



foto Piet Olijhoek (Waternet archief)



foto Mark van Til



foto Antje Ehrenberg (Waternet archief)

Stikstofoverschot door bijvoeren van grazers

In de Amsterdamse Waterleidingduinen wordt verruiging bestreden door het inscharen van runderen. Het bijvoeren van het vee in de winter zorgt voor een extra input van stikstof boven op de aanwezige atmosferische depositie. Het bijvoeren kan daardoor leiden tot een (verdere) overschrijding van de kritische depositie voor enkele gevoelige habitattypen zoals de grijze duinen.

— Wieger Wamelink (Alterra), Agata Klimkowska (Alterra), Han van Dobben (Alterra), Pieter A. Slim (Alterra) & Mark van Til (Waternet)

> DE AMSTERDAMSE WATERLEIDINGDUINEN (AWD, figuur 1) is het duingebied ten zuiden van Zandvoort waar al sinds het midden van de 19e eeuw water wordt gewonnen ten behoeve van de drinkwaterproductie. Het gebied heeft grote landschappelijke en ecologische waarden en is voor een aantal habitattypen aangewezen in het kader van Natura 2000. De afgelopen decennia is mede ten gevolge van het instorten van de konijnenpopulatie in de jaren '90 sterke vergrassing in het gebied opgetreden, vooral met duinriet. Sindsdien is er ook sprake van explosieve uitbreiding van de invasieve exoot Amerikaanse vogelkers. Deze soort wordt steeds intensiever aangepakt, maar voor een effectieve en duurzame bestrijding ziet Waternet zich genoodzaakt een nabeheer van intensieve begrazing toe te passen. Als onderdeel daarvan wordt sinds 2007 een nieuw gebied van ruim 400 hectare middenduin begraasd met vee in een dichtheid van ongeveer één koe per zeven à acht hectare. De koeien, inclusief drachtige dieren, lopen jaarrond in het terrein om de opslag van vogelkers voldoende weg te kunnen vreten en verdere uitbreiding tegen te gaan.

Ongewenste bijwerkingen

Het bleek de laatste jaren echter noodzakelijk

om het roodbonte vee in de winter langdurig bij te voeren om het in goede conditie te houden. In de winter is er namelijk niet genoeg voedsel van voldoende kwaliteit voor de (drachtige) koeien. Het bijvoeren gebeurt met hooi van buiten het duingebied en kan tot een netto import van stikstof (N) in het systeem leiden. Deze mogelijke import komt boven op de effecten van de atmosferische depositie van stikstof. Extra input van stikstof in het gebied zou op termijn tot een versnelde verruiging en succesie en tot een verlies aan (planten)diversiteit in voedselarme duinhabitats kunnen leiden. Daarmee doet zich een dilemma voor: enerzijds is intensief nabeheer noodzakelijk, maar anderzijds kan dit ongewenste neveneffecten hebben. Waternet heeft daarom laten onderzoeken hoeveel stikstof in het gebied wordt gebracht door bijvoeren van het vee en hoe dit zich verhoudt tot de atmosferische depositie. Verder is onderzocht waar de meeste mest terechtkomt en of dit tot extra problemen leidt.

Het onderzoeksgebied

Het begraasde onderzoeksgebied is 465 ha groot en ligt geheel binnen de AWD (figuur 1). Op basis van beschikbare vegetatiekaarten is vastgesteld welke habitattypen in het begraasde

gebied voorkomen. Een ruimtelijke analyse laat zien dat bijna de helft van het gebied is begroeid met het habitatype Grijze duinen 'kalkarm', en 30% uit Duindoornstruweel. Het Duindoornstruweel bestaat uit een mozaïek van dichte en meer open vegetatie met en zonder Amerikaanse vogelkers. Behalve de kalkarme Grijze duinen komt ook het heischrale type van de Grijze duinen voor (minder dan 1% van het oppervlak). Andere habitattypen in het gebied, die wat minder gevoelig zijn voor hoge N-belasting, zijn Grijze duinen 'kalkrijk', Duinbossen 'droog' en Vochtige duinvalleien 'kalkrijk'.

De hoogte van de stikstofdepositie is voor het begraasde gebied geschat per 250x250m-grid. Eerst is de emissie van lokale bronnen (landbouwbedrijven) berekend met het model INITIATOR. Dit model baseert zijn berekeningen op de CBS-bedrijfsgegevens over dieren aantallen, en gebruikt locatiegegevens zoals die in het Geografische Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB) staan. Uit de emissie is vervolgens de van de lokale bronnen afkomstige depositie berekend met het model OPS. De grootschalige achtergronddepositie van ammoniak en nitraat (o.a. van de industrie, wegverkeer, uit het buitenland en verder weg gelegen bronnen in

<<< Bijvoeren van roodbont vee in de AWD.
 << Verruigd duinlandschap in de AWD.
 < Aangevreten Amerikaanse vogelkers in de AWD.

Nederland) is overgenomen uit het Natuur- en milieucompndium van het Planbureau voor de Leefomgeving. Samen vormen zij de totale depositie in het gebied, die ligt tussen 16 en 21 kg N/ha/j (figuur 2). De hoogste depositie is aanwezig in het zuidoostelijk deel van het onderzoeksgebied, en de laagste in de noordwesthoek.

Mest tellen

Om de hoeveelheid mest en de verspreiding ervan te bepalen, zijn mesttellingen uitgevoerd. De mesttellingen zijn gebruikt om de gemiddelde mestbelasting per habitattypen te berekenen. De per type gevonden hoeveelheid mest is uitgedrukt als percentage van de totale mestbelasting en geëxtrapoleerd naar het hele onderzoeksgebied. We nemen hierbij aan dat het hele oppervlak van een bepaald type binnen het onderzoeksgebied in dezelfde mate met mest wordt belast. Een onderliggende veron-

derstelling is dat de koeien het hele gebied op dezelfde manier gebruiken als waar de mesttellingen zijn uitgevoerd.

Stikstof in hooi en mest

De totale N-input door bijvoeren is berekend op basis van de periode van bijvoeren in een koude winter (20 weken), het aantal hooibalen per week, en de resultaten van de chemische analyse van het hooi. Voor het bijvoeren zijn twee verschillende typen hooi gebruikt: hooi van schraal grasland en hooi dat rijker is aan nutriënten ('tweede snede'). We hebben aangenomen dat de koeien al het aangeboden voer ook daadwerkelijk opeten. De totale N-input via het hooi levert dus de maximale N-input in het gebied (exclusief de input via depositie). Op basis van informatie van de beheerder hebben wij aangenomen dat in de eerste 13 weken zeven balen schraallandhooi per week zijn gevoerd, daarna vijf weken zeven balen 'tweede snede'-hooi per week, en tenslotte twee weken een baal 'tweede snede'-hooi per week. Door de beheerder is aangegeven dat een baal 400 kg weegt.

Voor elk type hooi zijn er vijf monsters geanalyseerd (tabel 1). In de volgende stap, de schatting van de N-belasting door bijvoeren per habitatt- of vegetatietype, zijn alleen de gemiddelde waarden gebruikt.

Het gehalte droge stof in het hooi bedroeg 79%

voor schraal hooi en 50% voor 'tweede snede'-hooi. De totale N-input door bijvoeren kan dan worden berekend als:

$$N\text{-input} = \text{Aantal weken} \times \text{aantal balen} \times 400 \text{ kg} \times \text{gehalte droge stof in het hooi} \times \text{gehalte N in het hooi}.$$

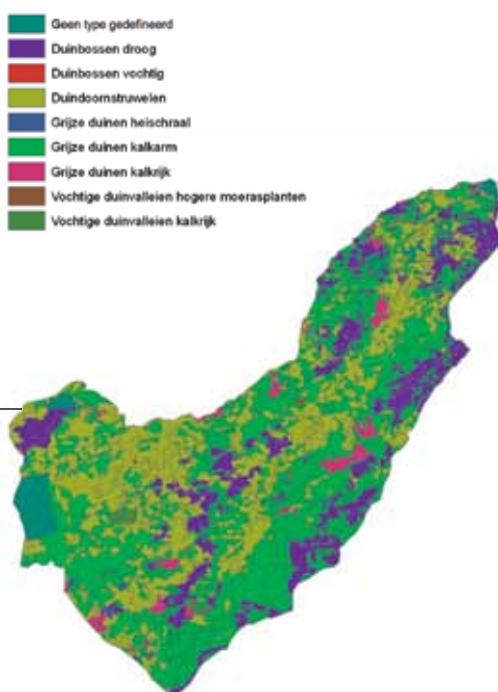
De zo berekende N-input is een schatting van wat maximaal via hooi in het gebied kan terecht komen (uitgaande van de veronderstelling dat alle hooi gegeten wordt en alle daarin aanwezige N uiteindelijk in mest en urine terechtkomt). Op basis van dit onderzoek is er geen stikstofcyclus op te stellen, daarvoor waren o.a. mineralisatiemetingen nodig geweest. We weten ook niet hoeveel stikstof daadwerkelijk door de vegetatie wordt opgenomen en hoeveel er bijvoorbeeld uitspoelt naar diepere bodemlagen en grondwater. Het blijft daarom een eerste schatting van de effecten van bijvoeren. De ruimtelijke informatie uit de mesttellingen is gebruikt om de verdeling van deze hoeveelheid over de habitattypen te bepalen.

Naast deze maximumschatting hebben we ook een minimale hoeveelheid N die via bijvoeren in het gebied komt geschat op grond van mesttellingen en chemische analyse van de mest. We hebben hier de conservatieve aanname gedaan dat deze vrijlopende koeien 40 kg verse

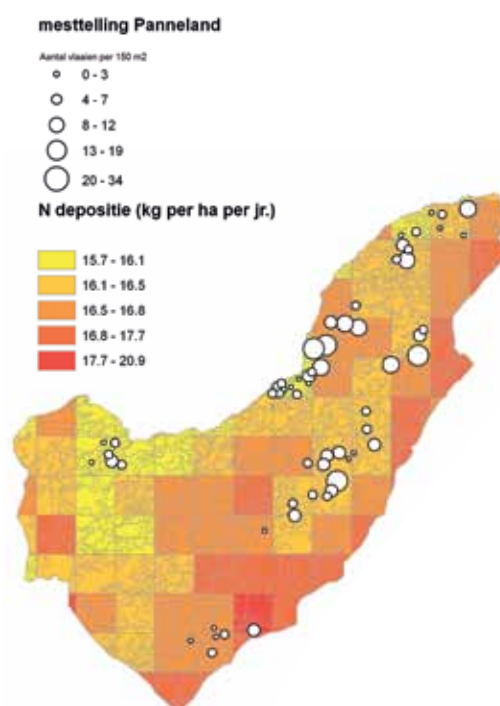
Figuur 1 Amsterdamse Waterleidingduinen en het onderzoeksgebied.



Figuur 2 Vegetatiekaart van het begraasde gebied met de mesttellingen (aantal vlaaien per 150 m²). Hoe groter de cirkel hoe meer vlaaien er zijn geteld (zie ook figuur 3).



Figuur 3 Kaart van de stikstofdepositie in het begraasde gebied met de mesttellingen (aantal vlaaien per 150 m²).



Tabel 1 Stikstofgehalte van het hooi.

Schraallandhooi (n = 5)			
	N anorganisch (g N /kg)	N organisch (g N /kg)	N totaal (g N/kg droge stof)
Gemiddelde	29,6	14,2	43,8
Range	26,1 - 33,1	13,4- 15,1	39,5-48,2
2 ^e snede hooi (n =5)			
Gemiddelde	56,1	18	74,1
Range	39,2 - 73,0	15,3 - 20,7	54,5 - 93,7

Tabel 2 Stikstofgehalte van de mest.

Koemest (n=11)	
	N-gehalte (g N /kg)
Gemiddelde	3,1
Range	2,7 - 3,5
Kalvermest (n=4)	
Gemiddelde	4,0
Range	3,6 - 4,4

Tabel 3 Vergelijking van N-input door bijvoeren met kritische depositie van habitattypen, onder aanname van een gelijkmatige en volledige verspreiding van de externe N (door bijvoeren) over het hele gebied (ng: niet geschat).

Habitat type	Atmosferische depositie (kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹)	Kritische depositie (kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹)	Input (4.1 kg N ha ⁻¹) als % van de kritische depositie	Som atmosfe- rische deposi- tie + externe input (kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹)	Som de- positie vs. kritische depositie
Duindoornstruwelen	16	28	14	21	< KD
Grijze duinen ‘kalkarm’	17	13	31	21	> KD
Grijze duinen ‘kalkrijk’	16	17	24	21	> KD
Grijze duinen ‘heischraal’	17	11	38	21	> KD
Duinbossen ‘droog’	17	18	23	21	> KD
Duinbossen ‘vochtig’	16	29	14	20	< KD
Vochtige duinvalleien ‘kalkrijk’	16	20	21	20	± KD
Vochtige duinvalleien ‘hogere moerasplanten’	16	>34	ng	20	< KD

Tabel 4 Schatting van de effecten van bijvoeren op habitatniveau op basis van de mesttellingen. Vet = overschrijding van de kritische depositie. Het habitatype Vochtige duinvalleien ‘hogere moerasplanten’ is niet opgenomen omdat er geen kritische depositiewaarde voor bekend is.

Habitattype	N mest	N input	N dep	KD	Som min	%KD min	Som max	%KD max
Duindoornstruwelen	63	3267	16	28	17	2	19	8
Grijze duinen ‘kalkarm’	117	606	17	13	17	4	20	22
Grijze duinen ‘kalkrijk’	167	868	16	17	31	86	94	444
Grijze duinen ‘heischraal’	0	0	17	11	17	0	17	0
Duinbossen droog	0	0	17	18	17	0	17	0
Duinbossen ‘vochtig’	0	0	16	29	16	0	16	0
Vochtige duinvalleien ‘kalkrijk’	0	0	16	20	16	0	16	0

N mest: totale input (kg N) op basis van mest voor het hele oppervlak van het type
N input: totale input (kg N) op basis van voer voor het hele oppervlak van het type
N dep: atmosferisch depositie (kg N ha-1 yr-1), gemiddelde voor het habitatype
KD: kritische depositie voor het habitatype (kg N ha-1 yr-1)
Som min: Som van de atmosferische depositie en de externe N-belasting op basis van mest
% KD min: input van N op basis van mest als een percentage van KD
Som max: Som van de atmosferisch depositie en de externe N belasting op basis van voer
% KD max: input van N op basis van voer als een percentage van KD

mest per dag produceren. Voor een kalf is 10 kg mest aangehouden. De gehalten droge stof van de mest bedragen 14% voor koemest en 20% voor kalvermest. Deze waarden zijn gebruikt om het nutriëntengehalte op basis van versgewicht te berekenen (tabel 2).

De hoeveelheid N in urine is geschat als een vaste verhouding tussen mest en urine. Ook hier zijn de mestellingen gebruikt om de verdeling van de N in urine over de habitattypen te bepalen. De zo bepaalde waarden zijn lager dan bovengenoemde maximale schattingen, en worden verder minimumschattingen genoemd. De minimum- en maximumhoeveelheid extra stikstof is vergeleken met de geschatte atmosferische depositie. Op deze wijze kan de relatieve bijdrage van de N-input via bijvoeren aan de totale N-belasting per habitatype worden geschat. Tenslotte is bepaald of de N-input via bijvoeren samen met de atmosferische input leidt tot een overschrijding (of een hogere overschrijding) van de voor die typen kritische depositie.

Kritische depositie

De maximale input van stikstof door bijvoeren bedraagt 1.807 kg N voor het hele gebied, berekend op basis van de hoeveelheid en het N-gehalte in het voer. In deze hoeveelheid zit een onzekerheid van ongeveer 15%. Bij een gelijkmatige verspreiding over het gebied betekent dat 4,1 kg N/ha extra door bijvoeren.

Tabel 3 geeft voor een aantal habitattypen een vergelijking van de kritische depositie, de atmosferische depositie en de extra N-input door bijvoeren. Hierbij is aangenomen dat de verspreiding van externe N binnen de vlakken van elk habitatype gelijkmatig en volledig is. Hieruit blijkt dat:

1. De N-input door bijvoeren mogelijk een significante bijdrage levert ten opzichte van de kritische depositie. N-input door bijvoeren bedraagt 14-38% van de kritische depositie van de diverse habitattypen.
2. De externe N-input kan leiden tot overschrijding van de kritische depositie voor verschillende typen Grijze duinen en Droog duinbos.
3. Voor twee zeer gevoelige typen (Grijze duinen 'kalkarm' en Grijze duinen 'heischraal') wordt de kritische depositie al overschreden door atmosferische depositie; de externe N-input maakt de situatie voor deze typen dus nog erger.

Voor de meer voedselrijke typen Duindoornstruweel, Duinbossen 'vochtig' en Vochtige duinvalleien 'hogere moerasplanten' wordt de kritische depositie niet overschreden, ook niet met extra input door het bijvoeren.

Grijze duinen

De overlay met mesttelling laat zien dat de ontlasting van mest meestal plaatsvindt in gebieden met een relatief lage N-depositie (figuur 2). Tabel 4 geeft schattingen van de extra N-input door bijvoeren per habitatype (figuur 3). Gezien de grootte van de achtergronddepositie en de kritische depositie per habitatype kunnen negatieve effecten voorkomen in de Grijze duinen (alle drie typen), zowel bij de minimale als bij de maximale geschatte extra N-belasting. Voor de Grijze duinen is de situatie ongunstig door:

1. De hoge gevoeligheid van dit habitat voor N-depositie.
2. De habitatselectie door de koeien: blijkbaar is deze open korte vegetatie aantrekkelijk voor koeien om te verblijven, te rusten, of tenminste te ontlasten. Gezien de lage productiviteit van deze graslanden, grazen de koeien waarschijnlijk ook elders.
3. Het kleine oppervlak waarop de N-belasting is geconcentreerd.

Bijvoeren kan dus lokaal op bepaalde habitattypen negatieve effecten hebben. De atmosferische depositie is in dit gebied niet erg hoog, maar toch te hoog voor de meest gevoelige habitattypen, en daardoor komt overschrijding van de kritische depositie regelmatig voor. Dit is zeker het geval voor heischrale Grijze duinen, waar volgens de mestellingen weliswaar geen invloed van bijvoeren is, maar alleen al door de atmosferische depositie staat dit habitat onder druk. Incidentele extra stikstofinput, bijvoorbeeld door begrazing op meer productieve plekken en ontlasten op schrale plekken, kan de situatie dan verergeren. De kritische depositie wordt meestal een factor 1,3 – 1,5 overschreden; voor de Grijze duinen 'kalkrijk' kan dit oplopen tot 5-voudige overschrijding.

Geen winterbegrazing

In het gebied zouden problemen met een teveel aan stikstofinput kunnen worden voorkomen door het uitrasteren van de kwetsbare vegetatietypen, door de voerplaats op grotere afstand van de kwetsbare typen te lokaliseren, door niet meer bij te voeren of de dieren 's winters uit het gebied te verwijderen. Wij adviseren om in ieder geval in de kwetsbare gebieden 's winters geen grazers toe staan als er bijgevoerd wordt of niet bij te voeren. De afgelopen winterperiode is het aantal koeien in de AWD verminderd en het bijvoeren tot een minimum beperkt. Inmiddels heeft Waternet besloten van jaarrondbegrazing met runderen over te stappen naar seizoensbeweidings. 's Winters zullen er geen koeien meer in de AWD grazen. De druk op de Amerikaanse vogelkers wordt hooggehouden door de intensieve bestrijding voort te zetten en door twee geleide schaapskuddes gericht in te zetten in het gebied in voorjaar en zomer.

Wieger Wamelink, wieger.wamelink@wur.nl

Het onderzoek is uitgebreid gedocumenteerd in het rapport: Agata Klimkowska, Han van Dobben, Wieger Wamelink & Pieter Slim 2010. Effect van bijvoeren van runderen op de N-balans in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Alterra rapport 2067. Alterra Wageningen UR, Wageningen.