

juli 2009



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW



flex fertilizer system



rapport 1161

Toetsing van meststoffen en bemestingssystemen in de aardappelteelt; veldproeven 2006-2008

Ir. R. Postma (NMI)

Ir. P. Dekker (PPO)

Dr. ir. L. van Schöll (NMI)

Ing. J. Paauw (PPO Lelystad)

Ing. K. Wijnholds (PPO Kooijenburg)

Ing. H. Verstegen (PPO Vredepeel)

nutriënten management instituut nmi bv

postbus 250

6700 ag wageningen

agro business park 10

6708 pw wageningen

tel. (0317) 46 77 00

fax (0317) 46 77 01

e-mail nmi@nmi-agro.nl

internet www.nmi-agro.nl

© 2009 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Dhr. H. J. Greve, Productschap Akkerbouw	1x
Mevr. C.E.M. van den Boom, Ministerie van LNV, Directie landbouw	1x
Dhr. M. van Gurp, Flex Fertilizer System	1x
Dhr. J.A. Koorevaar, Scotts	1x
Dhr. L. Hagting, Triferto	1x
Dhr. L. Vereecke, Yara	1x
Dhr. P.A.H. Buijsse, Stichting Proefboerderij Prof. Dr. J.M. van Bemmelenhoeve	1x

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doelstellingen	5
1.3 Optimalisatie N-bemesting aardappelen	5
1.4 Betrokkenheid meststoffenbedrijven	6
1.5 Leeswijzer	6
2 Opzet en uitvoering van de veldproeven	7
2.1 Algemeen	7
2.2 Proefopzet	7
2.3 Grondonderzoek en gewaswaarnemingen	9
2.4 Statistische analyses	9
3 Veldproeven met pootaardappelen te Lelystad	10
3.1 Uitvoering	10
3.2 Omschrijving test-objecten	10
3.3 Waarnemingen	12
3.4 Resultaten	12
3.4.1 Visuele beoordeling gewasstand	12
3.4.2 Opbrengst en sortering bij eind oogst	13
4 Veldproeven met zetmeelaardappelen te Rolde	18
4.1 Uitvoering	18
4.1.1 Beschrijving test-objecten	18
4.2 Waarnemingen	20
4.3 Resultaten	20
4.3.1 Waarnemingen tijdens het groeiseizoen	20
4.3.2 Versopbrengst, uitbetalingsgewicht en stikstofbenutting bij de eind oogst	22
5 Veldproeven met consumptieaardappelen te Vredepeel	29
5.1 Uitvoering	29
5.1.1 Beschrijving test-objecten	29
5.1.2 Waarnemingen	31
5.2 Resultaten	32
5.2.1 Waarnemingen tijdens het groeiseizoen	32
5.2.2 Opbrengsten, kwaliteit en N-benutting bij de eind oogst	33
6 Synthese resultaten van de drie proefjaren	39
Literatuur	44

Samenvatting en conclusies

Er wordt in de praktijk veel informatie verspreid over de positieve aspecten van bepaalde (nieuwe) meststoffen en bemestingssystemen. In opdracht van Productschap Akkerbouw, een aantal meststoffenbedrijven, de Stichting Proefboerderij Prof. Dr. J.M. van Bemmelenhoeve en het Ministerie van LNV hebben NMI en PPO daarom de gebruikswaarde (o.a. effect op opbrengst en kwaliteit) van een aantal van die meststoffen en bemestingssystemen voor de teelt van poot-, zetmeel- en consumptieaardappelen vastgesteld. In aanvulling daarop is in de veldproeven met zetmeel- en consumptieaardappelen op zandgrond ook het effect op de efficiëntie van de toegediende stikstof onderzocht.

In totaal betrof het 9 veldproeven die zijn uitgevoerd in de jaren 2006, 2007 en 2008. In ieder jaar is een proef uitgevoerd met pootaardappelen op zavelgrond te Lelystad, een proef met zetmeelaardappelen op zandgrond te Rolde en een proef met consumptieaardappelen op zandgrond te Vredepeel.

In alle 9 veldproeven was de globale proefopzet gelijk. Er waren steeds 5 referentie-objecten in de proeven aanwezig waarvan de N-gift overeenkwam met 0, 1/3, 2/3, 3/3 en 4/3 van het N-bemestingsadvies en er was een 6^e referentie-object met dierlijke mest zonder toevoegmiddel. Daarnaast waren er 5 test-objecten met een nieuwe meststof (Flex Fertilizer System, Entec, Scotts-product, Yara-product en Piadin in dierlijke mest) en een object met een verbeterd N-bijmeststelsel (NBS) aanwezig.

Gemiddeld over alle 9 proeven werd de optimale opbrengst gerealiseerd bij een N-gift van 3/3 van het advies, maar in individuele proeven varieerde dit van 1/3 tot 4/3 van het advies. Verlaging van de N-gift met kalkammonsalpeter tot 2/3 van het N-advies leidde bij aardappelen gemiddeld tot een opbrengstderving van slechts 4%. Gemiddeld over 8 van de 9 proeven waren de opbrengsten verkregen met nieuwe meststoffen en/of bemestingssystemen vergelijkbaar met die in de referentie-objecten met kalkammonsalpeter bij een N-gift die overeenkwam met 3/3 van het N-advies en met de N-gift in de testobjecten. De verschillen in opbrengst met de referentie-objecten waren klein, aangezien de meeropbrengst bij Entec en het Scotts-product 1% bedroeg en bij het Yara-product afwezig was, terwijl met het Flex Fertilizer System en het NBS-object een iets (2%) lagere opbrengst werd verkregen dan in het referentie-object met 3/3 N. Toevoeging van Piadin aan mest leidde bij een suboptimaal N-niveau gemiddeld tot een iets hogere N-werking van de mest.

Gemiddeld over 5 van de 6 proeven op zandgrond was de benutting of efficiëntie van N die werd toegediend met nieuwe meststoffen en/of bemestingssystemen wat hoger dan die in het referentie-object met 3/3 N. Dit was met name het geval bij NBS en (in mindere mate) bij het Scotts-product. Voor NBS was dit voor een belangrijk deel het gevolg van een lagere N-gift dan die in het referentie-object.

Op basis van de beperkte effecten van nieuwe meststoffen op de opbrengst kan worden geconcludeerd dat de meerwaarde ervan voor het realiseren van de optimale opbrengst bij een verlaagde N-gift beperkt is. Van belang daarbij is dat verlaging van de N-gift met kalkammonsalpeter tot 2/3 van het N-advies gemiddeld leidde tot een opbrengstderving van slechts 4%. Een verbeterd N-bijmeststelsel biedt de beste mogelijkheden om een hoge N-benutting bij behoud van opbrengst en kwaliteit te realiseren, door in te spelen op de N-leverantie door de bodem en de N-behoefte van het gewas. Het risico op N-verliezen wordt hiermee geminimaliseerd.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van het mestbeleid is per 1 januari '06 een stelsel van gebruiksnormen van kracht. Nederland wil hiermee voldoen aan de N-concentratiedoelstelling voor grondwater (50 mg nitraat per liter), zoals opgenomen in de EU-nitraatrichtlijn. Voor akker- en tuinbouwgewassen zijn daartoe op gewasniveau gebruiksnormen voor werkzame N geformuleerd. Deze gebruiksnormen zijn gebaseerd op de bemestingsadviezen, die voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen zijn beschreven in de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen" (Van Dijk & Van Geel, 2008). De Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (Schröder et al., 2004) verwacht dat voor een aantal gewassen (waaronder aardappelen) op zandgrond niet wordt voldaan aan de eisen van de nitraatrichtlijn, als de gewassen volgens advies worden bemest. Daarom is de gebruiksnorm voor werkzame N op zandgrond voor veel gewassen lager dan op kleigrond, maar ook lager dan het bemestingsadvies (LNV, 2009). De vraag is hoe de negatieve gevolgen van de verlaagde N-gift voor de opbrengst en kwaliteit van gewassen kunnen worden voorkomen en/of beperkt. Er zijn een aantal nieuwe meststoffen en bemestingssystemen op de markt, die een gunstig effect op opbrengst, kwaliteit en N-benutting beogen.

In opdracht van het Productschap Akkerbouw, een aantal meststoffenbedrijven, Stichting Proefboerderij Prof. Dr. J.M. van Bemmelenhoeve en het Ministerie van LNV hebben Nutriënten Management Instituut NMI en PPO daarom de gebruikswaarde (o.a. effect op opbrengst en kwaliteit) van een aantal van die meststoffen en bemestingssystemen voor de teelt van poot-, zetmeel- en consumptieaardappelen vastgesteld. In aanvulling daarop is in de veldproeven met zetmeel- en consumptieaardappelen op zandgrond ook het effect van die meststoffen op de efficiëntie van de toegediende stikstof onderzocht.

1.2 Doelstellingen

Doel van het onderzoek is het vaststellen en vergelijken van:

- de gebruikswaarde van nieuwe meststoffen en bemestingssystemen bij de teelt van poot-, zetmeel- en consumptieaardappelen
- de N-benutting van nieuwe meststoffen en bemestingssystemen bij de teelt van zetmeel- en consumptieaardappelen op zand

1.3 Optimalisatie N-bemesting aardappelen

Optimalisatie van de N-bemesting kan leiden tot een verhoging van de N-benutting en verlaging van de N-verliezen naar het milieu. Ten behoeve van de optimalisatie van de N-benutting kunnen de volgende aspecten van bemesting worden gemanipuleerd:

- hoogte van de N-gift: in het algemeen leidt een verlaging van de N-gift tot een verhoging van de N-benutting;
- meststofkeuze: er zijn zeer veel verschillende N-houdende meststoffen beschikbaar. De belangrijkste verschillen tussen N-meststoffen hebben betrekking op i) het type N-verbinding (ammonium (NH_4), nitraat (NO_3) of N-organisch), ii) de vorm van de meststof zelf (vast, vloeibaar of iets er tussenin, zoals bij drijfmest) en iii) de wijze waarop N uit de meststof in de bodem terecht kan komen (snelwerkend vs. langzaamwerkende meststoffen);

- toedieningstijdstip: N-meststoffen worden veelal in één keer voor of vlak na het poten van de aardappelen toegediend (basisbemesting). In sommige systemen wordt een deel van de N-meststoffen in de loop van de groeiperiode gegeven (bijmestsystemen). Voordeel hiervan is dat de beslissingen over de hoogte van de N-bemesting in meerdere keren verspreid over het seizoen worden genomen, waardoor beter kan worden ingespeeld op de actuele N-mineralisatie;
- toedieningsplaats: meststoffen kunnen breedwerpig worden gestrooid of dicht bij de knol en de jonge wortels, in de rij, worden toegediend. Dit laatste zal vooral voordelen opleveren in het begin van het groeiseizoen;
- interactie met vochtbeschikbaarheid: bij een lage vochttoestand kan de N-opname worden beperkt door een te lage beschikbaarheid van vocht. Dit speelt vooral een rol bij vaste meststoffen die tijdens het groeiseizoen worden gegeven. In deze gevallen kan het nodig zijn om te beregenen.

Er zijn een aantal nieuwe meststoffen en bemestingssystemen op de markt, die inspelen op een of meerdere van de hiervoor genoemde aspecten, en daarmee een gunstig effect op opbrengst, kwaliteit en/of N-benutting beogen. In dit onderzoek zijn de volgende meststoffen en systemen onderzocht:

- Entec: een ammonium (NH_4)-houdende meststof met nitrificatieremmer 3,4 Dimethylpyrazol fosfaat (DMPP), die de omzetting van NH_4 in nitraat (NO_3) remt (Zerulla et al., 2000; Bakker & Den Boer, 2004). Hierdoor blijft de N langer in NH_4 -vorm aanwezig in de bodem, waardoor de N niet of in mindere mate zal uitspoelen naar het grondwater.
- Flex Fertilizer System: bestaat uit een basisbemesting met een ureumhoudende, vloeibare N-meststof die bij het poten in de rij wordt toegediend. Een ander deel van de gift wordt tijdens het groeiseizoen aan het gewas toegediend via bladbemesting.
- Een NPK-meststof (Yara Mila Complex of Yara Mila Grower) of een N-meststof (Superstart) als basisbemesting, gevolgd door een bijbemesting met Superstart, Nitabor en/of Hydophos.
- Agroblen: een langzaamwerkende N-meststof, waaruit de N in de loop van het groeiseizoen geleidelijk beschikbaar komt voor het gewas. Hierdoor kan N-uitspoeling worden beperkt.
- Piadin: oplossing met de nitrificatieremmer 1H-1,2,4 Trizaol en 3-Methylpyrazol voor de toediening aan dierlijke mest. Ook hier is het doel de N-uitspoeling uit de mest te beperken door het remmen van de omzetting van NH_4 in NO_3 .
- Een verbeterd NBS-bodem: een N-bijmeststelsysteem, waarbij ongeveer de helft van de vooraf ingeschatte benodigde N-gift als basisbemesting wordt gegeven en het resterende deel, indien nodig, gedurende het groeiseizoen. De verbeteringen zijn gelegen in de verbeterde mogelijkheden om de N-mineralisatie te berekenen en in een verbeterde N-opnamecurve (Postma et al., 1999).

1.4 *Betrokkenheid meststoffenbedrijven*

Bij het voorbereiden van de proeven is op verzoek van het Productschap Akkerbouw contact gezocht met een aantal meststofproducenten en –handelaren en is de bereidheid tot medefinanciering verkend. De bedrijven Flex Fertilizer System International, Scotts, Yara en Triferto hebben aangegeven dat ze geïnteresseerd waren om met een of meerdere meststoffen en/of bemestingssystemen te participeren in het project en hebben daartoe het project medegefinancierd.

1.5 *Leeswijzer*

In hoofdstuk 2 is de globale opzet van de 9 proeven beschreven en in de daarop volgende hoofdstukken zijn de proeven met pootaardappelen, zetmeelaardappelen en consumptieaardappelen beschreven. Tenslotte wordt de rapportage afgesloten met een discussie en evaluatie in het laatste hoofdstuk.

2 Opzet en uitvoering van de veldproeven

2.1 Algemeen

In de jaren 2006, 2007 en 2008 zijn veldproeven uitgevoerd met pootaardappelen op lichte kleigrond in Flevoland (PPO-locatie Lelystad), met zetmeelaardappelen op zandgrond in Noordoost Nederland (PPO-locatie Kooijenburg bij Rolde) en met consumptieaardappelen op zandgrond in Zuidoost Nederland (PPO-locatie Vredepeel) waarin de mogelijkheden van de genoemde nieuwe meststoffen en/of bemestingssystemen voor opbrengst, kwaliteit en N-benutting worden onderzocht.

2.2 Proefopzet

In alle veldproeven was de globale proefopzet gelijk. De proeven werden uitgevoerd met 5 referentie-objecten met oplopende N-trap (0, 1/3, 2/3, 3/3 en 4/3 x N-advies) en een 6^e referentie-object met dierlijke mest zonder toevoegmiddel. Daarnaast waren er 4 test-objecten met een nieuwe meststof (Flex Fertilizer System, Entec, Scotts-product, Yara-product) en een 5^e test-object waarbij er Piadin aan dierlijke mest was toegevoegd. Tenslotte was er een object met N-bijbemesting (NBS-bodem) (Tabel 2.1). Het N-bemestingsniveau in de test-objecten was in de veldproeven met pootaardappelen en zetmeelaardappelen in principe gelijk aan 90% van het N-advies en in de proeven met consumptieaardappelen aan 67% van het N-bemestingsadvies (Tabel 2.2). Zodoende kon worden nagegaan of met de testmeststoffen bij een lagere N-gift hetzelfde resultaat kon worden gerealiseerd als bij een adviesgift met de standaardmeststoffen.

Bij de objecten met dierlijke mest werd gestreefd naar een gift waarmee de werkzame N-gift 40-70% van het N-bemestingsadvies bedroeg, zodat de werking van de N in de mest goed kon worden vastgesteld. Bij het NBS-systeem varieerde de N-gift tussen de jaren, omdat deze gedeeltelijk werd bepaald door de Nmin-voorraad gedurende het seizoen (varieert door verschillen in perceels- en weersafhankelijke mineralisatie, N-opname door gewas en N-verlies).

In de referentie-objecten en test-objecten werd er voor gezorgd dat de overige nutriënten (behalve N) niet limiterend waren voor gewasgroei, opbrengst en kwaliteit. Dit werd gerealiseerd door een (aanvullende) bemesting met P, K en Mg volgens de richtlijnen van de bestaande bemestingsadviezen. Verder waren er 3 (poot- en zetmeelaardappelen) tot 4 (consumptieaardappelen) herhalingen opgenomen in de proeven.

Tabel 2.1. De N-gift per object in de 9 aardappelproeven in 2006, 2007 en 2008. De N-gift in het object 3/3 N komt overeen met de N-gift volgens het bemestingsadvies. Bij de dierlijke mest is zowel de hoeveelheid N-totaal als de hoeveelheid N-werkzaam (tussen haakjes) gegeven.

Object	Pootaardappelen			Zetmeelaardappelen			Consumptieaardappelen		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1/3 N	40	40	40	85	89	78	75	85	81
2/3 N	80	80	80	170	177	156	150	170	163
3/3 N	120	120	120	250	266	235	225	250	244
4/3 N	160	160	160	335	355	313	300	335	325
Flex	120	110	110	185	239	230	150	179	186
Entec	110	110	110	225	239	211	150	170	163
Yara	110	110	110	215	215	211	150	170	160
Scotts	110	110	110	225	239	211	150	170	156
Mest+	120	110	177	140	103	157	166	225	157
	(72)	(66)	(106)	(112)	(82)	(126)	(133)	(180)	(126)
Mest-	120	110	177	140	103	157	166	225	157
	(72)	(66)	(106)	(112)	(82)	(126)	(133)	(180)	(126)
NBS	110	85	110	145	160	106	125	154	130

NB: bij pootaardappelen is in het mest-object dunne rundermest (werkingscoëfficiënt 60%) toegepast en bij zetmeel- en consumptieaardappelen dunne varkensmest (werkingscoëfficiënt 80%).

Tabel 2.2. Relatieve N-gift per object in de 9 aardappelproeven in 2006, 2007 en 2008), waarbij de gift van 3/3 N (referentie) op 1 is gesteld. Bij de dierlijke mest is zowel de relatieve hoeveelheid N-totaal als de relatieve hoeveelheid N-werkzaam (tussen haakjes) gegeven.

Object	Pootaardappelen			Zetmeelaardappelen			Consumptieaardappelen		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1/3 N	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,34	0,33
2/3 N	0,67	0,67	0,67	0,68	0,67	0,66	0,67	0,68	0,67
3/3 N	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4/3 N	1,33	1,33	1,33	1,34	1,33	1,33	1,33	1,34	1,33
Flex	1,00	0,92	0,90	0,74	0,90	0,98	0,67	0,72	0,76
Entec	0,92	0,92	0,92	0,90	0,90	0,90	0,67	0,68	0,67
Yara	0,92	0,92	0,92	0,86	0,81	0,90	0,67	0,68	0,66
Scotts	0,92	0,92	0,92	0,90	0,90	0,90	0,67	0,68	0,64
Mest+	1,00	0,92	1,48	0,56	0,39	0,67	0,74	0,90	0,64
	(0,6)	(0,55)	(0,89)	(0,45)	(0,31)	(0,53)	(0,59)	(0,72)	(0,51)
Mest-	1,00	0,92	1,48	0,56	0,39	0,67	0,74	0,90	0,64
	(0,6)	(0,55)	(0,89)	(0,45)	(0,31)	(0,53)	(0,59)	(0,72)	(0,51)
NBS	0,92	0,71	0,92	0,58	0,60	0,45	0,56	0,62	0,53

De bemesting in de test-objecten is uitgevoerd in overleg met producent en/of leverancier. Zoals hiervoor reeds is aangegeven was het N-toedieningsniveau in principe gelijk aan 90% (poot- en

zetmeelaardappelen) en 67% (consumptieaardappelen) van het bemestingsadvies, maar daar kon in overleg met de leverancier van worden afgeweken. Verder werd de verdeling van de giften over het groeiseizoen voor de testmeststoffen bepaald door de leverancier.

2.3 *Grondonderzoek en gewaswaarnemingen*

Voor aanvang van het groeiseizoen is de bodemvruchtbaarheidstoestand van de grond van de proefpercelen steeds gekarakteriseerd door een algemeen grondonderzoek, waarin onder andere de pH, organische stof, CEC, NLV, de beschikbaarheid aan P, K en Mg en het lutum- en koolzure kalkgehalte wordt bepaald. Daarnaast is een Nmin-monster genomen ten behoeve van een bepaling van de directe N-beschikbaarheid.

In alle 9 proeven is bij de eind oogst de knolopbrengst en kwaliteit (afhankelijk van teeltdoel: sortering, onderwatergewicht) bepaald.

Daarnaast zijn in de proeven op zandgrond (zetmeelaardappelen te Rolde en consumptieaardappelen te Vredepeel) aanvullende waarnemingen gedaan tijdens het seizoen en bij de eind oogst. Het betrof metingen aan de N-status van grond (Nmin-voorraad) en gewas (NO₃-gehalte in bladsteeltjes) tijdens het seizoen. Bij de eind oogst werden in alle objecten van de proeven op zandgrond monsters genomen van grond en gewas, waarin de Nmin-voorraad in de grond en het N-gehalte en de N-opname in knollen werden bepaald.

Hieruit kon de schijnbare stikstofbenutting (ANR: apparent nitrogen recovery) worden berekend. De schijnbare N-benutting, ofwel ANR, in een bepaald object is als volgt berekend:

$$((N\text{-opname in object}) - (N\text{-opname in controle-object zonder N-gift})) / (N\text{-gift in object})$$

De werkingscoëfficiënt van de N in dierlijke mest is bepaald in de objecten met mest met en zonder Piadin. Daarbij is de werkingscoëfficiënt gedefinieerd als de hoeveelheid N in kunstmest (kalkammonsalpeter) die een even grote opbrengstvermeerdering geeft als 100 kg van dat element in organische mest.

2.4 *Statistische analyses*

De resultaten van opbrengst en sortering zijn statistisch geanalyseerd met het statistiekpakket GENSTAT 11.0.

3 Veldproeven met pootaardappelen te Lelystad

3.1 Uitvoering

De veldproeven met pootaardappelen zijn uitgevoerd door PPO op de locatie te Lelystad. Het in de proeven geteelde aardappelras was Maritiema. De resultaten van verricht grondonderzoek voor aanvang van het groeiseizoen en de daaruit afgeleide bemestingsadviezen zijn gegeven in Tabel 3.1. De omvang van bruto veldjes was 12 m x 3 m, en die van netto veldjes 8 m x 1,5 m. De dierlijke mest-objecten waren gelegen in een aparte strook, met een breedte van 6 m, waardoor de omvang van de brutoveldjes daar 12 m x 6 m was. De netto veldjes waren overal gelijk van omvang. Er waren 3 herhalingen aanwezig in de proeven. Het bemestingsniveau in de test-objecten was in principe gelijk aan 90% van het N-advies (Tabel 3.2), maar voor de mest-objecten en het NBS-object werd daar van afgeweken.

Tabel 3.1. Uitslagen van grondonderzoek van de proefvelden te Lelystad, het daaruit afgeleide bemestingsadvies voor N, P en K voor pootaardappelen en de gerealiseerde P- en K-gift.

Resultaten grondonderzoek parameter	2006			2007			2008			
	2006	2007	2008	nutriënt	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Nmin (0-60), kg	29	16	31	N	120	130	121			
N/ha:										
Pw:	33		32	P ₂ O ₅	120	100	112	203	100	112
P-PAE:		1,41	1,1							
K-getal:	25	23	24	K ₂ O	150	170	185	385	170	369

Tabel 3.2. Gerealiseerde N-gift per object in de veldproeven met pootaardappelen te Lelystad. Er is steeds onderscheid gemaakt naar de basisbemesting bij poten (basis) en de bijbemesting tijdens het seizoen (bij).

Object	2006		2007		2008	
	basis	bij	basis	bij	basis	bij
0	0		0		0	
1/3 N	40		40		40	
2/3 N	80		80		80	
3/3 N	120		120		120	
4/3 N	160		160		160	
Flex	110	10	76	3 x 11 = 33	76	3 x 11 = 33
Entec	110		110		110	
Yara	110		110		110	
Scotts	110		110		110	
mest+	120 (72)		110 (66)		177 (106)	
mest-	120 (72)		110 (66)		177 (106)	
NBS	80	30	55	30	60	2 x 25 = 50

3.2 Omschrijving test-objecten

Hierna zijn de bijzonderheden van de bemesting in de test-objecten nader omschreven:

- Entec: In dit object is de volledige N-gift vlak na poten uitgevoerd met het product Entec 26. Het product bevat 26% N, waarvan 18,5% NH₄-N en 7,5% NO₃-N, en het bevat tevens 32,5% SO₃.

Zoals hiervoor reeds is aangegeven bevat dit product de nitrificatieremmer DMPP.

- Scotts-product: In dit object is de volledige N-gift vlak na poten uitgevoerd met het product Agroblen 32-5-5. Het product bevat 32% N (1,1% NH₄-N en 30,9% ureum), 5% P₂O₅, 5% K₂O en 27,5% SO₃.
- Flex Fertilizer System: de bemesting in dit object bestond uit een basisbemesting met vloeibare meststoffen en een bijbemesting met een bladmeststof.
 - 2006: Basisbemesting uitgevoerd met Flex 300 (NP 20-3 + Mg, Mn, Zn), waarmee 110 kg N en 16,5 kg P₂O₅ per ha werd toegediend. De bijbemesting is half juni uitgevoerd via een bladbemesting met het product Flex 265 (N 16 + Ca, B), waarmee 10 kg N per ha werd toegediend.
 - 2007: Basisbemesting met Flex 182 (NP 12-16), waarmee 76 kg N en 100 kg P₂O₅ per ha werd aangevoerd. Aanvullend is in de periode vanaf half juni 3x een bijbemesting met Flex 255 (N 18) uitgevoerd, waarmee in totaal 33 kg N per ha werd toegediend.
 - 2008: De basisbemesting met Flex 182 (NP 12-16), waarmee 76 kg N en 100 kg P₂O₅ per ha werd toegediend. De bijbemesting is uitgevoerd met het product Flex 255 (N 18) op 16 en 23 juni en 7 juli, waarmee in totaal 33 kg N per ha werd toegediend.
- Yara-product:
 - 2006: De N-bemesting (110 kg N/ha) werd vlak na poten uitgevoerd met het product Superstart (34% N). Aanvullend is half juni een bladbemesting uitgevoerd met het vloeibare product Hydroplus safe P (Hydrophos; 29,7 % P₂O₅, 5,0% K₂O, 6,8% MgO) met een gift van 5 liter per ha. Hiermee wordt dus circa 1,5 kg P₂O₅ per ha aangevoerd.
 - 2007: evenals in 2006 werd de N-bemesting vlak na poten uitgevoerd, maar in 2007 werd dat gedaan met de NPK-meststof Yara Mila Complex (12-11-8). Naast N, P en K bevat dit product 2,7% MgO, 20% SO₃ en geringe hoeveelheden B, Zn en Mn. Aanvullend is half juni een bladbemesting uitgevoerd met het vloeibare product Hydroplus safe P (Hydrophos) met een gift van 5 liter per ha.
 - 2008: evenals in 2006 is de N-bemesting vlak na poten uitgevoerd met het product Superstart. Aanvullend is op 9 juni een bemesting met Hydroplus safe P van 10 liter per ha toegepast, waarmee circa 3 kg P₂O₅ per ha is aangevoerd.
- Mest + Piadin (voor de samenstelling van de mest zie Tabel 3.3):
 - 2006: De mestgift betrof een gift van 34,5 ton dunne rundermest per ha. Bij het N-gehalte van de mest (3,48 kg N/ton), betekent dat een N-gift van 120 kg N per ha. Uitgaande van een werkingscoëfficiënt van 60% werd hiermee 72 kg N-werkzaam per ha aangewend.
 - 2007: Het betrof een gift van 26 ton dunne rundermest per ha. Bij het N-gehalte van de mest (4,21 kg N/ton), betekent dat een N-gift van 110 kg N per ha. Uitgaande van een werkingscoëfficiënt van 60% werd hiermee 66 kg N-werkzaam per ha aangewend.
 - 2008: Het betrof een gift van 48 ton dunne rundermest per ha. Bij het N-gehalte van de mest (3,69 kg N/ton), betekent dat een N-gift van 177 kg N per ha. Uitgaande van een werkingscoëfficiënt van 60% werd hiermee 106 kg N-werkzaam per ha aangewend.
 - In alle jaren was het niveau van de Piadin-toediening gelijk aan 4 liter per ha.

Tabel 3.3. Samenstelling van de dunne rundermest. Gehalten in g per kg (of kg per ton) vers product.

jaar	droge-stof	ruw as	organische stof	N	C/N-ratio	N-NH ₄	Norg	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
2006	86	15	70	3,48	9	2,1	1,4	1,37	4,1	1,1
2007	85	19	66	4,21	7	2,1	2,1	1,74	5,2	1,3
2008	80	17	63	3,69	8	1,8	1,9	1,31	5,0	1,1

- NBS:
 - 2006: In dit object is 80 kg N per ha met kas toegediend als basisbemesting. Op basis van een Nmin-monster van 22 juni is een bijbemesting uitgevoerd met 30 kg N per ha via kas.
 - 2007: In dit object is 55 kg N per ha met kas toegediend als basisbemesting. Op basis van een Nmin-monster van 11 juni is een bijbemesting uitgevoerd met 30 kg N per ha via kas.
 - 2008 NBS: In dit object is 60 kg N per ha met kas toegediend als basisbemesting. Op basis van een Nmin-monster van 16 juni en 7 juli is twee maal een bijbemesting uitgevoerd met 25 kg N per ha via kas.



Figuur 3.1. Veldproef met pootaardappelen te Lelystad, 2007 (foto van half juni).

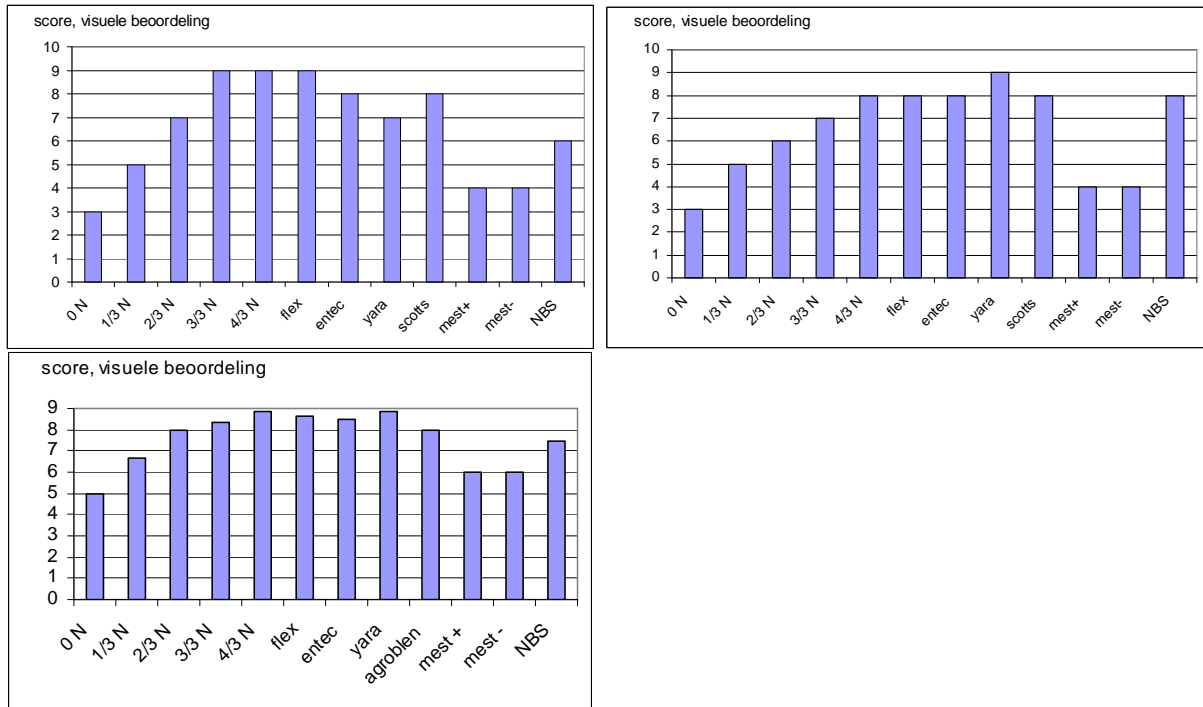
3.3 Waarnemingen

Effecten van de meststoffen en/of bemestingssystemen op opbrengst en sortering zijn vastgesteld. Daartoe zijn bij de eind oogst in alle objecten monsters genomen van het gewas (knollen), waarbij de verdeling van het aantal knollen en de opbrengst over de sorteringsklassen (0-28, 28-35, 35-45, 45-55 en >55 mm) is bepaald. Tevens is vlak voor het moment van doodspuiten van het gewas een beoordeling van de gewasstand gemaakt door een score toe te kennen voor de kleur en hoogte van het gewas.

3.4 Resultaten

3.4.1 Visuele beoordeling gewasstand

Een visuele beoordeling van de gewasstand (kleur en hoogte) is weergegeven in Figuur 3.2. Een score van 3 kwam daarbij overeen met een geelgroene kleur, circa 80% bodembedekking en een gewashoogte van circa 50 cm en een score van 9 kwam overeen met een donkergroene kleur, veel loof en een gewashoogte van circa 90 cm.



Figuur 3.2. Visuele beoordeling van de gewasstand in de veldproeven van 2006 (linksboven; 19-7-'06), 2007 (rechtsboven; 17-7-'07) en 2008 (linksonder; 23-7-'08).

Uit Figuur 3.2 blijkt dat de N-trappen ieder jaar duidelijk naar voren kwamen in de gewasstand en dat de mest-objecten heel duidelijk achterbleven bij de meeste andere objecten. Blijkbaar was de N-werking van de mest laag (zie verder). Verder fluctueerde de gewasstand van de andere objecten enigszins, maar was de stand in de meeste test-objecten vergelijkbaar met het 3/3 N-object. In 2006 bleef de gewasstand in veel test-objecten achter bij het 3/3 N-object, terwijl dat in 2007 andersom was. Ook bij individuele objecten was het beeld niet altijd consistent. Zo was de stand in het object met het Yara-product in 2006 relatief slecht en in 2007 relatief goed. De gewasstand in het NBS-object bleef in 2006 en 2008 achter bij het 2/3 N-object.

3.4.2 Opbrengst en sortering bij eind oogst

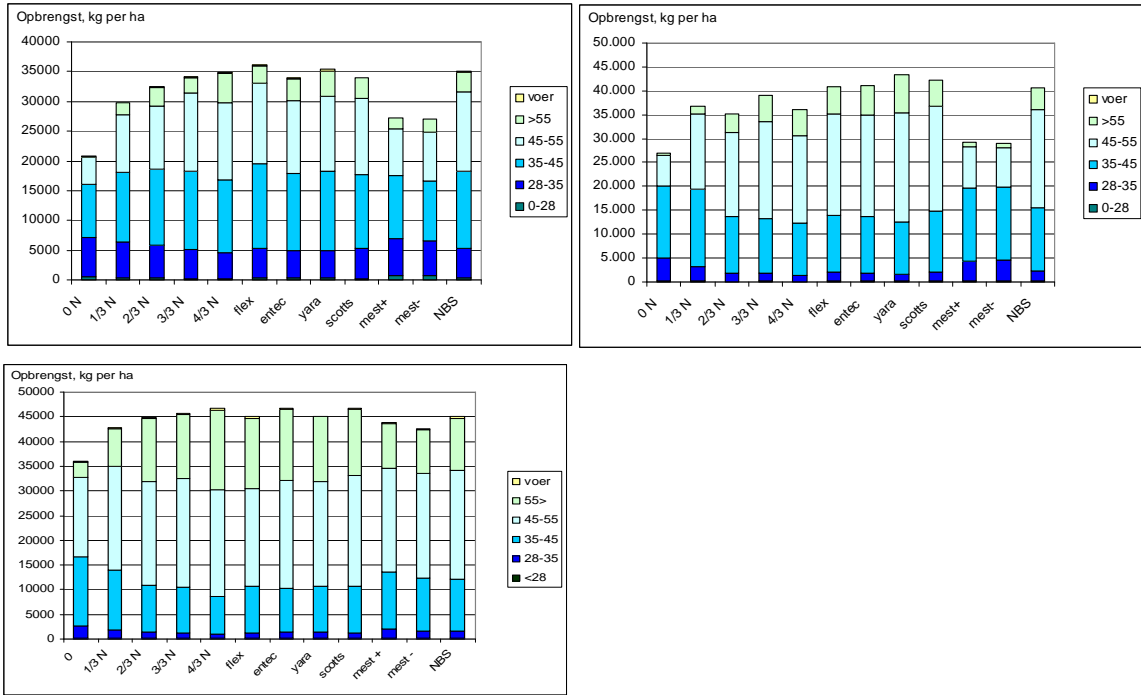
De behaalde opbrengsten voor de jaren 2006-2008 zijn weergegeven in Figuur 3.3 en 3.5: in Figuur 3.3 is de totale opbrengst en de verdeling ervan over sorteringsklassen per object weergegeven en in Figuur 3.5 is de opbrengst uitgezet tegen de N-gift. De verdeling van het aantal knollen over de sorteringsklassen is weergegeven in Figuur 3.4. De resultaten zijn ook opgenomen in Bijlage 1.

De opbrengsten vertoonden een grote variatie tussen de jaren, zowel in het totale opbrengstniveau als in de respons op de bemesting. De totale opbrengsten lagen in 2006 tussen de 21 en 36 ton, in 2007 tussen de 27 en 43 ton, en in 2008 tussen de 36 en 48 ton per ha.

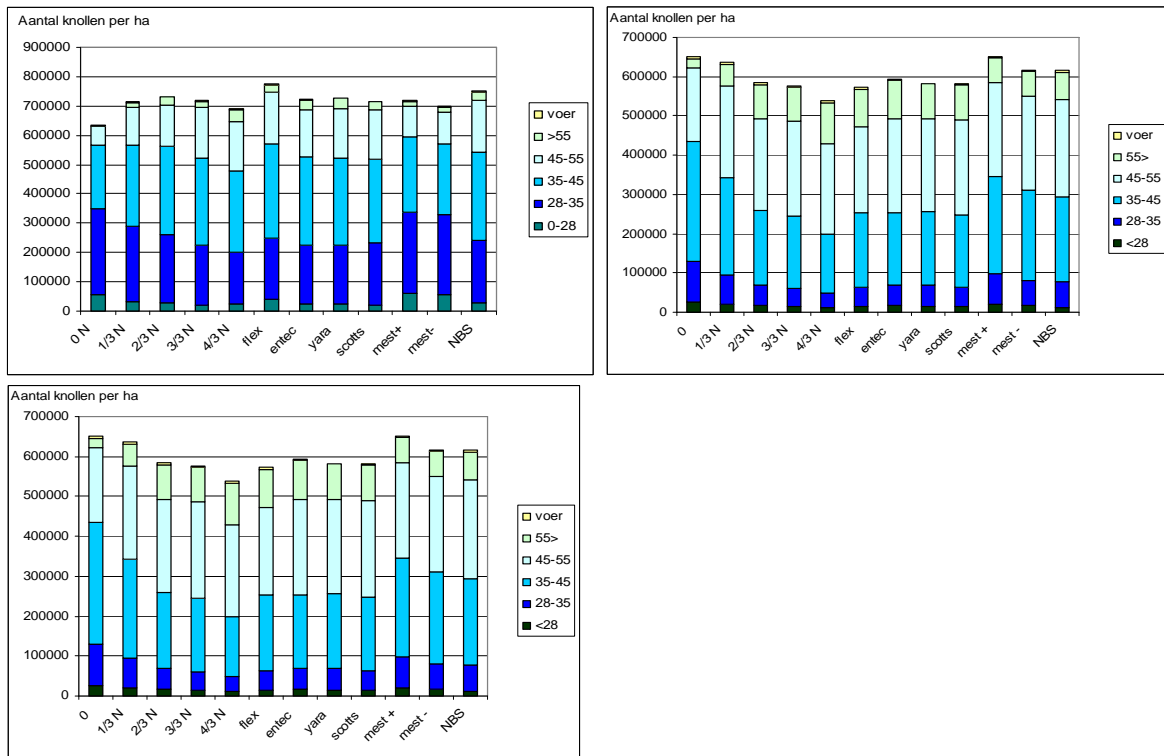
In alle jaren was er een significant effect van N-bemesting op de opbrengst, waarmee is voldaan aan de randvoorwaarde om verschillen tussen N-meststoffen en –systemen aan te kunnen tonen. De N-gift waarbij een toename van de gift niet of nauwelijks tot meeropbrengst leidde lag in 2006 en 2007 bij 3/3 N, en in 2008 bij 2/3 N. Een verlaging van de N-gift tot 2/3 van het N-bemestingsadvies gaf in 2006 en 2007 een opbrengstderving tot 10% ten opzichte van 3/3 N. In 2008 was er nauwelijks effect.

Het aantal knollen per hectare is weergegeven in Figuur 3.4. In 2006 waren de verschillen tussen objecten in het totaal aantal knollen klein. In 2007 en 2008 nam het totaal aantal knollen af bij een

oplopende N-bemesting.



Figuur 3.3. Totale opbrengst en verdeling ervan over de sortingsklassen per object in de veldproeven met pootaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

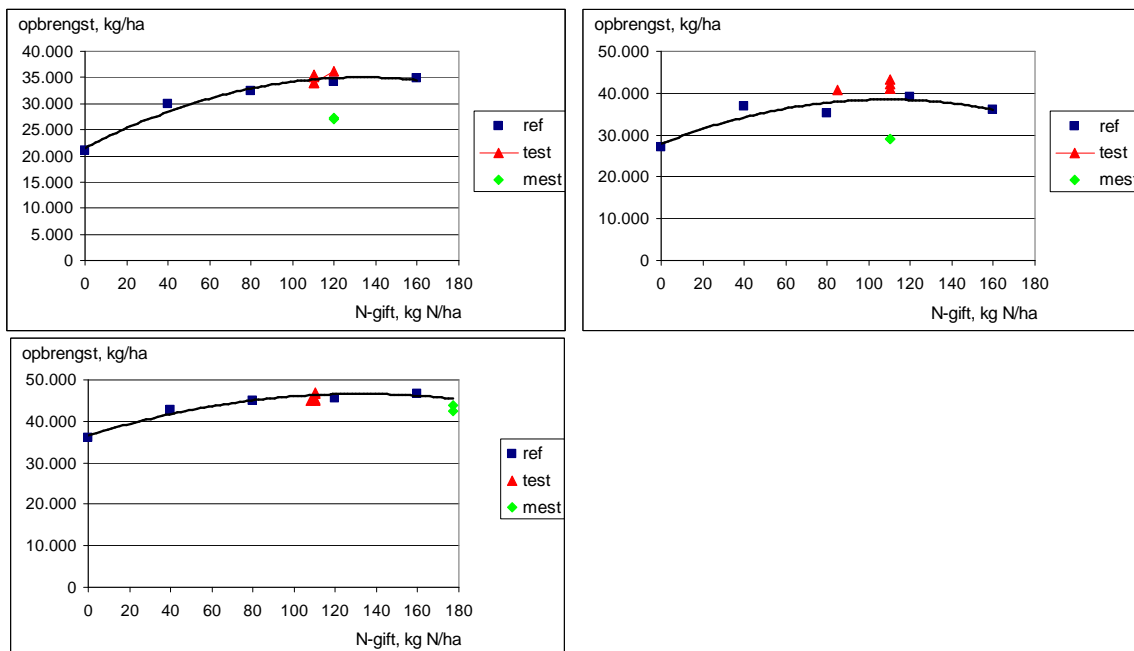


Figuur 3.4. Totale aantal knollen en de verdeling ervan over de sortingsklassen per object in de veldproeven met pootaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

Een hogere N-gift leidde tot een verschuiving naar een grove sortering. De opbrengst en het aantal

knollen van de sorteringsklassen <35 mm nam daarbij zowel absoluut als relatief af.

Aangezien de N-giften in de test-objecten vrijwel steeds iets lager waren dan die in het referentie-object met 3/3 N, zijn de opbrengsten van de test-objecten in Figuur 3.5 weergegeven ten opzichte van de responscurven.



Figuur 3.5. Relatie tussen N-gift (totaal N) en opbrengst voor referentie (ref)-, test- en mest-objecten in de veldproeven met pootaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

Uit Figuur 3.5 blijkt dat de opbrengsten die zijn gerealiseerd in de test-objecten op of dichtbij de responscurven waren gelegen. Alleen in 2007 waren de objecten in alle test-objecten, met uitzondering van de mest-objecten, hoger dan werd verwacht op basis van de responscurve. De objecten met dierlijke mest bleven vooral in 2006 en 2007 ver achter in opbrengst. Dit was te verwachten vanwege de lagere input aan werkzame N via mest. Toch deden ze het slechter dan verwacht, aangezien de opbrengst ook lager was dan die in objecten met een vergelijkbare input aan werkzame N (in 2006 en 2007 iets lager dan het 2/3 N object, in 2008 iets lager dan het 3/3 N object, zie Tabel 3.2). Blijkbaar was de werkingscoëfficiënt van de N in mest lager dan de 60% die in het algemeen wordt aangehouden voor dunne rundermest en die voor 2010-2013 is aangehouden in het Vierde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (LNV, 2009; zie hoofdstuk 6).

Aan de hand van de responscurven kan een goede vergelijking worden gemaakt tussen de opbrengsten in de testobjecten en de berekende opbrengsten in de referentie-objecten bij dezelfde N-gift. De resultaten van de vergelijking tussen de opbrengsten in de testobjecten en de opbrengsten in de referentie-objecten bij het 3/3 N-niveau en bij de N-gift die overeenkwam met die in de test-objecten zijn weergegeven in Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Opbrengsten in de test- en referentie-objecten en het verschil tussen de opbrengsten in de testobjecten en de referentie-objecten bij het 3/3 N-niveau en bij dezelfde N-gift als in de test-objecten.

Jaar	object	N-gift, kg N/ha	opbrengst, kg/ha			opbrengstverschil t.o.v. referentie, kg/ha	
			test	referentie		3/3 N	bij zelfde N- gift als test
				3/3 N	bij zelfde N- gift als test		
2006	Flex	120	36157	34083	34902	2074	1255
	Entec	110	34058	34083	34628	-25	-570
	Yara	110	35457	34083	34628	1374	829
	Scotts	110	34038	34083	34628	-46	-591
	mest+	120	27215	34083	34902		
	mest-	120	27050	34083	34902		
	NBS	110	35081	34083	34628	997	452
	LSD _{0,05}					3574	
2007	Flex	110	40979	39114	38484	1865	2495
	Entec	110	41169	39114	38484	2056	2685
	Yara	110	43417	39114	38484	4303	4932
	Scotts	110	42293	39114	38484	3179	3809
	mest+	110	29188	39114	38484		
	mest-	110	28919	39114	38484		
	NBS	85	40674	39114	37984	1560	2690
	LSD _{0,05}					11573	
2008	Flex	110	45031	45650	46355	-619	-1324
	Entec	110	46722	45650	46355	1072	367
	Yara	110	45153	45650	46355	-497	-1202
	Scotts	110	46800	45650	46355	1150	445
	mest +	177	43793	45650	45434		
	mest -	177	42514	45650	45434		
	NBS	110	44972	45650	46355	-678	-1383
	LSD _{0,05}					2955	

De nieuwe meststoffen en bemestingssystemen leveren soms meerwaarde ten aanzien van opbrengst (Figuur 3.3 en 3.5 en Tabel 3.4), maar dit was nergens significant verschillend van het referentie-object met 3/3 N.

- Flex Fertilizer System leverde in 2006 en 2007 een meeropbrengst, en in 2008 een wat lagere opbrengst dan die in het 3/3 N object en het referentie-object bij dezelfde N-gift.
- Entec 26 leidde in 2006 tot iets lagere en in 2007 en 2008 tot iets hogere opbrengsten dan het 3/3 N bemestingsniveau en het referentie-object bij dezelfde N-gift.
- Het Yara-product leverde in 2006 en 2007 een meeropbrengst en in 2008 een wat lagere opbrengst dan het 3/3 N-object en het referentie-object bij dezelfde N-gift.
- Het Scotts-product leidde in 2006 tot een iets lagere en in 2007 en 2008 tot een iets hogere opbrengst dan het 3/3 N object en het referentie-object bij dezelfde N-gift.
- Toevoeging van Piadin aan mest gaf in alle drie de jaren een geringe meeropbrengst ten opzichte van het mestobject zonder toevoeging.
- NBS leverde in 2006 en 2007 een kleine meeropbrengst en in 2008 een iets lagere opbrengst dan het 3/3 N object, bij een N-bemesting die gelijk was (2006) of 71% (2007) of 92% (2008) bedroeg

van de N-gift in het 3/3 N object. In 2007 was de bemesting daarmee vergelijkbaar aan die in het 2/3 N referentie-object, waar de reductie van de N-gift wel tot een opbrengstderving leidde.

4 Veldproeven met zetmeelaardappelen te Rolde

4.1 Uitvoering

De veldproeven met zetmeelaardappelen zijn uitgevoerd door PPO Kooijenburg te Marwijksoord (bij Rolde). Het in de proef geteelde aardappelras was Seresta. De resultaten van verricht grondonderzoek voor aanvang van het groeiseizoen zijn gebruikt t.b.v. het bepalen van bemestingsadviezen (Tabel 4.1). De gerealiseerde N-giften per object zijn weergegeven in Tabel 4.2. De omvang van bruto veldjes was 3 m x 15 m, en die van netto veldjes 1,5 m x 12 m. Er waren 3 herhalingen aanwezig in de proeven. Het bemestingsniveau in de test-objecten was gelijk aan 90% van het N-advies.

Tabel 4-1 Uitslagen van grondonderzoek van de proefvelden te Rolde (zandgrond) en het daaruit afgeleide bemestingsadvies voor zetmeelaardappelen

Resultaten grondonderzoek parameter	2006			2007			2008			
	2006	2007	2008	Nutriënt	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Nmin (0-30):	13	5	0	N	252	266	275			
Pw:	34	27	54	P ₂ O ₅	106	129	40	120	130	40
K-getal:	13	15	15	K ₂ O	120	100	100	150	100	100

Tabel 4.2. Gerealiseerde N-gift per object in de veldproeven met zetmeelaardappelen te Rolde. Er is steeds onderscheid gemaakt naar de basisbemesting bij poten (basis) en de bijbemesting tijdens het seizoen (bij).

Object	2006		2007		2008	
	basis	bij	basis	bij	basis	bij
0	0		0		0	
1/3 N	85		89		78	
2/3 N	170		177		156	
3/3 N	250		266		235	
4/3 N	335		355		313	
Flex	171	14	195	4 x 11 = 44	186	4 x 11 = 44
Entec	225		239		211	
Yara	114	99	115	100	136	75
Scotts	225		239		211	
mest+	140 (112)		103 (82)		157 (126)	
mest-	140 (112)		103 (82)		157 (126)	
NBS	115	30	130	30	106	-

4.1.1 Beschrijving test-objecten

Hierna zijn de bijzonderheden van de bemesting in de test-objecten nader omschreven:

- Entec: In dit object is de volledige bemesting vlak voor poten uitgevoerd met het product Entec 26.
- Scotts-product: In dit object is de volledige bemesting in 2006 en 2007 vlak voor poten uitgevoerd met het product Agrobren 32-5-5 en in 2008 met Agrobren 35.
- Flex Fertilizer System: de bemesting in dit object bestond uit een basisbemesting en een bijbemesting.
 - 2006: De basisbemesting is vlak na poten uitgevoerd met de producten Flex 294 (NPK 18-15-1 + Mg, Mn, Zn) en Flex 292 (N 18 + Ca, Mg, Zn), waarmee 171 kg N, 112,5 kg P₂O₅

en 7,5 kg K₂O per ha werd toegediend. Daarnaast is 100 kg K₂O toegediend via K₂SO₄. De bijbemesting is half juni in de vorm van een bladbemesting uitgevoerd met het product Flex 291 (N 18 + Ca, Mg, Zn), waarmee 14 kg N per ha werd toegediend.

- 2007: De basisbemesting is vlak na poten uitgevoerd met de producten Flex 192 (NP 18-14) en Flex 133 (N 18 + Ca + B), waarmee 195 kg N en 129,5 kg P₂O₅ per ha werd toegediend. Daarnaast is 100 kg K₂O toegediend via K₂SO₄. De bijbemesting is vanaf half juni in de vorm van een vier keer herhaalde bladbemesting uitgevoerd met het product Flex 255 (N 18 + Mg), waarmee 4 x 11 = 44 kg N per ha werd toegediend.
- 2008: De basisbemesting is vlak na poten uitgevoerd met de producten Flex 192 (NPK 18-14) en Flex 133 (N 18 + Ca, B), waarmee 186 kg N en 29 kg P₂O₅ per ha werd toegediend. De bijbemesting is in de vorm van een bladbemesting uitgevoerd met het product Flex 255 (N 18 + Mg) op 27 juni, 3 en 16 juli, 15 en 28 augustus, waarmee in totaal 44 kg N per ha werd toegediend.
- Yara-product:
 - 2006: in dit object is het grootste deel van de N-, P- en K-bemesting vlak voor poten uitgevoerd met het product Hydro complex grower (NPK 16-6-21), waarmee 114 kg N, 43 kg P₂O₅ en 150 kg K₂O is toegediend. Aanvullend is half juni bij aanaarden een bijbemesting uitgevoerd met 300 kg Superstart (33% N) per ha, waarmee 100 kg N per ha is toegediend.
 - 2007: in dit object is het grootste deel van de N-, P- en K-bemesting vlak voor poten uitgevoerd met het product Hydro complex grower (NPK 16-6-21), waarmee 80 kg N, 30 kg P₂O₅ en 105 kg K₂O is toegediend. Aanvullend is bij het poten 35 kg N toegediend met Superstart. Als bijbemesting is half juni bij aanaarden een bemesting uitgevoerd met 300 kg Superstart (33% N) per ha, waarmee 99 kg N per ha is toegediend.
 - 2008: in dit object is het grootste deel van de N-, P- en K-bemesting vlak voor poten uitgevoerd met het product Yara milia complex (NPK 12-11-18), waarmee 65 kg N, 60 kg P₂O₅ en 98 kg K₂O is toegediend. Daarnaast is 71 kg N toegediend in de vorm van 273 kg KAS. Aanvullend is 13 juni bij aanaarden een bemesting uitgevoerd met 228 kg Superstart (33% N) per ha, waarmee 75 kg N per ha is toegediend.
- Mest + Piadin: Er is bemest met dunne varkensmest (voor samenstelling, zie Tabel 4.3). Het toedieningsniveau van de Piadin bedroeg 4 liter per hectare.
 - 2006: 20 ton dunne varkensmest per ha met een N-gehalte van 7,0 kg N/ton, resulterend in een gift van 140 kg N-totaal en 112 kg N-werkzaam per ha.
 - 2007: 20 ton dunne varkensmest per ha met N-gehalte van 5,13 kg N/ton, resulterend in een N gift van 103 kg N-totaal en 82 kg N-werkzaam per ha.
 - 2008: 20 ton dunne varkensmest per ha met een N-gehalte van de mest van 7,87 kg N/ton, betekent dat een N-gift van 157 kg N-totaal en 126 kg N-werkzaam per ha.

Tabel 4.3. Samenstelling van de dunne varkensmest. Gehalten in g per kg (of kg per ton) vers product.

jaar	droge-stof	ruw as	organische stof	N	C/N-ratio	N-NH ₄	Norg	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
2006	68	22	46	7,01	3	4,7	2,3	4,03	6.1	<0,7
2007	28	12	16	5,13	1	-	-	1,37	5,6	<0,7
2008				7,87						

- NBS:
 - 2006: In dit object is 115 kg N per ha met kas toegediend als basisbemesting. Op basis

van een Nmin-monster van 20 juni is eind juni een bijbemesting uitgevoerd met 30 kg N per ha via kas.

- o 2007 In dit object is 130 kg N per ha met kas toegediend als basisbemesting. Op basis van een Nmin-monster is eind juni een bijbemesting uitgevoerd met 30 kg N per ha via kas.
- o 2008: In dit object is 106 kg N per ha met kas toegediend als basisbemesting. Op basis van een Nmin-monster van 12 juni bleek een bijbemesting niet nodig.



Figuur 4.1. Veldproef met zetmeelaardappelen te Rolde, 2007 (foto van half juni).

4.2 Waarnemingen

Tijdens het seizoen zijn in alle objecten de Nmin-voorraad in de bodem (monsternamen tweede helft juni; 0-30 cm laag) en het nitraatgehalte in bladstelen (monsternamen tweede helft juni) bepaald. Tevens is tijdens het groeiseizoen een beoordeling van de gewasstand gemaakt.

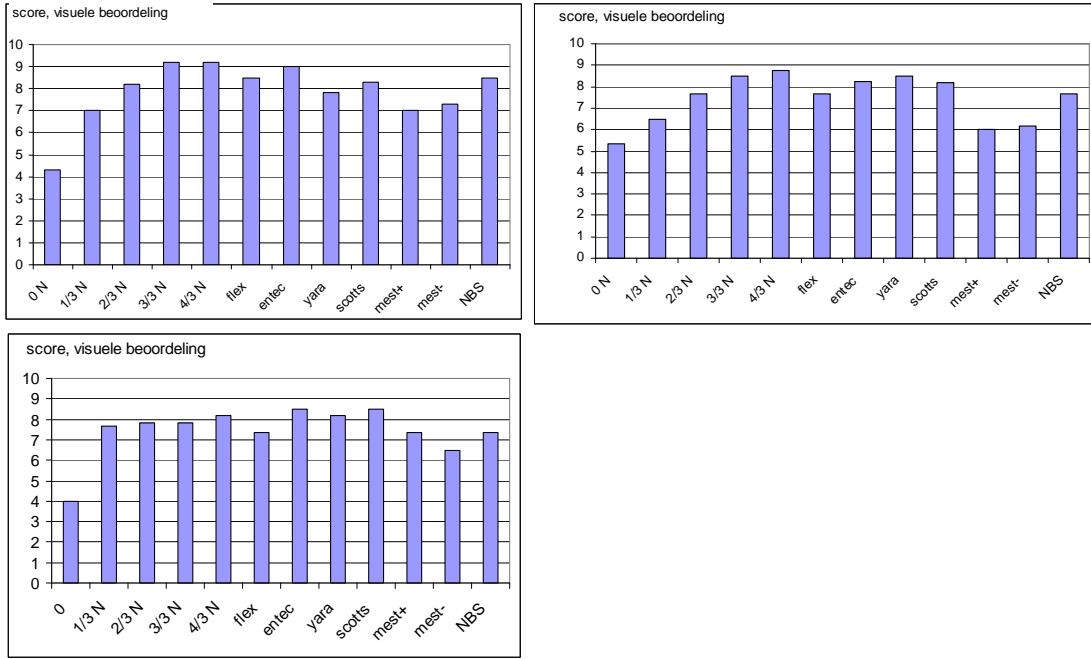
Bij de oogst is per veldje de knolopbrengst en het onderwatergewicht bepaald. Daarnaast is in een mengmonster per object het drogestofgehalte, het N-gehalte en het P-gehalte in de knollen bepaald.

Na de oogst is de Nmin-voorraad in de bodem (0-60 cm laag) per object bepaald.

4.3 Resultaten

4.3.1 Waarnemingen tijdens het groeiseizoen

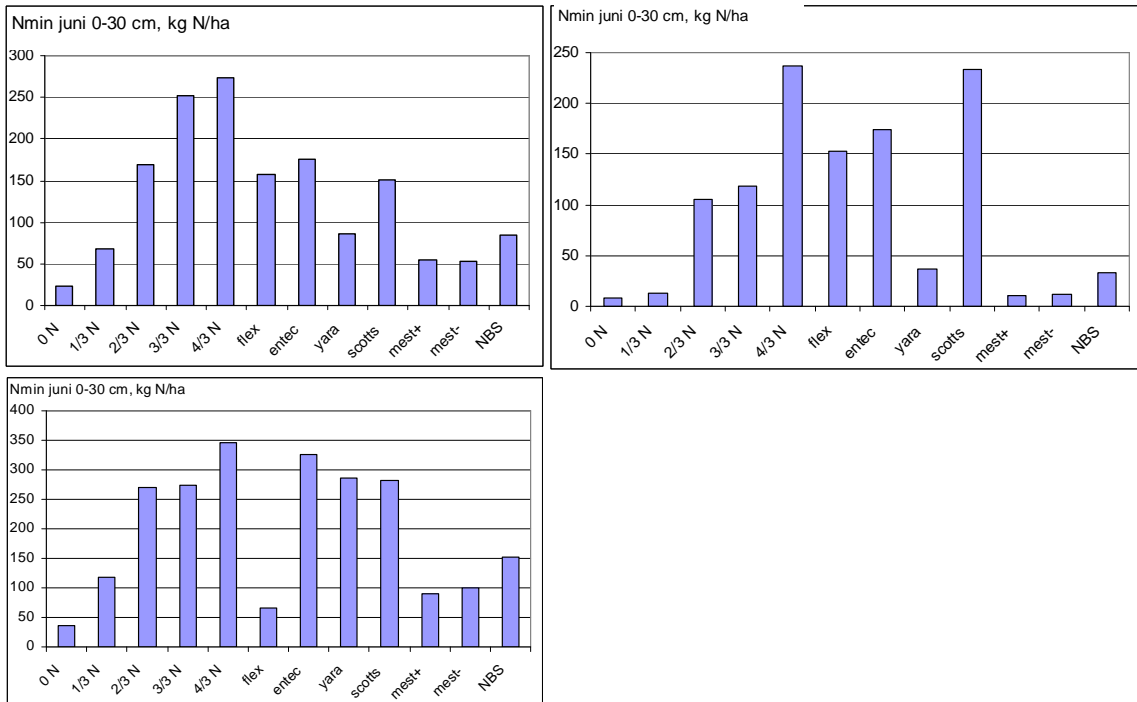
De resultaten van de visuele beoordeling van de gewasstand tijdens het seizoen zijn weergegeven in Figuur 4.2. Daarnaast zijn resultaten van de Nmin-voorraden in de bodem in juni (Figuur 4.3) en de nitraatgehalten in bladstelen per object gegeven (Figuur 4.4).



Figuur 4.2. Visuele beoordeling van de gewasstand in de veldproeven van 2006 (linksboven; 28-6-'06), 2007 (rechtsboven; 18-7-'07) en 2008 (linksonder; 26-6-'08).

De N-trappen kwamen in 2006 en 2007 duidelijk tot uiting in de gewasstand, maar in 2008 bleef alleen het controle-object duidelijk achter bij de hogere N-niveaus (Figuur 4.2). De gewasstand van de test-objecten fluctueerde enigszins over de 3 jaren, maar het object met Flex Fertilizer System leek steeds wat achter te blijven bij de rest. Ook in het NBS-object en de mest-objecten was sprake van een achterblijvende gewasstand.

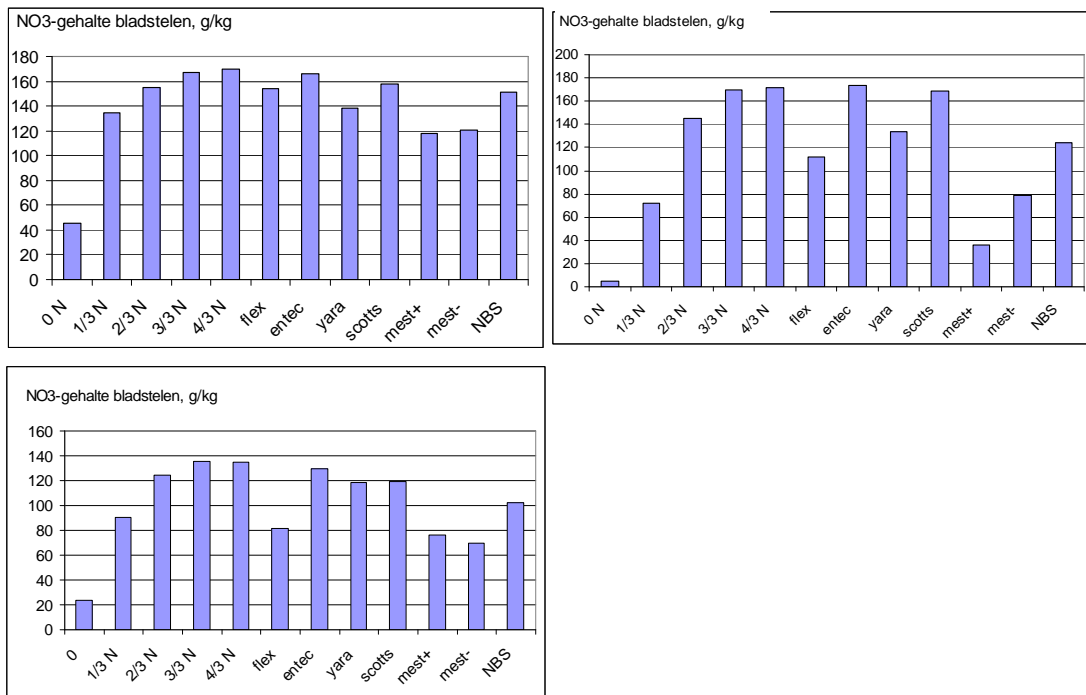
De resultaten van de Nmin-voorraad tijdens het seizoen zijn weergegeven in Figuur 4.3.



Figuur 4.3. Resultaten van de Nmin-voorraad in de 0-30 cm laag op 20-6-'06 (linksboven), 19-6-'07 (rechtsboven) en 19-6-'08 (linksonder).

De verschillen in de Nmin-voorraad in juni tussen de objecten met N-trappen waren groot (Figuur 4.3). Bij de test-objecten vielen met name de lage Nmin-voorraden in de objecten met mest en NBS op. In 2008 was de Nmin-voorraad in het object met het Flex Fertilizer System laag en in 2006 en 2007 was dit het geval in het object met het Yara-product. In de objecten met Entec en het Scotts-product waren de Nmin-voorraden steeds relatief hoog. De relatief lage voorraden in de objecten NBS, Flex Fertilizer System en het Yara-product kunnen (deels) worden toegeschreven aan het feit dat in die objecten sprake was van een gedeelde N-gift, waarbij een deel van de meststofgift op het moment van de monsternamen nog niet was toegediend.

De resultaten van de nitraatgehalten in bladstelen zijn weergegeven in Figuur 4.4.



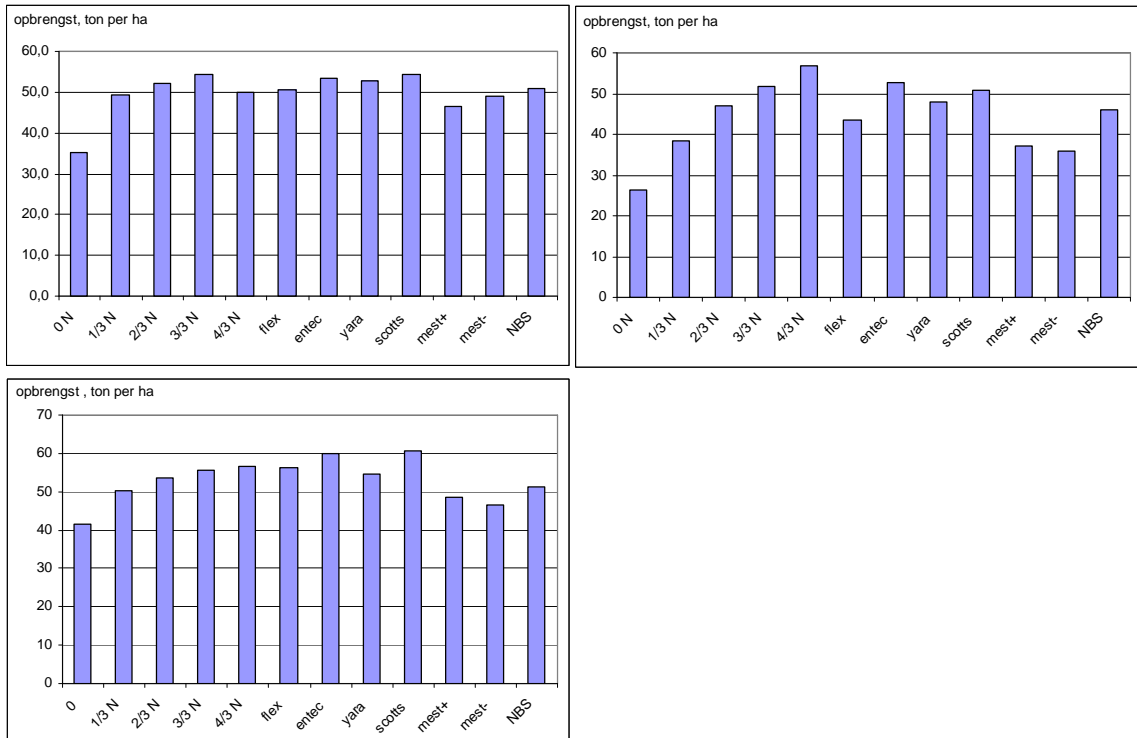
Figuur 4.4. Resultaten van de nitraatgehalten in bladstelen in de veldproeven van 2006 (linksboven; 21-6-'06), 2007 (rechtsboven; 19-6-'07) en 2008 (linksonder; 19-6-'08).

De verschillen tussen de objecten van het nitraatgehalte in bladstelen kwamen in grote lijnen overeen met de verschillen in de Nmin-voorraad, maar ze waren wat minder extreem (Figuur 4.4). De N-trappen werden duidelijk weerspiegeld in het nitraatgehalte. Bij de test-objecten was het nitraatgehalte in bladstelen van de mest-objecten lager dan van de overige objecten. In 2007 en 2008 was het nitraatgehalte in de objecten met het Flex Fertilizer System en NBS relatief laag en in 2007 was dit eveneens het geval in het object met het Yara-product.

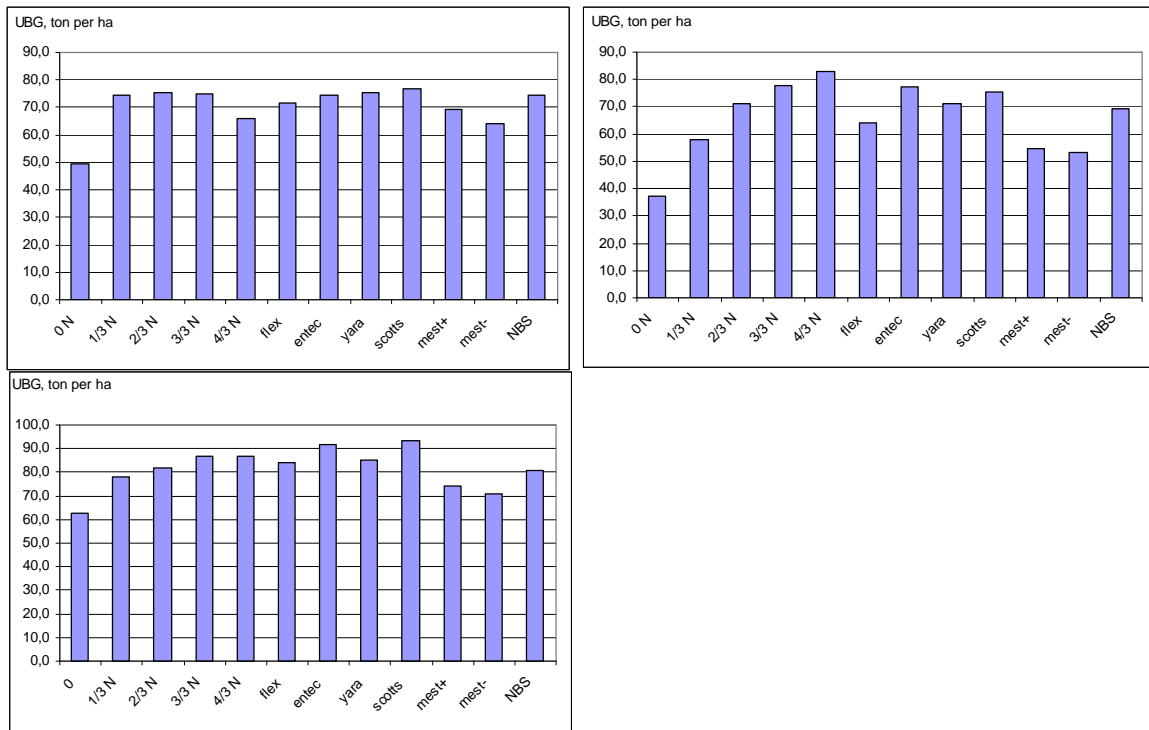
4.3.2 Versopbrengst, uitbetalingsgewicht en stikstofbenutting bij de eind oogst

De behaalde opbrengsten, onderwatergewichten en de daaruit volgende uitbetalingsgewichten voor de jaren 2006-2008 zijn weergegeven in de figuren 4.5, 4.6 en 4.7 en Bijlage 2.

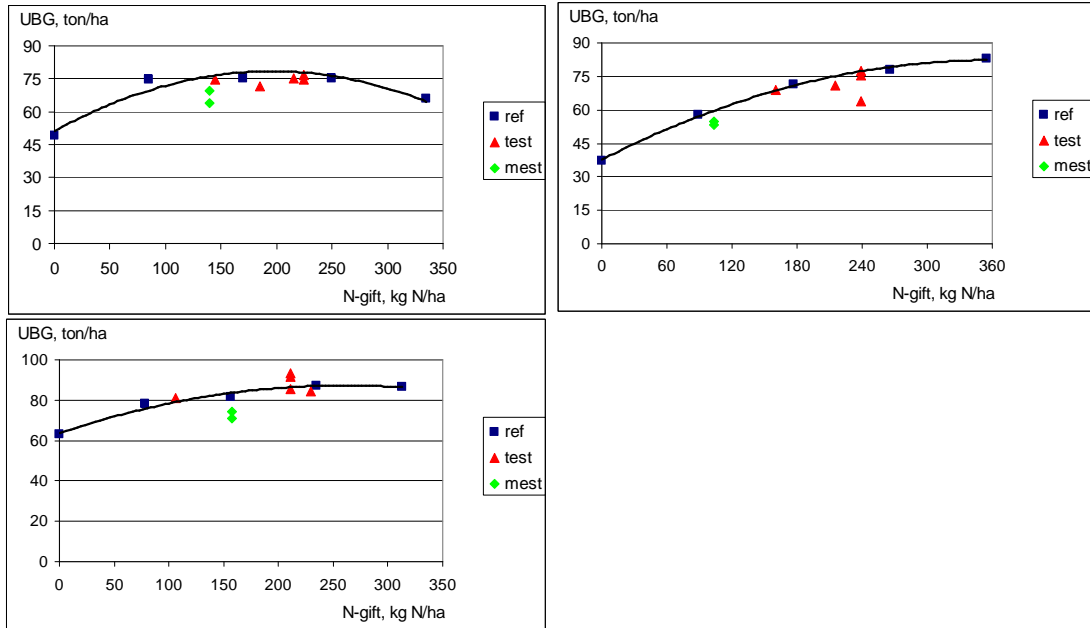
Er was sprake van een grote variatie tussen de jaren, zowel in het totale opbrengstniveau als in de respons op de bemesting. De totale opbrengsten lagen in 2006 tussen de 35 en 54 ton, in 2007 tussen de 26 en 57 ton, en in 2008 tussen de 41 en 60 ton ha⁻¹.



Figuur 4.5. Opbrengsten per object in de veldproeven met zetmeelaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).



Figuur 4.6. Uitbetalingsgewicht (UBG) per object in de veldproeven met zetmeelaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).



Figuur 4.7. Relatie tussen N-gift en uitbetalingsgewicht (UBG) voor referentie-, test- en mest-objecten in de veldproeven met zetmeelaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

In alle jaren was sprake van een significant positief effect van N-bemesting op de opbrengst en het uitbetalingsgewicht (Figuur 4.5, 4.6 en 4.7), waarmee is voldaan aan de randvoorwaarde om verschillen tussen N-meststoffen en –systemen aan te kunnen tonen. De N-gift waarbij een toename van de gift niet of nauwelijks tot een hoger uitbetalingsgewicht leidde lag in 2006 bij 1/3 N, in 2007 bij 4/3 N en in 2008 bij 3/3 N. Een verlaging van de N-gift tot 2/3 van het N-bemestingsadvies gaf in 2006 geen opbrengstderving en leidde in 2007 en 2008 tot een opbrengstverlies tot 9% ten opzichte van het 3/3 N object. Van de test-objecten gaven de objecten met Entec en het Scotts-product gemiddeld over de 3 jaren de hoogste opbrengsten en uitbetalingsgewichten. In 2007 bleef het object met het Flex Fertilizer System wat achter.

Uit Figuur 4.7 bleek dat de uitbetalingsgewichten van de test-objecten in 2006 en 2007 op of iets onder de responscurven op basis van de referentie-objecten lagen, terwijl de uitbetalingsgewichten van een aantal test-objecten in 2008 iets boven de responscurven lagen.

Aan de hand van de responscurven is een vergelijking gemaakt tussen de uitbetalingsgewichten in de testobjecten en de berekende uitbetalingsgewichten in de referentie-objecten bij dezelfde N-gift. De resultaten van de vergelijking tussen de uitbetalingsgewichten in de testobjecten en de uitbetalingsgewichten in de referentie-objecten bij het 3/3 N-niveau en bij de N-gift die overeenkwam met die in de test-objecten zijn weergegeven in Tabel 4.4.

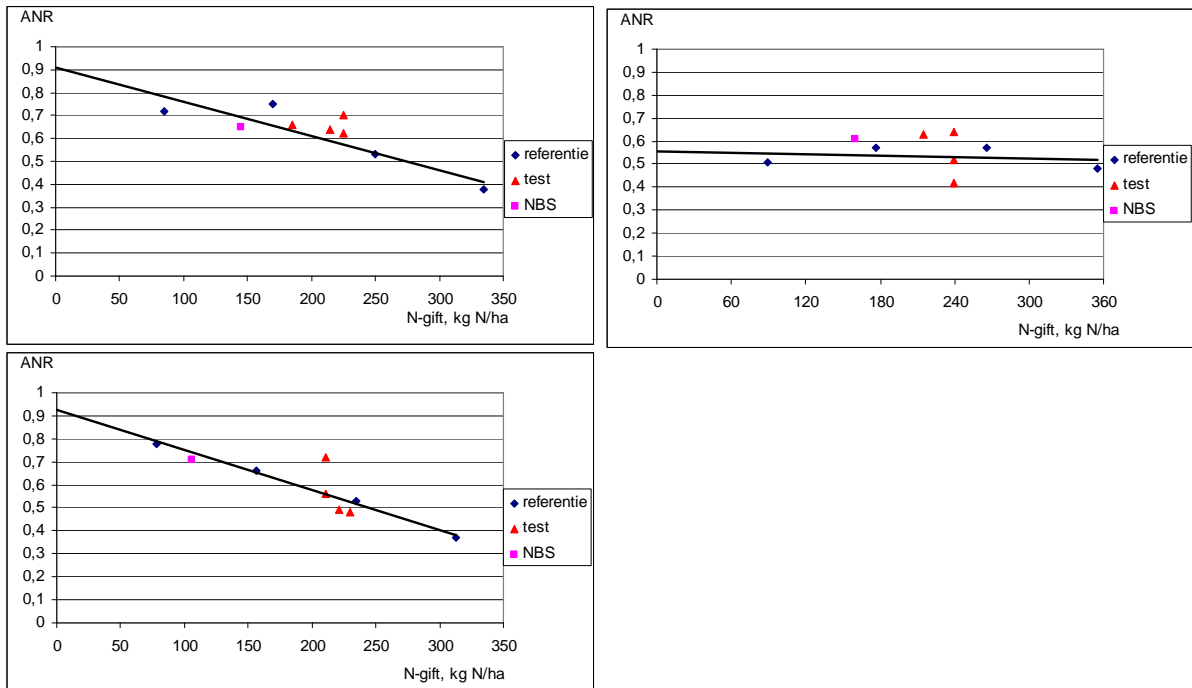
Tabel 4.4. Uitbetalingsgewichten in de testobjecten, uitbetalingsgewichten in de referentie-objecten bij 3/3 N en bij dezelfde N-gift als in de testobjecten, en het verschil tussen de uitbetalingsgewichten in de testobjecten en die in de referentie-objecten bij het 3/3 N-niveau en bij dezelfde N-gift als in de testobjecten.

Jaar	object	N-gift, kg N/ha	uitbetalingsgewicht, ton/ha			verschil t.o.v. referentie	
			test	referentie		3/3 N	bij zelfde N-gift als test
				3/3 N	bij zelfde N-gift als test		
2006	flex	185	71,6	75,0	78,6	-3,4	-6,9
	entec	225	74,7	75,0	78,2	-0,4	-3,5
	yara	215	75,2	75,0	78,5	0,2	-3,3
	scottss	225	76,8	75,0	78,2	1,7	-1,4
	mest+	140	69,4	75,0	76,3		
	mest-	140	63,9	75,0	76,3		
	NBS	145	74,6	75,0	76,7	-0,5	-2,2
	LSD _{0,05}					8,2	
2007	flex	239	63,9	77,9	79,9	-14,1	-16,0
	entec	239	77,5	77,9	79,9	-0,4	-2,3
	yara	215	71,1	77,9	77,2	-6,8	-6,1
	scottss	239	75,5	77,9	79,9	-2,4	-4,3
	mest+	103	54,8	77,9	60,1		
	mest-	103	53,4	77,9	60,1		
	NBS	160	69,1	77,9	69,7	-8,8	-0,6
	LSD _{0,05}					9,1	
2008	flex	230	84,2	87,0	89,5	-2,9	-5,3
	entec	211	91,6	87,0	88,6	4,6	3,0
	yara	221	85,3	87,0	89,1	-1,8	-3,8
	scottss	211	93,1	87,0	88,6	6,1	4,6
	mest +	157,4	74,4	87,0	84,8		
	mest -	157,4	71,0	87,0	84,8		
	NBS	106	80,8	87,0	79,5	-6,3	1,2
	LSD _{0,05}					8,4	

Uit Tabel 4.4 blijkt dat de uitbetalingsgewichten in de meeste test-objecten in de afzonderlijke jaren lager waren dan de uitbetalingsgewichten in de referentie-objecten bij 3/3 N en bij dezelfde N-gift als de test-objecten. Dit gold alleen niet voor het object met het Yara-product in 2006 en voor Entec en het Scotts-product in 2008. De verschillen waren in de meeste gevallen niet significant.

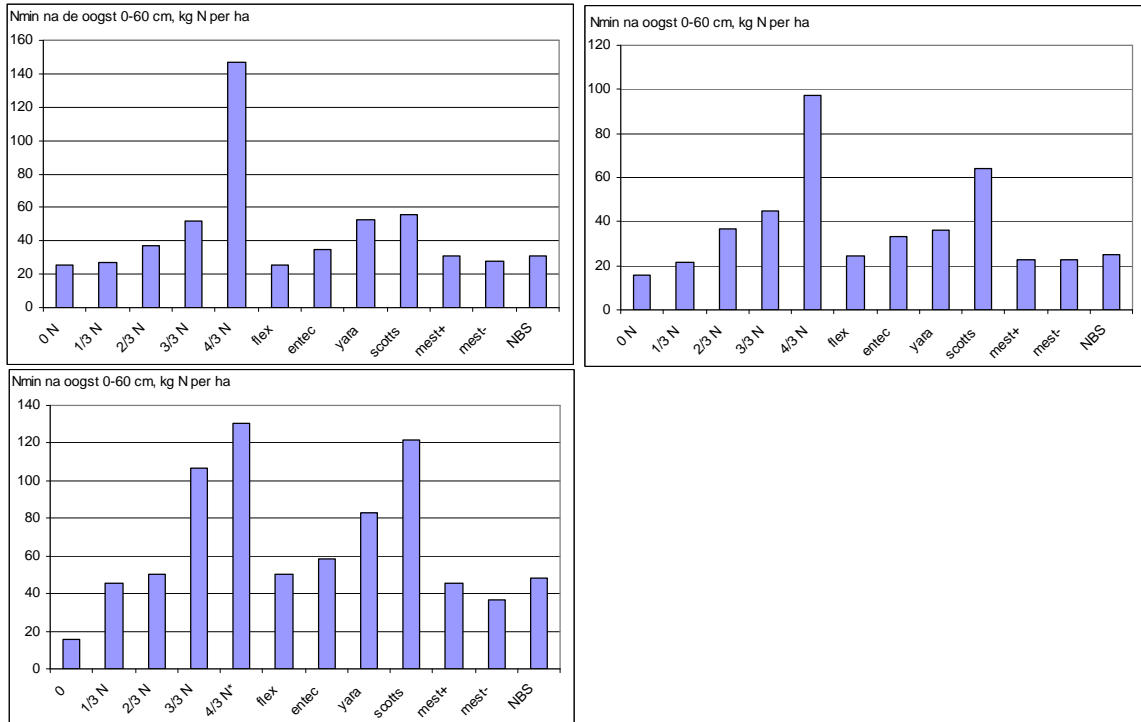
De relatie tussen de N-gift en de N-benutting of ANR is weergegeven in Figuur 4.8 (zie ook Bijlage 2). In 2006 en 2008 nam de benutting volgens verwachting af met een toename van de N-gift. In 2007 was de relatie tussen de N-gift en de N-benutting wat minder duidelijk, aangezien de hoogste benutting werd gerealiseerd bij 3/3 N en 2/3 N. De N-benutting in het referentie-object met 3/3 N varieerde tussen 53% (2006 en 2008) en 57% (2007). De N-benutting in de test-objecten kwam redelijk goed overeen met die in de referentie-objecten, en werd in het algemeen vrij goed beschreven door het verband tussen de N-gift en de N-benutting. Een lage N-gift met test-objecten betekende dan ook een hoge N-benutting. In een aantal gevallen was de N-benutting in de test-objecten hoger dan werd verwacht op basis van de relatie tussen N-gift en N-benutting van de referentie-objecten. Dit was vooral het geval voor het Scotts-

object in 2006 en 2008. De hoge N-benutting in het NBS-object in 2008 werd verklaard door de relatief lage N-gift. Gemiddeld over de 3 jaren was de ANR in de objecten met NBS en het Scotts-product relatief hoog, terwijl dat bij de andere test-objecten nogal varieerde tussen de jaren (Bijlage 2). De N-benutting in de objecten met dierlijke mest waren lager dan die van het 3/3 N object (Bijlage 2), wat verklaard kan worden uit het hoge aandeel organisch gebonden N, wat leidt tot een werkingscoëfficiënt van N in mest die lager is dan 100% (zie ook hoofdstuk 6).



Figuur 4.8. Relatie tussen de N-gift en de ANR voor referentie- en testobjecten in de veldproeven met zetmeelaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

De hoeveelheid N_{min} na de oogst (Figuur 4.9) nam toe bij toename van de N-gift. Deze toename was in 2006 en 2007 vooral sterk (verdubbeling of meer) bij een verhoging van de N-gift van 3/3 N tot 4/3 N en in 2008 bij verhoging van de N-gift van 2/3 N tot 3/3 N. Daarnaast is opvallend dat de N_{min}-voorraad na de oogst in 2008 in de meeste objecten (met uitzondering van 0 N en 4/3 N) ongeveer tweemaal zo hoog was als in de jaren 2006 en 2007, terwijl de N-bemesting iets lager en de opbrengst iets hoger was dan in voorgaande jaren. Blijkbaar waren de omstandigheden (perceel, weer) in 2008 zodanig dat de N-mineralisatie hoger was dan in andere jaren. Dit kwam tot uiting in een hogere N-opname in het 0 N-object in 2008 (Bijlage 2). Van de test-objecten was de N_{min}-voorraad relatief hoog in het object met het Scotts-product (2008) en in mindere mate in het object met het Yara-product. Relatief lage voorraden werden verkregen met Flex Fertilizer System, NBS en Entec. In veel gevallen was de N_{min}-voorraad na de oogst lager dan de 70 kg N per ha in de 0-100 cm laag die in het verleden door de Commissie Stikstof is voorgesteld als maximaal te hanteren grenswaarde voor het realiseren van doelstelling t.a.v. het nitraatgehalte in grondwater (Goosensen & Meeuwissen, 1990).



Figuur 4.9. Nmin-voorraad na de oogst in de 0-60 cm bodemlaag per object in de veldproeven met zetmeelaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

De nieuwe meststoffen en bemestingssystemen leverden een vergelijkbare, en soms een iets lagere dan wel hogere opbrengst en uitbetalingsgewicht (Figuur 4.5, 4.6 en 4.7 en Tabel 4.4) dan de referentie-objecten bij vergelijkbare N-giften, maar de gevonden verschillen waren slechts in een enkel geval significant:

- Flex Fertilizer System leidde in alle drie de jaren tot een wat lager uitbetalingsgewicht dan de referentie-objecten bij 3/3 N en bij dezelfde N-gift als in het object met Flex Fertilizer System. Vooral in 2007 was dit effect duidelijk aanwezig en significant. De Nmin-voorraad na de oogst was in alle jaren relatief laag ten opzichte van het 3/3 N object. De N-benutting was daarentegen in 2006 en 2008 hoger, en in 2007 lager dan die van het 3/3 N object.
- Entec leidde in 2006 en 2007 tot uitbetalingsgewichten die vergelijkbaar waren met die van het referentie-object met 3/3 N en wat lager dan die bij dezelfde N-gift als in het Entec-object. In 2008 was het uitbetalingsgewicht in het Entec-object hoger dan in de referentie-objecten bij 3/3 N en bij dezelfde N-gift. De Nmin-voorraad na de oogst was in alle jaren lager dan die van het 3/3 N object. De N-benutting was in 2006 en 2008 hoger en in 2007 lager dan van het 3/3 N object.
- Het Yara-product gaf in 2007 en 2008 wat lagere uitbetalingsgewichten dan de referentie-objecten met 3/3 N en met dezelfde N-gift. In 2006 was dat eveneens het geval voor het referentie-object met dezelfde N-gift, maar werd een vergelijkbaar uitbetalingsgewicht gerealiseerd als bij het object met 3/3 N. De Nmin-voorraad na de oogst was in 2006 vergelijkbaar en in 2007 en 2008 lager dan die van het 3/3 N object. De N-benutting was in 2006 en 2007 hoger en in 2008 iets lager dan van het 3/3N object.
- Het Scotts-product leverde in 2006 en 2007 een vergelijkbaar of iets lager en in 2008 een iets hoger uitbetalingsgewicht dan het 3/3 N object. Daarbij was er in alle jaren sprake van een hogere Nmin-voorraad na de oogst maar tegelijkertijd ook van een hogere N-benutting dan het 3/3N object.

- Toevoeging van Piadin gaf in 2006, 2007 en 2008 een iets hogere opbrengst en uitbetalingsgewicht in vergelijking met het mestobject zonder toevoeging. De Nmin-voorraad na de oogst was in alle jaren ook iets verhoogd ten opzichte van het mestobject zonder toevoeging, terwijl de N-benutting ook hoger (2006 en 2008) of nagenoeg gelijk was (2007).
- Bij NBS was de opbrengst en het uitbetalingsgewicht in 2006 nagenoeg gelijk en in 2007 en 2008 tot 11% lager (maar niet significant verschillend) dan van het 3/3 object. De toegediende N-gift lag daarbij op 58%, 60% en 45% van het N-bemestingsadvies. Het uitbetalingsgewicht was vergelijkbaar aan het berekende UBG in referentie-objecten bij dezelfde N-gift. De Nmin-voorraad na de oogst was steeds lager dan van het 3/3 N object, (vergelijkbaar aan die van het 1/3 N object), terwijl de N-benutting in alle jaren hoger was.

5 Veldproeven met consumptieaardappelen te Vredepeel

5.1 Uitvoering

De veldproeven met consumptieaardappelen waren gelegen op de proeflocatie van PPO te Vredepeel. Het in de proef geteelde aardappelras was Saturna. De resultaten van verricht grondonderzoek voor aanvang van het groeiseizoen en de daaruit afgeleide bemestingsadviezen zijn gegeven in Tabel 5.1. De omvang van bruto veldjes was 6 m x 16 m, en die van netto veldjes 1,5 m x 10 m. Er waren 4 herhalingen aanwezig in de proeven. Het bemestingsniveau in de test-objecten was in principe gelijk aan 67% van het N-advies.

Tabel 5.1. Uitslagen van grondonderzoek van de proefpercelen te Vredepeel (zandgrond) en het daaruit afgeleide bemestingsadvies voor consumptieaardappelen.

Resultaten grondonderzoek parameter	2006			2007			2008			
	2006	2007	2008	bemestingsadvies (kg/ha) nutriënt			gerealiseerde gift (kg/ha)			
Nmin (0-30):	25	10	14	N	225	252	245			
Pw:	48		91	P ₂ O ₅	65	0	0	110	0	0
P-PAE:		6,8								
K-getal:	18	11	12	K ₂ O	120	200	180	120	180	180

Tabel 5.2. Gerealiseerde N-gift per object in de veldproeven met consumptieaardappelen te Vredepeel. Er is steeds onderscheid gemaakt naar de basisbemesting bij poten (basis) en de bijbemesting tijdens het seizoen (bij).

Object	2006		2007		2008	
	basis	bij	basis	bij	basis	bij
0	0		0		0	
1/3 N	75		84		81	
2/3 N	150		168		163	
3/3 N	225		252		244	
4/3 N	300		252	84	325	
Flex	118	31	143	36	143	4 x 11 = 43
Entec	150		168		163	
Yara	110	40	130	40	100	60
Scotts	150		168		156	
mest+	166 (133)		225 (180)		157 (126)	
mest-	166 (133)		225 (180)		157 (126)	
NBS	100	25	100	2 x 27 = 54	100	30

5.1.1 Beschrijving test-objecten

- Entec: In dit object is de volledige bemesting vlak voor poten uitgevoerd met het product Entec 26.
- Scotts-product: In dit object is de volledige bemesting in 2006 en 2007 vlak voor poten uitgevoerd met het product Agroblen 32-5-5 en in 2008 met Agroblen 18-5-10.
- Flex Fertilizer System: de bemesting in dit object bestond uit een basisbemesting en een bijbemesting.
 - 2006: De basisbemesting is vlak na poten uitgevoerd met vloeibare meststoffen. De

- gebruikte producten waren Flex 182 (NPK 12-16 + Zn, B) en Flex 292 (N 18 + Ca, Zn, B), waarmee 118 kg N en 110 kg P₂O₅ per ha werd toegediend. Daarnaast is 150 kg K₂O toegediend via Kornkali (40% K₂O). De bijbemesting is vanaf half juni uitgevoerd in de vorm van een drie maal herhaalde bladbemesting met het product Flex 265 (N 16 + Ca, B), waarmee 31 kg N per ha werd toegediend. De totale N-gift was hiermee 150 kg N/ha.
- 2007: de basisbemesting is vlak na poten uitgevoerd met vloeibare meststoffen. De gebruikte producten waren Flex 605 (N 20) en Flex 133 (N 18 + Ca + B), waarmee 143 kg N per ha werd toegediend. De bijbemesting is half juni in de vorm van een bladbemesting uitgevoerd met het product Flex 255 (N 18 + Ca + Mg), waarmee 36 kg N per ha werd toegediend. De totale N-gift bedroeg zodoende 179 kg N per ha.
 - 2008: evenals in 2007 bestond de basisbemesting uit een gift met 107 kg N vanuit Flex fertilizer no 605 N20 (535 kg ha⁻¹) en 36 kg N vanuit Flex fertilizer nr 133 N18 (200 kg ha⁻¹). In aanvulling hierop werd er gedurende het seizoen vier keer een bladbemesting uitgevoerd met vloeibare meststof Flex Foliar 255 (N 18 + Ca + Mg), waarmee telkens 10,8 kg N werd toegediend (26 juni, 14 en 24 juli en 7 augustus), zodat de totale bijmestgift 43 kg N per ha bedroeg. De totale N-gift over het hele jaar bedroeg 186 kg N per ha.
- Yara-product:
 - 2006: in dit object is het grootste deel van de N-, P- en K-bemesting vlak voor poten uitgevoerd met het product Hydro complex grower (NPK 16-6-21) en Superstart (33% N), waarmee respectievelijk 70 kg N, 26 kg P₂O₅ en 92 kg K₂O (Hydro complex grower) en 40 kg N per ha (met Superstart) is toegediend. Aanvullend is half juni bij aanaarden een bijbemesting uitgevoerd met Nitrabor (15,5 % N) per ha, waarmee 40 kg N per ha is toegediend. De totale N-gift was hiermee gelijk aan 150 kg N per ha.
 - 2007: in dit object is de basisbemesting uitgevoerd met Superstart (33% N), waarmee 130 kg N per ha is toegediend. Half juni is een bijbemesting van 40 kg N/ha uitgevoerd met Nitrabor (15,5% N). De totale N-gift was hiermee gelijk aan 170 kg N per ha.
 - 2008: in dit object is een deel van de N-, P- en K-bemesting vlak voor poten uitgevoerd met het product Hydro complex grower (NPK 16-6-21), waarmee 75 kg N, 28 kg P₂O₅ en 98 kg K₂O is toegediend. Aanvullend is bij het poten 25 kg N toegediend met Kas. Als bijbemesting is half juni bij aanaarden een bemesting uitgevoerd met 23 kg N vanuit Superstart (70 kg ha⁻¹) en 37 kg N vanuit Nitrabor (240 kg ha⁻¹). De totale N-gift was dus 160 kg N per ha.
 - Mest + Piadin: Er is bemest met dunne varkensmest (voor samenstelling, zie Tabel 5.3). Het toedieningsniveau van de Piadin bedroeg 5 liter per hectare:
 - 2006: Het betrof een gift van 20 ton dunne varkensmest per ha. Bij het N-gehalte van de mest (8,3 kg N ton⁻¹) betekent dit een N-gift van 166 kg N per ha.
 - 2007: Het betrof een gift van 30 ton dunne varkensmest per ha. Bij het N-gehalte van de mest (7,5 kg N ton⁻¹) betekent dit een N-gift van 225 kg N per ha.
 - 2008: Het betrof een gift van 25 ton dunne varkensmest per ha. Bij het N-gehalte van de mest (6,27 kg N ton⁻¹) betekent dit een N-gift van 157 kg N per ha.

Tabel 5.3. Samenstelling van de dunne varkensmest. Gehalten in g per kg (of kg per ton) vers product.

jaar	droge-stof	ruw as	organische stof	N	C/N-ratio	N-NH ₄	Norg	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
2006	-	-	-	8,3	-	-	-	5,38	6,1	-
2007	96	35	61	7,50	4	4,9	2,6	5,31	6,5	4,2
2008	68	23	45	6,27	3	4,3	2,0	3,53	6,1	1,9

NBS:

- o 2006: In dit object is 100 kg N per ha met kas toegediend als basisbemesting. Op basis van een Nmin-monster van half juni is eind juni een bijbemesting uitgevoerd met 25 kg N per ha via kas.
- o 2007: In dit object is 100 kg N per ha toegediend met KAS als basisbemesting. Aanvullend is in de periode vanaf half juni twee keer een bijmestgift uitgevoerd met 27 kg N via kas, ofwel 54 kg N per ha.
- o 2008: In dit object is 100 kg N per ha toegediend met KAS als basisbemesting. Aanvullend is op 10 juni een aanvullende bemesting gedaan van 30 kg N (110 kg kas ha⁻¹).



Figuur 5.1. Veldproef met consumptieaardappelen te Vredepeel, 2006 (foto van half juni).

5.1.2 Waarnemingen

Tijdens het seizoen zijn in alle objecten de Nmin-voorraad in de bodem (monsternamen half juni; 0-60 cm laag) en het nitraatgehalte in bladstelen (monsternamen half juni) bepaald. Tevens is tijdens het groeiseizoen een beoordeling van de gewasstand gemaakt.

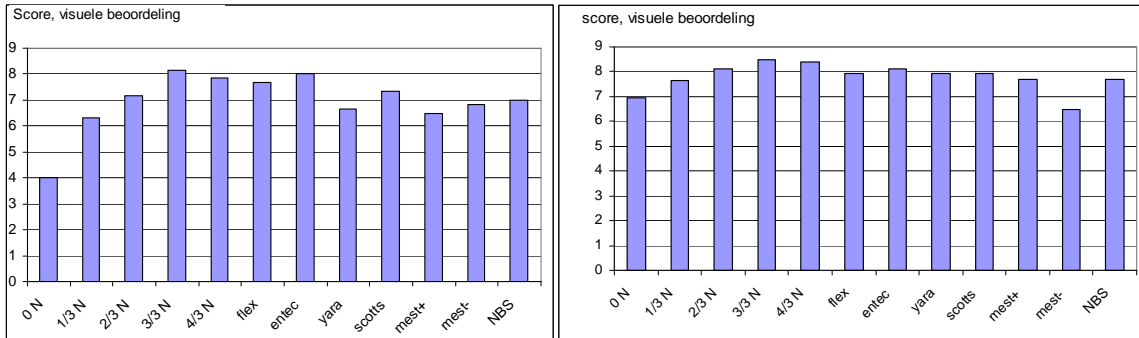
Bij de eind oogst is per veldje de opbrengst, het onderwatergewicht en de sortering (0-30, 30-50 en >50 mm) bepaald. Daarnaast is in een mengmonster per object het drogestofgehalte, het N-gehalte en het P-gehalte in de knollen bepaald.

Na de oogst is de Nmin-voorraad in de bodem (0-30 en 30-60 cm laag) per object bepaald.

5.2 Resultaten

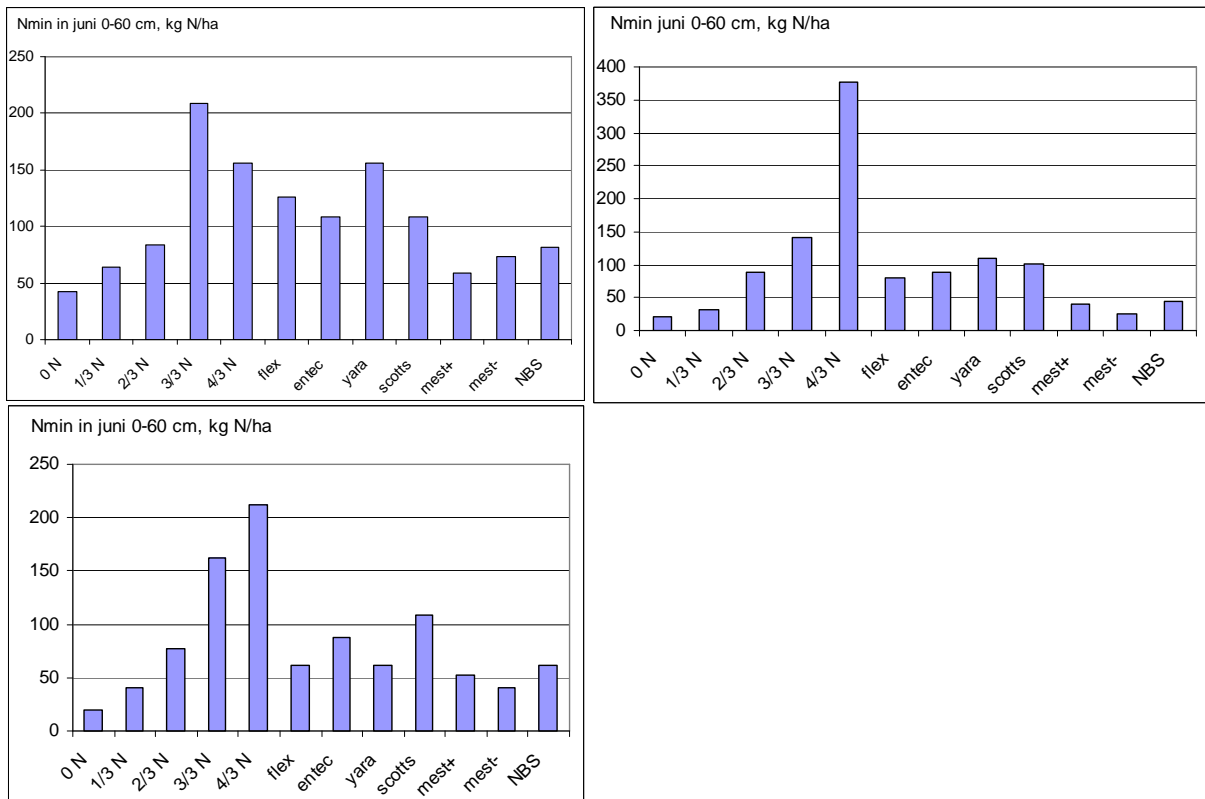
5.2.1 Waarnemingen tijdens het groeiseizoen

De resultaten van de visuele beoordeling van de gewasstand tijdens het seizoen zijn weergegeven in Figuur 5.2. Daarnaast zijn resultaten van de Nmin-voorraden in de bodem in juni (Figuur 5.3) en de nitraatgehalten in bladstelen per object gegeven (Figuur 5.4).



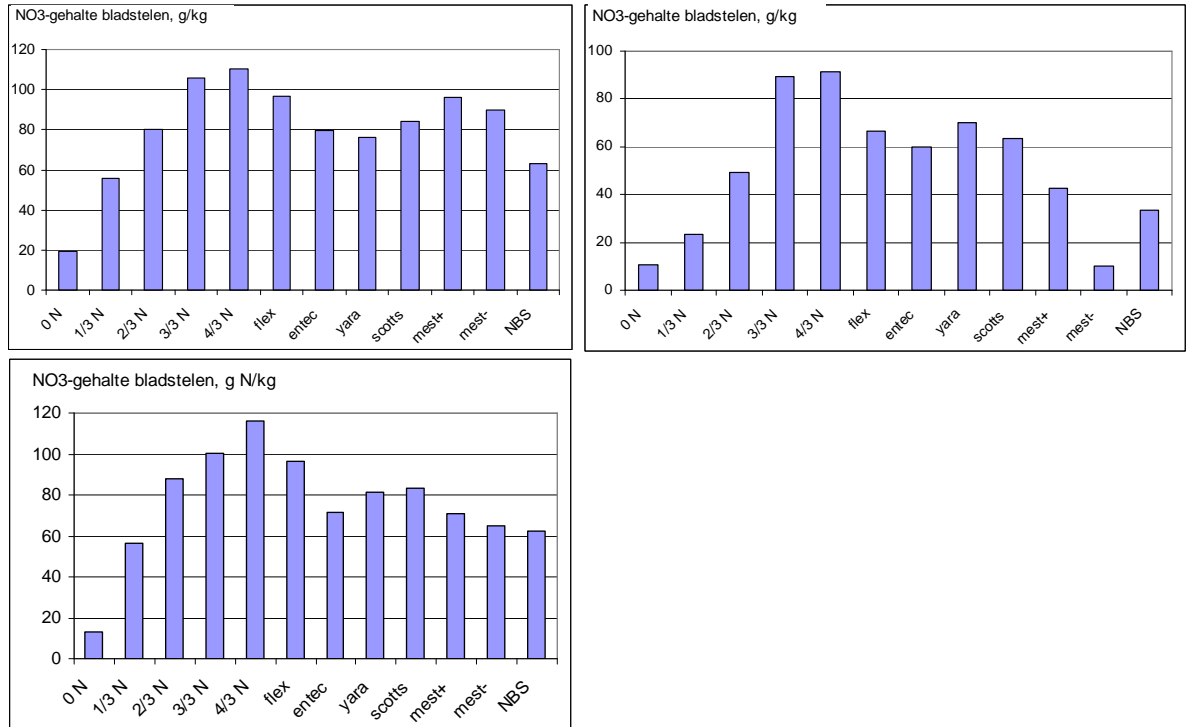
Figuur 5.2. Resultaten van de visuele beoordeling op 19-6-'06 (links) en 11-6-'07 (rechts).

Resultaten van de visuele beoordeling waren alleen beschikbaar van de jaren 2006 en 2007. De gewasstand vertoonde in 2006 een duidelijke relatie met de N-gif in de referentie-objecten, maar in 2007 waren de verschillen tussen objecten klein (Figuur 5.2). In 2006 was de stand in de objecten met Flex Fertilizer System en Entec relatief goed en bleef de stand in de objecten met het Yara-product en NBS wat achter.



Figuur 5.3. Resultaten van de Nmin-voorraad in de 0-60 cm laag op 15-6-'06 (linksboven), 12-6-'07 (rechtsboven) en 4-6-'08 (linksonder).

De Nmin-voorraad in juni nam duidelijk toe met een toename van de N-gift in de referentie-objecten. Het niveau van de Nmin-voorraad in de test-objecten kwam in 2007 en 2008 ongeveer overeen met het referentie-object met een N-gift van 2/3 N, wat overeen kwam met de verwachting. In 2006 was de Nmin-voorraad in de meeste test-objecten echter hoger dan in het referentie-object met 2/3 N. In het NBS-object en de mest-objecten was de Nmin-voorraad relatief laag, maar daar was de N-gift ook laag.



Figuur 5.3. Resultaten van het nitraatgehalte in bladstelen op 15-6-'06 (linksboven), 12-6-'07 (rechtsboven) en 4-6-'08 (linksonder).

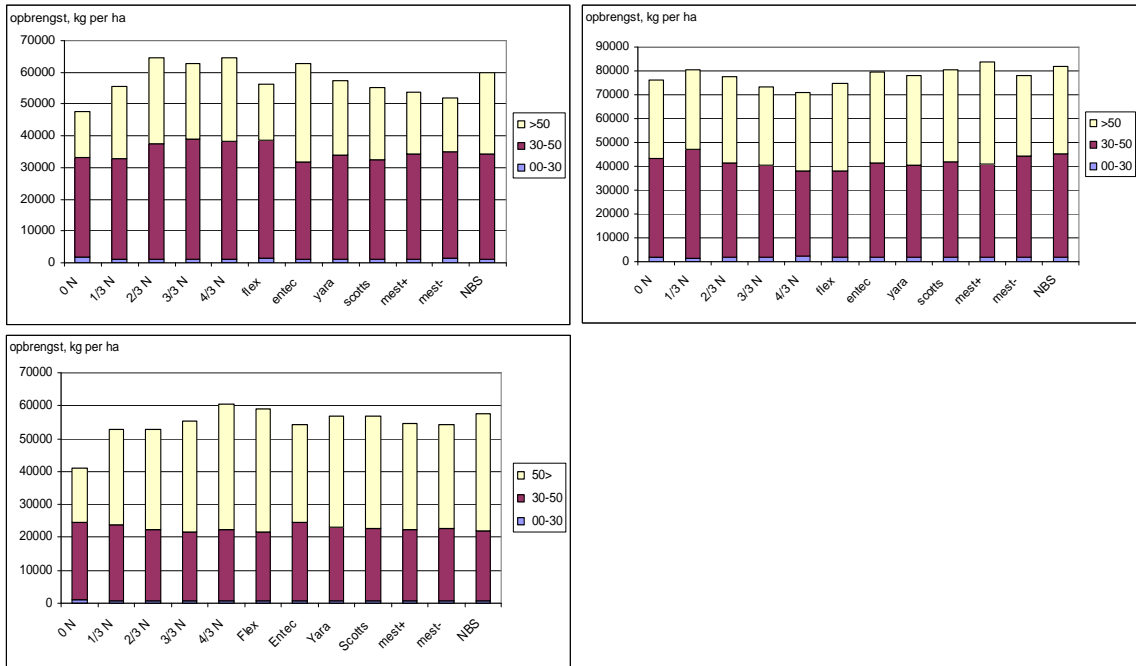
Het beeld van de nitraatgehalten in bladstelen kwam in grote lijnen overeen met dat van de Nmin-voorraaden in de bodem. Meest opmerkelijk waren de relatief hoge gehalten in de mest-objecten in 2006 en 2008. In 2007 was het verschil tussen het mestobject met en zonder Piadin groot.

5.2.2 Opbrengsten, kwaliteit en N-benutting bij de eindogst

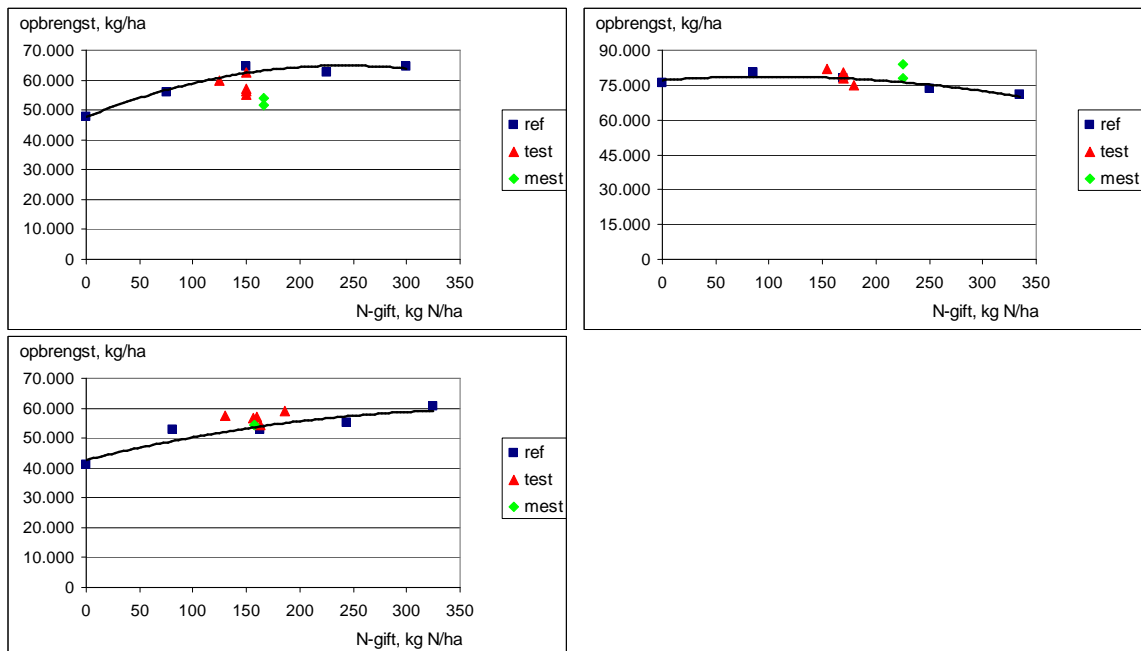
De behaalde opbrengsten voor de jaren 2006-2008 zijn weergegeven in Figuur 5.4 en 5.5: in Figuur 5.4 is de totale opbrengst en de verdeling ervan over sortingsklassen per object weergegeven en in Figuur 5.5 is de opbrengst uitgezet tegen de N-gift. Er was sprake van een grote variatie tussen de jaren, zowel in het totale opbrengstniveau als in de respons op de bemesting. De totale opbrengsten lagen in 2006 tussen de 46 en 65 ton, in 2007 tussen de 71 en 84 ton en in 2008 tussen de 41 en 60 ton ha⁻¹.

In 2006 en 2008 was er een significant, positief effect van N-bemesting op de opbrengst, waarmee is voldaan aan de randvoorwaarde om verschillen tussen N-meststoffen en –systemen aan te kunnen tonen. In 2007 was er echter geen positief effect van een toename van de N-bemesting op de opbrengst, waardoor de proef niet goed bruikbaar was om verschillen tussen meststoffen en –systemen aan te tonen. Dit is het gevolg van een hoge N-nalevering, wat bleek uit de zeer hoge N-opname van 192 kg N per ha in het 0 N-object (Bijlage 2). Dit was voldoende voor het realiseren van een hoge opbrengst van meer dan 70 ton per ha (!) in het 0 N-object. De N-gift waarbij een toename van de gift

niet of nauwelijks tot een meeropbrengst leidde lag in 2006 bij 2/3 N, in 2007 bij 1/3 N en in 2008 bij 4/3 N. Verlaging van de N-gift tot 2/3 van N-advies had in 2006 en 2007 geen negatieve gevolgen voor opbrengst en kwaliteit. In 2008 werd de opbrengst in het 2/3 N object wel iets verlaagd ten opzichte van het 3/3 N object.



Figuur 5.4. Resultaten van de knopopbrengst per sortingsklasse per object van de veldproeven met consumptieaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).



Figuur 5.5. Relatie tussen N-gift en opbrengst voor referentie-, test- en mest-objecten in de veldproeven met consumptieaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

Uit een vergelijking van de opbrengsten in de test-objecten met die van de referentie-objecten met een overeenkomstige N-gift (Figuur 5.5) blijkt dat de opbrengsten in de test-objecten in 2006 op of iets onder de responscurve op basis van de referentie-objecten lagen, terwijl dezelfde objecten in 2008 op of iets

boven de responscurve lagen.

Aan de hand van de responscurven is een vergelijking gemaakt tussen de opbrengsten in de test-objecten en de berekende opbrengsten in de referentie-objecten bij dezelfde N-gift. De resultaten van de vergelijking tussen de opbrengsten in de testobjecten en de opbrengsten in de referentie-objecten bij het 3/3 N-niveau en bij de N-gift die overeenkwam met die in de test-objecten zijn weergegeven in Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Opbrengsten in de testobjecten, opbrengsten in de referentie-objecten bij 3/3 N en bij dezelfde N-gift als van de test-objecten en het verschil tussen de opbrengsten in de testobjecten en de opbrengsten in de referentie-objecten bij het 3/3 N-niveau en bij dezelfde N-gift als van de test-objecten.

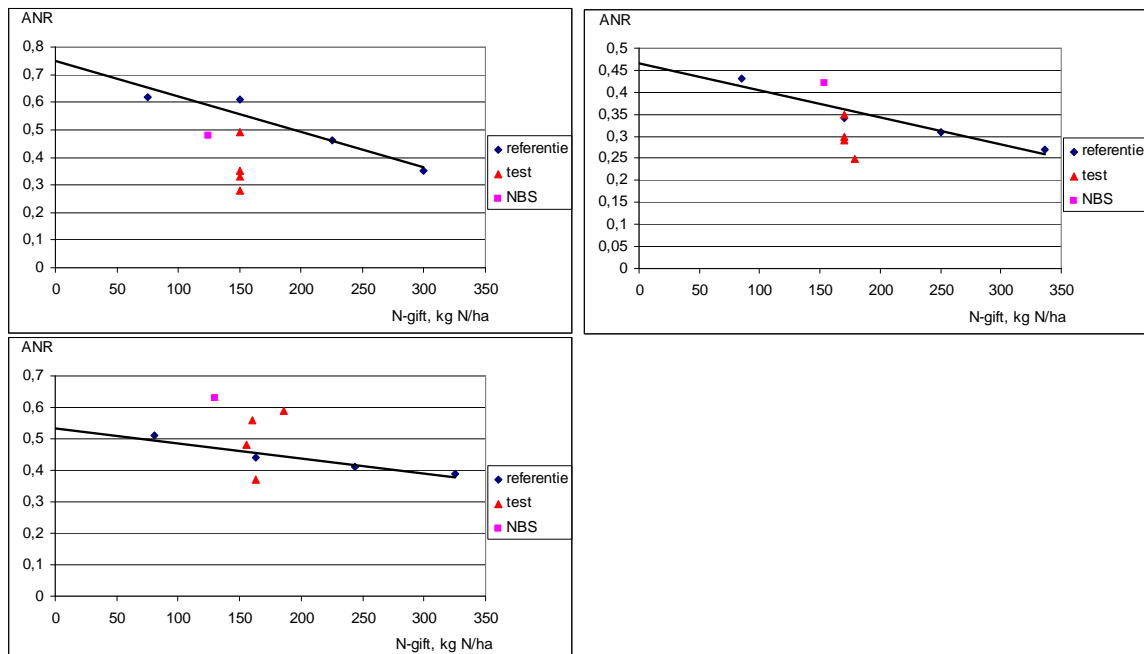
jaar	object	N-gift, kg N/ha	opbrengst, kg/ha			verschil t.o.v. referentie	
			test	referentie		3/3 N	bij zelfde N-gift als test
				3/3 N	bij zelfde N-gift als test		
2006	Flex	150	56218	62711	62375	-6493	-6157
	Entec	150	62627	62711	62375	-84	252
	Yara	150	57280	62711	62375	-5431	-5095
	Scotts	150	55089	62711	62375	-7622	-7286
	mest+	166	53800	62711	63163		
	mest-	166	51809	62711	63163		
	NBS	125	59991	62711	60842	-2720	-851
	LSD _{0,05}					16543	
2007	Flex	179	74877	73338	77704	1538	-2827
	Entec	170	79627	73338	77913	6288	1714
	Yara	170	77897	73338	77913	4558	-16
	Scotts	170	80505	73338	77913	7167	2592
	mest+	225	83833	73338	76240		
	mest-	225	78073	73338	76240		
	NBS	154	81748	73338	78221	8410	3527
	LSD _{0,05}					6064	
2008	Flex	186	59178	55227	55008	3906	4170
	Entec	163	54181	55227	53900	-1091	281
	Yara	160	56903	55227	53747	1631	3156
	Scotts	156	56839	55227	53539	1568	3300
	mest +	157	54537	55227	53592		
	mest -	157	54185	55227	53592		
	NBS	130	57364	55227	52106	2092	5258
	LSD _{0,05}					4955	

Uit Tabel 5.4 blijkt dat:

- Flex Fertilizer System in 2006 een lagere en in 2008 een hogere opbrengst had dan de referentie-objecten met 3/3 N en dezelfde N-gift. In 2007 was de opbrengst hoger dan die van het 3/3 N-object, maar lager dan de berekende opbrengst van het referentie-object met dezelfde N-gift.
- Entec in alle drie de jaren een wat hogere opbrengst had dan de referentie-objecten met dezelfde N-giften, maar dat de opbrengsten in 2006 en 2008 gelijk of wat lager waren dan in de referentie-objecten met 3/3 N.

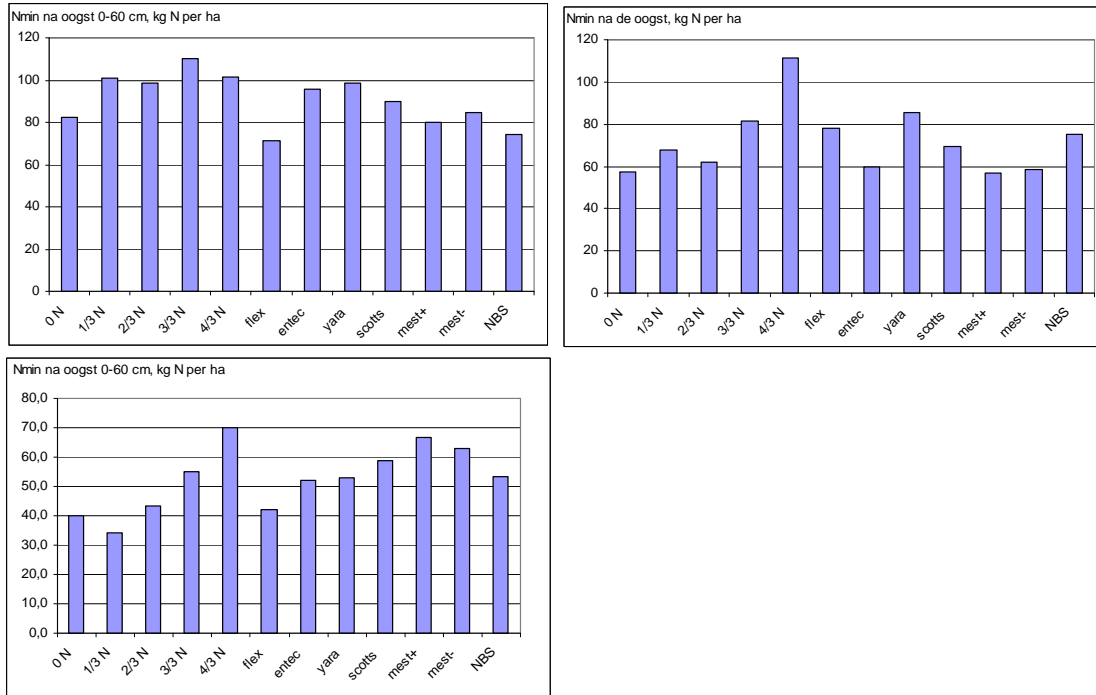
- Yara-product in 2006 een lagere en in 2008 een hogere opbrengst had dan de referentie-objecten met 3/3 N en met een vergelijkbare N-gift. In 2007 was de opbrengst vergelijkbaar aan de opbrengst in het referentie-object met een vergelijkbare N-gift, maar hoger dan de opbrengst in het referentie-object met 3/3 N.
- Scotts-product in 2006 een lagere en in 2007 en 2008 een hogere opbrengst had dan de referentie-objecten met 3/3 N en met een vergelijkbare N-gift.
- NBS in 2006 een lagere en in 2007 en 2008 een hogere opbrengst had dan de referentie-objecten met 3/3 N en met een vergelijkbare N-gift.

De N-benutting of ANR nam in alle 3 de jaren af met een toename van de N-bemesting (Figuur 5.6; Bijlage 3). De N-benutting in het NBS-object was relatief hoog en in 2008 was dit ook het geval bij Flex Fertilizer System, het Yara-product en het Scotts-product, maar in de andere jaren leidden de test-objecten niet tot een hogere N-benutting dan de referentie-objecten met dezelfde N-gift. In 2006 en 2007 was de N-benutting in de objecten met Flex Fertilizer System, het Yara-product en het Scotts-product zelfs onverklaarbaar laag.



Figuur 5.6. Relatie tussen de relatieve N-gift en de ANR voor referentie- en test-objecten in de veldproeven met consumptieaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

Ook bij de Nmin-voorraad na de oogst was er een groot verschil tussen de jaren (Figuur 5.7). Daarbij werd de maximale voorraad van 70 kg N per ha in de 0-100 cm die in het verleden als beleidsoplossing door de Commissie Stikstof (Goossensen & Meeuwissen, 1990) is voorgesteld, veelvuldig overschreden.



Figuur 5.7. Resultaten van de Nmin-voorraad na de oogst (0-60 cm) per object van de veldproeven met consumptieaardappelen in 2006 (linksboven), 2007 (rechtsboven) en 2008 (linksonder).

In 2006 was de Nmin-voorraad na de oogst in alle objecten hoog, zonder dat er een duidelijk verband was tussen Nmin-voorraad en bemestingstrap. In 2007 en 2008 waren de Nmin-voorraden lager, en was er wel een toename in Nmin-voorraad bij de bemestingstrappen 3/3 N en 4/3 N. De verschillen tussen jaren zijn opmerkelijk, aangezien er geen duidelijke relatie lijkt te zijn met de opbrengstrespons en het verschil in de N-mineralisatie tussen de jaren. Zo was de N-mineralisatie in 2007 hoog, maar heeft dit niet geleid tot hogere Nmin-waarden dan in 2006. Wel was de N-benutting in 2007 relatief laag (Figuur 5.6; Bijlage 3). De Nmin-voorraad na de oogst was relatief laag in het object met Flex Fertilizer System.

De totale opbrengst in de test-objecten met de nieuwe meststoffen en bemestingssystemen was in 2006 en 2007 vergelijkbaar aan of iets lager dan die van de referentie-objecten met 2/3 en 3/3 N, en in 2008 vergelijkbaar of iets hoger. De verschillen zijn hieronder aan de hand van de proeven uit 2006 en 2008 beschreven en waren slechts in een enkel geval significant.

- Flex Fertilizer System gaf in 2006 een lagere en in 2008 een significant hogere opbrengst dan het 2/3 N object. De Nmin-voorraad na de oogst was daarbij in 2006 lager en in 2008 vergelijkbaar aan die van het 2/3 N object. De N-benutting was in 2006 eveneens lager en in 2008 beduidend hoger dan die van het 2/3 N object.
- Entec had in beide jaren een opbrengst die vergelijkbaar was aan die van het 2/3 object. De Nmin-voorraad na de oogst was in 2006 nagenoeg gelijk en in 2008 iets hoger dan van het 2/3 N object, terwijl de N-benutting in 2006 en 2008 lager lag.
- Yara-product leidde in 2006 tot een lagere en in 2008 tot een hogere opbrengst dan het 2/3 N object. De Nmin-voorraad na de oogst was in 2006 vergelijkbaar en in 2008 hoger dan in het 2/3 N object, terwijl de N-benutting in 2006 veel lager en in 2008 hoger was dan in het 2/3 N object.
- Het Scotts-product leverde in 2006 een lagere en in 2008 een hogere opbrengst dan het 2/3 N object. Zowel de Nmin-voorraad na de oogst als de N-benutting waren in 2006 iets lager en in 2008

hoger dan van het 2/3 N object.

- NBS leverde in 2006 een iets lagere en in 2008 een hogere opbrengst. Opmerkelijk was dat de Nmin-voorraad na de oogst en de N-benutting in het NBS-object in 2006 lager en in 2008 hoger was dan in het 2/3 N object.
- Toevoeging van Piadin aan dierlijke mest gaf in 2006 een iets hogere opbrengst en in 2008 een vergelijkbare opbrengst als in het object met dierlijk mest zonder toevoeging. Toevoeging van Piadin leidde in 2006 tot een iets lagere en in 2008 tot een iets hogere Nmin-voorraad na de oogst. De N-benutting was in 2006 vergelijkbaar, en in 2008 iets hoger in het object met Piadin-toevoeging.

6 Synthese resultaten van de drie proefjaren

Gezien de grote jaarverschillen die bij de proeven naar voren komen, geven de resultaten van de verschillende proeven gezamenlijk de beste beoordeling van het effect van meststoffen en het verbeterde NBS-systeem.

In bijna alle proeven was er sprake van een positieve respons op de N-bemesting (Tabel 6.1). Uitzondering was de proef met consumptie aardappelen in 2007, waarbij de N-levering van het perceel zodanig was dat er ook zonder N-gift al zeer hoge opbrengsten werden gehaald. Opvallend is dat de opbrengstrespons op de N-bemesting tussen de jaren sterk verschilde. Hierdoor verschilde ook de N-gift waarbij een toename van de gift niet of nauwelijks tot een meeropbrengst leidde van 1/3 tot 4/3 van het N-bemestingsadvies (dikgedrukt in Tabel 6.1). Dit verschil tussen de jaren werd veroorzaakt door verschillen in bodemvruchtbaarheid van de proefpercelen en door verschillen in weersomstandigheden tussen jaren.

Verlaging van de N-bemesting tot 2/3 van het N-bemestingsadvies had in een aantal proeven nagenoeg geen effect, in andere proeven was er sprake van een negatief effect, met opbrengstdervingen tot 10%. Verhoging van de N-bemesting tot 4/3 van het bemestingsadvies gaf in twee proeven nog een meeropbrengst tot 9%. Duidelijk is dat de N-gift waarbij de maximale opbrengst wordt behaald mede afhankelijk is van de N-levering van het perceel en de weersomstandigheden tijdens de teelt.

Tabel 6.1. Resultaten van de relatieve opbrengsten (voor pootaardappelen en consumptieaardappelen) en uitbetalingsgewichten (zetmeelaardappelen), waarbij het resultaat van 3/3 N op 100% is gesteld.

Object	Pootaardappelen			Zetmeelaardappelen			Consumptieaardappelen			Gemiddeld
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
0	61	69	79	66	48	72	76	104	74	68
1/3 N	88	94	94	99	74	90	89	110	95	90
2/3 N	95	90	98	100	91	94	103	106	95	96
3/3 N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4/3 N	103	92	102	88	106	100	103	97	109	100
Flex	106	105	99	95	82	97	90	102	107	98
Entec	100	105	102	100	99	105	100	109	98	101
Yara	104	111	99	100	91	98	91	106	103	100
Scotts	100	108	103	102	97	107	88	110	103	101
Mest+	80	75	96	92	70	85	86	114	99	85
Mest-	79	74	93	85	69	82	83	106	98	83
NBS	103	104	99	99	89	93	96	111	104	98

NB1: de N-gift met de nieuwe meststoffen was gelijk aan 90% van N-advies bij pootaardappelen en zetmeelaardappelen, en 67% van N-bemestingsadvies bij consumptieaardappelen

NB2: de N-gift bij het NBS systeem varieerde tussen 45% en 92% van het N-bemestingsadvies

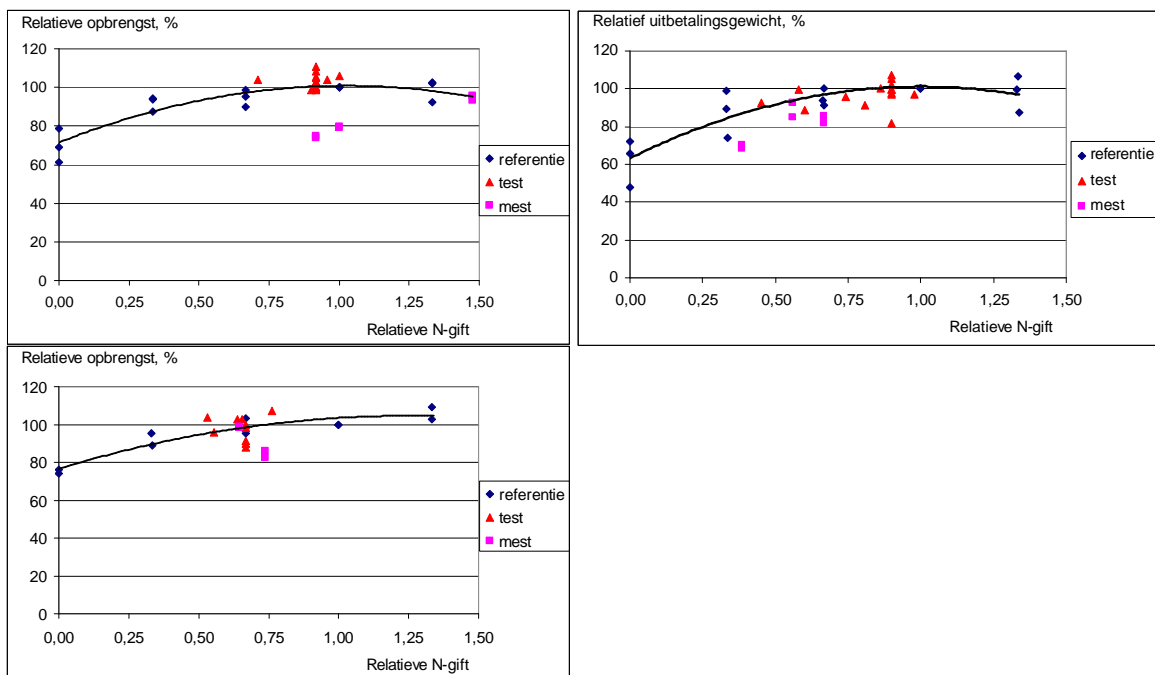
NB3: het gemiddelde is berekend op basis van 8 van de 9 proeven. De proef met consumptieaardappelen uit 2007 is buiten beschouwing gelaten.

Er lijkt geen duidelijk significant effect te zijn van nieuwe meststoffen en/of bemestingssystemen op de opbrengst of uitbetalingsgewicht. Bij de proeven met pootaardappelen waren de opbrengsten in de testobjecten (N-gift gelijk aan 90% van N-bemestingsadvies) nagenoeg gelijk of iets (maar niet significant)

hoger dan de opbrengsten van de referentie-objecten met 3/3 N en met dezelfde N-gift als de testobjecten. Bij de proeven met zetmeelaardappelen waren de opbrengsten in de testobjecten (N-gift gelijk aan 90% van N-bemestingsadvies) nagenoeg gelijk, en in sommige proeven hoger dan wel lager (niet significant) dan van de referentie-objecten met 3/3 N en dezelfde N-gift. Bij de proeven met consumptieaardappelen waren de opbrengsten in de testobjecten (N-gift gelijk aan 67% van N-bemestingsadvies) nagenoeg gelijk, en in sommige proeven hoger dan wel lager dan van zowel het 3/3 N object als het 2/3 N object.

Gemiddeld over 8 van de 9 proeven (de proef met consumptieaardappelen uit 2007 is buiten beschouwing gelaten, omdat in die proef niet werd voldaan aan de vereiste randvoorwaarden voor het toetsen van nieuwe meststoffen en/of bemestingssystemen) was de opbrengst in de objecten met Entec en het Scotts-product iets hoger dan in de referentie-objecten met 3/3 N en 2/3 N (Tabel 6.1). Het object met het Yara-product resulteerde gemiddeld in dezelfde opbrengst als in het referentie-object met 3/3 N, terwijl het object met Flex Fertilizer System en NBS in een iets lagere opbrengst resulteerde dan het referentie-object met 3/3 N, maar in een iets hogere opbrengst dan het object met 2/3 N. Het feit dat NBS nauwelijks leidde tot een lagere opbrengst is opvallend omdat de N-gift bij het NBS systeem beduidend lager was dan 3/3 N en in de proeven met zetmeelaardappelen en consumptieaardappelen zelfs lager dan dat van het 2/3 N object (Tabel 2.1). In het mest-object met Piadin was de opbrengst gemiddeld over de 8 proeven iets hoger dan in het mest-object zonder Piadin, waarbij moet worden opgemerkt dat de N-giften hier suboptimaal waren. De genoemde verschillen waren echter minimaal en niet significant en bedroegen maximaal 2%.

Hoewel de verschillen in opbrengst verkregen met de testmeststoffen en de referentie-objecten relatief klein waren, is het interessant na te gaan of de verschillen zijn veroorzaakt door de hoogte van de N-gift, de meststofkeuze en/of door de wijze van toediening (toediening aan bodem of blad, breedwerpig of geplaatst, alles ineens bij poten of via een gedeelde gift). Daartoe zijn de resultaten uit Tabel 6.1 en de figuren 3.5, 4.7 en 5.5 grafisch weergegeven in Figuur 6.1, waarbij de relatie tussen de relatieve N-gift en de relatieve opbrengst is weergegeven voor referentie- en test-objecten en objecten met dierlijke mest.



Figuur 6.1. Verband tussen de relatieve gift en de relatieve opbrengst bij pootaardappelen (linksboven),

zetmeelaardappelen (rechtsboven) en consumptieaardappelen (linksonder) in de proeven in 2006-2008.

Uit Figuur 6.1 blijkt er sprake is van een vrij grote spreiding van opbrengsten in referentie- en testobjecten rond de gemiddelde opbrengstrespons. Enerzijds wordt dat veroorzaakt door verschillen in effecten tussen de jaren. Anderzijds betekent het dat de hoogte van de relatieve N-gift slechts gedeeltelijk een verklaring geeft voor de verschillen in opbrengst tussen test- en referentiemeststoffen en dat er dus nog andere factoren zijn die een rol spelen. Aangezien de objecten met het Scotts-product en Entec gemiddeld tot de hoogste opbrengst leidden, lijkt het erop dat het werken met een langzaamwerkende N-meststof die gericht is op het beperken van de N-uitspoeling, positief uitpakt. Het feit dat met NBS ondanks een aanzienlijk lagere N-gift, geen of nauwelijks sprake is van opbrengstderving ten opzichte van de referentie-objecten, kan worden toegeschreven aan het gegeven dat met NBS beter kan worden ingespeeld op de N-behoefte van het gewas en dat te hoge giften worden voorkomen door de tussentijdse monitoring van de N-status van bodem en gewas.

De schijnbare N-benutting, ofwel apparent N recovery (ANR) is alleen bepaald in de proeven op zandgrond (Tabel 6.2).

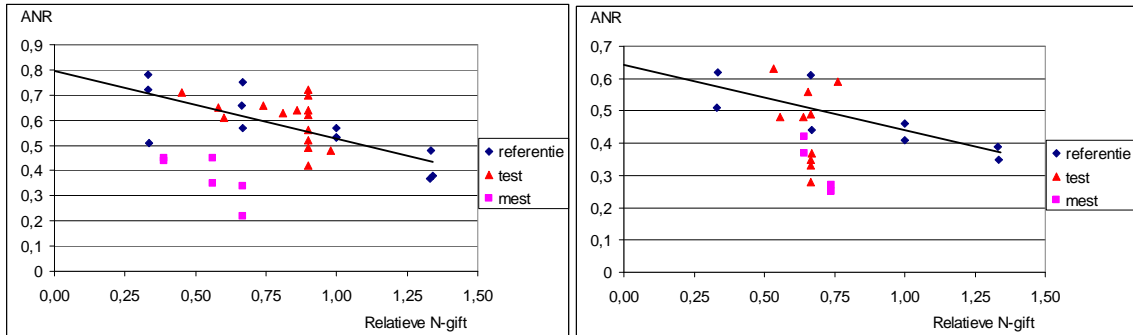
Tabel 6.2. Schijnbare N-benutting (ANR) per object in de proeven met zetmeelaardappelen te Rolde en consumptieaardappelen te Vredepeel.

Object	Zetmeelaardappelen			Consumptieaardappelen			gemiddeld
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
1/3 N	0,72	0,51	0,78	0,62	0,43	0,51	0,63
2/3 N	0,75	0,57	0,66	0,61	0,34	0,44	0,61
3/3 N	0,53	0,57	0,53	0,46	0,31	0,41	0,50
4/3 N	0,38	0,48	0,37	0,35	0,27	0,39	0,39
Flex	0,66	0,42	0,48	0,35	0,25	0,59	0,51
Entec	0,62	0,52	0,56	0,49	0,35	0,37	0,51
Yara	0,64	0,63	0,49	0,28	0,30	0,56	0,51
Scotts	0,70	0,64	0,72	0,33	0,29	0,48	0,57
Mest+	0,45	0,44	0,34	0,27	0,18	0,42	0,38
Mest-	0,35	0,45	0,22	0,25	0,01	0,37	0,33
NBS	0,65	0,61	0,71	0,48	0,42	0,63	0,62

NB: het gemiddelde is berekend op basis van 5 van de 6 proeven. De proef met consumptieaardappelen uit 2007 is buiten beschouwing gelaten.

De schijnbare N-benutting nam zoals verwacht af bij een toename van de N-gift. Bij de nieuwe meststoffen waren de effecten op N-benutting niet eenduidig. Bij de objecten met NBS en het Scotts-product was sprake van een relatief hoge N-benutting, vooral in de proeven met zetmeelaardappelen. De N-benutting bij NBS was in nagenoeg alle proeven vergelijkbaar of hoger dan die van het referentie-object met een vergelijkbare N-gift. Bij de andere objecten was dit niet tot nauwelijks het geval. Bij de objecten met dierlijke mest was gemiddeld sprake van een positief effect van toevoeging van Piadin op de N-benutting.

Ook hier kan weer de vraag worden gesteld of de verschillen in N-benutting worden veroorzaakt door de hoogte van de N-gift of door andere factoren, zoals de deling van de gift en/of de meststofvorm. Daartoe is de relatie tussen de relatieve N-gift en de relatieve opbrengst weergegeven in Figuur 6.2.



Figuur 6.2. Verband tussen de relatieve N-gift en de ANR bij zetmeelaardappelen (links) en consumptieaardappelen (rechts).

Uit Figuur 6.2 blijkt weer dat er sprake was van een vrij grote spreiding van de ANR van zowel de test- als de referentie-objecten rond de regressielijn, wat grotendeels het gevolg is van verschillen tussen jaren. Verder leek de ANR bij een bepaalde N-gift vooral bij zetmeelaardappelen bij testmeststoffen vaak hoger te zijn dan bij referentiemeststoffen, wat mogelijk het gevolg is geweest van een positief effect van de meststofvorm of toedieningswijze (plaats- en/of tijdstip) op de benutting. Bij de consumptieaardappelen was dit in mindere mate het geval en kwam het ook een aantal keren voor dat de testmeststoffen bij een bepaalde N-gift een lagere ANR hadden dan de referentie. De relatief hoge N-bemesting bij NBS kan vooral worden verklaard door de relatief lage N-gift.

Het effect van de toediening van Piadin aan mest op de N-werkingscoëfficiënt of N-werking van de mest is voor de drie proeven te Lelystad, Rolde en Vredepeel weergegeven in Tabel 6.3 en Bijlage 4.

Tabel 6.3. N-werking van mest in objecten met (+) en zonder (-) Piadin in de veldproeven te Lelystad, Rolde en Vredepeel in 2006-2008. De proef uit 2007 te Vredepeel is niet meegenomen bij de berekening van het gemiddelde.

Locatie	jaar	mest +/- Piadin	
		+	-
Lelystad	2006	0,24	0,23
	2007	0,08	0,07
	2008	0,26	0,21
	gem.	0,19	0,17
Rolde	2006	0,49	0,35
	2007	0,73	0,68
	2008	0,36	0,26
	gem.	0,53	0,43
Vredepeel	2006	0,34	0,23
	2007	0,77	0,04
	2008	0,60	0,58
	gem. (excl. '07)	0,47	0,41

Uit de gegevens in Tabel 6.3 blijkt dat de N-werking van de mest steeds vrij laag was. Dit gold vooral voor de dunne rundermest in de proef met pootaardappelen te Lelystad. In de proeven in Rolde en Vredepeel is steeds dunne varkensmest gebruikt, met een hogere N-werking. Toediening van Piadin leidde steeds tot een verhoging van de N-werking van de mest. Bij het suboptimale N-niveau in de proeven, was de N-werking in de mest met Piadin gemiddeld over alle proeven (exclusief de consumptieaardappelen in 2007) 0,06 hoger dan in de mest zonder Piadin. Uitgaande van een N-gift met mest van 170 kg N/ha betekent dat dat circa 10 kg N/ha via kunstmest kan worden bespaard. Deze besparing aan kunstmest N is niet erg groot en is waarschijnlijk niet voldoende om de kosten van de Piadin terug te verdienen.

De Nmin-voorraad na de oogst vertoonde een toename bij een toename van de N-bemesting van 2/3 tot 3/3 en vervolgens van 3/3 tot 4/3. Van de nieuwe meststoffen had alleen Flex Fertilizer System in bijna alle proeven een relatief lage Nmin. De Nmin na het gebruik van Entec was vergelijkbaar aan of iets lager dan die in het referentie-object met een vergelijkbare N-gift. Bij het Yara-product was de Nmin-voorraad in bijna alle proeven gelijk of iets hoger dan die in het referentie-object. Opvallend was dat de Nmin-voorraad na de oogst bij zetmeelaardappelen bij het Scotts-product in alle gevallen hoog was, terwijl hier de schijnbare N-benutting ook hoog was. Hiervoor is geen verklaring. Bij NBS was de Nmin-voorraad na de oogst in alle proeven relatief laag, wat in overeenstemming is met de relatief lage N-gift en de relatief hoge N-benutting.

Samenvattend:

- Flex Fertilizer System: de opbrengsten bij Flex Fertilizer System waren over het algemeen vergelijkbaar, en in een enkel geval lager dan wel hoger dan die van het referentie-object met een vergelijkbare N-gift. De Nmin-voorraad na de oogst was in bijna alle proeven relatief laag.
- Entec: de opbrengsten bij Entec waren over het algemeen vergelijkbaar of iets hoger dan die van het referentie-object met een vergelijkbare N-gift.
- Yara-product: de opbrengsten bij het Yara-product waren over het algemeen vergelijkbaar, en in een enkel geval lager dan wel hoger dan die van het referentie-object met een vergelijkbare N-gift.
- Scotts-product: de opbrengsten bij het Scotts-product waren over het algemeen vergelijkbaar, en in een enkel geval lager dan wel hoger dan die van het referentie-object met een vergelijkbare N-gift. Zowel de N-benutting als de Nmin-voorraad na de oogst waren relatief hoog.
- Piadin: toevoeging van Piadin aan mest leidde tot een hogere N-werking van de mest. Tevens werden bij suboptimale N-giften iets hogere opbrengsten gerealiseerd door toevoeging van de Piadin. Ook was de N-werking van mest met Piadin hoger dan van mest zonder Piadin. In de proeven op zandgrond werd de N-benutting verhoogd door Piadin-toevoeging aan mest. De Nmin-voorraad na de oogst was in de meeste proeven in de objecten met mest zonder Piadin gelijk aan en soms hoger of iets lager dan in de objecten met mest met Piadin.
- NBS: de opbrengsten bij NBS waren over het algemeen vergelijkbaar, en in een enkel geval lager dan wel hoger dan die van het 3/3 N object, terwijl de N-gift steeds aanzienlijk lager was. De Nmin-voorraad na de oogst was in bijna alle proeven relatief laag terwijl de N-benutting relatief hoog was. Belangrijkste conclusie is dan ook dat het NBS-systeem de beste mogelijkheden biedt om de N-efficiëntie te verhogen, bij behoud van opbrengst en kwaliteit. Het risico op N-verliezen wordt hiermee geminimaliseerd.

Literatuur

- Bakker RF & Den Boer DJ (2004) Toevoegen van nitrificatieremmer aan dunne rundermest op grasland, 2003; Literatuurstudie en oriënterend veldonderzoek. Rapport 20, Koeien en Kansen. NMI-rapport 928.03, 40 pp.
- Goossensen FR & Meeuwissen PC (1990) Advies van de Commissie Stikstof. Commissie van Deskundigen in opdracht van de Ministers van LNV, VROM en V&W. DLO, Wageningen, 93 pp + bijlagen.
- LNV (2009) Vierde Nederlandse Actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2010-2013), 50 pp. Bijlage bij de aanbiedingsbrief van Minister Verburg (onderwerp: 4^e actieprogramma; kenmerk TRCDL/2009/684) aan de Voorzitter van de Tweede Kamer van 24 maart 2009.
- Postma R & Paauw J, Van Erp PJ & Van Loon CD (1999) A decision support system for the nitrogen application to potatoes via fertigation. In: Abstracts of 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Sorrento, Italy, May 2-7, 1999, 414-415.
- Postma R & Van Erp PJ (2002) Stikstofbemesting van consumptieaardappelen via druppelfertigatie. Meststoffen 2000, NMI, Wageningen, 36-44.
- Schröder JJ, Aarts HFM, Bode MJC de, Dijk W van, Middelkoop JC van, Haan MHA de, Schils RLM, Velthof GL & Willems WJ (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, Rapport 79, 60 pp + bijlagen.
- Van Dijk W & Van Geel W (eds.) (2008) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. PPO-publicatienr. 307, 109 pp + bijlagen.
- Zerulla W, Kummer KF, Wissemeier A & Rädle M (2000) The development and testing of a new nitrification inhibitor. Proceeding No. 455 of the International Fertiliser Society, London, 23 pp.

Bijlage 1. Resultaten van de veldproeven met pootaardappelen te Lelystad in 2006, 2007 en 2008.

Opbrengst per sorteringsklasse.

jaar	object	N-gift, kg N/ha	opbrengst per sorteringsklasse, kg per ha						voer	totaal
			0-28	28-35	35-45	45-55	>55			
2006	0 N	0	595	6577	8915	4498	294	26	20904	
	1/3 N	40	365	5967	11782	9735	1896	97	29842	
	2/3 N	80	318	5515	12756	10607	3143	110	32449	
	3/3 N	120	210	4888	13104	13198	2640	44	34083	
	4/3 N	160	260	4254	12368	12929	4915	222	34949	
	flex	110	435	4914	14147	13572	3004	85	36157	
	entec	110	313	4647	13017	12135	3757	190	34058	
	yara	110	283	4603	13328	12678	4204	361	35457	
	scotts	110	247	5106	12424	12747	3372	142	34038	
	mest+	120	650	6201	10715	7803	1806	40	27215	
	mest-	120	640	5940	10046	8294	2058	71	27050	
	NBS	110	357	4949	12911	13347	3289	228	35081	
LSD _{0,05}			141	832	1269	2422	1337	163	3574	
2007	0 N	0	310	4672	15064	6365	581	0	26992	
	1/3 N	40	189	2903	16225	15885	1638	0	36839	
	2/3 N	80	114	1726	11808	17739	3861	0	35249	
	3/3 N	120	122	1764	11468	20250	5510	0	39114	
	4/3 N	160	100	1307	10813	18339	5600	0	36158	
	flex	110	151	1829	12022	21250	5726	0	40979	
	entec	110	117	1633	12006	21172	6242	0	41169	
	yara	110	138	1478	10921	22783	8097	0	43417	
	scotts	110	147	1858	12825	21986	5451	25	42293	
	mest+	110	226	4135	15311	8732	783	0	29188	
	mest-	110	258	4307	15364	8169	821	0	28919	
	NBS	85	142	2117	13335	20556	4525	0	40674	
LSD _{0,05}			90	772	2389	3366	2033	21	11573	
2008	0 N	0	292	2386	14042	16042	2996	276	36033	
	1/3 N	40	225	1725	12107	20944	7529	322	42853	
	2/3 N	80	176	1183	9544	21017	12704	296	44921	
	3/3 N	120	189	1047	9263	22028	12968	156	45650	
	4/3 N	160	131	847	7607	21622	16069	358	46635	
	flex	110	167	1103	9385	19772	14214	390	45031	
	entec	110	213	1149	8974	21708	14450	229	46722	
	yara	110	171	1246	9265	21208	13197	65	45153	
	scotts	110	179	1115	9415	22364	13339	388	46800	
	mest +	177	235	1733	11617	21000	9126	82	43793	
	mest -	177	185	1440	10815	21125	8724	225	42514	
	NBS	110	144	1447	10472	22161	10482	265	44972	
LSD _{0,05}			95	256	701	2457	2498	291	2955	

Aantal knollen per sorteringsklasse

jaar	object	N-gift, kg N/ha	aantal knollen per sorteringsklasse, # per ha					voer	totaal
			0-28	28-35	35-45	45-55	>55		
2006	0 N	0	55000	294167	217708	64583	2500	833	634792
	1/3 N	40	31667	259167	276667	127500	18056	833	713889
	2/3 N	80	27778	235000	299444	139444	28333	1389	731389
	3/3 N	120	18333	207083	297083	171250	22917	833	717500
	4/3 N	160	23333	178333	276111	167500	42500	2222	690000
	flex	110	38333	210556	320000	178056	26111	1389	774444
	entec	110	26111	200556	298889	161389	32500	1944	721389
	yara	110	25000	198611	299167	166667	35833	3889	729167
	scotts	110	20556	212500	285833	167222	27778	1667	715556
	mest+	120	58611	278611	258333	105556	15556	833	717500
	mest-	120	55556	275556	237778	110556	16944	1667	698056
	NBS	110	30000	213056	299444	178056	27778	2500	750833
LSD _{0,05}			13669	37145	29328	28661	11975	1914	61288
2007	0 N	0	23611	200000	336667	82222	4444	0	646944
	1/3 N	40	13611	120556	344167	201667	13056	0	693056
	2/3 N	80	8611	71944	245833	217222	30278	0	573889
	3/3 N	120	8333	71389	235278	238333	41944	0	403333
	4/3 N	160	6111	52222	219722	217222	43056	0	538333
	flex	110	9722	74167	245833	258056	43611	0	631389
	entec	110	8889	67500	247778	255556	46944	0	626667
	yara	110	9722	58333	223889	269722	62222	0	623889
	scotts	110	9444	75000	262778	260278	41389	278	407778
	mest+	110	16111	170556	340833	114167	5833	0	647500
	mest-	110	18889	180278	341389	108889	6111	0	655556
	NBS	85	9167	84167	271667	246111	34722	0	645833
LSD _{0,05}			7422	31900	50963	37614	14904	235	264889
2008	0 N	0	24722	105278	303611	190000	23056	3889	650556
	1/3 N	40	19167	76667	246389	234167	53056	6944	636389
	2/3 N	80	16111	51944	192500	233333	86111	4722	584722
	3/3 N	120	15833	45556	184722	241111	86667	2222	576111
	4/3 N	160	11389	37500	150833	229167	103611	5278	537778
	flex	110	15000	48056	191111	217778	95000	5000	571944
	entec	110	17778	50833	183889	240833	97222	4167	594722
	yara	110	14167	55556	187778	234444	89444	1944	583333
	scotts	110	14444	47500	187222	240556	88333	4167	582222
	mest +	177	20556	77778	247778	240000	62500	2222	650833
	mest -	177	16944	63889	228889	241667	62500	3611	617500
	NBS	110	12778	64444	216389	247500	70556	5000	616667
LSD _{0,05}			7564	11233	30228	26478	15303	3181	40512

Bijlage 2. Resultaten van de veldproeven met zetmeelaardappelen te Rolde in 2006, 2007 en 2008.
Het betreft resultaten van knolopbrengst, onderwatergewicht (OWG), uitbetalingsgewicht (UBG),
drogestof (ds)- en N-gehalte, N-opname en schijnbare N-benutting (ANR) per object.

jaar	object	N-gift, kg N/ha	opbrengst, t/ha	OWG, g/ 5 kg	UBG, t/ha	ds, g/kg	ds-opbrengst, kg/ha	N-gehalte, g/kg ds	N-opname, kg N/ha	ANR*
2006	0 N	0	35,3	519	49,3	277	9781	8,5	83	
	1/3 N	85	49,2	554	74,4	296	14553	9,9	144	0,72
	2/3 N	170	52,2	532	75,3	278	14524	14,5	211	0,75
	3/3 N	250	54,3	514	75,0	279	15154	14,2	215	0,53
	4/3 N	335	50,1	494	65,7	258	12924	16,3	211	0,38
	flex	185	50,5	525	71,6	279	14094	14,5	204	0,66
	entec	215	53,5	519	74,7	280	14980	14,9	223	0,62
	yara	215	52,9	527	75,2	279	14756	15	221	0,64
	scotts	225	54,5	523	76,8	279	15193	15,8	240	0,70
	mest+	140	46,5	548	69,4	290	13485	10,8	146	0,45
	mest-	140	43,5	540	63,9	284	12365	10,7	132	0,35
	NBS	145	50,8	540	74,6	283	14373	12,3	177	0,65
	LSD _{0,05}			5,3	12	8,2				
2007	0 N	0	26,3	525,0	37,2	284	7458	7,5	56	
	1/3 N	89	38,4	552,1	57,9	297	11415	8,9	102	0,51
	2/3 N	177	46,9	555,2	71,2	300	14068	11,1	156	0,57
	3/3 N	266	51,8	551,4	77,9	296	15330	13,5	207	0,57
	4/3 N	355	56,7	538,9	82,9	298	16892	13,4	226	0,48
	flex	239	43,4	541,6	63,9	290	12583	12,4	156	0,42
	entec	239	52,7	541,0	77,5	298	15715	11,5	181	0,52
	yara	215	48,0	544,4	71,1	292	14014	13,7	192	0,63
	scotts	239	50,7	547,2	75,5	299	15144	13,8	209	0,64
	mest+	103	37,0	544,4	54,8	296	10957	9,2	101	0,44
	mest-	103	35,9	545,7	53,4	294	10568	9,7	103	0,45
	NBS	160	46,1	550,2	69,1	292	13448	11,4	153	0,61
	LSD _{0,05}			5,9	11	9,1				
2008	0 N	0	41,4	556	62,9	298	12335	9,9	122	
	1/3 N	78	50,2	567	78,0	301	15098	12,1	183	0,78
	2/3 N	156	53,5	559	81,8	305	16320	13,8	225	0,66
	3/3 N	235	55,7	568	87,0	307	17114	14,4	246	0,53
	4/3 N	313	56,6	560	86,7	301	17022	13,9	237	0,37
	flex	230	56,3	548	84,2	294	16548	14	232	0,48
	entec	211	60,1	558	91,6	301	18085	13,3	241	0,56
	yara	211	54,6	568	85,3	300	16386	14	229	0,49
	scotts	211	60,5	562	93,1	303	18329	15	275	0,72
	mest+	157	48,7	559	74,4	289	14081	12,5	176	0,34
	mest-	157	46,4	560	71,0	296	13737	11,4	157	0,22
	NBS	106	51,4	572	80,8	298	15305	12,9	197	0,71
	LSD _{0,05}			5,1	14	8,4				

Bijlage 3. Resultaten van de veldproeven met consumptie aardappelen te Vredepeel in 2006, 2007 en 2008. Het betreft resultaten van knolopbrengst, onderwatergewicht (OWG), drogestof (ds)- en N-gehalte, N-opname en schijnbare N-benutting (ANR) per object.

Jaar	Object	N-gift, kg N/ha	opbrengst in kg/ha				OWG	ds, g/kg	N, g/kg ds	N-opn., kg N/ha	ANR
			00-30	30-50	>50	totaal					
2006	0 N	0	1769	31378	14631	47778	351	191	11,3	103	
	1/3 N	75	1022	31707	23009	55738	377	200	13,4	149	0,62
	2/3 N	150	1164	36318	27147	64629	373	199	15,1	194	0,61
	3/3 N	225	1173	37938	23600	62711	376	205	16,1	207	0,46
	4/3 N	300	1173	36967	26396	64536	371	204	15,9	209	0,35
	flex	150	1276	37253	17689	56218	362	197	14,0	155	0,35
	entec	150	907	31018	30702	62627	382	200	14,1	177	0,49
	yara	150	1196	32587	23498	57280	376	200	12,7	145	0,28
	scotts	150	924	31431	22733	55089	376	202	13,7	152	0,33
	mest+	166	1244	33089	19467	53800	366	204	13,5	148	0,27
	mest-	166	1560	33453	16796	51809	368	199	14,0	144	0,25
	NBS	125	911	33480	25600	59991	371	196	13,9	163	0,48
	LSD _{0,05}			556	6673	12688	16543	23			
2007	0 N	0	1880	41492	32752	76123	432	221	11,4	192	
	1/3 N	85	1597	45617	33413	80627	442	230	12,3	228	0,43
	2/3 N	170	1873	39708	36200	77782	429	223	14,4	250	0,34
	3/3 N	250	1950	38298	33090	73338	427	220	16,7	269	0,31
	4/3 N	336	2370	35773	32820	70963	428	220	18,2	284	0,27
	flex	179	1970	36035	36872	74877	433	225	14,0	236	0,25
	entec	170	1840	39818	37968	79627	436	229	13,8	252	0,35
	yara	170	1680	38908	37308	77897	441	223	14,0	243	0,30
	scotts	170	1693	40083	38728	80505	436	222	13,5	241	0,29
	mest+	225	1773	39267	42793	83833	429	218	12,7	232	0,18
	mest-	225	1670	42508	33895	78073	438	222	11,0	191	-0,01
	NBS	154	1847	43202	36700	81748	437	224	14,0	256	0,42
	LSD _{0,05}			565	4528	6758	6064	15			
2008	0 N	0	1032	23415	16605	41053	427	216	9,5	84	
	1/3 N	81	756	22909	29015	52680	436	229	10,4	125	0,51
	2/3 N	163	762	21576	30308	52646	428	229	13,0	157	0,44
	3/3 N	244	793	20715	33764	55272	428	226	14,7	184	0,41
	4/3 N	325	821	21497	38109	60427	425	227	15,3	210	0,39
	flex	186	670	20848	37660	59178	435	224	14,6	194	0,64
	entec	163	766	23921	29494	54181	434	229	11,7	145	0,37
	yara	160	821	22325	33757	56903	430	229	13,3	173	0,56
	scotts	156	769	22021	34050	56839	431	231	12,1	159	0,48
	mest+	157	790	21675	32072	54537	428	236	11,7	151	0,42
	mest-	157	742	22003	31439	54185	434	225	11,7	143	0,37
	NBS	130	803	21272	35289	57364	433	228	12,7	166	0,63
	LSD _{0,05}			255	2607	5962	4955	18			

Bijlage 4. Achtergrondgegevens die zijn gebruikt voor de berekening van de N-werking van mest met of zonder Piadin (+/- P) op de locaties te Lelystad (L), Rolde (R) en Vredepeel (VP).

locatie	jaar	N-gift	+/- P	opbrengst, kg/ha	meeropbrengst t.o.v. 0N-object		N-werking mest, kg N/kg N km
					totaal, kg/ha	kg/kg N	
L	2006	0		20904			
L	2006	40		29842	8938	223	
L	2006	120	+P	27215	6311	53	0,24
L	2006	120	- P	27050	6146	51	0,23
L	2007	0		26992			
L	2007	40		36839	9847	246	
L	2007	110	+P	29188	2196	20	0,08
L	2007	110	- P	28919	1927	18	0,07
L	2008	0		36033			
L	2008	40		42853	6820	171	
L	2008	177	+P	43793	7760	44	0,26
L	2008	177	- P	42514	6481	37	0,21
L	06-08	mest	+P				0,19
L	06-08	mest	-P				0,17
locatie	jaar	object		UBG, ton UBG/ha	meeropbrengst t.o.v. 0N-object		N-werking mest, kg N/kg N km
					totaal, t/ha	kg/kg N	
R	2006	0		49,3			
R	2006	85		74,4	25,1	295	
R	2006	140	+P	69,4	20,1	144	0,49
R	2006	140	- P	63,9	14,6	104	0,35
R	2007	0		37,2			
R	2007	89		57,9	20,7	233	
R	2007	103	+P	54,8	17,6	171	0,73
R	2007	103	- P	53,4	16,2	157	0,68
R	2008	0		63			
R	2008	78		78	15	192	
R	2008	157	+P	74	11	70	0,36
R	2008	157	- P	71	8	51	0,26
R	06-08	mest					0,53
R	06-08	mest					0,43
locatie	jaar	object		opbrengst, kg/ha	meeropbrengst t.o.v. 0N-object		N-werking mest, kg N/kg N km
					totaal, kg/ha	kg/kg N	
VP	2006	0		47778			
VP	2006	75		55738	7960	106	
VP	2006	166	+P	53800	6022	36	0,34
VP	2006	166	- P	51809	4031	24	0,23
VP	2007	0		76123			
VP	2007	85		79030	2907	34	
VP	2007	225	+P	82060	5937	26	0,77
VP	2007	225	- P	76403	280	1	0,04
VP	2008	0		41053			
VP	2008	81		52680	11627	144	
VP	2008	157	+P	54537	13484	86	0,60
VP	2008	157	- P	54185	13132	84	0,58
VP	06+08	mest		excl.2007			0,47
VP	06+08	mest		excl.2007			0,41