



PraktijkRapport Rundvee 76

Effect van najaarsbeweiding en type stikstofmeststof op nitraatuitspoeling uit een droogtegevoelige zandgrond



Juli 2005

Rundvee





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570 - 8616
Eerste druk 2005
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Abstract

ISSN 1570 - 8616

De Boer H.C. 2005. Effect of autumn grazing and type of nitrogen fertiliser on nitrate leaching from a drought-sensitive sandy soil.

16 pages, 6 figures, 12 tables

Effects of autumn grazing and replacement of nitrogen (N) from fertiliser on nitrate leaching were studied in a field experiment between spring 2004 and spring 2005. Termination of grazing before August considerably decreased nitrate content in upper groundwater in spring 2005. Replacement of N from slurry with fertiliser did result rather in a somewhat higher than a lower nitrate leaching, while dry matter and N yield remained the same. Highest nitrate contents in groundwater were measured half January 2005. Time of sampling had a large influence on observed nitrate levels in groundwater and differences between treatments.

Keywords: nitrate leaching, autumn grazing, cattle slurry, grassland

Referaat

ISSN 1570 - 8616

De Boer H.C. 2005. Effect van najaarsbeweiding en type stikstofmeststof op nitraatuitspoeling uit een droogtegevoelige zandgrond.

16 pagina's, 6 figuren, 12 tabellen

Het effect van najaarsbeweiding en vervanging van werkzame stikstof (N) uit runderdrijfmest door N uit kunstmest op de nitraatuitspoeling is onderzocht in een veldexperiment tussen voorjaar 2004 en 2005. Stoppen met beweiding vóór augustus leidde tot lagere nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in voorjaar 2005. Vervanging van werkzame N uit drijfmest door kunstmest had eerder een wat hogere dan een lagere nitraatuitspoeling tot gevolg, bij een gelijkblijvende drogestof- en N-opbrengst. De hoogste nitraatgehalten in het grondwater werden gemeten half januari 2005. Het tijdstip van bemonstering had een grote invloed op het niveau van nitraatgehalten in het grondwater en verschillen tussen behandelingen.

Trefwoorden: nitraatuitspoeling, najaarsbeweiding, runderdrijfmest, grasland



PraktijkRapport Rundvee 76

Effect van najaarsbeweiding en type
stikstofmeststof op
nitraatuitspoeling uit een
droogtegevoelige zandgrond

Effect of autumn grazing and type
of nitrogen fertiliser on nitrate
leaching from a drought-sensitive
sandy soil

H.C. de Boer

Juli 2005

Voorwoord

Beweiding van grasland heeft invloed op de uitspoeling van nitraat naar het grondwater, met name op droogtegevoelige zandgronden. Vooral bij najaarsbeweiding gaat naar verwachting veel nitraat verloren. Om overschrijding van de Europese nitraatnorm te voorkomen, is het gewenst inzicht te hebben in effecten van beweiding op uitspoeling. Dit is met name van belang voor een goede onderbouwing van beleidsbeslissingen. Het blijkt echter dat er slechts weinig praktische gegevens over dit onderwerp bekend zijn. Bij de gegevens die beschikbaar zijn is vaak het effect van beweiding met andere factoren verstrengelt. Hierdoor is niet duidelijk hoe groot het effect van beweiding op de nitraatuitspoeling is.

In dit rapport wordt verslag gedaan van een éénjarig veldonderzoek naar het effect van najaarsbeweiding (augustus tot half oktober) op de nitraatuitspoeling uit grasland op droogtegevoelige zandgrond. Aanvullend is ook het effect van vervanging van een deel van de kunstmestgift door runderdrijfmest op de uitspoeling onderzocht. Het onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van LNV (programma 398-I: Ontwikkeling van maatregelen om mineralenverliezen te beperken).

Dr. ir. Agnes van den Pol-van Dasselaar
Clustermanager Bodem, gras en voedergewassen

Samenvatting

In Nederland wordt op droogtegevoelige zandgronden in de bovenste meter grondwater vaak de Europese nitraatnorm (50 mg NO₃ l⁻¹) overschreden. Momenteel heeft overschrijding van de norm nog geen consequenties. De kans bestaat echter dat in de nabije toekomst deze norm bindend wordt. Hierdoor bestaat de vraag of het op droogtegevoelige zandgronden mogelijk is aan de norm te voldoen en hoe dit gerealiseerd kan worden.

Uit eerder onderzoek in de periode 1999-2003 op droogtegevoelige zandgrond van praktijkcentrum 'Cranendonck' (Noord-Brabant) bleek dat door een combinatie van maatregelen (verlaging stikstofgift (N-gift), verkorting dagelijkse weideduur, verkorting weideseizoen en verlaging hoeveelheid OEB in rantsoen) de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater verlaagd kon worden (de Boer et al., 2004a). Een nadeel van een dergelijke combinatie maatregelen is dat niet achterhaald kan worden wat het effect van afzonderlijke maatregelen is. Beweiding is één van de belangrijkste factoren van invloed op nitraatuitspoeling, met name beweiding later in het seizoen. Excretie van urine tijdens beweiding leidt tot plaatselijk zeer hoge concentraties N, die door het gras onvoldoende benut kunnen worden. Hoe later in het seizoen urineplekken ontstaan, des te minder van de urine-N door het gras benut kan worden, en des te groter het risico van nitraatuitspoeling is. Door vroeger in het seizoen te stoppen met beweiding zou de nitraatuitspoeling dus gereduceerd kunnen worden. De N-bemesting van grasland bevat meestal een drijfmestgift van 40-50 ton ha⁻¹ jaar⁻¹. Vergeleken met kunstmest komt N uit drijfmest langzamer vrij. Een hypothese is dat N-mineralisatie buiten het groeiseizoen kan leiden tot hogere nitraatuitspoeling na toediening van drijfmest. Door de drijfmest te vervangen door kunstmest zou dus mogelijk de nitraatuitspoeling verlaagd kunnen worden.

Tussen het voorjaar van 2004 en 2005 is veldonderzoek uitgevoerd om te bepalen in hoeverre nitraatuitspoeling gereduceerd kan worden door te stoppen met weiden vóór augustus en door de werkzame N uit drijfmest te vervangen door werkzame N uit kunstmest. Op blijvend grasland werden vier behandelingen onderzocht, twee maaibehandelingen en twee weidebehandelingen. Bij de maaibehandelingen werden alle sneden gemaaid; bij de ene behandeling werd 240 kg N ha⁻¹ jaar⁻¹ toegediend in de vorm van kunstmest, bij de andere behandeling werd een deel van de 240 kg N vervangen door de werkzame N uit 45 m³ ha⁻¹ runderdrijfmest. Bij de ene weidebehandeling werden alle sneden geweid (april - half oktober), bij de andere weidebehandeling werd geweid tot augustus en daarna gemaaid. Beide weidebehandelingen werden bemest met 240 N ha⁻¹ jaar⁻¹ uit kunstmest. Van alle behandelingen werd de drogestof- en N-opbrengst bepaald. Kort na de laatste beweiding werd het gehalte anorganische N in bodemlaag 0-90 cm bepaald. Het nitraatgehalte in het bovenste grondwater werd gemeten in september 2004, vóór start van het uitspoelingsseizoen, en in januari en maart 2005.

Uit de resultaten blijkt dat stoppen met beweiding vóór augustus het nitraatgehalte in het bovenste grondwater belangrijk kan reduceren en zo een bijdrage kan leveren aan het halen van de nitraatnorm (Tabel). Vervanging van N uit drijfmest door kunstmest leidde, bij een iets lagere werkzame N-gift en een gelijke drogestofopbrengst en N-opbrengst, eerder tot een wat hogere dan een lagere nitraatuitspoeling.

Gehalte nitraat (mg l⁻¹) in het grondwater op de drie verschillende tijdstippen, per behandeling

Behandeling	Datum bemonstering		
	19 september 2004	18 januari 2005	18 maart 2005
maaien met drijfmest	25a ¹⁾	31a	31a
maaien zonder drijfmest	29a	39ab	29a
weiden tot augustus	26a	47bc	32a
weiden tot half oktober	28a	55c	48b
LSD ($\alpha=0,05$)	11	15	12

¹⁾ een verschil in letter geeft een significant verschil aan

De hoogste nitraatconcentraties in het grondwater werden half januari gemeten. Het tijdstip van bemonstering van het grondwater had grote invloed op het gemeten nitraatgehalte en verschillen tussen behandelingen. Half maart was er geen verschil meer in nitraatgehalte tussen de maaibehandelingen en de behandeling met weiden tot augustus. Bij weiden tot half oktober was het gehalte nitraat echter fors hoger. Waarschijnlijk spoelde in de periode januari - maart bij de behandeling met weiden tot half oktober meer nitraat uit dan bij de overige behandelingen. In oktober 2004 waren er geen duidelijke verschillen tussen behandelingen in hoeveelheid anorganische N in bodemlaag 0-90 cm (30-45 kg N ha⁻¹).

Summary

In the Netherlands, the European Nitrate Directive (maximal 50 mg NO₃ l⁻¹) is often not met in the upper meter groundwater of drought-sensitive sandy soils. At the moment, exceeding the Directive has no consequences. However, chances are that in the near future the Directive will become obligatory. Therefore, the question is whether it is possible to meet the Directive on this type of soil and how this could be realised.

From earlier research on drought-sensitive sandy soils of experimental farm 'Cranendonck' (southern part of the Netherlands) in the period 1999-2003, it appeared that by combining several management practices (reduction of level of nitrogen (N) fertilisation, shortening daily grazing period, shortening grazing season and reducing content of easily degradable protein in ration) the nitrate content in the upper groundwater could be reduced (De Boer et al., 2004a). A major disadvantage of such a combined approach is that it's impossible to determine the effects of single factors on nitrate leaching. One of the factors most influencing nitrate leaching is grazing, especially grazing late in the season. Excretion of urine during grazing results in locally very high concentrations of N, which cannot be utilized efficiently by the grass. The later in the season urine spots are formed, the less of the urine-N can be utilized and the larger the risk of nitrate leaching. Thus, shortening the grazing period could reduce nitrate leaching. In the Netherlands, usually a 40-50 Mg ha⁻¹ year⁻¹ cattle slurry is applied to grassland. Compared to fertiliser, N from cattle slurry is slower released. A hypothesis is that N mineralization outside the growing season could result in higher nitrate leaching after slurry application. Replacement of slurry N with fertiliser N therefore could possibly reduce nitrate leaching.

Between spring 2004 and spring 2005, a field experiment was carried out in order to determine to which extent nitrate leaching could be reduced by termination of grazing before August and replacement of N from cattle slurry with N from fertiliser. On semi-permanent grassland, two mowing treatments and two grazing treatments were investigated. With the mowing treatments all cuts were mown. To one treatment, 240 kg N ha⁻¹ year⁻¹ was applied as fertiliser; with the other treatment part of the fertiliser was replaced with the N from 45 Mg ha⁻¹ year⁻¹ cattle slurry. With one of the grazing treatments all cuts were grazed (April until half October), with the other treatment cuts were grazed till August and mown afterwards. Both grazing treatments were fertilised with 240 kg N ha⁻¹ year⁻¹ as fertiliser. Dry matter and N yield of all treatments was determined. Shortly after the final grazing event, the content of inorganic N in soil layer 0-90 cm was determined. The nitrate content in the upper meter groundwater was measured in September 2004, before start of the leaching season, and in January and March 2005.

The results show that termination of grazing before August can considerably reduce nitrate content in the upper meter groundwater and thus contribute to meeting the Directive (Table). Replacement of slurry with fertiliser, resulting in a somewhat lower level of N fertilisation, resulted rather in a somewhat higher than in lower nitrate leaching, while maintaining dry matter and N yield.

Nitrate content (mg l⁻¹) in groundwater on three different sampling dates, per treatment

Treatment	Sampling date		
	19 September 2004	18 January 2005	18 March 2005
mowing with slurry	25a ¹⁾	31a	31a
mowing without slurry	29a	39ab	29a
grazing till August	26a	47bc	32a
grazing till half October	28a	55c	48b
LSD ($\alpha=0.05$)	11	15	12

¹⁾ a difference in letter indicates a significant difference

The highest nitrate contents in groundwater were measured half January. Time of sampling had a large influence on the observed levels of nitrate and differences between treatments. Half March 2005 there was no longer a difference in nitrate content between the mowing treatments and the treatment with grazing till August. With grazing till half October however, nitrate content was considerably higher compared with the other treatments. Apparently with this treatment more nitrate leached out between January and March than with the other treatments. In October 2004, there were no clear differences between treatments as to the amount of mineral N in soil layer 0-90 cm (30-45 kg N ha⁻¹).

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
2.1	Proefopzet	2
2.2	Proefveldgegevens en -historie.....	2
2.3	Uitvoering en waarnemingen	3
3	Resultaten	8
3.1	Bodem.....	8
3.2	Opbrengst.....	8
3.3	Grondwater	9
4	Discussie	10
5	Conclusies	11
	Literatuurreferenties	12
	Bijlagen	13
	Bijlage 1. Proefveldschema.....	13
	Bijlage 2. Bodemanalyses.....	14
	Bijlage 3. Verloop bodemparameters.....	15
	Bijlage 4. Analyse drijfmest.....	16

1 Inleiding

In Nederland wordt op droogtegevoelige zandgronden in de bovenste meter grondwater vaak de Europese nitraatnorm ($50 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$) overschreden. Momenteel heeft overschrijding nog geen consequenties, maar de kans bestaat dat deze norm in de nabije toekomst bindend wordt. Hierdoor bestaat de vraag of het op droogtegevoelige zandgronden mogelijk is aan de norm te voldoen en hoe dit gerealiseerd kan worden.

Uit eerder onderzoek in de periode 1999-2003 op droogtegevoelige zandgrond van praktijkcentrum 'Cranendonck' (Noord-Brabant) bleek dat door een combinatie van maatregelen (verlaging stikstofgift (N-gift), verkorting dagelijkse weideduur, verkorting weideseizoen en verlaging hoeveelheid OEB in rantsoen) de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater verlaagd kon worden (de Boer et al., 2004a). Gemiddeld over de periode 2000-2002 daalde het nitraatgehalte, door toepassing van het reductiesysteem, van 67 naar 50 mg l^{-1} op percelen met grondwatertrap VII en van 108 naar 81 mg l^{-1} op percelen met grondwatertrap VIII.

Een nadeel van een combinatie van maatregelen is dat niet achterhaald kan worden wat het effect van afzonderlijke maatregelen is. Beweiding is één van de belangrijkste factoren van invloed op nitraatuitspoeling, met name beweiding later in het seizoen. Excretie van urine tijdens beweiding leidt tot plaatselijk zeer hoge concentraties N, die door het gras onvoldoende benut kunnen worden. Hoe later in het seizoen urineplekken ontstaan, des te minder van de N door het gras benut kan worden en des te meer N kan uitspoelen als nitraat. Verkorting van het weideseizoen zou daarom de nitraatuitspoeling kunnen reduceren. De N-bemesting van grasland bevat meestal een drijfmestgift van $40\text{-}50 \text{ ton ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Vergeleken met kunstmest komt N uit drijfmest langzamer vrij. Een hypothese is dat N-mineralisatie buiten het groeiseizoen kan leiden tot hogere nitraatuitspoeling na toediening van drijfmest. Door de drijfmestgift te vervangen door kunstmest zou dus mogelijk de nitraatuitspoeling verlaagd kunnen worden.

Tussen het voorjaar van 2004 en 2005 is veldonderzoek uitgevoerd om te bepalen in hoeverre nitraatuitspoeling op droogtegevoelige zandgronden gereduceerd kan worden door te stoppen met weiden vóór augustus en door de werkzame N uit drijfmest te vervangen door werkzame N uit kunstmest.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

Het veldonderzoek werd uitgevoerd op Praktijkcentrum Cranendonck (Soerendonk, Noord Brabant) op blijvend grasland op een droogtegevoelige zandgrond. De proefopzet bestond uit een gerandomiseerde blokkenproef met vier herhalingen in vier blokken. Er werden vier behandelingen onderzocht, twee maaibehandelingen en twee weidebehandelingen, aangeduid met respectievelijk 'maaien zonder drijfmest', 'maaien met drijfmest', 'weiden tot augustus' en 'weiden tot oktober'. De behandelingen 'maaien zonder drijfmest' en 'weiden tot oktober' waren hierbij de referentiebehandelingen. Het niveau van N-bemesting was 240 kg N ha⁻¹jaar⁻¹ voor alle behandelingen. Bij drie van de vier behandelingen werd de N toegediend met kalkammonsalpeter (KAS, 27 % N); bij de behandeling 'maaien met drijfmest' werd een deel van de N gegeven met 45 m³ ha⁻¹ runderdrijfmest. Bij de ene weidebehandeling werden alle sneden geweid (april - half oktober), bij de andere weidebehandeling werd geweid tot augustus en daarna gemaaid.

Het proefveld was gelegen op de samengevoegde percelen 10 (a en b) en 11 (a en b). Deze percelen zijn meer in detail beschreven in de Boer (2004b). Het samengevoegde perceel werd in de lengte in 16 veldjes opgedeeld (Bijlage 1). De bruto oppervlakte van de veldjes bedroeg 56 * 12,5 = 700 m², behalve van de veldjes met de behandeling 'maaien alle sneden, kunstmest en drijfmest'. De bruto oppervlakte van deze veldjes bedroeg 56 * 14,0 = 784 m². Deze veldjes waren iets breder gemaakt om de zodebemester (breedte 6,8 m) in twee werkgangen over een veldje te kunnen laten rijden.

2.2 Proefveldgegevens en -historie

Voormalig perceel 10 was op 1 april 1996 heringezaaid; voormalig perceel 11 op 17 juli 1998. De leeftijd van de graszode bedroeg derhalve 5-8 jaar bij start van het onderzoek. Het grasland was in de periode 1999-2002 bemest met gemiddeld 101 kg N-totaal ha⁻¹jaar⁻¹ uit KAS en 271 kg N-totaal ha⁻¹jaar⁻¹ uit 70 m³ runderdrijfmest ha⁻¹ (de Boer et al., 2004a). De berekende werkzame N-gift met drijfmest (N equivalent aan N uit KAS) bedroeg 135 kg N ha⁻¹jaar⁻¹. De totale werkzame gift bedroeg daarmee 236 kg N ha⁻¹jaar⁻¹, vrijwel gelijk aan het N-niveau in het voorliggende onderzoek. Voor berekening van de hoeveelheid werkzame N waren de werkingscoëfficiënten uit Anonymus (2002) gebruikt. In de periode 1999-2002 werd er gemiddeld 4 dagen per jaar 4 uur per dag geweid. Per beweiding werden 70-80 koeien ha⁻¹ ingeschaard. De niet-beweide sneden werden gemaaid en afgevoerd.

Het proefveld was in 2003 gemiddeld met minder dan 240 kg werkzame N ha⁻¹ bemest. In 2003 waren toenmalige percelen 10a en 10b bemest met 129 kg N ha⁻¹ uit KAS en 98 kg N-totaal ha⁻¹ (52 kg werkzaam) uit 25 m³ runderdrijfmest. Perceel 11a was in 2003 bemest met alleen 182 kg N ha⁻¹ uit KAS; perceel 11b met 164 kg N ha⁻¹ uit KAS en 147 kg N-totaal ha⁻¹ (78 kg werkzaam) uit 41 m³ runderdrijfmest. Achter op perceel 11b lag een referentieveldje (30 meter lang, 14,2 m breed) waarop alleen 90 kg N ha⁻¹ uit KAS gegeven was. Van de percelen 10a, 10b en 11a waren in 2003 de eerste, tweede, vierde en vijfde snede beweide (14 dagen in totaal, 8 uur per dag, 38 melkkoeien ha⁻¹); de rest van de sneden was gemaaid en afgevoerd. Perceel 11b en het referentieveldje waren in 2003 alleen gemaaid.

De kwaliteit van de zode werd in 2004 visueel ingeschat als matig tot redelijk. Vanwege de zeer droge zomer van 2003 waren er relatief grote plekken met kweekgras (*Elymus repens*) in de graszode aanwezig; daarnaast ook plekken met andere grassoorten dan Engels raaigras (*Lolium perenne*).

Op 3 maart 2003 was bodemlaag 0-10 cm van de voormalige percelen 10a, 10b, 11a en 11b bemonsterd om de bodemvruchtbaarheid vast te stellen. Per voormalig perceel waren er 30 steken genomen in drie diagonale lijnen over de lengte van het perceel. De monsters waren verzonden naar het Bllg te Oosterbeek en geanalyseerd op: organische stof (gloeiverlies), pH-KCl, N-totaal, K-HCl, P-Al, S-totaal, MgO, Na, Cu en Co (Bijlage 2, Tabel 10).

Op 26 maart 2004 werd per veldje bodemlaag 0-30/40 cm gescand met behulp van radiometrie (The Soil Company, Groningen). De basisprincipes van deze meetmethode zijn beschreven in van Wijngaarden et al. (2002a) en van Wijngaarden et al. (2002b). Het doel van deze scan was om voorafgaande aan het onderzoek eventuele verschillen in bodemvruchtbaarheid tussen veldjes vast te leggen. Bij het scannen werd een

meetresolutie van 1600 meetpunten ha⁻¹ gehanteerd. Er werden uitslagen gegeven voor de volgende parameters: bulkdichtheid, slibfractie, zandfractie, M50-cijfer (gemiddelde zandkorrelgrootte), pH-KCl, organische stof, P-Al, K-getal, CaCO₃ en Mg (Bijlage 2, Tabel 11). Bij de meting werden referentiewaarden vastgesteld door het perceel te bemonsteren en de monsters te laten analyseren door het Blgg te Oosterbeek.

Uit de radiometrische analyse bleek dat met name voor het gehalte organische stof, P-Al, Mg en het M50-cijfer sprake was van een verloop over het proefveld (Bijlage 3, Figuur 5, Figuur 6). Als gevolg van blokvorming en random toewijzing van behandelingen aan veldjes binnen blokken had het verloop van genoemde bodemparameters weinig effect op de gemiddelde waarden per behandeling (Tabel 1). Alleen bij de pH en het K-getal was er sprake van kleine significante verschillen.

Tabel 1 Gemiddelde waarden diverse bodemparameters per behandeling

Behandeling	Parameter									
	bulkdichtheid ¹⁾	slib	zand	M50	pH	o.s.	P-Al	K-getal	CaCO ₃	Mg
maaïen met drijfmest	1,4	4	91	169	5,3	3,5	36	18	0,1	119
maaïen zonder drijfmest	1,4	4	91	170	5,3	3,5	40	18	0,1	122
weiden tot augustus	1,4	4	91	170	5,4	3,5	36	19	0,1	124
weiden tot half oktober	1,4	4	91	169	5,2	3,4	38	17	0,1	116
LSD ($\alpha=0,05$)	0	0	1	2	0,2	0,2	6	1	0	18

¹⁾ zie voor toelichting paramaters Tabel 11

2.3 Uitvoering en waarnemingen

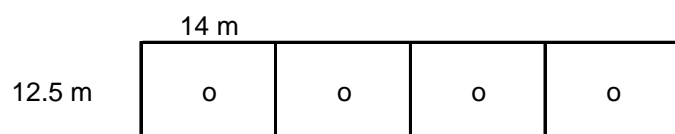
Bodem

Op 14 oktober werden bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm bemonsterd en geanalyseerd op anorganische N. Het doel van deze analyse was om later eventueel verbanden te kunnen leggen tussen anorganische N in de bodem, N-opname door het gras en niraatuitspoeling in de winter. Bij de bemonstering werd rekening gehouden met de historie van het proefveld; per voormalig perceel (10a, 10b, 11a en 11b) werden per laag 2 steken genomen, in totaal 8 steken per veldje per laag in een diagonale lijn (rechtsonder naar linksboven) over een veldje. De monsters werden korte tijd (< 2 dagen) opgeslagen in een koelcel en verzonden naar het Blgg te Oosterbeek voor analyse op het gehalte N-NH₄ en N-NO₃. Deze gehalten werden bepaald door 1 volume-eenheid grond te extraheren met 2 volume-eenheden 0,1 M CaCl₂. Na filtratie werden de gehalten in het extract bepaald door analyse met een Continuous Flow Analyser (CFA).

Grondwater

Om het niraatgehalte in het grondwater te kunnen bepalen werden op 25 maart 2004 per veldje 4 peilbuizen in de grond gebracht, 1 buis per voormalig perceel (10a, 10b, 11a en 11b) om voldoende rekening te houden met eventuele uitgangverschillen. De buizen werden geplaatst door met een krachtige waterstaal uit een stalen buis (2,5 m) een gat met de lengte en een iets grotere diameter van een peilbuis in de bodem te spuiten. Wanneer de stalen buis op diepte was, werd deze uit de grond getrokken en werd onmiddellijk een peilbuis in het ontstane gat geduwd. De peilbuizen hadden een lengte van 2,5 meter (Ø 32-28 mm) en waren vanaf 0,5 meter onder het maaiveld geperforeerd. Om grove verontreinigingen van het bemonsterde water te voorkomen was om het geperforeerde deel een filterkous bevestigd. De peilbuizen waren van boven afgesloten met een dop; de bovenkant van de buis was afgedekt met een trottoirtegel. De verdeling van de buizen over een veldje is weergegeven in Figuur 1.

Figuur 1 Verdeling van de peilbuizen over een veldje



Het proefveld was gedraineerd, met om de 10 m een drainagebuis op een diepte van 1 m. Om weglekken van drainagewater te voorkomen, werden op 25 maart 2004 de drainagebuizen afgesloten.

Half september 2004, vóór start van het uitspoelingsseizoen, werden de beginconcentraties nitraat in het bovenste grondwater gemeten. Een blaasbalg van 0,5 m lengte werd tot op de bodem van een peilbuis neergelaten. Na het oppompen van de blaasbalg werd het water erboven weggepompt en werd het toestromende water bemonsterd. Van de verzamelde monsters werd het nitraatgehalte in duplo bepaald met behulp van een Nitrachek 404 reflectometer (Quomed Ltd., Horsham, Groot-Brittannië) en peroxide teststrips (Merckquant, Merck KGaA, Darmstadt, Duitsland). Een uitgebreide beschrijving van de gebruikte procedure is te vinden in Hoving et al. (2005) onder paragraaf 2.3.1 Sneltest nitraat. Per buis werd ook de grondwaterstand gemeten (hoogte onder maaiveld). De meting werden herhaald rond half januari en half maart 2005. Op basis van eerder onderzoek was de verwachting dat rond half januari de nitraatconcentraties zouden pieken, en dat rond eind maart de drainage grotendeels voltooid zou zijn.

Bemesting

De gebruikte drijfmest was afkomstig van het melkvee op praktijkcentrum 'Cranendonck'. Drijfmest werd vóór de eerste en derde snede toegediend op respectievelijk 11 maart en 18 juni 2004. Op beide tijdstippen werd de drijfmest goed gemixt en in duplo bemonsterd. De monsters werden verzonden naar het Blgg te Oosterbeek en geanalyseerd op: drogestof, organische stof, N-NH₄, N-totaal, P₂O₅ en K₂O (Bijlage 4, Tabel 12). Na mixen en bemonsteren werd de drijfmest circa 5 cm diep geïnjecteerd door een loonwerker. Vóór de eerste en derde snede werd respectievelijk circa 25 en 20 m³ ha⁻¹ toegediend. De loonwerker reed in de lengterichting van een veldje (twee werkgangen van 6,8 m breed) zodat de combinatie buiten het proefveld kon keren.

N-bemesting met KAS werd zo snel mogelijk na weiden of maaien toegediend. KAS werd minimaal drie dagen later dan drijfmest toegediend om verliezen van N met denitrificatie zo klein mogelijk te houden (Stevens en Laughlin, 2002). In alle gevallen werd KAS met een proefveldkunstmeststrooier (omgebouwde Hassia graszaaimachine) toegediend. De gerealiseerde verdeling van de N-gift met KAS en de werkzame N-gift met drijfmest is per behandeling weergegeven in Tabel 2. Onder werkzame N wordt N uit drijfmest verstaan die gelijkwaardig is aan N uit KAS. Bij berekening van de werkzame N uit drijfmest zijn de N-werkingscoëfficiënten voor dunne rundermest (toediening met zodebemesting vóór of na de eerste snede) uit Anonymus (2002) gebruikt. De gerealiseerde werkzame N-gift was op jaarbasis bij maaien zonder drijfmest (241 kg) iets lager dan bij maaien met drijfmest (252).

Tabel 2 Gerealiseerde verdeling van werkzame N-gift (kg N ha⁻¹) met kunstmest of drijfmest over de sneden, per behandeling

Behandeling	N-bron	Sneede						Totaal
		1	2	3	4	5	6	
maaien met drijfmest	drijfmest	27	9	27	12	4	4	83
	kunstmest	60	66	28	16	-	-	169
maaien zonder drijfmest	kunstmest	90	70	50	31	-	-	241
weiden tot augustus	kunstmest	55	50	46	40	30	21	242
weiden tot half oktober	kunstmest	55	50	46	40	30	21	242

Op basis van de grondbemonstering voorjaar 2003 werd voor fosfaat het advies bij toestand 'ruim voldoende' uit Anonymus (2002) nagestreefd. De verdeling van de fosfaatgift over de sneden is per behandeling weergegeven in Tabel 3. De fosfaat werd voor de eerste snede gegeven als superfosfaat (19 % P₂O₅, 23 % SO₃, 25 % CaO) en voor de overige sneden als tripelsuperfosfaat (45 % P₂O₅, 2 % SO₃, 19 % CaO). Met de superfosfaat werd de eerste snede ook bemest met zwavel (29 kg SO₃). Op basis van de grondbemonstering voorjaar 2003 werd de zwavelvoorziening van het proefveld aan de hand van Anonymus (2002) geclassificeerd als 'laag'.

Tabel 3 Verdeling van de fosfaatgift (kg P₂O₅ ha⁻¹) over de sneden, per behandeling

Behandeling	Sneede							Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	
maaien met drijfmest	24	19	19	20	22	-	-	104
maaien zonder drijfmest	24	19	19	20	22	-	-	104
weiden tot augustus	24	20	-	-	-	20	-	64
weiden tot half oktober	24	20	-	-	-	-	-	44

Op basis van de grondbemonstering voorjaar 2003 werd voor kali het advies bij toestand 'hoog' nagestreefd. De verdeling van de kaligift over de sneden is per behandeling weergegeven in Tabel 4. De kali werd toegediend als K-60 (60 % K₂O, 45 % Cl).

Tabel 4 Verdeling van de kaligift (kg K₂O ha⁻¹) over de sneden, per behandeling

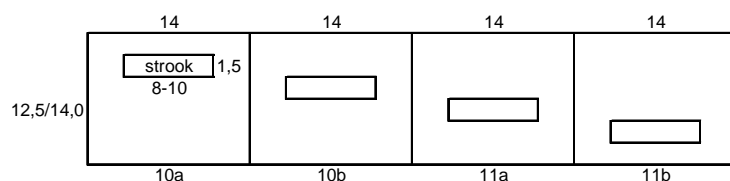
Behandeling	Sneede							Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	
maaieren met drijfmest	-	62	41	41	37	-	-	181
maaieren zonder drijfmest	40	62	41	41	37	-	-	221
weiden tot augustus	-	-	-	-	-	41	37	77
weiden tot half oktober	-	-	-	-	-	-	-	-

Om de smakelijkheid van het gras wat te verhogen werd op 30 juni bij alle behandelingen 160 kg ha⁻¹ graszout blauw (50 % Na₂O, 57 % Cl) gestrooid.

Opbrengst

Per veldje werd de drogestofopbrengst per sneede bepaald door het uitmaaieren van stroken met een 'Haldrup' proefveldmaaier (J. Haldrup a/s, Løgstør, Denemarken). Hierbij werd rekening gehouden met de historie van het proefveld; per voormalig perceel werd in het midden over een breedte van 1,5 m een strook van 8-10 m lang uitgemaaid (Figuur 2).

Figuur 2 Patroon van uitmaaien



Per strook werd de verse opbrengst gewogen en werd een monster genomen. Het drogestofgehalte werd bepaald door drogen bij 70 °C. Na bepaling van het drogestofgehalte (ds-gehalte) werden de monsters van de vier stroken per veldje samengevoegd. De verzamelmonsters werden verzonden naar het Blgg te Oosterbeek en geanalyseerd op drogestof en N-totaal (micro-Kjeldahl).

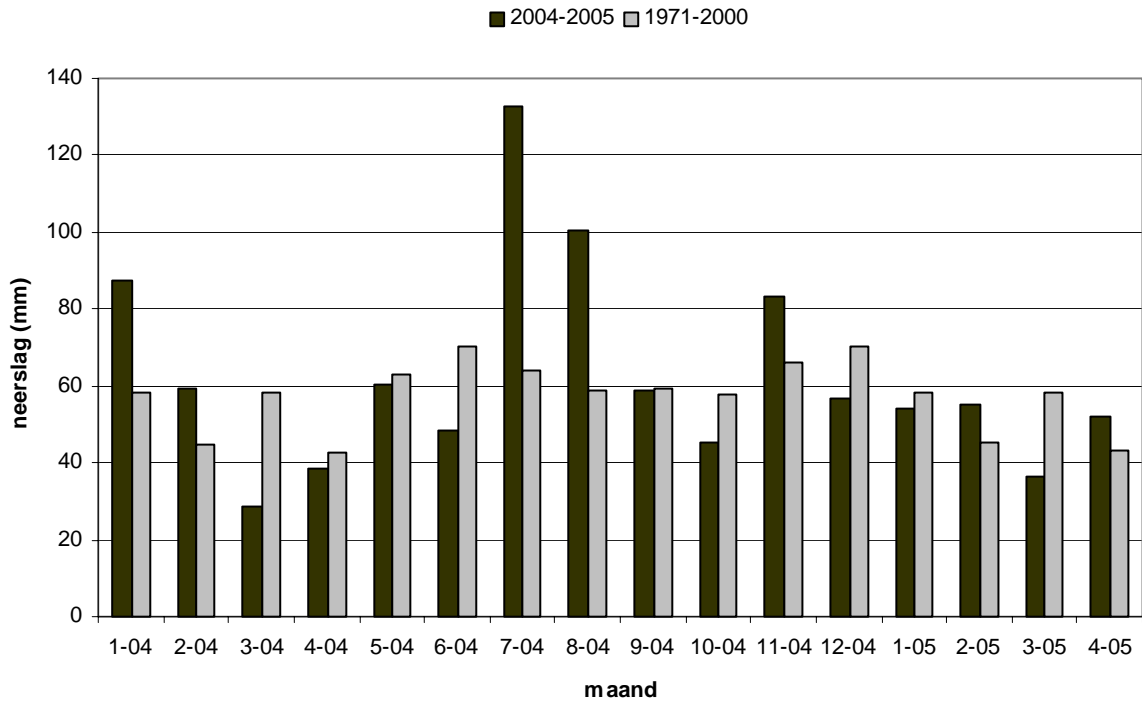
De eerste maaisneede werd gemaaid bij een visueel geschatte opbrengst van de beste veldjes van circa 3,5 ton ds ha⁻¹. Latere sneden werden gemaaid bij een visueel geschatte opbrengst van 2-3 ton ds ha⁻¹. Na het uitmaaien van de stroken werd de rest gemaaid met een praktijkmachine en afgevoerd. Zo snel mogelijk na afmaaien werd de volgende bemesting uitgevoerd.

De eerste weidesneede werd beweid bij een visueel geschatte opbrengst van de beste veldjes van circa 1,7 ton ds ha⁻¹ en latere sneden bij een visueel geschatte opbrengst van 1,2-1,5 ton ds ha⁻¹. De eerste weidesneede werd 8 uur beweid met een veebezetting van 114 melkkoeien ha⁻¹; latere sneden 8 uur met 143 melkkoeien ha⁻¹. Zo snel mogelijk na weiden werden de veldjes gebloot op circa 6 cm en werd er bemest.

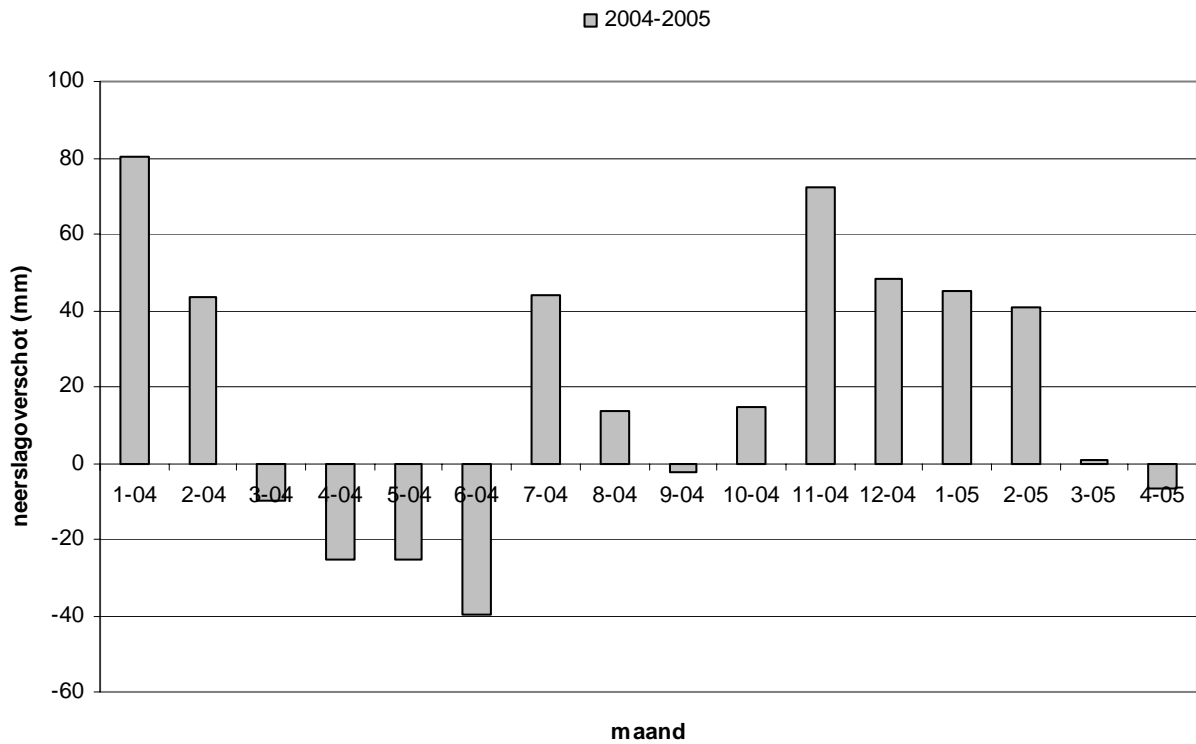
Weer

Tijdens het onderzoek werd dagelijks de hoeveelheid neerslag en de referentie gewasverdamping vastgelegd. De neerslaggegevens waren afkomstig van KNMI-weerstation 'Maarheeze' (op locatie), de potentiële referentie gewasverdampingsdata waren afkomstig van het KNMI, berekend volgens Makkink (Makkink, 1957; De Bruin, 1987) op basis van de gegevens van KNMI-weerstation 'Eindhoven' (15-20 km afstand van proefveld). De verdeling van de neerslag over de maanden is voor 2004 en 2005 weergegeven in Figuur 3. Een overzicht van het neerslagoverschot over de maanden is voor 2004 en 2005 weergegeven in Figuur 4. Op 18 juni 2004 werd het proefveld beregend met 25 mm.

Figuur 3 Verdeling van de neerslag (excl. berekening), gesommeerd per maand, in 2004 en de eerste vier maanden van 2005, en gemiddeld over de periode 1971-2000



Figuur 4 Verdeling van het neerslagoverschot (excl. berekening), gesommeerd per maand, in 2004 en de eerste vier maanden van 2005



Berekeningen

De drogestofopbrengst per veldje werd berekend door de drogestofopbrengsten van de vier uitgemaaide stroken te middelen. De N-opbrengst per veldje werd berekend door de gemiddelde drogestofopbrengst te vermenigvuldigen met het N-totaalgehalte van het grasmengmonster. De hoeveelheid anorganische N ha¹ in bodemlaag 0-90 cm werd berekend door de analyse-uitslag per laag te vermenigvuldigen met factor 6 en de drie lagen bij elkaar op te tellen. Het NO₃-gehalte in het bovenste grondwater werd berekend door de uitslag van de duplo-bepaling per buis te middelen en de gemiddelden van de vier buizen per veldje te middelen. Het neerslagoverschot werd berekend door de potentiële referentie gewasverdamping op de neerslag in mindering te brengen. De dikte van de bemonsterde laag grondwater werd berekend volgens de formule: lengte peilbuis (2,5 m) - lengte opblaasbalg (0,5 m) - grondwaterstand.

Statistische analyse

De resultaten werden geanalyseerd met behulp van variantie-analyse. Significantie van verschillen werd getoetst met behulp van Student's test bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5 %. Bij nitraatgehalte in grondwater werd er per meettijdspit (september, januari of maart) een variantie-analyse uitgevoerd.

3 Resultaten

3.1 Bodem

Anorganische N

Er waren geen verschillen tussen behandelingen in hoeveelheid anorganische N in bodemlaag 0-90 cm op 14 oktober 2004 (LSD=18 kg). Wel was er een aanwijzing voor een significant hogere hoeveelheid N bij behandeling 'weiden tot half oktober' vergeleken met behandeling 'maaien met drijfmest' (P=0,10).

Tabel 5 Anorganische N (kg ha⁻¹) in bodemlagen 0-30, 30-60 en 60-90 cm bij bemonstering op 14 oktober 2004

Laag	Behandeling			
	maaien met drijfmest	maaien zonder drijfmest	weiden tot augustus	weiden tot half oktober
0-30	12	15	14	23
30-60	9	18	16	15
60-90	9	11	11	8
0-90	30	43	41	45

3.2 Opbrengst

Drogestof

Datums van beweiden en maaien zijn gegeven in Tabel 6. Er was geen verschil in jaaropbrengst drogestof tussen de behandelingen 'maaien met drijfmest' en 'maaien zonder drijfmest' (Tabel 7) (LSD=0,6 ton ha⁻¹). De opbrengst was bij behandeling 'weiden tot augustus' significant lager dan bij behandeling 'weiden tot half oktober'. De jaaropbrengst bij 'weiden tot half oktober' was significant hoger dan bij de overige behandelingen.

Tabel 6 Datums maaien en beweiden per snede per behandeling

Behandeling	Snedes							
	1	2	3	4	5	6	7	8
maaien met drijfmest	10-5	17-6	29-7	1-9	11-10	-	-	-
maaien zonder drijfmest	10-5	17-6	29-7	1-9	11-10	-	-	-
weiden tot augustus	22-4	18-5	15-6	7-7	27-7	1-9	11-10	-
weiden tot half oktober	23-4	19-5	16-6	6-7	28-7	18-8	7-9	10-10

Tabel 7 Drogestofopbrengst (ton ha⁻¹) per snede per behandeling

Behandeling	Snedes								Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	8	
maaien met drijfmest	3,4	3,4	2,7	1,2	0,5	-	-	-	11,2
maaien zonder drijfmest	3,0	3,5	2,8	1,2	0,7	-	-	-	11,1
weiden tot augustus	1,0	2,1	1,9	1,6	1,5	1,8	0,8	-	10,8
weiden tot half oktober	1,1	2,5	2,5	1,5	1,7	1,0	0,9	0,6	11,8

N-opbrengst

Er was geen verschil in jaaropbrengst N tussen de behandelingen 'maaien met drijfmest' en 'maaien zonder drijfmest' (Tabel 8) (LSD=22 kg N ha⁻¹). De N-opbrengst van de weidebehandelingen was significant hoger dan van de maaibehandelingen.

Tabel 8 N-opbrengst (kg ha⁻¹) per snede en totaal, per behandeling

Behandeling	Snedes								Totaal
	1	2	3	4	5	6	7	8	
maaieren met drijfmest	86	79	63	36	18	-	-	-	281
maaieren zonder drijfmest	75	80	62	39	21	-	-	-	277
weiden tot augustus	34	60	59	49	52	60	26	-	340
weiden tot half oktober	36	67	69	46	56	39	30	23	366

3.3 Grondwater

Grondwaterstand en bemonsteringsdiepte

Op geen van de drie tijdstippen van bemonstering was er een significant verschil (LSD=0,01-0,04) in grondwaterstand tussen de behandelingen. September 2004 werd de bovenste 65 cm van het grondwater bemonsterd, januari en maart 2005 respectievelijk de bovenste 1,08 en 1,10 m.

Gehalte NO₃

Er waren geen significante verschillen tussen behandelingen in startwaarden half september 2004 (Tabel 9). Bij bemonstering half januari 2005 was het gehalte bij behandeling 'weiden tot half oktober' significant hoger dan bij beide maaibehandelingen. Bij behandeling 'weiden tot augustus' was het gehalte significant hoger dan bij de behandeling 'maaieren met drijfmest'. Bij bemonstering half maart 2005 was het NO₃-gehalte bij behandeling 'weiden tot half oktober' significant hoger dan bij de andere behandelingen.

Tabel 9 NO₃-gehalte (mg l⁻¹) in het grondwater op de drie opeenvolgende tijdstippen, per behandeling

Behandeling	Datum bemonstering		
	19 september 2004	18 januari 2005	18 maart 2005
maaieren met drijfmest	25a ¹⁾	31a	31a
maaieren zonder drijfmest	29a	39ab	29a
weiden tot augustus	26a	47bc	32a
weiden tot half oktober	28a	55c	48b
LSD ($\alpha=0,05$)	11	15	12

¹⁾ een verschil in letter geeft een significant verschil aan

4 Discussie

Algemeen

Het onderzoek werd gedurende één seizoen uitgevoerd op één droogtegevoelige zandgrond. Om meer algemeen geldende uitspraken te kunnen doen over de effecten van diverse behandelingen dienen er gegevens van meerdere seizoenen en meerdere locaties op droogtegevoelige zandgrond verzameld te worden.

Opbrengst

De jaaropbrengst drogestof kan bij beide weidebehandelingen overschat zijn. Bij weiden wordt een deel van het gras platgedrukt door liggende koeien. Bij bloten na beweiding kan dit gras slechts gedeeltelijk afgemaaid worden. Na bloten kan het gras zich weer oprichten en bijdragen aan de opbrengst van de volgende snede. De extra N-aanvoer met urine en mest kan bij de weidebehandelingen eveneens bijgedragen hebben aan de hogere opbrengst. Een goede verklaring voor de significant hogere drogestofopbrengst van de behandeling met weiden tot half oktober vergeleken met behandeling met weiden tot augustus kan niet gegeven worden, behalve dat bij beweiden tot oktober meer sneden (2) geweid werden, en de eerder genoemde overschatting van de opbrengst daardoor ook groter geweest kan zijn.

Grondwater

Vervanging van N uit drijfmest door N uit kunstmest had eerder een hogere dan een lagere niraatuitspoeling tot gevolg, bij een iets lager niveau van werkzame N-gift en een gelijke drogestof- en N-opbrengst. Op korte termijn lijkt bemesting met een deel drijfmest daarom gunstiger dan bemesting met alleen kunstmest. Op langere termijn (5-10 jaar) zou bij accumulatie van organische N in de bodem mogelijk meer niraat kunnen uitspoelen.

Het tijdstip van bemonstering had grote invloed op het gemeten niraatgehalte. Bij bemonstering half maart was de gemiddelde niraatconcentratie lager dan bij bemonstering half januari. Het lagere gehalte half maart kan veroorzaakt zijn door verdunning van het grondwater (door drainagewater en dieper grondwater) en door denitrificatie. Verdunning als gevolg van drainagewater kan veroorzaakt zijn doordat in de periode januari - maart nog wel sprake was van uitspoeling van water en niraat, maar dat de niraatconcentratie in het drainagewater lager was dan in het grondwater. Bij de behandeling met weiden tot half oktober daalde de niraatconcentratie tussen half januari en half maart minder snel dan bij de overige behandelingen, wat erop wijst dat bij deze behandeling in deze periode relatief meer niraat uitspoelde.

5 Conclusies

- Stoppen met beweiding vóór augustus kan leiden tot een lagere gehalte nitraat in het grondwater vergeleken met najaarsbeweiding
- Opstallen van melkvee eind juli kan daarmee een belangrijke bijdrage leveren aan het halen van de nitraatnorm op grasland op droge zandgrond
- Vervanging van de werkzame N uit $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ drijfmest door de werkzame N uit kunstmest leidde eerder tot een wat hogere dan een lagere nitraatuitspoeling
- De hoogste nitraatconcentraties in het grondwater werden half januari gemeten
- Het tijdstip van bemonstering van grondwater kan grote invloed hebben op gemeten nitraatgehalten en verschillen in nitraatgehalten tussen behandelingen
- Halverwege maart was er geen verschil in nitraatgehalte in het grondwater tussen de maaibehandelingen en de behandeling met weiden tot augustus. Bij weiden tot half oktober was het gehalte echter nog fors hoger

Literatuurreferenties

Anonymus 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, Lelystad.

De Boer H.C., Hoving I.E. en Remmelink G.J. 2004a. Reductie van nitraatuitspoeling uit grasland op droge zandgronden. PraktijkRapport Rundvee 42, Praktijkonderzoek Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad: 35 pp.

De Boer H.C. 2004b. Effect van drijfmestgift en intensiteit van beweiding op nitraatuitspoeling uit grasland op droge zandgrond - notitie 2003. Rapportage opdrachtgever 1120586003, Praktijkonderzoek Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad: 18 pp.

De Bruin, H.A.R. 1987. Van Penman naar Makkink, p. 5-31. In Hooghart, J.C. (ed)., redactie, Neerslag en Verdamping, CHO-TNO Mededeling 39. CHO-TNO, Den Haag

Hoving I.E., Everts H. en Chardon W.J. 2005. Monstername en analyse van N-mineraal in bodem en nitraat in grondwater. Praktijkrapport Rundvee 65, Praktijkonderzoek Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad: 32 pp.

Makkink G.F. 1957. Testing the Penman formula by means of lysimeters. *International Journal of Water Engineering* 11: 277-288

Stevens R.J. en Laughlin R.J. 2002. Cattle slurry applied before fertilizer nitrate lowers nitrous oxide and dinitrogen emissions. *Soil Science Society of America Journal* 66: 647-652.

Van Wijngaarden M., Venema L.B., De Meijer R.J., Zwolsman J.J.G., Van Os B. en Gieske J.M.J. 2002a. Radiometric sand–mud characterisation in the Rhine–Meuse estuary Part A. Fingerprinting. *Geomorphology* 43: 87-101.

Van Wijngaarden M., Venema L.B. en De Meijer R.J. 2002b. Radiometric sand–mud characterisation in the Rhine–Meuse estuary Part A. In Situ Mapping. *Geomorphology* 43: 103-116.

Bijlagen

Bijlage 1. Proefveldschema

		56	
14,0	maaieren met drijfmest	16	
12,5	maaieren zonder drijfmest	15	
12,5	weiden sneden 1-5	14	
12,5	weiden alle sneden	13	
12,5	weiden sneden 1-5	12	
14,0	maaieren met drijfmest	11	
12,5	weiden alle sneden	10	
206	12,5	maaieren zonder drijfmest	9
	12,5	maaieren zonder drijfmest	8
	12,5	weiden alle sneden	7
	14,0	maaieren met drijfmest	6
	12,5	weiden sneden 1-5	5
	12,5	maaieren zonder drijfmest	4
	14,0	maaieren met drijfmest	3
	12,5	weiden alle sneden	2
	12,5	weiden sneden 1-5	1
	10a	10b	11a
	11b		
sloot			

Bijlage 2. Bodemanalyses**Tabel 10** Bodemanalyse 3 maart 2003

Parameter	Eenheid	Perceelnummer				Gemiddelde
		10a	10b	11a	11b	
pH	-log[H ⁺]	6,3	6,4	5,8	5,8	6,1
Organische stof	% van droge grond	4,3	4,4	4,3	4,7	4,4
N-totaal	g per kg droge grond	2,07	1,50	2,68	2,39	2,16
NLV (berekend)	kg N per ha	130	96	166	149	135
P-AL	mg P ₂ O ₅ per 100 g droge grond	53	45	33	30	40
K-HCl	mg K ₂ O per 100 g droge grond	21	20	16	18	19
K-getal (berekend)	-	43	40	33	34	38
S-totaal	mg S per kg droge grond	304	312	293	394	326
SLV (berekend)	kg S per ha	7	8	7	9	8
MgO	mg MgO per kg droge grond	275	269	272	272	272
Na ₂ O	mg Na ₂ O per 100 g droge grond	1	1	2	2	2
Cu	mg Cu per kg droge grond	6,8	4,8	6,2	6,2	6,0
Co	mg Co per kg droge grond	0,33	0,22	0,21	0,27	0,26

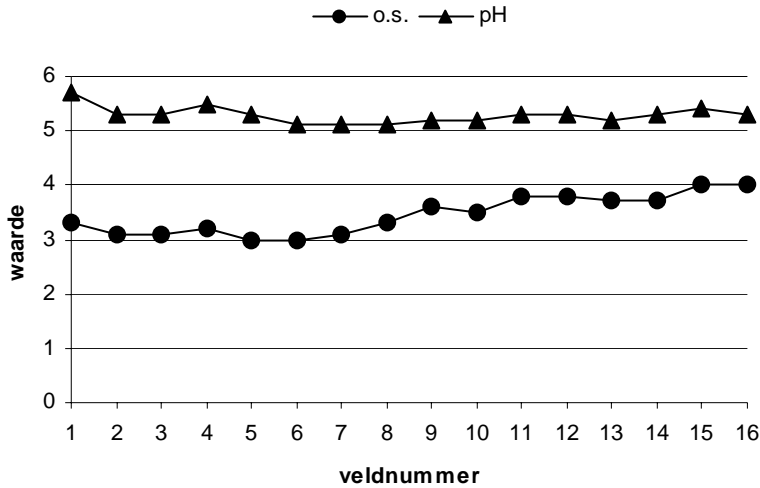
Tabel 11 Bodemanalyse 26 maart 2004

Veldnummer	Parameter									
	bulkdichtheid ¹⁾	slib ²⁾	zand ³⁾	M50 ⁴⁾	pH ⁵⁾	o.s. ⁶⁾	P-AL ⁷⁾	K-getal ⁸⁾	CaCO ₃ ⁹⁾	Mg ¹⁰⁾
1	1,4	4,3	91	176	5,7	3,3	32	21	0,1	111
2	1,4	4,3	91	174	5,3	3,1	29	18	0,1	102
3	1,4	4,3	91	172	5,3	3,1	29	18	0,1	101
4	1,4	4,3	91	174	5,5	3,2	34	19	0,1	120
5	1,4	4,3	91	173	5,3	3,0	31	18	0,1	105
6	1,4	4,4	91	171	5,1	3,0	29	16	0,1	103
7	1,4	4,4	90	171	5,1	3,1	41	17	0,1	113
8	1,4	4,4	90	169	5,1	3,3	44	17	0,1	118
9	1,4	4,4	90	168	5,2	3,6	43	17	0,1	116
10	1,4	4,3	91	166	5,2	3,5	44	17	0,1	134
11	1,4	4,3	91	166	5,3	3,8	44	18	0,1	148
12	1,4	4,4	90	165	5,3	3,8	44	18	0,1	141
13	1,4	4,4	90	166	5,2	3,7	40	18	0,1	115
14	1,4	4,3	92	167	5,3	3,7	38	18	0,1	138
15	1,4	4,3	91	168	5,4	4,0	40	18	0,1	134
16	1,4	4,4	90	167	5,3	4,0	41	19	0,1	126
Gemiddelde	1,4	4,3	91	170	5,3	3,5	38	18	0,1	120

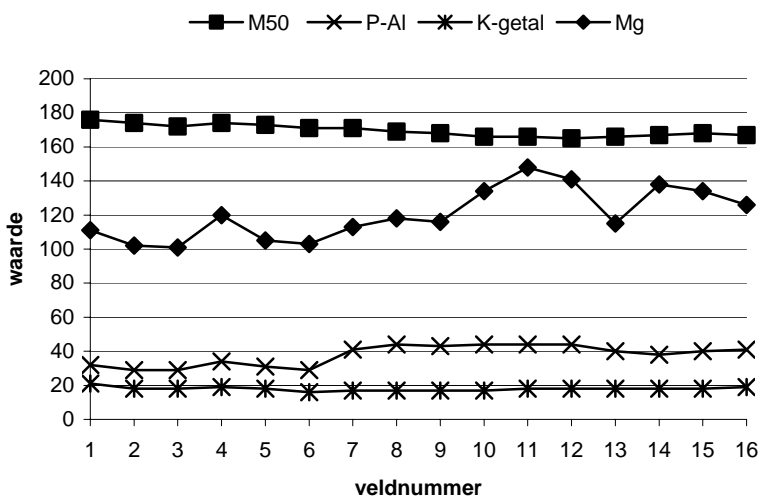
¹⁾ g cm⁻³²⁾ % deeltjes < 16 µm³⁾ % deeltjes 50-2000 µm⁴⁾ mediane korrelgrootte zandfractie in µm⁵⁾ berekend met pH-KCl⁶⁾ organische stof berekend met gloeiverlies⁷⁾ berekend met P-AL in mg P₂O₅ per 100 g droge grond⁸⁾ berekend met K-PAE⁹⁾ % van droge grond¹⁰⁾ berekend met Mg-PAE in mg Mg per kg droge grond

Bijlage 3. Verloop bodemparameters

Figuur 5 Verloop waarde bodemparameter afhankelijk van de locatie op het proefveld, weergegeven met veldnummer



Figuur 6 Verloop waarde bodemparameter afhankelijk van de locatie op het proefveld, weergegeven met veldnummer



Bijlage 4. Analyse drijfmest**Tabel 12** Analyseresultaten drijfmest bij toediening op 11 maart en 18 juni 2004

Parameter	Eenheid	Datum toediening	
		11-3-2004	18-6-2004
drogestof	g kg ⁻¹ vers product	88	91
organische stof	g kg ⁻¹ vers product	65	73
N-totaal	g kg ⁻¹ vers product	3,7	3,7
N-NH ₄	g kg ⁻¹ vers product	1,8	1,9
P ₂ O ₅	g kg ⁻¹ vers product	1,3	1,3
K ₂ O	g kg ⁻¹ vers product	5,1	4,3