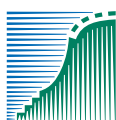




Stikstofbemesting in de vollegrondsteelt van aardbeien

Resultaten van proeven uit het project Telers Mineraal Paraat, 2005 en 2006

F.J. de Ruijter



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

Productschap  Tuinbouw
Voor een bloeiende zaak

Rapport 125



Stikstofbemesting in de vollegrondsteelt van aardbeien

Resultaten van proeven uit het project Telers Mineraal Paraat,
2005 en 2006

F.J. de Ruijter

© 2006 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Gedrukte exemplaren van dit rapport kunnen bij de (eerste) auteur worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 25 per exemplaar.

Het onderzoek van 2005 is uitgevoerd in opdracht en met financiering van:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Het onderzoek van 2006 is uitgevoerd in opdracht en met financiering van:

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

en

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

met bijdragen van:

Agerland; www.agerland.nl
Orgaplus; www.orgaplus.nl
Scotts; www.scotts.nl
Vlamings; www.vlamings.nl

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Resultaten 2005	3
2.1 Samenvattend overzicht van de proeven van 2005	3
2.2 Gerealiseerde kunstmestbemesting	4
2.3 Gewasgroei - cropscan	6
2.4 Aardbeiopbrengst en kwaliteit	7
2.5 Totale N-opname gewas	8
2.6 Nmin-bodem	8
2.7 Schattingen mineralisatie	10
2.8 N-balans	11
2.9 N-beschikbaarheid voor het gewas	11
2.10 Vergelijking met aanvoernormen	12
2.11 Discussie - evaluatie bemestingsmethoden	13
2.12 Conclusies proeven 2005	14
3. Resultaten 2006	15
3.1 Samenvattend overzicht van de proeven van 2006	15
3.2 Gerealiseerde kunstmestbemesting	16
3.3 Gewasgroei – cropscan en visuele beoordeling	19
3.4 Aardbeiopbrengst, sortering en financiële opbrengst	21
3.5 Nmin-bodem	24
3.6 Nitraat bladsteeltjes	26
3.7 Schattingen mineralisatie	28
3.8 N-balans	28
3.9 N-beschikbaarheid in de bodem en uitspoeling	29
3.10 Discussie	35
3.11 Conclusies proeven 2006	36

1. Inleiding

Dit rapport is een samenvoeging van verslagen van twee jaren onderzoek naar bemesting in aardbei.

In het kader van de invoering van het nieuwe mestbeleid per 1 januari 2006 zijn in 2005 N-bemestingsproeven gedaan op drie praktijkbedrijven. In deze proeven werden geleide bemestingssystemen bekeken met als doel om te zien of er bespaard kan worden op de N-gift. De proeven zijn gedaan in de planting van eind juni. Groei en productie van het gewas in de loop van de tijd is gevolgd, evenals de voorraad minerale N in het bodemprofiel. Naast metingen en berekeningen van N-mineralisatie vanuit de bodem is een analyse gemaakt van de mogelijkheden en onmogelijkheden om zuinig met N te bemesten. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de proeven van 2005, met in hoofdstuk 2.1 een samenvattend overzicht van de resultaten en gedetailleerdere presentatie van de resultaten in de daaropvolgende hoofdstukken.

De ervaringen die in de proeven van 2005 zijn opgedaan, zijn onder meer besproken in de aardbeigroep van Telen met toekomst. Tezamen met zorg over de hoogte van de gebruiksnorm heeft dit geleid tot twee uitgebreidere proeven die in 2006 op twee praktijkbedrijven zijn uitgevoerd. De bedrijven zijn genummerd als bedrijf 1 (hetzelfde bedrijf als in 2005) en bedrijf 4. Op beide bedrijven lagen er acht verschillende behandelingen. Drie of vier behandelingen betroffen bemestingsniveaus rondom de gebruiksnorm voor de productieteelt van aardbei, één behandeling was de praktijkbemesting van het bedrijf. Op bedrijf 1 bestonden de overige behandelingen uit het bekijken van plaatsing van meststoffen en het vergelijken van verschillende meststoffen met als doel verhoging van de benutting van N. Bij bedrijf 4 bestonden de overige behandelingen uit een vergelijking van verschillende meststoffen. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van de proeven van 2006, met in hoofdstuk 3.1 een samenvattend overzicht van de resultaten en gedetailleerdere presentatie van de resultaten in de daaropvolgende hoofdstukken.

2. Resultaten 2005

2.1 Samenvattend overzicht van de proeven van 2005

In aardbei zijn in een planting van eind juni op drie praktijkbedrijven proeven aangelegd met verschillende niveaus van N-bijbemesting. Globaal zijn de volgende niveaus aangehouden:

1. Praktijk van de teler
2. Alternatief voor de telerpraktijk
3. 'Lage gift'

De 'lage gift' was gericht op een aanvoer van werkzame N van 90 kg ha⁻¹. Dit was in de eerste concepten voor het mestbeleid vanaf 2006 de hoogte van de aanvoernorm. In het uiteindelijke beleid is voor aardbeiproduktie een hogere aanvoernorm gekomen van 170 kg ha⁻¹ voor het jaar 2006 en 160 kg in het jaar 2007.

De bemestingspraktijk varieert tussen de verschillende bedrijven:

- Bedrijf 1: de praktijk bestaat uit een bemesting met kas, kalksalpeter en Unika Kali. De hoogte van de bemesting wordt regelmatig afgestemd op basis van bemonstering van N_{min} in het profiel. Als alternatief is gekozen voor een basis van twee keer Entec 26, met later in de teelt bijbemesting met kalksalpeter en Unika Kali.
- Bedrijf 2: de praktijk bestaat uit een basisgift van Agroblen, toegediend als rijenbemesting. Vervolgens bijbemesting met kalksalpeter, unika en kalisalpeter. Als alternatief is gekozen voor een hogere basisgift van Agroblen (12 g/plant), in eerste opzet zonder enige bijbemesting maar laat in de teelt is deze behandeling bijbemest met kalisalpeter.
- Bedrijf 3: de praktijk bestaat uit bemesting op basis van analyse van bladsteeltjes. Als alternatief is gekozen voor bemesting op basis van een 20% lagere ijklijn.

Een overzicht van de percelen, bemestingsgeschiedenis, bodemvruchtbaarheid, bemesting en opbrengst bij de verschillende behandelingen wordt gegeven in Tabel 2.1. Details worden uitgewerkt in de volgende hoofdstukken. Er waren duidelijke verschillen tussen de bedrijven in organische bemesting: bedrijf 1 heeft in zowel 2004 als 2005 geen organische mest gebruikt op het perceel, terwijl bij bedrijf 2 en bedrijf 3 wel organische mest is uitgereden. Ook ligt bij bedrijf 1 het organische-stofgehalte van het perceel iets lager dan bij beide andere telers. De verschillen in gebruik van organische mest zijn terug te vinden in verschillen in potentiële mineralisatie, en in mindere mate in de NLV¹. De NLV van het monster genomen kort voor de teelt bij bedrijf 2 had een onverwacht lage NLV, ook na heranalyse van hetzelfde monster. De verschillen in gebruik van organische mest zijn ook terug te vinden in de N_{min} die gevonden wordt voor aanvang van de teelt. De N-giften via kunstmest varieerden sterk tussen de telers en de verschillende behandelingen. De praktijkbemesting met kunstmest bij bedrijf 1 was met 245 kg ha⁻¹ beduidend hoger dan bij beide andere telers met 149 en 166 kg ha⁻¹. De N-giften bij de verschillende varianten varieerden van 22 kg ha⁻¹ bij bedrijf 3 tot 144 kg ha⁻¹ bij bedrijf 1.

De proeven zijn aangelegd in twee herhalingen. De effecten van de verschillende bemestingen verschilden soms tussen de herhalingen. In Tabel 2.1 staan de gemiddelde aardbeiofbrengsten vermeld. Doordat er slechts twee herhalingen waren en de effecten van bemesting varieerden zijn de verschillen in opbrengst op de bedrijven statistisch niet goed aantoonbaar. Globaal is het beeld wel duidelijk dat de lage giften leiden tot lagere opbrengsten. De alternatieven voor de praktijk, zoals Entec bij bedrijf 1 en een 20% lagere ijklijn bij de bladsteeltjesbemonstering bij bedrijf 3 leidden tot een iets verlaagde opbrengst. De variant bij bedrijf 2, bemesting grotendeels met Agroblen en lagere N-aanvoer, gaf gemiddeld een vrijwel gelijke opbrengst aan het praktijkdeel. Hier was echter wel sprake van verschillen tussen de herhalingen (zie hoofdstuk 2.4).

Een nadere analyse van het verloop van de N-beschikbaarheid, de gewasgroei en de aardbeiproduktie liet zien dat N-beschikbaarheid voor het gewas in de eerste weken na planten veel invloed lijkt te hebben op de uiteindelijke opbrengst. Deze conclusie is getrokken uit vergelijking tussen de bemestingsvarianten op de verschillende bedrijven.

¹ NLV staat voor N-leverend vermogen van de grond in kg ha⁻¹ per seizoen en staat vermeld op de uitslag van grondonderzoek van het BLGG.

Omdat er tussen de bedrijven meer verschillen waren dan alleen N-bemesting (andere percelen, andere bemestings-geschiedenis) zou deze conclusie onderzocht moeten worden in een vervolproef. Aangezien N-opname door het gewas in de eerste periode na planten vooral gebeurt vanuit grond vlakbij de plant zou rijenbemesting in de begin-fase bekeken moeten worden als mogelijkheid om gericht voldoende N aan het gewas te geven binnen de ruimte die er binnen het nieuwe mestbeleid is voor bemesting van aardbei.

Tabel 2.1. Perceelsinformatie en een overzicht van bemesting en opbrengst op de drie bedrijven.

	Bedrijf 1	Bedrijf 2	Bedrijf 3
Plantdatum	18 juni	20 juni	14 juni
Voorvrucht	Afrikaantjes tot eind juli, daarna wachtbed		Groenbemester rogge
Organische mest	In 2004 en 2005: - geen	Voorjaar 2005: - 25 t compost, - 20 t champost	Aug 2004: - 40 à 50 t varkens- stalmest
OS%	2,8	3,2	3,3
NLV – BLGG	101	29 ^a	164
Potentiële mineralisatie (kg ha ⁻¹ dag ⁻¹) ^b	0,48	1,43	1,15
Nmin 0-30 voor aanvang (kg ha ⁻¹)	31	93	101
Kunstmestgiften (kg N ha ⁻¹)			
• Praktijk	245	149	166
• Alternatief	144	83	44
• Lage gift	114	56	22
Opbrengsten (ton ha ⁻¹) ^c			
• Praktijk	19,6	23,2	22,4
• Alternatief	16,5	22,7	21,2
• Lage gift	15,3	20,1	19,9

^a Onverwacht laag. Eerder monster was 112.

^b Deze snelheid is bepaald in grondmonsters in het lab bij 20°C en uitgedrukt in kg N per ha per dag. Onder veldomstandigheden tijdens de teelt bedraagt de daadwerkelijke mineralisatie ongeveer de helft van de potentiële mineralisatie.

^c Omgerekend vanuit netto proefveldje van een bed van 5 meter lengte.

2.2 Gerealiseerde kunstmestbemesting

De Tabellen 2.2 t/m 2.4 geven een overzicht van de kunstmestbemesting bij de drie bedrijven. Voor de drie behan-delingen per bedrijf is de hoeveelheid van een meststof gegeven, evenals de aangevoerde hoeveelheid N in kg ha⁻¹.

Tabel 2.2. Bemesting bedrijf 1.

Datum	Praktijk	N	Entec	N	Lage gift	N
30-06	200 kieseriet	0	200 kieseriet	0	200 kieseriet	0
30-06	150 KAS	41	154 Entec 26	40	74 KAS	20
11-07	150 KAS	54				
23-07	200 KAS	54	154 Entec 26	40	111 KAS	30
30-07	200 kalksalpeter	31	200 kalksalpeter	31	200 kalksalpeter	31
03-08	200 Unika Kali	26	100 Unika Kali	13	100 Unika Kali	13
10-08	200 Unika Kali	26	100 Unika Kali	13	100 Unika Kali	13
24-08	100 Unika Kali	13	50 Unika Kali	7	50 Unika Kali	7
Totaal N		245		144		114

Tabel 2.3. Bemesting bedrijf 2.

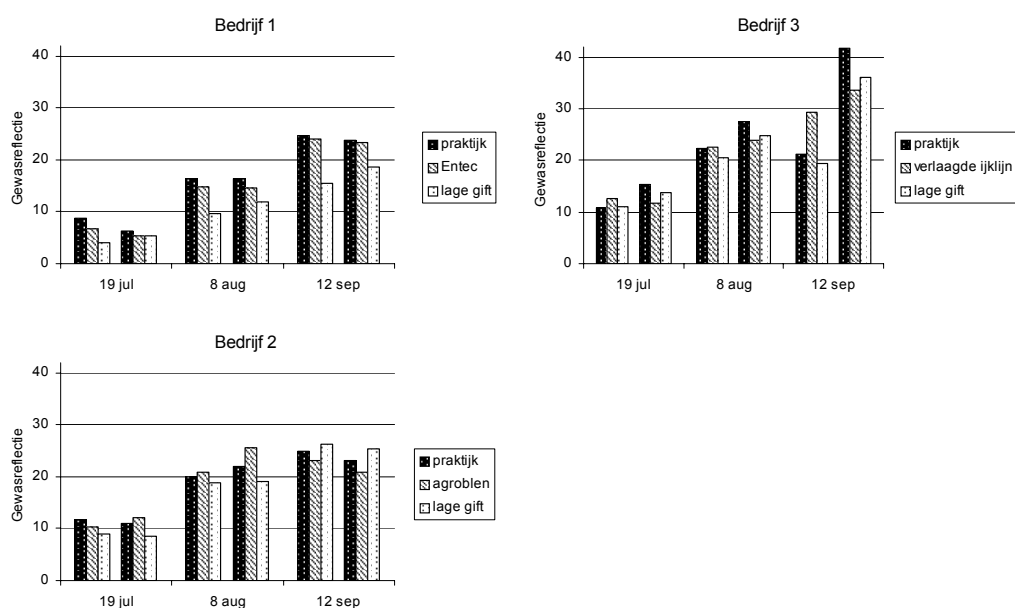
Datum	Praktijk	N	Agroblen	N	Lage gift	N
20-jun	225 agroblen	41	325 agroblen	59		
11-jul	125 kalksalpeter	19			125 kalksalpeter	19
15-jul	150 kalksalpeter	23				
19-jul	150 kalksalpeter	23				
25-jul					50 kas	14
26-jul	150 unika	21				
08-aug	100 kalisalpeter	12	100 kalisalpeter	12	100 kalisalpeter	12
15-aug	100 kalisalpeter	12	100 kalisalpeter	12	100 kalisalpeter	12
Totaal N		149		83		56

Tabel 2.4. Bemesting bedrijf 3.

Datum	Praktijk	N	Verlaagde ijklijn	N	Lage gift	N
04-jun	200 kieseriet	0	200 kieseriet	0	200 kieseriet	0
18-jun	130 kas	35				
28-jun	150 kalksalpeter	23	150 kalksalpeter	23		
12-jul	145 kalksalpeter	22				
16-jul	145 kalksalpeter	22			145 kalksalpeter	22
20-jul	155 unika	22				
04-aug	155 unika	22	155 unika	22		
11-aug	150 unika	21				
Totaal N		166		44		22

2.3 Gewasgroei - cropscan

De gewasgroei is gevolgd door op een drietal tijdstippen de gewasreflectie te meten met de cropscan. De gewasreflectie is een maat voor de bodembedekking of hoeveelheid biomassa die op het veld staat. Figuur 2.1 geeft per bedrijf de gewasreflectie van de verschillende bemestingsvarianten op drie verschillende tijdstippen. Per datum staan steeds de resultaten van beide herhalingen. Te zien is dat op 19 juli (begin bloei) de reflectie van de meeste behandelingen iets lager lag dan die van de praktijkbehandeling. Op 8 augustus (begin pluk) was de reflectie van de twee bemestingsvarianten bij bedrijf 2 toegenomen, en lag die van de Agrobien zelfs hoger dan de praktijkbehandeling. Bij beide andere bedrijven was de reflectie bij beide bemestingsvarianten nog steeds lager dan de praktijkbehandeling. Op 12 september (einde teelt) was in veel gevallen de reflectie van de twee bemestingsvarianten toegenomen en lag deze dicht bij de praktijkbehandeling. Vooral de lage gift bij bedrijf 1 bleef veel achter in reflectie ten opzichte van de praktijkbehandeling. Bij bedrijf 3 zijn er grote verschillen tussen beide herhalingen aan het einde van de teelt.



Figuur 2.1. Gewasreflectie gemeten met cropscan op de drie bedrijven op drie tijdstippen. Per datum zijn de resultaten van beide herhalingen afzonderlijk weergegeven.

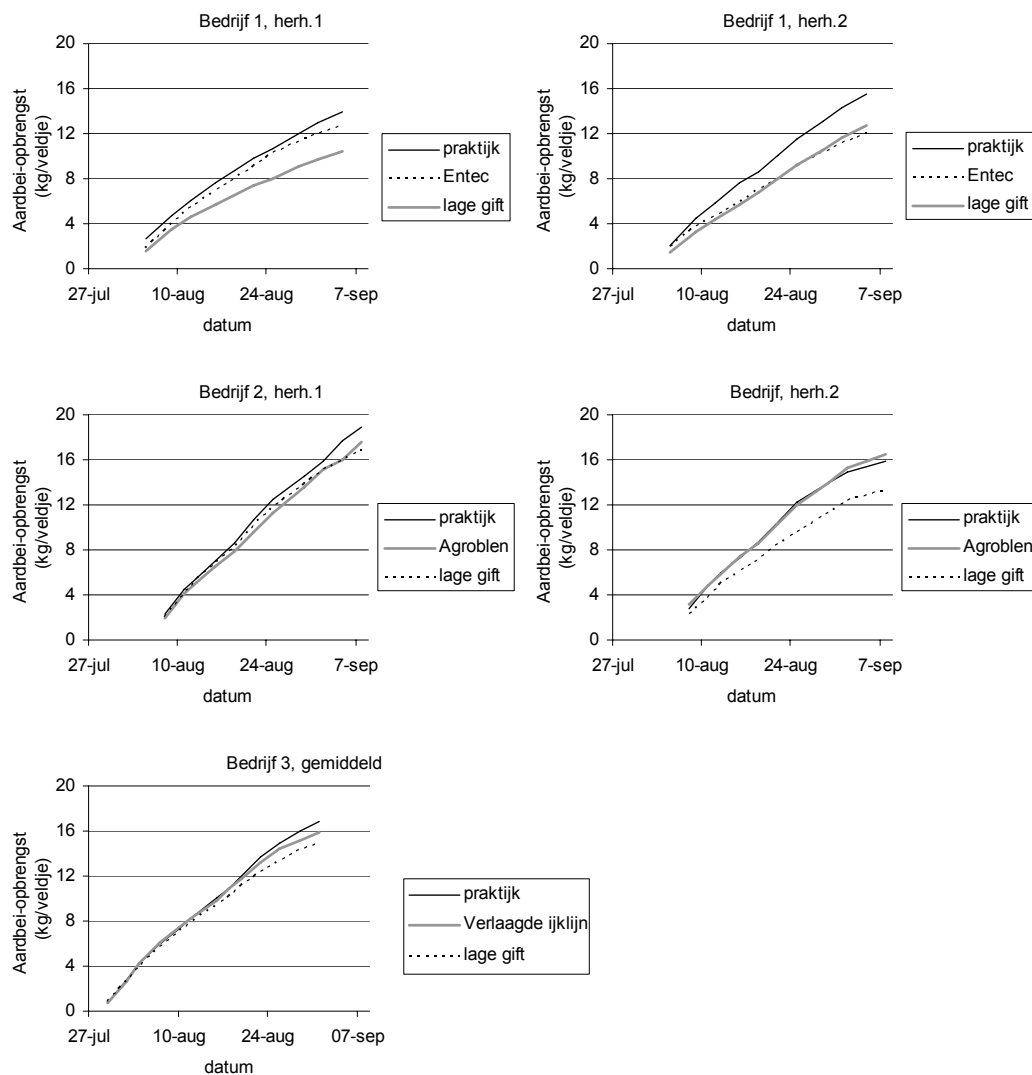
Er was in de teelt sprake van uitval van planten, voornamelijk bij bedrijf 1 en bedrijf 2. Bij bedrijf 2 was de uitval te wijten aan aantasting met phytophthora. Tabel 2.5 geeft een overzicht van het aantal planten per veldje aan het einde van de teelt.

Tabel 2.5. Gemiddeld aantal planten (maximaal 24) per netto veldje (één bed van vijf meter lengte) op 12 september (einde van de teelt).

Bedrijf 1		Bedrijf 2		Bedrijf 3	
Behandeling	Aantal	Behandeling	Aantal	Behandeling	Aantal
praktijk	23	praktijk	22,5	praktijk	22,5
Entec	23,5	agrobien	24	verlaagde ijklijn	24
lage gift	21,5	lage gift	22	lage gift	23,5

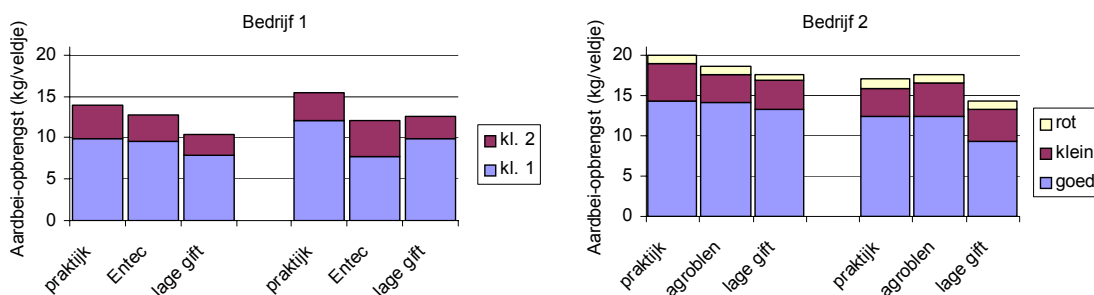
2.4 Aardbeiopbrengst en kwaliteit

De aardbeiopbrengst is door de telers bepaald, evenals de indeling in kwaliteitsklassen. Het verloop van de versopbrengst aan aardbeien wordt per afzonderlijke herhaling weergegeven in Figuur 2.2. Hierbij is te zien dat de bij bedrijf 1 de opbrengst bij de twee bemestingsvarianten vanaf het begin van de pluk al lager is en dat in de loop van de teelt de verschillen groter worden. Bij bedrijf 2 heeft de lage gift vanaf het begin een lagere opbrengst, en ontstaat er halverwege de plukperiode een klein verschil tussen praktijk en de variant met Agroblen. Dit verschil wordt in de loop van de teelt niet groter en de variant met Agroblen heeft aan het eind van de teelt een opbrengst die nauwelijks lager is dan die van de praktijk. Bij bedrijf 3 ontstaan de verschillen ook pas later in het seizoen. Op ongeveer eenderde van de plukperiode begint de opbrengst bij de variant met lage gift achter te blijven. In de laatste twee weken blijft ook de variant met de verlaagde ijklijn iets achter in opbrengst.



Figuur 2.2. Verloop van de aardbeiopbrengst in kg per veldje van één bed breedte en 5 meter lengte op de drie bedrijven bij beide afzonderlijke herhalingen

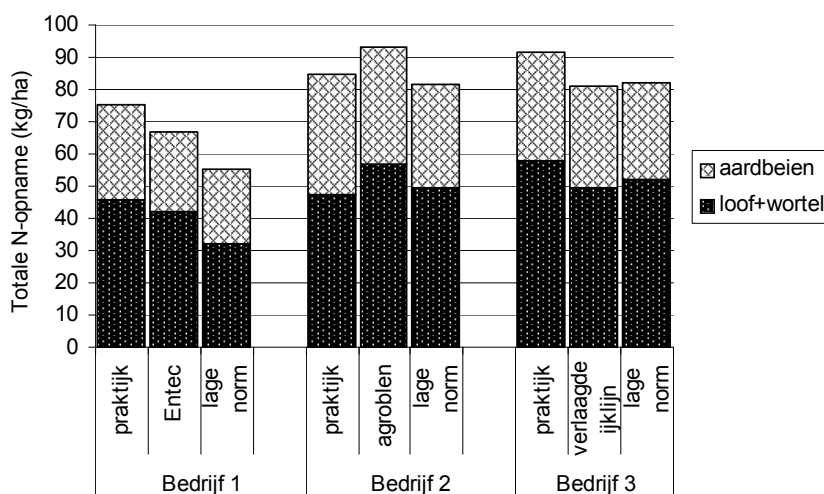
De kwaliteit is beoordeeld door bedrijf 1 in twee klassen en door bedrijf 2 in twee maatverdelingen en hoeveelheid rotte aardbeien (Figuur 2.3). Bedrijf 1 vermeldt dat de kwaliteit in augustus minder goed was door het slechte weer. Bedrijf 3 vermeldt dat er geen noemenswaardige verschillen waren tussen de behandelingen, maar een iets kleinere maatsortering vanaf 18 augustus bij beide bemestingsvarianten in vergelijking met de praktijk. Bij bedrijf 3 was het percentage industrie bij alle behandelingen tussen de zes en acht procent.



Figuur 2.3. Kwaliteitsverdeling volgens de bedrijven 1 en 2, gemiddeld over beide herhalingen.

2.5 Totale N-opname gewas

Aan het einde van de teelt zijn acht planten per netto veldje geoogst en geanalyseerd op drogestof en N-inhoud. De resultaten zijn omgerekend naar een N-inhoud in kg ha^{-1} . De N-opname in loof+wortel en aardbeien is weergegeven in Figuur 2.4. N-opname bij bedrijf 1 is iets lager dan bij beide andere bedrijven, en de verschillen tussen de bemestingsvarianten zijn bij bedrijf 1 ook groter.



Figuur 2.4. Totale N-opname (kg ha^{-1}) door het gewas op de drie bedrijven bij de verschillende bemestingsvarianten, gemiddelde van beide herhalingen. Loof+wortel is bepaald op 12 september aan het einde teelt, opname door aardbeien is berekend vanuit het totale geoogste product.

2.6 Nmin-bodem

De Nmin in de bodem is bepaald in twee lagen (0-30 cm en 30-60 cm) op drie tijdstippen: begin bloei (19 juli), begin pluk (8 augustus) en einde teelt (12 september). De Nmin is bemonsterd door verspreid over het bed steken te nemen. De paden zijn niet bemonsterd. Bij de behandelingen met Agrobelen is een afwijkende bemonsteringsstrategie aangehouden: hier is vanaf het pad schuin geprikt onder een hoek van 45 graden zodat onder de korrels is bemonsterd. De Nmin die gevonden wordt in de laag 0-30 cm is afhankelijk van de bemesting die voor het tijdstip van bemonstering is uitgevoerd. De Nmin op 19 juli en 8 augustus moet daarom ook bekeken worden in samenhang met de gegevens over de gerealiseerde bemesting (hoofdstuk 2.2; bemesting op 19 juli en 8 augustus is na de Nmin-bemonstering uitgevoerd). De Nmin op 12 september is bij het einde van de teelt. Aangezien het aardbeigewas wordt vernietigd of verwijderd, is opname van deze N afhankelijk van het eventuele volggewas dat geteeld wordt. Als er geen volggewas of groenbemester wordt geteeld zal de voorraad Nmin op 12 september in najaar en winter grotendeels uitspoelen.

De Nmin-voorraad in de laag 30-60 cm wordt minder beïnvloed door recente kunstmestgiften. Aangezien aardbeien tot zo'n 40 cm diepte wortelen is deze N grotendeels buiten bereik van de planten. Een hoge Nmin in de laag 30-60 cm betekent daarmee grotere N-verliezen.

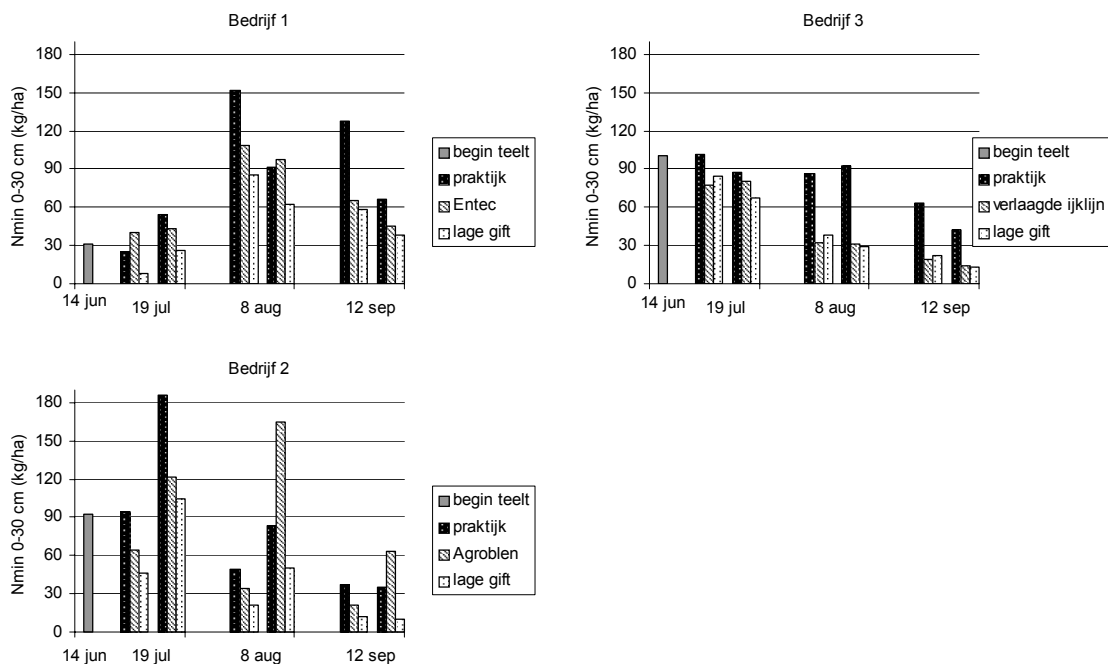
Op 19 juli zijn de verschillen in mestgiften tussen de verschillende behandelingen goed terug te zien in de Nmin 0-30 cm (Figuur 2.5). Uitzondering hierbij is de praktijkbehandeling bij bedrijf 1. De Nmin is duidelijk lager dan bij beide andere bedrijven, terwijl er in totaal een vergelijkbare hoeveelheid N is gegeven (zie hoofdstuk 2.2). De behandeling met Entec heeft in vergelijking met de praktijkgift minder dan de helft van de N ontvangen en toch een vergelijkbare Nmin. Hierbij moet opgemerkt worden dat de bemonstering van Nmin in het bed is uitgevoerd, en dat Entec alleen in het bed is toegediend en niet in de paden.

Op 8 augustus zijn verschillen tussen de behandelingen bij de bedrijven ook goed terug te zien. De Nmin 0-30 cm in de praktijkbehandeling bij bedrijf 1 is op 8 augustus juist het hoogst van de drie telers. Op dit tijdstip heeft bedrijf 1 ook meer bemest dan beide andere bedrijven. Bij bedrijf 2 geeft de behandeling met Agrobien een hogere Nmin dan het praktijkgedeelte. Dit is verrassend omdat er in totaal in deze behandeling minder N is aangevoerd dan in het praktijkgedeelte.

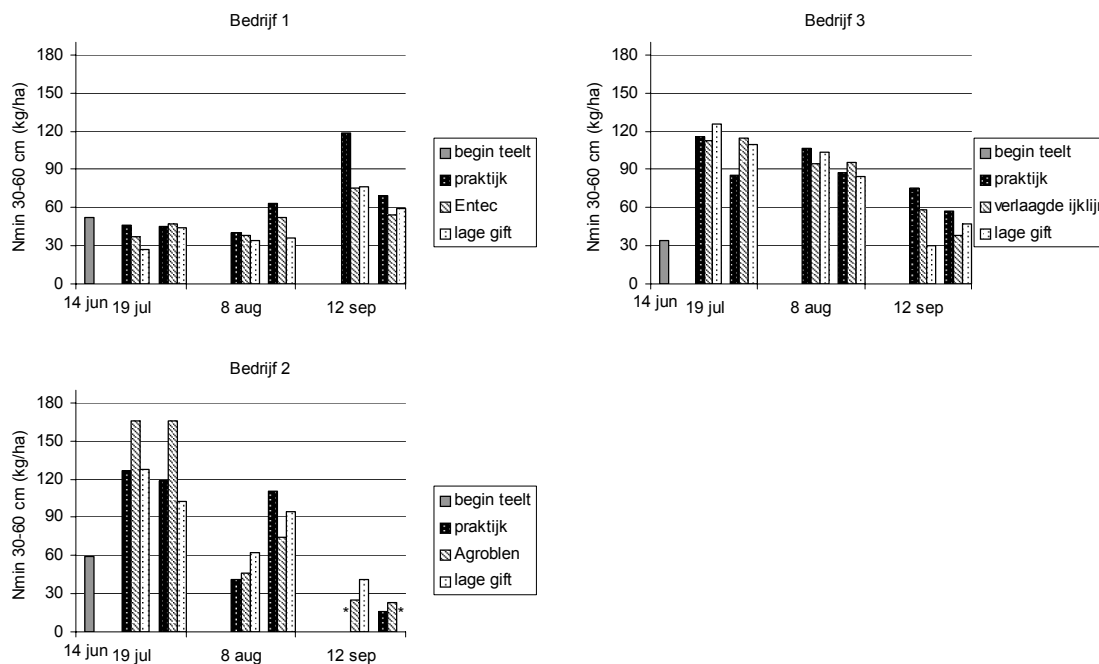
Aan het einde van de teelt is de Nmin 0-30 cm lager dan op 8 augustus. De hoogste Nmin wordt gevonden bij bedrijf 1. Daar is ook de meeste bemesting uitgevoerd.

Wanneer gekeken wordt naar de totale hoeveelheid Nmin in de laag 0-60 cm (som van Figuur 2.5 en 2.6), dan is te zien dat deze bij bedrijf 2 en bedrijf 3 afneemt in de loop van de tijd. Bij bedrijf 1 neemt deze juist toe. Dit geeft de vraag of daar aan het eind van het seizoen bespaard had kunnen worden op de N-gift.

Wanneer gekeken wordt richting kwaliteit van grondwater en het nitraatgehalte, dan is voor het behalen van de EU-norm van 50 mg nitraat per liter grondwater het vuistgetal voor de maximale Nmin-najaar in 0-60 cm ca. 45 kg ha⁻¹.



Figuur 2.5. Nmin bodem (kg ha⁻¹) in de laag 0-30 cm bij aanvang van de teelt (14 juni), begin bloei (19 juli), begin pluk (8 augustus) en einde teelt (12 september). Per datum zijn de resultaten van beide herhalingen afzonderlijk weergegeven.

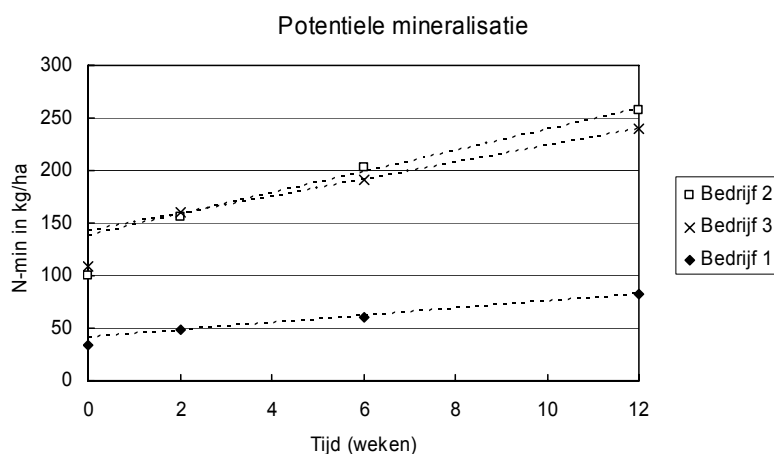


Figuur 2.6. *N*-min bodem (kg ha^{-1}) in de laag 30-60 cm bij aanvang van de teelt (14 juni), begin bloei (19 juli), begin pluk (8 augustus) en einde teelt (12 september). Ontbrekende gegevens bij bedrijf 2 op 12 september zijn aangegeven met een '*'. Per datum zijn de resultaten van beide herhalingen afzonderlijk weergegeven.

2.7 Schattingen mineralisatie

De potentiële mineralisatie is bepaald aan grondmonsters die gestoken zijn in de laag 0-30 cm voor aanvang van de teelt. De grondmonsters zijn weggezet bij 20°C en de hoeveelheid *N*min in het monster is bepaald bij inzetten en na twee, zes en twaalf weken. De mineralisatie gedurende de eerste twee weken is verhoogd door het mengen van de grond. De snelheid die daarna bereikt wordt blijft vrij constant en is een maat voor de mineralisatiesnelheid.

Figuur 2.7 geeft de *N*min-hoeveelheid omgerekend naar kg ha^{-1} voor de grondmonsters van de drie bedrijven. De potentiële mineralisatie bij bedrijf 1 is beduidend lager dan bij de bedrijven 2 en 3.



Figuur 2.7. *N*min in grondmonsters van 0-30 cm van drie bedrijven bij incubatie bij 20°C. De metingen bij inzetten en na 2, 6 en 12 weken zijn omgerekend naar kg ha^{-1} . Stippellijnen geven de potentiële mineralisatiesnelheid weer (in kg per ha per dag): Bedrijf 2: 1.43; Bedrijf 3: 1.15 en Bedrijf 1: 0.48.

2.8 N-balans

Een balans op jaarbasis van totale N geeft inzicht in de mate van milieubelasting die op kan treden. Het overschot op deze balans kan bijdragen aan verandering van de bodemvoorraad aan organische gebonden N, maar op de lange termijn komt dit overschot overeen met N die uitspoelt naar het grondwater.

De balansen in Tabel 2.6 zijn opgesteld op basis van het perceel waarop de bemestingsproef heeft gelegen. Deze balansen hoeven niet representatief te zijn voor het bedrijf, vooral omdat de organische bemesting op andere percelen anders kan zijn geweest. In de balansen is organische bemesting van najaar 2004 ook meegenomen (balans van oogst tot oogst). De overschotten op de totale balans variëren van 89 tot 470 kg ha⁻¹. Van de praktijkbehandelingen heeft bedrijf 1 het laagste overschot (216 kg ha⁻¹) en bedrijf 3 het hoogste overschot (470 kg ha⁻¹).

Tabel 2.6. Balansen van totaal N in kg ha⁻¹. Niet opgenomen is aanvoer via strodek en depositie, en eventuele afvoer van gewasresten.

	Bedrijf 1			Bedrijf 2			Bedrijf 3		
	praktijk	Entec	lage gift	praktijk	Agroblen	lage gift	praktijk	verlaagde ijklijn	lage gift
Aanvoer									
organische mest	0	0	0	196	196	196	338	338	338
kunstmest	245	144	114	149	83	56	166	44	22
Afvoer aardbeien	29	23	25	37	36	32	34	30	32
Overschot	216	121	89	308	243	220	470	352	328

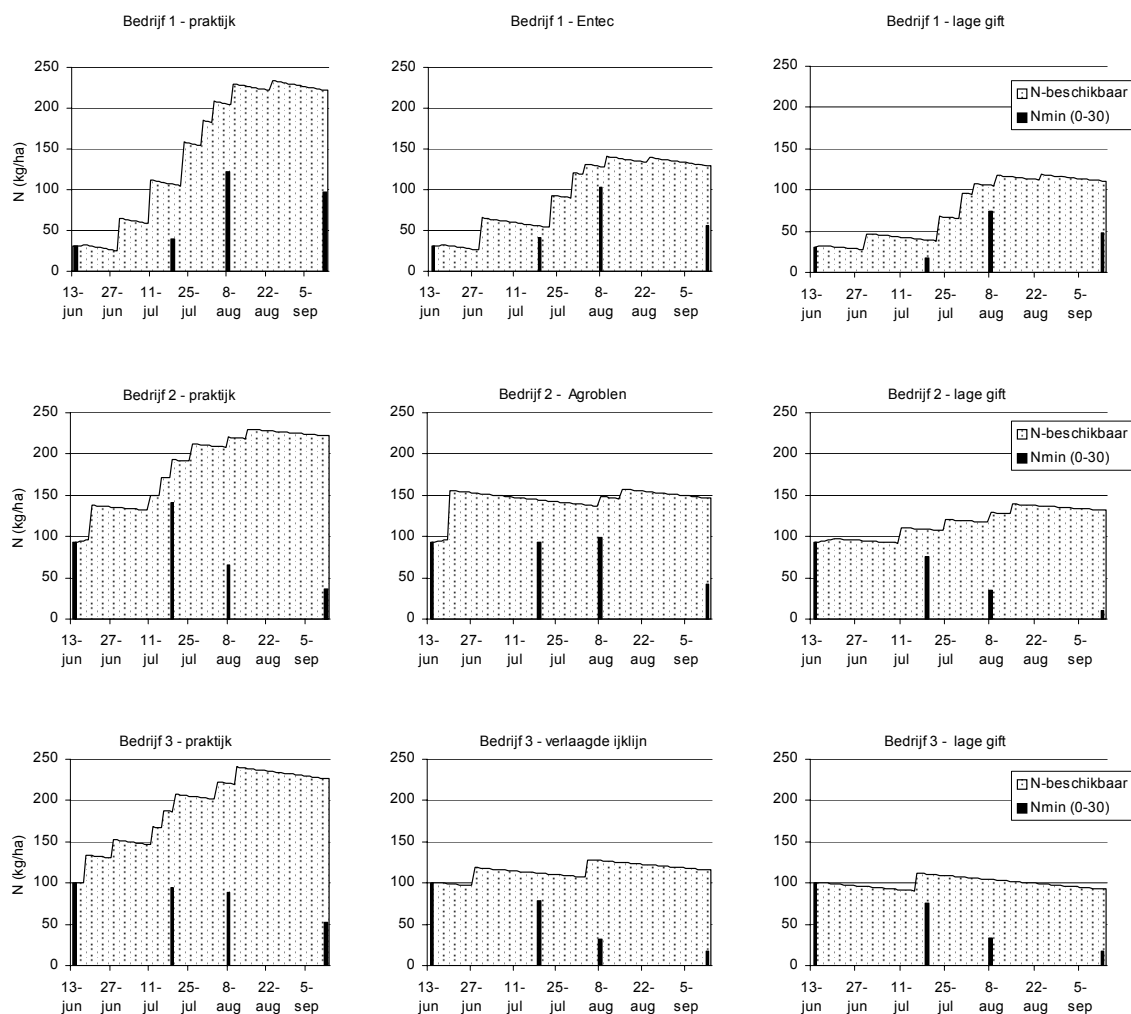
2.9 N-beschikbaarheid voor het gewas

Voor het bekijken of er gedurende de teelt voldoende N beschikbaar was voor de groei van het gewas is de hoeveelheid N die voor het gewas beschikbaar komt uit verschillende bronnen berekend vanuit:

- N_{min} bij aanvang teelt
- Mineralisatie (berekend per dag als 0.5 x potentiële mineralisatie)
- Kunstmestgift

Deze beschikbare pool van N is verlaagd door opname door het gewas. De aldus berekende N-hoeveelheid komt overeen met die welke in het profiel gevonden zou worden wanneer er geen sprake zou zijn van uitspoeling. In Figuur 2.8 is deze berekende N-hoeveelheid uitgezet tegen de tijd. Daarnaast is in Figuur 2.8 de N_{min} 0-30 cm uitgezet zoals gemeten op de verschillende tijdstippen. Het verschil tussen de berekende N-hoeveelheid (het gearceerde gebied) en gemeten N-hoeveelheid (de staafjes) wordt veroorzaakt door uitspoeling. Omdat uitgespoelde N niet terugkomt, neemt dit verschil in de loop van de tijd toe. In de figuur is Agroblen als direct volledig beschikbaar berekend, in tegenstelling tot het geleidelijk vrijkomen van N zoals in het veld gebeurd zal zijn. Hierdoor is bij bedrijf 2-praktijk en bedrijf 2-Agroblen de berekende beschikbare N-hoeveelheid aan het begin van het seizoen een overschatting.

In de eerste helft van 19 juli zijn er enkele zware buien geweest en zal er veel N uitgespoeld zijn. Dit is te zien aan het verschil tussen de berekende beschikbare N-hoeveelheid en de gemeten N_{min}. Omdat dit verschil toeneemt gedurende de teelt blijft er ook na 19 juli sprake van uitspoeling. De regelmatige berekening kan mede de oorzaak zijn van de uitspoeling. Cijfers over beregeningshoeveelheden zijn echter niet geregistreerd.



Figuur 2.8. *Berekende N-beschikbaarheid (kg ha^{-1}) uit Nmin-aanvang, mineralisatie en kunstmest minus de opname door het gewas, uitgezet tegen de tijd (gearceerde deel). De staafjes geven de gemeten hoeveelheid Nmin (0-30 cm; kg ha^{-1}) aan op verschillende tijdstippen. Waarden zijn gemiddeld over beide herhalingen.*

2.10 Vergelijking met aanvoernormen

Aanvoernormen voor productie van aardbei zullen in 2006 170 kg ha^{-1} werkzame N bedragen. In 2007 zal deze norm verlaagd worden naar 160 kg ha^{-1} . Werkzame N bestaat uit alle kunstmestN, en een deel van de organische mest. De werkingscoëfficiënt voor organische mest verschilt per mestsoort:

- chompost: 25%
- compost: 10%
- drijfmest: 60%
- vaste mest van varkens, pluimvee en nertsen: 55%
- vast mest overige diersoorten: 40%
- veen: 0%

Of de bemestingsproeven binnen de aanvoernormen vallen is niet direct te zeggen omdat de organische bemesting per perceel zal verschillen en aanvoernormen als gemiddelde over het gehele bedrijf gelden. Op de huidige percelen is bij bedrijf 1 geen organische mest gebruikt, bij bedrijf 2 in het voorjaar van 2005 20 ton ha^{-1} compost en 20 ton ha^{-1} chompost en bij bedrijf 3 zo'n 45 ton ha^{-1} varkensstalmest in het najaar van 2004. De najaarsgift bij bedrijf 3

wordt in dit voorbeeld meegerekend. Tabel 2.7 geeft een overzicht van de hoeveelheid werkzame N in de verschillende behandelingen op de bedrijven. De aanvoernormen worden bij de praktijkbemesting bij alle drie de bedrijven overschreden.

*Tabel 2.7. Indicatieve berekening van de bemesting (werkzame N in kg ha⁻¹) zoals deze meetelt voor de aanvoernorm van 170 kg ha⁻¹ welke in 2006 geldt. In **vet** is overschrijding van de norm aangegeven.*

	Bedrijf 1			Bedrijf 2			Bedrijf 3		
	praktijk	Entec	lage gift	praktijk	Agroblen	lage gift	praktijk	verlaagde ijklijn	lage gift
Aanvoer									
organische mest	0	0	0	37	37	37	186	186	186
kunstmest	245	144	114	149	83	56	166	44	22
Totaal	245	144	114	186	120	93	352	230	208

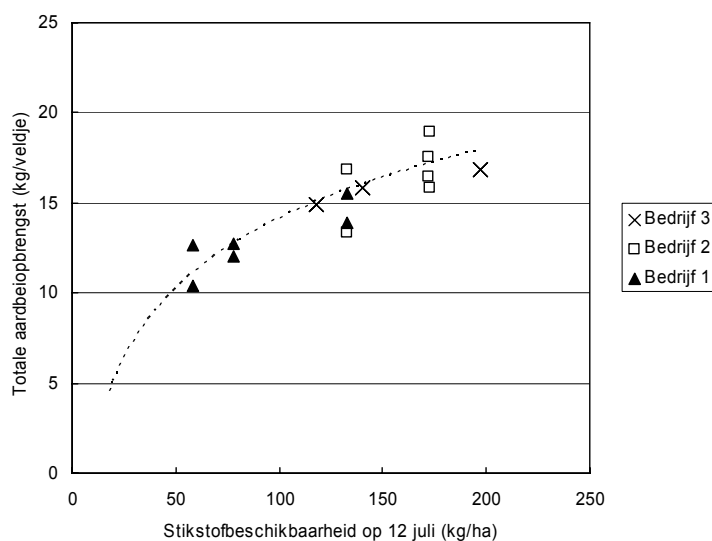
2.11 Discussie - evaluatie bemestingsmethoden

De bemesting is erop gericht om voldoende N voor het gewas beschikbaar te hebben. In de huidige proeven gaven de varianten met aangepaste kunstmestbemesting vaak een lagere opbrengst dan de praktijkgift. Bij bedrijf 1 ontstonden er direct vanaf het begin van de oogstperiode al verschillen in aardbeiofbrengst tussen de verschillende bemestingen. Bij beide andere telers kwam dat pas aan het einde van de teelt, of in het geval van Agroblen bij bedrijf 2 was er vrijwel geen opbrengstderving. Er is sprake van veel variatie tussen herhalingen waardoor het moeilijk is een eenduidige uitspraak te doen.

Bij bedrijf 1 waren de grootste opbrengstdervingen bij de bemestingsvarianten, terwijl er qua kunstmest juist meer N gegeven was dan bij de bemestingsvarianten bij beide andere telers. Ook in het praktijkdeel bij bedrijf 1 is meer kunstmest gebruikt dan bij beide andere telers. Dit hogere gebruik van N-kunstmest zal grotendeels compensatie zijn voor de lagere N_{min} die er bij het begin van de teelt was en de lagere N-mineralisatie. Voor een goede vergelijking van de bemesting tussen de telers moet de totale N-beschikbaarheid vergeleken worden (Tabel 2.8). Wanneer de som van N_{min}-aanvang, mineralisatie (als de helft van de potentiële mineralisatie) en N-gift via kunstmest bekeken wordt, dan valt op dat de verschillen tussen de telers niet zo groot zijn. Bij bedrijf 1 is meer kunstmest gegeven dan bij de andere telers, maar wanneer N_{min} bij aanvang en mineralisatie wordt meegenomen dan is de N-beschikbaarheid bij de praktijkbehandeling vrijwel gelijk aan die bij beide andere telers. Ook de telersvarianten en de lage giften ontlopen elkaar niet zoveel bij vergelijking tussen de telers. Bij bedrijf 2 zijn de N-beschikbaarheden bij de bemestingsvarianten iets hoger dan bij bedrijf 1 en bedrijf 3. Ondanks deze vergelijkbare totale N-beschikbaarheid voor de totale teelt tussen de bedrijven werden bij bedrijf 1 lagere aardbeiofbrengsten gemeten bij de behandeling met Entec en bij de lage gift. Vanaf het begin van de pluk bleven de opbrengsten achter bij de praktijk. Dit leidt tot de conclusie dat N-beschikbaarheid vroeger in het seizoen belangrijk is voor de verdere productie. Om dit te toetsen is gezocht naar het verband tussen N-beschikbaarheid op verschillende tijdstippen en de uiteindelijke totale aardbeiofbrengst. In Figuur 2.9 is de aardbeiofbrengst uitgezet tegen de N-beschikbaarheid uit N_{min}-aanvang, mineralisatie en kunstmestgift op 12 juli. Te zien is dat rond die tijd de beschikbaarheid bij de Entec-behandeling en de lage gift bij bedrijf 1 lager was dan andere telers en dat de totale aardbeiofbrengst van de teelt bij deze behandelingen ook achterbleef. Bij beide andere telers zijn de verschillen in N-beschikbaarheid op 12 juli en in uiteindelijke aardbeiofbrengst veel kleiner, maar de datapunten passen wel in hetzelfde verband.

Tabel 2.8. Totale beschikbaarheid van N voor het gewas vanuit Nmin-aanvang, mineralisatie en kunstmest.

	Bedrijf 1			Bedrijf 2			Bedrijf 3		
	praktijk	Entec	lage gift	praktijk	Agroblen	lage gift	praktijk	verlaagde ijklijn	lage gift
Nmin-aanvang	31	31	31	93	93	93	101	101	101
Mineralisatie	22	22	22	64	64	64	52	52	52
Kunstmestgift	245	144	114	149	83	56	166	44	22
Tot. beschikbaar	298	197	167	306	240	213	319	197	175

Figuur 2.9. Totale aardbeiofbrengst (kg/veldje) tegen de N-beschikbaarheid (kg ha⁻¹) uit Nmin-aanvang, mineralisatie en kunstmestgift op 12 juli.

Als voorlopige conclusie wordt gesteld dat de beschikbaarheid van N in de eerste weken van de groei bepalend is voor de uiteindelijke aardbeiofbrengst. Deze conclusie zal in vervolgonderzoek nader bekeken moeten worden. Aangezien de rijen bij aardbei ver uit elkaar staan, en de planten aan het begin van de groei vrijwel geen beworteling hebben is het belangrijk de N in dat stadium gericht toe te dienen via rijenbemesting. Mede door de berekening is de N-uitspoeling hoog. Toediening in rijen, eventueel via een langzaam vrijkomende N-meststof, verlaagt de aanvoer van N terwijl er wel voldoende voor het gewas is.

2.12 Conclusies proeven 2005

- N-beschikbaarheid voor het gewas aan het begin van de teelt is belangrijk voor de uiteindelijke aardbeiofbrengst.
- In de geteste periode is veel N uitgespoeld, door de combinatie van eigen berekening en natuurlijke neerslag.
- Voor een goede begingroei van het gewas, en om zuinig met N te zijn gezien de aanvoernormen van het nieuwe mestbeleid vereist rijenbemesting als maatregel.
- De aanvoernormen van 170 kg ha⁻¹ (2006) en 160 kg ha⁻¹ (2007) werden door alle drie de bedrijven overschreden in de planting van eind juni.

De voordelen van rijenbemesting boven volveldsbemesting dienen in vervolgprouven nader aangetoond te worden.

3. Resultaten 2006

3.1 Samenvattend overzicht van de proeven van 2006

Als vervolg op eerdere proeven binnen Telers Mineraal Paraat zijn in 2006 twee proeven aangelegd door praktijk-bedrijven in een planting van eind april. De proeven waren opgezet om de hoogte van de gebruiksnorm-2007 te toetsen, om efficiëntere bemestingsmethoden te onderzoeken en om verschillende meststoffen met elkaar te vergelijken.

Op beide bedrijven lagen er acht verschillende behandelingen. Drie of vier behandelingen betroffen bemestings-niveaus rondom de gebruiksnorm voor de productieteel van aardbei (norm, 30% hoger, 30% lager, en op bedrijf 1 ook 50% lager), één behandeling was de praktijkbemesting van het bedrijf. Op bedrijf 1 bestonden de overige behan-delingen uit het bekijken van plaatsing van meststoffen en het vergelijken van verschillende meststoffen met als doel verhoging van de benutting van N. Bij bedrijf 4 bestonden de overige behandelingen uit een vergelijking van verschil-lende meststoffen. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de percelen, bemestingsgeschiedenis, bodemvruchtbaarheid, bemesting en opbrengst bij de verschillende behandelingen. Details worden uitgewerkt in de volgende hoofdstukken.

Er waren duidelijke verschillen in organische bemesting tussen beide bedrijven. Voor bepaling van de hoogte van de kunstmestgift binnen de gebruiksnorm-2007 is voor bedrijf 1 rekening gehouden met de bedrijfsgemiddelde aanvoer van de organische mest. Voor bedrijf 4 was het niet mogelijk met de wettelijke werkingscoëfficiënt te rekenen vanwege de hoge stalmestgift. Hier is gerekend met een te verwachten werkelijke N-werking vanuit de mest. De berekende 40 kg N ha^{-1} komt overeen met een wettelijke werking van een gift van 15 ton ha^{-1} stalmest of 80 ton ha^{-1} groencompost.

Bij bedrijf 1 trad bij geen enkele behandeling N-gebrek op. De kleine verschillen tussen de verschillende behandelin-gen die te zien zijn in Tabel 3.1 hebben geen verband met N-bemesting en zijn te wijten aan toevalligheden (zie de reeks rondom de gebruiksnorm). Bij bedrijf 2 had Norm+30% de hoogste opbrengst, en Orgaplus de laagste opbrengst. De overige objecten verschilden niet qua opbrengst. Orgaplus is een organische meststof, en de aanvoer aan werkzame N (58 kg ha^{-1}) was duidelijk de laagste van alle meststoffen. Bij gelijke N-aanvoer zou de opbrengst vergelijkbaar geweest kunnen zijn aan die van de andere meststoffen. De hoogste opbrengst bij Norm+30% is opvallend, omdat er geen verschil gevonden wordt tussen Norm-30% en Norm. Het is hierbij de vraag of er wel sprake was van N-gebrek.

Gezien de afwezigheid van verschillen tussen Norm, Norm-30% en (op bedrijf 1) Norm-50% wordt geconcludeerd dat de N-beschikbaarheid voldoende was. Daarmee lijkt de gebruiksnorm-2007 voldoende voor aardbeiproductie. Gezien de verschillen in N-aanvoer bij de verschillende meststoffen en toedieningswijzen lijkt ook daarmee ruimte om efficiënter te bemesten. Of er daadwerkelijk verschillen zijn in N-efficiëntie tussen meststoffen kan op basis van de huidige resultaten niet gezegd worden. Daarvoor zou een proef aangelegd moeten worden met gelijke N-giften van de verschillende meststoffen. Bij een laag bemestingsniveau zullen er bij verschillen in efficiëntie ook verschillen in opbrengst ontstaan.

Uit bestudering van het verloop van de Nmin in de bodem en vergelijking tussen de twee bedrijven wordt geconclu-deerd dat er (tijdelijk) N kan worden opgeslagen in bodemleven. Hoe dit gebruikt kan worden bij bemesting of bij interpretatie van Nmin-cijfers is een punt voor verder onderzoek.

In de droge periode leek er toch N uit te spoelen als gevolg van eigen berekening. Voor betere benutting van N zal meer aandacht besteed moeten worden aan de relatie tussen berekening, N-uitspoeling en opbrengst.

Tabel 3.1. Perceelsinformatie en een overzicht van bemesting en opbrengst op beide bedrijven.

	Bedrijf 1		Bedrijf 4	
Plantdatum	22 april		25 april	
Voorvrucht	- tot april '05: grasgroenbemester - zomer '05: aardbeiproductie - eind september: grond ontsmet		- tot aug '05: aardbeiproductie - najaar: afrikaantjes	
Organische mest	10 dec '05: groencompost 40 t ha ⁻¹		najaar '05: stalmest 60 t ha ⁻¹	
OS%	2,9		2,0	
NLV – BLGG	96		102	
Potentiële mineralisatie (kg ha ⁻¹ dag ⁻¹) ^a	1,28		1,54	
Nmin 0-30 voor aanvang (kg ha ⁻¹)	28		33	
Kunstmestgiften	Object	(kg N ha ⁻¹)	Object	(kg N ha ⁻¹)
	Norm-50%	70	Norm-30%	72
	Norm-30%	102	Norm	120
	Norm	150	Norm+30%	168
	Norm+30%	198	Praktijk	133
	Rijen-altijd	85	Agroblen	72
	Rijen-begin	115	Entec	120
	Agroblen	130	Orgaplus	86
	Entec	150	Siforga	170
Opbrengsten ^b	Object	(ton ha ⁻¹)	Object	(ton ha ⁻¹)
	Norm-50%	38,4	Norm-30%	29,8
	Norm-30%	40,6	Norm	30,5
	Norm	38,9	Norm+30%	36,0
	Norm+30%	38,1	Praktijk	31,8
	Rijen-altijd	38,2	Agroblen	30,8
	Rijen-begin	41,2	Entec	29,7
	Agroblen	37,1	Orgaplus	26,2
	Entec	42,4	Siforga	29,5

^a Deze snelheid is bepaald in grondmonsters in het lab bij 20°C en uitgedrukt in kg N per ha per dag. Onder veldomstandigheden tijdens de teelt bedraagt de daadwerkelijke mineralisatie ongeveer de helft van de potentiële mineralisatie.

^b Omgerekend vanuit netto proefveldje van een bed van 5 m lengte. In de praktijk is de hectare-opbrengst lager vanwege onbeteelde uiteinden van het perceel.

3.2 Gerealiseerde kunstmestbemesting

De hoogte van de gebruiksnorm 2007 was richtinggevend voor de bemesting. De gebruiksnorm geldt echter op bedrijfsniveau, en bij gebruik van organische mest dient een wettelijk werkzaam deel meegerekend te worden. De gebruiksnorm voor aardbeiproductie is een vast getal, maar bij de verschillende plantingen van aardbei zijn er verschillen in de benodigde hoeveelheid N. Zo is bij vroege teelten de mineralisatie vanuit de bodem lager waardoor er veelal meer N gegeven wordt dan bij teelten in de zomer. Voor de proeven zijn de volgende keuzes gemaakt:

- werkzame N voor het bedrijfsgemiddelde organische mestgebruik wordt ingerekend,
- planttijdstop van de proeven is eind april, en er wordt uitgegaan van een totale aanvoer van 160 kg ha⁻¹ werkzame N volgens de wettelijke norm. Dit ondanks dat de teelt met planttijdstop eind april gemiddeld iets hoger bemest wordt dan latere teelten.

Bij bedrijf 1 wordt de in te rekenen werkzame N afgestemd op het bedrijfsgemiddelde gebruik van 20 ton ha⁻¹ groencompost. Bij een gemiddeld gehalte van 5 kg ton⁻¹ vers (www.bvor.nl) en een werking van 10% is dat 10 kg ha⁻¹ werkzame N. Voor kunstmest blijft er dus nog een ruimte van 150 kg ha⁻¹ over.

Op bedrijf 1 zijn de volgende behandelingen vergeleken:

- A. Norm-50% (minus 50%)
- B. Norm-30% (minus 30%)
- C. Gebruiksnorm
- D. Norm+30% (plus 30%)
- E. Rijenbemesting gedurende de hele teelt
- F. Rijenbemesting alleen de eerste twee giften, verder volvelds als bij de gebruiksnorm
- G. Agroblen
- H. Entec

A t/m D zijn volvelds toegediend. Bij de rijenbemesting (E en F) wordt ervan uitgegaan dat de planten in het begin alleen wortels bij het rijtje hebben en hebben pas na enige weken de ruimte tussen de rijen doorwortelen. Bij bemesting werden de korrels bij de planten gebracht: in het rijtje of er net naast. In verband met groter risico op zoutschade is kalksalpeter gebruikt in plaats van kalkammonsalpeter. Bij de eerst gift is eenderde van de volveldshoeveelheid gegeven, bij de tweede gift de helft van volvelds. De derde en latere giften zijn bij behandeling E op het bed tussen beide rijen in met hoeveelheden van tweederde van de gebruiksnorm. Bij behandeling F zijn de derde en latere giften volvelds en gelijk aan behandeling C (gebruiksnorm). Deze behandeling komt tegemoet aan telers wanneer deze vanuit tijds oogpunt niet steeds in rijen willen bemesten maar bredere banen volvelds willen strooien. Hierdoor is er alleen extra tijdsinvestering bij de eerste twee bemestingen. Agroblen is toegediend voor het planten aan beide zijden van de planrij op ca. 7 cm van de rij en ca. 7 cm diep. Entec werd met een rijenstrooier op de bedden toegediend. De bijbemestingen met Unika bij zowel de Agroblen als de Entec-behandeling werden volvelds toegediend.

Voor een goede vergelijking van het effect van N-beschikbaarheid zijn P-vrije varianten van Agroblen en Entec gebruikt, en zijn sommige behandelingen extra bemest met patentkali. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de uitgevoerde bemesting op bedrijf 1.

Het perceel van bedrijf 4 was in 2005 bemest met 60 ton ha⁻¹ stalmest. Onder het gebruiksnormenstelsel zou bij een wettelijk werkingspercentage van 40% voor deze gift 150 kg ha⁻¹ werkzame N gerekend moeten worden. Een dergelijke najaarsgift met stalmest kan echter niet als representatief gezien worden voor de organische bemesting van het gehele bedrijf. Daarom is de te verwachten nawerking vanuit de stalmest ten gunste van het aardbeigewas berekend met het programma Minip. De berekende 40 kg ha⁻¹ N-nawerking is afgetrokken van de gebruiksruijmt zodat er 120 kg ha⁻¹ werkzame N overbleef voor toediening met kunstmest. Een hoeveelheid van 40 kg ha⁻¹ wettelijk werkzame N uit organische mest zou overeen komen met bedrijfsgemiddeld 15 ton ha⁻¹ stalmest of 80 ton ha⁻¹ groencompost.

Op bedrijf 4 zijn de volgende behandelingen vergeleken:

- A. Norm-30% (minus 30%)
- B. Norm
- C. Norm+30% (plus 30%)
- D. Praktijk
- E. Agroblen
- F. Entec
- G. Orgaplus
- H. Siforga

De praktijkbehandeling is volgens telerspraktijk en niet gebonden aan het maximum van 120 kg ha⁻¹. Bij de behandelingen E t/m H werden meststoffenleveranciers betrokken voor de hoeveelheid en hoogte van de (bij)bemestingen binnen de ruimte van 120 kg ha⁻¹.

Agroblen is toegediend voor het planten aan beide zijden van de planrij op ca. 7 cm van de rij en ca. 7 cm diep. Orgaplus en Siforga zijn ook voor het planten aangebracht en licht ingeharkt. Alle bemestingen op bedrijf 4 zijn op de bedden uitgevoerd. De paden zijn niet bemest.

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de uitgevoerde bemesting op bedrijf 4.

Tabel 3.2. Bemesting bedrijf 1. Plantdatum is 22 april 2006. Kort voor planten is agrobren toegediend, de overige behandelingen zijn voor het eerst op 24 april bemest. Agrobren is in rijen aangebracht, Entec op de bedden. Bij de rijenbemesting is deels in rijen, bedden en volvelds bemest (zie tekst). De behandelingen rondom de norm en de bijbemestingen met patentkali en unika zijn volvelds uitgevoerd. Uitzondering is Rijen-altijd waar de unika op het bed is toegediend.

Datum	Norm-50%	N	K ₂ O	Norm-30%	N	K ₂ O	Norm	N	K ₂ O	Norm+30%	N	K ₂ O
≤24-apr	90 kas ¹	24		100 kas	27		100 kas	27		132 kas	36	
08-mei	50 kas	14		75 kas	20		125 kas	34		165 kas	45	
22-mei	50 kas	14		75 kas	20		125 kas	34		165 kas	45	
05-jun	70 unika-Ca	10	17	86 unika-Ca	12	21	135 unika-Ca	19	32	183 unika-Ca	26	44
	67 pat.kali ²		20	50 pat.kali		15						
19-jun	70 unika-K	9	32	93 unika-K	12	42	145 unika-K	19	65	183 unika-Ca	26	44
	50 pat.kali		15									
03-jul				80 unika-K	10	36	135 unika-K	18	61	170 unika-K	22	77
	200 pat.kali	0	60	100 pat.kali	0	30						
Totaal		70	143		102	143		150	158		198	164

Datum	Rijen-altijd	N	K ₂ O	Rijen-begin	N	K ₂ O	Agrobren ³	N	K ₂ O	Entec ⁴	N	K ₂ O
≤24-apr	58 ks ⁵	9		58 ks	9		392 Agrobren	75	47,0	250 Entec	45	45
08-mei	109 ks	17		109 ks	17					250 Entec	45	45
22-mei	145 ks	23		125 kas	34							
29-mei										200 Entec	36	36
05-jun	90 unika-Ca	13	22	135 unika-Ca	19	32	130 unika-Ca	18	31			
19-jun	97 unika-K	13	44	145 unika-K	19	65	150 unika-Ca	21	36	85 unika-Ca	12	20
03-jul	90 unika-K	12	41	135 unika-K	18	61	128 unika-K	17	58	92 unika-K	12	41
Totaal		85	106		115	158		130	172		150	188

¹ Kalkammonsalpeter. ² Patentkali. ³ Agrobren 19-0-12-4. ⁴ Topmix Entec 18-0-18-2. ⁵ Kalksalpeter.

Tabel 3.3. Bemesting bedrijf 4. Plantdatum is 25 april 2006. Kort voor planten zijn agrobren, entec, orgapulus en siforga toegediend. De overige behandelingen zijn voor het eerst kort na planten bemest. Agrobren is in rijen aangebracht, alle overige meststoffen op de bedden.

Datum	Norm-30%	N	K ₂ O	Norm	N	K ₂ O	Norm+30%	N	K ₂ O	Praktijk ¹	N	K ₂ O
≤25-apr	70 kas ¹	19		80 kas	22		120 kas	32		250 Agrobren ³	45	25
08-mei	60 kas	16		100 kas	27		140 kas	38		200 Magnes. ⁴	44	
22-mei	60 kas	16		100 kas	27		140 kas	38		200 Unika-Ca	28	48
05-jun	80 unika-K	10	36	120 unika-K	16	54	160 unika-K	21	72	100 kalisalp. ¹⁰	12	42
19-jun				120 unika-K	16	54	160 unika-K	21	72			
03-jul	80 unika-K	10	36	105 unika-K	14	47	140 unika-K	18	63			
Totaal		72	72		120	155		168	207		129	115

Datum	Agrobren	N	K ₂ O	Entec	N	K ₂ O	Orgapulus ⁵	N	K ₂ O	Siforga ⁵	N	K ₂ O
≤25-apr	400 Agrobren ⁶	72	48	250 Entec ⁷	38	18	2250 Orgapulus	59	63	1250 Siforga	138	38
08-mei				250 Entec ⁸	45	45						
22-mei												
05-jun				125 ks ⁹	19		100 ks	16		83 ks	13	
19-jun							75 ks	12		125 ks	19	
03-jul				150 kalisalp. ¹⁰	18	63						
Totaal		72	48		120	126		86	63		170	138

¹ Afwijkende toedieningstijdstippen: 15 mei: Magnesamon; 28 mei Unika-Ca en 10 juni kalisalpeter. ² Kalkammonsalpeter.

³ Agrobren-calcium 18-5-10-4-2. ⁴ Magnesamon. ⁵ Organische meststoffen met een wettelijke N-werking van 50%.

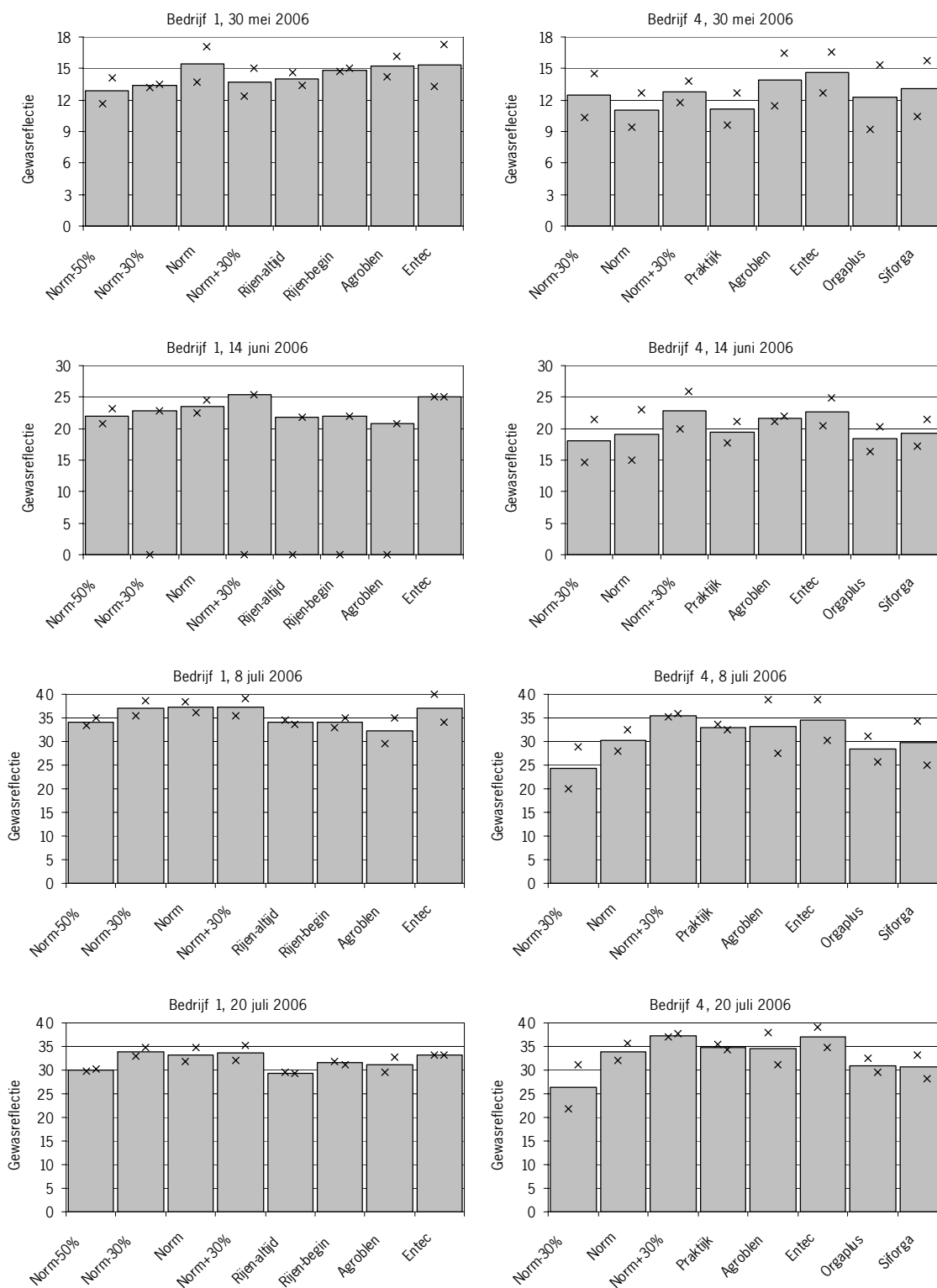
⁶ Agrobren 22-11-0-4-5. ⁷ Entec 15-15-7. ⁸ Topmix Entec 18-0-18-2. ⁹ Kalksalpeter. ¹⁰ Kalisalpeter.

3.3 Gewasgroei – cropscan en visuele beoordeling

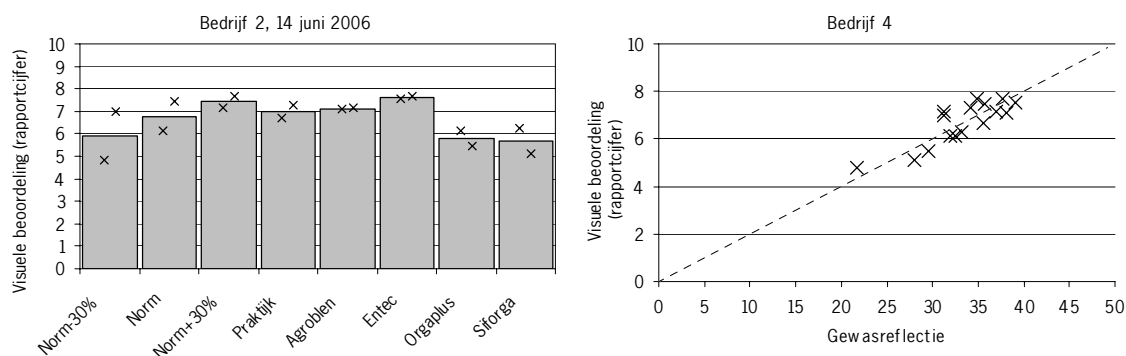
De gewasgroei is gevolgd door op vier tijdstippen de gewasreflectie te meten met de cropscan. De gewasreflectie is een maat voor de bodembedekking of de hoeveelheid biomassa die op het veld staat. Voor beide bedrijven is de gewasreflectie van de verschillende bemestingsvarianten op de verschillende tijdstippen weergegeven (Figuur 3.1). Bij bedrijf 1 zijn de verschillen vaak klein, en niet consistent over de teelt heen. De reeks met toenemende N-bemesting van Norm-50% tot Norm+30% lijkt op 14 juni even zichtbaar maar komt verder niet terug in de gewasreflectie. Bij bedrijf 4 bleek er een scherp begrensde afwijkende plek in het proefveld te liggen die vanaf begin juli duidelijk aftekende door een lichtere kleur. Bij de grondbemonstering bleek de grond op deze plek ook natter te zijn dan op de andere veldjes. Twee veldjes lagen in deze plek: herhaling 1: Norm-30% en herhaling 2: Siforga. De cropscanwaarnemingen geven bij Siforga aanvankelijk (eind mei en in juni) een betere stand in herhaling 2 t.o.v. herhaling 1, maar in juli is dit omgedraaid in een mindere stand. Dit lijkt op het zichtbaar worden van de slechte plek, maar er is een vergelijkbare verschuiving tussen beide herhalingen te zien bij de meeste andere behandelingen. Bij de Norm-30% geeft de afwijkende plek van herhaling 1 altijd een lagere gewasreflectie dan herhaling 2. Een lagere reflectie van herhaling 1 lager dan van herhaling 2 is echter ook bij de norm te zien, vooral bij de eerste metingen. De afwijkende plek komt dus niet duidelijk in de cropscanwaarnemingen naar voren. Desondanks zal bij de interpretatie van de resultaten rekening gehouden worden met deze afwijkende plek in het proefveld.

De verschillen tussen de behandelingen zijn op bedrijf 4 groter dan op bedrijf 1. In de loop van de teelt blijft op bedrijf 4 de behandeling Norm-30% wat achter ten opzichte van de andere behandelingen. Dit is in beide herhalingen te zien, en dus niet alleen veroorzaakt door de slechte plek. Ook de behandelingen Orgaplust en Siforga hebben in de loop van de tijd een wat lagere gewasreflectie dan de andere behandelingen. In tegenstelling tot bedrijf 1 is bij bedrijf 4 de reeks met toenemende N-bemesting van Norm-30% tot Norm+30% wel terug te zien in de gewasreflectie, met uitzondering van het eerste meettijdstip.

Op 14 juni is op bedrijf 4 de gewasstand beoordeeld door 13 deelnemers van het aardbeien regioteam en meststoffenleveranciers. De visuele beoordeling komt sterk overeen met de resultaten van de cropscan meting (Figuur 3.2).



Figuur 3.1. Gewasreflectie zoals gemeten met de cropscan. Staafjes geven het gemiddelde over beide herhalingen weer, kruisjes geven de waarneming voor herhaling 1 en herhaling 2. Bij bedrijf 1 is op 14 juni een deel van herhaling 1 niet gemeten.



Figuur 3.2. Visuele beoordeling van de gewasstand op bedrijf 4 op 14 juni (links) en een vergelijking tussen het rapportcijfer per veldje en de gewasreflectie zoals gemeten met de cropscan (rechts).

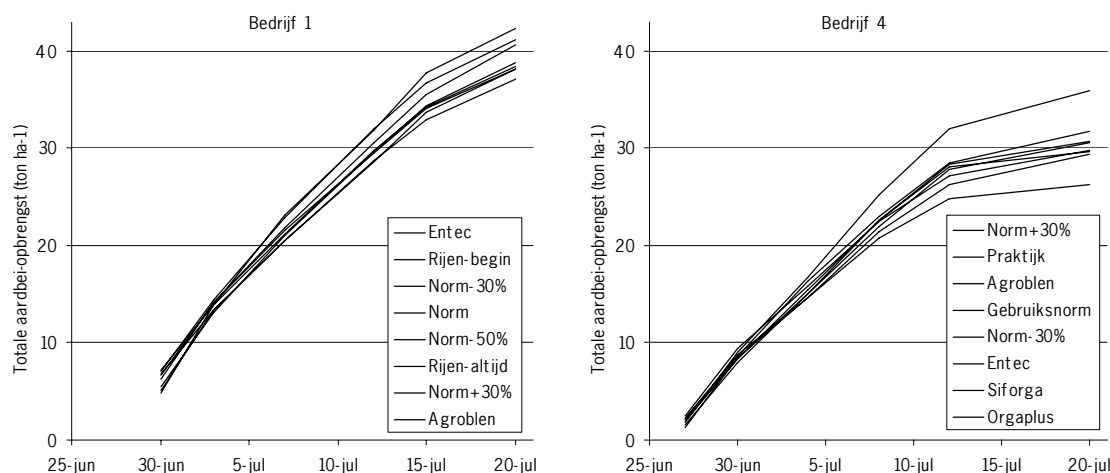
3.4 Aardbeiofbrengst, sortering en financiële opbrengst

De aardbeiofbrengst is door de telers bepaald, evenals de indeling in de verschillende klassen. De bedrijven leveren de aardbeien aan verschillende veilingen waardoor de klasse-indeling verschilt (Tabel 3.4). Op beide bedrijven zijn de proefveldjes zes keer geplukt. Het praktijkdeel rondom de proefvelden is vijf keer geplukt, waarbij bij de vijfde keer alleen de grote aardbeien zijn geplukt. De laatste pluk is in de praktijk dus niet uitgevoerd, en bij bedrijf 4 is de laatste pluk van de proefveldjes later uitgevoerd dan normaal gesproken het geval zou zijn. De opbrengst van het netto proefveldje van een bed van vijf meter lengte is omgerekend naar opbrengst per netto betaalde hectare. In de praktijk is de hectare-opbrengst lager vanwege de onbetaalde uiteinden van het perceel (ca. 10% lager, maar afhankelijk van de grootte van het perceel).

Er zijn geen grote verschillen tussen de behandelingen in het moment van productie. Veelal zijn verschillen in totale opbrengst tussen behandelingen klein bij de eerste paar plukmomenten en worden ze groter bij de latere plukmomenten (Figuur 3.3).

Tabel 3.4. Grootteklassen zoals geplukt op beide bedrijven en de indeling naar categorieën 'groot', 'klein' en 'industrie'.

Bedrijf 1	Bedrijf 4	Categorie-indeling
3AE (>38 mm)	KI 1-35	groot
2AE (32-39 mm)	KI 1-30	groot
AE (27-32 mm)		groot
BE (25-28 mm)	KI 1-27	klein
CE (<27 mm)	KI 1-25	klein
Industrie	Industrie	industrie



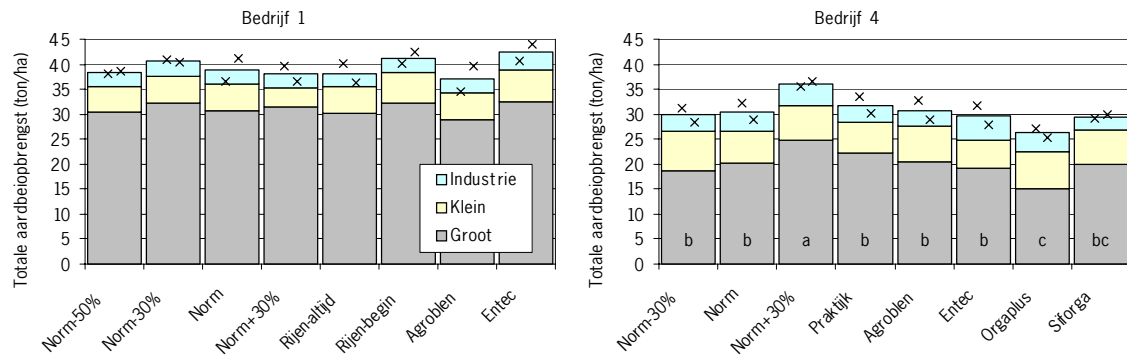
Figuur 3.3. Verloop van de aardbeiofbrengst in ton ha⁻¹ op de twee bedrijven als gemiddelde van beide herhalingen. De volgorde van hoogste naar laagste productie op 20 juli 2006 komt overeen met de volgorde van de behandelingen in de legenda.

De totale aardbeiofbrengst lag op bedrijf 1 rond de 40 ton ha⁻¹. De verschillen tussen de behandelingen zijn relatief klein en statistisch niet aantoonbaar. Dit geldt voor zowel de fysieke opbrengst als de financiële opbrengst (Figuur 3.4 en 3.5). De reeks van Norm-50% tot Norm+30% is niet terug te vinden in de aardbeiofbrengst, en de opbrengst bij Norm-50% is gelijk aan die van Norm+30%. Van de andere behandelingen heeft Rijen-altijd in herhaling 2 een lagere opbrengst dan Rijen-begin. In herhaling 1 is er echter geen verschil. Agrobien blijft gemiddeld iets achter door een lage opbrengst in herhaling 1, Entec heeft gemiddeld een iets hogere opbrengst door een hoge opbrengst in herhaling 2. Om het effect van N-aanvoer te kunnen zien is de aardbeiofbrengst uitgezet tegen de bemesting (Figuur 3.6). Wanneer de totale N-aanvoer wordt genomen ontstaat er een exact horizontale lijn: geen enkel effect van bemesting op opbrengst. Wanneer rekening gehouden wordt met de N-beschikbaarheid voor het gewas via de aanname dat N op het pad niet beschikbaar is, ontstaat er nog steeds geen positief verband tussen N-beschikbaarheid en opbrengst. Op bedrijf 1 is er dus geen sprake geweest van N-gebrek.

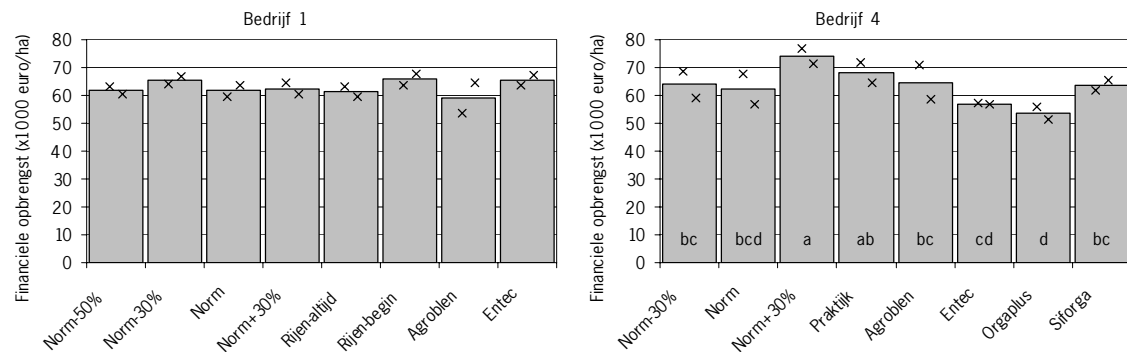
De totale aardbeiofbrengst op bedrijf 4 was lager dan op bedrijf 1 (Figuur 3.4). Ook bij bedrijf 4 is het beeld van de fysieke opbrengst grotendeels gelijk aan die van de financiële opbrengst (vgl. Figuur 3.4 en 3.5). Er zijn kleine onderlinge verschuivingen tussen behandelingen omdat productie en prijzen in de tijd iets variëren. Op bedrijf 4 leek er wel sprake te zijn van een effect van N-beschikbaarheid op de aardbeiofbrengst (Figuur 3.6). Het verband wordt echter vooral bepaald door twee behandelingen: Norm+30% met de hoogste N-gift en hoogste opbrengst, en Orgaplus met de laagste hoeveelheid werkzame N² en laagste opbrengst. Alle andere behandelingen liggen tussen deze twee in, met een range aan werkzame N maar geen duidelijke verschillen in opbrengst.

De range in N-bemesting op het bed is bij beide bedrijven gelijk. Bedrijf 4 heeft echter een lager opbrengstniveau dan bedrijf 1. Op bedrijf 4 lijkt N-bemesting invloed te hebben op de opbrengst terwijl er bij bedrijf 1 geen relatie tussen opbrengst en N-bemesting gevonden werd. Op deze verschillen tussen de bedrijven wordt in hoofdstuk 3.9 en de discussie verder ingegaan.

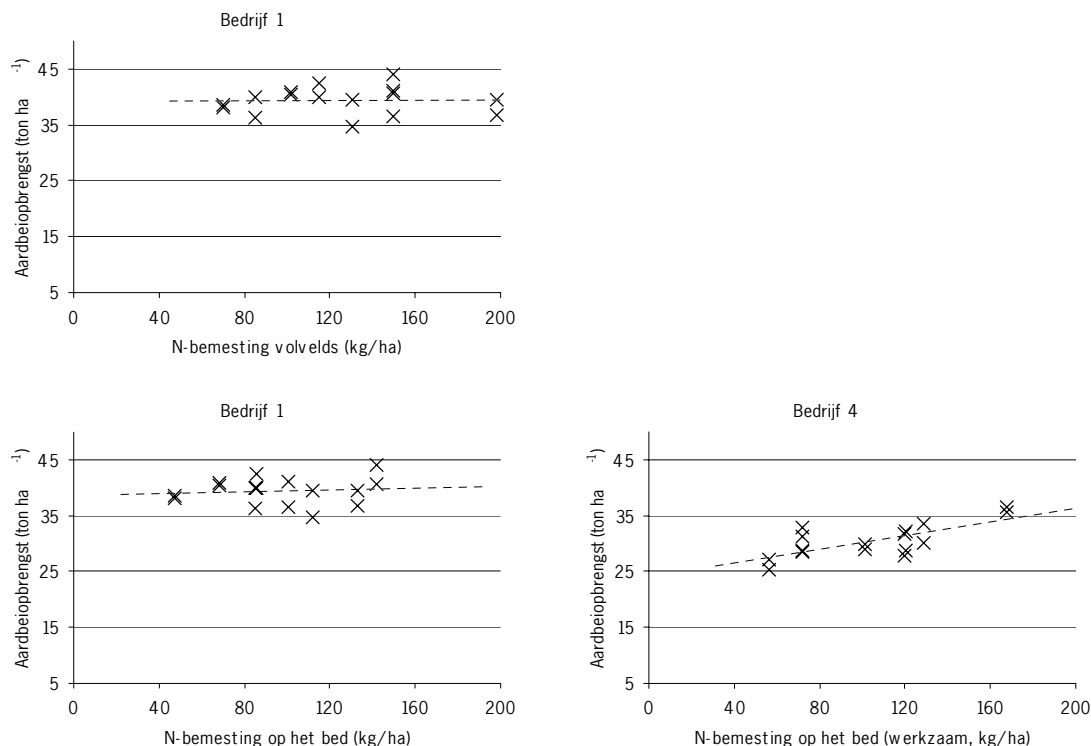
² Bij een veronderstelde werkzaamheid van Orgaplus van 50%.



Figuur 3.4. Totale verse aardbeiofbrengst (ton ha^{-1}) bij de verschillende bemestingsvarianten, onderverdeeld naar de categorie-indeling 'groot', 'klein' en 'industrie'. Kruisjes geven de totale aardbeiofbrengst van de afzonderlijke herhalingen. Het hogere aandeel industrie bij Entec op bedrijf 4 is het gevolg van muizenfraat. Verschillen bij bedrijf 1 zijn statistisch niet significant. Bij bedrijf 4 geven verschillende letters statistisch verschillende totaalopbrengst weer.



Figuur 3.5. Financiële opbrengst ($\text{x1000 euro ha}^{-1}$) bij de verschillende bemestingsvarianten gebaseerd op de gerealiseerde prijzen van het moment. Verschillen bij bedrijf 1 zijn statistisch niet significant. Bij bedrijf 4 geven verschillende letters statistisch verschillende opbrengst weer.



Figuur 3.6. Aardbeiofbrengst (ton ha^{-1}) in afhankelijkheid van de N-bemesting (kg ha^{-1}). Linksonder voor bedrijf 1 de totale N-bemesting in kg ha^{-1} , linksonder de N-bemesting die op het bed is gekomen. Bij bedrijf 4 (rechtsonder) is alle bemesting op het bed uitgevoerd.

3.5 Nmin-bodem

De Nmin in de bodem is bepaald in de lagen 0-30 cm op vier tijdstippen (Figuur 3.7): voor aanvang van de proef, ongeveer begin bloei (30 mei), bloei (14 juni) en einde teelt (20 juli). Eerste pluk was op 30 juni (bedrijf 1) of 27 juni (bedrijf 4). Op het laatste tijdstip is ook de Nmin 30-60 cm bepaald.

De Nmin is bemonsterd door verspreid over het bed steken te nemen. De paden zijn niet bemonsterd. Bij de behandelingen met Agrobien (incl. de Praktijk op bedrijf 4) is een afwijkende bemonsteringsstrategie aangehouden: hier is vanaf het pad schuin geprikt onder een hoek van 45 graden zodat onder de korrels is bemonsterd. De Nmin die op deze manier werd bepaald varieerde sterk en had soms grote uitschieters. Mogelijk zijn in deze gevallen toch korrels meegestoken, of is er inderdaad zoveel N beschikbaar in de zone onder de rij met korrels. In het laatste geval zou er dan sprake zijn van zeer veel spreiding.

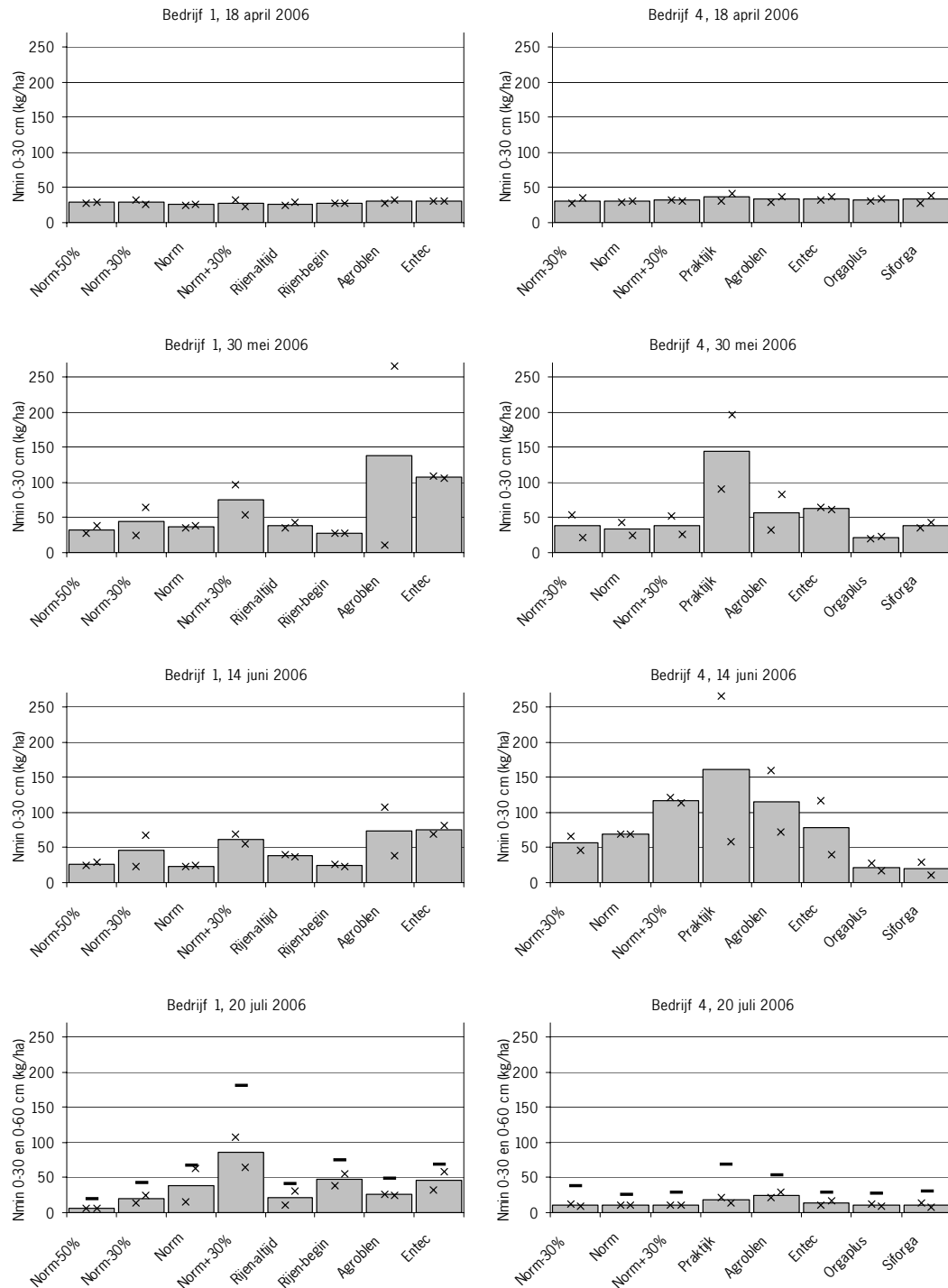
De Nmin voor aanvang van de proef is op alle veldjes bemonsterd om eventuele veldverschillen te zien. Er bleek weinig variatie te zijn en de Nmin varieerde op bedrijf 1 tussen de 23 en 32 en op bedrijf 4 tussen de 27 en 42 kg ha^{-1} .

Op 30 mei zijn verschillen in N-aanvoer bij de verschillende behandelingen niet altijd even duidelijk terug te vinden. Dit komt waarschijnlijk door N-uitspoeling vanwege de grote neerslaghoeveelheden in de tweede helft van mei. De hoge waarde bij Entec op bedrijf 1 komt o.a. doordat deze behandeling de voorgaande dag was bijbemest met 36 kg N ha^{-1} . De Agrobien behandeling op bedrijf 1 laat twee extreme waarden zien: zowel laag als hoog.

Op bedrijf 1 is ook op 14 juni de reeks van Norm-50% tot Norm+30% niet goed terug te vinden in de Nmin. Dit is wel het geval op het laatste bemonsteringstijdstip op 20 juli, zowel in de laag 0-30 als 0-60 cm.

Op bedrijf 4 is op 14 juni wel de reeks Norm-30% tot Norm+30% terug te vinden in de Nmin-cijfers. De waarden voor Agrobien en Praktijk zijn moeilijk vergelijkbaar met die van de andere behandelingen vanwege de afwijkende bemonsteringswijze. Daarnaast is de Praktijk bijbemest kort voor de bemonsteringen van 30 mei en 14 juni (Tabel 3.3). Er is veel verschil tussen beide herhalingen bij deze behandelingen, en het lijkt erop dat er soms korrels zijn meegeprikt. De Nmin bij Orgaplus en Siforga is relatief laag.

Van de behandelingen rondom de gebruiksnorm zijn op 14 juni de Nmin-cijfers op bedrijf 4 hoger dan die op bedrijf 1. Op 20 juli is het echter andersom en wordt er meer Nmin gemeten op bedrijf 1 dan op bedrijf 4.



Figuur 3.7. Nmin bij aanvang van de proef, ongeveer begin bloei (30 mei), bloei (14 juni) en bij einde teelt (20 juli). Staafjes geven het gemiddelde over beide herhalingen weer, kruisjes geven de waarneming voor herhaling 1 en herhaling 2. Op 20 juli is ook tot 60 cm diepte bemonsterd en de Nmin in de laag 0-60 cm is aangegeven met balkjes. Agrobien en Praktijk zijn op afwijkende wijze bemonsterd en niet vergelijkbaar met de andere behandelingen.

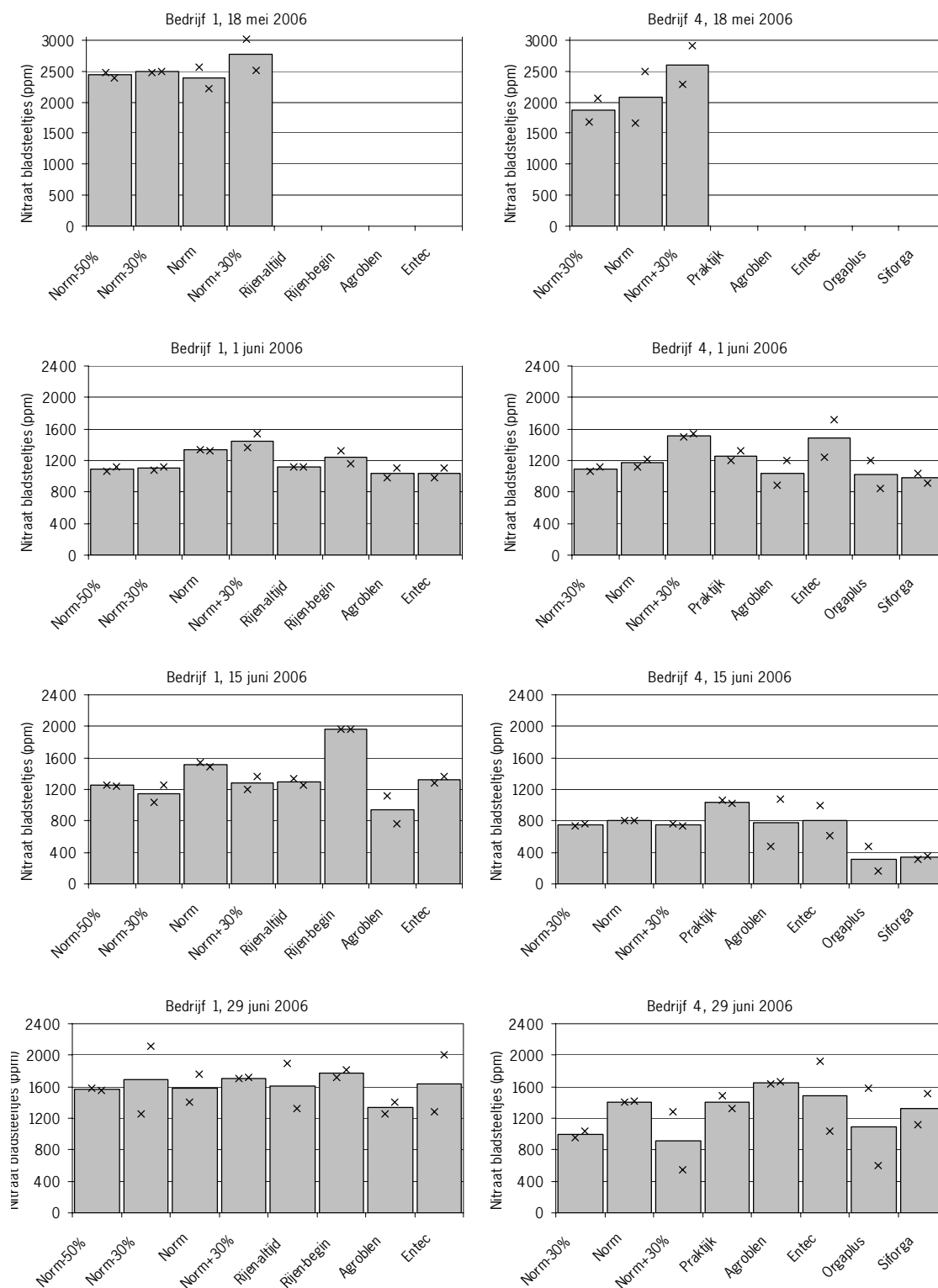
3.6 Nitraat bladsteeltjes

Tijdens de teelt is op een viertal tijdstippen de nitraatconcentratie in sap van steeltjes van de jongst volgroeide bladeren gemeten. De waarnemingen waren vooral bedoeld om eventuele verschillen tussen de bemestingsbehandelingen waar te nemen. In Figuur 3.8 zijn de resultaten per meetdag weergegeven. Op 1 juni lijken op beide bedrijven de nitraatgehalten in bladsap het meest overeen te komen met de N-bemesting. De bemestingstrappen rondom de norm zijn op die datum het duidelijkst terug te vinden. Op de andere meetdagen zijn de verschillen tussen de behandelingen minder duidelijk.

Nitraat in bladsteeltjes was op bedrijf 1 meestal iets hoger dan op bedrijf 4, met uitzondering van de meting op 1 juni.

Er is weinig verband tussen nitraat in bladsteeltjes en de N_{min} in de bodem (hoofdstuk 3.6). Opvallend is vooral het verschil tussen beide bedrijven in N_{min} op 14 juni (Figuur 3.7) en in nitraat bladsteeltjes op 15 juni (Figuur 3.8).

Bedrijf 1 heeft een lagere N_{min} in de bodem terwijl het nitraatgehalte in de bladsteeltjes juist hoger is dan op bedrijf 4.

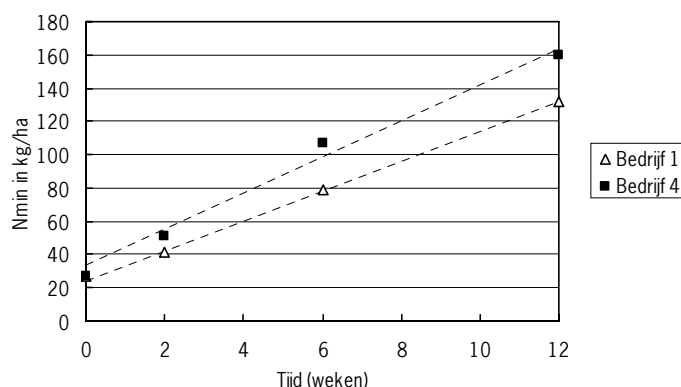


Figuur 3.8. Nitraatconcentraties (ppm) in sap van steeltjes van de jongst volgroeide bladeren op vier tijdstippen tijdens de teelt.

3.7 Schattingen mineralisatie

De potentiële mineralisatie is bepaald aan grondmonsters die gestoken zijn in de laag 0-30 cm voor aanvang van de teelt. De grondmonsters zijn weggezet bij 20°C en de hoeveelheid N_{min} in het monster is bepaald bij inzetten en na twee, zes en twaalf weken.

De mineralisatie was vrij gelijkmatig over de totale meetperiode (Figuur 3.9). De mineralisatiesnelheid is berekend op basis van de waarnemingen van 2, 6 en 12 weken na inzetten. De potentiële mineralisatie bij bedrijf 1 is iets lager dan bij bedrijf 4.



Figuur 3.9. N_{min} in grondmonsters van 0-30 cm van twee bedrijven bij incubatie bij 20°C. De metingen bij inzetten en na 2, 6 en 12 weken zijn omgerekend naar kg ha⁻¹. Stippellijnen geven de potentiële mineralisatiesnelheid weer: bedrijf 1: 1.28 en bedrijf 4: 1.54 in kg ha⁻¹ dag⁻¹.

3.8 N-balans

Op de N-balans wordt hier alleen globaal ingegaan om een indruk te krijgen van het N-overschot bij de aardbeiteelt.

Aanvoerposten zijn:

- organische mest
- kunstmest
- stro
- depositie

Afvoerposten:

- aardbeien
- loof

Via organische bemesting wordt een belangrijke hoeveelheid N aangevoerd. Omdat de organische bemesting op een perceel varieert tussen de jaren wordt gekeken naar de bedrijfsgemiddelde aanvoer. Op bedrijf 1 bestaat de bedrijfsgemiddelde aanvoer uit 20 t ha⁻¹ groencompost. Bij een N-gehalte van 5 kg ton⁻¹ (www.bvor.nl) is dit 100 kg N ha⁻¹. Op bedrijf 4 is het minder duidelijk wat de bedrijfsgemiddelde aanvoer van organische mest is. Hoge aanvoeren uit het verleden zijn onder het gebruiksnormenstelsel niet voort te zetten. Ook op bedrijf 4 zal een bedrijfsgemiddelde N-aanvoer via organische mest op of boven de 100 kg ha⁻¹ liggen.

Stro bevat 5.8 kg N per ton stro. Bij een strodek van 8 ton ha⁻¹ wordt er dus 46 kg N ha⁻¹ aangevoerd.

De gebruiksnorm-2007 is 160 kg N ha⁻¹. Na aftrek van werkzame N uit organische mest zal er nog 120-150 kg N ha⁻¹ via kunstmest aangevoerd worden.

Depositie varieert per regio en bedraagt voor West-Brabant ongeveer 30 kg ha⁻¹.

De N-afvoer via het gewas is in 2006 niet bepaald, maar kan berekend worden vanuit de aardbeiofbrengst met een vast N-gehalte van 1.5 g kg⁻¹, en vanuit de cropscanwaarnemingen tezamen met de relatie tussen N-inhoud en gewasreflectie zoals die in 2005 bepaald is. Wanneer het loof ook wordt afgevoerd varieert de N-afvoer op bedrijf 1 tussen 106 en 125 kg ha⁻¹, en op bedrijf 4 tussen 90 en 119 kg ha⁻¹.

Het N-overschot als verschil tussen bovenstaande aanvoer- en afvoerposten bedraagt 180-230 kg ha⁻¹. Hoeveel daarvan in het grondwater terecht komt hangt af van de mate van ammoniakvervluchtiging en denitrificatie. Daarnaast kan er sprake zijn van afname of toename van de hoeveelheid bodemorganische stof waardoor er meer of minder N naar het grondwater uitspoelt.

Met het mest-ABC kan de te verwachten nitraatconcentratie in het bovenste grondwater geschat worden. Bij een N-overschot van 200 kg ha⁻¹ is dit 114 mg NO₃ liter⁻¹ op zand met een hoge grondwaterstand (GtIV) en 208 mg NO₃ liter⁻¹ op zand met een lage grondwaterstand (GtVII).

3.9 N-beschikbaarheid in de bodem en uitspoeling

De N-hoeveelheid die in de bodem beschikbaar kan zijn is berekend vanuit:

- + Nmin bij aanvang teelt
- + Mineralisatie (berekend per dag als 0.5 x potentiële mineralisatie)
- + Kunstmestgift (het deel op het bed)
- Opname door het gewas

De som van Nmin-aanvang, mineralisatie en kunstmestgift minus de N-opname door het gewas zou overeen moeten komen met de N-hoeveelheid die in het profiel gevonden zou worden wanneer er geen sprake zou zijn van uitspoeling. Er zitten een paar onzekerheden in de berekeningen. Zo zal de schatting voor mineralisatie als 0.5x de potentiële mineralisatie bij koud weer aan de hoge kant zijn, en bij warm weer zal de werkelijke mineralisatie onderschat worden. Verder is de opname door het gewas is niet gemeten maar berekend uit de aardbeiofbrengst met een vast N-gehalte van 1.5 g kg⁻¹, en de N-opname in het blad is berekend vanuit de cropscan waarnemingen en het verband tussen N-inhoud en gewasreflectie zoals dat in 2005 is bepaald. Voor de N-opname in aardbeien is het tijdstip van oogst genomen. In werkelijkheid zal deze opname iets eerder hebben plaatsgevonden.

In Figuur 3.10 is de berekende N-hoeveelheid uitgezet tegen de tijd voor de bemesting volgens de gebruiksnorm op beide bedrijven. Daarnaast is in Figuur 3.10 de Nmin 0-30 cm uitgezet zoals gemeten op de verschillende tijdstippen. Opvallend is dat er een groot verschil is tussen de berekende N-hoeveelheid (de lijn) en de gemeten hoeveelheid (de staafjes). Dit verschil kan grotendeels veroorzaakt zijn door uitspoeling: eind mei was een zeer natte periode (Figuur 3.11). Na mei tot het einde van de teelt was de neerslaghoeveelheid zeer beperkt met regelmatig hoge temperaturen (Figuur 3.11). Daarom is de berekening nogmaals gedaan vanaf de Nmin-meting van 30 mei. De resultaten hiervan worden voor alle behandelingen gegeven in Figuur 3.12. en 3.13. De lijnen voor agrobien, orgaplus en siforga zijn gestippeld weergegeven omdat N geleidelijk uit deze meststoffen vrijkomt. In de berekening van N-beschikbaarheid in de bodem is het vrijkomen van N uit deze langzaam werkende meststoffen niet meegenomen. Bijbemestingen met snelwerkende meststoffen zijn wel meegenomen, maar de lijn geeft dus een onderschatting geven van de mogelijk beschikbare N in de bodem.

Bij bedrijf 1 is de berekende N-hoeveelheid in de bodem aan het einde van de teelt veelal iets lager dan die welke wordt gemeten (Figuur 3.12). Op 14 juni wordt er meestal iets meer N berekend dan dat er gemeten is. De resultaten bij bedrijf 1 zijn anders dan die bij bedrijf 4 (Figuur 3.13). Bij bedrijf 4 wordt aan het eind van de teelt juist minder N teruggevonden in het profiel dan dat er berekend wordt. Daarnaast is op bedrijf 4 op 14 juni de gemeten Nmin juist hoger dan de berekende waarde (bij de varianten rondom de norm).

Deze verschillen tussen beide bedrijven zijn opvallend. De verschillen in Nmin aan het eind van de teelt kunnen veroorzaakt worden doordat de berekening van mineralisatie onvoldoende overeenkomt met de werkelijkheid, en/of door tussentijdse N-uitspoeling als gevolg van berekening plus de paar buien die zijn gevallen. Neerslag en berekening is geregistreerd door beide bedrijven (Figuur 3.14). De cumulatieve wateraanvoer verschilt nauwelijks tussen beide bedrijven. Bij bedrijf 4 zijn de waarnemingen minder regelmatig gedaan dan bij bedrijf 1. Tussentijds zal er water verdampt zijn uit de regenmeter op bedrijf 4. Hoeveel er verdampt zal zijn is moeilijk te zeggen. Een conservatieve schatting is één millimeter verdamping uit de regenmeter per dag dat er niet is gemeten. Wanneer de cumulatieve wateraanvoer wordt gecorrigeerd voor deze verdamping dan komt de lijn voor bedrijf 4 net iets boven die van bedrijf 1 te liggen. Bij grotere verdamping wordt de cumulatieve wateraanvoer voor bedrijf 4 nog hoger. Over uitspoeling in de periode tussen 14 juni en 20 juli zijn weinig harde uitspraken te doen omdat neerslag en

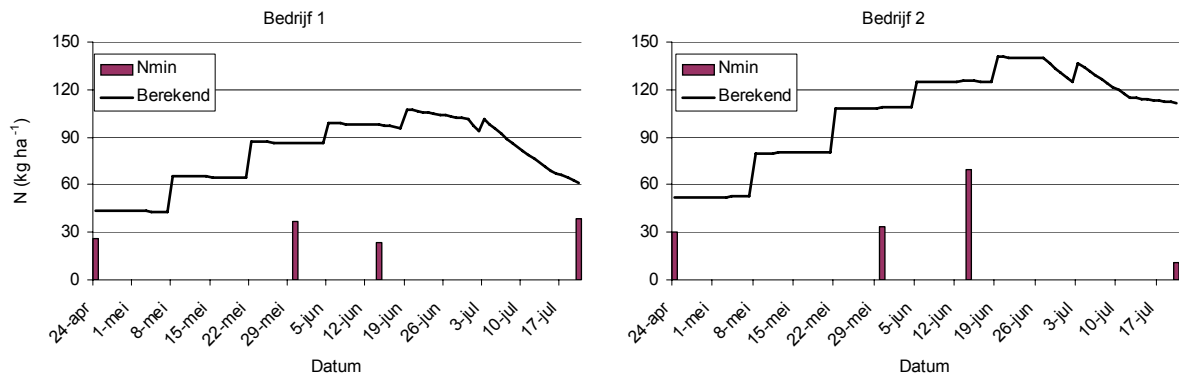
berekening op bedrijf 4 slechts tot 23 juni is geregistreerd. Het lijkt echter aannemelijk dat de grote daling in N_{min} tussen 14 juni en 20 juli op bedrijf 4 toe te schrijven is aan uitspoeling via berekening. Dit sluit aan op een waarneming van de teler dat de drains ook in deze warme maar regenarme periode soms liepen. Aanbevolen wordt daarom om meer naar berekening van aardbei te kijken en de relatie met N-uitspoeling en opbrengst.

Het verloop in N_{min} tussen 30 mei en 14 juni is ook sterk verschillend tussen beide bedrijven (Figuur 3.12 en 3.13). Tussen beide bemonsteringsmomenten is vrijwel geen regen gevallen en zal er weinig uitspoeling zijn geweest. Op bedrijf 1 daalt de N_{min} , ondanks dat er tussentijds is bemest. Op bedrijf 4 stijgt de N_{min} juist sterk, en bij de Norm+30% is de toename groter dan met onzekerheden in mineralisatie of N-opname verklaard kan worden. Wanneer gekeken wordt naar het aandeel van de toegediende N dat als N_{min} wordt teruggevonden (Figuur 3.15), dan valt op bedrijf 4 op dat op 30 mei bij Norm+30% een kleiner aandeel wordt teruggevonden dan bij Norm-30%. Op 14 juni wordt er een groter aandeel van de toegediende N teruggevonden dan op 30 mei, en zijn er geen verschillen meer tussen Norm-30% en Norm+30%. Kennelijk was bij Norm en Norm+30% op 30 mei de N wel in het profiel aanwezig, maar niet in de minerale vorm. Een tijdelijke vastlegging in organische vorm in het bodemleven zal op bedrijf 1 gespeeld hebben op 14 juni wanneer de N_{min} lager is dan de berekende waarde. Aan het einde van de teelt is de N wel weer in minerale vorm beschikbaar.

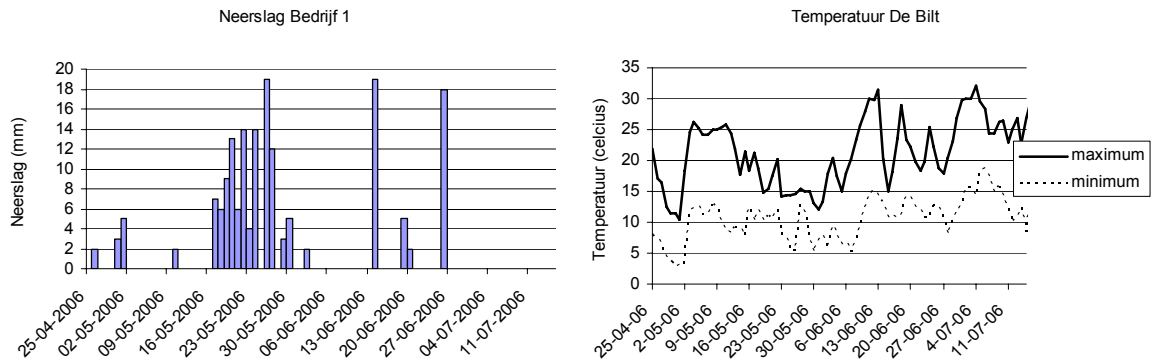
Tijdelijke vastlegging van N in organische vorm maakt dat N_{min} -metingen beperkte informatie geven over de N-beschikbaarheid voor het gewas. Het is opvallend dat de fluctuaties in N_{min} vooral spelen bij de behandelingen die snelwerkende kunstmest-N hebben gekregen, vooral de hoge gift, en niet bij beide organische meststoffen (bedrijf 4). Timing van vastleggen en vrijgeven van N door bodemleven zal ondermeer samenhangen met de organische bemesting en de afbreekbaarheid van de organische stof. Op bedrijf 1 was 40 t ha⁻¹ groencompost toegediend, en op bedrijf 4 60 t ha⁻¹ stalmest. Hoe dergelijke interacties spelen zou nader onderzocht moeten worden. Aandachtspunten voor dit nadere onderzoek zijn:

- Bepaling van de N-inhoud van het bodemleven als aanvulling op de N_{min} -meting.
- In welke mate is uitspoeling van N te beperken door buffering of vasthouden van N via opname door het bodemleven?
- Wat is het effect van organische bemesting en N-giften op de timing van N-opname en N-vrijgave door bodemleven?

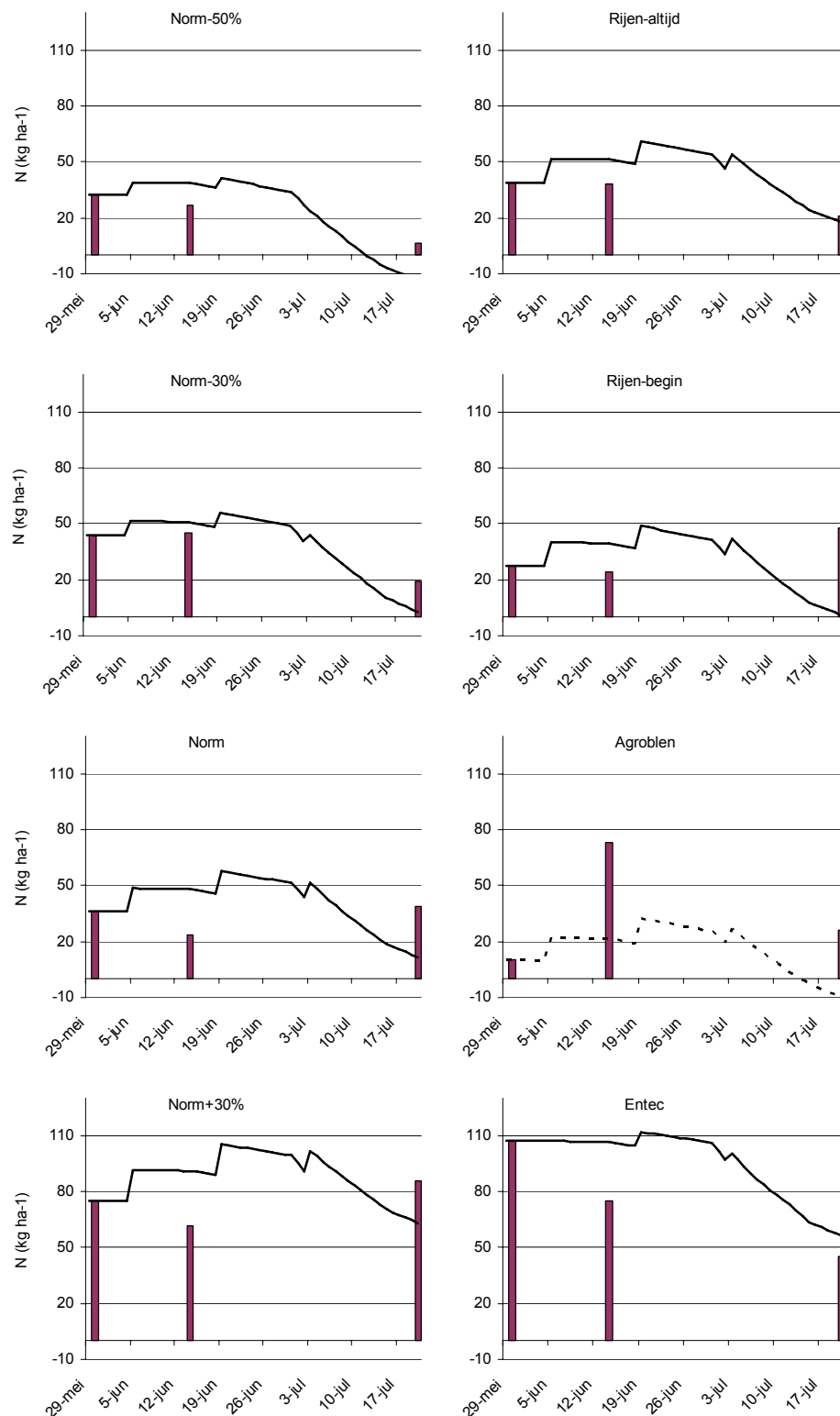
De positieve effecten die aan organische bemesting toegeschreven worden zouden voor een deel kunnen liggen in het beperken van de N-uitspoeling tijdens de teelt door buffering in bodemleven. Deze hypothese zou op bedrijven die sterk verschillen in organische bemesting nader getoetst kunnen worden.



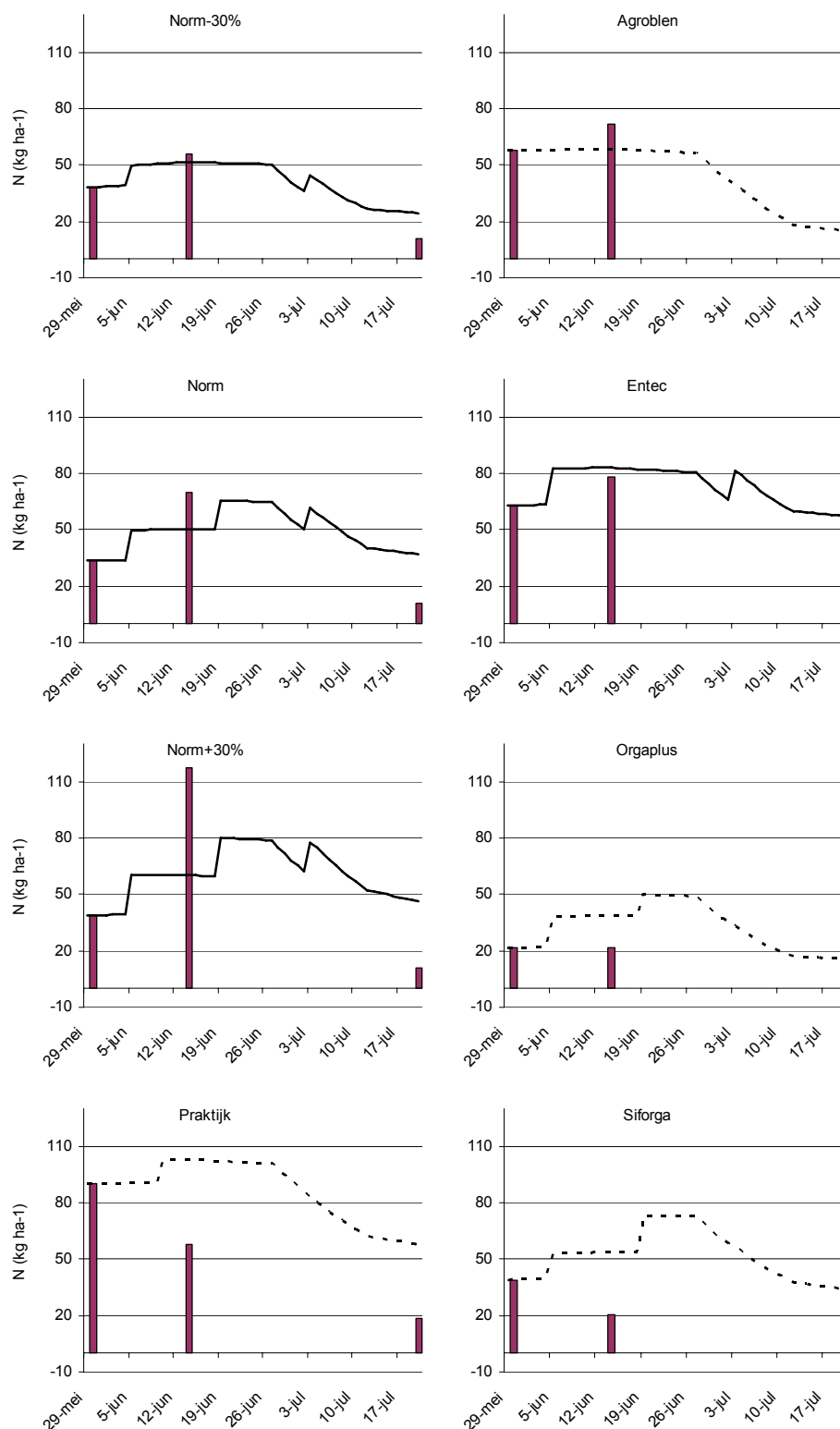
Figuur 3.10. Berekende N-beschikbaarheid (kg ha⁻¹) uit Nmin-aanvang, mineralisatie en kunstmest minus de opname door het gewas, uitgezet tegen de tijd (lijn) voor de bemesting volgens de gebruiksnorm. De staafjes geven de gemeten hoeveelheid Nmin (0-30 cm; kg ha⁻¹) aan op verschillende tijdstippen. Waarden zijn gemiddeld over beide herhalingen.



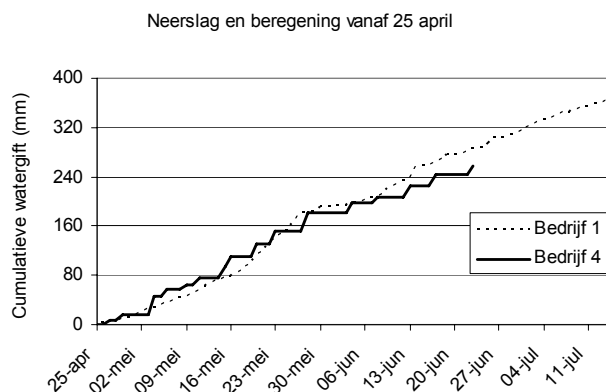
Figuur 3.11. Natuurlijke neerslag (mm) zoals gemeten op bedrijf 1 (links), en dagelijkse luchttemperatuur (maximum en minimum) zoals gemeten door het KNMI in De Bilt (rechts).



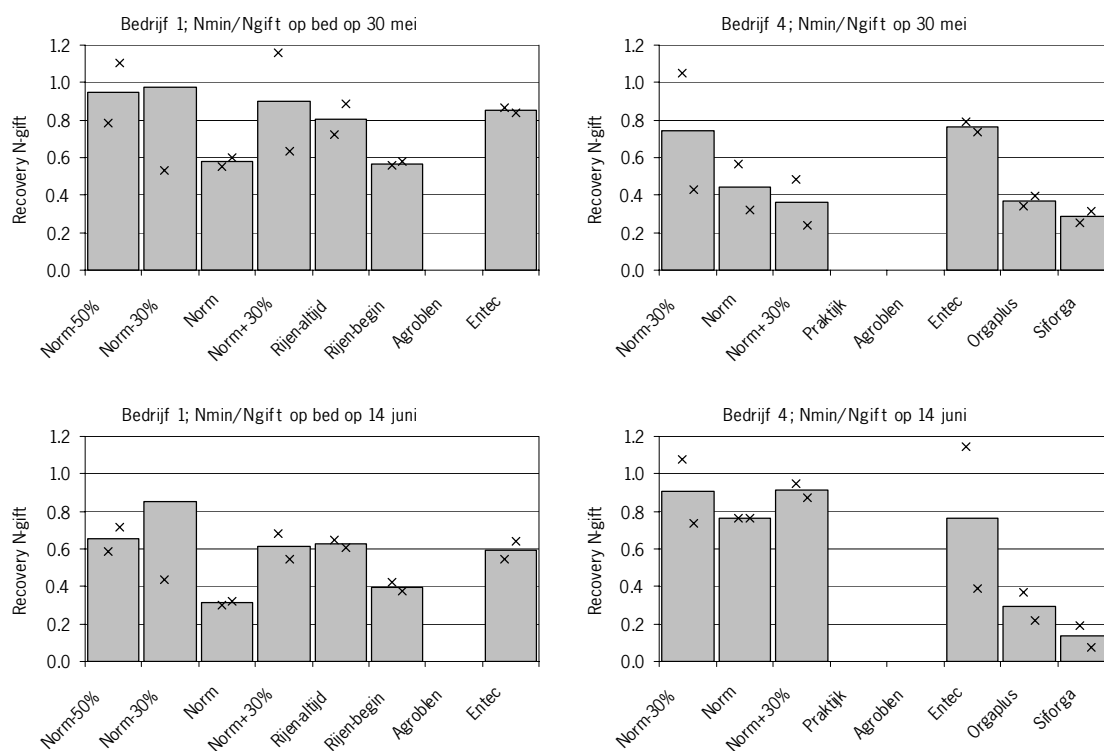
Figuur 3.12. Bedrijf 1: berekende N-beschikbaarheid (kg ha⁻¹) uit Nmin (0-30 cm) op 30 mei, mineralisatie en kunstmest minus de opname door het gewas, uitgezet tegen de tijd (lijn) voor de verschillende bemestingen. De staafjes geven de gemeten hoeveelheid Nmin (0-30 cm; kg ha⁻¹) aan op verschillende tijdstippen. Waarden zijn gemiddeld over beide herhalingen. Gestippelde lijn betekent dat het vrijkomen van N uit de Agrobien niet in de berekening is meegenomen.



Figuur 3.13. Bedrijf 4: berekende N-beschikbaarheid (kg ha⁻¹) uit Nmin (0-30 cm) op 30 mei, mineralisatie en kunstmest minus de opname door het gewas, uitgezet tegen de tijd (lijn) voor de verschillende bemestingen. De staafjes geven de gemeten hoeveelheid Nmin (0-30 cm; kg ha⁻¹) aan op verschillende tijdstippen. Waarden zijn gemiddeld over beide herhalingen. Gestippelde lijn betekent dat het vrijkomen van N uit de Agrobien, Orgaplus of Siforga niet in de berekening is meegenomen.



Figuur 3.14. Cumulatieve watergift vanaf 25 april voor bedrijf 1 en bedrijf 4. Op bedrijf 1 is de neerslag bijgehouden via de regenmeter, en beregning geschat vanuit de beregeningsduur. Op bedrijf 4 is zowel neerslag als beregning bijgehouden via de regenmeter, met tussen waarnemingen intervallen van 2 tot 7 dagen.



Figuur 3.15. Deel van de N-gift die wordt teruggevonden als Nmin. Als N-gift is het deel genomen dat op het bed bemest is. Praktijk en Agroblen zijn niet weergegeven vanwege afwijkende bemonstering.

3.10 Discussie

De beide proeven in 2006 waren opgezet om de hoogte van de gebruiksnorm-2007 te toetsen, om efficiëntere bemestingsmethoden te onderzoeken en om verschillende meststoffen met elkaar te vergelijken. Bij bedrijf 1 werden er geen verschillen in opbrengst gevonden tussen de laagste bemesting (Norm-50%) en de hoogste bemesting (Norm+30%), dus tussen een N-gift van 70 en van 198 kg ha⁻¹. Op dit bedrijf, dit perceel en deze teeltperiode kon dus ruimschoots met de gebruiksnorm worden volstaan. Bij bedrijf 4 werden wel verschillen tussen behandelingen gevonden. De relatie tussen N-bemesting en opbrengst was echter niet sterk. Norm+30% gaf weliswaar de hoogste opbrengst, maar er werd geen verschil gevonden tussen Norm en Norm-30%.

Wanneer de bemesting op beide bedrijven vergeleken wordt, en gekeken wordt naar de bemesting die op het bed terecht is gekomen als zijnde effectief voor het aardbeigewas, dan is deze voor Norm-30% gelijk, en voor Norm en Norm+30% op bedrijf 4 iets hoger dan op bedrijf 1. Daarnaast was op bedrijf 4 in het voorgaande najaar meer organische mest gebruikt dan op bedrijf 1. Het effect daarvan werd ook teruggevonden in een hogere potentiële mineralisatie op bedrijf 4. Ondanks deze hogere N-beschikbaarheid op bedrijf 4 was de aardbeiofbrengst op bedrijf 4 lager dan op bedrijf 1. Blijkbaar wordt dit verschil in opbrengstniveau tussen beide bedrijven veroorzaakt door andere factoren dan de N-gift.

De resultaten geven geen aanleiding te veronderstellen dat de gebruiksnorm-2007 onvoldoende is voor aardbeiproductie. In de proeven is bij de kunstmestgift rekening gehouden met nawerking vanuit organische mest om een reëel beeld te krijgen van bemesting onder het gebruiksnormenstelsel. De hoge stalmestgift op bedrijf 4 is onder het gebruiksnormenstelsel niet mogelijk. Er is nu rekening gehouden met de te verwachten werkelijke N-nawerking uit stalmest. Vergeleken met wettelijke nawerking zou dit overeenkomen met een gift van 15 ton ha⁻¹ stalmest. Zou er bijvoorbeeld 40 ton ha⁻¹ groencompost gebruikt worden, dan verhoogt dat de ruimte voor N uit kunstmest van 120 naar 140 kg ha⁻¹.

Gezien de afwezigheid van verschillen tussen Norm, Norm-30% en (op bedrijf 1) Norm-50% kan geconcludeerd worden dat de N-beschikbaarheid voldoende was. Kanttekeningen hierbij zijn dat op bedrijf 4 ondanks afwezigheid van verschillen tussen Norm en Norm-30% de gift Norm+30% wel een hogere opbrengst gaf, en dat op bedrijf 4 op de bedden is bemest, wat een hogere N-beschikbaarheid voor het gewas geeft dan volvelds strooien.

Naast de hoogte van de gebruiksnorm ging de aandacht ook uit naar efficiëntie van N-benutting via toedieningstechnieken en meststoffen. Doordat op bedrijf 1 bij geen van de behandelingen N-gebrek is opgetreden kon niet aangetoond worden dat de ene methode of meststof efficiënter was dan de andere: de laagste gift was voldoende. De vergelijking van meststoffen op bedrijf 4 bestaat uit een combinatie van N-hoeveelheid en mestsoort. Orgaplus bleek de laagste versopbrengst te hebben, maar had van alle meststoffen ook de laagste N-aanvoer. Het is de vraag of er nog steeds verschillen zouden zijn geweest wanneer er meer N was aangevoerd bij het object met Orgaplus. Er waren geen duidelijke verschillen in opbrengst bij de meststoffen anders dan Orgaplus. Deze vergelijkbare opbrengst wordt wel gehaald met duidelijke verschillen in N-aanvoer: 72 kg ha⁻¹ bij Agrobien (en Norm-30%); 101 kg ha⁻¹ werkzame N (geschat) bij Siforga, 120 kg N ha⁻¹ bij Entec (en Norm) tot 129 kg ha⁻¹ bij de Praktijk met Agrobien als basis. De hoogte van de giften was bepaald in overleg met de leveranciers en binnen de beschikbare gebruiksruijnte. Al deze giften gaven dus een vergelijkbare opbrengst. Agrobien gaf een goede opbrengst bij een N-gift van 72 kg ha⁻¹. Hiermee blijft er nog ruimte binnen de gebruiksnorm. Of agrobien nu efficiënter is dan de andere meststoffen kan op basis van de huidige resultaten niet gezegd worden. Daarvoor zou een proef aangelegd moeten worden met gelijke N-giften van de verschillende meststoffen. Bij een laag bemestingsniveau zullen er bij verschillen in efficiëntie ook verschillen in opbrengst ontstaan.

Additioneel aan het doel van toetsing gebruiksnorm en vergelijking meststoffen zijn de proeven ook gebruikt om meer inzicht te krijgen in het verloop van N-beschikbaarheid in het profiel (Nmin) en in het gewas (nitraat bladsteeltjes). Er bleken grote verschillen te zijn tussen de twee bedrijven in het verloop van de Nmin tijdens de teelt. Hoofdstuk 3.9 is besproken dat het bodemleven waarschijnlijk als een pool fungeert waarin tijdelijk N opgeslagen wordt die dan niet als Nmin gemeten wordt. Meer inzicht in deze pool en hoe deze gebruikt kan worden bij de bemesting of interpretatie van Nmin-cijfers is gewenst.

Verder bleek op bedrijf 4 de Nmin aan het eind van de teelt voor alle behandelingen laag te zijn, terwijl eerdere Nmin-metingen wel een voldoende N-beschikbaarheid te zien gaven. Op bedrijf 1 was de Nmin van sommige behande-

lingen aan het eind van de teelt wel hoog. Regen en beregening is grotendeels geregistreerd op beide bedrijven, maar niet in het laatste deel van de teelt op bedrijf 4. Fluctuaties in de N-pool in het bodemleven kunnen een rol hebben gespeeld, maar het lijkt waarschijnlijker dat in die periode de N grotendeels is uitgespoeld via eigen beregening. Het is bekend dat er een sterk positief verband is tussen beregening en aardbeiofbrengst, maar er zal daarbij ook meer aandacht moeten komen naar de relatie tussen beregening en N-uitspoeling.

De metingen van nitraat in bladsteeltjes gaven in de eerste helft van de teelt soms een relatie te zien met de verschillende bemestingsniveaus, maar in de tweede helft van de teelt was dit verband afwezig. Opvallend was dat op de dag dat de verschillende bemestingsniveaus in nitraat in bladsteeltjes terug te vinden waren, dit niet te zien was in de hoeveelheid N_{min} in de bodem. Er is weinig N-gebrek opgetreden in de proeven en mogelijk is dit een verklaring voor de afwezigheid van het verband met N-bemesting. De metingen aan bladsteeltjes in deze proeven zijn uitgevoerd voor extra informatie rondom gewasgroei en N-opname. Over het gebruik van nitraatmetingen als instrument voor bijbemesting kan hier verder geen uitspraak worden gedaan.

Aan het eind van de teelt kunnen er verschillen in loofgroei of –kleur ontstaan zonder dat dit effect op de aardbeiofbrengst heeft. Zo kon op bedrijf 1 met het oog en via de cropscan het object Norm-50% eruit gehaald worden, maar was de opbrengst zowel qua gewicht als financieel niet verlaagd. Hetzelfde speelde op bedrijf 4 bij de slechte plek met de veldjes Norm-30% en Siforga: op het oog en met de cropscan zichtbaar, maar qua opbrengst niet afwijkend.

3.11 Conclusies proeven 2006

- De hoogte van de gebruiksnorm-2007 voor aardbeiproductie lijkt voldoende te zijn voor goede productie.
- Organische bemesting was op één van de twee bedrijven in de afgelopen jaren hoger dan nu binnen het gebruiksnormenstelsel mogelijk is. Voor bepaling van de hoogte van de kunstmestgiften in de proef is gecorrigeerd met de te verwachten werkelijke nawerking uit de stalmest. De wisselwerking tussen organische bemesting en benodigde kunstmestbemesting verdient aandacht wanneer veel telers teruggaan in het niveau van organische bemesting
- Vanwege de afwezigheid van N-beperking werden geen verschillen in opbrengst gevonden bij de verschillende toedieningsmethoden of meststoffen. Alleen bij Orgaplus met de laagste N-aanvoer werd opbrengstderving aangetroffen. Dit hoeft niet aan de meststof te wijten zijn, maar meer aan het N-niveau.
- De verschillende onderzochte meststoffen gaven vergelijkbare opbrengsten maar bij een brede range aan N-aanvoer: van 73 kg ha⁻¹ tot 129 kg ha⁻¹. Hierbij kan echter nog niets gezegd worden over verschillen in N-efficiëntie tussen de meststoffen: deze zouden bekeken moeten worden bij gelijke lage bemestingsniveaus.
- Fluctuaties in N_{min} in de loop van de teelt wijzen op (tijdelijke) opslag van N in het bodemleven. Hoe dit samenhangt met organische bemesting, en hoe dit gebruikt kan worden bij bemesting of interpretatie van N_{min}-cijfers is een vraag voor verder onderzoek.
- Beregening lijkt een rol te spelen bij de N-uitspoeling. Voor betere benutting van N zal meer aandacht besteed moeten worden aan de relatie tussen beregening, N-uitspoeling en opbrengst.