



ALTERRA

WAGENINGEN UR



Effect van bijvoeren van runderen op de N-balans

Een studie in de Amsterdamse Waterleidingduinen

Alterra-rapport 2067
ISSN 1566-7197

A. Klimkowska, H.F. van Dobben, G.W.W. Wamelink en P.A. Slim

Effect van bijvoeren van runderen op de N-balans

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Waternet

Effect van bijvoeren van runderen op de N-balans

Een studie in de Amsterdamse Waterleidingduinen

A. Klimkowska, H.F. van Dobben, G.W.W. Wamelink en P.A. Slim

Alterra-rapport 2067

Alterra Wageningen UR
Wageningen, 2010

Referaat

Klimkowska, A., H.F. van Dobben, G.W.W. Wamelink en P.A. Slim, 2010. *Effect van bijvoeren van runderen ; Een studie op de N-balans in de Amsterdamse Waterleidingduinen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2067. 40 blz.; 3 fig.; 7 tab.; 9 ref.

In de Amsterdamse Waterleidingduinen wordt verruiging bestreden door het inscharen van runderen van een nabije boer. Deze worden in de winter bijgevoerd. Doel van dit project was het schatten van het belang van bijvoeren als import-term van stikstof, naast atmosferische depositie. Het blijkt dat de import van stikstof met bijvoeren niet verwaarloosbaar is ten opzichte van de atmosferische depositie, en voor de gevoelige vegetatietypen kan leiden tot een overschrijding, of tot een vergroting van de al bestaande overschrijding, van de critical load. Aanbevolen wordt maatregelen te nemen om deze gevoelige typen te beschermen tegen extra input van stikstof, bij voorbeeld door uitrasteren, door het verplaatsen van de voerplaats, door minder of niet bij te voeren, door in de winter geen koeien in te scharen, of door waar mogelijk de mest op te ruimen.

Trefwoorden: begrazing, bijvoeren, duingebied, stikstofbelasting, stikstofdepositie

Foto omslag: Peter Olijhoek

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2010 Alterra Wageningen UR, Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Telefoon 0317 48 07 00; fax 0317 41 90 00; e-mail info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra Wageningen UR.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2067

Wageningen, november 2010

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methoden	11
2.1 Ruimtelijke data	11
2.2 Berekeningen van stikstof input en uitscheiding door koeien	14
2.3 Berekening van input van stikstof door bijvoeren (stikstof balans)	17
2.4 Onzekerheden	17
3 Resultaten	19
3.1 Stikstof input door bijvoeren	19
3.2 Fosfaat-input door bijvoeren	20
3.3 Stikstof input per type	20
4 Conclusie en aanbevelingen	23
4.1 Lokaal mogelijk groot effect van N-input door bijvoeren	23
4.2 Aanbevelingen en mogelijke oplossingen	24
Literatuur	25
Bijlage 1 Ligging van het onderzoeksgebied binnen de AWD	27
Bijlage 2 Habitatkaart met mesttellingen	29
Bijlage 3 Stikstofdepositiekaart (250 meter hokken) met mesttellingen	31
Bijlage 4 Berekening N in voer en mest	33
Bijlage 5 Chemische analyse	35

Samenvatting

In de Amsterdamse Waterleidingduinen wordt verruiging bestreden door het inscharen van runderen van een nabije boer. Deze runderen worden in de winter bijgevoerd. Doel van dit project was het schatten van het belang van bijvoeren als import-term van stikstof, naast atmosferische depositie. Hiertoe zijn chemische analyses uitgevoerd van het voer en van de mest, en zijn mesttellingen uitgevoerd. Op grond van de mesttellingen is de verdeling van de mest over de verschillende habitattypen geschat. Vervolgens zijn per habitattype de maximale en de minimale hoeveelheid N geschat die met het voer het terrein binnenkomt. De maximale hoeveelheid is geschat op grond van de N in het voer zelf, er van uitgaande dat al het voer uiteindelijk in het onderzoeksgebied terechtkomt. De minimale hoeveelheid is geschat op grond van de hoeveelheid mest die een koe per dag produceert en het gemiddelde N-gehalte daarvan, en de verhouding tussen uitscheiding van N met mest en urine, er van uitgaande dat alle N het gebied via mest en urine binnenkomt. De maximale en de minimale hoeveelheid verschillen ongeveer een factor 5, maar waarschijnlijk ligt de werkelijke import van N door bijvoeren dicht bij de maximale dan bij de minimale schatting. Dat betekent dat de import van stikstof met bijvoeren niet verwaarloosbaar is ten opzichte van de atmosferische depositie, en voor de gevoelige vegetatietypen kan leiden tot een overschrijding, of tot een vergroting van de al bestaande overschrijding van de kritische depositie. Aanbevolen wordt maatregelen te nemen om deze gevoelige typen te beschermen tegen extra input van stikstof, bij voorbeeld door uitrasteren, door het verplaatsen van de voerplaats, door minder of niet bij te voeren, door in de winter geen koeien in te scharen, of daar waar mogelijk de mest op te ruimen.

1 Inleiding

De Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD) is het duingebied ten zuiden van Zandvoort waar al sinds de 19^e eeuw water wordt gewonnen voor de productie van drinkwater. De afgelopen decennia is met name in de duingraslanden een sterke verzuuring opgetreden, mede ten gevolge van atmosferische depositie van stikstof (N) (Kooijman 1998). Vanaf 1995 is er ook sprake van grootschalige verstruweling veroorzaakt door de invasieve exoot *Prunus serotina*. Om deze verzuuring, en met name de uitbreiding van *Prunus* tegen te gaan, wordt roodbont vee ingezet. Dit vee wordt in de winter bijgevoerd. Dit bijvoeren resulteert in een netto import van stikstof in het systeem, die mogelijk de effecten van atmosferische depositie van N kan verergeren.

De depositie van stikstof op de AWD bedroeg in 2007 ca. 15 - 20 kg N ha⁻¹.j⁻¹ (bijlage 1). Deze depositie is lager dan aangegeven op de depositiekaart van het PBL door een verschil in schaal; de 5x5 km hokken van PBL (zie: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl) vallen in het AWD gebied deels in de duinen en deels in landbouwgebied en hebben daarom gemiddeld een hogere depositie dan de duinen. De depositieschatting kan fouten bevatten (a) door fouten in het gebruikte model OPS (onder andere in het toepassen van de 'ammoniakgatcorrectie'), en (b) omdat de bijdrage vanuit zee niet is verdisconteerd. Er komt pas in de loop van 2010 een update van de N-depositie waarin deze punten zijn gecorrigeerd. In elk geval wordt met de huidige schattingen de kritische depositie van duingrasland ('grijze duinen, kalkrijk', 17,4 kg N ha⁻¹.j⁻¹, 'grijze duinen, kalkarm', 13,1 kg N ha⁻¹.j⁻¹) en van duinheide (15 kg N ha⁻¹.j⁻¹) overschreden (Van Dobben en Van Hinsberg 2008). De hoge depositie heeft, samen met het instorten van de konijnenpopulatie in de jaren '90, geleid tot een explosieve ontwikkeling van *Prunus* (Ehrenburg et al. 2008). Ter bestijding van *Prunus* wordt sinds 2007 in het deelgebied Panneland-Palmveld-Vellen (hierna Panneland genoemd) roodbont vee van een naburige boer ingeschaard, in een dichtheid van ca. 1 koe per 7 à 8 ha. Het begraasde gebied is ruim 400 ha groot. De koeien lopen jaarrond in het terrein, en er zijn ook drachtige dieren bij. Bijvoeren in de winter is nodig om de dieren in goede conditie te houden. Met het bijvoer wordt ook stikstof in het terrein gebracht. Deze komt bovenop de atmosferische depositie, die al hoog is. Het is daarom de vraag in hoeverre het depositieprobleem door het bijvoeren wordt verergerd.

Onderzoeksvragen

Doel van het project is een antwoord te vinden op de volgende vragen:

1. Hoeveel stikstof wordt door het bijvoeren geïmporteerd in het begraasde gebied?
2. Hoe verhoudt deze stikstof zich kwantitatief tot de stikstof die via atmosferische depositie in het zelfde gebied terecht komt?
3. Voor welke afvoertermen van stikstof zorgt de begrazing, en hoe groot zijn deze termen bij benadering?
4. Indien de door het bijvoeren veroorzaakte import van N groot is ten opzichte van de depositie, wat zijn dan de alternatieven voor het huidige beheer?

2 Materiaal en methoden

Dit onderzoek is gedaan voor locatie Panneland, een begraasd gebied van 439.1 ha binnen de AWD (bijlage 1). Er grazen 40 koeien en ca. 26 kalveren.

2.1 Ruimtelijke data

Op de basis van de beschikbare kaarten en kaartoverlays is bepaald:

- welke habitattypen in het begraasde gebied voorkomen;
- wat de ruimtelijke verspreiding van de koemest is;
- wat de ruimtelijke verspreiding van de stikstofdepositie binnen het begraasde gebied is.

Verder zijn op basis van de ruimtelijke analyses tabellen gegenereerd van oppervlakte, gemiddelde mestbelasting en gemiddelde N-depositie per habitatype. Alle ruimtelijke analyses zijn in dit project uitgevoerd op basis van habitattypen. Een analyse op basis van vegetatietypen (volgens De Vegetatie van Nederland) is ook uitgevoerd maar wordt hier niet gepresenteerd omdat deze door de fijnere schaal grote onzekerheden met zich meebrengt. Een analyse op basis van vegetatiestructuur wordt minder zinvol geacht omdat er voor de structuurtypen geen kritische depositiewaarden bekend zijn.

2.1.1 Habitattypen in Panneland

Op de basis van de ruimtelijke analyse (tabel 1 en bijlage 2) blijkt dat bijna de helft van het gebied bestaat uit habitatype Grijze duinen (kalkarm) en 30% uit Duindoornstruwelen. De laatste is waarschijnlijk een mozaïek van dichte en meer open vegetatie met en zonder Amerikaanse vogelkers (*Prunus serotina*). Behalve Grijze duinen (kalkarm) komt Grijze duinen (heischraal), een habitatype dat relatief gevoelig is voor stikstofdepositie, voor op een klein oppervlak (<1%). Andere habitattypen, die wat minder gevoelig voor hoge N-belasting zijn (Grijze duinen kalkrijk, Duinbossen droog, Vochtige duinvalleien kalkrijk) beslaan slechts kleine oppervlakten (respectievelijk 3%, <1%, <1%).

Tabel 1

Habitattypen in Panneland met hun oppervlakte

Habitat type	Oppervlakte (ha)	% gebied
Duindoornstruwelen	137.02	31
Grijze duinen (kalkarm)	207.11	47
Grijze duinen (kalkrijk)	11.24	3
Grijze duinen (heischraal)	1.29	< 1
Duinbossen (droog)	68.89	16
Duinbossen (vochtig)	0.30	< 1
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	1.35	< 1
Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	0.04	< 1
geen Habitatype	11.85	3
TOTAL	439.10	100

2.1.2 Stikstofdepositie

De ruimtelijke verdeling van de N-depositie op een 250 m grid is verkregen door de ruimtelijke verdeling van de emissie te schatten met behulp van het model INITIATOR (De Vries 2003) op basis van de CBS bedrijfsgegevens over dieren aantallen en locatiegegevens zoals die in het Geografische Informatiesysteem Agrarische Bedrijven (GIAB; Naeff 2003) zijn opgeslagen (peiljaar 2006). Uit die emissie is vervolgens de depositie berekend met het model OPS (Van Jaarsveld 2004). De grootschalige achtergronddepositie van NH_3 en de depositie van NO_x (op 5 km grid) is overgenomen uit het Natuur- en milieucompendium van het PBL (www.milieuennatuurcompendium.nl) en opgeteld bij de op 250 m grid berekende lokale depositie. De totale atmosferische N-depositie in het onderzoeksgebied bevindt zich tussen 15.7 tot 20.9 $\text{kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$. Bijlage 3 toont de ruimtelijke verspreiding van de depositie. In de kaart is duidelijk de gradiënt van afnemende depositie gaande van landbouwgebied naar de kust te herkennen, met de hoogste depositie in het zuidoostelijk deel van het onderzoeksgebied en de laagste in de noordwesthoek. De depositie wordt behalve door de afnemende concentratie van landbouw naar natuur ook beïnvloed door de vegetatiestructuur; deze is afgeleid uit het LGN bestand (Landelijk Grondgebruik Nederland, zie www.lgn.nl), gebaseerd op remote-sensing beelden op een schaal van 25 m. De N-depositie per habitatype die gebruikt is voor de vergelijking met de N-input door bijvoeren, is de gemiddelde depositie per habitatype; deze wordt gegeven in tabel 2.

Tabel 2

Gemiddelde stikstofdepositie met standaarddeviatie (SD) per habitatype, op basis van overlay van de depositiekaart met de habitatkaart.

Habitatype	Gemiddelde N-depositie ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$)	SD
Duindoornstruwelen	16.4	0.4
Grijze duinen (kalkarm)	16.6	0.6
Grijze duinen (kalkrijk)	16.4	0.5
Grijze duinen (heischraal)	16.6	0.8
Duinbossen (droog)	16.7	0.5
Duinbossen (vochtig)	16.3	0.06
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	15.9	0.1
Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	16.1	0.2
Ander habitat (niet gedefinieerd)	16.6	0.3

De overlay met de mesttelling-data laat zien dat de ontlasting van mest meestal plaatsvindt in gebieden met een relatief lage N-depositie. Daarnaast is het mogelijk dat de koeien grazen in een meer voedselrijke vegetatie, mogelijk in een gebied met meer N-depositie, en vervolgens rusten, herkauwen en ontlasten in een relatief open, voedselarme vegetatie. Dat kan betekenen dat juist op voedselarme plekken netto N (nutriënten) aanvoer optreedt. Verder worden mogelijk ook zaden van de eutrofe (ruigte) vegetatie aangevoerd naar de open vegetatie van de grijze duinen, die zich kunnen vestigen als ze geschikte condities vinden. Op die manier kunnen soorten van voedselrijke plekken op voedselarme plekken terechtkomen en zo het proces van vegetatiesuccessie beïnvloeden. In de praktijk betekent dit dat begrazing kan leiden tot minder plaats (in ruimte en in tijd) voor zeldzame soorten van voedselarme condities.

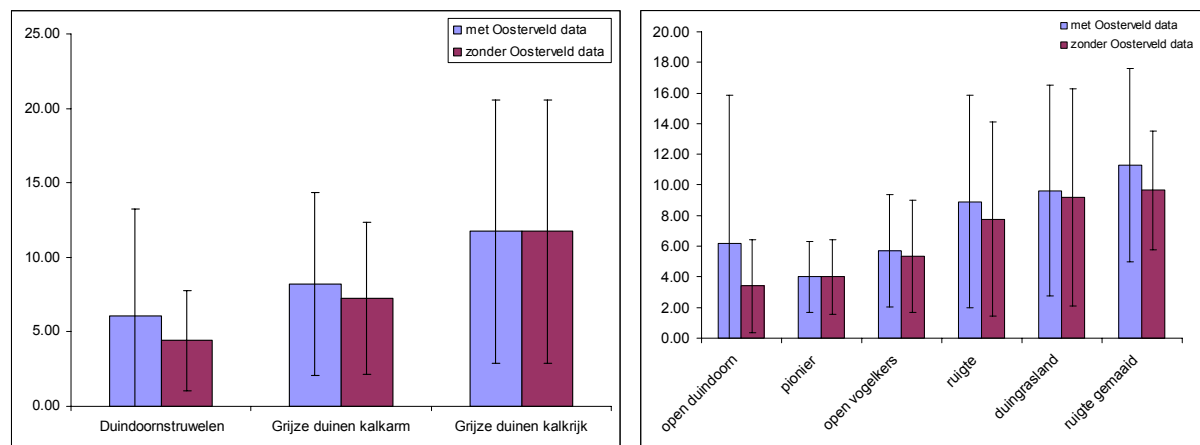
2.1.3 Mesttellingen

De mesttellingen zijn uitgevoerd door opdrachtgever, op een beperkt aantal (60) locaties van elk 150 m^2 binnen het begrazingsgebied Panneland, die stratified random zijn geselecteerd. Er is een overlay gemaakt van de ruimtelijke verdeling hiervan met de depositie- en de habitatkaart (bijlagen 2 en 3). Bij elke telling is een

vegetatieklasse aangegeven (grof vegetatietype, bepaald door de beheerder, in combinatie met vegetatiestructuur). We hebben deze indicatieve verdeling van de vegetatie bij de analyse niet gebruikt, omdat:

- de klassen niet rechtstreeks vertaald kunnen worden naar habitattypen en er ook geen kaart is van de verdeling van deze typen binnen Panneland;
- er geen kritische waarden van N-depositie voor deze vegetatieklassen bekend zijn, terwijl de kritische deposities voor de habitattypen wel bekend zijn;
- de natuur (beheer)-doelen worden uitgedrukt in termen van habitattypen of vegetatietypen en de aanbevelingen voor beheer dus ook op dit niveau geformuleerd moeten worden.

De mesttellingen zijn gebruikt om de relatieve gemiddelde mestbelasting per habitattype te berekenen. Hiertoe zijn de per type gevonden hoeveelheden mest uitgedrukt als percentage van de totale mestbelasting en geëxtrapoleerd naar het hele onderzoeksgebied. Er wordt dus verondersteld dat het hele oppervlak van elk habitattype binnen het onderzoeksgebied in dezelfde mate belast is met mest. Een onderliggende veronderstelling is dat de koeien het hele gebied op dezelfde manier gebruiken als de locaties waar de mesttellingen zijn gedaan, althans met betrekking tot ontlasting. We nemen ook aan dat als er geen mesttellingen voor een bepaald habitattype zijn, dit betekent dat de koeien dit type niet of nauwelijks gebruiken of tenminste dat ze daar geen extra stikstof heen brengen.



Figuur 1

Mestbelasting per type met en zonder de data van Oosterveld (links: habitat, rechts: vegetatiestructuur). Waarden zijn gemiddelde ± SD, eenheid: aantal vlaaien per 150 m²

Voor sommige, met name weinig voorkomende habitattypen zijn er slechts weinig waarnemingen. Dit is een bron van onzekerheid in de schatting van de effecten van bijvoeren per type. Om deze schattingen te valideren en te verbeteren is verder onderzoek nodig. Een van de tellingslocaties (Oosterveld) ligt dicht bij de plek waar de koeien worden bijgevoerd. Dit is er waarschijnlijk de oorzaak van dat de tellingen daar hoger zijn dan op andere plekken. Voor bepaalde typen kan dit tot onrealistisch hoge mestbelastingen leiden. Anderzijds zijn deze tellingen binnen het onderzoeksgebied gedaan en dus wel relevant. We hebben daarom mesttellingen (als gemiddelde met standaarddeviatie) per habitattype vergeleken met en zonder de locatie Oosterveld (figuur 1). Waar de input gebaseerd op alle data veel hoger en veel variabler was dan die gebaseerd op data zonder Oosterveld, zijn voor de berekeningen waarden zonder Oosterveld gebruikt. In alle andere gevallen zijn de waarden gebaseerd op de volledige dataset. We veronderstellen dat op deze manier de meest betrouwbare schatting van de gemiddelde mestbelasting wordt verkregen. Opgemerkt moet echter worden dat deze wijze van berekenen inhoudt dat lokaal een grotere belasting kan voorkomen dan hier is aangegeven. De waarden die verder in de berekeningen gebruikt zijn staan in tabel 3.

Tabel 3

Gemiddelde mestbelasting per habitatype (aantal vlaaien per 150 m²) met SD, aantal tellingen (n) en percentage van de totale hoeveelheid mest per type

Habitatype	Gemiddelde	SD	N	% totaal
Duindoornstruwelen*	4.42	3.36	19	18.1
Grijze duinen kalkarm	8.19	6.16	36	33.6
Grijze duinen kalkrijk	11.75	8.85	4	48.2
Alle typen samen	8.12	5.67	59	100

* Waarden voor duindoornstruwelen zijn veel variabeler met de Oosterveld data, ten opzichte van data zonder deze locatie (figuur 1). Voor dit type zijn daarom data zonder Oosterveld gebruikt voor de verdere berekeningen.

2.2 Berekeningen van stikstof input en uitscheiding door koeien

De totale N-input door bijvoeren is berekend op basis van de periode van bijvoeren (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 van de tweede snede, dat rijker is aan nutriënten. Chemische analyses van beide typen hooi waren beschikbaar. We hebben aangenomen dat de koeien alle aangeboden voer ook daadwerkelijk consumeren. De totale N-input in het hooi levert dus de maximale N-input in het gebied (exclusief de input via depositie).

2.2.1 Stikstofinput door bijvoeren

Op basis van informatie van de beheerder hebben wij aangenomen dat in de eerste 13 weken 7 balen schraalland hooi per week gevoerd zijn, daarna 5 weken 7 balen tweede snede hooi per week, en tenslotte 2 weken 1 baal tweede snede hooi per week. Door de beheerder is aangegeven dat één baal 400 kg versgewicht heeft. Dus de totale N-input door bijvoeren kan berekend worden als:

aantal weken x aantal balen x 400 kg x gehalte droge stof in het hooi x gehalte N in het hooi

Het gehalte aan droge stof en N in het voer verschilt voor de twee typen hooi, en dit is meegenomen in de berekeningen. Van elke type hooi zijn vijf monsters geanalyseerd. Van het drogestof gehalte en het N-gehalte konden dus gemiddelde en standaarddeviatie berekend worden. Deze waarden zijn gebruikt om een range te berekenen (als gemiddelde $\pm$ SD) om de onzekerheid in de resultaten te kwantificeren. In de volgende stap, de schatting van de N-belasting door bijvoeren per habitatype, zijn alleen de gemiddelde waarden gebruikt.

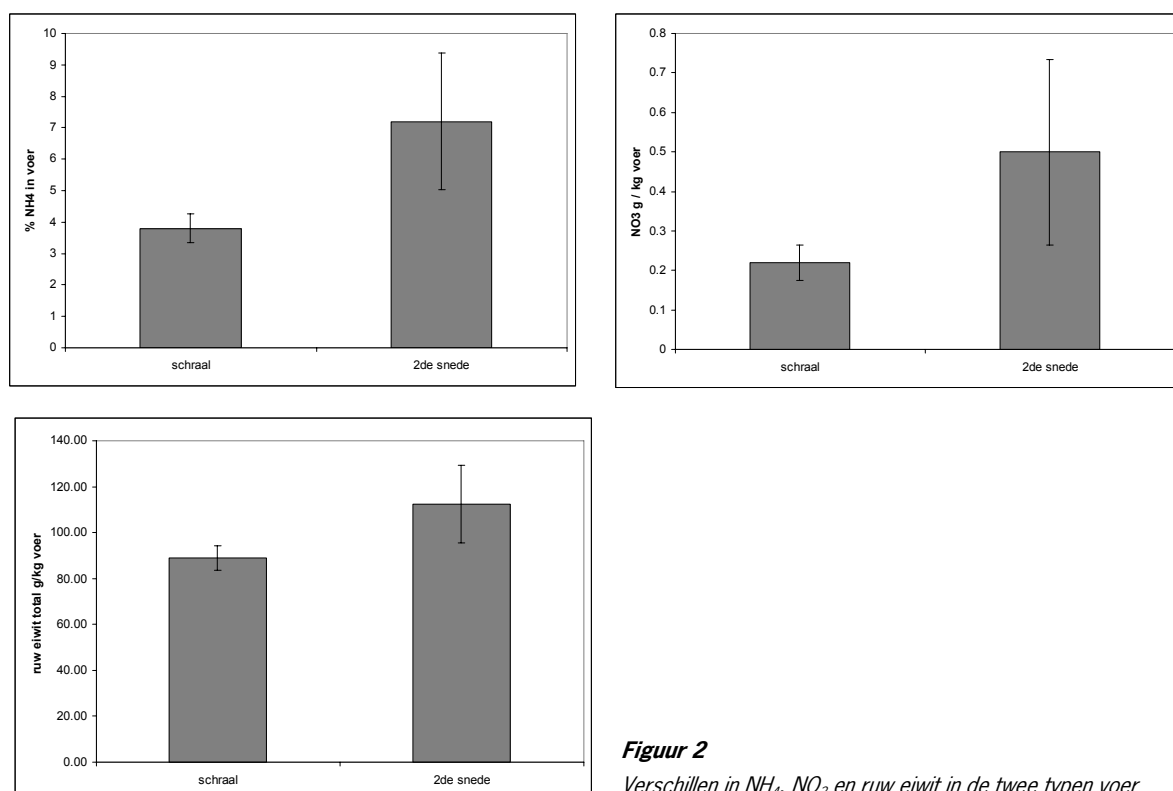
Nutriënten in het voer

Als basisdata (chemische analyse) waren beschikbaar de gehalten aan NH₄, NO₃ en ruw eiwit totaal, voor 5 monsters schraalland hooi en 5 monsters tweede snede hooi. Hieruit is een totaal N-gehalte berekend als de som van organisch en anorganisch N, waarbij organisch N is berekend op basis van een vast gehalte van 16% N in ruw eiwit. Details worden gegeven in bijlage 4, de finale waarden staan in tabel 4. Het totaal fosforgehalte van het hooi is geanalyseerd in één monster in elk type hooi. Deze waarde is gebruikt voor indicatieve berekeningen van P input met bijvoeren. Het drogestof gehalte in het verse hooi is bepaald als: 79 $\pm$ 2% schraal hooi en 50 $\pm$ 3 % voor tweede snede hooi. Hiermee zijn de totale hoeveelheden N en P per baal bepaald.

Tabel 4*Stikstof en fosfor gehalte van het hooi*

Schraalland hooi (n = 5 voor N, n = 1 voor P)				
	N anorganisch (g N /kg)	N organisch (g N /kg)	N-totaal g N / kg (ds)	P-totaal g P / kg (ds)
Gemiddelde	29.6	14.24	43.84	3.5
Range	26.1 - 33.11	13.37- 15.11	39.47-48.22	-
2 ^e snede hooi (n = 5 voor N, = 1 voor P)				
Gemiddelde	56.11	17.98	74.1	3.2
Range	39.2 - 73.03	15.29 - 20.68	54.48 - 93.71	-

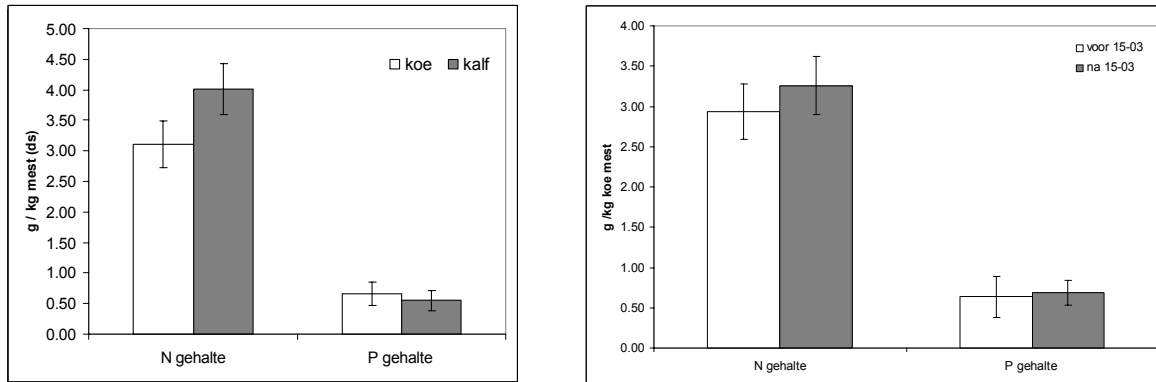
Er zijn grote verschillen in stikstofgehalte (organisch en anorganisch) in de twee typen hooi (figuur 2). Hooi van de tweede snede is significant rijker aan NH_4 ($p=0.009$; T test), NO_3 ($p=0.03$) en organisch N ($p=0.02$).

**Figuur 2***Verschillen in NH_4 , NO_3 en ruw eiwit in de twee typen voer*

2.2.2 Hoeveelheid mest en stikstof in de mest

De schatting van de input aan mest is gebaseerd op basis van informatie van beheerders en uit de literatuur. Een productiekoe in de wei produceert c. 55-65 kg verse mest per dag (pers. comm. J. Gosselink, Animal Science Group, DLO Lelystad). We hebben hier de conservatieve aanname gedaan dat deze vrij lopende koeien (die normaal gesproken gezonder zijn en waarschijnlijk minder drinken) c. 40 kg verse mest per dag produceren. Verder hebben we aangenomen dat een kalf 1/4 van de hoeveelheid mest van een koe produceert. Dit laatste getal bevat een grote onzekerheid, gegevens hierover zijn niet beschikbaar. In de AWD is ongeveer 1/4 van de vlaaien van kalveren afkomstig (informatie van de beheerder), terwijl de populatie voor $26/(40+26) = \text{ca. } 40\%$ uit kalveren bestaat. In aantal vlaaien produceert een kalf dus circa de helft van de hoeveelheid mest van een koe, maar omdat kalvervlaaien kleiner zijn dan koeienvlaaien is hier gerekend met een factor 1/4. Met het verschil in drogestofgehalte tussen koe- en kalvervlaaien wordt in de berekening

rekening gehouden. Er zijn verschillen in stikstofgehalte in koe- en kalvermest (figuur 3). Kalvermest bevat significant meer stikstof dan koemest ($p=0.01$; T-test); hiermee is in de berekeningen rekening gehouden. Er zijn geen verschillen in P gehalte in de twee mesttypen ($p=0.3$). Het N-gehalte in koemest is na 15 maart iets (maar niet significant) hoger dan voor die datum. Dit kan veroorzaakt zijn door het feit dat na 15 maart is bijgevoerd met tweede snede hooi dat ook rijker aan N is.



Figuur 3

Verschillen in N-gehalte en P gehalte in mest: links van koe en kalf, rechts voor en op of na 15 maart (periode van bijvoeren met resp. schraalland hooi en tweede snede hooi; alleen koe, van kalf te weinig data)

De hoeveelheid N in de mest voor de periode van 20 weken bijvoeren kan nu per dier worden berekend als:

aantal dagen (20×7) x factor (1 of 0.25) x 40 kg x gehalte droge stof in de mest x gehalte N in de mest

De drogestofgehalten van de mest zijn bepaald als $14 \pm 2\%$ voor koemest en $20 \pm 1\%$ voor kalvermest. Deze waarden zijn gebruikt om het nutriëntengehalte op basis van versgewicht te berekenen, inclusief de onzekerheid daarin (gemiddelde $\pm$ SD). Deze worden gegeven in tabel 5. In de volgende stap (schattingen van de N-belasting door bijvoeren) zijn alleen de gemiddelde waarden gebruikt.

Tabel 5

Stikstof- en fosfor-gehalte van de mest

Koemest (n=11)		
	N gehalte g N /kg	P gehalte g P /kg
Gemiddelde	3.11	0.66
Range	2.73 - 3.49	0.46 - 0.86
Kalvermest (n=4)		
Gemiddelde	4.01	0.55
Range	3.59 - 4.42	0.39 - 0.71

Verder komt stikstof niet alleen terug in het systeem in de vorm van mest, maar ook in de vorm van urine (ureum). Uit de nutriëntenbalans in begrazingsonderzoek blijkt dat ca. 30% van stikstof met de mest en 70% met urine in het systeem terugkeert (Bokdam, 2003). We hebben dit percentage gebruikt om de totale terugkeer van N (via mest plus urine) te schatten.

2.3 Berekening van input van stikstof door bijvoeren (stikstof balans)

Op basis van de beschikbare data en literatuur kunnen we geen sluitende balans opzetten. Dat is in dit geval ook niet nodig, omdat wij hier slechts de mogelijke effecten van extra stikstof door bijvoeren evalueren. De kringloop van N binnen het gebied zelf, zonder die extra input, valt buiten deze studie. In de berekeningen wordt dus niet meegenomen wat een koe in de winter van de natuurlijke vegetatie eet. Wanneer de opname en uitscheiding van N door het vee gelijk over de typen verdeeld is, is dit voor de huidige berekening ook geen relevant gegeven. Als deze verdeling niet gelijk is, vindt er interne relocatie van N plaats die de N-belasting voor bepaalde typen zal verhogen en voor andere verlagen. Berekening hiervan valt buiten het bestek van dit project, maar zal overigens in de beschouwde (winter)periode erg laag zijn omdat de productie door de natuurlijke vegetatie dan verwaarloosbaar is. Er is wel gecontroleerd of de berekende waarden van N-input met hooi en mest realistisch zijn. Dat betekent dat ze tenminste in dezelfde grootteorde moeten liggen. De totale N-input met hooi en met mest is in eerste instantie vergeleken met de schattingen uit het vegetatiemodel SUMO (Wamelink et al. 2001); op jaarbasis komt deze schatting overeen met de range die hier is bepaald. Vervolgens is de totale N-input via voer en via mest vergeleken met de kritische deposities voor N per habitatype, en met de geschatte atmosferische depositie.

De ruimtelijke informatie uit de mesttellingen is gebruikt om te schatten hoeveel stikstof van de externe input (via het hooi) in welk habitatype terecht komt. Dat geeft een beeld van de maximale belasting van dat type met externe stikstof. Hierbij is er van uitgegaan dat alle aangeboden hooi wordt geconsumeerd, en is de retentie van N in de dieren verwaarloosd. Een vergelijkbare berekening is gemaakt op basis van de totale input van N via de mest en urine. Deze waarden worden verder de minimale belasting genoemd. De minimum en maximum hoeveelheid extra stikstof is vergeleken met de geschatte atmosferische depositie. Op die wijze kan de relatieve bijdrage van de N-input via bijvoeren aan de totale N-belasting per habitatype geschat worden. Tenslotte is bepaald of de N-input via bijvoeren samen met de atmosferische input leidt tot een overschrijding (of een hogere overschrijding) van de kritische depositie.

2.4 Onzekerheden

In de berekening van de maximale externe N-belasting nemen we aan dat alle stikstof uit het voer terugkomt in het gebied. Als niet alle hooi wordt opgegeten maar bijvoorbeeld een deel blijft liggen of vertrapt wordt, zal dit leiden tot een overschatting van de N-belasting. Verder is in de berekening de retentie van N in de dieren verwaarloosd; deze bedraagt volgens Bokdam (2003) ca. 4 kg N per dier per jaar, dus over de periode van bijvoeren een fractie 20/52 hiervan. Maar ook de minimale N-belasting kan een overschatting bevatten omdat de dieren zich niet alleen met hooi voeden, maar ook in het terrein grazen, waarbij N binnen het gebied herverdeeld kan worden. De minimale belasting die wij voor de schrale typen schatten, hoeft daarom niet volledig uit het hooi afkomstig te zijn, maar de fout die hierdoor in de winterperiode gemaakt wordt is waarschijnlijk klein door de lage productie op dat moment. Ook kan een deel van de N in de mest zich bevinden in zeer moeilijk mineraliseerbare fracties en daardoor voor de vegetatie niet opneembaar zijn.

De dagelijkse mestproductie per koe is niet gemeten maar geschat uit literatuur- en expertdata. Fouten hierin leiden tot fouten in de geschatte minimale belasting. Verder wordt de meeste N door koeien via de urine uitgescheiden, en ook deze hoeveelheid is hier niet direct bepaald maar geschat via een vaste verhouding tussen mest en urine. Kleine fouten in deze schatting kunnen leiden tot grote fouten in de schatting van de minimale N-belasting.

We hebben aangenomen dat N door de koeien verspreid wordt volgens het ruimtelijk patroon dat in de mesttellingen is vastgesteld. Omdat er betrekkelijk weinig mesttellingen zijn, kan dit tot fouten leiden in de schatting van de belasting per type (dit geldt zowel voor de maximale als voor de minimale belasting). Zoals

eerder opgemerkt levert deze methode vrijwel zeker een overschatting voor de typen die in de nabijheid van de voederplaats liggen en daarom is hier deels voor gecompenseerd.

Er is aangenomen dat er geen verliezen van N optreden door NH_3 vervluchtiging uit mest of door denitrificatie (N_2 of NO emissie). Voor NH_3 vervluchtiging is dat waarschijnlijk een redelijke aanname omdat eventueel vervluchtigde NH_3 weer snel zal neerslaan, waarschijnlijk in hetzelfde type (lage bron, hoge depositiesnelheid). En we verwachten in deze relatief droge systemen niet dat denitrificatie leidt tot verlies van aanzienlijke hoeveelheden N. Verder is aangenomen dat alle stikstof die op een plek terecht komt ook beschikbaar komt voor de vegetatie en dus volledig bijdraagt aan de N-belasting (samen met de atmosferische N-depositie). Eventuele uitspoeling van nitraat (bijvoorbeeld in winter, wanneer er geen groei en dus ook geen opname plaatsvindt) wordt dus verwaarloosd. Deze processen zijn afhankelijk van de lokale situatie (bijvoorbeeld bodem type), tijd van de jaar, weer, etc. en kennen een grote ruimtelijke en temporele variatie. Overigens gelden bovenstaande overwegingen evengoed voor de N die met depositie het terrein binnenkomt, dus voor een zuivere vergelijking moeten deze processen zeker verwaarloosd worden. Met name geldt dit ook voor N in moeilijk mineraliseerbare organische stof; ook de N uit depositie komt op termijn deels in dergelijke fracties terecht, en draagt bij aan een versnelde opbouw van een organische laag in de bodem en daarmee aan verzuring en indirect dus aan de successie.

Gezien deze onzekerheden wordt met nadruk gesteld dat deze studie slechts een indicatief beeld geeft van de mogelijke effecten van bijvoeren op de N-beschikbaarheid in het onderzoek gebied. Anderzijds is de berekening wel zodanig robuust dat de conclusie dat de import van N in het gebied niet verwaarloosbaar is ten opzichte van de depositie ook stand houdt onder andere kwantitatieve aannamen zolang deze binnen realistische grenzen blijven.

3 Resultaten

3.1 Stikstof input door bijvoeren

Het blijkt dat de maximale input van stikstof door bijvoeren, berekend op basis van de hoeveelheid voer en het N-gehalte in het voer 1800.7 kg N (range 1479.3 – 2147.2 kg N) is voor het hele gebied. Met een gelijkmatige verspreiding betekent dit 4.1 kg N ha⁻¹ extra door bijvoeren (range 3.37 – 4.89 kg N ha⁻¹). De variabiliteit van de waarden (hier geïntegreerd tot één waarde) wordt veroorzaakt door de variatie in drogestof en N-gehalte in het hooi.

Tabel 6 geeft een vergelijking van de kritische depositie, de atmosferische depositie en de extra N-input door bijvoeren, voor een aantal habitattypen, en onder de aanname dat de verspreiding van externe N gelijkmatig en volledig is. Uit deze eerste globale evaluatie blijkt het volgende:

1. De N-input door bijvoeren is mogelijk een significante bijdrage ten opzichte van de kritische depositie (namelijk 14-38 % van de kritische depositie van de verschillende habitattypen).
2. De externe N-input kan mogelijk 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, en de externe input maakt de situatie voor deze typen dus nog erger.

Tabel 6

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. nb = niet bepaald

habitat type	Atmosferische depositie (kg N ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Kritische depositie* (kg N ha ⁻¹ jaar ⁻¹) (rood = wordt overschreden door atm. dep.)	Input (4.1 kg N ha ⁻¹) als % van de kritische depositie	Som atmosferische depositie + externe input (kg N ha ⁻¹ jr ⁻¹)	Som depositie vs. kritische depositie (rood = wordt overschreden door atm. dep. + bijvoeren)
Duindoornstruwelen	16.4	28.3	14%	20.5	< KD
Grijze duinen (kalkarm)	16.6	13.1	31%	20.7	> KD
Grijze duinen (kalkrijk)	16.4	17.4	24%	20.5	> KD
Grijze duinen (heischraal)	16.6	10.8	38%	20.7	> KD
Duinbossen (droog)	16.7	18	23%	20.8	> KD
Duinbossen (vochtig)	16.3	28.6	14%	20.4	< KD
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	15.9	19.5	21%	20.0	± KD
Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	16.1	>34	nb	20.2	< KD
geen Habitatype	16.6	nb	nb	20.7	nb

*volgens Van Dobben en Van Hinsberg (2008).

Door de simpele aannamen geeft dit slechts een indicatie, maar die is wel een reden om de effecten van externe N-input verder te bestuderen. Op basis van de hoeveelheid dieren, de hoeveelheid mest per dier en het N-gehalte van de mest wordt een minimum N-input via mest in 20 weken bijvoeren geschat op 346.7 kg N voor het hele gebied (inclusief N in urine). Omgerekend per ha betekent dit 0.79 kg N ha⁻¹ (voor 20 weken bijvoeren). Dit is weliswaar in dezelfde orde van grootte als de schattingen van de input op grond van N in het

hooi, maar wel een factor ruim vijf lager. Gezien de vele (reeds eerder aangegeven) bronnen van onzekerheid is niet aan te geven wat de belangrijkste oorzaak van dit verschil is. Het verwaarlozen van de retentie van N in de koeien is volstrekt onvoldoende om dit verschil te verklaren (namelijk een overschatting van de maximale input met ca. $(40+26) \times (20/52) \times 4 = \text{ca. } 100 \text{ kg N}$).

Zonder meer gedetailleerd onderzoek aan de N-balans is moeilijk aan te geven of de werkelijke belasting het best benaderd wordt door de minimale of de maximale schatting. Wel staat vast dat de minimale schatting behept is met de grootste onzekerheden, vooral veroorzaakt door de schatting van de mestproductie per dier en de verhouding in N-uitscheiding via mest en urine. Aangezien de retentie zeker verwaarloosbaar is, is de enige echte onzekerheid in de maximale schatting de hoeveelheid voer die daadwerkelijk in het terrein terecht komt (op welke manier dan ook). Volgens informatie van de beheerder wordt vrijwel alle voer ook geconsumeerd. Zelf bij de uiterst conservatieve aanname dat feitelijk maar de helft van het voer in het terrein terecht komt (de extra depositie wordt dan dus $2.05 \text{ kg N ha}^{-1}$) verandert de kwalitatieve conclusie uit tabel 6 niet (namelijk extra overschrijding van de kritische depositie voor grijze duinen (kalkrijk) en duinbossen (droog)).

3.2 Fosfaat-input door bijvoeren

Het blijkt dat de totale fosfaat input door bijvoeren (berekend op basis van hoeveelheid voer en P gehalte in het voer) 123.7 kg P (range $120.0 - 127.4 \text{ kg P}$) voor het hele gebied is. Bij een gelijkmatige verspreiding van extra fosfaat betekent dit $0.28 \text{ kg P ha}^{-1}$ extra input door bijvoeren (range $0.27 - 0.29 \text{ kg P ha}^{-1}$). De variabiliteit van de waarden komt door variatie in het drogestofgehalte van het voer. De P belasting is vrij hoog voor voedselarme systemen zoals grijze duinen. Verder is fosfaat veel minder mobiel in de bodem dan N, en er kan dus in de loop van de tijd accumulatie optreden. Ook P kan dus in theorie leiden tot een significant bemestings-effect, vooral als de ruimtelijke verspreiding van de mest niet gelijkmatig is, maar er meer terecht komt in de meest voedselarme vegetaties (die vaak P-gelimiteerd of co-gelimiteerd zijn door zowel N als P). We gaan hier niet nader in op een eventuele P-problematiek, maar adviseren hier een apart onderzoek aan te wijden.

3.3 Stikstof input per type

3.3.1 Habitattypen

Tabel 7 geeft schattingen van de extra N-input door bijvoeren voor een aantal habitattypen, berekend op grond van de verdeling van de mest over die typen. 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 maximale als bij de minimale geschatte extra N-belasting. Voor de grijze duinen is de situatie ongunstig door:

1. de hoge gevoeligheid van dit habitatype voor N-depositie;
2. de habitatselectie door de koeien: blijkbaar is deze open, korte vegetatie een plek waar koeien 's winters graag verblijven, rusten of tenminste ontlasten;
3. het kleine oppervlak waarop de N-belasting is geconcentreerd.

Bijvoeren kan dus lokaal (dat wil zeggen, 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 mesttellingen) geen invloed van bijvoeren is, maar dit habitat staat alleen al door de atmosferische depositie onder druk. Incidentele extra stikstof (bijvoorbeeld door begrazing op meer productieve plekken en ontlasten op schrale plekken) kan de situatie dan verergeren. De kritische depositie

wordt meestal met een factor 1.3 – 1.5 overschreden, maar dit kan oplopen tot een factor 5 (voor grijze duinen kalkrijk).

Gezien de geringe retentie van N in de koeien is de netto afvoer van N uit het gehele terrein door begrazing in elk geval verwaarloosbaar ten opzichte van de input via depositie, namelijk over het hele terrein in de bijvoertperiode ca. 100 kg N retentie (zie 3.1) tegenover $(20/52) \times \text{ca. } 400 \times \text{ca. } 17 = \text{ruim } 2500 \text{ kg N-depositie}$. Het gunstige effect van begrazing op de vegetatie komt dus vooral tot stand via de beïnvloeding van de vegetatiestructuur en niet via afvoer van nutriënten. Effectieve afvoer van nutriënten zonder daarbij de hele vegetatie te verwijderen is alleen mogelijk via maaien en afvoeren. Maar er kan natuurlijk wel relocatie van N binnen het terrein plaatsvinden als de koeien op verschillende plaatsen grazen en ontlasten. Het is op grond van onze resultaten niet aan te geven in hoeverre dit ook werkelijk gebeurt.

Tabel 7

Schatting van de effecten van bijvoeren op habitat niveau. Rood = overschrijding van de kritische depositie

Habitat	N input	N mest	% mest	N-depo	KD	N max	%KD max	N min	%KD min	Som max	Som min
Duinboornstruwelen	326.7	62.9	18.1%	16.4	28.3	2.4	8.4%	0.5	1.6%	18.8	16.9
Grijze duinen (kalkarm)	605.6	116.6	33.6%	16.6	13.1	2.9	22.3%	0.6	4.3%	19.5	17.2
Grijze duinen (kalkrijk)	868.4	167.2	48.2%	16.4	17.4	77.2	443.8%	14.9	85.5%	93.6	31.3
Grijze duinen (heischraal)	0.0	0.0	0.0%	16.6	10.8	0.0	0.0%	0.0	0.0%	16.6	16.6
Duinbossen (droog)	0.0	0.0	0.0%	16.7	18.0	0.0	0.0%	0.0	0.0%	16.7	16.7
Duinbossen (vochtig)	0.0	0.0	0.0%	16.3	28.6	0.0	0.0%	0.0	0.0%	16.3	16.3
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0.0	0.0	0.0%	15.9	19.5	0.0	0.0%	0.0	0.0%	15.9	15.9
Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)	0.0	0.0	0.0%	16.1	>34	0.0	nb	0.0	nb	16.1	16.1
Geen habitattypen	0.0	0.0	0.0%	16.6	nb	0.0	nb	0.0	nb	16.6	16.6

N input : totale input (kg N) door bijvoeren

N mest : totale input (kg N) via mest

% mest : % van de mest die terechtkomt in het habitattypen

N-depo : atmosferisch depositie (kg N ha⁻¹ j⁻¹), gemiddelde voor het habitattypen

KD : kritische depositie voor het habitattypen (kg N ha⁻¹ j⁻¹)

Nmax : maximum schatting van N-belasting in kg N ha⁻¹ van habitat (berekend op grond van N-input door bijvoeren)

% KD max : Nmax als een percentage van KD

Nmin : minimum schatting van N-belasting in kg N ha⁻¹ van habitat (berekend op grond van N-input door mest)

% KD min : Nmin als een percentage van KD

Som max : Som van de atmosferisch depositie en de externe N-belasting (door bijvoeren) voor Nmax

Som min : Som van de atmosferische depositie en de externe N-belasting (door bijvoeren) voor Nmin

Nb : niet bepaald

4 Conclusie en aanbevelingen

4.1 Lokaal mogelijk groot effect van N-input door bijvoeren

Uit de resultaten blijkt dat de hoeveelheid N die door bijvoeren in het terrein wordt geïmporteerd varieert van verwaarloosbaar tot lokaal maximaal ruim $70 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$, met een gemiddelde waarde over het hele terrein van maximaal $4.1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$. Deze laatste waarde kan een overschatting zijn maar waarschijnlijk niet een zeer grote. Daarmee is de import van N door bijvoeren -zeker lokaal en zeker voor het habitatype grijze duinen- niet verwaarloosbaar ten opzichte van de atmosferische depositie. Hiermee zijn de eerste twee vragen uit de inleiding beantwoord.

Op basis van deze resultaten kunnen we constateren dat er waarschijnlijk negatieve effecten optreden door extra input van N via bijvoeren in het begrazingsgebied Panneland. Dit is echter niet het geval voor alle habitattypen en dus ook niet voor het hele gebied. Voor de meeste habitattypen is de extra stikstof waarschijnlijk geen probleem. In de voedselrijkere vegetatie en in de struwelen leidt de externe stikstof niet tot eutrofiëring, omdat dit nu al eutrofe stadia zijn waar veel nutriënten liggen opgeslagen in bodem en biomassa. De N-input door bijvoeren kan vooral negatief zijn voor meest gevoelige habitattypen – de grijze duinen. Lokaal zijn daar grote effecten mogelijk door concentratie van mest op open plekken met lage, voedselarme vegetatie. De verzuuring die in deze typen optreedt kan door bijvoeren worden versneld. Zonder de atmosferische depositie van stikstof was de extra input door bijvoeren waarschijnlijk voor geen enkel type een probleem, hoewel men zich wel dient te realiseren dat zonder atmosferische input de productie lager zou zijn en dus de noodzaak tot bijvoeren groter.

In dit gebied betekent hoge N-depositie niet alleen bemesting maar ook verzuring. De laatste kan vooral een rol spelen in de kalkrijk - kalkarm gradiënt (gradiënt wordt korter, met minder diversiteit) en op plaatsen waar ontkalking optreedt waardoor zeldzame soorten kunnen verdwijnen. Dit risico bestaat vooral bij kleine oppervlaktes zeer voedselarm habitat, dat om een of andere reden aantrekkelijk is voor grazers, in een landschap van (matig tot zeer) voedselrijke habitats.

De in dit rapport gegeven schattingen bevatten onzekerheden die in een kortlopende studie als deze niet opgelost kunnen worden. De berekende maximale N-input moet gezien worden als een worst-case schatting van het effect van bijvoeren. De feitelijke belasting is zeker lager, maar waarschijnlijk niet veel lager. De berekende minimale N-input moet gezien worden als een absolute ondergrens, en voor één van de habitattypen (grijze duinen kalkrijk) leidt zelfs deze input al bijna tot een verdubbeling vergeleken met depositie alleen. Bij alle onzekerheden in de schatting van N-input door bijvoeren dient men zich overigens wel te realiseren dat de onzekerheid in zowel de actuele depositie als de kritische depositie op lokaal niveau ook in de orde van grootte ligt van 100%. Dit op zich kan al leiden tot zowel een overschatting als een onderschatting van het effect van bijvoeren. Tenslotte dient men zich te realiseren dat deze studie alleen antwoord geeft op de vraag naar het effect van bijvoeren. Andere factoren die een rol spelen bij begrazing in duingebieden zijn niet meegenomen, en daarmee is op grond van onze resultaten ook geen afweging te maken tussen de voor- en nadelen van de huidige vorm van begrazen.

4.2 Aanbevelingen en mogelijke oplossingen

Hieronder stellen wij een aantal maatregelen voor die lokaal kunnen worden toegepast om negatieve effecten van het bijvoeren te voorkomen:

- Minder bijvoeren / niet bijvoeren / niet bijvoeren met het hooi van buiten het gebied.
- Bijvoeren op andere (of meerdere) plekken, op grotere afstand van gevoelige vegetatie. Een volgende vraag is dan: wordt het probleem minder als op grotere afstand wordt gevoerd, gaan de koeien dan ergens anders liggen (en ontlasten)?
- Meer controle over waar de koeien begrazen en ontlasten door het inrasteren van bepaalde deelgebieden.
- Minder (drachtige of zogende) koeien in de bijvoerperiode.
- Uitrasteren van N-gevoelige vegetatie (meestal kleine oppervlakten), tenminste voor de periode van bijvoeren.
- Additioneel beheer (extra maaien met afvoer van biomassa) van met N overbelaste vegetaties. Dit hooi kan later gebruikt worden voor bijvoeren (in de winter). Deze maatregel kan ook toegepast worden in habitat-typen waar mogelijk geen effecten van bijvoeren optreden, maar waar de atmosferische N-depositie te hoog is.
- Lokaal veldonderzoek om een betere schatting te verkrijgen van de hoeveelheden N en P uit verschillende bronnen die beschikbaar zijn voor de vegetatie, en de lokale opname en uitspoeling.
- Begrazen met uitsluiting van de winterperiode zodat bijvoeren niet meer noodzakelijk is.
- Lokaal (waar mogelijk) vlaaien opruimen, bijvoorbeeld dicht bij de voederplaats.

Literatuur

Bokdam, J., 2003. Nature conservation and grazing management. Free-ranging cattle as a driving force for cyclic succession. PhD thesis. Wageningen University, Wageningen, the Netherlands.

Dobben, H.F. van, E.P.A.G. Schouwenberg, J.P. Mol, H.J.J. Wieggers, M.J.M. Jansen, J. Kros en W. de Vries, 2004. Simulation of critical loads for nitrogen for terrestrial plant communities in the Netherlands. Alterra report 953. Alterra-rapport 953.

Dobben, H.F. van en A. van Hinsberg, 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura2000-gebieden. Alterra rapport 1654.

Ehrenburg, A., H.J.M. van Hagen en L. Terlouw, 2008. Amerikaanse vogelkers als invasieve soort in de kustduinen. De Levende Natuur 109(6): 240-245.

Jaarsveld, J.A. van, 2004. The Operational Priority Substances model. Description and validation of OPS-Pro 4.1. Bilthoven, the Netherlands, National Institute of Public Health and the Environment. RIVM Report 500045001.

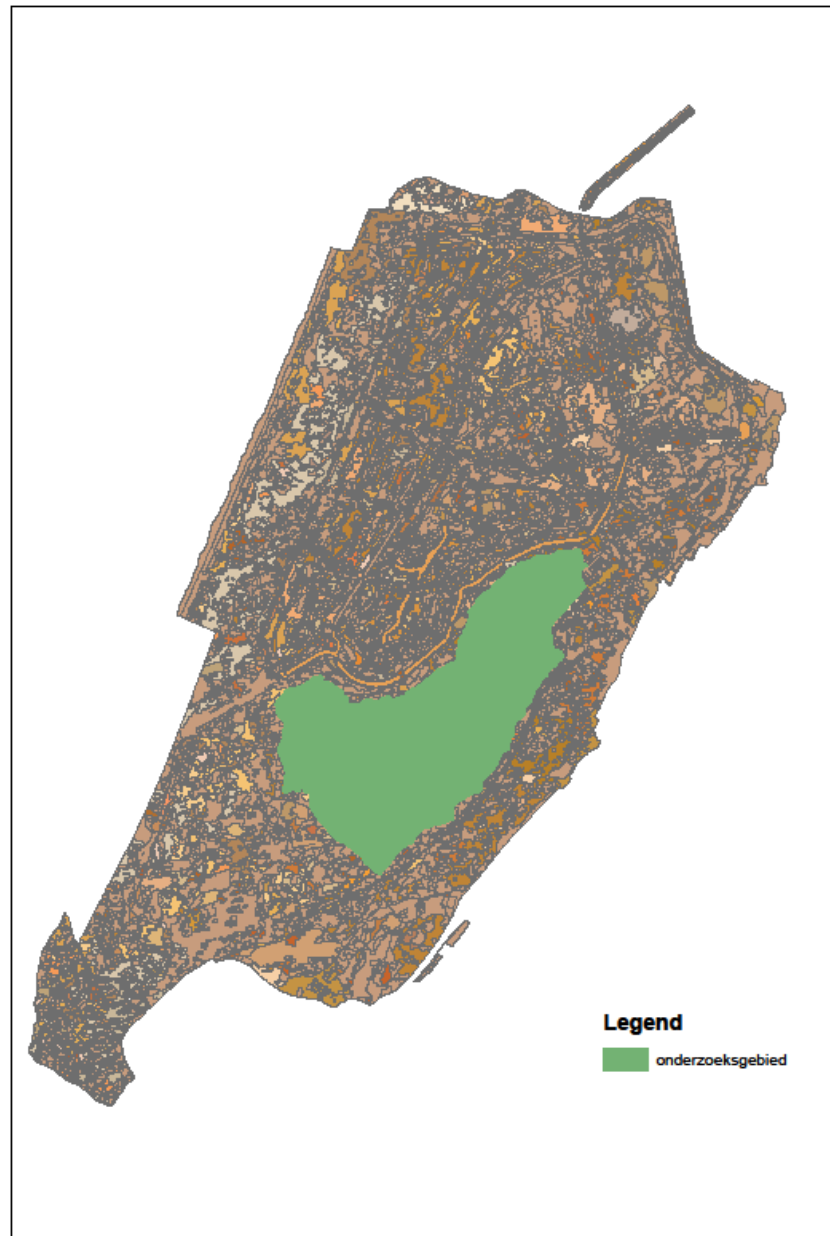
Kooijman, J.M., J.C.R. Dopheide, J. Sevink, I. Takken en J.M. Verstraten, 1998. Nutrient limitations and their implications on the effects of atmospheric deposition in coastal dunes; lime-poor and lime-rich sites in the Netherlands. Journal of Ecology 86: 511-526.

Naeff, H.S.D., 2003. GIAB_NL03. Geografische Informatie Agrarische Bedrijven voor 2003. Wageningen, Alterra, Centrum Landschap. Interne notitie.

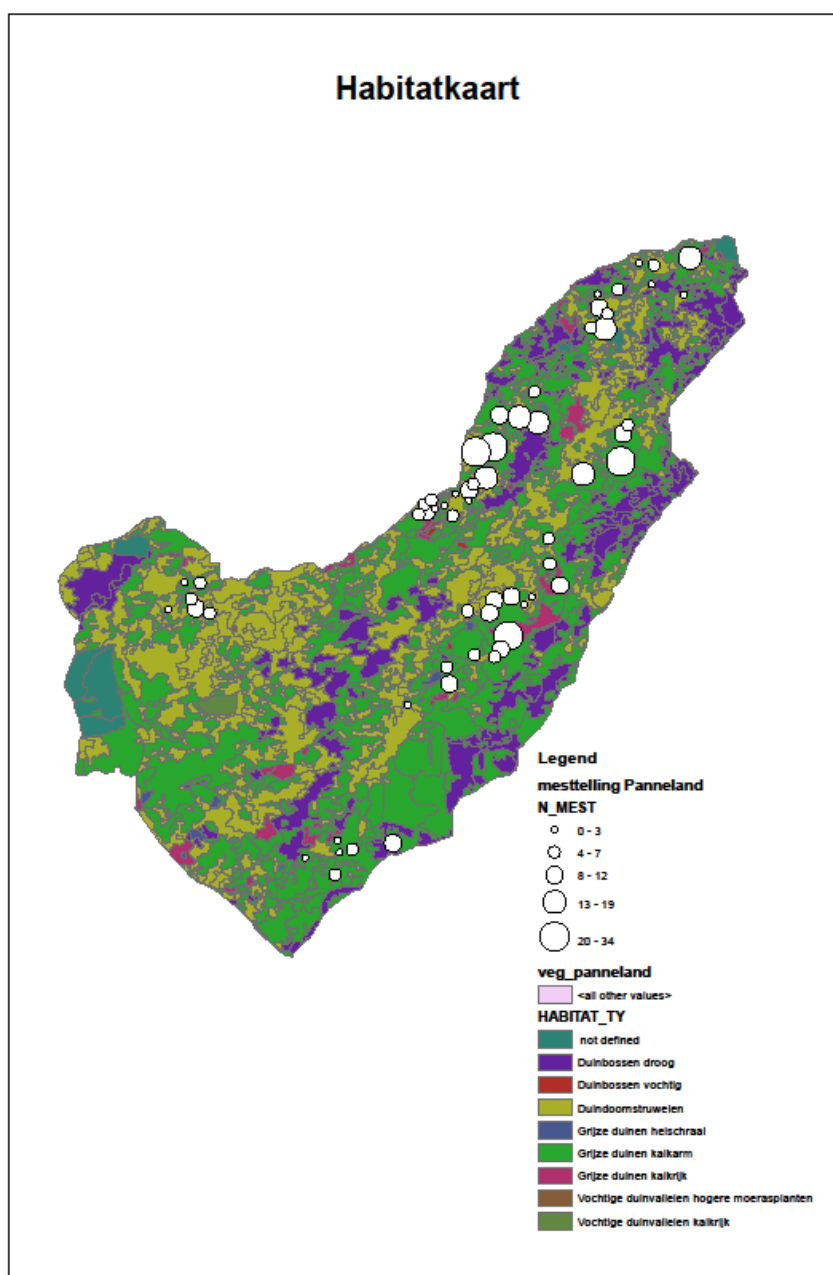
Vries, W. de, J. Kros, O. Oenema en J. de Klein, 2003. Uncertainties in the fate of nitrogen II: A quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in the Netherlands. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 66:71-102.

Wamelink, G.W.W., R.M.A. Wegman, P.A. Slim, J. Dirksen, J.P. Mol-Dijkstra en H.F. van Dobben, 2001. Modelling van begrazing in SUMO; Verbetering van de vegetatiemodellering in de Natuurplanner. Alterra report 368. Wageningen, 95 p.

Bijlage 1 Ligging van het onderzoeksgebied binnen de AWD

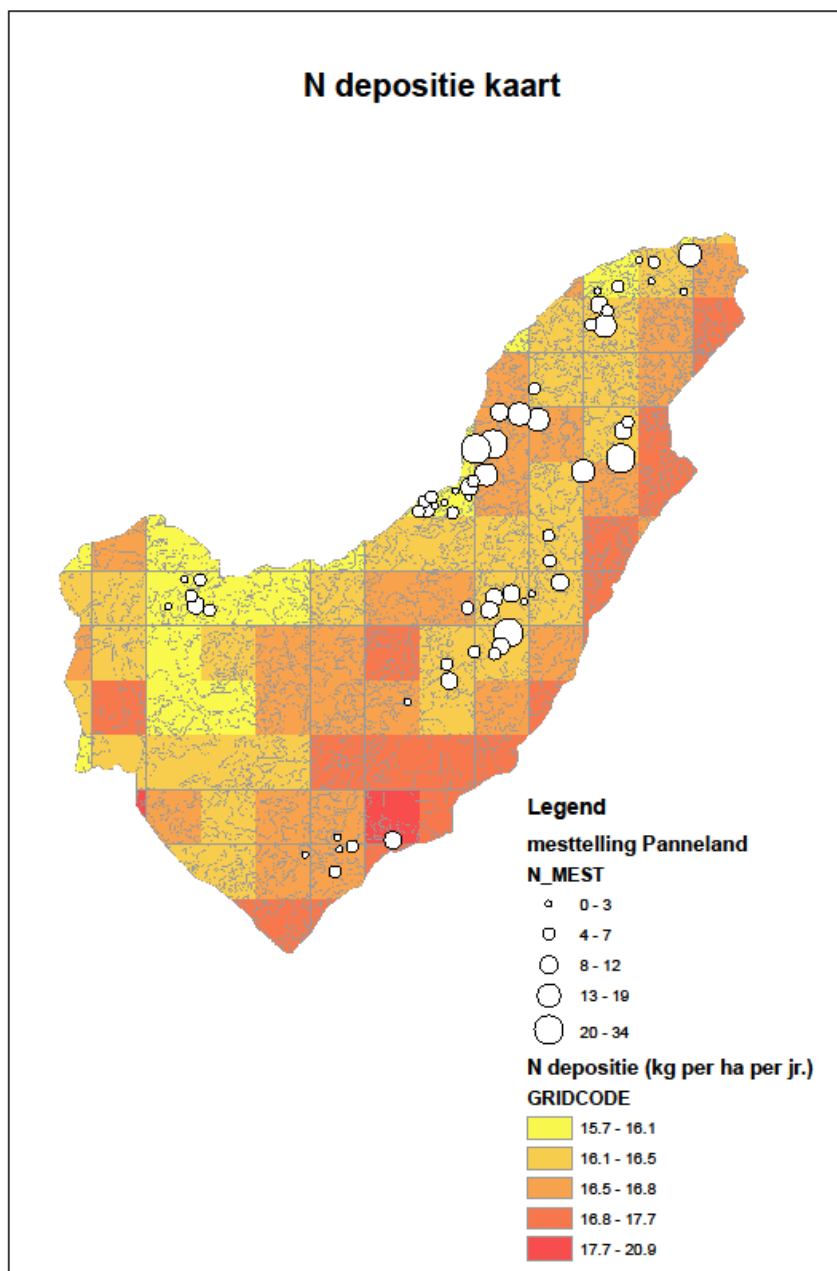


Bijlage 2 Habitatkaart met mesttellingen



Deze kaart geeft alleen het begraasde gebied, N_MEST = aantal vlaaien per 150 m².

Bijlage 3 Stikstofdepositiekaart (250 meter hokken) met mesttellingen



Bijlage 4 Berekening N in voer en mest

N-input via voer

Gegevens: ammonia fractie NH_4 (%); nitraat NO_3 (g/kg); ruw eiwit totaal.

Voor analytische methoden zie het BLGG rapport (bijlage 5).

Anorganisch N:

1. NH_4 (%) is omgerekend naar g/kg.
2. Vervolgens is het gehalte aan ammonium en nitraat omgerekend naar stikstof (g N / kg) op grond van molecuulgewicht (NH_4 18 g/mol, NO_3 62 g/mol, N 14 g/mol).
3. Anorganisch N is de som van N (NH_4) en N (NO_3) (in g N/kg).

$$N_{\text{anorg}} [\text{gN/kg}] = N (\text{NH}_4) + N (\text{NO}_3)$$

De gegeven waarden zijn gemiddelden, de range is gemiddelde $\pm$ standaarddeviatie.

De ranges waren berekend voor N (NH_4) en N (NO_3) en verdere geïntegreerd tot een waarde.

Organisch N:

Het gehalte aan N in ruw eiwit (in g/kg) is berekend als:

$$N_{\text{org}} [\text{gN/kg}] = \text{ruw eiwit totaal} / 6.25$$

De factor 6.25 is een standaard factor voor deze berekening (pers. comm. BLGG).

Het totaal N-gehalte in het voer is berekend als:

$$N_{\text{tot}} [\text{gN/kg}] = N_{\text{anorg}} + N_{\text{org}}$$

Het totaal N-gehalte in het voer wordt gegeven als gemiddelde en als range geïntegreerd voor anorganisch en organisch N.

N in de mest

Gegeven: N-gehalte [g/kg].

Voor analytische methoden zie het BLGG rapport (bijlage 5).

Het N-gehalte in de mest is gegeven als totaal N (Kjeldahl) in gN/kg droge stof. De gegeven range is gemiddelde $\pm$ SD.

Bijlage 5 Chemische analyse

De volgende pagina's geven een voorbeeld van de resultaten van zowel de gewas- als de mestanalyse, zoals toegeleverd door BLGG.

Voederwaarde-onderzoek
Gras ingekuild
2e sn 1

Uw klantnummer: 3594041

Waternet
Onderzoek & Projecten
M. van Til
Vogelenzangsewg 21
2114 BA VOGELENZANG



Postbus 115
6860 AC Oosterbeek
Meer informatie:
T: 0900-2352544
F: 026-3346409
E: klantenservice@blgg.nl
I: www.blgg.nl

Onderzoek	Onderzoek-/ordenummer: 638510/002502534		Datum verslag: 09-04-2010						
	Maaidatum: 10-07-2009		Datum monsternamen: 31-03-2010		Monster genomen door: Blgg	Contactpersoon monsternamen: Dick Huiberts: 0652002131			
Resultaat in gram/kg, tenzij anders vermeld.		Resultaat product droge stof	Streef- traject	Zand zomer		Resultaat droge stof	Streef- traject	Zand zomer	
	DS	515	300-500	544	Ruw as	69	90-120	96	
	pH	5,5	4,8-5,8	5,2	VCOS (%)	70,5	76-80	76,4	
	Aziijnzuur	11	10-20	6	NH ₃ -fractie (%)	9	< 6	7	
	Melkzuur	< 2	5-15	19	Nitraat	0,7	< 7,5	2,6	
	VEM	429	833	880-940	898	Ruw eiwit	124	160-190	155
	VEVI	432	838	900-980	926	Ruw eiwit totaal	136	170-210	166
	DVE*	30	59	60-80	67	Oplosbr. ruw eiwit(%)	54	40-60	55
	OEB*	5	10	40-80	35	Ruw vet	34	30-50	37
	VOS	338	656	680-720	690	Ruwe celstof	266	230-280	252
	FOSp*	276	535	525-600	557	Suiker	128	80-160	116
	OEB* 2 uur	15	29	40-95	45	NDF	522	420-500	496
	FOSp* 2 uur	120	233	225-300	255	NDFverteerbr.heid(%)	61,5	70-80	70,5
	Structuurwaarde	3,3	2,6-3,0	3,1	ADF	293	240-290	270	
	Verzadigingswrd.	1,05	0,95-1,10	1,03	ADL	31	20-30	22	
Voederwaarde en analyse- resultaat									

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 2
638510, 09-04-2010

Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Ing. H. Hekman, manager Operationele Zaken a.i.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek
worden deze en/of de specificaties van de analysesmethoden ingezonden.
Blgg aanvaardt niet aansprakelijkheid voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend uit het gebruik
van door of namens Blgg versafte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
Blgg is ingeschreven in het RvA-register voor landbouwkundige zaden nader omschreven in de erkenning
onder nr. L122 voor uitvoeren van analysesmethoden.
onder nr. L456 voor uitvoeren van monsternamingsmethoden.

2e sn 1

Resultaat	Resultaat droge stof	Streef- traject	Zand zomer	Resultaat droge stof	Streef- traject	Zand zomer
Mineralen						
Natrium				Mangaan (mg)		
Kalium				Zink (mg)		
Magnesium				IJzer (mg)		
Calcium				Koper (mg)		
Fosfor				Molybdeen (mg)		
Zwavel				Jodium (mg)		
Chloor	7,5	5,0-20,0	12,7	Kobalt (µg)		
Kat.AnionVerschil (meq)				Seleen (µg)		

Opmerking Voederwaarde en analysesresultaat

Rundvee: de berekende gehalten van onderstaande
darmverteerbare aminozuren bedragen circa:
Lysine 3,5 g/kg DS
Methionine 1,3 g/kg DS

Na verzending van dit verslag wordt het monster nog 2 weken
bij Bgg bewaard.
Binnen deze tijd kunt u nog aanvullend onderzoek aanvragen.

DVE 1991:
Voormalige DVE-waarden: 64 g DVE, -2 g OEB en 556 g FOS.

Toelichting BEMONSTERINGSMETHODE:

Bemonsteringsmethode
volgens Bgg standaard: Q PLA 2310

BEPALINGSMETHODE:

Droge stof	Q	Em:GEWAS.OVB
Azijnzuur		Em: NIRS
Melkzuur		Em: NIRS
NH ₃ -fractie (%)	Q	Em: NIRS
Ruw eiwit		
(bij silage:		
ammoniakvrij)	Q	Em: NIRS
Oplosbr.ruw eiwit(%)		Em: NIRS
Ruw eiwit totaal		Berekende waarde
Ruwe celstof	Q	Em: NIRS
Ruw as	Q	Em: VAS1
VCOS (%)	Q	Em: NIRS
Suiker	Q	Em: NIRS
Ruw vet	Q	Em: NIRS
Nitraat	Q	Em: NIRS
Chloor	Q	Em: NIRS
pH		Em: NIRS
NDF	Q	Em: NIRS
NDFverteerbaarheid(%)	Q	Em: NIRS
ADF	Q	Em: NIRS
ADL	Q	Em: NIRS

Em; Gw; Cf Eigen methode; Gelijkwaardig aan; Conform
Q Methode geaccrediteerd door RvA

Alle verichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheids-
termijn tussen monstername en analyse uitgevoerd.

GEBRUIKTE AFKORTINGEN:

VCOS

NDF

ADF

ADL

VEM

VEVI

DVE

OEB

VOS

FOS(p)

2 uur

Structuurwaarde

Verzadigingswrd.

Bepaling:

Verteringscoëfficiënt
Organische Stof
Neutral Detergent Fibre
Acid Detergent Fibre
Acid Detergent Lignin

Energie en eiwit (berekend):

Voeder Eenheid Melk
Voeder Eenheid Vleesvee Intensief
Darm Verteerbaar Eiwit
Onbestendig Eiwit Balans
Verteerbare Organische Stof
Fementeerbare Organische Stof (pens)
Hoeveelheden OEB en FOS na een
verblijf van 2 uur in de pens.
Structuurwaarde/kg ds (CVB 1998)
Verzadigingseenheden/kg ds (CVB 2002)

Mestonderzoek
Bemestende waarde
1-1-3

Uw klantnummer: 3594041

Waternet
Onderzoek & Projecten
M. van Til
Vogelenzangsewg 21
2114 BA VOGELENZANG



Postbus 115
6860 AC Oosterbeek
Meer informatie:
T: 0900-2352544
F: 026-3346409
E: klantenservice@blgg.nl
I: www.blgg.nl

Onderzoek	Onderzoek-/ordernummer: 732678/002503821	Datum verslag: 12-04-2010		
	Dierlijke mestsoort: Rundveedrijfmest	Datum monsternamen: 31-03-2010	Monster genomen door: Derden	Contactpersoon monsternamen: Dick Huiberts: 0652002131

Resultaat weergegeven in het product	Eenheid	Resultaat	Landelijk gemiddelde
Droge stof	g DS/kg	117	84
Stikstof	g N/kg	2,55	4,13
Fosfor	g P/kg	0,39	
Fosfaat	g P ₂ O ₅ /kg	0,89	1,62
Kalium	g K/kg	1,5	
Kali	g K ₂ O/kg	1,8	5,6

Toelichting Het gemiddelde volumegewicht van deze mestsoort: 1005 kg/m³.
De werkingscijfers voor deze mestsoort zijn op de achterzijde vermeld. Indien er geen
mestsoort is opgegeven, zijn er standaard werkingscijfers afgedrukt.

Methode	Droge stof	Q	Em: LDSB	Fosfaat	Q	Pulgedrukt als P ₂ O ₅
	Stikstof	Q	CFAS:Gw NEN 7434	Kalium		Em: CFAS (Gw NEN 7436)
	Fosfor	Q	CFAS:Gw o-NEN 7435	Kali		Kulgedrukt als K ₂ O

Q Methode geaccrediteerd door RvA
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkaardig aan, Cf: Conform
Alle verichtingen zijn binnen de houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

De geproportioneerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op het door u aangeleverde materiaal van 02-04-2010

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 2
732678, 12-04-2010

De rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van Ing. H. Heikman, manager Operationele Zaken a.i.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Op verzoek
worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden.
Blgg aanvaardt niet aansprakelijkheid voor eventuele schade van welke aard ook voortvloeiend uit het gebruik
van door of namens Blgg verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.
Blgg is ingeschreven in het RvA-register voor bodembemonstering en/of bodemchemie.
onder nr. L122 voor uitsluitend de analysemethoden.

1-1-3

Werkingscijfers		Stikstof		Fosfaat		Kali	
grasland	Snedes na aanwending	1 ^e	overige	1 ^e	overige	1 ^e	overige
	Bovengronds werking (%)	10	15	100	0	100	0
bouwland		Stikstof		Fosfaat		Kali	
	Jaar na aanwending			1 ^e	overige		
	Bovengronds werking (%)	40		60	40	100	
Toelichting		De werkingscijfers bouwland gelden wanneer de mest in het voorjaar wordt aangewend. Bij najaarstoediening bedraagt de werking circa 25% van de totale hoeveelheid stikstof.					
		De totale werkzame hoeveelheid is als volgt te berekenen: gehalte x werking x DM-gift					



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl