Via eco-regelingen kunnen meer doelgerichte betalingen plaatsvinden voor bijvoorbeeld, klimaat, kringlooplandbouw, leefomgeving, bodem, water en landschap gekoppeld aan regionale opgaven¹⁴

Ad 3) Emissiereductie of sanering van veehouderijbedrijven die lokaal een (zeer) hoge stikstofbelasting geven op de stikstofgevoelige habitattypen of leefgebieden.

De hoogste stikstofdepositie vindt plaats nabij de locaties waar de emissie wordt uitgestoten. Met name vanuit de stallen kan de uitstoot hoog zijn en kan lokaal de depositie ook heel hoog zijn. We weten uit studies uit het verleden dat er bedrijven zijn die belastingen veroorzaken die lokaal groter zijn dan 200 mol N/ha/jr (o.a. uit Gies, et. al 2009). Bedrijven saneren of in emissie fors reduceren kan dus lokaal veel winst voor de natuur opleveren. Het effect is echter heel lokaal, de bijdrage aan de gemiddelde depositiedaling is beperkt. Zo zal het effect van het opkopen van 10% van de varkensrechten in het kader van de Programma Sanering en Verduurzaming Veehouderij, met name gericht op het beperken van geuroverlast, gemiddeld genomen 1 tot 5 mol N/ha/jr reductie van de stikstofdepositie op de Nederlandse Natura 2000-gebieden zijn. In de provincies waar de sanering zal plaatsvinden kan de reductie van de stikstofdepositie iets groter zijn: onze inschatting is gemiddeld 10 tot 20 mol N/ha/jr. In geval de te saneren varkensbedrijven dicht bij Natura 2000-gebieden liggen zal lokaal de reductie substantieel hoger zijn, maar daar wordt in deze regeling niet op gestuurd.

¹⁴ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/05/08/kamerbrief-over-het-glb-nationaal-strategisch-plan-2021-2027>

6. Conclusies en aanbevelingen

De reductie van de stikstofdepositie op de natuur is een vraagstuk die veel sectoren in Nederland aangaat.

De huidige stikstofproblematiek is complex. Het Adviescollege Stikstofproblematiek concludeert in haar eerste adviesrapport dat Nederland een drastische daling van stikstofemissies en –depositie moet realiseren om de natuur te herstellen. De reductie van de stikstofdepositie op de natuur is een vraagstuk die veel sectoren in Nederland aangaat. De emissies uit de landbouw leveren gemiddeld genomen de grootste bijdrage (ruim 40%) aan de stikstofdepositie op de stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden. Ook andere emissiebronnen, zoals verkeer en vervoer, industrie en de bronnen in het buitenland leveren een wezenlijke bijdrage. Om een forse reductie van de stikstofdepositie op de natuur te realiseren zijn emissiereducties in alle sectoren van belang.

Om een wezenlijke reductie in stikstofdepositie als gevolg van landbouwemissies te bereiken is waarschijnlijk een mix aan maatregelen in de landbouw nodig.

Wanneer specifiek naar de landbouw wordt gekeken dan zijn er mogelijkheden aanwezig om de benodigde, naar rato van de huidige depositiebijdrage, reductie van stikstofdepositie te bewerkstelligen. Daarvoor zijn in de landbouw wel enorme inspanningen nodig. Hetzij dat ondernemers fors moeten investeren in (milieu)technieken, hetzij de landbouw transformeert naar een extensievere veehouderij met een reductie van de veestapel, hetzij er lokaal kostbare maatregelen genomen moeten worden om nabij Natura 2000-gebieden veehouderijen te saneren. We denken dat op alle drie fronten gewerkt moet worden. Geen van deze maatregelen alléén geeft garantie om de reductieopgave voor de landbouw te realiseren.

Lokale maatregelen in en rondom de Natura 2000-gebieden zullen ontoereikend zijn om overal de kritische depositiewaarden te bereiken.

Gebiedsgericht maatwerk is gezien de verschillen in en rondom de Natura 2000-gebieden groot en zeker nodig, maar de effecten van lokale maatregelen in en rondom de Natura 2000-gebieden zullen, met name in provincies met hoge overschrijdingen, ontoereikend zijn om overal de kritische depositiewaarden te bereiken. Een groot deel van de stikstofdepositie wordt veroorzaakt door bronnen waar je lokaal geen invloed op kunt hebben. Zo komt gemiddeld voor alle provincies ca. 45% van de stikstofdepositie vanuit de Nederlandse landbouw van buiten de eigen provincie. Meer landelijke maatregelen met betrekking tot reductie in stikstofemissies in de veehouderij zullen nodig zijn om de reductieopgave voor de landbouw te realiseren. Iets dat we in 2011 ook al, ter voorbereiding op het Programma Aanpak Stikstof, inzichtelijk gemaakt hebben¹⁵.

Tot slot

De bijdrage van de landbouw aan de stikstofdepositie en de effecten van de maatregelen om tot reductie van de depositie te komen zijn in deze rapportage globaal uitgewerkt en steeds gepresenteerd als gemiddelde depositie. Aangezien de verschillen per regio en per Natura 2000-gebied groot zijn verdient het de aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de bijdrage van zowel de landbouw als ook de andere sectoren aan de stikstofdepositie op de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden in de Natura 2000-gebieden. Met daarbij speciale aandacht voor de effecten van zowel gebiedsgerichte als generieke maatregelen op de reductie van stikstofdepositie. Daarbij tevens in ogenschouw nemen dat bij de maatregelen in de landbouw niet louter naar de effecten op stikstofdepositie wordt gekeken. Er liggen nog andere opgaven voor de landbouw op gebied van milieu, klimaat en volksgezondheid waarvoor we ook zoeken naar oplossingen.

¹⁵ Kros, Hans & van Dobben, Han & Wamelink, G.W. & Gies, T. & Voogd, J.. (2011). Bestrijdingsmogelijkheden provincies beperkt in Natura 2000-gebieden. Milieu dossier 2011-3.

Literatuur

<https://www.wur.nl/nl/show-longread/Handel-en-circulariteit-consequenties-van-kringlooplandbouw-voor-handel.htm>

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2019). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2017. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 147.

CDM, 2018. CDM-advies "analyse onzekerheden in ammoniakemissies", 3 december 2018.

Dobben, H.F. van, R. Bobbink, D. Bal en A. van Hinsberg, 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2397.

Dolman, M.A., G.D. Jukema, P. Ramaekers (EDS.), 2019. De Nederlandse landbouwexport in 2018 in breder perspectief. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2019-001.

Erisman, Jan Willem, Wim de Vries, Hans Kros, Oene Oenema, Ludger van der Eerden en Henk van Zeijts, 2000. Analyse van stikstofproblematiek in Nederland. Een eerste verkenning. ECN, Alterra, PRI en CLM. ECN-C—00-040.

Erisman Jan Willem, Nick van Eekeren, Anne van Doorn, Willemien Geertsema en Nico Polman, 2017. Maatregelen natuurinclusieve landbouw. Louis Bolk Instituut en Wageningen University & Research. Wageningen Environmental Research rapport 2821.

Gies, T. J. A., Kros, J., van Dobben, H. F., Voogd, J. C. H., van Rooij, B. J. R., & Smidt, R. A., 2009a. Effectiviteit ammoniakmaatregelen in en rondom de Natura 2000-gebieden in de provincie Drenthe. (Alterra-rapport; No. 1888). Wageningen: Alterra.

Gies, T. J. A., Kros, J., Voogd, J. C. H., Smidt, R. A., & van Rooij, B. J. R. 2009b. Effectiviteit ammoniakmaatregelen in en rondom de Natura 2000-gebieden in de provincie Overijssel. (Alterra-rapport; No. 1893). Wageningen: Alterra.

Gies, T.J.A en Kros, J. in prep. Inzichten en handelingsperspectieven de Veluwe.

Kros, J., W. de Vries & O. Oenema, 2002. Bepaling van provinciale stikstofplafonds; integrale afweging van effecten van het mest- en ammoniakbeleid. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 417.

Kros, J., van Dobben, H. F., Klimkowska, A., Gies, T. J. A., & Voogd, J. C. H., 2010. Stikstofdepositie in de provincie Utrecht : onderzoek in de Natura 2000-gebieden en beschermde natuurmonumenten. (Alterra-rapport; No. 2003). Wageningen: Alterra

Kros, J., Gies, T. J. A., Voogd, J. C. H., de Vries, W., Aben, J., & Pul, A., 2015. Effecten van landschapselementen op de ammoniakdepositie in Natura 2000- gebieden. (Alterra-rapport; No. 2689). Alterra, Wageningen-UR.

Leenstra, F.R. , T.V. Vellinga, B. Bremmer², 2017. KringloopToets; Sluiten van nutriëntenkringloop op het niveau van Noordwest-Europa. Inhoudelijke en procesmatige rapportage. Wageningen Livestock Research, Rapport 1019.

Melse, R.W., G.M. Nijeboer, G.C.C. Kupers, J.P.M. Ploegaert, 2018. Emissie van stikstofverbindingen uit luchtwassers met biologische wasstap. Wageningen Livestock Research, Rapport 1112.

Ministerie van VROM, 2001. Een wereld en een wil. Werken aan duurzaamheid. Nationaal Milieubeleidsplan 4, vrom 01.0433 14548/176, juni 2001.

Migchels Gerard, Leo Joosten, Marieke van Leeuwen, Reina Ferwerda, Wim Houwers, 2019. Borgen van maatregelen om ammoniakemissie te reduceren. Wageningen Livestock Research, Rapport 1196.

Oenema, Oene, Wim de Vries, Han van Dobben, Hans Kros, Gerard Velthof en Gert-Jan Reinds, 2019. Factsheet Stikstofbronnen, t.b.v. 2de Kamer Commissie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Wageningen University & Research, 02-10-2019.

PBL, 2018. Balans van de Leefomgeving 2018. Nederland duurzaam vernieuwen. Planbureau voor de leefomgeving 06-09-2018, Rapport 3160.

Puente-Rodríguez, D & C.M. Groenestein, 2019. Duurzaamheids-ethische toetsing van methaanreducerende technische maatregelen: Evaluatie van technische maatregelen ten aanzien van de integrale verduurzaming van de veehouderij. Wageningen Livestock Research, Rapport 1178.

Smits, Marie-José, Nico Polman, Rolf Michels, Gerard Migchels, Raymond Schrijver, Wijnand Sukkel, Andries Visser, Theo Vogelzang, Fred Kistenkas, 2019. Natuurinclusieve landbouw: van niches naar mainstream (fase 1). Wageningen, Wageningen Economic Research, Nota 2019-033.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., & Sörlin, S., 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223). 10.1126/science.1259855

Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Geilenkirchen, G.P., den Hollander, H.A., Nguyen, L., van der Swaluw, E., de Vries, W.J. & Wichink Kruit, R.J., 2018. Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland. Rapportage 2018. Rapport 2018-0104, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven

Weijters, M., R. Bobbink, E. Verbaarschot, B. van der Riet, J. Vogels, H. Bergsma & H. Siepel, 2018. Herstel van heide door middel van slow release mineralengift – resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek. OBN222-DZ. VBNE, Driebergen.

Bijlage 1: Verantwoording modelberekeningen

Emissies landbouw:

Hierbij is uitgegaan van de emissies zoals berekend met het model Initiator versie 5 (Kros et al., 2019), uitgaande van het peiljaar 2017. Hierbij zijn de stal- en opslagemissies bepaald per locatie van zowel wel hoofd als nevenvestigingen. De toedieningsemissies van dierlijke mest en kunstmest en de emissie door beweiding zijn op perceelsniveau bepaald. Deze zijn vervolgens opgeschaald naar 500m×500m cellen.

NH₃ Depositie berekening:

De NH₃-depositie ten gevolge van de Nederlandse landbouw op de NATURA 2000-gebieden is berekend met het OPS-model (versie 4.5.2.1). Hierbij zijn voor stal- en opslagemissies op 100m×100m als invoer gebruikt en is de depositie op 100m×100m bepaald. Dit is per sector (rundvee, varkens, pluimvee en overig) en per provincie gedaan. Hierbij is uitgegaan van de provinciegrenzen 2019. De depositie van de toediendings- en beweidingsemissie is eveneens op 100m×100m bepaald.

Bepaling totale N depositie:

Achtergrond NO_x en NH₃ op basis van de RIVM/CLO-kaarten voor 2017 per km-cel. Hierbij de NH₃-achtergrond (bijdrage buitenland en niet-landbouw Nederland) bepaald door de totale NH₃-depositie van het RIVM te verminderen met de door ons berekende depositie door de Nederlandse landbouw.

Receptoren en KDW:

De ligging van de habitatype en de leefgebieden per NATURA 2000-gebied alsmede de corresponderende KDW-waarden zijn gebaseerd op kaarten zoals gebruikt binnen de PAS. Het gaat hierbij om de stikstofgevoelige habitatypes binnen een NATURA 2000-gebied per 25m-cel. Bij het toedelen aan een provincie is alleen dat deel van het NATURA 2000-gebied gebruikt dat binnen de provinciegrenzen valt.

Overschrijding KDW:

De overschrijding van de KDW is per habitatype bepaald door een overlay van de totale N-depositie per 100m×100m cel en de KDW per 25m×25m. Deze overschrijdingen zijn vervolgens per NATURA 2000-gebied oppervlakte gewogen gemiddeld.

Referenties

Kros, H., J. van Os, J.C. Voogd, P. Groenendijk, C. van Bruggen, R. te Molder & G. Ros, 2019. Ruimtelijke allocatie van mesttoediening en ammoniakemissie : beschrijving mestverdelingsmodule INITIATOR versie 5. Wageningen, Wageningen Environmental Research. <http://edepot.wur.nl/474513>

Kros, J., W. de Vries & O. Oenema, 2002 Bepaling van provinciale stikstofplafonds : integrale afweging van effecten van het mest- en ammoniakbeleid In: Alterra-rapport 417 Wageningen Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte pp. 69 p
<http://content.alterra.wur.nl/Webdocs/PDFFiles/Alterrarapporten/AlterraRapport417.pdf>

Van Dam, J.D., P.C.M. Heuberger, J.M.M. Aben & W.A.M. van Pul, 2001. Een normstellingsmethode voor (stikstof)depositie op natuurlijke vegetaties in Nederland : een uitwerking van de Natuurplanner voor natuurdoeltypen. RIVM rapport 725501 003/2001, Bilthoven, RIVM.
<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/725501003.pdf>

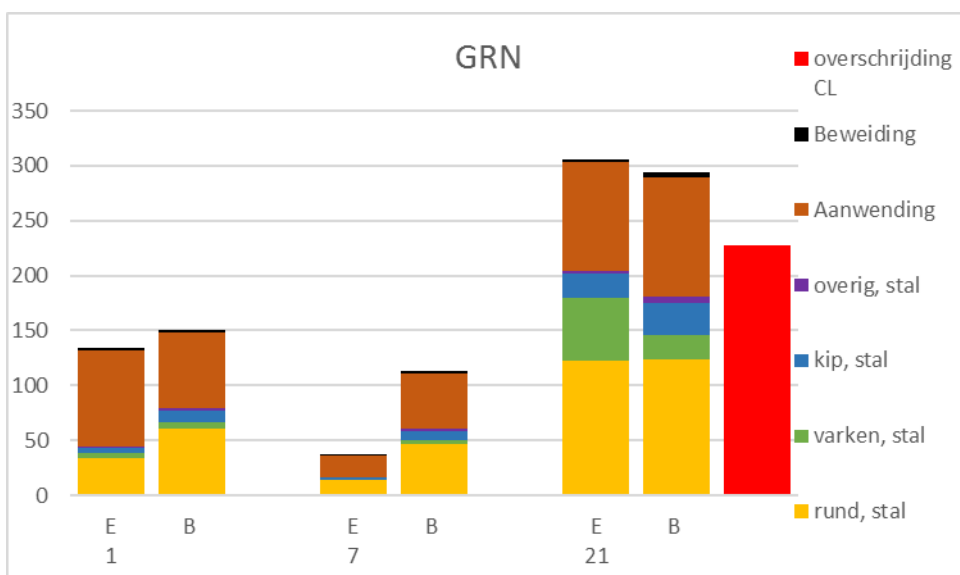
Bijlage 2: De bijdrage aan de stikstofdepositie als gevolg van de ammoniakemissie uit de landbouw

Tabel B2.1: De bijdrage van de stikstofdepositie als gevolg van de ammoniakemissie uit de landbouw uitgesplitst naar binnen en buiten de eigen provincie (in mol stikstof per ha per jaar).

	Uit eigen provincie						Uit overige provincies					
	stal				aanwending		stal				aanwending	
	rund	varken	kip	overig	mest+km +op	beweidin g	rund	varken	kip	overig	mest+km +op	beweidin g
GRN	34	5	4	1	87	2	61	6	11	2	68	3
FRL	90	1	10	3	90	4	51	7	9	3	49	2
DRE	135	8	20	6	97	4	226	26	41	9	174	6
OVE	169	29	26	6	133	4	140	23	28	8	130	4
GLD	248	53	90	19	118	3	155	51	39	10	123	4
UTR	110	11	9	7	141	7	131	32	32	10	156	5
N-H	40	0	1	3	53	3	69	11	11	4	64	2
Z-H	34	1	0	3	48	2	44	12	10	3	54	1
ZEE	14	4	5	1	62	1	19	7	5	2	18	1
N-B	113	82	51	12	78	2	46	28	29	7	57	1
LIM	71	85	62	16	87	2	97	75	48	8	61	2

Overzicht gemiddelde bijdrage van de landbouw aan de gemiddelde depositie op de Natura 2000 gebieden per provincie per Natura 2000-gebied

Onderstaande figuren geven per provincie per Natura-2000 gebied de bijdrage van de ammoniakemissie uit de landbouw weer aan de stikstofdepositie op voor stikstofgevoelige habitattypen en leefgebieden. Dit is uitgesplitst naar de bijdrage vanuit de eigen provincie (E) en vanuit de rest van Nederland (B) en uitgesplitst naar de verschillende landbouwbronnen. Daarnaast staat per Natura 2000-gebied weergegeven wat de gemiddelde overschrijding van de kritische depositiewaarden (overschrijding CL) is. De nummers corresponderen met de nummers van de Natura 2000-gebieden die onder het figuur staan. De eenheid op de verticale as zijn mol N/ha/jr. De berekeningen zijn uitgevoerd met INITIATOR (zie bijlage 1).

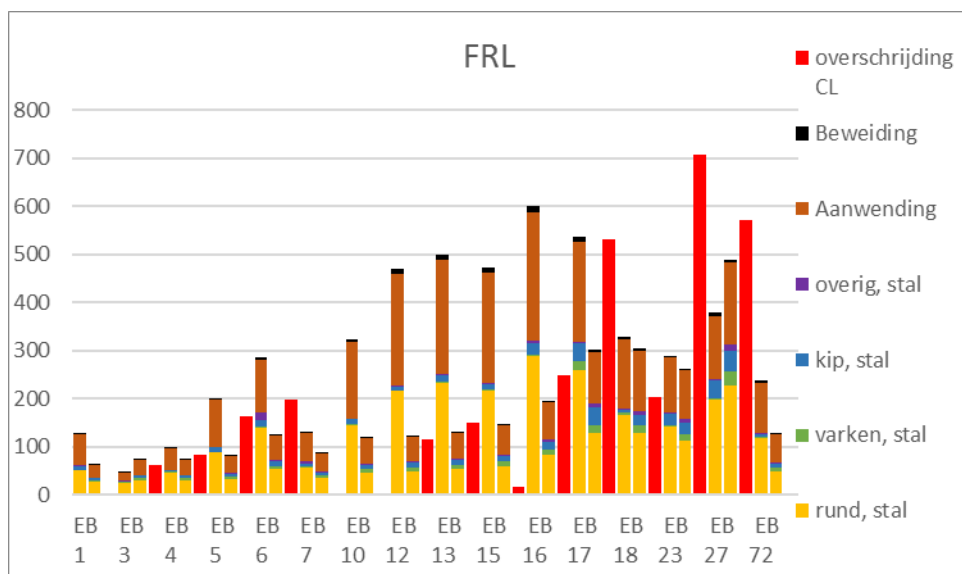


NAT2000 Naam

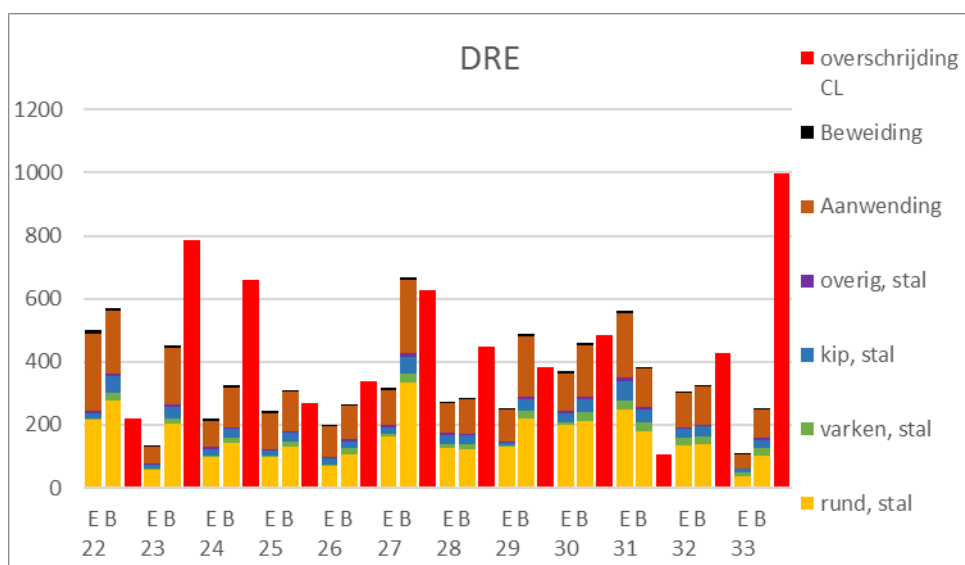
- 1 Waddenzee
- 7 Noordzeekustzone
- 21 Lieftingsbroek

Opp. (ha)

- 2718
- 34
- 12



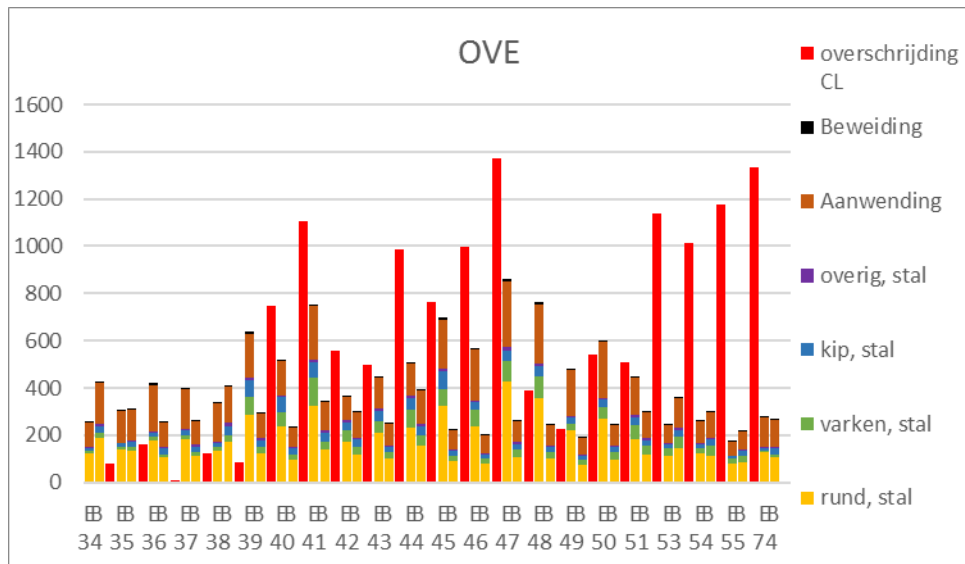
NAT2000 Naam	Opp. (ha)
1 Waddenzee	6536
3 Duinen Vlieland	941
4 Duinen Terschelling	3144
5 Duinen Ameland	1593
6 Duinen Schiermonnikoog	780
7 Noordzeekustzone	575
10 Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving	2124
12 Sneekermeergebied	66
13 Alde Feanen	402
15 Van Oordt's Mersken	348
16 Wijnjeterper Schar	45
17 Bakkeveense Duinen	67
18 Rottige Meenthe & Brandemeer	400
23 Fochteloërveen	714
27 Drents-Friese Wold & Leggelderveld	1201
72 IJsselmeer	4



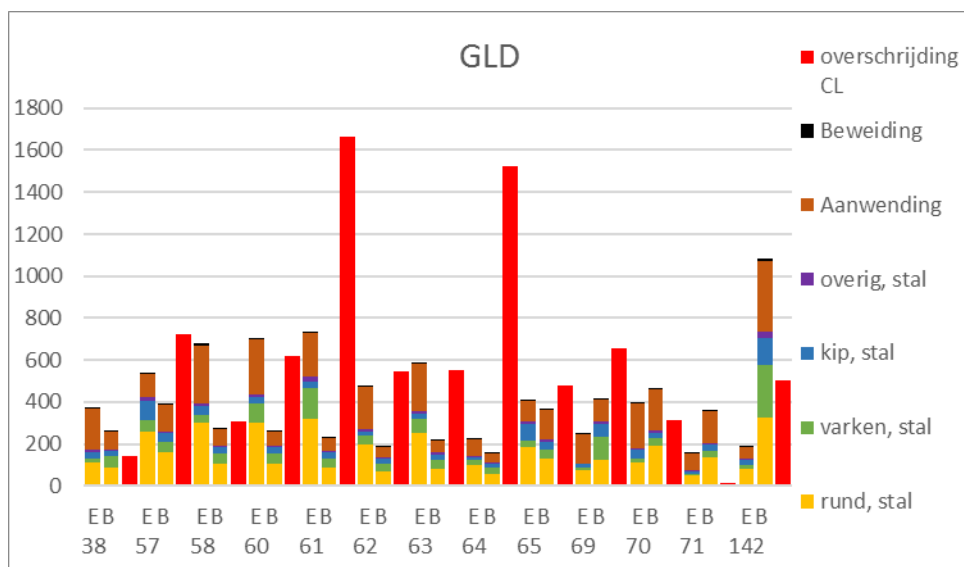
NAT2000 Naam

Opp. (ha)

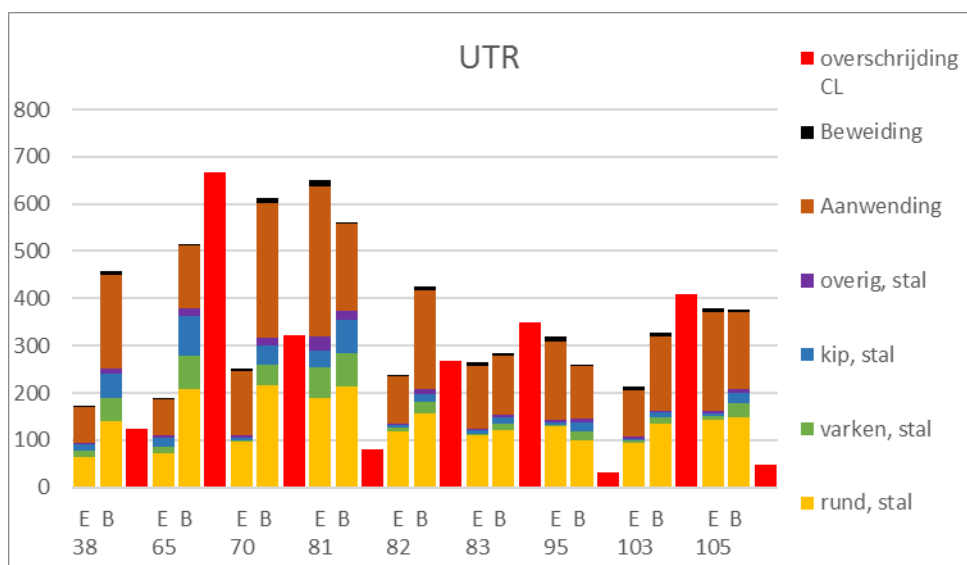
22	Norgerholt	24
23	Fochteloërveen	879
24	Witterveld	349
25	Drentsche Aa-gebied	550
26	Drouwenerzand	127
27	Drents-Friese Wold & Leggelderveld	3754
28	Elperstroomgebied	13
29	Holtingerveld	413
30	Dwingelderveld	2724
31	Mantingerbos	15
32	Mantingerzand	312
33	Bargerveen	1700



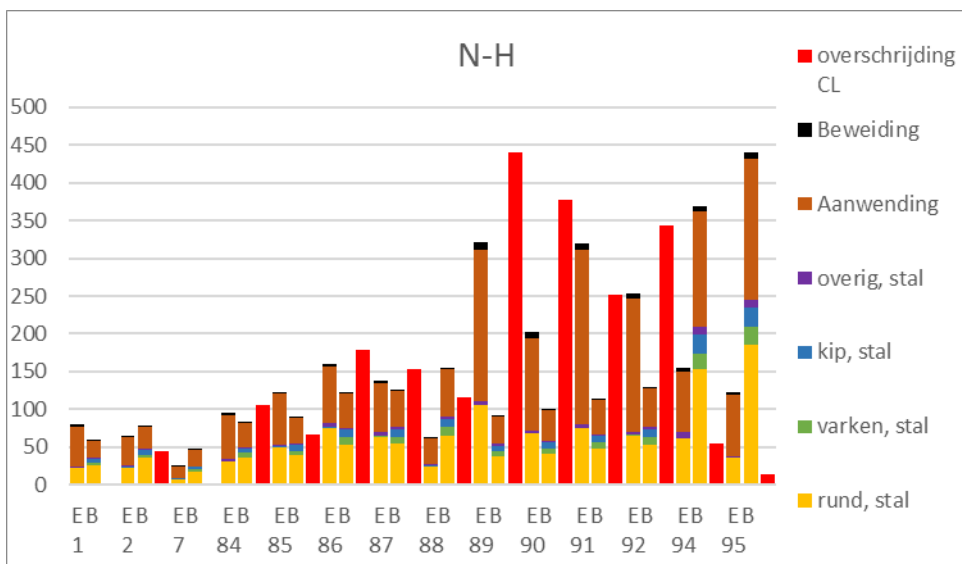
NAT2000	Naam	Opp. (ha)
34	Weerribben	2498
35	De Wieden	2463
36	Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht	281
37	Olde Maten & Veerslootslanden	35
38	Rijntakken	657
39	Vecht- en Beneden-Reggegebied	682
40	Engbertsdijksvenen	656
41	Boetelerveld	52
42	Sallandse Heuvelrug	1083
43	Wierdense Veld	384
44	Borkeld	87
45	Springendal & Dal van de Mosbeek	185
46	Bergvennen & Brecklenkampse Veld	52
47	Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek	107
48	Lemselermaten	15
49	Dinkelland	173
50	Landgoederen Oldenzaal	137
51	Lonnekermeer	15
53	Buurserzand & Haaksbergerveen	568
54	Witte Veen	67
55	Aamsveen	53
74	Zwarte Meer	11



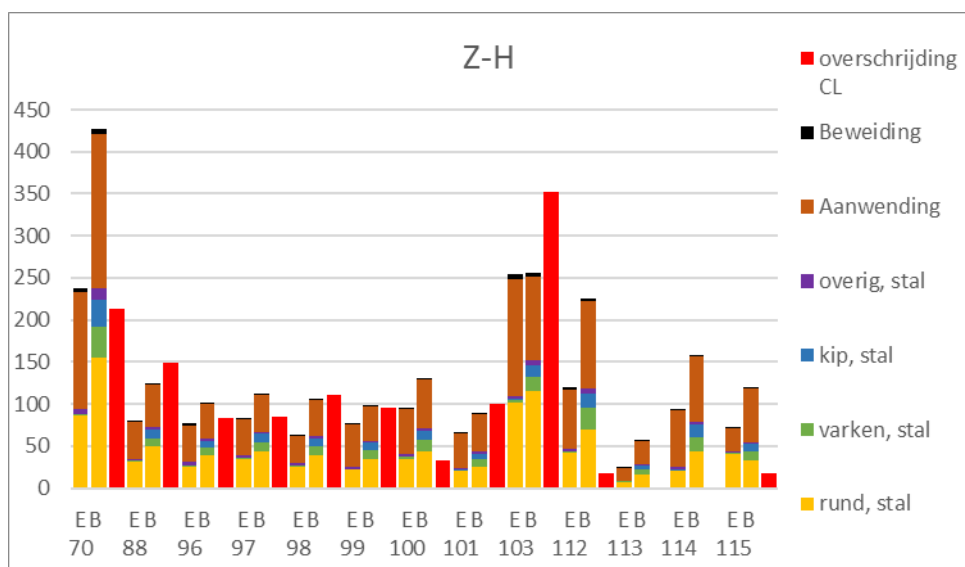
NAT2000 Naam	Opp. (ha)
38 Rijntakken	4474
57 Veluwe	78364
58 Landgoederen Brummen	50
60 Stelkampsveld	18
61 Korenburgerveen	197
62 Willinks Weust	17
63 Bekendelle	32
64 Wooldse Veen	33
65 Binnenveld	10
69 De Bruuk	32
70 Lingegebied & Diefdijk-Zuid	116
71 Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem	56
142 Sint Jansberg	1



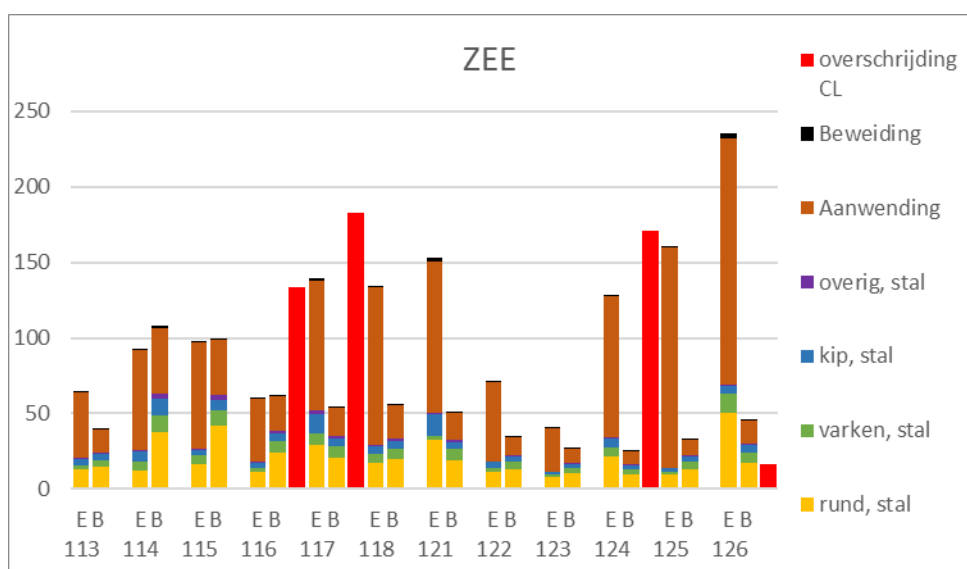
NAT2000	Naam	Opp. (ha)
38	Rijntakken	245
65	Binnenveld	7
70	Lingegebied & Diefdijk-Zuid	52
81	Kolland & Overlangbroek	52
82	Uiterwaarden Lek	37
83	Botshol	70
95	Oostelijke Vechtplassen	391
103	Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	19
105	Zouweboezem	21



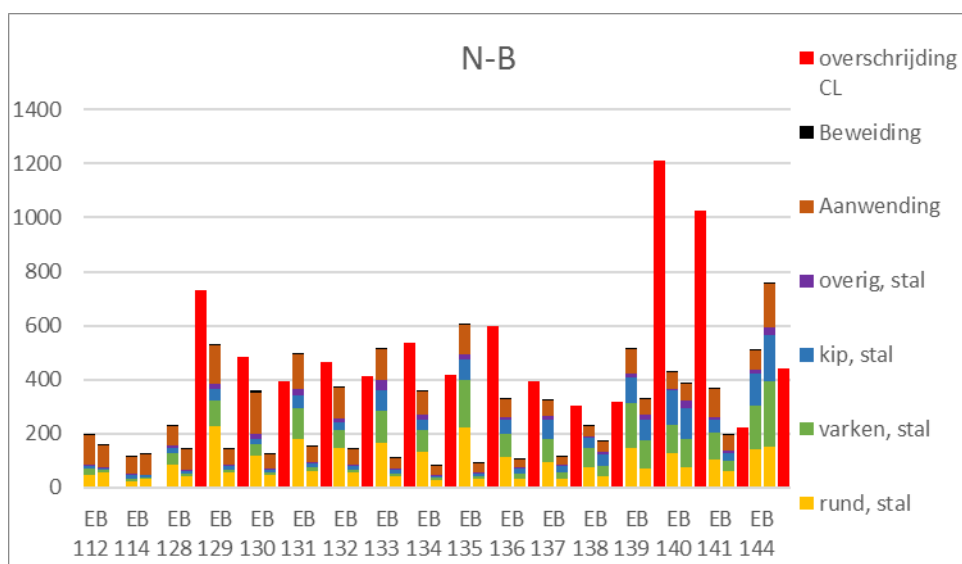
NAT2000	Naam	Opp. (ha)
1	Waddenzee	254
2	Duinen en Lage Land Texel	2998
7	Noordzeekustzone	41
84	Duinen Den Helder-Callantsoog	471
85	Zwanenwater & Pettemerduinen	522
86	Schoorlse Duinen	851
87	Noordhollands Duinreservaat	4315
88	Kennemerland-Zuid	5272
89	Eilandspolder	0
90	Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder	17
91	Polder Westzaan	42
92	Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske	88
94	Naardermeer	464
95	Oostelijke Vechtplassen	1725



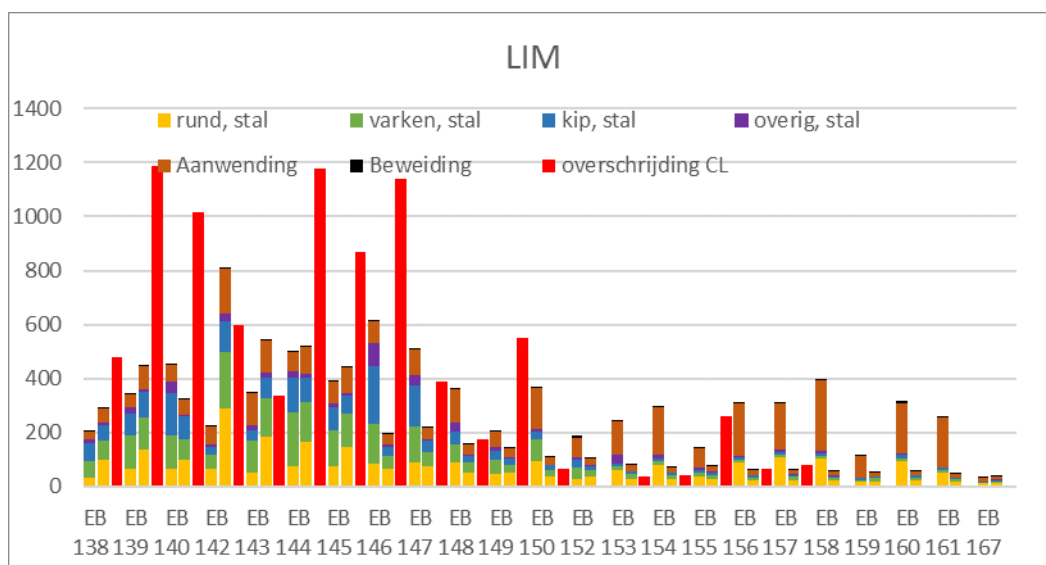
NAT2000 Naam	Opp. (ha)
70 Lingegebied & Diefdijk-Zuid	20
88 Kennemerland-Zuid	1606
96 Coepelduynen	160
97 Meijendel & Berkheide	2367
98 Westduinpark & Wapendal	210
99 Solleveld & Kapittelduinen	663
100 Voornes Duin	1022
101 Duinen Goeree & Kwade Hoek	1077
103 Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	364
112 Biesbosch	299
113 Voordelta	97
114 Krammer-Volkerak	263
115 Grevelingen	1081



NAT2000	Naam	Opp. (ha)
113	Voordelta	25
114	Krammer-Volkerak	84
115	Grevelingen	486
116	Kop van Schouwen	1636
117	Manteling van Walcheren	429
118	Oosterschelde	1020
121	Yerseke en Kapelse Moer	126
122	Westerschelde & Saeftinghe	3244
123	Zwin & Kievittepolder	49
124	Groote Gat	1
125	Canisvliet	1
126	Vogelkreek	2



NAT2000	Naam	Opp. (ha)
112	Biesbosch	89
114	Krammer-Volkerak	115
128	Brabantse Wal	3920
129	Ulvenhoutse Bos	44
130	Langstraat	12
131	Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen	637
132	Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek	33
133	Kampina & Oisterwijkse Vennen	525
134	Regte Heide & Riels Laag	174
135	Kempenland-West	351
136	Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux	926
137	Strabrechtse Heide & Beuven	973
138	Weerter- en Budelerbergen & Ringselven	297
139	Deurnsche Peel & Mariapeel	866
140	Groote Peel	749
141	Oeffelter Meent	7
144	Boschhuizerbergen	1



NAT2000	Naam	Opp. (ha)
138	Weerter- en Budelerbergen & Ringselven	579
139	Deurnsche Peel & Mariapeel	813
140	Groote Peel	399
142	Sint Jansberg	84
143	Zeldersche Driessen	12
144	Boschhuizerbergen	45
145	Maasduinen	3328
146	Sarsven en De Banen	35
147	Leudal	57
148	Swalmdal	26
149	Meinweg	1447
150	Roerdal	100
152	Grensmaas	5
153	Bunder- en Elslooerbos	140
154	Geleenbeekdal	137
155	Brunssummerheide	175
156	Bemelerberg & Schiepersberg	16
157	Geuldal	1305
158	Kunderberg	18
159	Sint Pietersberg & Jekerdal	60
160	Savelsbos	197
161	Noorbeemden & Hoogbos	11
167	Maas bij Eijsden	0

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

