



Risico op nitraatuitspoeling bij scheuren van grasland in het voorjaar

Alterra-rapport 2292
ISSN 1566-7197

G.L. Velthof en E. Hummelink

Risico op nitraatuitspoeling bij scheuren
van grasland in het voorjaar

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Productschap Zuivel

Risico op nitraatuitspoeling bij scheuren van grasland in het voorjaar

G.L. Velthof en E. Hummelink

Alterra-rapport 2292

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2012

Referaat

G.L. Velthof en E. Hummelink, 2012. *Risico op nitraatuitspoeling bij scheuren van grasland in het voorjaar*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2292. 34 blz.; 6 fig.; 5 tab.; 7 ref.

In het kader van de Nitraatrichtlijn is met de Europese Commissie afgesproken dat grasland op zandgrond alleen in het voorjaar mag worden gescheurd (tot 31 mei). Voor de melkveehouders zou verruiming van deze periode tot 1 juli beter passen in hun bedrijfsvoering en het mogelijk maken om nog één of twee grassneden te oogsten. Er zijn in 2010 en 2011 veldproeven op zandgrond uitgevoerd met als doel het bepalen van het effect van tijdstip van scheuren van grasland in het voorjaar op de hoeveelheid minerale stikstof in het najaar. De hoeveelheid minerale stikstof in het najaar is een indicator voor nitraatuitspoeling. De vier proeven lieten zien dat het scheuren van grasland op verschillende tijdstippen in het voorjaar (tot 1 juli) gemiddeld niet leidde tot meer minerale stikstof in de bodem in het najaar. Het scheuren van grasland in het voorjaar leidde in deze proeven dus niet tot een verhoging van het risico op nitraatuitspoeling.

Trefwoorden: grasland, herinzaai, Nitraatrichtlijn, nitraatuitspoeling, stikstof, scheuren

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.rapportbestellen.nl.

© 2012 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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 2292

Wageningen, februari 2012

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Materialen en methoden	11
3 Resultaten	15
3.1 Temperatuur, neerslagoverschot en grondwaterstand	15
3.1.1 Opbrengsten	17
3.1.2 Gehalten aan minerale stikstof	19
3.1.3 Berekende uitspoeling	23
4 Discussie en conclusies	25
Literatuur	27
Bijlage 1 Logboek	29
Bijlage 2 Gehalten aan minerale N en DON	31
Bijlage 3 Drogestofopbrengsten	33

Samenvatting

Bij scheuren en herinzaai van grasland in het voorjaar kan de stikstof (N) die tijdens het groeiseizoen vrijkomt uit het gescheurde grasland (grotendeels) worden opgenomen door de nieuwe graszode. Bij het scheuren in het najaar komt ook veel N vrij, maar de N-opname door het in het najaar ingezaaide gras is veel geringer dan door het in het voorjaar ingezaaide gras. Hierdoor is het risico op nitraatuitspoeling hoger bij scheuren in het najaar dan bij het scheuren in het voorjaar.

In het kader van de Nitraatrichtlijn is in 2006 met de Europese Commissie afgesproken dat scheuren van grasland op zandgrond alleen in het voorjaar is toegestaan. Vanaf 1 januari 2010 is de einddatum gelegd op 31 mei, mits melkveebedrijven aansluitend opnieuw gras telen. Voor de landbouwsector zou verruiming van de periode van het scheuren van grasland tot 1 juli beter passen in hun bedrijfsvoering en het mogelijk maken om nog één of twee sneden te oogsten voordat er wordt gescheurd.

In 2010 en 2011 is veldonderzoek uitgevoerd op twee locaties (zandgrond met verschillende grondwatertrap), met als doel het bepalen van het effect van tijdstip van scheuren en herinzaai van grasland in het voorjaar op het risico op nitraatuitspoeling. In het onderzoek is gedurende twee jaar de hoeveelheid minerale N in de bodem in het najaar gemeten na het scheuren van grasland op drie tijdstippen in het voorjaar en in niet-gescheurd grasland. De hoeveelheid minerale N in de bodem in het najaar is een indicator voor het risico op nitraatuitspoeling.

In beide jaren was er sprake van (extreem) droge omstandigheden in het voorjaar waardoor de grasgroei sterk werd vertraagd, vooral van het nieuw ingezaaide gras. Daardoor moest er worden berekend, onkruid bestreden en op sommige tijdstippen moest het gras opnieuw worden ingezaaid. De zomers van 2010 en 2011 waren nat en de groeiomstandigheden voor gras gunstig. Het nieuw ingezaaide grasland heeft zich daardoor in beide jaren tijdens de zomer goed kunnen herstellen van de droge periode in het voorjaar.

De hoeveelheid minerale N in de 0 - 90 cm bodemlaag in november was statistisch significant hoger in het perceel met een hoge grondwaterstand dan in het perceel met een lage grondwaterstand. De hoeveelheid minerale N in november was statistisch significant hoger in 2010 dan in 2011. Er waren kleine verschillen in de hoeveelheid minerale N in het najaar tussen de gescheurde objecten. Een statistische analyse van alle resultaten (objecten, percelen en jaren, rekening houden met interacties) liet zien dat er geen statistisch significante verschillen tussen de objecten waren in de hoeveelheid minerale N in november.

Het onderzoek liet dus zien dat, ondanks de slechte groeiomstandigheden in de periode van herinzaai, het scheuren van grasland in het voorjaar (tot 1 juli) gemiddeld over alle proeven niet leidde tot meer minerale N in de bodem in het najaar. Het scheuren van grasland in het voorjaar (tot 1 juli) leidde in deze proeven dus niet tot een verhoging van het risico op nitraatuitspoeling.

1 Inleiding

In het kader van de Nitraatrichtlijn is in 2006 met de Europese Commissie afgesproken dat scheuren van grasland op zandgrond alleen in het voorjaar is toegestaan. In het voorjaar ingezaaid grasland heeft een hoge opnamecapaciteit voor stikstof (N) (o.a. voor aanmaak van nieuwe wortels en stoppels). Bij scheuren in het voorjaar kan de N die tijdens het groeiseizoen vrijkomt uit het gescheurde grasland (grotendeels) worden opgenomen door de nieuwe graszode. Bij het scheuren in het najaar komt ook veel N vrij, maar de N-opname door in het najaar ingezaaid gras is veel geringer dan door in het voorjaar ingezaaid gras. Hierdoor is de voorraad minerale N in de bodem in het najaar hoger bij scheuren in het najaar dan bij scheuren in het voorjaar (Hoving en Velthof, 2006; Velthof, 2005). De voorraad minerale N in de bodem in het najaar is een indicator voor het risico op nitraatuitspoeling (Hack-ten Broeke et al., 2004). Engels onderzoek bevestigt dat de nitraatuitspoeling bij scheuren in het najaar hoger is dan bij scheuren in het voorjaar (Shepherd et al., 2001).

Er zijn geen metingen beschikbaar van de effecten van het scheuren van grasland in de periode mei tot augustus op nitraatuitspoeling. Modelberekeningen laten zien dat het risico op uitspoeling toeneemt vanaf juni/juli (Velthof, 2005). Het risico op uitspoeling wordt in sterke mate bepaald door de N-opname van het nieuw ingezaaide grasland en dus door de omstandigheden bij herinzaai. Oorspronkelijk was de grens tot wanneer grasland gescheurd mag worden gelegd op 10 mei (deels om pragmatische redenen; de perceelregistratie). Vanaf 1 januari 2010 is de einddatum gelegd op 31 mei, mits melkveebedrijven aansluitend opnieuw gras telen. Het wordt verwacht dat een iets later tijdstip van scheuren in het voorjaar (eind juni in plaats van eind mei) niet leidt tot een duidelijk hoger risico op nitraatuitspoeling. Het nog later scheuren van grasland (periode juli-september) zal het risico op uitspoeling verhogen, omdat de bodemtemperatuur dan hoog is (hoge N-mineralisatie) en de periode waarop het ingezaaide gras de vrijgekomen N kan opnemen kort is. Voor de landbouwsector zou verruiming van de periode van het scheuren van grasland tot 1 juli beter passen in hun bedrijfsvoering en het mogelijk maken om nog één of twee sneden te oogsten voordat er wordt gescheurd.

In 2010 en 2011 is veldonderzoek uitgevoerd op twee locaties (zandgrond met verschillende grondwatertrap) met als doel het bepalen van het effect van tijdstip van scheuren en herinzaai van grasland in het voorjaar op het risico op nitraatuitspoeling. In het onderzoek is gedurende twee jaar de hoeveelheid minerale N in de bodem in het najaar gemeten na het scheuren van grasland op drie tijdstippen in het voorjaar en in niet-gescheurd grasland. De hoeveelheid minerale N in de bodem in het najaar is een indicator voor het risico op nitraatuitspoeling.

2 Materialen en methoden

In 2010 en 2011 zijn op twee locaties in Bennekom veldproeven uitgevoerd: op zandgrond met een ondiepe grondwaterstand (laag gelegen perceel) en op zandgrond met een diepe grondwaterstand (hoog gelegen perceel). Zandgrond met diepe grondwaterstand heeft een groter risico op nitraatuitspoeling en een groter risico op droogtestress in de zomer (resultierend in een lage N-opname) dan laag gelegen zand.

Het hoge perceel had een gehalte aan organische stof in de 0-30 cm laag van 3,87% (gloeiverlies 105-550 °C), een totaal N-gehalte van 1,33 g/kg (destructie met $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2\text{-Se}$) en een pH (0,01 M CaCl_2) van 4,5. Het lage perceel had een gehalte aan organische stof in de 0-30 cm laag van 3,45%, een totaal N gehalte van 1,31 g/kg en een pH van 5,7. Alle analyses zijn uitgevoerd door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem in Wageningen.

Er waren vier objecten in de proef:

- Een controle: niet-gescheurd grasland
- Drie scheurtijdstippen (incl. herinzaai): maart/april, eind mei en eind juni.

Bij het scheuren werd het gras doodgespoten, de grond bewerkt (ploegen en frezen) en gras opnieuw ingezaaid.

De proef is in drie herhalingen uitgevoerd, dus in totaal waren er 4 objecten * 3 herhalingen = 12 veldjes per locatie. De veldjes waren 10 bij 9 meter.

Er werd in beide jaren in het vroege voorjaar 30 m³ rundermest per ha toegediend met een zodebemester (18 maart in 2010 en 4 maart 2011; bijlage 1). De mestsamenstelling is in tabel 1 gegeven. In 2010 werd dus 111 kg N per ha mest toegediend aan het lage perceel en 96 kg N per ha aan het hoge perceel (gemiddeld 104 kg N per ha). In 2011 werd aan beide percelen 123 kg N per ha als mest toegediend.

In beide jaren was er sprake van (extreem) droge omstandigheden in het voorjaar waardoor de grasgroei sterk werd vertraagd en vooral die van het opnieuw ingezaaide gras. Daardoor moest er worden berekend, onkruid bestreden en op sommige tijdstippen moest het gras opnieuw worden ingezaaid (zie bijlage 1). De zomers in zowel 2010 als 2011 waren nat en de groeiomstandigheden voor gras gunstig. De slechte groeiomstandigheden in beide voorjaren en de gunstige groeiomstandigheden in beide zomers hebben er toe geleid dat is afgeweken van de oorspronkelijk geplande bemesting met kunstmest. De giften aan kunstmest (als kalkammonsalpeter; KAS) zijn in samenspraak met UNIFARM van Wageningen UR tijdens het groeiseizoen bepaald per object op basis van de heersende omstandigheden en grasgroei. In tabel 2 staan de giften aan dierlijke mest en kunstmest in 2010 en in tabel 3 die in 2011.

De veldjes werden geoogst met een Haldrup-maaier. Het versgewicht werd bepaald in het veld en het drogestofgehalte werd bepaald na drogen van een monster per veldje bij 105 °C.

Op vijf tijdstippen is de hoeveelheid minerale N in de bodem bepaald: half juni, half juli, half augustus, half september en half november. Op alle tijdstippen is de hoeveelheid minerale N in de lagen 0 - 30 cm en 30 - 60 cm bepaald. In november is daarnaast ook de hoeveelheid minerale N in de 60 - 90 cm laag bepaald. De hoeveelheid minerale N (ammonium en nitraat) is bepaald door extractie met 0,01 M CaCl_2 en Segmented Flow Analysis (Houba et al., 2000) door het Chemisch Biologisch Laboratorium Bodem in Wageningen. Naast N-

mineraal is ook opgelost organisch N bepaald in de monsters (DON). De resultaten van DON worden in bijlage 2 gegeven, maar verder niet besproken in dit rapport. De grondwaterstand is in een grondwaterstandsbuis op beide percelen gemeten.

Gegevens over neerslag en referentiegewasverdamping zijn verkregen van het meteostation van Wageningen UR in Wageningen. Het neerslagoverschot in mm is berekend als de cumulatieve neerslag minus cumulatieve referentiegewasverdamping volgens Makkink.

De verschillen in minerale N in de 0-90 cm laag en drogestofopbrengsten tussen de vier objecten zijn statistisch geanalyseerd met ANOVA, gebruikmakend van het statistisch programma SAS 9.2.

Om een indruk te krijgen van de te verwachten nitraatconcentraties in het grondwater, zijn de nitraatconcentraties berekend uit de nitraatgehalten in de 0 - 90 cm bodemlaag in november met de regressieformules uit het project Sturen op Nitraat (Hack ten Broeke et al., 2004). Hiervoor zijn de volgende regressieformules gebruikt:

- Hooggelegen perceel: Nitraatconcentratie (mg NO₃ per liter) = 36,4 + 0,65 * NO₃-N gehalte in 0-90 cm laag); en
- Laaggelegen perceel: Nitraatconcentratie (mg NO₃ per liter) = 30,9 + 0,65 * NO₃-N gehalte in 0-90 cm laag).

Hierbij is nitraatconcentratie de berekende nitraatconcentratie in het bovenste grondwater en NO₃-N gehalte in 0-90 cm laag het nitraatdeel van de voorraad minerale N in de 0 - 90 cm bodemlaag in november (in kg N per ha).

Tabel 1

Samenstelling rundermest in het voorjaar 2010 en voorjaar 2011.

Jaar	Perceel	Totaal N g/kg	Ammonium-N g/kg	Drogestof g/kg	C- Kurmies g/kg
2010	Laag	3,7	1,7	73	25,4
	Hoog	3,2	1,4	71	26,3
2011	Laag	4,1	2,3	74	*
	Hoog	4,1	2,2	73	*

Tabel 2

Bemesting in 2010.

Object	Dunne rundermest, kg N per ha	Gift KAS, kg N per ha				Totaal
		25-mei	29-jun	2-aug	30-aug	
Controle	104	92	71	92	30	388
Scheuren maart/april	104	92	0	92	30	317
Scheuren voor 1 juni	104	31	0	92	30	256
Scheuren voor 1 juli	104	92	31	0	30	256

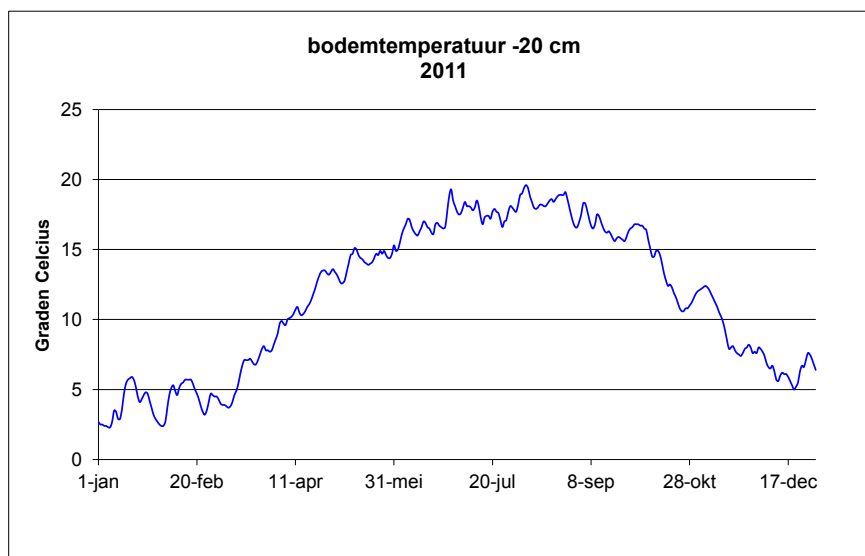
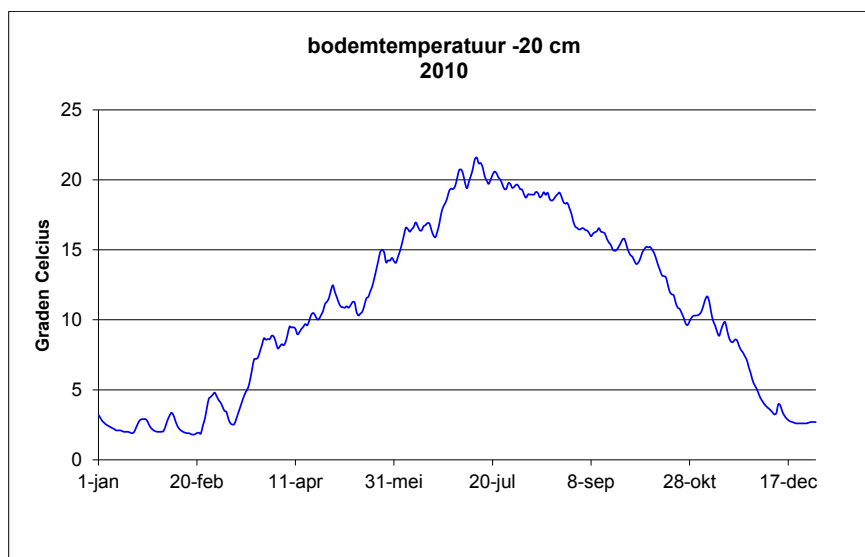
Tabel 3*Bemesting in 2011.*

Object	Dunne rundermest, kg N per ha	Gift KAS, kg N per ha						Totaal
		5-apr	9-mei	16-jun	8-jul	5-aug	16-aug	
Controle	123	0	92	71	0	51	0	337
Scheuren maart/april	123	31	0	71	0	51	0	276
Scheuren voor 1 juni	123	0	92	0	0	0	31	245
Scheuren voor 1 juli	123	0	92	0	31	0	31	276

3 Resultaten

3.1 Temperatuur, neerslagoverschot en grondwaterstand

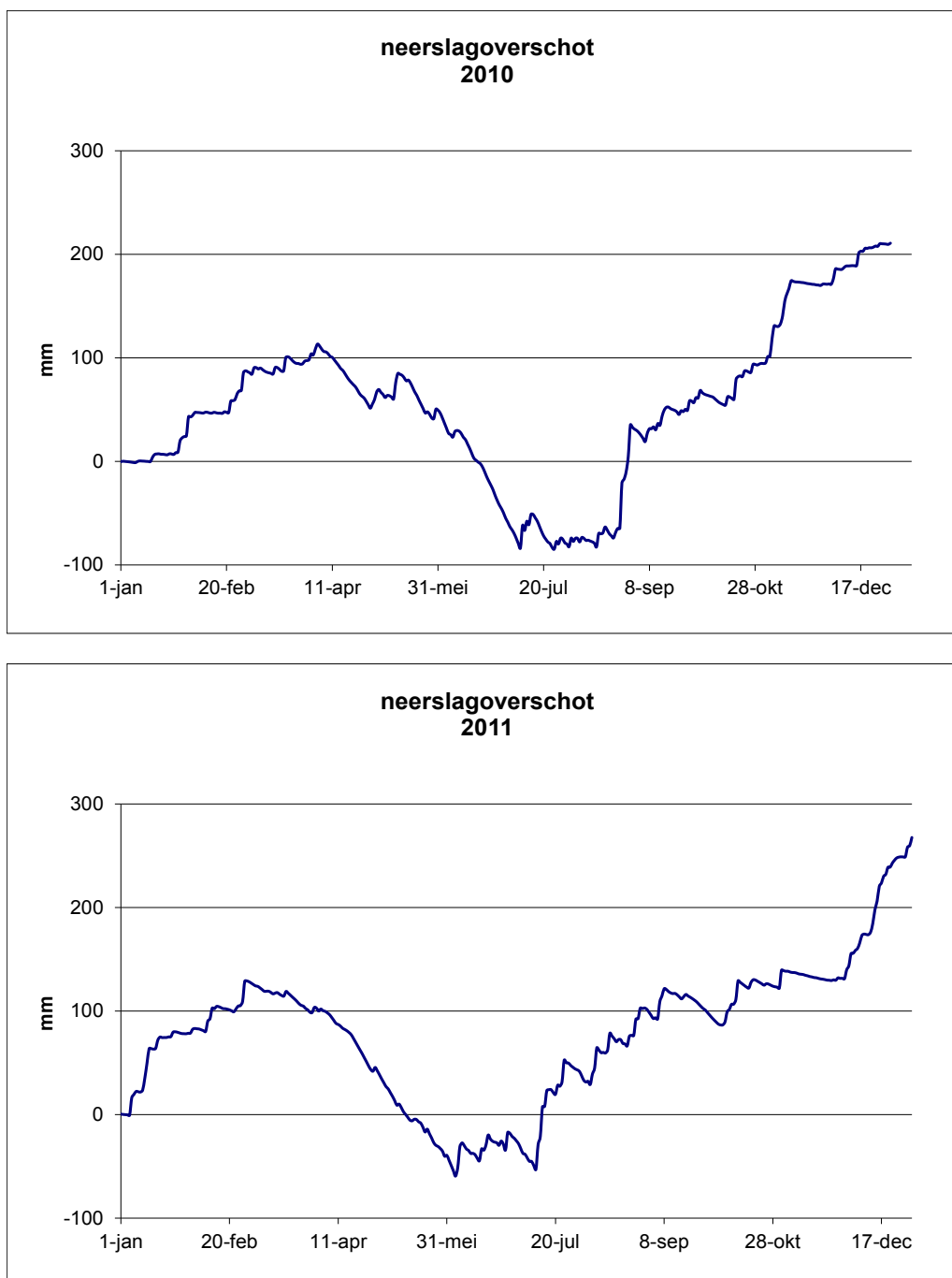
De bodemtemperatuur op 20 cm diepte is weergegeven in figuur 1. De temperatuur in maart 2010 was lager dan in maart 2011. Daarom werd in 2010 pas begin april voor het eerst gras doodgespoten. In 2011 werden de veldjes van het object eerste scheurtijdstip half maart doodgespoten.



Figuur 1

Bodemtemperatuur op 20 cm diepte in 2010 en 2011.

In figuur 2 is het berekende neerslagoverschot weergegeven. In beide jaren is de droge periode in het voorjaar (april - juni) te zien. Het neerslagoverschot neemt sterk af vanaf eind maart; de verdamping is hoger dan de neerslag. In 2010 was de periode maart tot en met juli zeer droog. Augustus 2010 was zeer nat, waardoor het neerslagoverschot sterk toenam. Ook de maanden september en oktober waren nat in 2010. In 2011 was de periode maart tot en met juni droog, maar waren juli en augustus nat (oplopend neerslagoverschot). De maanden september, oktober en november 2011 waren droog.



Figuur 2

Neerslagoverschot in mm in 2010 en 2011.

In tabel 4 staan de grondwaterstanden op beide percelen. Het verschil in grondwaterstand tussen beide percelen is duidelijk zichtbaar. De grondwaterstand in het hoge perceel was altijd dieper dan 150 cm, terwijl in het lage perceel grondwaterstanden tot 30 cm onder maaiveld werden gevonden, in november 2010.

Tabel 4

Grondwaterstanden (cm beneden maaiveld) in beide percelen.

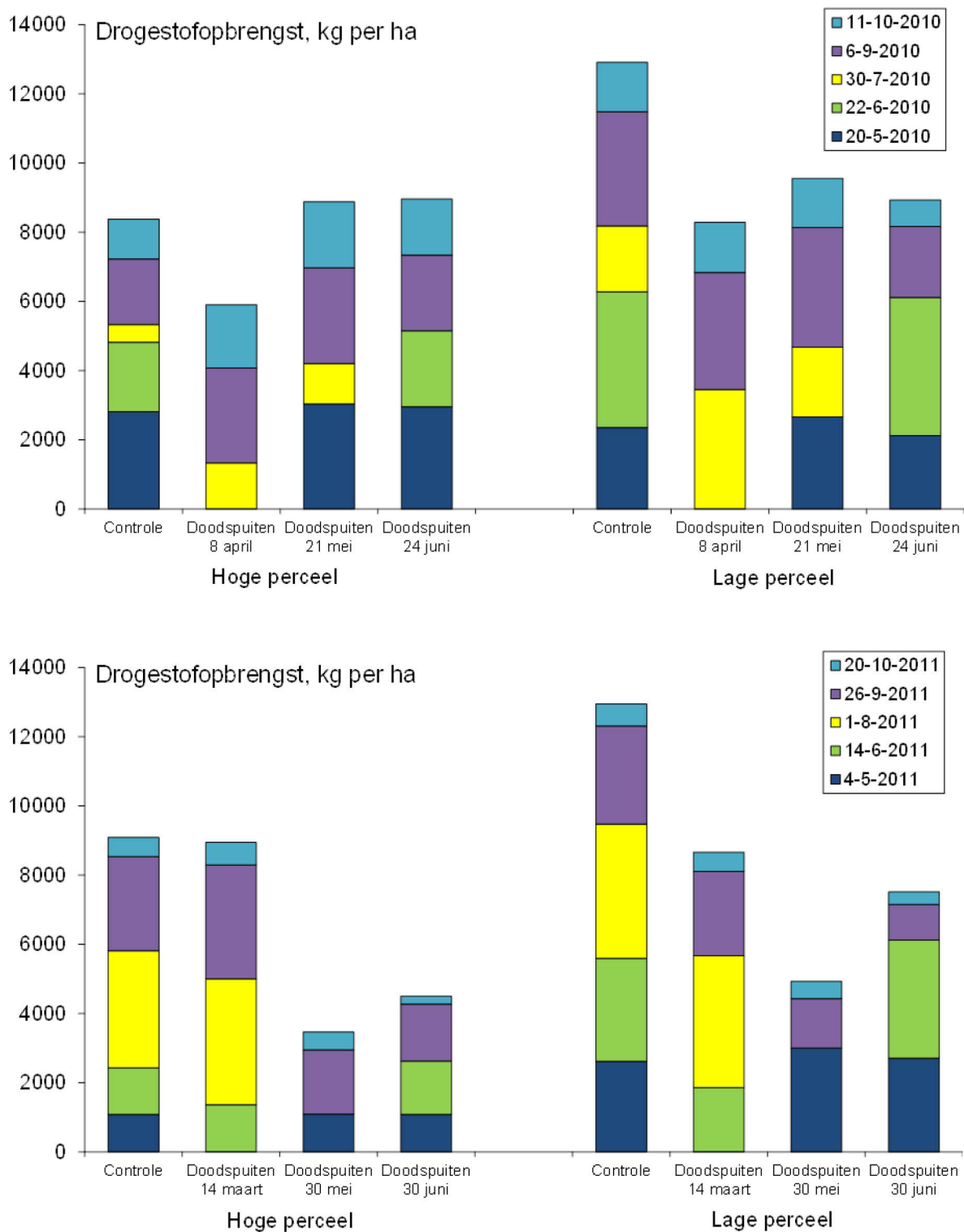
Datum	Perceel	
	hoog	laag
16-6-2010	> 150	103
14-7-2010	> 150	106
25-8-2010	> 150	118
28-9-2010	> 150	45
9-11-2010	> 150	30
	177	46
22-3-2011		
25-5-2011	> 190	114
15-6-2011	> 190	115
19-7-2011	> 190	67
15-8-2011	180	40
15-9-2011	173	57
15-11-2011	> 190	84

3.1.1 Opbrengsten

De opbrengsten van het hoge perceel waren duidelijk lager dan van het lage perceel, zowel in 2010 als in 2011 (figuur 3). Het verschil in gemiddelde opbrengst tussen beide percelen was statistisch significant ($P < 0,05$). Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door het verschil in grondwaterstand en daardoor in de vochtvoorziening van het grasland.

Op het lage perceel had in beide jaren het niet-gescheurde grasland een duidelijk hogere opbrengst dan het gescheurde grasland. Op het hoge perceel waren de verschillen tussen niet-gescheurd grasland en gescheurd grasland kleiner (afhankelijk van scheurtijdstip). Een statistische analyse over beide jaren liet zien dat de gemiddelde drogestof-opbrengst van niet-gescheurd grasland statistisch significant hoger was dan die van gescheurd grasland ($P < 0,05$).

De opbrengst was in 2010 statistisch significant hoger dan in 2011 ($P < 0,05$). In 2011 waren de opbrengsten van grasland dat eind mei en eind juni was gescheurd laag, met name in het hoge perceel. Dit werd veroorzaakt door de droge en warme omstandigheden in deze periode, waardoor de herinzaai slecht aansloeg en er veel onkruid groeide. Pas in de natte maand juli 2011 ging het gras groeien (nadat onkruid chemisch was bestreden).



Figuur 3

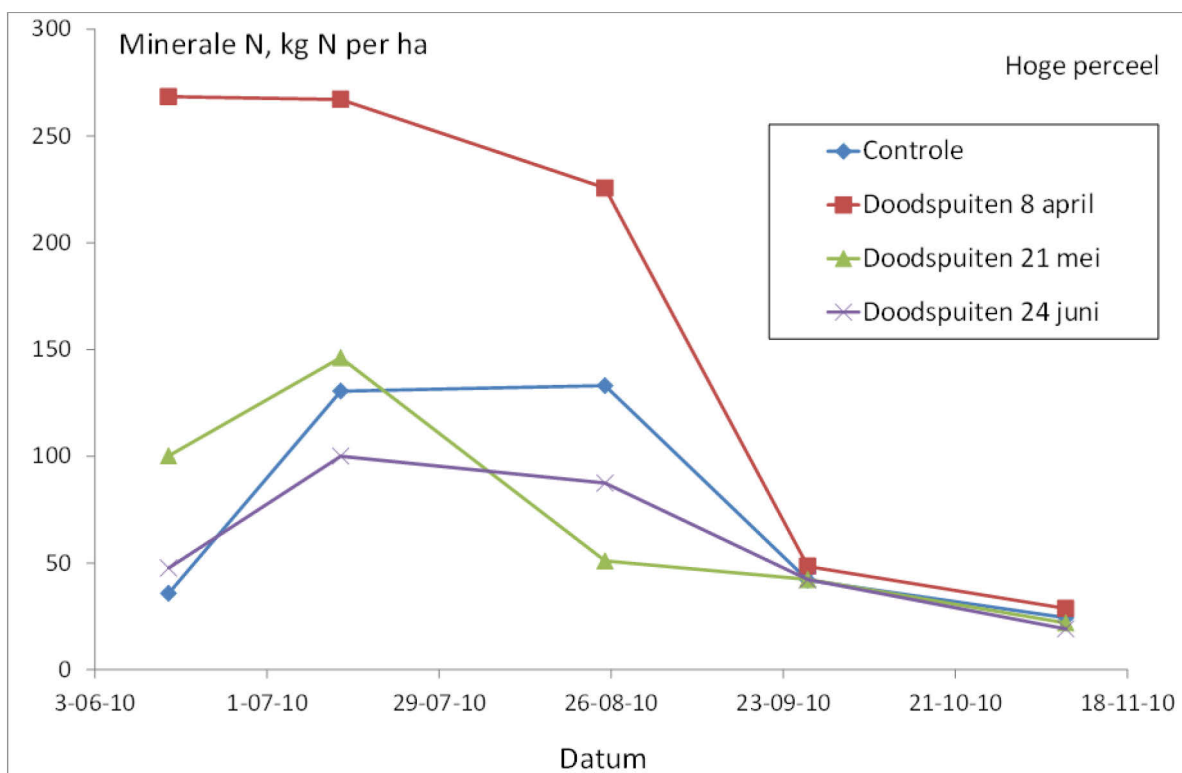
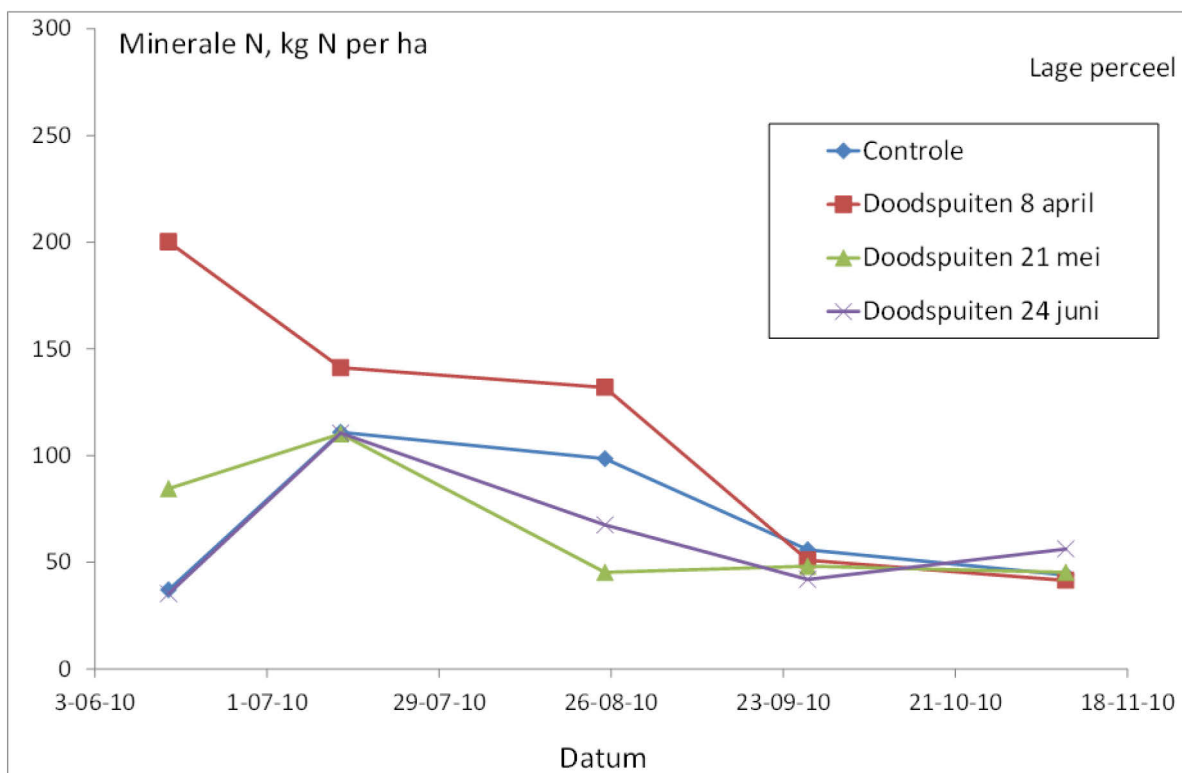
Drogestof-opbrengsten in 2010 (bovenste figuur) en 2011 (onderste figuur) op verschillende maaidata.

3.1.2 Gehalten aan minerale stikstof

In de figuren 4 en 5 is voor resp. 2010 en 2011 het verloop van het gehalte aan minerale N in de bodem weergegeven voor de verschillende behandelingen en percelen. In 2010 leidde het scheuren in april tot een grote toename van minerale N (tot meer dan 250 kg N per ha in het hoge perceel; figuur 4). Het later in het voorjaar scheuren leidde tot een minder sterke of geen stijging ten opzichte van het niet-gescheurde grasland. Mogelijk werd dit veroorzaakt door de droge omstandigheden in mei en juni, waardoor de N-mineralisatie na scheuren werd geremd.

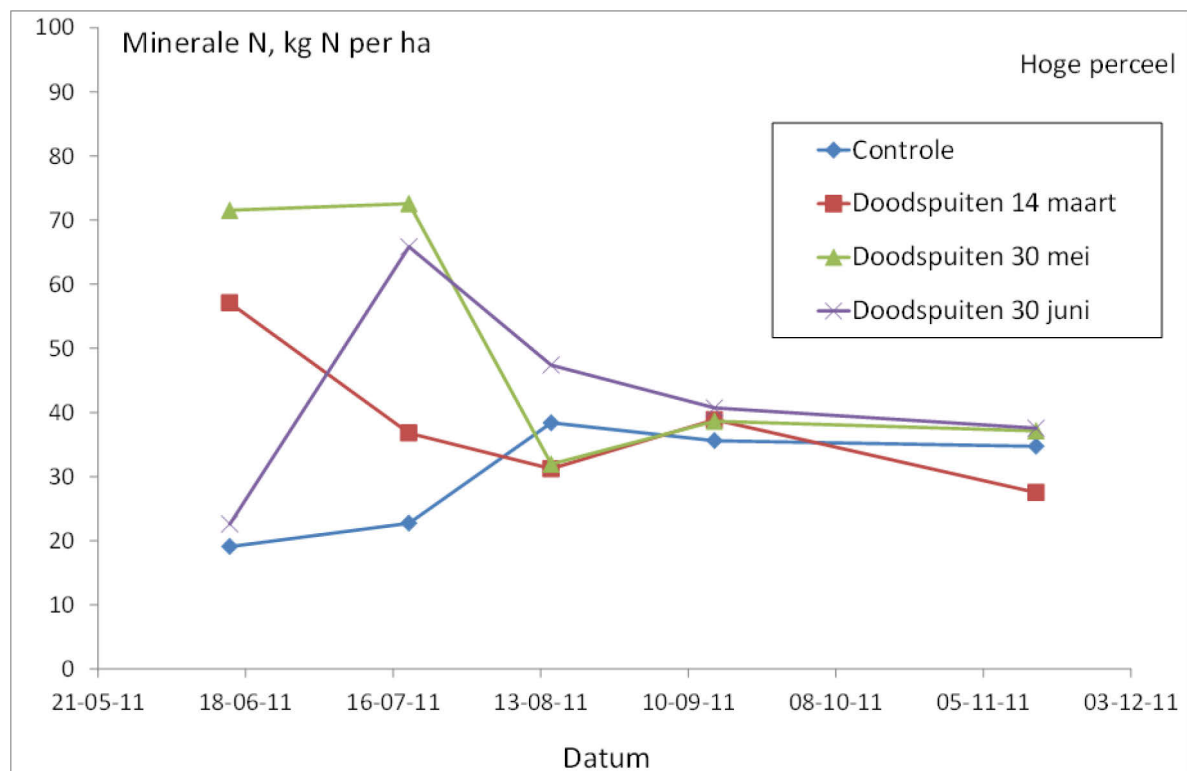
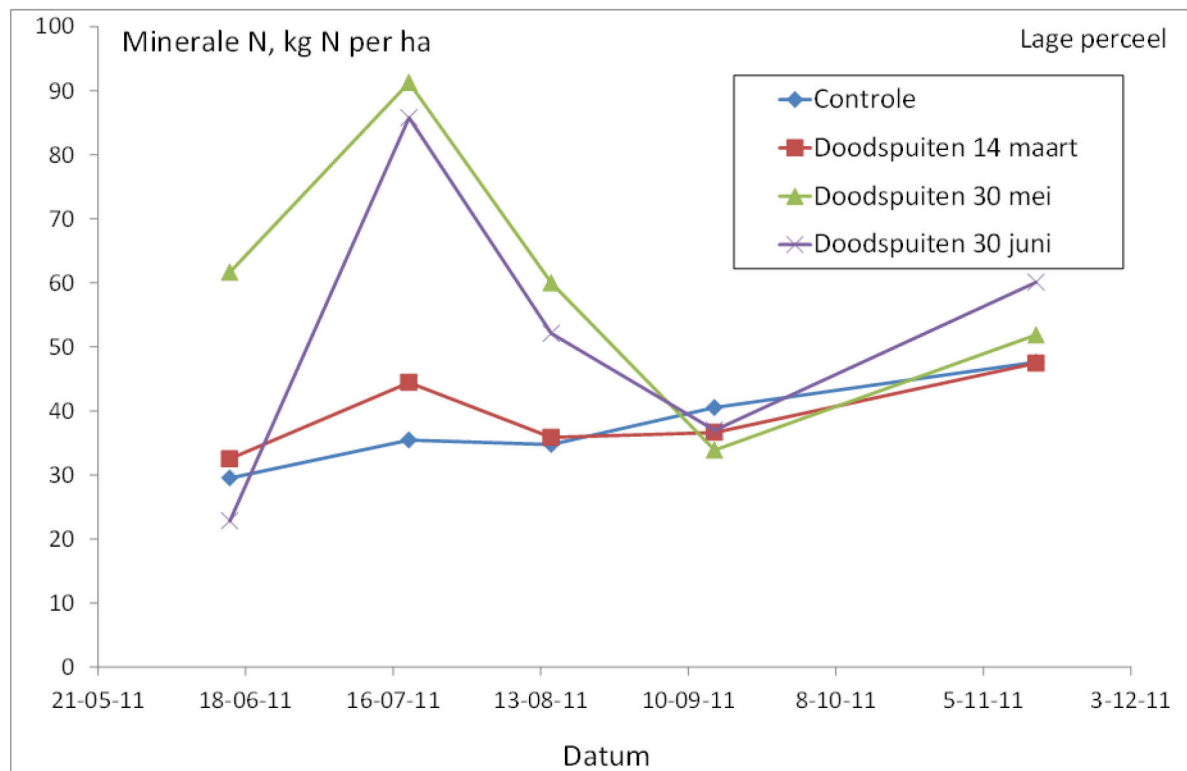
In 2011 nam het gehalte aan minerale N (iets) sterker toe bij scheuren in mei en juni dan bij scheuren in maart (figuur 5). Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door de slechte groei van het eind mei en eind juni ingezaaide grasland, waardoor de N-opname laag was. De groeiomstandigheden waren gunstig in juli en augustus 2011, waardoor het minerale N-gehalte in de bodem sterk afnam.

De hoeveelheid minerale N in de 0-90 cm bodemlaag in november is een indicator voor nitraatuitspoeling (figuur 6). De hoeveelheid minerale N was statistisch significant hoger in het lage perceel dan in het hoge perceel ($P < 0,05$). De hoeveelheid minerale N was statistisch significant hoger in 2010 dan in 2011 ($P < 0,05$). Een statistische analyse van alle resultaten (objecten, percelen en jaren, rekening houden met interacties) laat zien dat er geen statistisch significante verschillen waren in de hoeveelheid minerale N in november tussen de objecten. Hierbij moet worden opgemerkt dat scheuren eind juni op het lage perceel tot een (iets) hoger gehalte minerale N in november leidde, maar dit effect was niet statistisch significant. Het scheuren van grasland op verschillende tijdstippen in het voorjaar (half maart tot eind juni) leidde dus gemiddeld niet tot een hoger gehalte aan minerale N ten opzichte van niet-gescheurd grasland.



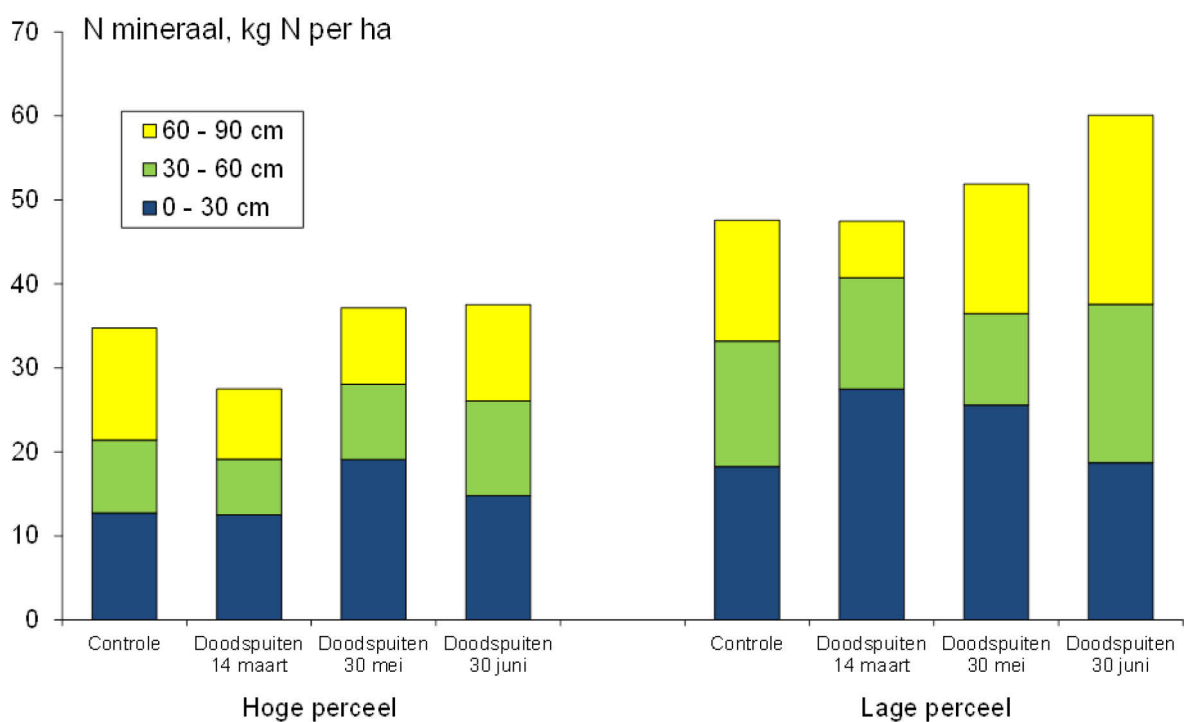
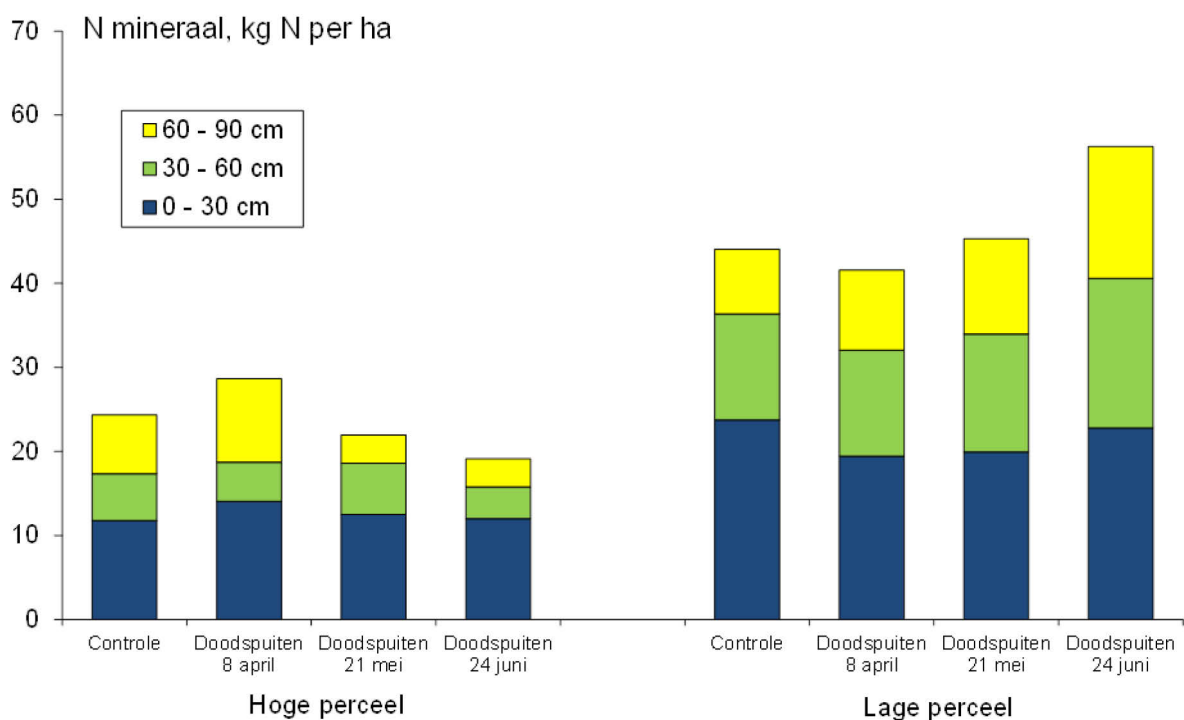
Figuur 4

Verloop van de voorraad aan minerale N in de bodem in de 0 - 60 cm laag voor de verschillende objecten in 2010. Bij het laatste tijdstip (november) is de hoeveelheid minerale N in de 0 - 90 cm laag weergegeven.



Figuur 5

Verloop van de voorraad aan minerale N in de bodem in de 0 - 60 cm laag voor de verschillende objecten in 2011. Bij het laatste tijdstip (november) is de hoeveelheid minerale N in de 0 - 90 cm laag weergegeven.



Figuur 6

Gehalten aan minerale N in de 0-30, 30-60 en 60-90 cm bodemlaag in het najaar (bovenste figuur 8 november 2010 en onderste figuur 15 november 2011).

3.1.3 Berekende uitspoeling

In tabel 5 staan de met behulp van regressieformules uit Sturen op Nitraat berekende nitraatconcentraties in het grondwater. Deze berekeningen geven een indicatie van de op basis van de hoeveelheid minerale N in november te verwachten nitraatconcentraties in het grondwater. Gemiddeld over beide jaren liggen de nitraatconcentraties in het grondwater rond de 50 mg NO₃ per liter. Aangezien er geen statistisch significante verschillen zijn in de hoeveelheid minerale N bestaan tussen de scheurobjecten, zijn de verschillen in berekende nitraatconcentraties ook niet statistisch significant.

Tabel 5

Berekende nitraatconcentraties in het grondwater in mg NO₃ per liter.

		2010	2011	Gemiddeld
Hoog	Controle	47	50	49
	doodspuiten 8 april	47	47	47
	doodspuiten 21 mei	48	49	49
	doodspuiten 24 juni	45	52	48
Laag	Controle	52	48	50
	doodspuiten 8 april	48	48	48
	doodspuiten 21 mei	46	56	51
	doodspuiten 24 juni	56	59	57

4 Discussie en conclusies

Het scheuren van grasland leidt tot een toename van de hoeveelheid minerale N in de bodem, omdat er gewasresten (wortels en stoppels) in de bodem worden gewerkt, de afbraak van organische stof in de bodem mogelijk toeneemt door grondbewerking, en er tijdelijk geen gewas aanwezig is die de N die vrijkomt kan opnemen (Velthof, 2005). De resultaten in de figuren 4 en 5 laten zien dat de toename van de hoeveelheid minerale N na scheuren sterk verschilde tussen de percelen, jaren en scheurtijdstippen. Verschillen in ophoping van minerale N tussen percelen en jaren worden veroorzaakt door een combinatie van factoren: N-mineralisatie, gewasopname van N en (mogelijk) denitrificatie. Een exacte verklaring voor de verschillen in N-mineraal is daardoor moeilijk te geven. Het droge voorjaar, zowel in 2010 als in 2011, heeft geleid tot een lage opname van N door het nieuw ingezaaide gras. Waarschijnlijk is de N-mineralisatie ook geremd geweest tijdens de droge omstandigheden. Droogte is mogelijk ook de oorzaak geweest voor het grote verschil in gehalte aan minerale N na scheuren in april 2010 (onder nog relatief vochtige omstandigheden) en na scheuren onder droge omstandigheden in mei en juni 2010 (figuur 4).

Het voorjaar van 2011 was droger dan in 2010 en dit heeft mogelijk een rol gespeeld bij de lagere gehalten aan N-mineraal in het voorjaar 2011 dan in het voorjaar 2010. In beide jaren werd het droge voorjaar gevolgd door een natte zomer. Dit heeft er toe geleid dat het nieuw ingezaaide gras alsnog hard is gaan groeien en veel van de minerale N uit de bodem heeft opgenomen. Mogelijk is een deel van de uit het gescheurde grasland vrijgekomen minerale N door denitrificatie in de natte zomers verloren gegaan als luchtstikstof (N_2) en lachgas (N_2O). Metingen door Velthof et al. (2010) lieten zien dat de lachgasemissie na het scheuren van grasland toenam, zowel bij het scheuren in het voorjaar als in het najaar. Dit duidt er op dat er denitrificatie kan optreden na het scheuren van grasland. De hoeveelheid minerale N in de 30-60 en 60-90 cm bodemlagen in november 2010 was vergelijkbaar in niet-gescheurd grasland en gescheurd grasland (figuur 6), dit geeft aan dat er geen nitraatuitspoeling heeft plaats gevonden vanuit de bovenste bodemlaag naar diepere bodemlagen tijdens het groeiseizoen.

Beide jaren kenden een zeer droog voorjaar en daardoor slechte omstandigheden voor herinzaai. De opkomst was daardoor zeer heterogeen en er is op verschillende tijdstippen beregend en onkruid bestreden en sommige objecten zijn opnieuw ingezaaid (bijlage 1). De voorschriften voor het scheuren van grasland zijn sinds 2006 van kracht. Signalen van individuele ondernemers, landbouwvoorlichting en landbouworganisaties geven aan dat deze voorschriften in het zandgebied slechts op een beperkt draagvlak mogen rekenen. Het bedrijfsleven stelt dat bij het scheuren en herinzaai in het voorjaar er een grotere kans is op het niet-slagen van herinzaai en op ontwikkeling van onkruid. Te vroeg scheuren en inzaai in een koud voorjaar kan er toe leiden dat onkruid sneller groeit dan gras en bij te laat scheuren (bijvoorbeeld na oogst van de eerste snede) kan grasgroei worden belemmerd door droogte, waardoor er een slechte zode kan ontstaan. De in dit rapport beschreven proeven illustreren de problemen die kunnen ontstaan bij het scheuren in een droog voorjaar. In het onderzoek van Hoving en Velthof (2006) waren er daarentegen geen problemen met droogte bij herinzaai in het voorjaar en leidde herinzaai in het voorjaar tot een goede zode en opbrengst. In het algemeen wordt aanbevolen zo vroeg mogelijk in het voorjaar dood te spuiten en te scheuren, omdat de periode mei-juni de meest ongunstige periode is voor het aanslaan van het nieuwe gras. Als er veel onkruid is ontstaan dan moet dit worden bestreden en mogelijk moet er opnieuw worden ingezaaid. Door de natte zomers is in beide jaren het gras nog goed gaan groeien en in 2010 waren de opbrengsten bij herinzaai in mei en juni (iets) hoger dan bij herinzaai in april (figuur 3). In 2011 leidde late herinzaai tot een lagere opbrengst dan bij herinzaai in maart (figuur 3).

Er lijkt een zwak (en niet significant) negatief verband te zijn tussen de drogestof-opbrengst en de hoeveelheid minerale N in de bodem in het najaar. De opbrengst bij herinzaai van het hoge perceel in april 2010 (figuur 3) was iets lager en de hoeveelheid minerale N (figuur 6) iets hoger dan bij de andere scheurtijdstoppen. Herinzaai in mei en juni 2011 leidde tot relatief lage drogestofopbrengsten en iets hogere minerale N-gehalten ten opzichte van herinzaai in april 2011 (figuren 3 en 6).

De verschillen in groeiomstandigheden en opbrengsten bij de verschillende scheurtijdstoppen hebben dus niet geleid tot duidelijke en statistisch significante verschillen in het gehalte aan minerale N in de bodem in het najaar. Een belangrijke factor die hierbij een rol speelt is dat er veel van de vrijgekomen N terecht komt in de niet-oogstbare delen van het gras (wortels en stoppels). Onderzoek van Van Dijk et al. (1996) liet zien dat er in de eerste twee jaren na herinzaai ongeveer 150 kg N per ha wordt vastgelegd in wortels en stoppels. Ook bij lage maaiofbrengsten wordt nog steeds een aanzienlijke hoeveel N vastgelegd in wortel en stoppels. Naast het vastleggen van N in wortels en stoppels zullen een lagere N-mineralisatie in het droge voorjaar en denitrificatieverliezen in de natte zomer er toe geleid hebben dat de verschillen in grasgroei- en grasopbrengsten tussen de scheurobjecten niet hebben geresulteerd in duidelijke verschillen in gehalten aan minerale N aan het eind van het groeiseizoen.

De landbouwsector heeft aangegeven dat verruiming van de periode van het scheuren van grasland tot 1 juli beter zou passen in de bedrijfsvoering, omdat het mogelijk is om nog één of twee sneden te oogsten voordat er wordt gescheurd. In de proeven konden nog twee sneden worden geoogst voordat er eind juni werd doodgespoten (figuur 3). Dit zijn in de meeste jaren de belangrijkste sneden, waarin de hoogste opbrengst en beste kwaliteit wordt geoogst. Door de droge omstandigheden in voorjaar 2010 en 2011 waren de opbrengsten in de eerste en tweede snede van de proeven echter relatief laag (figuur 3). Het onderzoek liet zien dat, ondanks de slechte groeiomstandigheden in de periode van herinzaai, het scheuren van grasland in het voorjaar (tot 1 juli) gemiddeld over alle proeven niet leidde tot een significante toename in de hoeveelheid minerale N in de bodem aan het eind van het seizoen. Het scheuren van grasland in het voorjaar (tot 1 juli) leidde in deze proeven dus niet tot een verhoging van het risico op nitraatuitspoeling. Het risico op nitraatuitspoeling neemt wel toe als nog later dan eind juni gescheurd en ingezaaid wordt (Hoving en Velthof, 2006; Velthof, 2005), omdat dan de stikstofopnamecapaciteit van het nieuwe grasland lager is dan de hoeveelheid N die vrijkomt uit het gescheurde grasland.

Concluderend, in vier proeven op zandgrond in 2010 en 2011 leidde het scheuren en herinzaai van grasland in het voorjaar (tot 1 juli) gemiddeld niet een hoger risico op nitraatuitspoeling ten opzichte van niet-gescheurd grasland.

Literatuur

Dijk, van W., T.B. Hofman, K. Nijssen, H. Everts, A.P. Wouters, J.G. Lamers, J. Alblas en J. van Bezooijen, 1996. *Effecten van mais-gras vruchtwisseling*. Verslag Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond No. 217, 140 pp.

Hack-ten Broeke, M.J.D., S.L.G.E. Burgers, A. Smit, I.E. Hoving, M. Knotters, S. Radersma en G.L. Velthof, 2004. *Ontwikkeling van een indicator om te Sturen Op Nitraat*. Gegevens en regressieanalyse op basis van drie meetseizoenen (2000-2001, 2001-2002 en 2002-2003). Alterra rapport 1053. Reeks Sturen Op Nitraat nr. 12.

Houba, V.J.G., E.J.M. Temminghoff, G.A. Gaikhorst en W. van Vark, 2000. Soil analysis procedures using 0.01 M calcium chloride as extraction reagent. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 31, 1299-1396.

Hoving, I.E. en G.L. Velthof, 2006. Landbouw- en milieukundige effecten van graslandvernieuwing op zand- en kleigrond. *Praktijk rapport 83*. Animal Science Group, Lelystad.

Shepherd, M.A., D.J. Hatch, S.C. Jarvis en A. Bhogal, 2001. Nitrate leaching from reseeded pasture. *Soil Use and Management* 17, 97-105.

Velthof, G.L., 2005. Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting,. Alterra-rapport 1204, 98 p.

Velthof G.L., I.E. Hoving, J. Dolfin, A. Smit, P.J. Kuikman en O. Oenema, 2010. Method and timing of grassland renovation affects herbage yield, nitrate leaching, and nitrous oxide emission in intensively managed grasslands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 86, 401-412.

Bijlage 1 Logboek

Datum	Activiteit
24-2-2010	bodembemonstering proefveld (0 - 30 cm)
18-3-2010	bemesting met 30 m ³ runderdrijfmest
8-4-2010	doodspuiten 1e tijdstip scheuren
16/18-4-2010	scheuren (frezen en ploegen) en inzaai 1e tijdstip
20-5-2010	1e oogst
21-5-2010	doodspuiten 2e tijdstip scheuren
25-5-2010	kunstmestbemesting
27-5-2010	scheuren 2e tijdstip
28-5-2010	inzaaien 2e tijdstip + opnieuw inzaaien 1e tijdstip
15-6-2010	1e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
22-6-2010	2e oogst
24-6-2010	doodspuiten 3e tijdstip
29-6-2010	scheuren en inzaai 3e tijdstip
29-6-2010	kunstmestbemesting
13-7-2010	2e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
14-7-2010	3e tijdstip opnieuw ingezaaid
30-7-2010	3e oogst
2-8-2010	kunstmestbemesting
25-8-2010	3e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
29-8-2010	4e oogst
7-9-2010	kunstmestbemesting
28-9-2010	4e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
11-10-2010	5e oogst
9-11-2010	5e bemonstering bodem: 0-30, 30-60 en 60-90 cm
4-3-2011	bemesting met 30 m ³ RDM
14-3-2011	doodspuiten 1e tijdstip scheuren
1-4-2011	scheuren (frezen en ploegen) en inzaai 1e tijdstip
4-4-2011	inzaai 1e tijdstip
5-4-2011	kunstmestbemesting
4-5-2011	1e oogst
9-5-2011	kunstmestbemesting
12-5-2011	watergift over gehele veld gegeven ca. 5 mm
30-5-2011	doodspuiten 2e tijdstip scheuren
14-6-2011	2e oogst
15-6-2011	1e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
17-6-2011	scheuren (frezen en ploegen) en inzaai 2e tijdstip
30-6-2011	doodspuiten 3e tijdstip scheuren
7-7-2011	scheuren (frezen en ploegen) en inzaai 3e tijdstip
8-7-2011	kunstmestbemesting
19-7-2011	2e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
21-7-2011	chemische onkruidbestrijding op objecten 2e en 3e tijdstip
1-8-2011	3e oogst

Datum	Activiteit
5-8-2011	kunstmestbemesting
15-8-2011	3e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
16-8-2011	kunstmestbemesting
15-9-2011	4e bemonstering bodem: 0-30 en 30-60 cm
26-9-2011	4e oogst
20-10-2011	5e oogst
15-11-2011	5e bemonstering bodem: 0-30, 30-60 en 60-90 cm

Bijlage 2 Gehalten aan minerale N en DON

Resultaten 2010

Perceel	Tijdstip doodspuiten	Bodem- laag	15-06-11		19-07-11		15-08-11		15-09-11		Bodem- laag	15-11-11	
			N-gehalte									N-gehalte	
			Nmin	DON	Nmin	DON	Nmin	DON	Nmin	DON		Nmin	DON
			kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha		kg N/ha	kg N/ha
Hoog	Controle	0-60 cm	23	44	19	40	38	36	19	33	0-90 cm	22	50
Hoog	Controle	0-60 cm	18	52	30	52	49	36	31	44	0-90 cm	37	66
Hoog	Controle	0-60 cm	16	51	19	51	28	35	14	45	0-90 cm	46	68
Gem			19	49	23	48	38	36	21	41		35	61
Sd.			4	5	6	7	10	1	8	7		12	9
Hoog	14-mrt	0-60 cm	56	39	35	42	35	35	17	35	0-90 cm	20	54
Hoog	14-mrt	0-60 cm	51	52	33	52	26	44	15	44	0-90 cm	33	70
Hoog	14-mrt	0-60 cm	64	61	42	54	33	37	19	48	0-90 cm	29	71
Gem			57	51	37	50	31	39	17	42		28	65
Sd.			7	11	5	6	5	5	2	7		7	9
Hoog	30-mei	0-60 cm	80	44	69	48	28	39	13	35	0-90 cm	21	60
Hoog	30-mei	0-60 cm	80	63	67	50	31	39	16	40	0-90 cm	41	68
Hoog	30-mei	0-60 cm	55	48	82	47	36	38	24	36	0-90 cm	49	78
Gem			72	52	73	48	32	39	18	37		37	69
Sd.			14	10	8	2	4	1	5	2		15	9
Hoog	30-jun	0-60 cm	23	51	67	45	40	38	62	40	0-90 cm	64	67
Hoog	30-jun	0-60 cm	26	52	66	50	52	41	49	45	0-90 cm	23	70
Hoog	30-jun	0-60 cm	18	56	65	57	51	43	33	61	0-90 cm	26	74
Gem			23	53	66	51	47	41	48	49		38	70
Sd.			4	2	1	6	7	2	15	11		23	3
Laag	Controle	0-60 cm	42	67	38	62	39	47	58	66	0-90 cm	59	71
Laag	Controle	0-60 cm	19	44	32	47	33	33	27	36	0-90 cm	30	41
Laag	Controle	0-60 cm	29	45	37	49	32	42	34	44	0-90 cm	53	49
Gem			30	52	35	53	35	41	40	49		48	54
Sd.			12	13	4	8	3	7	16	16		15	15
Laag	14-mrt	0-60 cm	26	37	36	46	37	33	83	52	0-90 cm	54	70
Laag	14-mrt	0-60 cm	32	41	38	46	34	36	41	44	0-90 cm	47	46
Laag	14-mrt	0-60 cm	40	41	59	48	37	41	35	43	0-90 cm	41	64
Gem			33	40	44	47	36	37	53	46		47	60
Sd.			7	2	13	1	2	4	26	5		7	13
Laag	30-mei	0-60 cm	64	57	69	40	61	21	65	37	0-90 cm	40	43
Laag	30-mei	0-60 cm	61	42	98	37	73	40	59	39	0-90 cm	53	44
Laag	30-mei	0-60 cm	61	38	107	39	46	40	32	43	0-90 cm	63	67
Gem			62	46	91	39	60	34	52	39		52	52
Sd.			2	10	20	1	13	11	17	3		11	14
Laag	30-jun	0-60 cm	21	38	76	47	50	35	35	28	0-90 cm	39	48
Laag	30-jun	0-60 cm	23	35	94	40	58	38	31	39	0-90 cm	96	48
Laag	30-jun	0-60 cm	24	42	88	43	48	38	36	42	0-90 cm	45	68
Gem			23	38	86	43	52	37	34	36		60	55
Sd.			2	3	10	4	6	2	3	8		31	12

Resultaten 2011

Perceel	Tijdstip doodspuiten	Bodem- laag	15-06-11		19-07-11		15-08-11		15-09-11		Bodem- laag	15-11-11	
			N-gehalte									N-gehalte	
			Nmin	DON	Nmin	DON	Nmin	DON	Nmin	DON		Nmin	DON
			kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha		kg N/ha	kg N/ha
Hoog	Controle	0-60 cm	23	44	19	40	38	36	19	33	0-90 cm	22	50
Hoog	Controle	0-60 cm	18	52	30	52	49	36	31	44	0-90 cm	37	66
Hoog	Controle	0-60 cm	16	51	19	51	28	35	14	45	0-90 cm	46	68
Gem			19	49	23	48	38	36	21	41		35	61
Sd.			4	5	6	7	10	1	8	7		12	9
Hoog	14-mrt	0-60 cm	56	39	35	42	35	35	17	35	0-90 cm	20	54
Hoog	14-mrt	0-60 cm	51	52	33	52	26	44	15	44	0-90 cm	33	70
Hoog	14-mrt	0-60 cm	64	61	42	54	33	37	19	48	0-90 cm	29	71
Gem			57	51	37	50	31	39	17	42		28	65
Sd.			7	11	5	6	5	5	2	7		7	9
Hoog	30-mei	0-60 cm	80	44	69	48	28	39	13	35	0-90 cm	21	60
Hoog	30-mei	0-60 cm	80	63	67	50	31	39	16	40	0-90 cm	41	68
Hoog	30-mei	0-60 cm	55	48	82	47	36	38	24	36	0-90 cm	49	78
Gem			72	52	73	48	32	39	18	37		37	69
Sd.			14	10	8	2	4	1	5	2		15	9
Hoog	30-jun	0-60 cm	23	51	67	45	40	38	62	40	0-90 cm	64	67
Hoog	30-jun	0-60 cm	26	52	66	50	52	41	49	45	0-90 cm	23	70
Hoog	30-jun	0-60 cm	18	56	65	57	51	43	33	61	0-90 cm	26	74
Gem			23	53	66	51	47	41	48	49		38	70
Sd.			4	2	1	6	7	2	15	11		23	3
Laag	Controle	0-60 cm	42	67	38	62	39	47	58	66	0-90 cm	59	71
Laag	Controle	0-60 cm	19	44	32	47	33	33	27	36	0-90 cm	30	41
Laag	Controle	0-60 cm	29	45	37	49	32	42	34	44	0-90 cm	53	49
Gem			30	52	35	53	35	41	40	49		48	54
Sd.			12	13	4	8	3	7	16	16		15	15
Laag	14-mrt	0-60 cm	26	37	36	46	37	33	83	52	0-90 cm	54	70
Laag	14-mrt	0-60 cm	32	41	38	46	34	36	41	44	0-90 cm	47	46
Laag	14-mrt	0-60 cm	40	41	59	48	37	41	35	43	0-90 cm	41	64
Gem			33	40	44	47	36	37	53	46		47	60
Sd.			7	2	13	1	2	4	26	5		7	13
Laag	30-mei	0-60 cm	64	57	69	40	61	21	65	37	0-90 cm	40	43
Laag	30-mei	0-60 cm	61	42	98	37	73	40	59	39	0-90 cm	53	44
Laag	30-mei	0-60 cm	61	38	107	39	46	40	32	43	0-90 cm	63	67
Gem			62	46	91	39	60	34	52	39		52	52
Sd.			2	10	20	1	13	11	17	3		11	14
Laag	30-jun	0-60 cm	21	38	76	47	50	35	35	28	0-90 cm	39	48
Laag	30-jun	0-60 cm	23	35	94	40	58	38	31	39	0-90 cm	96	48
Laag	30-jun	0-60 cm	24	42	88	43	48	38	36	42	0-90 cm	45	68
Gem			23	38	86	43	52	37	34	36		60	55
Sd.			2	3	10	4	6	2	3	8		31	12

Bijlage 3 Drogestofopbrengsten

Drogestofopbrengsten, kg per ha

Perceel	Object	20-5-10	22-6-10	30-7-10	6-9-10	11-10-10	Totaal
Hoog	Controle	2818	2003	510	1898	1150	8379
Hoog	Doodspuiten 8 april			1331	2747	1829	5906
Hoog	Doodspuiten 21 mei	3041		1164	2765	1913	8882
Hoog	Doodspuiten 24 juni	2957	2196		2186	1624	8963
Laag	Controle	2351	3930	1898	3306	1424	12908
Laag	Doodspuiten 8 april			3450	3385	1451	8287
Laag	Doodspuiten 21 mei	2661		2013	3460	1422	9557
Laag	Doodspuiten 24 juni	2119	3998		2053	767	8937

Perceel	Object	4-5-2011	14-6-11	1-8-11	26-9-11	20-10-11	Totaal
Hoog	Controle	1083	1348	3382	2718	562	9092
Hoog	Doodspuiten 14 maart		1361	3641	3290	653	8945
Hoog	Doodspuiten 30 mei	1093			1850	526	3468
Hoog	Doodspuiten 30 juni	1086	1537		1649	230	4501
Laag	Controle	2620	2976	3881	2832	638	12946
Laag	Doodspuiten 14 maart		1861	3804	2440	560	8666
Laag	Doodspuiten 30 mei	3001			1432	500	4934
Laag	Doodspuiten 30 juni	2708	3412		1030	368	7517



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