

Actualisatie stikstofbehoefte prei

Verslag van stikstoftrappenproeven in prei uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond in 2006-2008

W.C.A. van Geel, J.A.M. Wilms & G.J.H.M. Meuffels

© 2009 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht en met financiering van:

Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK DEN HAAG



**landbouw, natuur en
voedselkwaliteit**

Projectleiding:	Gerard Meuffels
Uitvoering proeven:	Jos Wilms
Analyse en verslaglegging:	Willem van Geel

Projectnummer: 3250049400

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenteteelt
Locatie Vredepeel
Adres : Vredeweg 1c
: 5816 AJ Vredepeel
Tel. : 0478 – 53 82 40
Fax : 0478 – 53 82 49
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	11
2 OPZET EN UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	13
2.1 Opzet van de proeven	13
2.2 Uitvoering.....	13
2.3 Verwerking van de resultaten	16
3 RESULTATEN	17
3.1 Resultaten per proef	17
3.1.1 Vroege herfststeelt Vredepeel 2006	17
3.1.2 Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	18
3.1.3 Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	19
3.1.4 Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	20
3.1.5 Zaaiprei Vredepeel 2006-2007	21
3.1.6 Zaaiprei Evertsoord 2006-2007	23
3.1.7 Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	23
3.1.8 Vroege herfststeelt Castenray 2007	24
3.1.9 Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	25
3.1.10 Late wintersteelt Castenray 2007-2008	26
3.1.11 Zaaiprei Vredepeel 2007-2008	27
3.1.12 Zaaiprei Castenray 2007-2008	28
3.1.13 Vergelijking N-gift 235 en 300 kg N/ha.....	28
3.2 N-respons, modelkeuze en optimale N-gift	29
3.3 Afleiding van een stikstofbestedingsrichtlijn.....	45
3.4 Alternatieve scenario's	50
3.4.1 Stikstofprijs en productprijs	50
3.4.2 Modelkeuze.....	54
3.4.3 Aanpassing van de dataset.....	55
3.5 Effect verandering N-richtlijn op de financiële opbrengst.....	58
3.6 Effect op het N-overschot	58
3.7 Opname van voorgaande proeven	60
3.7.1 Commentaar van de CDM op de dataset van proeven.....	60
3.7.2 Afleiding N-bestedingsrichtlijn met inbegrip van voorgaande proeven.....	60
3.7.3 Effect verandering N-bestedingsrichtlijn op de financiële opbrengst.....	63
3.7.4 Effect op het N-overschot	64
4 DISCUSSIE	67
5 VOORSTEL NIEUWE N-BEMESTINGSRICHTLIJN PREI	69
LITERATUUR	70
BIJLAGE 1. VERDELING VAN DE STIKSTOFGIFTEN	71
BIJLAGE 2. WEERSGEGEVENS	73
BIJLAGE 3. STIKSTOFOPNAME IN HET MARKTBAAAR PRODUCT VAN DE PROEVEN TE METERIK.....	77

APPENDIX OPMERKINGEN EN VRAGEN VAN DE CDM-WERKGROEP ACTUALISATIE STIKSTOFBEMESTINGSADVIES EN DE ANTWOORDEN HIEROP	79
A.1 Opmerkingen en vragen van de werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies.....	80
A.2 Antwoorden op de vragen van de werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies.....	82
A.3 Aanvullende vragen werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies en de antwoorden hierop.....	104

Samenvatting

De stikstofgebruiksnorm voor prei wordt in praktijk als te laag ervaren om een optimale financiële opbrengst te behalen. Op verzoek van de Landelijke Gewascommissie Prei is nieuw stikstofbemestingsonderzoek uitgevoerd om tot een betere onderbouwing van de stikstofbehoefte van prei te komen en tot een toetsing van de huidige gebruiksnorm.

Om tot een aanpassing van de gebruiksnorm te komen, moet eerst de huidige stikstofbemestingsrichtlijn voor prei (280 – N_{min}(0-60)) worden getoetst en indien nodig een nieuwe richtlijn worden opgesteld. Daartoe zijn gedurende twee proefjaren elf stikstoftrappenproeven uitgevoerd in verschillende teeltperioden op drie locaties in het zuidoostelijk zandgebied. Het betrof:

- een vroege herfstteelt op proefboerderij Vredepeel in 2006 en 2007;
- een vroege herfstteelt op een praktijkperceel te Castenray (nabij Horst) in 2007;
- een vroege wintersteelt op een praktijkperceel te Evertsoord (nabij Sevenum) in 2006
- een late wintersteelt te Vredepeel in 2006 en 2007;
- een late wintersteelt te Castenray in 2007;
- zaaiprei te Vredepeel in 2006 en 2007;
- zaaiprei te Evertsoord in 2006 en te Castenray in 2007.

In alle proeven zijn de volgende stikstoftrappen opgenomen: 0, 75, 150, 235, 300 en 375 kg N per ha, toegediend in de vorm van kalkammonsalpeter (KAS). Bij elke N-trap is de gift in drieën gedeeld.

Voorafgaand aan de teelt is geen organische mest toegediend.

Verder is nog een twaalfde, externe proef toegevoegd. Dit betrof een vroege wintersteelt te Vredepeel waarin ook een stikstoftrappenreeks met KAS was aangelegd: 0, 80, 150, 220 en 290 kg N/ha (gedeelde giften).

Per proef zijn alle objecten op hetzelfde moment geoogst. Bij sommige proeven op de locatie Vredepeel is op twee momenten geoogst om na te gaan in hoeverre het oogstmoment van invloed is op de optimale stikstofgift.

Van de vier zaaipreiproeven mislukte bij de twee proeven die op de praktijkpercelen werden uitgevoerd, de teelt. Ook is één plantpreiproef niet goed geslaagd en niet geselecteerd voor de onderbouwing van een nieuwe N-bemestingsrichtlijn.

De hoogte van de stikstofgift had vooral effect op de productie en veelal niet op de kwaliteit. In een aantal proeven leidde een toename van de N-gift zelfs tot een verlaging van de kwaliteit. Toename van de N-gift had zelden positief effect op de kwaliteit. Wel leidde het meestal, door toename van de marktbaar opbrengst, ook tot een toename van de kilogramopbrengst in klasse 1. De hoogte van de N-gift had in de meeste proeven ook geen duidelijk effect op tripsschade. In een enkel geval leidde een hogere N-gift tot meer zichtbare tripsschade, maar door de donkerdere groene kleur bij de hogere N-giften was de tripsschade ook meer zichtbaar.

Het oogsttijdstip had over het geheel genomen geen duidelijk effect op de optimale N-gift.

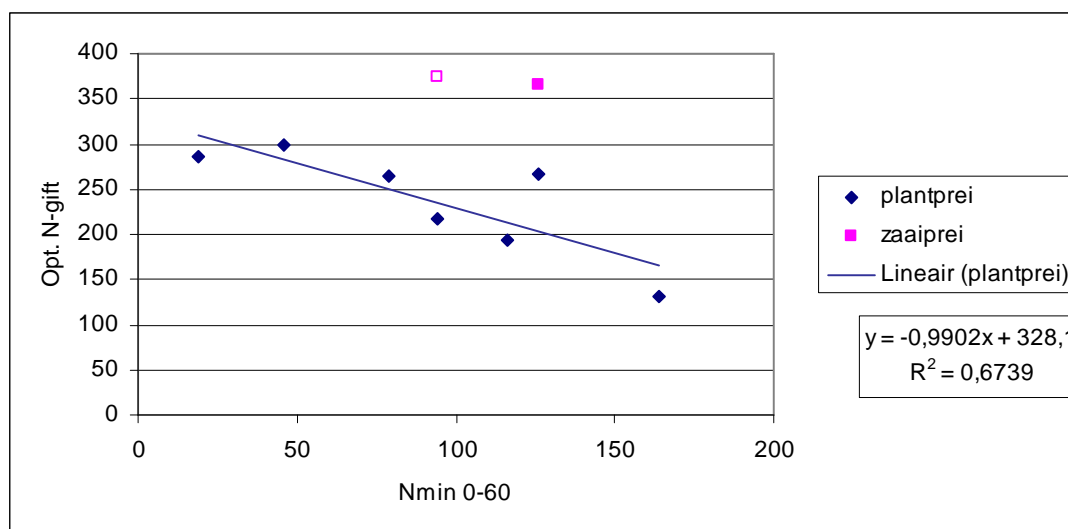
De opbrengstreactie van de prei op de stikstofgift is per proef modelmatig beschreven, waarna met behulp van het model een economisch optimale N-gift is afgeleid: het omslagpunt waarbij de kosten van extra stikstof gelijk zijn aan de extra financiële opbrengst. In tabel A is de afgeleide optimale N-gift per proef weergegeven, de N_{min}-voorraad in de bodemlaag 0-60 cm voor de teelt en het N-aanbod (N-gift + N_{min}). De proefresultaten geven de indruk dat de stikstofbehoefte van zaaiprei hoger is dan die van plantprei en dat vanuit economisch oogpunt voor plantprei en zaaiprei het beste aparte N-bemestingsrichtlijnen kunnen worden opgesteld. Echter, op basis van slechts twee geslaagde zaaipreiproeven op proefboerderij Vredepeel kon geen N-bemestingsrichtlijn voor zaaiprei worden opgesteld. Hoogstens kan worden gezegd dat de optimale N-gift gemiddeld over de twee proeven op zijn minst 370 kg N/ha bedroeg of het optimaal N-aanbod in de bodemlaag 0-60 cm op zijn minst 480 kg N/ha.

Tabel A. **Berekende economisch optimale N-gift per proef, Nmin-voorraad in de bodem voor de teelt en het N-aanbod**

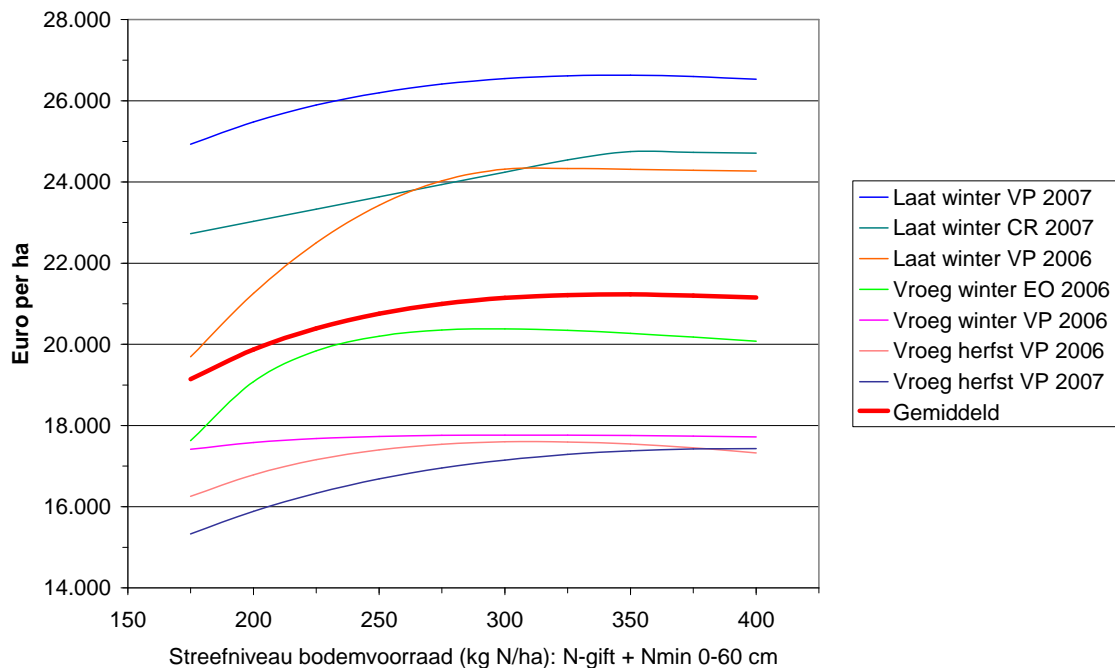
Proef	Optimale N-gift	Nmin 0-60 cm	N-aanbod 0-60 cm
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	217	94	311
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	286	19	305
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	132	164	296
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	194	116	310
Zaai-prei Vredepeel 2006-2007	>375	94	>469
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	267	126	393
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	299	46	345
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	79	343
Zaai-prei Vredepeel 2007-2008	366	126	492
Gemiddeld alle proeven	>267	96	>363
Gemiddeld plantpreiproeven	237	92	329
Gemiddeld zaai-preiproeven	>371	110	>481

Uit de plantpreiproeven kon een empirisch verband worden afgeleid tussen de optimale N-gift en de Nmin voor de teelt van afgerond 330 – Nmin(0-60) (zie figuur A). Dit geeft aan wat gemiddeld genomen een optimale stikstofgift is, afhankelijk van de Nmin. Echter, doordat het optimale N-aanbod voor de afzonderlijke proeven hiervan afwijkt, wordt er in de ene proef te veel gegeven en in de andere te weinig. Dit leidt in beide gevallen tot een lager financieel resultaat (te hoge meststofkosten en/of opbrengstderving). Daarom is ook nagegaan bij welk streefniveau gemiddeld over alle proeven de hoogste financiële opbrengst wordt behaald: financiële opbrengst marktbaar product minus de kosten van de stikstofmeststof (zie figuur B). Hieruit volgde een economisch optimale richtlijn van 345 – Nmin(0-60).

Er kon bij de zaai-prei niet duidelijk uit de proeven worden opgemaakt of de N-behoefte verschilt per teeltperiode. Daarvoor is het aantal uitgevoerde proeven te klein.



Figuur A. **Optimale N-gift uitgezet tegen de Nmin-voorraad 0-60 cm (kg N/ha)**



Figuur B. **Financiële opbrengst minus meststofkosten bij de plantpreiproeven, uitgezet tegen het streefniveau van de bodemvoorraad 0-60 cm (N-gift + Nmin 0-60 cm)**

Verandering van de verhouding tussen stikstofprijs en de productprijs had betrekkelijk weinig effect op de afgeleide economisch optimale N-gift bij plantprei per proef en nauwelijks op de economisch optimale N-bemestingsrichtlijn.

De modelkeuze had wel aanmerkelijke invloed op de afgeleide economisch optimale N-gift per individuele proef, maar weinig op de afgeleide economisch optimale N-bemestingsrichtlijn voor plantprei over alle proeven gezamenlijk.

Het verwijderen van proeven uit de dataset leverde kleine verschillen op ten aanzien van de economisch optimale N-bemestingsrichtlijn, maar gaf geen wezenlijk ander beeld omtrent de stikstofbehoefte van plantprei.

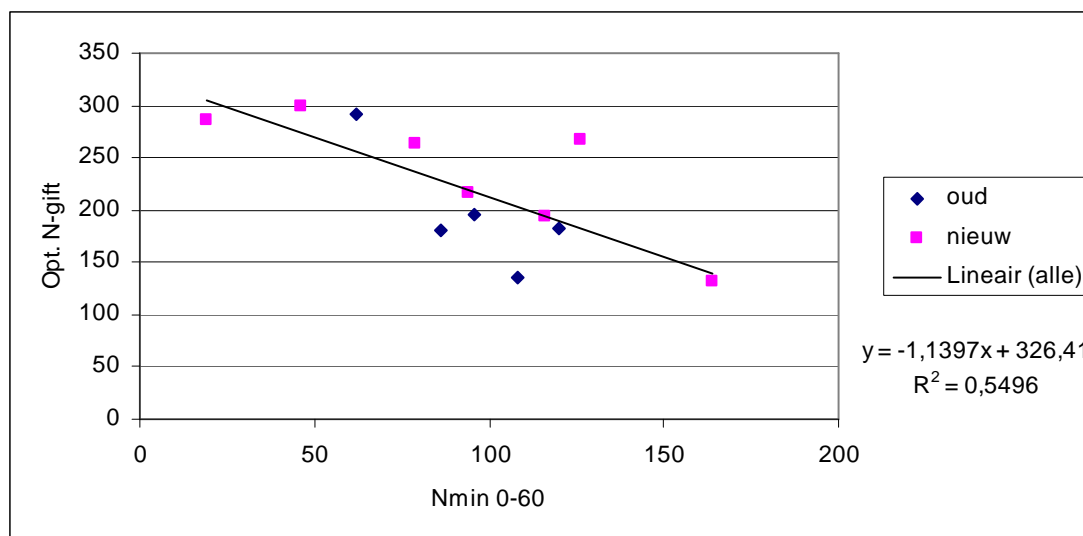
Van de in 2006-2008 uitgevoerde proeven is in september 2008 een conceptverslag uitgekomen en ter beoordeling voorgelegd aan de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM). De CDM adviseert het ministerie van LNV over gewenste aanpassingen van aannames, regels, normen, onderbouwingen en forfaits in de Meststoffenwet. Dit betreft een wettelijke onderzoekstaak.

De CDM gaf aan ook voorgaande plantpreiproeven in de afleiding van de richtlijn te betrekken. Dit betrof vijf proeven in een late herfstteelt, uitgevoerd in 1999 t/m 2003 te Meterik. In tabel B is de afgeleide optimale N-gift per proef weergegeven, de Nmin-voorraad in de bodemlaag 0-60 cm voor de teelt en het N-aanbod (N-gift + Nmin) van de oude en nieuwe plantpreiproeven en in figuur C is het empirisch verband tussen de optimale N-gift en de Nmin voor de teelt weergegeven. De afleiding van een economisch optimale richtlijn (waarbij gemiddeld over alle proeven de hoogste financiële opbrengst wordt behaald) resulteerde in 340 – Nmin(0-60) (zie figuur D).

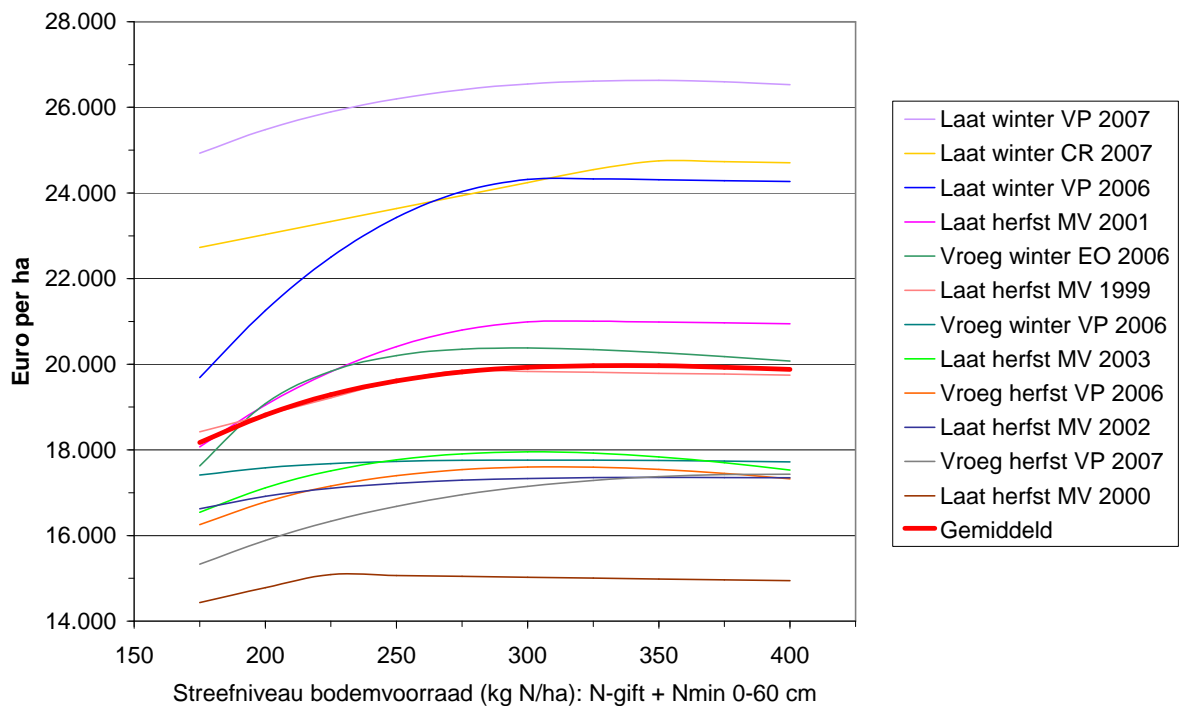
Tabel B. **Berekende economisch optimale N-gift per proef, Nmin-voorraad in de bodem voor de teelt en het N-aanbod in de plantpreiproeven te Meterik (oude proeven) en de recente proeven (kg N/ha)**

Proef	Optimale N-gift ¹	Nmin 0-60 cm	N-aanbod 0-60 cm
Late herfstteelt Meterik 1999	180	86	266
Late herfstteelt Meterik 2000	136	108	244
Late herfstteelt Meterik 2001	196	96	292
Late herfstteelt Meterik 2002	292	62	354
Late herfstteelt Meterik 2003	182	120	302
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	217	94	311
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	286	19	305
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	132	164	296
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	194	116	310
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	267	126	393
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	299	46	345
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	79	343
Gemiddeld alle proeven	220	93	313
Gemiddeld oude proeven (Meterik)	197	94	292
Gemiddeld nieuwe proeven	237	92	329

¹ Te Meterik inclusief de N-aanvoer via berekening.



Figuur C. **Optimale N-gift oude en nieuwe plantpreiproeven uitgezet tegen de Nmin-voorraad 0-60 cm (kg N/ha)**



Figuur D. **Financiële opbrengst minus meststofkosten bij de oude en nieuwe plantpreiproeven, uitgezet tegen het streefniveau van de bodemvoorraad 0-60 cm (N-gift + Nmin 0-60 cm)**

Een N-gift volgens de huidige richtlijn à 280 – Nmin(0-60) in de 12 plantpreiproeven zou tot een gemiddelde financiële opbrengstderving hebben geleid van ca. 125 euro per ha. Een N-gift volgens 300 – Nmin zou tot bijna 45 euro opbrengstderving hebben geleid.

Door verhoging van de huidige richtlijn à 280 – Nmin(0-60) naar 340 – Nmin(0-60) neemt het N-overschot fors toe. Van de extra 60 kg N/ha komt het overgrote deel in het N-overschot terecht.

Voorgesteld wordt om onderscheid aan te brengen in een N-bemestingsrichtlijn voor plantprei en voor zaaiprei en de N-bemestingsrichtlijn voor plantprei te verhogen naar 340 – Nmin 0-60 cm. Deze richtlijn is gebaseerd op de analyse van de verbrede dataset van 12 plantpreiproeven en werd vastgesteld door iteratieve aanpassing totdat het hoogste financiële resultaat gecumuleerd over alle proeven werd verkregen.

Voor zaaiprei kan nog geen richtlijn worden opgesteld.

1 Inleiding

Vanaf 2006 is een nieuw mestbeleid van kracht geworden, waarbij telers te maken hebben gekregen met een stikstofgebruiksnorm per gewas. De gebruiksnorm voor prei bedraagt 245 kg N per ha in 2006 en 235 kg N per ha sinds 2007. Aangezien de preiteelt op zandgrond als uitspoelingsgevoelig c.q. milieukritisch wordt aangemerkt zal de gebruiksnorm na 2009 mogelijk nog verder worden verlaagd.

Over de normering voor prei ontstond veel discussie: de preitelers ervaren de huidige gebruiksnorm als te laag om tot een optimale opbrengst te komen, waardoor de rendementen in de preiteelt omlaag zullen gaan. De Landelijke Gewascommissie Prei (LGC Prei) bepleit een gebruiksnorm van 300 kg N per ha. De komst van productievere, hybride preirassen en de trend naar toenemende plantdichtheden resulteren in een hogere productie per ha en een naar verwachting hogere N-behoefte.

Verder speelt een rol dat de preiteelt zich verplaatst van tuinbouwgronden naar bouwlandgronden. De tuinbouwgronden liggen vaak rondom woonkernen, maar worden geleidelijk opgeslokt door woningbouw of aanleg van industrieterreinen. De telers wijken dan noodgedwongen uit naar andere percelen, die minder sterk mineraliseren en/of minder goed bewortelbaar zijn. Prei stelt hoge eisen aan de grond: een goede losse structuur, goed toegankelijk voor lucht, veel beschikbaar vocht en bij voorkeur een hoge bodemmineralisatie, een humusgehalte van 5-8% en een pH-KCl $\geq 5,8$ (De Kraker, 1993).

Naast de traditionele teelt van plantprei wordt de laatste jaren steeds meer zaaiprei geteeld. Deze wordt ter plaatse gezaaid (in plaats van uitgeplant) en staat ruimt twee tot bijna drie maanden langer op het veld dan plantprei. Onduidelijk is of zaaiprei eenzelfde stikstofbehoefte heeft als plantprei.

De stikstofgebruiksnormen voor de diverse teelten zijn afgeleid van de stikstofbestedingsrichtlijnen die zijn vermeld in de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen van 2003 (Van Dijk, 2003). Na overleg tussen LNV en LTO zijn de normen voor een aantal gewassen verhoogd, waaronder prei. Voor prei is aanvankelijk een gebruiksnorm voorgesteld van 215 kg N per ha (Van Dijk et al., 2005). Deze was gebaseerd op de richtlijn van 2003: 120 – Nmin(0-60) als basisgift en 2 x 75 kg N/ha bijbemesten. Later is de norm verhoogd tot 245 kg N/ha voor 2006.

De totstandkoming en onderbouwing van de richtlijn voor prei in de adviesbasis van 2003 is niet bekend (Dekker & Van Dijk, 2005). In het archief van de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt (CBAV) is hierover in het geheel geen gedocumenteerde informatie aanwezig. Het advies is vermoedelijk gebaseerd is op kennis en ervaring afkomstig van adviseurs, onderzoekers en zaadbreedrijven.

In 2005 zijn PPO en NMI in opdracht van het ministerie van LNV nagegaan in hoeverre er aanleiding bestond de stikstofbestedingsrichtlijn voor prei (en nog 13 andere gewassen) te actualiseren (Dekker & Van Dijk, 2005). Op basis van de beschikbare datasets van zes preiproeven waarin N-trappen lagen (incl. een nulobject) en waaruit het mogelijk was een economisch optimale N-gift af te leiden, werd geadviseerd de richtlijn met 10 kg N/ha te verhogen tot 280 – Nmin(0-60 cm). Van de zes proeven zijn er vijf uitgevoerd op proeftuin Meterikse Veld (Horst-Meterik) van 1999 t/m 2003 met een hybride ras en één op proefboerderij Droevendaal (Wageningen) in 2000. In alle zes de proeven betrof het een late herfstteelt¹.

De CBAV heeft het voornoemde advies overgenomen in de adviesbasis bemesting (Van Dijk & Van Geel, 2008). De actualisatie van de N-bestedingsrichtlijn voor prei voldeed aan het protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof (Ten Berge et al., 2005) van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM).

¹ Er worden bij de teelt van prei meerdere teeltperioden onderscheiden:

- zomerteelt: planttijd vanaf eind maart tot half mei en oogst vanaf half juni tot in september;
- vroege herfstteelt: planttijd vanaf eind mei tot half juni en oogst in september - oktober;
- late herfstteelt: planttijd tweede helft juni en oogst in november - december;
- vroege wintersteelt: planttijd eerste helft juli en oogst in januari - maart;
- late wintersteelt: planttijd vanaf half juli tot begin augustus en oogst in april - mei.

De late herfstteelt en vroege wintersteelt beslaan het grootste deel van het preiareaal.

Bij de voornoemde proeven zijn twee kanttekeningen te plaatsen. Vijf van de zes proeven zijn uitgevoerd op dezelfde locatie (proeftuin Meterikse Veld). Vanuit praktijk wordt vaak opgemerkt dat men deze proeflocatie niet representatief vindt, omdat de gewasreactie op stikstofbemesting er zwakker is dan op de meeste praktijkpercelen. Verder zijn de proeven alle uitgevoerd in een late herfstteelt. Het staat niet vast dat de N-behoefte in andere teeltperioden hetzelfde is. Hierover zijn geen onderzoeksresultaten beschikbaar. Enkel kon uit de teeltregistratie van deelnemende bedrijven aan het project Telen met Toekomst worden opgemaakt dat de werkzame-stikstofgiften in de vroege en late herfstteelt en de vroege wintersteelt gemiddelde nagenoeg gelijk waren en in de zomerteelt en late wintersteelt gemiddeld iets lager (Dekker & Van Dijk, 2005). Wel werd in de vroege wintersteelt vaker boven advies bemest dan in de andere teelten.

Op verzoek van de LGC Prei is in 2006 nieuw stikstofbemestingsonderzoek uitgevoerd om tot een betere onderbouwing van de stikstofbehoefte van prei te komen en tot een toetsing van de huidige gebruiksnorm. De proeven zijn twee jaar uitgevoerd (2006-2007 en 2007-2008), in verschillende teeltperioden op drie locaties in het zuidoostelijk zandgebied.

Volgens het protocol van de CDM is prei in Nederland een gewas met een beperkt economisch belang. Er is een bestaand, gedocumenteerd stikstofbemestingsadvies. Voor de onderbouwing van een nieuw advies zijn dan acht informele proeven vereist, uitgevoerd gedurende tenminste twee jaar en op tenminste twee verschillende locaties. Er zou ook kunnen worden volstaan met zes formele proeven. In dit in 2006-2008 uitgevoerd onderzoek is uitgegaan van de eisen die de CDM stelt aan formele proeven. De criteria die gelden voor formele en informele proeven zijn beschreven in Ten Berge et al. (2005).

In hoofdstuk 2 is de opzet en uitvoering van de proeven beschreven. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten weergegeven. Hierbij is op basis van de beschikbare proefgegevens een N-bemestingsrichtlijn afgeleid, waarop een gebruiksnorm kan worden gebaseerd. Hoofdstuk 4 bevat een discussie van de resultaten. In hoofdstuk 5 wordt de conclusies verwoord middels een voorstel tot een nieuwe N-bemestingsrichtlijn voor prei.

In september 2008 is een conceptverslag van het uitgevoerde onderzoek uitgekomen en ter beoordeling voorgelegd aan de CDM. De CDM adviseert het ministerie van LNV over gewenste aanpassingen van aannames, regels, normen, onderbouwingen en forfaits in de Meststoffenwet. Dit betreft een wettelijke onderzoekstaak.

Het conceptverslag is beoordeeld door de CDM-werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies. Deze werkgroep heeft om uitvoerige, aanvullende informatie gevraagd, alvorens een advies uit te brengen. De vragen van de CDM-werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies en de antwoorden hierop zijn als appendix achterin dit rapport opgenomen. Ook zijn de antwoorden deels in de hoofdtekst van de hoofdstukken 3, 4 en 5 verwerkt.

In de appendix wordt meermalen verwezen naar tabellen of figuren in het conceptrapport. Alle tabellen en figuren uit het conceptrapport zijn overgenomen in dit definitief rapport met dezelfde nummering.

2 Opzet en uitvoering van het onderzoek

2.1 Opzet van de proeven

Bij de opzet van de proeven is het protocol van de CDM als leidraad gehanteerd. Om de N-respons te bepalen zijn in elf stikstoftrappenproeven uitgevoerd, namelijk in:

- een vroege herfstteelt op proefboerderij Vredepeel in 2006 en 2007;
- een vroege herfstteelt op een praktijkperceel te Castenray (nabij Horst) in 2007;
- een vroege wintersteelt op een praktijkperceel te Evertsoord (nabij Sevenum) in 2006
- een late wintersteelt te Vredepeel in 2006 en 2007;
- een late wintersteelt te Castenray in 2007;
- zaaiprei te Vredepeel in 2006 en 2007;
- zaaiprei te Evertsoord in 2006 en te Castenray in 2007.

Per locaties lagen de proeven bij elkaar op hetzelfde perceel. In tabel 1 zijn de bodemvruchtbaarheidsgegevens van de proefpercelen weergegeven en in tabel 2 de uitslagen van de Nmin-metingen voor de teelt.

Een wens van de LGC Prei was om 235 kg N per ha en 300 kg N per ha als vaste giften in de proeven op te nemen om zo een directe vergelijking tussen beide te kunnen maken. Derhalve zijn in alle proeven de volgende stikstoftrappen opgenomen: 0, 75, 150, 235, 300 en 375 kg N per ha. De stikstof is toegediend in de vorm van kalkammonsalpeter (KAS). Bij elke N-trap is de gift in drieën gedeeld. De verdeling van de giften is weergegeven in bijlage 1. Voorafgaand aan de teelt is geen organische mest toegediend. Elke proef is aangelegd als volledig gewarde blokkenproef in vier herhalingen.

In een andere proef te Vredepeel in 2006, van Plant Research International (PRI), vond een vergelijking van meststoffen plaats in een vroege wintersteelt, waarbij ook een stikstoftrappenreeks met KAS was aangelegd: 0, 80, 150, 220 en 290 kg N/ha (De Ruijter, 2008). Deze proef is aangelegd als volledig gewarde blokkenproef in drie herhalingen. Het nulobject lag in twee herhalingen. De proef is aangelegd op een preiperceel van het bedrijfssystemenonderzoeksproject Nutriënten Waterproof (NWP). Voorafgaand aan de teelt is eveneens geen organische mest toegediend. De resultaten van deze proef zijn in dit rapport meegenomen.

2.2 Uitvoering

In de proeven met plantprei zijn de planten op 9 cm afstand in de rij geplant en in de proeven met zaaiprei op 6 cm afstand in de rij gezaaid. De afstand tussen de rijen bedroeg in alle proeven 75 cm. De gebruikte rassen betroffen alle hybriden. De overige teeltgegevens zijn weergegeven in de tabellen 3 en 4. De gewasverzorging vond plaats conform praktijk. Indien nodig werd berekend.

De KAS is met een rijenstrooier aangebracht, waarbij aan het begin van de teelt kort naast de plantenrijen is gestrooid en later tijdens de teelt midden tussen de plantenrijen.

Per proef zijn alle objecten op hetzelfde moment geoogst. Bij de vroege herfstteelt en de zaaiprei te Vredepeel zijn alle objecten in beide proefjaren op twee momenten geoogst. Hetzelfde geldt voor de late wintersteelt te Vredepeel en 2006-2007. In 2007-2008 kwam de hergroei van de late winterprei na de winter langzaam op gang (op beide locaties). In april en mei groeide het gewas wel goed. Om een maximale productie te behalen is zo laat mogelijk geoogst. Een tweede oogsttijdstip zat er vanwege het optreden van schot (de vorming van een schietstengel) in de prei niet meer in.

Oogsttijdstip is als extra factor in de proeven gebracht, omdat een praktijkperceel prei meestal niet in één dag wordt geoogst. Ook hangt het moment van oogst, behalve van de rijpheid van het gewas, af van de

vraag uit de markt (c.q. marktprijs). Dit betekent dat prei die oogstrijp is zo nodig nog enkele weken op het veld moet kunnen blijven staan, zonder te gaan slijten. Er is geoogst zodra de prei oogstrijp was (eerste oogst) en twee tot vier weken later (tweede oogst).

Tabel 1. **Bodemvruchtbaarheidsgegevens van de proefpercelen, 0-30 cm (analyse door Blgg)**

Parameter	Eenheid	Proefjaar 2006-2007			Proefjaar 2007-2008	
		Vredepeel ¹	VP-NWP ²	Evertsoord	Vredepeel	Castenray
Datum bemonstering	-	17-10-2003	30-11-2006	17-11-2004	12-6-2007	12-6-2007
Organische stof	%	4,4	4,1	3,3	2,5	2,6
pH-KCl	-	4,9 ³	5,5	5,6	5,4	4,8
Fosfor (PAE-methode)	mg P/kg		1,36	7,56	2,42	3,88
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	71	64			
P-Al	mg P ₂ O ₅ /100 g		43	85	45	53
K-HCl	mg K ₂ O/100 g	10				
Kalium (PAE-methode)	mg K/kg		33	74	51	51
K-getal	-	14	9	18	14	13
Magnesium	mg MgO/kg	102				
Magnesium (PAE-methode)	mg Mg/kg		108	51	41	33
Natrium	mg Na ₂ O/kg	3				
Natrium (PAE-methode)	mg Na/kg		10	9		
Borium	mg B/kg	0,28				
Borium (PAE-methode)	µg B/kg		<57			

Noten:

1. Proefperceel vroege herfstteelt, late wintersteelt en zaaiprei.
2. Proefperceel vroege wintersteelt.
3. Op 3 maart 2004 is bekalkt met 3500 kg Dolokal (54% CaO) per ha, wat een berekende pH-stijging zou hebben gegeven van bijna 0,6 punt. Op 17-7-2007 is op het betreffende perceel een pH-KCl gemeten van 5,3.

Tabel 2. **Resultaten Nmin-metingen in kg N per ha (analyse door Blgg: Stikstof^{plus})**

Proefjaar	Locatie	Proef	Datum bemonstering	Uitslag (kg N/ha)		
				0-30 cm	30-60 cm	0-60 cm
2006-2007	Vredepeel	vroege herfstteelt + zaaiprei	8 mei 2006	56	38	94
2006-2007	Vredepeel	vroege wintersteelt	23 juni 2006	7	12	19
2006-2007	Vredepeel	late wintersteelt	11 juli 2006	66	50	116
2006-2007	Evertsoord	zaaiprei	8 mei 2006	57	37	94
2006-2007	Evertsoord	vroege wintersteelt	11 juli 2006	106	58	164
2007-2008	Vredepeel	vroege herfstteelt + zaaiprei	11 juni 2007			126 ¹
2007-2008	Vredepeel	late wintersteelt	3 aug 2007	20	26	46
2007-2008	Castenray	vroege herfstteelt + zaaiprei	11 juni 2007			108 ¹
2007-2008	Castenray	late wintersteelt	3 aug 2007	28	51	79

Noot:

1. Door een misverstand zijn de lagen 0-30 cm en 30-60 cm niet afzonderlijk bemonsterd.

Tabel 3. Overige teeltgegevens proefjaar 2006-2007

	Vredepeel ¹	VP-NWP ²	Evertsoord
Voorvrucht	suikerbieten	lelie (en doperwt in voorjaar 2006	dubbelteelt broccoli
Grondbewerking kort vóór het planten	ploegen met vorenpakker	bewerking met Smaragd schijveneg	spitten
Basisbemesting	patentkali: 198 kg K ₂ O en 66 kg MgO per ha op 4-5-2006	patentkali: 170 kg K ₂ O en 57 kg MgO per ha op 27-6-2006; patentkali: 80 kg K ₂ O en 27 kg MgO per ha op 13-9-2006	patentkali: 198 kg K ₂ O en 66 kg MgO per ha op 5-5-2006
Planttijd			
vroeg herfstteelt	16 juni 2006	-	-
vroeg winterteelt	-	6 juli 2006	6 juli 2006
late winterteelt	19 juli 2006	-	-
Zaaitijd zaiprei	5 mei 2006	-	5 mei 2006
Ras			
vroeg herfstteelt	Shelton	-	-
vroeg winterteelt	-	Kenton	Kenton
late winterteelt	Kenton	-	-
zaiprei	Shelton	-	Shelton
Oogst			
vroeg herfstteelt	11 okt en 8 nov 2006	-	-
vroeg winterteelt	-	22 januari 2007	6 maart 2007
late winterteelt	16 april en 24 april 2007	-	-
zaiprei	5 dec 2006 en 4 jan 2007	-	15 januari 2007

Noten:

1. Proefperceel vroeg herfstteelt, late winterteelt en zaiprei.
2. Proefperceel vroeg winterteelt.

Tabel 4. Overige teeltgegevens proefjaar 2007-2008

	Vredepeel	Castenray
Voorvrucht	triticale + bladrammenas	prei
Grondbewerking kort vóór planten	spitten	spitten
Basisbemesting	patentkali: 200 kg K ₂ O en 66 kg MgO per ha vlak vóór het spitten	patentkali: 200 kg K ₂ O en 66 kg MgO per ha vlak vóór het spitten
Planttijd		
vroeg herfstteelt	13 juni 2007	16 juni 2007
late winterteelt	19 juli 2007	22 juli 2007
Zaaitijd zaiprei	8 mei 2007	8 mei 2007
Ras		
vroeg herfstteelt	Shelton	Shelton
late winterteelt	Kenton	Kenton
zaiprei	Shelton	Shelton
Oogst		
vroeg herfstteelt	17 okt en 31 okt 2007	19 nov 2007
late winterteelt	15 mei 2008	2 mei 2008
zaiprei	17 dec 2007 en 26 feb 2008	niet geoogst (teelt mislukt)

De preiplanten zijn na oogst in zijn geheel gewogen: de bruto opbrengst. Daarna is de prei geschoond, op lengte gesneden en ingedeeld naar kwaliteit en dikte. Daarbij worden de aanhangende wortels afgesneden, wordt een groot deel van het blad afgesneden en worden de lelijke bladeren eraf getrokken. Wat overblijft is een witte schacht plus een kleine deel van het groene blad. Dit is de netto opbrengst. Het overige is bladafval. Ook zijn rotte planten en planten met schot verwijderd. Deze zijn niet vermarktbaar.

De marktbaar opbrengst is opgesplitst in de kwaliteitsklassen I, II, III. Het gewichtspercentage van de netto opbrengst in klasse I is de belangrijkste kwaliteitsparameter. Binnen de klassen I en II is de prei gesorteerd naar dikte van de schacht: <2 cm, 2-4 cm en > 4cm. Klasse III wordt niet naar dikte gesorteerd.

Bij de analyse van de resultaten is sortering naar dikte niet meegenomen. De maatsortering hangt samen

met de netto opbrengst en het plantgetal. Bij een gelijkblijvend plantgetal is de prei bij een hogere netto opbrengst ook wat dikker. In praktijk zal men bij een hoger verwacht opbrengstniveau een hoger plantgetal hanteren om de planten niet dikker te laten worden.

Kort voor de oogst is de prei visueel beoordeeld op kleur en gewasstand. Na oogst is het marktbaar product in de kist gelegd en nogmaals beoordeeld op kleur. Voor deze aspecten is een rapportcijfer gegeven. Een donkerder groene kleur wordt hoger gewaardeerd dan een lichter groene kleur. Indien er trips in de proef voorkwam, bruine strepen op de bladeren of de bacterie *Pseudomonas*, is de mate van aantasting (op basis van visuele waarneming) gescoord.

2.3 Verwerking van de resultaten

De resultaten zijn per proef statistisch geanalyseerd met behulp van het statistische pakket Genstat. Eerst is een variantie-analyse uitgevoerd en een tweezijdige t-toets. Per variabele is een lsd-waarde (het kleinste betrouwbare verschil) berekend bij een overschrijdingskans ($p \leq 0,05$). Verder is voor elke variabele met behulp van de Genstat-functie POL het lineaire en kwadratische contrast getoetst t.a.v. de respons op de stikstofgiften. Daarna is met behulp van regressie-analyse getoetst welke van de volgende modellen de stikstofrespons het beste beschrijft (waarbij X de N-gift is):

- 2^e graads polynoom (parabool): $A \cdot X^2 + B \cdot X + C$
- exponentieel model: $A + B \cdot R^X$
- lineair-gedeeld-door-lineair model: $A + B / (1 + D \cdot X)$
- lijn + exponentieel model: $A + B \cdot R^X + C \cdot X$
- lijn + plateau model (broken stick): $A - B \cdot (K - X)$ als $X < K$ en A als $X \geq K$
- kwadratisch + plateau model: $A - B \cdot (K - X)^2$ als $X < K$ en A als $X \geq K$

Voor de eerste vier modellen is de notatie overgenomen die in Genstat wordt gehanteerd. De laatste twee modellen zijn ontleend aan Schröder et al. (1998).

Als criteria voor de bepaling van het best beschrijvende model zijn achtereenvolgens het percentage verklaarde variantie en de significantie van het model (F-probability uit de regressieanalyse) gehanteerd. De analyse is uitgevoerd aan de hand van de objectgemiddelden. De opbrengstcijfers zijn daarbij uitgedrukt in ton per ha en afgerond op twee cijfers achter de komma.

Met elk model is (voor zover mogelijk) de fysiek optimale stikstofgift geschat (waarbij de hoogste opbrengst wordt bereikt) en de economisch optimale gift: het omslagpunt waarbij de kosten van extra stikstof gelijk zijn aan de extra financiële opbrengst. Bij nog hogere gift zijn de extra kosten van stikstof hoger dan de extra financiële opbrengst. Er is gerekend met een stikstofprijs van €0,83 per kg en een gemiddelde productprijs van €380,- per ton voor de vroege en late herfstteelt, €570,- per ton voor de vroege winterteelt en €550,- per ton voor de late winterteelt (De Wolf, M. & A. van der Klooster, 2006). Voor zaaiprei is uitgegaan van de productprijs van de herfstteelt bij oogst in december en van de vroege winterteelt bij oogst in januari.

In geval van twee oogsttijdstippen is de regressie-analyse per oogsttijdstip afzonderlijk uitgevoerd, over het gemiddelde van de beide oogsttijdstippen en over beide oogsttijdstippen gezamenlijk met oogsttijdstip als factor.

Indien het best beschrijvende model een geëxtrapoleerde economisch optimale N-gift opleverde die boven de hoogste N-trap in de proef lag, is gekozen voor het als tweede best beschrijvende model, indien het verschil in percentage verklaarde variantie en F-probability gering was tussen beide modellen en met het tweede model een geïnterpoleerde economisch optimale N gift kon worden afgeleid.

Indien twee modellen, gelet op het percentage verklaarde variantie en de F-probability, evengoed voldeden en met beide een geïnterpoleerde economisch optimale N gift kon worden afgeleid, zijn ander criteria betrokken in de keuze van het model, zoals de score voor gewasstand en kleur. Indien de broken stick en een kromlijnige curve (nagenoeg) evengoed voldeden, is de voorkeur gegeven aan de laatste, omdat de broken stick een minder natuurgetrouwe weergave is van de gewasrespons.

Indien bij verdere berekeningen met de modellen (in paragraaf 3.3 en 3.4) toch geëxtrapoleerde waarden bij een proef optraden, is dit ter plekke in het rapport vermeld en is nagegaan (in paragraaf 3.4) wat het gevolg is van verwijderen van deze proef uit de dataset voor de afleiding van de stikstofbestedingsrichtlijn.

3 Resultaten

3.1 Resultaten per proef

In de tabellen 5 t/m 11 zijn de objectgemiddelden van de opbrengst en kwaliteit per proef weergegeven, de overschrijdingskansen uit de variantie-analyse (F-prob.), inclusief die van het lineaire (N_{LIN}) en kwadratische (N_{KWAD}) contrast en de lsd-waarde. In bijlage 1 zijn de weersgegevens van de proeflocaties weergegeven.

3.1.1 Vroege herfststeelt Vredepeel 2006

De resultaten van de vroege herfststeelt te Vredepeel in 2006 zijn weergegeven in tabel 5.

Vlak vóór de 1^e oogst was de gewasstand minder goed bij de N-giften onder de 235 kg N/ha. Tussen 235 kg N/ha en de hogere giften was er geen verschil in stand. Bij 0 en 75 kg N/ha was het gewas ook duidelijk lichter van kleur. Bij de hogere giften was er geen duidelijk effect op de kleur. T.a.v. het marktbaar product, toonde alleen de prei van het nulobject een duidelijk lichtere kleur.

Tussen de 1^e en 2^e oogst (11 oktober en 8 november 2006) nam de brutoproductie nog aanmerkelijk toe, behalve bij het nulobject. De marktbaar opbrengst nam bij de 1^e oogst niet verder toe bij een N-gift >75 kg N/ha, maar bij de 2^e oogst wel en was de opbrengst het hoogst bij een gift van 235 kg N/ha. Er was sprake van een significante interactie tussen oogsttijdstip en N_{LIN} .

Ook t.a.v. de kwaliteit (percentage in klasse 1) en de aantasting door trips was er een significante interactie tussen oogsttijdstip en N-gift. Bij de 1^e oogst was de tripsaantasting bij de hoge N-giften hoger en de kwaliteit lager. Bij de 2^e oogst had de hoogte van de N-gift geen duidelijk effect op de tripsaantasting en de kwaliteit.

De bruine strepen op het blad werden niet verminderd door een hogere N-gift. De aantasting was zelfs bij het nulobject significant lager dan bij de met stikstof bemeste objecten.

Gelet op de opbrengsttoename tussen de 1^e en 2^e oogst en de kwaliteit (opbrengst in klasse 1) vond de 1^e oogst te vroeg plaats en was de 2^e oogst een optimaler moment. Achteraf moet worden geconstateerd dat de prei bij de 1^e oogst nog niet helemaal oogstrijp was. Voor de bepaling van de optimale N-gift wordt daarom uitgegaan van de 2^e oogst.

Tabel 5. Resultaten vroege herfstteelt Vredepeel, 2006

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 9 okt	Kleur op 9 okt	Kleur markt. product	Trips- aan- tasting ²	Bruine strepen blad ³
<i>1^e oogst</i>									
0	64,1	36,5	98,5	36,1	4,8	3,5	4,5	0,8	0,3
75	81,7	43,0	97,1	41,9	6,0	5,3	6,8	1,0	0,8
150	89,6	43,6	95,3	41,9	6,5	6,0	6,5	1,8	1,8
235	87,4	43,4	93,8	41,1	7,0	6,8	7,0	1,8	1,3
300	87,1	42,6	92,9	40,1	7,0	6,3	7,0	1,5	1,8
375	88,8	42,8	93,5	40,9	7,0	6,8	6,5	2,5	1,3
<i>2^e oogst</i>									
0	66,1	33,7	95,0	33,5	-	-	-	1,5	0,8
75	95,2	43,0	92,5	42,8	-	-	-	1,5	1,8
150	100,8	45,3	92,5	44,3	-	-	-	1,0	1,5
235	101,3	46,8	95,7	45,9	-	-	-	0,8	1,5
300	102,7	47,0	94,5	45,7	-	-	-	1,3	1,5
375	99,3	44,9	94,0	43,5	-	-	-	1,3	1,3
<i>gemiddelde 2 oogsten</i>									
0	65,1	35,1	96,7	34,8	-	-	-	1,1	0,5
75	88,4	43,0	94,8	42,3	-	-	-	1,3	1,3
150	95,2	44,5	93,9	43,1	-	-	-	1,4	1,6
235	94,4	45,1	94,7	43,5	-	-	-	1,3	1,4
300	94,9	44,8	93,7	42,9	-	-	-	1,4	1,6
375	94,1	43,9	93,8	42,2	-	-	-	1,9	1,3
F-prob									
N	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	0,037	<0,001
N _{LIN}	<0,001	<0,001	0,033	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	0,006	<0,001
N _{KWAD}	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	n.s.	<0,001
Oogst	<0,001	0,076	0,063	0,016	-	-	-	0,042	n.s.
Oogst * N	n.s. ⁶	n.s.	0,013	n.s.	-	-	-	0,006	n.s.
Oogst * N _{LIN}	n.s.	0,025	0,002	0,025	-	-	-	<0,001	n.s.
Oogst * N _{KWAD}	0,057	n.s.	n.s.	0,090	-	-	-	n.s.	n.s.
Lsd (p≤0,05)									
N ⁴	5,9	2,6	2,6	2,7	0,5	0,7	1,2	0,4	0,3
Oogst * N	7,6	3,7	3,2	4,0	-	-	-	0,7	0,7
Oogst binnen	7,5	4,0	3,0	4,4	-	-	-	0,8	0,8
N-trap⁵									

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. Tripsaantasting: 0 = geen; 1 = licht; 2 = matig; 3 = zwaar
3. Bruine strepen: 0 = geen; 1 = weinig; 2 = matig; 3 = veel
4. Lsd voor het hoofdeffect van stikstof
5. Lsd voor het verschil tussen de twee oogstmomenten binnen dezelfde N-trap
6. p≥0,1

3.1.2 Vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007

De resultaten van de vroege winterteelt te Vredepeel in 2006-2007 staan in tabel 6. Enkel de resultaten van de N-trappen met KAS zijn weergegeven en niet die van de overige meststoffen in deze proef. Omdat de proef niet orthogonaal was, zijn de resultaten geanalyseerd m.b.v. regressie-analyse. Daarbij is een analyse toegepast met N-gift als factor en een analyse met N-gift als verklarende variabele.

De gewasstand was bij het nulobject beduidend slechter, maar tussen de overige N-trappen was er niet of nauwelijks verschil. Wel was het gewas bij hogere N-gift donkerder groen van kleur.

In de proef kwam aantasting door de bacterie *Pseudomonas* voor. De mate van aantasting werd niet significant door de hoogte van de N-gift beïnvloed.

De bruto opbrengst alsook de marktbaar opbrengst bleven stijgen bij toenemende N-gift. De hoogte van de N-gift had geen significant effect op de kwaliteit (percentage in klasse 1).

De productie bij het nulobject was aanmerkelijk lager dan in de andere plantpreiproeven, wat erop duidt dat deze proef in een stikstofarme uitgangssituatie is uitgevoerd. De N_{min} voor de preiteelt, na voorvrucht doperwt, was erg laag (tabel 2). Verder is de indruk dat er tijdens de preiteelt relatief weinig stikstof beschikbaar is gekomen uit de gewasresten van de doperwt (Van Geel, 2008).

Tabel 6. Resultaten vroege wintersteelt Vredepeel, 2006-2007

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 21 sep	Kleur op 21 sep	<i>Pseudo- monas</i> 21 sep ²	Kleur op 9 feb
0	29,5	15,3	97,1	14,9	3,0	3,0	6,0	2,0
80	53,4	28,7	97,3	28,1	7,0	6,7	6,7	5,0
150	53,2	29,5	97,6	29,0	7,0	7,3	6,7	6,0
220	55,6	30,1	97,2	29,2	7,3	7,7	7,3	8,0
290	63,2	33,4	98,6	33,1	7,3	8,7	6,7	7,7
F-prob³								
N	<0,001	<0,001	n.s. ⁶	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001
N _{LIN}	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	0,085	<0,001
N _{KWAD}	0,010	0,010	n.s.	0,003	0,001	0,005	n.s.	<0,001
Lsd (p≤0,05)								
nulobject – overige ⁴	8,7	4,1	9,9	4,5	1,2	1,1	1,6	1,0
overige onderling ⁵	7,7	3,6	8,7	4,0	1,1	1,0	1,4	0,9

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. *Pseudomonas*-aantasting: 1 = zware aantasting; 9 = geen aantasting
3. F-prob N: uit een regressie-analyse met N-gift als factor,
F-prob N_{LIN} en N_{KWAD}: uit een regressie-analyse met N-gift als variabele
4. Lsd-waarde voor de vergelijking van het nulobject met één van de overige N-trappen
5. Lsd-waarde voor de vergelijking van de overige N-trappen onderling
6. p≥0,1

3.1.3 Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007

De resultaten van de vroege wintersteelt te Evertsoord in 2006-2007 zijn in tabel 7 weergegeven.

De gewasstand was beter bij toename van de N-gift tot 235 à 300 kg N/ha. Bij 375 kg N/ha werd de stand weer minder goed. De kleur van het gewas was donkerder bij toename van de N-gift tot 235 kg N/ha. Bij nog hogere gift werd de kleur niet donkerder. De hoogte van de N-gift had echter geen significant effect op de kleur van het marktbaar product.

De bruto opbrengst nam vanaf 75 kg N/ha niet verder toe. De marktbaar opbrengst nam vanaf 150 kg N/ha niet verder toe.

De kwaliteit (percentage in klasse 1) was het hoogst bij het nulobject en het laagst bij de hoogste N-gift. In het traject 75-300 kg N/ha was er geen duidelijk kwaliteitsverschil tussen de objecten.

De tripsaantasting nam toe bij stijging van de N-gift. Maar door de donkerdere kleur bij de hogere N-giften was de tripsschade ook meer zichtbaar.

Bij deze proef moet worden opgemerkt dat de voorvrucht in 2005 een dubbelsteelt broccoli betrof (tabel 4). Broccoli laat veel stikstof in gewasresten na (ca. 150 kg N/ha). Met name van de gewasresten van de

tweede teelt, die in de herfst zijn achtergebleven, zal een deel van die stikstof beschikbaar zijn gekomen in het volgend jaar. Dat verklaart waarschijnlijk mede de hoge Nmin-voorraad die aan het begin van de teelt werd gevonden (tabel 1). Echter ook daarna zal er tijdens de teelt nog stikstof beschikbaar zijn gekomen door mineralisatie uit de gewasresten. Met behulp van het mineralisatiemodel Minip (Janssen, 1996) is geschat dat bij achterlaten van 150 kg N/ha in gewasresten op 1 november er het volgend groeiseizoen tussen 11 juli (de datum van Nmin-meting) en 1 december nog 24 kg N/ha mineraliseert (bij gemiddelde jaartemperatuur voor Zuidoost Nederland).

Tabel 7. **Resultaten vroege winterteelt Evertsoord, 2006-2007**

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 26 feb	Kleur op 26 feb	Kleur marktbaar product	Trips- aan- tasting ²
0	52,2	29,2	93,3	27,6	4,0	4,0	7,0	0,3
75	67,4	35,2	89,0	32,2	5,3	5,8	7,0	0,8
150	67,1	36,3	90,9	33,5	5,0	6,0	7,0	1,0
235	67,3	35,1	89,6	32,2	5,9	6,6	7,3	1,0
300	65,8	35,1	90,4	32,5	6,0	6,3	7,5	1,3
375	66,1	34,8	87,0	31,5	5,5	6,3	7,5	1,5
F-prob								
N	0,002	0,007	0,070	0,031	<0,001	<0,001	n.s.	0,036
N _{LIN}	0,004	0,015	0,020	0,063	<0,001	<0,001	n.s.	0,002
N _{KWAD}	0,002	0,004	n.s. ³	0,007	<0,001	0,003	n.s.	n.s.
Lsd (p≤0,05)	6,9	3,5	4,0	3,4	0,4	1,0	0,9	0,7

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. Tripsaantasting: 0 = geen; 1 = licht; 2 = matig; 3 = zwaar
3. p≥0,1

3.1.4 Late winterteelt Vredepeel 2006-2007

De resultaten van de late winterteelt te Vredepeel in 2006 zijn weergegeven in tabel 8.

De gewasstand (vlak voor de 1^e oogst) was beter en de kleur donkerder groen bij verhoging van de N-gift tot 235 kg N/ha en het marktbaar product was donkerder groen van kleur bij verhoging van de N-gift tot 150 kg N/ha. De nog hogere N-giften had geen duidelijk effect meer op de kleur.

Er was geen significant opbrengstverschil tussen de twee oogstmomenten en ook was er geen significante interactie tussen N-gift en oogstmoment. Bij verhoging van de N-gift tot 300 kg bleef de bruto opbrengst doorstijgen. De marktbaar opbrengst daarentegen, vertoonde boven de 150 kg N/ha geen stijgende trend meer. Het percentage bladafval steeg bij toename van de N-gift.

T.a.v. de kwaliteit (percentage in klasse 1) was er een significante interactie tussen oogsttijdstip en N-gift. Bij de 1^e oogst was de kwaliteit bij de lagere N-giften beter dan bij hogere, maar bij de 2^e oogst was dit omgekeerd (uitgezonderd bij 375 kg N/ha). Tussen de 1^e en 2^e oogst ging de kwaliteit bij de 0, 75 en 150 kg N/ha significant achteruit. Bij 0 en 75 kg N/ha trad tussen de 1^e en 2^e oogst aanmerkelijk schot op: ruim 10% van de netto-opbrengst, tegenover gemiddeld <2% bij de overige N-trappen.

T.a.v. de kilogramopbrengst in klasse 1 was er geen significant opbrengstverschil tussen de twee oogstmomenten en ook geen significante interactie tussen N-gift en oogstmoment. De opbrengst vertoonde gemiddelde over de beide oogsten boven de 150 kg N/ha geen duidelijk stijgende trend meer.

Voor de bepaling van de optimale N-gift is het moeilijk om met de kwaliteit rekening te houden. Daartoe zou het oogstmoment vooraf vast moeten staan. Om de oogst te kunnen uitstellen naar de 2^e datum, zou een hogere N-gift van 235 à 300 kg N/ha de voorkeur hebben gehad, maar indien de oogst niet wordt uitgesteld zou een gift >150 kg N/ha nadelig zijn geweest. Beide situaties heffen elkaar op: gemiddeld genomen is er geen effect van de hoogte van de N-gift op de kwaliteit.

Tabel 8. Resultaten late winterteelt Vredepeel, 2006-2007

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 16 apr	Kleur op 16 apr	Kleur marktbaar product
<i>1^e oogst</i>							
0	42,1	27,7	97,7	27,5	4,0	4,0	5,3
75	59,9	38,1	93,6	36,7	6,0	6,3	6,3
150	68,6	44,5	96,6	43,4	6,8	6,8	7,3
235	72,0	43,9	90,7	40,8	7,5	7,8	7,8
300	71,9	44,5	92,0	42,4	7,5	7,5	7,3
375	71,0	43,8	92,6	41,2	7,8	7,8	7,5
<i>2^e oogst</i>							
0	42,1	26,1	86,9	25,6	-	-	-
75	64,3	36,5	85,3	35,3	-	-	-
150	69,6	43,9	90,1	41,7	-	-	-
235	70,8	44,0	92,4	42,0	-	-	-
300	76,2	46,2	93,3	44,1	-	-	-
375	72,1	44,4	89,0	41,3	-	-	-
<i>gemiddelde 2 oogsten</i>							
0	42,1	26,9	92,3	26,6	-	-	-
75	62,1	37,3	89,4	36,0	-	-	-
150	69,1	44,2	93,3	42,6	-	-	-
235	71,4	43,9	91,6	41,4	-	-	-
300	74,0	45,4	92,7	43,2	-	-	-
375	71,6	44,1	90,8	41,2	-	-	-
F-prob							
N	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
N _{LIN}	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
N _{KWAD}	<0,001	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001	0,003
Oogst	n.s.	n.s.	0,001	n.s.	-	-	-
Oogst * N	n.s.	n.s.	0,029	n.s.	-	-	-
Oogst * N _{LIN}	n.s.	n.s.	0,006	n.s.	-	-	-
Oogst * N _{KWAD}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-	-
Lsd (p≤0,05)							
N ²	8,1	5,3	5,1	5,3	0,7	0,7	0,9
Oogst * N	9,0	6,1	6,3	6,0	-	-	-
Oogst binnen N-trap ³	6,0	4,7	5,9	4,5	-	-	-

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. Lsd voor het hoofdeffect van stikstof
3. Lsd voor het verschil tussen de twee oogstmomenten binnen dezelfde N-trap
4. p≥0,1

3.1.5 Zaaiprei Vredepeel 2006-2007

De resultaten van de zaaiprei te Vredepeel in 2006 zijn weergegeven in tabel 9.

Kort vóór de 2^e oogst was de gewasstand beter naarmate de N-gift hoger was tot aan 300 kg N/ha. De kleur van het gewas was donkerder naarmate de N-gift hoger was tot aan 235 kg N/ha. De kleur van het marktbaar product was duidelijk lichter bij het nulobject.

De bruto en marktbaar opbrengst bleven stijgen bij toename van de N-gift. Bij de 2^e oogst was de opbrengst significant hoger dan bij de 1^e oogst. Er was geen significante interactie tussen oogsttijdstip en hoogte van de N-gift.

De kwaliteit (percentage in klasse 1) daalde op beide oogstmomenten enigszins bij stijging van de N-gift. De opbrengst in klasse 1 echter bleef toenemen bij verhoging van de N-gift. In de proef kwam lichte trips-aantasting voor. De hoogte van de N-gift had geen invloed op de mate van aantasting. Ook kwamen in zeer geringe mate bruine strepen voor. De hoogte van de N-gift had hierop eveneens geen effect.

Tabel 9. Resultaten zaaipei Vredepeel, 2006-2007

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Trips- aan- tasting ²	Stand op 4 jan	Kleur op 4 jan	Kleur markt- product
<i>1^e oogst</i>								
0	41,5	24,5	99,7	24,5	1,1	-	-	5,5
75	52,4	28,0	99,3	27,9	1,1	-	-	6,8
150	66,2	36,4	99,1	36,1	1,0	-	-	6,5
235	75,8	41,1	99,4	40,8	1,0	-	-	7,3
300	80,2	41,7	98,2	40,9	1,1	-	-	6,8
375	84,1	44,2	97,6	43,1	1,0	-	-	6,8
<i>2^e oogst</i>								
0	52,0	26,9	99,4	26,8	-	3,0	3,0	3,5
75	56,3	31,8	99,8	31,7	-	5,8	5,3	5,3
150	75,3	41,1	98,3	40,4	-	6,5	5,8	6,5
235	71,7	39,7	98,6	39,1	-	6,8	6,8	6,8
300	88,4	45,9	96,6	44,4	-	7,3	6,8	6,0
375	86,8	47,5	96,4	45,8	-	7,3	6,8	6,5
<i>gemiddelde 2 oogsten</i>								
0	46,8	25,7	99,5	25,7	-	-	-	4,5
75	54,3	29,9	99,5	29,8	-	-	-	6,0
150	70,8	38,8	98,7	38,2	-	-	-	6,5
235	73,7	40,4	99,0	39,9	-	-	-	7,0
300	84,3	43,8	97,4	42,6	-	-	-	6,4
375	85,5	45,8	97,0	44,4	-	-	-	6,6
<i>F-prob</i>								
N	0,009	0,009	0,064	0,011	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001
N _{LIN}	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001
N _{KWAD}	n.s. ⁵	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001
Oogst	0,042	0,020	0,030	0,033	-	-	-	0,005
Oogst * N	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-	-	n.s.
Oogst * N _{LIN}	n.s.	n.s.	0,099	n.s.	-	-	-	0,065
Oogst * N _{KWAD}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-	-	n.s.
<i>Lsd (p≤0,05)</i>								
N ³	22,1	11,1	2,0	10,1	0,5	1,1	0,6	0,7
Oogst * N	23,2	11,6	2,2	11,1	-	-	-	1,2
Oogst binnen N-trap ⁴	11,8	5,7	1,5	5,6	-	-	-	1,3

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. Tripsaantasting: 0 = geen; 1 = licht; 2 = matig; 3 = zwaar
3. Lsd voor het hoofdeffect van stikstof
4. Lsd voor het verschil tussen de twee oogstmomenten binnen dezelfde N-trap
5. p≥0,1

3.1.6 Zaaiprei Evertsoord 2006-2007

De resultaten van de zaaiprei te Evertsoord in 2006-2007 zijn in tabel 10 weergegeven.

De zaaiprei te Evertsoord kwam zeer slecht op, resulterend in een zeer lage en onregelmatige plantdichtheid. Tijdens het verdere verloop van het seizoen groeide het gewas slecht en behaalde een lage productie. De N-bemesting had geen significant effect op de productie, noch op de kwaliteit, noch op de gewas kleur op het veld. De gewasstand was bij de twee hoogste N-giften wat slechter. Opmerkelijk was dat de kleur van het marktbaar product wel donkerder groen was bij stijging van de N-gift.

De teelt van de zaaiprei te Evertsoord is mislukt. De resultaten van de N-bemesting zijn daardoor niet representatief. De proef wordt in de verdere analyse buiten beschouwing gelaten.

Tabel 10. **Resultaten zaaiprei Evertsoord, 2006-2007**

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 9 jan	Kleur op 9 jan	Kleur marktbaar product
0	29,6	18,4	98,0	18,0	5,3	6,8	6,0
75	28,9	16,7	95,6	16,0	5,5	6,8	6,3
150	29,6	18,2	97,6	17,9	5,5	6,8	6,8
235	29,0	18,1	97,8	17,8	5,0	7,0	7,3
300	25,9	15,7	97,9	15,5	4,3	6,5	7,3
375	26,5	16,2	96,8	15,6	4,3	6,8	7,5
F-prob							
N	n.s. ²	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,052
N _{LIN}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,020	n.s.	0,002
N _{KWAD}	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Lsd (p≤0,05)	6,8	3,7	5,1	3,5	1,3	0,7	1,1

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. p≥0,1

3.1.7 Vroege herfstteelt Vredepeel 2007

De resultaten van de vroege herfstteelt te Vredepeel in 2007 zijn weergegeven in tabel 11.

Tussen de 1^e en 2^e oogst (17 en 31 oktober 2007) nam de brutoproductie niet toe bij de N-giften van 0 en 75 kg N/ha maar wel bij de hogere N-giften. De extra productie kwam echter terecht in het bladafval. De marktbaar opbrengst verschilde niet significant tussen de twee oogstmomenten.

De kwaliteit (percentage in klasse 1) was bij de 2^e oogst wat lager dan bij de 1^e oogst (significant verschil). Ook was de kwaliteit wat beter bij de N-gift van 0 en 75 kg N/ha. De marktbaar opbrengst in klasse 1 was bij de 1^e oogst iets hoger (significant verschil) dan bij de 2^e oogst. De hoogte van de stikstofgift had significant effect op de marktbaar opbrengst en de opbrengst in klasse 1. Er was geen significante interactie tussen oogsttijdstip en hoogte van de N-gift.

Bij de 2^e oogst kwam iets minder tripsaantasting voor dan bij de 1^e oogst (significant). Er was geen duidelijke relatie tussen tripsaantasting en de hoogte van de N-gift.

De kleur van het marktbaar product was bij de 2^e oogst beter dan bij de 1^e oogst (significant verschil) en was ook beter bij hogere N-gift. Er was geen significante interactie tussen N-gift en oogsttijdstip.

Tabel 11. Resultaten vroege herfstteelt Vredepeel, 2007

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Kleur markt b. product	Trips- aan- tasting ²
<i>1^e oogst</i>						
0	63,3	37,5	98,9	37,3	4,3	6,3
75	77,2	42,1	97,4	41,4	5,5	6,0
150	86,0	45,4	97,5	44,6	6,3	5,8
235	90,2	46,2	97,5	45,5	6,8	5,5
300	92,3	47,2	95,3	45,8	6,3	6,3
375	93,3	46,6	95,9	45,9	6,5	6,3
<i>2^e oogst</i>						
0	62,8	35,3	97,1	34,9	4,8	6,8
75	78,5	41,8	96,1	41,1	5,5	6,8
150	96,2	45,0	90,4	42,9	6,8	7,5
235	97,8	45,9	93,8	44,6	6,5	6,5
300	96,2	46,1	93,5	44,6	7,3	7,0
375	97,0	45,4	94,3	44,2	7,3	7,0
<i>gemiddelde 2 oogsten</i>						
0	63,1	36,4	98,0	36,1	4,5	6,5
75	77,8	41,9	96,8	41,2	5,5	6,4
150	91,1	45,2	94,0	43,8	6,5	6,6
235	94,0	46,0	95,6	45,1	6,6	6,0
300	94,3	46,7	94,4	45,2	6,8	6,6
375	95,2	46,0	95,1	45,0	6,9	6,6
<i>F-prob</i>						
N	<0,001	<0,001	0,070	<0,001	<0,001	0,091
N _{LIN}	<0,001	<0,001	0,024	<0,001	<0,001	n.s.
N _{KWAD}	<0,001	<0,001	0,083	0,002	0,002	n.s.
Oogst	<0,001	n.s.	<0,001	0,042	0,005	0,001
Oogst * N	0,046	n.s.	0,092	n.s.	n.s.	n.s.
Oogst * N _{LIN}	n.s. ⁵	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Oogst * N _{KWAD}	0,012	n.s.	0,048	n.s.	n.s.	n.s.
<i>Lsd (p≤0,05)</i>						
N ³	6,1	3,1	2,8	3,2	0,7	0,5
Oogst * N	6,8	3,7	3,5	3,8	0,8	1,0
Oogst binnen N-trap ⁴	4,9	3,2	3,2	3,3	0,7	1,2

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. Tripsaantasting: een hoger waarderingscijfer betekent minder trips
3. Lsd voor het hoofdeffect van stikstof
4. Lsd voor het verschil tussen de twee oogstmomenten binnen dezelfde N-trap
5. $p \geq 0,1$

3.1.8 Vroege herfstteelt Castenray 2007

De resultaten van de vroege herfstteelt te Castenray in 2007 zijn weergegeven in tabel 12.

De herfstprei op het praktijkperceel te Castenray groeide slecht. De oorzaak hiervan is onbekend. Aan het eind van de zomer en in de herfst trad ook sterke veronkruiding op. Met schoffelen en de inzet van het beperkte aantal toegelaten herbiciden in prei, kon het onkruid niet afdoende worden bestreden.

De gewasstand bij oogst (19 nov) was het beste bij de N-giften van 150 en 235 kg N/ha. Van nul tot 235 kg N/ha leidde een hogere N-gift tot een donkerder groene gewas kleur, maar bij nog hogere N-gift niet meer.

De productie van de prei was laag. De hoogte van de N-gift had significant effect op de productie, maar de respons vertoonde een wat merkwaardige verloop. Van nul tot 150 kg N/ha nam de marktbaar opbrengst toe, bleef bij verdere verhoging van de N-gift tot 300 kg N/ha op een min of meer zelfde niveau en steeg weer bij verhoging van de gift naar 375 kg N/ha. De statistische analyse gaf een significant lineair effect aan.

De hoogte van de N-gift had geen significant effect op de kwaliteit (percentage in klasse 1). De opbrengst in klasse 1 nam, evenals de marktbaar opbrengst, significant lineair toe bij verhoging van de N-gift. De hoogte van de N-gift had geen significant effect op trips.

De proef wordt niet opgenomen voor de afleiding van een N-bemestingsrichtlijn. Andere groeifactoren dan stikstof hebben in deze proef de productie sterk verlaagd. Bij een goede groei waren de N-respons en optimale N-gift wellicht anders geweest. Bemestingsadviezen zijn gericht op het behalen van een optimale opbrengst en kwaliteit en gaan niet uit van een slecht geslaagde teelt. Een proef met een slecht geslaagde teelt is daarom niet representatief voor de onderbouwing van bemestingsadviezen.

Tabel 12. **Resultaten vroege herfstteelt Castenray, 2007**

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 19 nov	Kleur op 19 nov	Kleur marktbaar product	Trips- aan- tasting ²
0	21,3	11,7	94,8	11,2	3,7	4,0	5,0	6,8
75	27,3	14,5	91,5	13,4	4,8	5,8	5,8	7,0
150	34,0	18,1	92,2	16,9	5,5	6,3	6,3	6,5
235	34,1	18,2	94,3	17,3	5,5	6,5	5,8	7,0
300	33,7	17,7	91,5	16,5	5,0	6,5	6,5	6,5
375	35,4	19,4	95,5	18,5	5,3	6,5	6,0	6,5
F-prob								
N	0,009	0,020	n.s.	0,028	0,016	<0,001	n.s.	n.s.
N _{LIN}	<0,001	0,001	n.s.	0,002	0,008	<0,001	0,058	n.s.
N _{KWAD}	0,055	n.s. ³	n.s.	n.s.	0,012	0,002	n.s.	n.s.
Lsd (p≤0,05)	7,8	4,5	5,8	4,5	1,0	1,0	1,2	1,1

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. Tripsaantasting: een hoger waarderingscijfer betekent minder trips
3. $p \geq 0,1$

3.1.9 Late winterteelt Vredepeel 2007-2008

De resultaten van de late winterteelt te Vredepeel in 2007-2008 zijn weergegeven in tabel 13.

Zoals in paragraaf 2.2. al is aangegeven, is de late winterprei zo laat mogelijk geoogst om een maximale productie te behalen. Vanaf begin mei is het gewas twee keer per week gecontroleerd op het optreden van schot. Toch werd men door het schot verrast: in één weekend tijd zat er opeens veel schot in het gewas. Bij de resultaten die in tabel 13 zijn weergegeven, is schot genegeerd c.q. is de marktbaar opbrengst bepaald voor de situatie zonder schot.

De gewasstand en de kleur kort voor oogst waren bij hogere N-gift beter tot aan een gift van 300 kg N/ha. De bruto en marktbaar opbrengst vertoonde een stijgende trend bij verhoging van de N-gift tot 300 kg N/ha. Daarna daalde deze.

Het percentage in klasse 1 was laag en werd niet significant door de hoogte van de N-gift beïnvloed. Hetzelfde gold voor de opbrengst in klasse 1. Het merendeel van de opbrengst kwam in klasse 2 terecht. Maar ook het percentage in klasse 2 had de hoogte van de N-gift geen significant effect.

De kleur van het marktbaar product was beter bij hogere N-gift tot aan een gift van 235 kg N/ha. In de proef kwam tripsaantasting voor, maar de hoogte van de N-gift had hierop geen significant effect.

Tabel 13. Resultaten late winterteelt Vredepeel, 2007-2008

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Klasse 2 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 13 mei	Kleur op 13 mei	Kleur markt- product
0	49,3	33,9	39,6	59,6	13,4	3,0	3,0	4,8
75	66,6	42,8	53,8	45,4	23,3	5,0	5,3	4,8
150	77,7	45,7	19,3	77,6	9,4	6,8	7,8	6,5
235	76,8	48,1	37,4	58,0	18,9	6,3	7,3	7,3
300	81,8	50,0	34,1	62,9	17,3	7,3	8,0	7,0
375	78,2	48,2	47,1	49,7	23,7	7,0	8,0	6,8
F-prob								
N	<0,001	<0,001	n.s. ²	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	0,024
N _{LIN}	<0,001	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	0,003
N _{KWAD}	<0,001	0,003	n.s.	n.s.	n.s.	<0,001	<0,001	n.s.
Lsd (p≤0,05)	5,3	5,2	26,9	26,6	12,8	0,9	0,7	1,8

Noten:

1. Klasse 1 en 2: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. p≥0,1

3.1.10 Late winterteelt Castenray 2007-2008

De resultaten van de later winterteelt te Castenray in 2007-2008 zijn weergegeven in tabel 14.

De N-giften boven de 150 kg N/ha leidden niet tot een betere gewasstand kort voor oogst en evenmin tot een betere kleur.

De bruto-opbrengst bleef stijgen bij verhoging van de N-gift tot aan 375 kg N/ha. Er kwamen echter vrij veel rotte planten voor. Het gewichtpercentage rotte planten was hoger naarmate de N-gift hoger was. Bij een van de herhalingen binnen het object 300 kg N/ha kwam een uitschieter voor met 26% rot. Van dit betreffende veldje zijn het percentage rot en de marktbaar opbrengst en kwaliteit uit de dataset verwijderd.

Tabel 14. Resultaten late winterteelt Castenray, 2007-2008

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Rot (%) ¹	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand op 30 april	Kleur op 30 april	Kleur markt- product
0	58,8	4,6	39,7	91,1	38,3	4,8	4,5	5,5
75	66,7	8,0	41,1	83,4	37,5	6,0	6,3	6,5
150	73,2	11,4	41,1	79,8	37,5	7,0	7,3	6,8
235	77,0	11,9	45,8	78,3	40,7	6,5	7,0	7,3
300	77,7	12,7	44,5	77,1	38,0	6,8	7,0	7,5
375	80,3	12,4	46,4	72,9	38,1	6,8	7,0	7,3
F-prob								
N	0,001	0,035	n.s.	0,028	n.s.	<0,001	<0,001	0,010
N _{LIN}	<0,001	0,007	0,015	0,001	n.s.	<0,001	<0,001	<0,001
N _{KWAD}	n.s. ²	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,001	<0,001	0,074
Lsd (p≤0,05)	9,0	4,9	6,3	10,0	6,3	0,8	0,7	1,0

Noten:

1. Klasse 1 en 2: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. p≥0,1

Het effect van de N-bemesting op de marktbaar opbrengst was niet zo duidelijk. Over het geheel was er sprake van een stijgende trend bij verhoging van de N-gift, maar gelet op de Lsd-waarde was alleen het opbrengstverschil tussen 0 en 375 kg N/ha significant.

De kwaliteit (percentage in klasse 1) werd verlaagd door een hogere N-gift. De opbrengst in klasse 1 werd niet significant door de hoogte van de N-gift beïnvloed.

De kleur van het marktbaar product was beter bij hogere N-gift tot 300 kg N/ha. Trips kwam niet voor.

3.1.11 Zaaiprei Vredepeel 2007-2008

De resultaten van de zaaiprei te Vredepeel in 2006 zijn weergegeven in tabel 15.

Tabel 15. Resultaten zaaiprei Vredepeel, 2007-2008

Stikstofgift (N) (kg N/ha)	Bruto opbrengst (ton/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Klasse 1 (%) ¹	Opbrengst in klasse 1 (ton/ha)	Stand voor de oogst ²	Kleur voor de oogst ²	Kleur markt- product	Trips- aan- tasting ³
<i>1^e oogst</i>								
0	24,8	13,0	96,4	12,5	3,0	3,0	5,3	0,5
75	51,2	29,9	97,6	29,5	6,0	6,0	5,8	1,5
150	48,8	26,5	98,4	26,4	7,0	7,3	7,3	1,5
235	60,8	35,3	97,4	34,4	7,5	7,5	6,8	2,0
300	58,5	33,8	97,3	33,3	7,8	8,3	7,5	1,3
375	59,1	35,1	97,9	34,5	8,0	8,5	7,0	0,8
<i>2^e oogst</i>								
0	27,7	14,9	65,3	9,9	3,7	4,0	6,3	1,3
75	45,3	25,3	89,1	22,9	6,0	5,8	6,8	0,8
150	57,6	32,0	89,7	29,5	6,5	7,0	5,5	0,8
235	61,9	33,2	88,9	30,9	6,8	6,8	7,0	1,3
300	60,9	31,2	86,8	28,5	7,0	7,0	7,5	1,3
375	62,1	32,8	87,3	30,6	7,3	7,5	7,0	1,3
<i>gemiddelde 2 oogsten</i>								
0	26,3	13,9	80,8	11,2	3,4	3,5	5,8	0,9
75	48,2	27,6	93,4	26,2	6,0	5,9	6,3	1,1
150	53,2	29,2	94,0	28,0	6,8	7,1	6,4	1,1
235	61,3	34,3	93,1	32,6	7,1	7,1	6,9	1,6
300	59,7	32,5	92,1	30,9	7,4	7,6	7,5	1,3
375	60,6	33,9	92,6	32,5	7,6	8,0	7,0	1,0
F-prob								
N	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	n.s.
N _{LIN}	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.
N _{KWAD}	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	n.s.	0,057
Oogst	n.s. ⁶	n.s.	<0,001	0,065	0,061	0,038	n.s.	n.s.
Oogst * N	n.s.	n.s.	<0,001	n.s.	0,099	0,035	0,034	0,078
Oogst * N _{LIN}	n.s.	n.s.	<0,001	n.s.	0,009	0,002	n.s.	n.s.
Oogst * N _{KWAD}	n.s.	n.s.	<0,001	n.s.	n.s.	n.s.	0,070	0,005
Lsd (p≤0,05)								
N ⁴	6,2	3,4	3,9	3,4	0,4	0,5	0,7	0,6
Oogst * N	11,6	6,6	5,1	6,3	0,7	0,8	1,1	0,9
Oogst binnen N-trap ⁵	14,4	8,3	5,1	7,9	0,9	1,0	1,2	0,9

Noten:

1. Klasse 1: als percentage van de netto opbrengst (zie paragraaf 2.2)
2. Waargenomen op 12 december 2007 (voor de 1^e oogst) en 27 februari 2008 (voor de 2^e oogst).
3. Tripsaantasting: 0 = geen; 1 = licht; 2 = matig; 3 = zwaar
4. Lsd voor het hoofdeffect van stikstof
5. Lsd voor het verschil tussen de twee oogstmomenten binnen dezelfde N-trap
6. p≥0,1

De stand en kleur van het gewas waren kort voor beide oogsttijdstippen beter bij hogere N-gift. Bij 0 en 75 kg N/ha was er geen duidelijk verschil qua gewasstand tussen de twee oogsttijdstippen. Bij 150-375 kg N/ha was de stand bij de 2^e oogst slechter dan bij de 1^e oogst. Dit betrof een zwak significante interactie tussen oogsttijdstip en N-gift. De kleur van het gewas verschilde bij 75 en 150 kg N/ha niet duidelijk tussen de twee oogsttijdstippen. Bij het nulobject was de kleur op het 2^e tijdstip beter dan op het 1^e, maar bij de N-giften 235-375 kg N/ha slechter. Dit betrof een significante interactie tussen oogsttijdstip en N-gift.

De bruto en marktbaar opbrengst stegen bij toename van de N-gift tot een gift van 235 kg N/ha. Bij nog hogere N-gift nam de opbrengst niet toe. Er was geen significant opbrengstverschil tussen de twee oogsttijdstippen en ook was er geen significante interactie tussen oogsttijdstip en de hoogte van de N-gift. Bij de eerste oogst had de hoogte van de N-gift geen significant effect op de kwaliteit (percentage in klasse 1). Bij de tweede oogst was het percentage in klasse 1 bij alle N-trappen gedaald. Bij het nulobject was de daling het sterkste. Het percentage in klasse 1 was bij dit object significant lager dan bij de overige N-trappen. Tussen die overige N-trappen was er geen significant verschil.

De opbrengst in klasse 1 nam bij N-giften boven de 235 kg N/ha eveneens niet meer toe. De opbrengst was bij de twee oogst lager dan bij de eerste oogst (zwak significant verschil). Er was geen significante interactie tussen oogsttijdstip en de hoogte van de N-gift.

Het effect van de N-gift op tripsaantasting was niet zo duidelijk. Bij de 1^e oogst was de score voor trips het hoogst bij een N-gift van 235 kg N/ha. Bij de 2^e oogst waren er geen significante verschillen tussen de N-trappen.

De kleur van het marktbaar product was i.h.a. beter bij hogere N-gift, tot een gift van 300 kg N/ha.

3.1.12 Zaaiprei Castenray 2007-2008

De zaaiprei te Castenray kwam redelijk goed op. In het voorjaar liep de zaaiprei echter forse vraatschade op van de larven van de uienvlieg. Dit leidde tot pleksgewijze wegval van planten. Op 21 juni was op sommige plekken de helft van de planten wegge gevallen. De uienvlieg kan met de huidige toegelaten gewasbeschermingsmiddelen in prei niet worden bestreden. Uienvlieg is met name een risico voor ter plaatse gezaaide prei. Plantprei ondervindt er minder schade van.

Door de schade van de uienvlieg en veronkruiding mislukte de teelt volledig. Er stond geen vermarktbaar product op het veld. Er is daarom voor gekozen om de prei niet te oogsten.

3.1.13 Vergelijking N-gift 235 en 300 kg N/ha

De CDM-werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies heeft in haar commentaar op het conceptverslag van de in 2006-2008 uitgevoerde proeven aangegeven een vergelijking te willen zien tussen de marktbaar en financiële opbrengst bij een N-gift van 235 en 300 kg N/ha (zie punt 7 in onderdeel A.1 van de appendix). Het effect op de marktbaar opbrengst, zoals dat per proef is weergegeven in de subparagrafen 3.1.1 t/m 3.1.12 is hieronder in tabel 15A opgesomd. Ook is de financiële opbrengst weergegeven, berekend als marktbaar opbrengst keer productprijs minus de stikstofkosten bij de N-giften van 235 kg N/ha en 300 kg N/ha. De vroege winter teelt te Vredepeel in 2006-2007 is niet opgenomen, omdat de betreffende N-trappen hier niet in voorkwamen. Ook de proeven waarvan de teelt is mislukt of niet goed is geslaagd (die niet worden geselecteerd voor de afleiding van een nieuwe N-bemestingsrichtlijn), zijn niet opgenomen.

In vijf proeven was de marktbaar opbrengst bij een gift van 300 kg N/ha hoger dan bij een gift van 235 kg N/ha, in één proef was deze gelijk en in twee proeven lager. De financiële opbrengst was in vijf proeven hoger en in drie proeven lager. Gemiddeld over de acht proeven waren de marktbaar en financiële opbrengst bij een gift van 300 kg N/ha hoger dan bij een gift van 235 kg N/ha. De verschillen waren echter geen van alle significant (op basis van een tweezijdige t-toets).

Tabel 15A. **Vergelijking gegeven van de marktbaar opbrengst en de financiële opbrengst in de proeven bij een N-gift van 235 kg N/ha en 300 kg N/ha**

Proef	Marktbaar opbrengst (ton/ha)			Finan. opbr. (€) minus N-kosten		
	235	300	Lsd	235	300	Lsd
	kg N/ha	kg N/ha	(p≤0,05)	kg N/ha	kg N/ha	(p≤0,05)
Vr. herfstteelt Vredepeel 2006	46,8	47,0	3,1	17.586	17.598	1.179
Vr. winterteelt Evertsoord 2006-2007	35,1	35,1	3,5	19.840	19.781	1.987
Late winterteelt Vredepeel 2006-2007	43,9	45,4	5,3	23.954	24.696	2.932
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	46,0	46,7	3,1	17.292	17.478	1.181
Late winterteelt Vredepeel 2007-2008	48,1	50,0	5,2	26.244	27.224	2.834
Late winterteelt Castenray 2007-2008	45,8	44,5	6,3	24.974	24.205	3.473
Zaaipei Vredepeel 2006-2007	40,4	43,8	11,1	18.989	20.557	5.278
Zaaipei Vredepeel 2007-2008	34,3	32,5	3,4	16.080	15.178	1.591
Gemiddeld	42,5	43,1	2,1	20.620	20.840	1.050

3.2 N-respons, modelkeuze en optimale N-gift

In de tabellen 16 t/m 24 is per proef de uitkomst van de regressie-analyse met de verschillende responsmodellen weergegeven t.a.v. de marktbaar opbrengst en de opbrengst in klasse 1. In geval van twee oogsttijdstippen betreft het de analyse per oogsttijdstip afzonderlijk en over het gemiddelde van de beide oogsttijdstippen. Weergegeven zijn het percentage verklaarde variantie (verkl. var.), de overschrijdingskans uit de regressie-analyse (F-prob regr.), de berekende fysiek optimale N-gift en economisch optimale N-gift. Voor de opbrengst in klasse 1 is de economisch optimale N-gift niet weergegeven, omdat prijsgegevens per kwaliteitsklasse en sortering niet beschikbaar zijn.

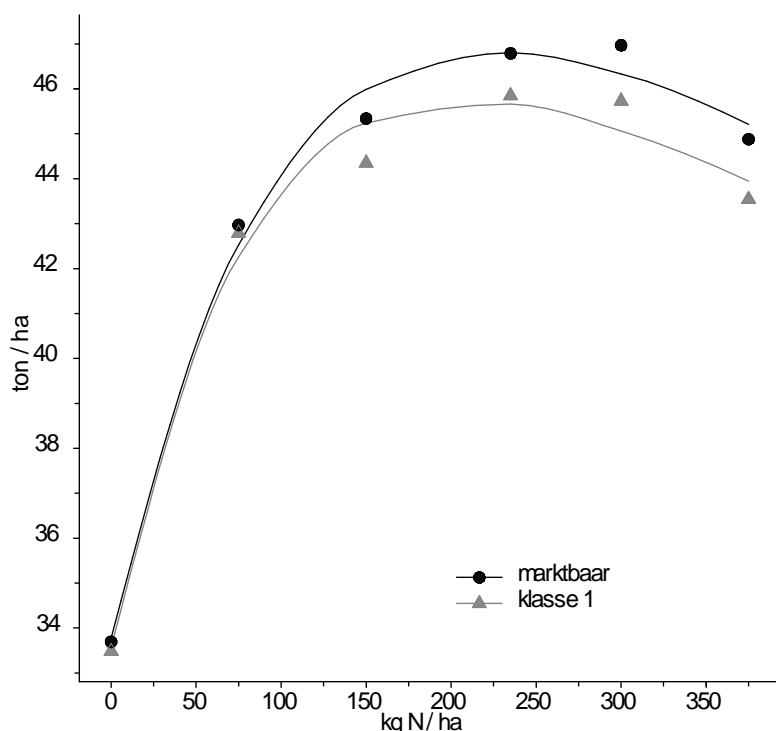
Bij het exponentieel model en het lineair-gedeeld-door-lineair model kan geen fysiek optimale N-gift worden berekend, omdat de curve van deze modellen naar een asymptoot gaat en er geen optimum wordt bereikt (c.q. pas bij oneindig). Er kan wel een economisch optimale N-gift worden berekend.

Per proef is beargumenteerd voor welk model is gekozen en is de berekende optimale N-gift bij dat model vetgedrukt weergegeven in de tabellen. De respons is tevens grafisch weergegeven in de figuren 1 t/m 9: meetpunten per N-trap met de curve van het geselecteerde model.

Bij de vroege herfstteelt te Vredepeel 2006 is het 'lijn + exponentieel' model geselecteerd (tabel 16 en figuur 1).

Tabel 16. **Resultaat verschillende responsmodellen vroege herfstteelt Vredepeel 2006**

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
			fysiek	economisch			
2 ^o -Graads polynoom	93,7	0,0074	251	246	90,7	0,0132	244
Exponentieel	96,0	0,0037	*	254	94,5	0,0060	*
Lineair gedeeld door lineair	94,5	0,0060	*	>375	93,3	0,0081	*
Lijn + exponentieel	97,7	0,0136	227	217	96,0	0,0238	210
Broken stick	95,7	0,0042	99	99	94,2	0,0065	92
Kwadratisch + plateau	95,7	0,0042	149	147	94,2	0,0065	131

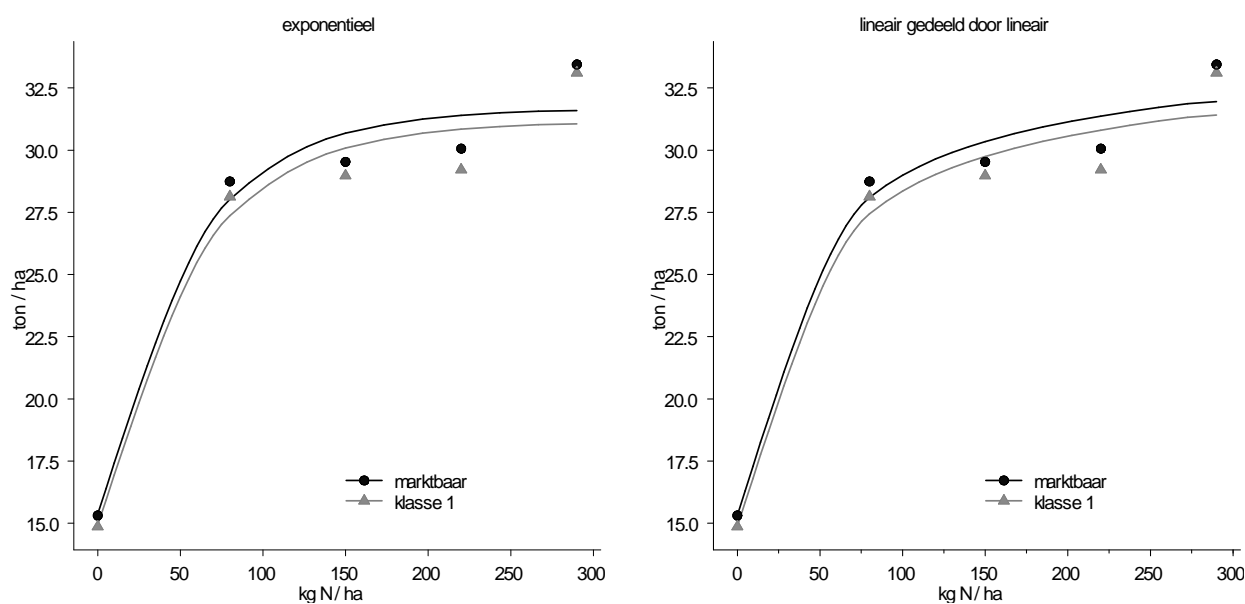


Figuur 1. **Opbrengstrespons vroege herfstteelt Vredepeel 2006**

Bij de vroege winterteelt te Vredepeel 2006-2007 gaf het 'lijn + exponentieel' model het hoogste percentage verklaarde variantie, maar het model was niet significant (tabel 17). Van de overige modellen beschreef het 'lineair gedeeld door lineair' model de respons het beste, gevolgd door het exponentieel model. Met het 'lineair gedeeld door lineair' model kon echter geen geïnterpoleerde economisch optimale N-gift worden afgeleid. Deze betrof een geëxtrapoleerde waarde die ver boven de 290 kg N/ha lag (de hoogste N-trap in deze proef). Met het exponentieel model kon wel een economisch optimale N-gift worden afgeleid en daarom is de voorkeur gegeven aan dit model. De respons vertoonde overigens wel een merkwaardig verloop: een zwakke opbrengststijging tussen 80 en 220 kg N/ha, gevolgd door een sterkere stijging tussen 220 en 290 kg N/ha (figuur 2).

Tabel 17. **Resultaat verschillende responsmodellen vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007**

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
2°-Graads polynoom	78,5	n.s.	243	240	76,7	n.s.	248
Exponentieel	92,8	0,0360	*	286	91,0	0,0448	*
Lineair gedeeld door lineair	94,9	0,0254	*	>290	93,3	0,0333	*
Lijn + exponentieel	95,6	n.s.	*	*	93,3	n.s.	*
Broken stick	90,8	0,0459	94	94	88,9	0,0555	94
Kwadratisch + plateau	90,8	0,0459	129	128	88,9	0,0555	130

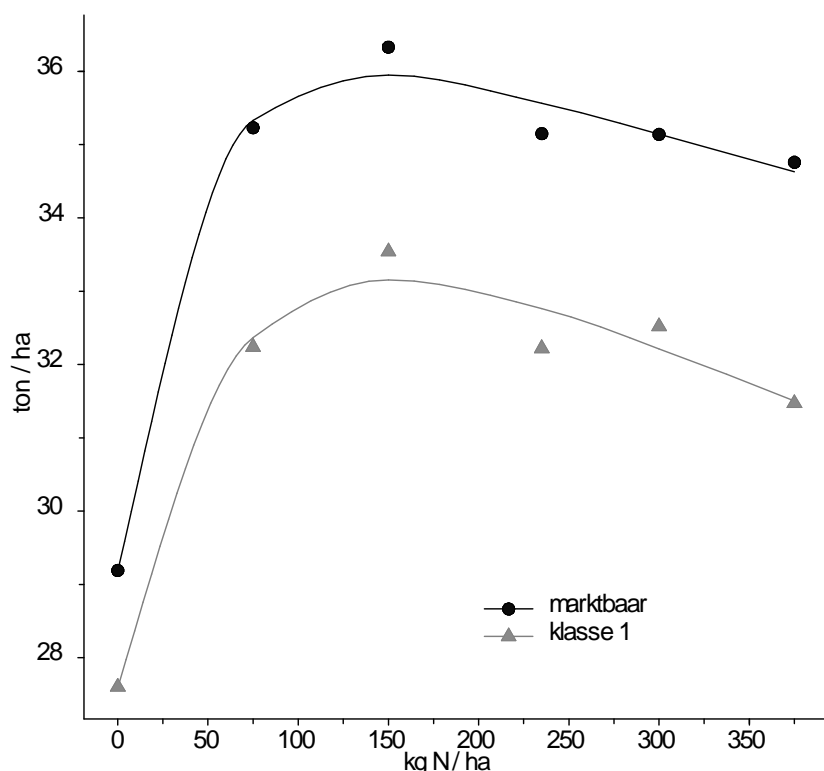


Figuur 2. **Opbrengstrespons vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007**

Bij de vroege winterteelt te Evertsoord 2006-2007 is het 'lijn + exponentieel' model geselecteerd (tabel 18 en figuur 3).

Tabel 18. **Resultaat verschillende responsmodellen vroege winterteelt Evertsoord 2006-2007**

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
			fysiek	economisch			
2 ^e -Graads polynoom	64,9	0,0965	230	224	70,8	0,0735	222
Exponentieel	92,9	0,0088	*	95	82,8	0,0333	*
Lineair gedeeld door lineair	93,3	0,0081	*	*	83,2	0,0319	*
Lijn + exponentieel	97,4	0,0157	141	132	93,5	0,0387	151
Broken stick	92,9	0,0088	76	76	82,8	0,0330	78
Kwadratisch + plateau	92,9	0,0088	87	86	82,8	0,0330	94



Figuur 3. **Opbrengstrespons vroege winterteelt Evertsoord 2006-2007**

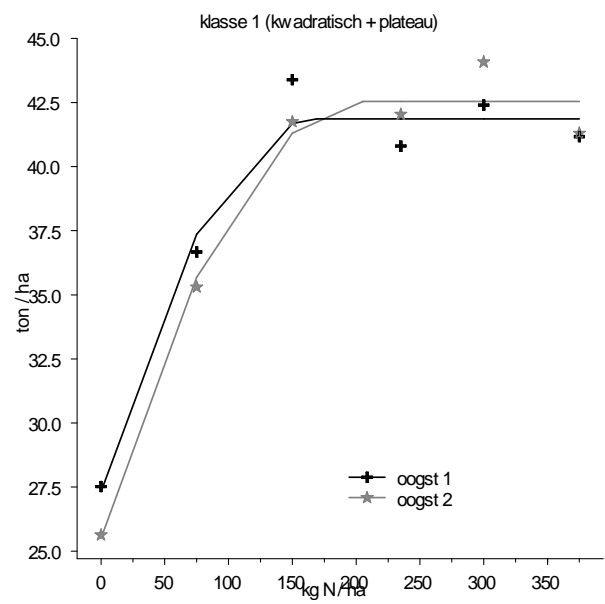
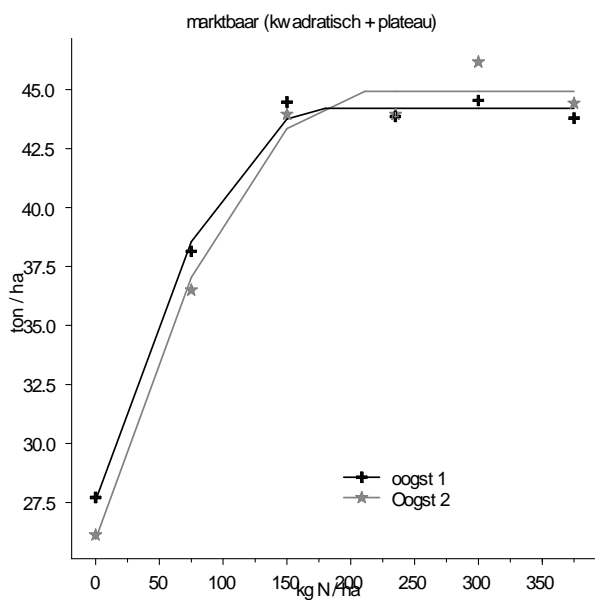
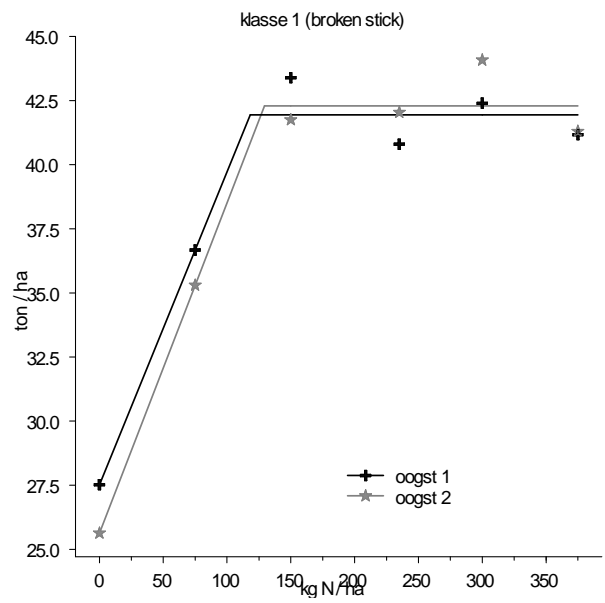
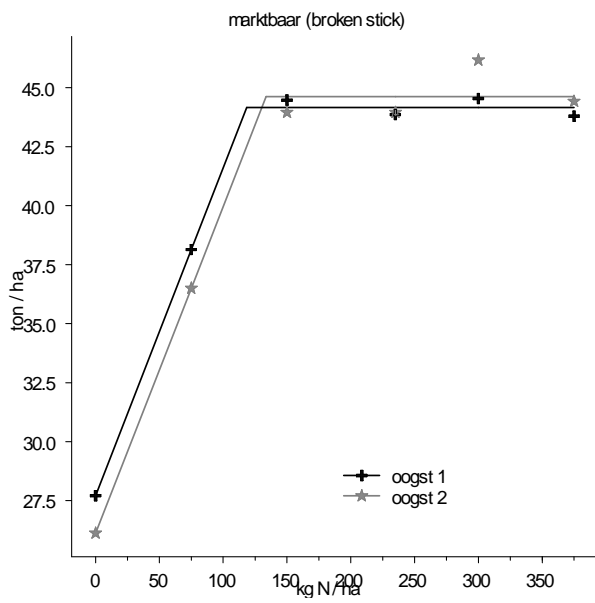
Bij de late winterteelt te Vredepeel in 2006-2007 beschreef het 'broken stick' model de respons het beste, maar het 'kwadratisch + plateau' model voldeed nagenoeg even goed (tabel 19).

Uit een analyse met allebei de modellen over beide oogstmomenten gezamenlijk met oogsttijdstip als factor, kwam naar voren dat de parameters A, B en K van de modellen (zie paragraaf 2.3) niet significant verschilden tussen de twee oogstmomenten, ofwel er was geen significant verschil qua hoogte van het plateau (A) noch qua optimale stikstofgift ofwel breekpunt (K), noch qua snelheid (B) waarmee de curve stijgt tot aan het breekpunt. Dit bevestigt de uitkomst van de variantie-analyse dat er geen significant opbrengstverschil tussen de twee oogstmomenten was en ook geen significante interactie tussen N-gift en oogstmoment (paragraaf 3.1.4). Voor de respons en de optimale N-gift is daarom uitgegaan van het gemiddelde van beide oogstmomenten (figuur 4b).

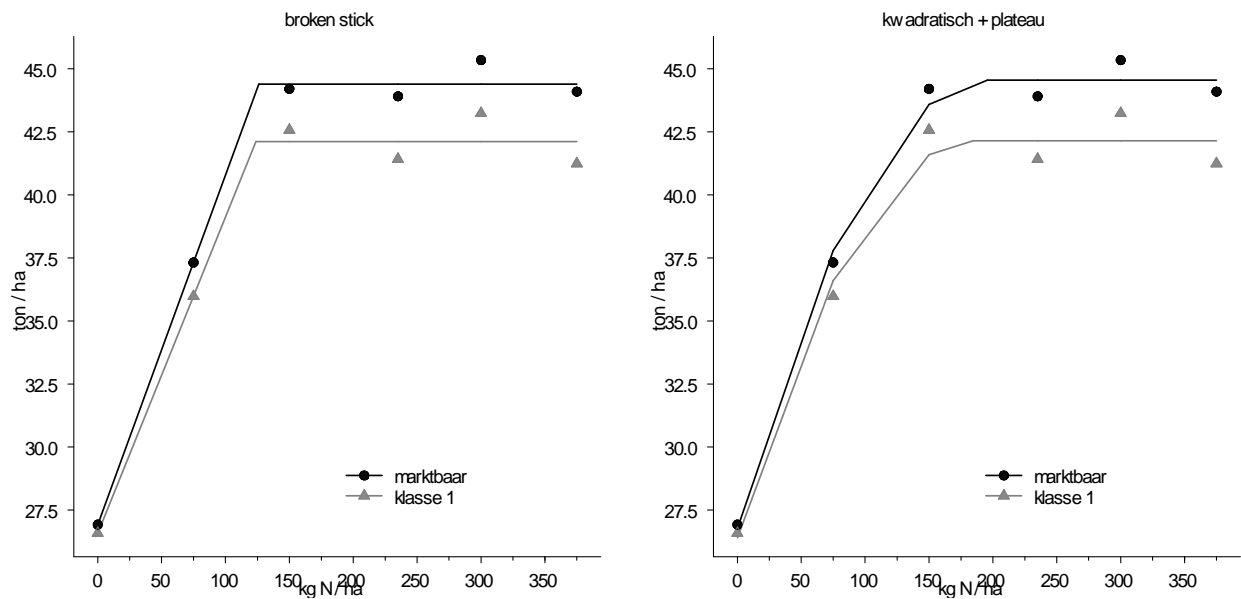
Gelet op de stand en kleur van het gewas en de kleur van het marktbaar product (zie paragraaf 3.1.4), lijkt de berekende optimale N-gift bij de broken stick te laag. Bovendien is de broken stick een minder natuurgetrouwe weergave van een N-repons dan het 'kwadratisch + plateau' model. Daarom is de voorkeur gegeven aan het 'kwadratisch + plateau' model.

Tabel 19. Resultaat verschillende responsmodellen late winterteelt Vredepeel 2006-2007

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
			fysiek	economisch			
<i>1^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	92,1	0,0103	263	260	85,3	0,0262	255
Exponentieel	96,8	0,0027	*	340	90,8	0,0131	*
Lineair gedeeld door lineair	94,4	0,0061	*	>375	87,7	0,0202	*
Lijn + exponentieel	97,2	0,0169	249	242	89,5	0,0624	231
Broken stick	99,7	0,0001	118	118	96,0	0,0037	118
Kwadratisch + plateau	99,2	0,0004	180	179	94,9	0,0053	169
<i>2^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	95,6	0,0043	276	273	96,5	0,0031	266
Exponentieel	96,5	0,0030	*	424	94,9	0,0053	*
Lineair gedeeld door lineair	94,6	0,0059	*	>375	92,4	0,0097	*
Lijn + exponentieel	96,6	0,0205	277	271	96,7	0,0199	260
Broken stick	98,1	0,0012	134	134	96,8	0,0026	129
Kwadratisch + plateau	98,0	0,0013	211	209	96,8	0,0026	205
<i>gemiddeld beide oogsten</i>							
2 ^e -Graads polynoom	94,3	0,0063	270	267	92,5	0,010	261
Exponentieel	96,8	0,0026	*	381	93,9	0,007	*
Lineair gedeeld door lineair	94,7	0,0057	*	>375	91,2	0,012	*
Lijn + exponentieel	97,0	0,0178	265	258	94,3	0,034	248
Broken stick	99,2	0,0003	126	126	97,8	0,002	124
Kwadratisch + plateau	98,8	0,0006	196	194	96,8	0,003	185



Figuur 4a. Opgbrengstrespons late winterteelt Vredepeel 2006-2007 per oogstmoment

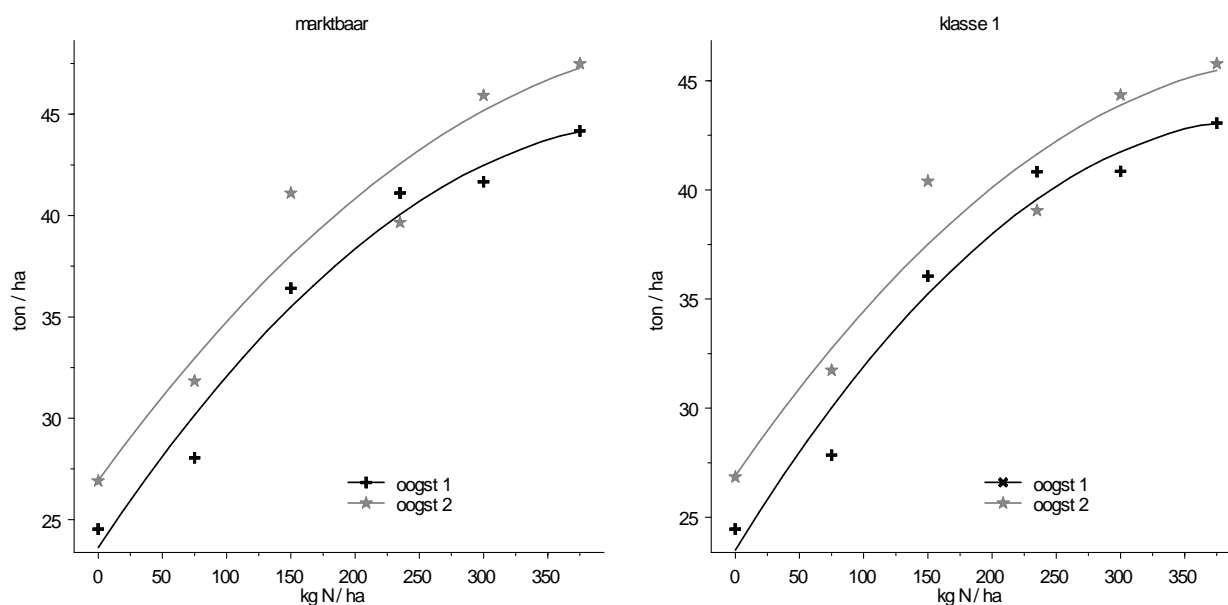


Figuur 4b. Opbrengstrespons late winterteelt Vredepeel 2006-2007 (gemiddeld over twee oogstmomenten)

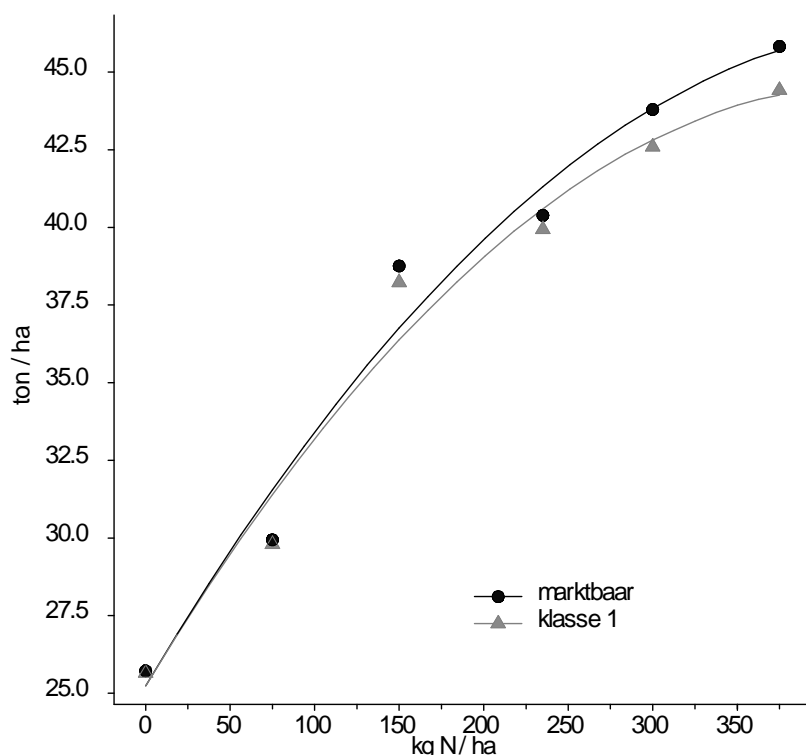
De opbrengst van de zaaipei te Vredepeel 2006-2007 bleef stijgen bij toenemende N-gift (figuur 5). Niettemin voldeed de 'broken stick' het beste om de respons bij de 1^e oogst te beschrijven, gevolgd door de 2^e graads polynoom en het 'kwadratisch + plateau' model (tabel 20). Bij de 2^e oogst voldeed de broken stick minder goed en beschreven het 'lineair gedeeld door lineair' model en het exponentieel model de respons het beste, gevolgd door de 2^e graads polynoom en het 'kwadratisch + plateau' model. Gemiddeld over beide oogstmomenten beschreef de 2^e graad polynoom en het 'kwadratisch + plateau' model de respons het beste, gevolgd door het exponentieel model en het 'lineair gedeeld door lineair' model. De broken stick beschreef de respons het slechtste. Overigens gaven de 2^e graad polynoom en het 'kwadratisch + plateau' model een gelijk percentage verklaarde variantie en gelijke F-prob. De curve in figuur 5 betreft de beschrijving met de 2^e-graads polynoom. Uit een analyse over beide oogstmomenten gezamenlijk met oogsttijdstip als factor, kwam naar voren dat de parameters A en B van dit model (zie paragraaf 2.3) niet significant verschilden tussen de twee oogstmomenten, maar de parameter C wel. Ofwel er was een significant opbrengstverschil tussen de twee oogstmomenten, dat echter onafhankelijk was van de hoogte van de N-gift. De optimale N-gift (die afhankelijk is van de parameters A en B) verschilde niet significant tussen de beide oogstmomenten. Dit bevestigt de uitkomst van de variantie-analyse dat er een significant opbrengstverschil tussen de twee oogstmomenten was, maar geen significante interactie tussen N-gift en oogstmoment (paragraaf 3.1.5). Voor de respons en de optimale N-gift is daarom uitgegaan van het gemiddelde van beide oogstmomenten (figuur 5b).

Tabel 20. Resultaat verschillende responsmodellen zaaiprei Vredepeel 2006-2007

Model	Respons marktbaare opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
			fysiek	economisch			
<i>1^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	95,9	0,0039	>375	>375	95,1	0,0051	>375
Exponentieel	95,2	0,0049	*	>375	94,1	0,0067	*
Lineair gedeeld door lineair	94,8	0,0056	*	>375	93,5	0,0077	*
Lijn + exponentieel	94,3	0,0339	370	367	93,3	0,0399	356
Broken stick	96,1	0,0036	255	255	96,3	0,0033	247
Kwadratisch + plateau	95,9	0,0039	>375	>375	95,1	0,0051	>375
<i>2^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	89,7	0,0153	>375	>375	89,9	0,0148	>375
Exponentieel	90,0	0,0146	*	>375	90,4	0,0138	*
Lineair gedeeld door lineair	90,1	0,0145	*	>375	90,4	0,0137	*
Lijn + exponentieel	85,2	0,0873	>375	>375	85,8	0,0842	>375
Broken stick	87,3	0,0209	326	326	86,4	0,0234	320
Kwadratisch + plateau	89,7	0,0153	>375	>375	89,9	0,0148	>375
<i>gemiddeld beide oogsten</i>							
2 ^e -Graads polynoom	95,9	0,0038	>375	>375	96,0	0,0037	>375
Exponentieel	95,8	0,0040	*	>375	95,8	0,0041	*
Lineair gedeeld door lineair	95,6	0,0043	*	>375	95,5	0,0045	*
Lijn + exponentieel	93,9	0,0365	>375	>375	94,0	0,0358	>375
Broken stick	93,4	0,0079	280	280	93,5	0,0078	270
Kwadratisch + plateau	95,9	0,0038	>375	>375	96,0	0,0037	>375



Figuur 5a. Opbrengstrespons zaaiprei Vredepeel 2006-2007 per oogstmoment



Figuur 5b. **Opbrengstrespons zaaiprei Vredepeel 2006-2007 (gemiddeld over de twee oogstmomenten)**

Bij de vroege herfstteelt te Vredepeel in 2007 beschreven de modellen 'kwadratisch + plateau' en 'lijn + exponentieel' de respons het beste. Voor de 1^e oogst voldeed 'kwadratisch + plateau' het beste en voor de 2^e oogst 'lijn + exponentieel'. Gemiddeld over beide oogstmomenten gaven beide modellen eenzelfde percentage verklaarde variantie t.a.v. de marktbaar opbrengst, maar bij het model 'kwadratisch + plateau' was de overschrijdingskans kleiner. T.a.v. de opbrengst in klasse 1 voldeed het 'lijn + exponentieel' model echter beter.

Uit een analyse voor de marktbaar opbrengst over beide oogstmomenten gezamenlijk met oogsttijdstip als factor, kwam bij het 'lijn + exponentieel' model een significante interactie naar voren tussen N-gift en oogsttijdstip, waarbij de niet-lineaire parameter R (zie paragraaf 2.3) niet significant verschilde. Dit komt niet overeen met de uitkomst van de variantie-analyse, die geen significante interactie aangaf (paragraaf 3.1.7). De analyse waarbij de lineaire parameters waren gescheiden en de niet-lineaire parameter niet, gaf 99,3% verklaarde variantie en een F-prob. <0,001.

Bij het 'kwadratisch + plateau' model verschilde parameter K (de optimale N-gift) niet significant tussen de twee oogstmomenten en de parameters A (opbrengstplateau) en B (snelheid waarmee de curve stijgt tot aan het breekpunt) wel. De verklaarde variantie bedroeg 99,1% en de F-prob. was <0,001.

Voor de opbrengst in klasse 1 kwam bij het 'lijn + exponentieel' model geen significante interactie naar voren tussen N-gift en oogsttijdstip, maar wel een significant opbrengstniveaoverschil tussen de oogsttijdstippen. Dit komt overeen met de uitkomst van de variantie-analyse (paragraaf 3.1.7). De analyse waarbij de constante A (zie paragraaf 2.3) was gescheiden en de overige parameters niet, gaf 98,4% verklaarde variantie en een F-prob. <0,001.

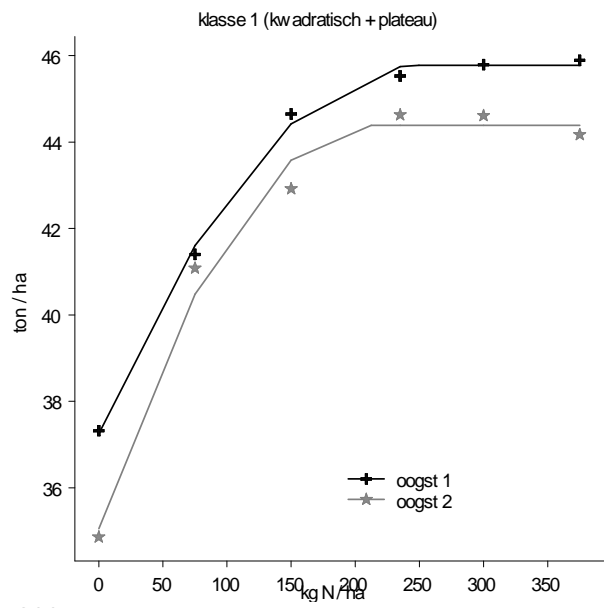
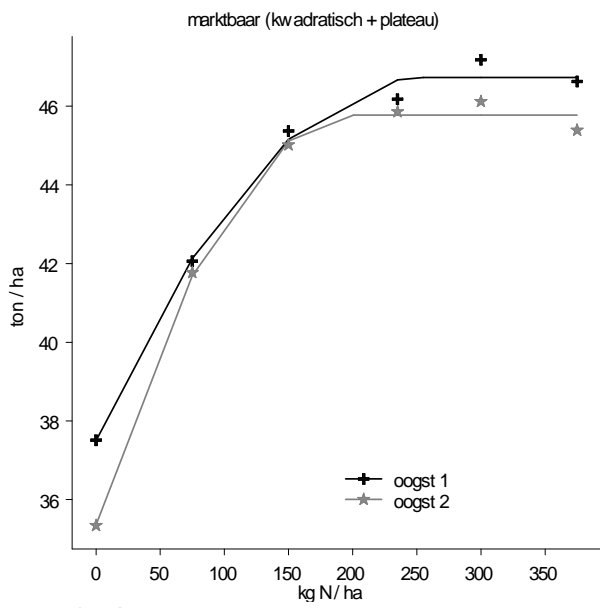
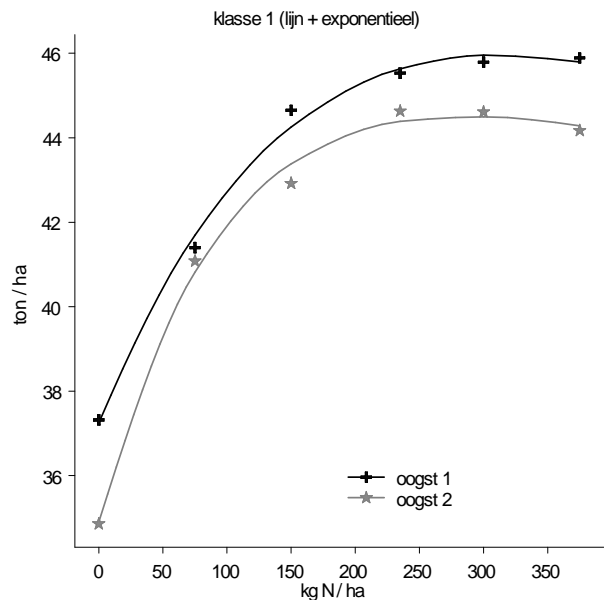
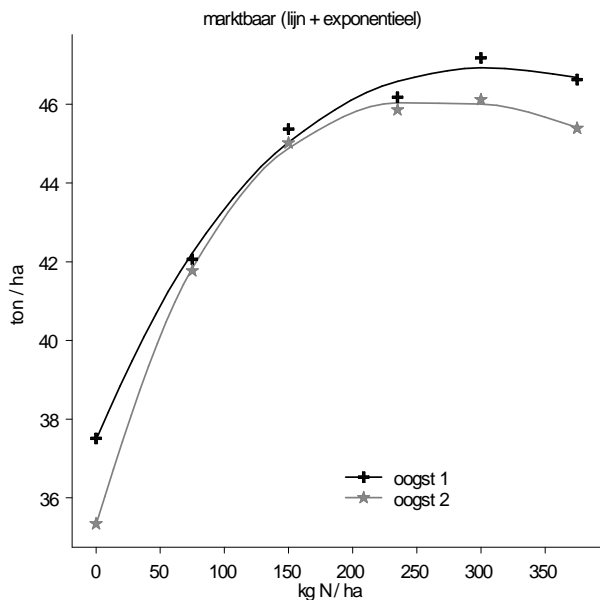
Bij het 'kwadratisch + plateau' model verschilden de parameters K (de optimale N-gift) en B (snelheid waarmee de curve stijgt) niet significant tussen de twee oogstmomenten en de parameter A (opbrengstplateau) wel. De verklaarde variantie bedroeg eveneens 98,4% en de F-prob. <0,001.

Over het geheel beschouwd voldeden de beide modellen even goed. Maar op basis van een visuele beoordeling van de ligging van de meetpunten en hoe de curve tussen die punten doorgaat (figuur 6), is de voorkeur gegeven aan het 'lijn + exponentieel' model.

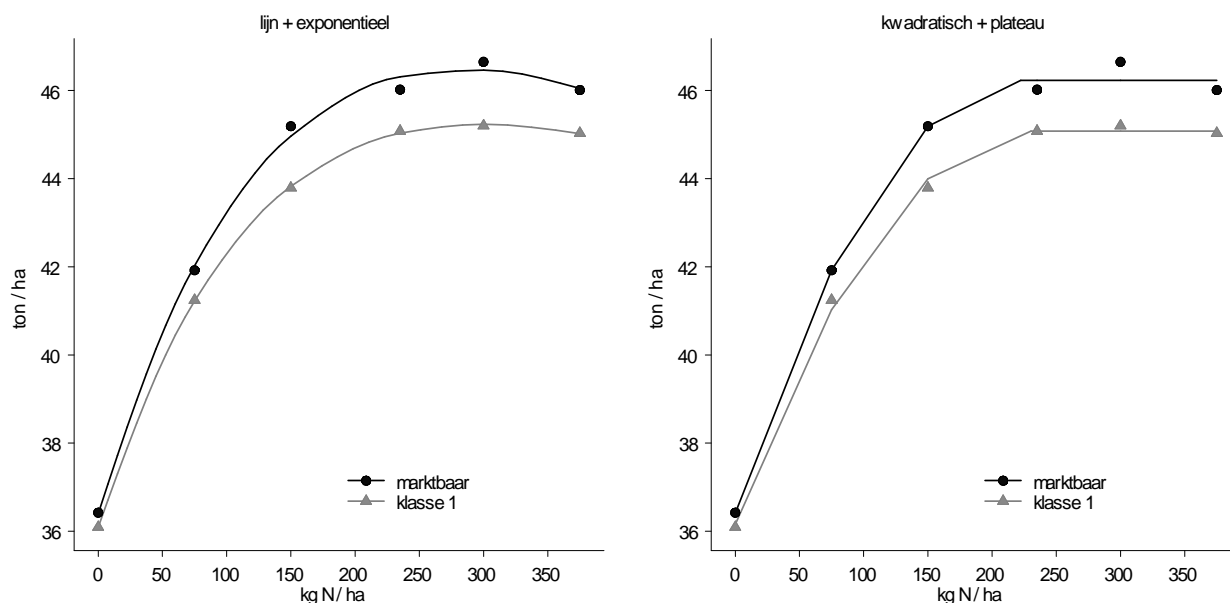
Hoewel er een significante interactie was tussen N-gift en oogsttijdstip, verschilden de berekende economisch optimale N-giften weinig tussen de twee oogstmomenten. Voor de respons en de optimale N-gift is daarom hierna toch uitgegaan van het gemiddelde van de beide oogstmomenten.

Tabel 21. Resultaat verschillende responsmodellen vroege herfstteelt Vredepeel 2007

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
			fysiek	economisch			
<i>1^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	98,4	0,0010	295	285	98,0	0,0013	296
Exponentieel	98,3	0,0011	*	>375	98,5	0,0009	*
Lineair gedeeld door lineair	97,0	0,0024	*	>375	97,1	0,0023	*
Lijn + exponentieel	98,7	0,0079	307	289	98,7	0,0076	312
Broken stick	98,2	0,0011	171	171	99,5	0,0002	169
Kwadratisch + plateau	98,8	0,0006	255	248	99,6	0,0001	250
<i>2^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	96,7	0,0028	268	261	95,5	0,0044	275
Exponentieel	98,5	0,0008	*	311	98,8	0,0006	*
Lineair gedeeld door lineair	96,7	0,0028	*	>375	98,1	0,0012	*
Lijn + exponentieel	99,8	0,0012	262	248	98,7	0,0078	287
Broken stick	98,6	0,0007	120	120	95,5	0,0045	111
Kwadratisch + plateau	99,5	0,0002	201	196	97,7	0,0016	212
<i>gemiddeld beide oogsten</i>							
2 ^e -Graads polynoom	97,8	0,0016	280	271	97,8	0,0016	284
Exponentieel	98,6	0,0008	*	347	99,5	0,0002	*
Lineair gedeeld door lineair	97,0	0,0024	*	>375	98,3	0,0010	*
Lijn + exponentieel	99,4	0,0036	284	267	100,0	0,0001	298
Broken stick	97,7	0,0016	130	130	97,0	0,0024	167
Kwadratisch + plateau	99,4	0,0002	222	217	99,7	0,0001	230



Figuur 6a. Opbrengstrespons vroege herfststeelt Vredepeel 2007 per oogstmoment



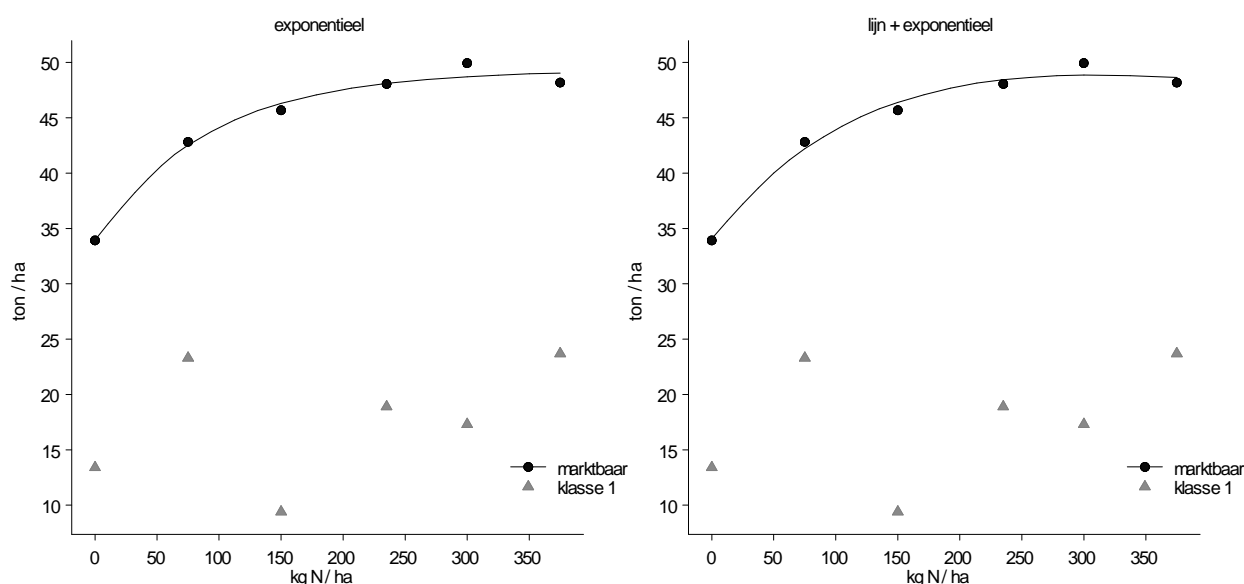
Figuur 6b. **Opbrengstrespons vroege herfstteelt Vredepeel 2007 (gemiddeld over de twee oogstmomenten)**

Bij de late winterteelt te Vredepeel in 2007-2008 beschreef het exponentieel model de respons van de marktbaar opbrengst het beste, gevolgd door het 'lineair gedeeld door lineair' model (tabel 22). De berekende economisch optimale N-giften bij deze modellen betroffen geëxtrapoleerde waarden (423 kg N/ha bij het exponentieel model en ver boven de 375 kg N/ha bij het 'lineair gedeeld door lineair' model). Het 'lijn + exponentieel' model voldeed als derde beste, maar hierbij kon wel een geïnterpoleerde, economisch optimale N-gift worden afgeleid. Daarom is aan dit model de voorkeur gegeven.

De hoogte van de N-gift had geen significant effect op de opbrengst in klasse 1 (paragraaf 3.1.9). Dit werd bevestigd door de regressie-analyse met de verschillende responsmodellen. In figuur 7 is daarom geen responscurve weergegeven voor de opbrengst in klasse 1.

Tabel 22. **Resultaat verschillende responsmodellen late winterteelt Vredepeel 2007-2008**

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
			fysiek	economisch			
2 ^e -Graads polynoom	96,2	0,0034	288	284	*	n.s.	*
Exponentieel	97,4	0,0020	*	>375	*	n.s.	*
Lineair gedeeld door lineair	97,0	0,0025	*	>375	*	n.s.	*
Lijn + exponentieel	96,4	0,0213	311	299	*	n.s.	*
Broken stick	91,9	0,0124	176	176	*	n.s.	*
Kwadratisch + plateau	96,0	0,0038	244	241	*	n.s.	*



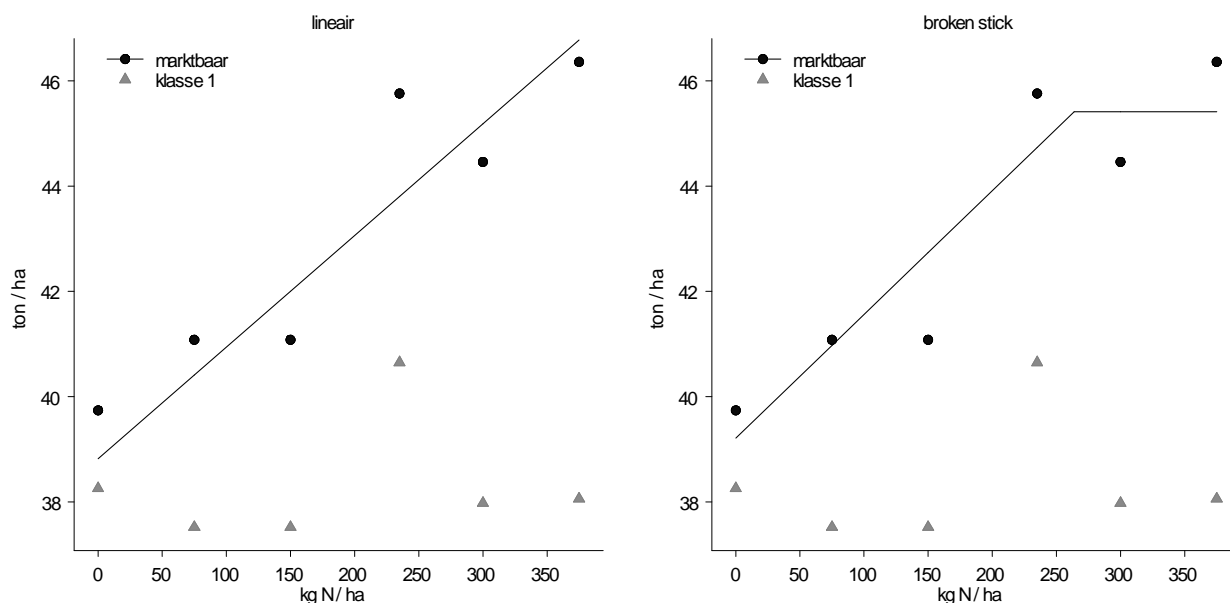
Figuur 7. Opbrengstrespons late winterteelt Vredepeel 2007-2008

Voor marktbaar opbrengst van de late winterteelt te Castenray in 2007-2008 beschreef een 1^e graads polynoom (rechte lijn) de respons het beste (tabel 23). Dit model kent echter geen optimale N-gift. Tussen de N-giften van 235, 300 en 375 kg N/ha was er geheel geen significant verschil in marktbaar opbrengst (paragraaf 3.1.10). Daarom is gekozen voor de broken stick, hoewel dit model slechts zwak significant was.

De hoogte van de N-gift had geen significant effect op de opbrengst in klasse 1 (paragraaf 3.1.10), hetgeen werd bevestigd door de regressie-analyse met de verschillende responsmodellen. In figuur 8 is daarom geen responscurve weergegeven voor de opbrengst in klasse 1.

Tabel 23. Resultaat verschillende responsmodellen late winterteelt Castenray 2007-2008

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
1 ^e -Graads polynoom	82,4	0,0078	>375	>375	*	n.s.	
2 ^e -Graads polynoom	76,6	0,0526	>375	>375	*	n.s.	
Exponentieel	76,6	0,0526	*	>375	*	n.s.	*
Lineair gedeeld door lineair	76,6	0,0527	*	>375	*	n.s.	*
Lijn + exponentieel	65,1	n.s.	*	*	*	n.s.	
Broken stick	74,8	0,0587	264	264	*	n.s.	
Kwadratisch + plateau	76,6	0,0526	>375	>375	*	n.s.	



Figuur 8. **Opbrengstrespons late winterteelt Castenray 2007-2008**

De opbrengstrespons van de zaaiprei te Vredepeel in 2007-2008 werd bij de 1^e oogst het best beschreven door het 'lineair gedeeld door lineair' model en bij de 2^e oogst door de 'broken stick' en het 'kwadratisch + plateau' model (tabel 24). Gemiddeld over beide oogsttijdstippen voldeed het 'lineair gedeeld door lineair' model het beste, gevolgd door het exponentieel model.

Uit een analyse voor de marktbaar opbrengst over beide oogstmomenten gezamenlijk met oogsttijdstip als factor, kwam bij het 'lineair gedeeld door lineair' model alsook bij het exponentieel model geen significant opbrengstniveaoverschil tussen de twee oogsttijdstippen naar voren, noch een significante interactie tussen N-gift en oogsttijdstip (evenals in de variantie-analyse; zie paragraaf 3.1.11). Ook bij de 'broken stick' en het 'kwadratisch + plateau' model verschilden de parameters A, B en K van de modellen (zie paragraaf 2.3) niet significant tussen de twee oogstmomenten, ofwel er was geen significant verschil qua hoogte van het plateau, optimale stikstofgift en snelheid waarmee het linkerdeel van de curve stijgt. De analyse met beide oogsttijdstippen gezamenlijk, maar zonder scheiding van parameters gaf 92,4% verklaarde variantie voor het 'lineair gedeeld door lineair' model, 90,9% voor het exponentieel model, 81,5% voor de 'broken stick' en 86,7% voor het 'kwadratisch + plateau' model met een F-prob. <0,001 voor alle vier de modellen.

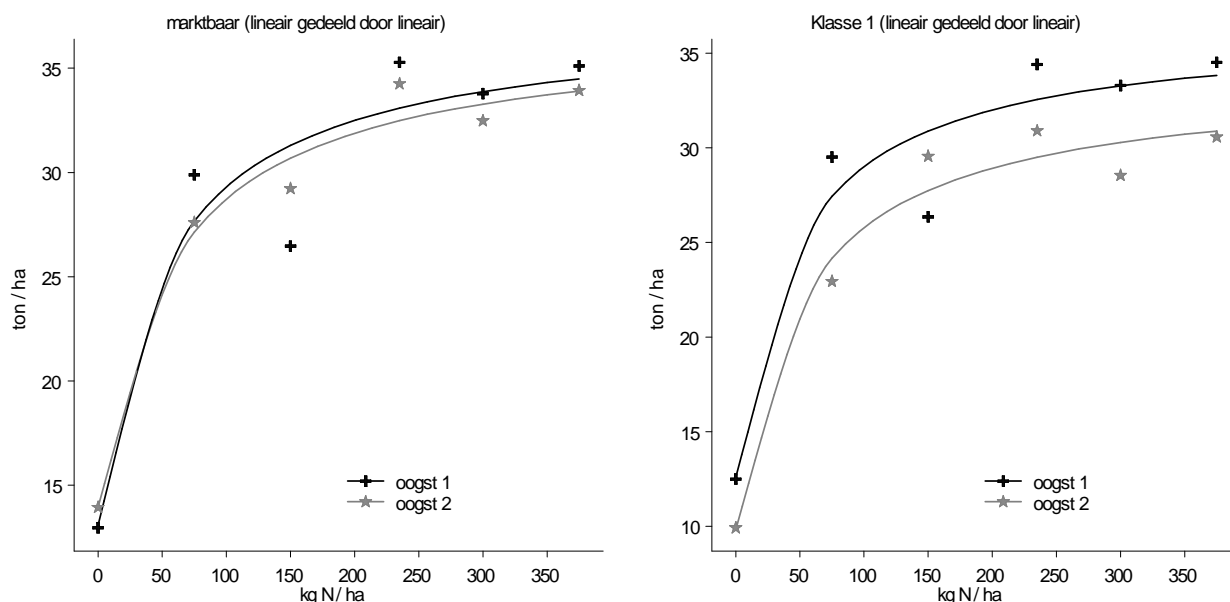
Uit een analyse voor de opbrengst in klasse 1 over beide oogstmomenten gezamenlijk met oogsttijdstip als factor, kwam bij het 'lineair gedeeld door lineair' model en het exponentieel model een significant opbrengstniveaoverschil tussen de twee oogsttijdstippen naar voren, maar geen significante interactie tussen N-gift en oogsttijdstip. Ofwel er was sprake van een constant opbrengstverschil tussen de twee oogstmomenten, onafhankelijk van de hoogte van de N-gift en de optimale N-gift was voor beide oogstmomenten gelijk. De analyse waarbij de constante A (zie paragraaf 2.3) was gescheiden en de overige parameters niet, gaf 92,5% verklaarde variantie voor het 'lineair gedeeld door lineair' model en 91,9% voor het exponentieel model en een F-prob. <0,001 voor beide.

Zowel bij de 'broken stick' als het 'kwadratisch + plateau' model verschilden de parameters A, B en K van de modellen (zie paragraaf 2.3) niet significant tussen de twee oogstmomenten, ofwel er was geen significant verschil qua hoogte van het plateau, optimale stikstofgift en snelheid waarmee het linkerdeel van de curve stijgt. De analyse met beide oogsttijdstippen gezamenlijk, maar zonder scheiding van parameters gaf voor beide modellen 85,6% verklaarde variantie en een F-prob. <0,001.

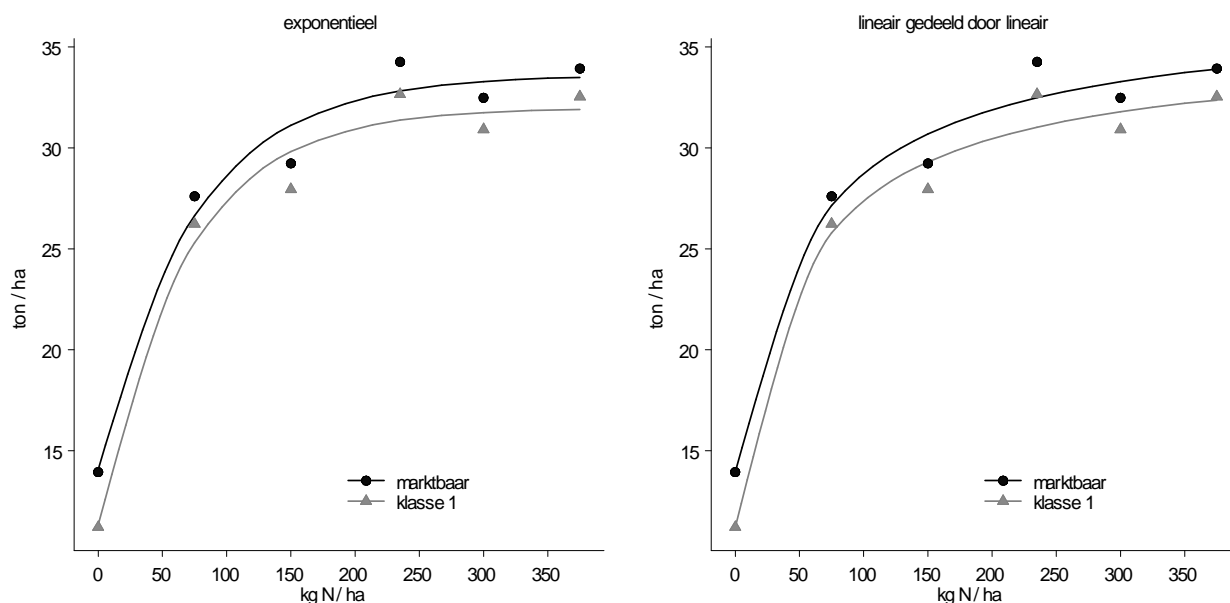
Hoewel het 'lineair gedeeld door lineair' model de respons iets beter beschreef dan het exponentieel model, kon het 'lineair gedeeld door lineair' model geen geïnterpoleerde economisch optimale N-gift worden afgeleid en met het exponentieel model wel. De berekende economisch optimale N-gift bij het 'lineair gedeeld door lineair' betrof een geëxtrapoleerde waarde die ver boven de 375 kg N/ha lag. Daarom is toch de voorkeur gegeven aan het exponentieel model en is uitgegaan van het gemiddelde van de twee oogstmomenten.

Tabel 24. Resultaat verschillende responsmodellen zaaipei Vredepeel 2007-2008

Model	Respons marktbaar opbrengst				Respons opbrengst in klasse 1		
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Optimale gift (kg N/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Fysiek optimale gift (kg N/ha)
			fysiek	economisch			
<i>1^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	73,2	0,0644	302	297	73,7	0,0628	299
Exponentieel	81,5	0,0369	*	351	83,3	0,0318	*
Lineair gedeeld door lineair	84,7	0,0278	*	>375	86,6	0,0229	*
Lijn + exponentieel	82,4	0,1036	*	*	85,1	0,0880	*
Broken stick	76,0	0,0547	87	87	78,6	0,0459	87
Kwadratisch + plateau	76,0	0,0547	120	119	78,6	0,0459	118
<i>2^e oogst</i>							
2 ^e -Graads polynoom	91,4	0,0118	270	267	89,3	0,0164	268
Exponentieel	95,8	0,0040	*	377	96,8	0,0026	*
Lineair gedeeld door lineair	93,5	0,0077	*	>375	95,0	0,0052	*
Lijn + exponentieel	95,2	0,0290	266	258	96,0	0,0239	265
Broken stick	98,4	0,0010	126	126	98,3	0,0011	115
Kwadratisch + plateau	98,2	0,0012	197	195	98,3	0,0010	183
<i>gemiddeld beide oogsten</i>							
2 ^e -Graads polynoom	88,1	0,0190	285	281	86,6	0,0227	282
Exponentieel	95,8	0,0040	*	366	96,4	0,0032	*
Lineair gedeeld door lineair	96,5	0,0030	*	>375	97,2	0,0021	*
Lijn + exponentieel	94,3	0,0341	*	*	95,5	0,0268	*
Broken stick	91,0	0,0126	102	102	92,7	0,0092	99
Kwadratisch + plateau	92,6	0,0094	214	212	92,9	0,0088	190



Figuur 9a. Opbrengstrespons zaaipei Vredepeel 2007-2008 per oogstmoment



Figuur 9b. **Opbrengstrespons zaaipei Vredepeel 2007-2008 (gemiddeld over de twee oogstmomenten)**

Gelet op het percentage verklaarde variantie waren de verschillen tussen de modellen over het algemeen niet zo groot. De verschillen in berekende optimale N-gift tussen de modellen waren daarentegen wel groot. Ook tussen de proeven varieerde de optimale N-gift sterk.

De fysiek optimale N-gift op basis van de opbrengst in klasse 1 verschilde over het algemeen weinig van de fysiek optimale N-gift op basis van de marktbaar opbrengst. Bij de twee late winterpreiproeven van 2007-2008 had de hoogte van de N-gift geen significant effect op de opbrengst in klasse 1, maar wel op de totale marktbaar opbrengst. Als bij opbrengststijging de opbrengst in klasse 1 gelijk blijft en de extra opbrengst in de klassen 2 en 3 terechtkomt, neemt de financiële opbrengst toch toe. Voor de bepaling van de optimale gift is daarom de marktbaar opbrengst genomen.

De economisch optimale N-giften zijn slechts weinig lager dan de fysiek optimale N-giften. De berekende economisch optimale N-gift is afhankelijk van de productprijs en de prijs voor stikstof waarmee is gerekend. Verandering hiervan leidt tot een andere economisch optimale gift. De economisch optimale gift kan echter nooit hoger worden dan fysiek optimale gift.

In tabel 25 zijn de optimale N-giften per proef, uitgaande van het geselecteerde model, samengevat.

Tabel 25. **Optimale N-gift (kg N/ha) per proef op basis van marktbaar opbrengst en het geselecteerde responsmodel**

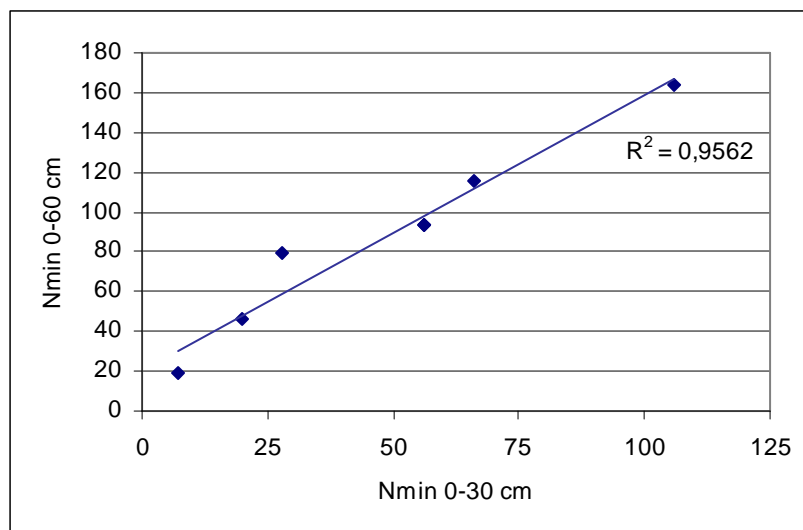
Proef	Model	Optimale N-gift	
		Fysiek	Economisch
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	lijn + exponentieel	227	217
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	exponentieel	*	286
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	lijn + exponentieel	141	132
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	kwadratisch + plateau	196	194
Zaaipei Vredepeel 2006-2007	2 ^e graads polynoom	>375	>375
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	lijn + exponentieel	284	267
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	lijn + exponentieel	311	299
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	broken stick	264	264
Zaaipei Vredepeel 2007-2008	exponentieel	*	366
Gemiddeld alle proeven			>267
Gemiddeld plantpreiproeven			237
Gemiddeld plantpreiproeven excl. vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007			255
Gemiddeld zaaipeiproeven			>371

3.3 Afleiding van een stikstofbestedingsrichtlijn

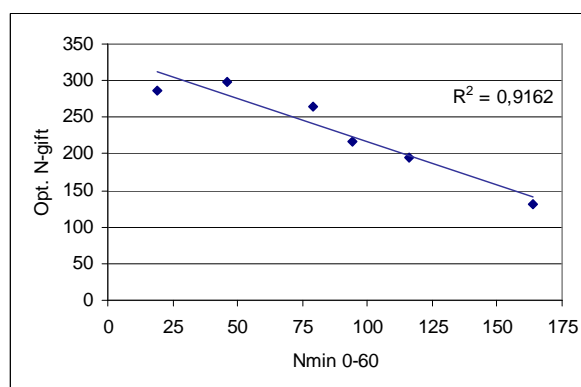
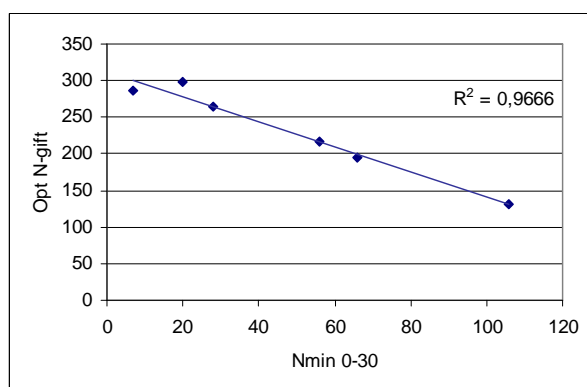
In stikstofbestedingsrichtlijnen wordt rekening gehouden met de Nmin-voorraad voor of aan het begin van de teelt. Door de optimale N-gift uit een serie proeven uit te zetten tegen die Nmin-voorraad de teelt, kan een empirisch verband tussen beide worden afgeleid met behulp van regressie-analyse.

In figuur 10 zijn van de preiproeven de Nmin 0-30 cm en de Nmin 0-60 cm tegen elkaar uitgezet en in figuur 11 zijn de economisch optimale N-giften van de preiproeven (zie tabel 26) uitgezet tegen de Nmin 0-30 cm en 0-60 cm. Het betreft die proeven waarbij een optimale gift kon worden afgeleid en waarbij zowel de Nmin 0-30 cm als 30-60 cm zijn gemeten. Er was een vrij sterk lineair verband tussen Nmin 0-30 cm en Nmin 0-60 cm (figuur 10) en qua nauwkeurigheid is het verschil niet zo groot of van de een of de ander wordt uitgegaan (figuur 11).

Er is daarom voor gekozen om uit te gaan van de Nmin 0-60 cm, omdat deze bij alle proeven is gemeten en de Nmin 0-30 cm bij enkele proeven niet (zie tabel 2 in paragraaf 2.2). Bovendien kan dan beter een vergelijking met de huidige richtlijn worden gemaakt, die ook is gebaseerd op Nmin 0-60 cm.

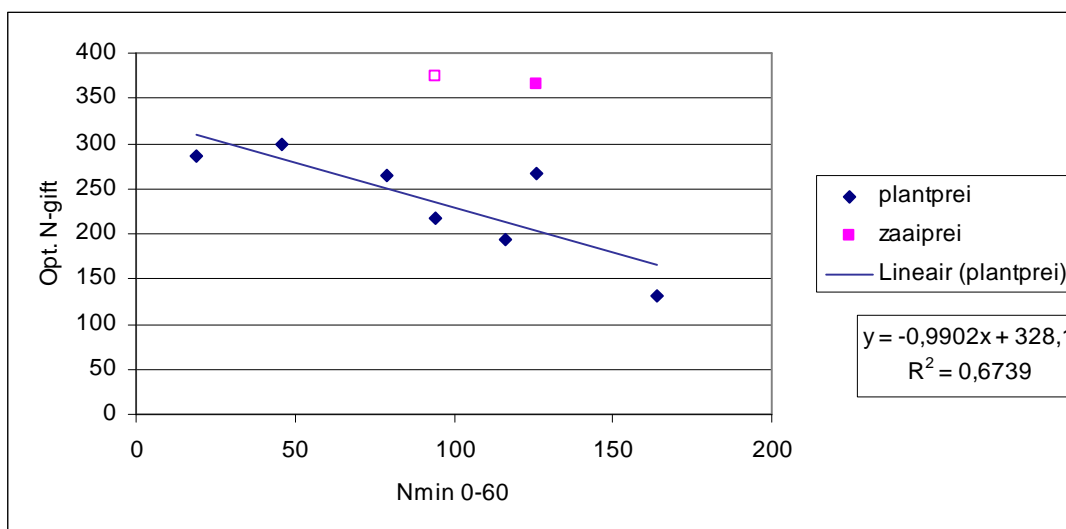


Figuur 10. Nmin 0-60 cm uitgezet tegen Nmin 0-30 cm



Figuur 11. Optimale N-gift uitgezet tegen de Nmin 0-30 cm en Nmin 0-60 cm (kg N/ha)

In figuur 12A zijn de data van de plantpreiproeven en die van de zaaipreiproeven afzonderlijk weergegeven. Voor de zaaiprei van 2006-2007 te Vredepeel is een optimale N-gift van 375 kg N/ha genomen (de hoogste N-trap in de proef). Er is alleen een regressielijn berekend voor de meetpunten van de plantprei. De meetpunten van de zaaiprei wijken sterk af naar boven en ligt voor de zaaipreiproef van 2006-2007 te Vredepeel (het open vierkantje) mogelijk nog wat verder boven de lijn dan nu is aangegeven.



Figuur 12A. **Optimale N-gift uitgezet tegen de Nmin-voorraad 0-60 cm (kg N/ha)**

De proefresultaten geven, mede gelet op de sterk afwijkende respons bij de zaaiprei te Vredepeel in 2006-2007, de indruk dat voor zaaiprei een aparte N-bemestingsrichtlijn nodig is, los van die van plantprei. Het is niet ongebruikelijk dat bij een bepaald gewas de N-bemestingsrichtlijn verschilt per teeltwijze. Het komt bij vollegrondsgroenten meermalen voor (Van Dijk & Van Geel, 2008).

Echter, op basis van deze twee zaaipreiproeven op dezelfde locatie, waarvan maar bij één proef een optimale N-gift kon worden afgeleid, kan geen N-bemestingsrichtlijn worden opgesteld. Er zijn meer (geslaagde) zaaipreiproeven nodig om dit te kunnen onderbouwen.

Er wordt daarom alleen een richtlijn afgeleid op basis van de plantpreiproeven. Volgens de regressievergelijking die in figuur 12A is aangegeven, zou die richtlijn op $328 - N_{min}(0-60)$ uitkomen. In tabel 26 is aangegeven hoeveel stikstof er bij opvolging van deze richtlijn in de verschillende proeven zou zijn bemest (inclusief de zaaipreiproeven) in vergelijking tot de berekende economisch optimale N-gift.

Opmerkelijk is dat bemesting volgens deze richtlijn voor de plantproeven van 2006-2007 een te hoge gift aangeeft en voor de plantpreiproeven van 2007-2008 een te lage. In het jaar 2007-2008 was de stikstofbehoefte duidelijk hoger dan in het jaar 2006-2007. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de natte zomer van 2007 (meer uitspoelingsverlies), terwijl de zomer van 2006 juist droog was.

Tabel 26. **Nmin-voorraad bodem voor de teelt, berekende economisch optimale N-gift, N-aanbod en N-gift volgens de richtlijn à $328 - N_{min}(0-60)$ (kg N/ha)**

Proef	Nmin 0-60 cm	Optimale N-gift	N-aanbod 0-60 cm	N-gift richtlijn	Verskil tussen N-richtl. en Nopt.
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	94	217	311	234	+17
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	19	286	305	309	+23
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	164	132	296	164	+32
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	116	194	310	212	+18
Zaaiprei Vredepeel 2006-2007	94	>375	>469	234	< -141
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	126	267	393	202	-65
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	46	299	345	282	-17
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	79	264	343	249	-15
Zaaiprei Vredepeel 2007-2008	126	366	492	202	-164
Gemiddeld alle proeven	96	>267	>363	232	
Gemiddeld plantpreiproeven	92	237	329	236	
Gemiddeld zaaipreiproeven	110	>371	>481	218	

Voor datasets van proeven waarbij het niet mogelijk is een empirisch verband af te leiden tussen de optimale N-gift en de Nmin-voorraad, bijvoorbeeld omdat de Nmin-waarden dicht bij elkaar liggen, wordt de N-bemestingsrichtlijn afgeleid door per proef de optimale N-gift en Nmin op te tellen en dit als optimaal N-aanbod te beschouwen. Het gemiddelde van het optimaal N-aanbod per proef levert dan een richtlijn op.

Deze benadering is tevens in tabel 26 weergegeven. Het levert voor plantprei een vrijwel identieke uitkomst op ($329 - N_{min}$) als de empirisch afgeleide richtlijn in figuur 12A ($328 - N_{min}$).

Een regressielijn tussen de optimale N-gift en de N_{min} -voorraad als in bovenstaande figuren (hier aangeduid als 'richtlijn'), geeft aan wat gemiddeld genomen een optimale stikstofgift is, afhankelijk van de N_{min} . Per afzonderlijke situatie hangt de optimale gift echter ook nog van andere groeifactoren af dan de N_{min} , zoals jaars- en perceelsinvloed en kan daarom variëren. Bemesting volgens een richtlijn betekent daarom dat in het ene geval teveel wordt gegeven (extra kunstmestkosten en soms ook fysieke opbrengstderving) en in het andere geval te weinig (fysieke opbrengstderving), ten opzichte van wat onder de betreffende groeiomstandigheden daadwerkelijk een optimale gift is. Nu is de vraag of een afwijking ten opzichte van de daadwerkelijke optimale N-gift naar beneden (een te lage N-gift) een even hoge financiële opbrengstderving geeft als een afwijking naar boven (een te hoge N-gift). Dit hangt af van de precieze vorm van elke responscurve rond het betreffende optimum (per proef). Indien een afwijking naar beneden (te lage N-gift) een grotere financiële opbrengstderving geeft dan eenzelfde afwijking naar boven (te hoge N-gift), leidt consequente bemesting volgens bovenstaande regressielijn niet tot een financieel optimaal resultaat. Hieronder wordt deze kwestie verder geanalyseerd om (indien nodig) tot een verbeterde richtlijn te komen.

I. Referentie

In tabel 27a is per proef de economisch optimale N-gift weergegeven en de berekende marktbaar opbrengst bij die optimale N-gift volgens het geselecteerde responsmodel per proef (paragraaf 3.2). Daarna is de financiële opbrengst berekend als marktbaar opbrengst * productprijs minus N-gift * N-prijs. Vervolgens is de gemiddelde financiële opbrengst over alle zeven de proeven berekend.

II. Richtlijn via regressie

In tabel 27b is per proef de N-gift weergegeven bij opvolging van de afgeleide richtlijn à $328 - N_{min}(0-60)$, met de in tabel 26 vermelde N_{min} -waarden. Vervolgens zijn bij die N-gift de marktbaar opbrengst berekend met het geselecteerde responsmodel per proef en de financiële opbrengst. In vergelijking tot het weergegeven resultaat in tabel 27a geeft bemesting volgens deze richtlijn bij deze zeven proeven een financieel opbrengstverlies van gemiddeld 56 euro per ha.

III. Richtlijn via iteratie

Bovengenoemd verlies (II ten opzichte van I) kan worden verkleind door het lineaire verband tussen optimale N-gift en N_{min} -voorraad aan te passen totdat het gezamenlijk resultaat over alle proeven daadwerkelijk economisch optimaal is. Omdat het verschil in financiële opbrengst tussen voornoemde methoden I en II geen duidelijk verband vertoont met de hoogte van de N_{min} -voorraad vóór de teelt (zie figuur 12B), hoeft de richtingscoëfficiënt van de lijn in figuur 12A in deze procedure niet te worden aangepast. Alleen de streefwaarde (snijpunt met Y-as) werd daarom geoptimaliseerd. Door middel van iteratie werd vastgesteld bij welke streefwaarde gemiddeld over alle proeven de maximale financiële opbrengst wordt behaald; met andere woorden, bij welke streefwaarde de financiële opbrengstderving zo klein mogelijk is ten opzichte van de referentiesituatie I (tabel 27a). De streefwaarde is daarbij telkens wat verhoogd of verlaagd, waarna steeds opnieuw per proef de N-gift is berekend (streefwaarde - N_{min}), de marktbaar opbrengst bij die N-gift volgens het responsmodel per proef (figuur 13) en bijbehorende financiële opbrengst. Dit proces is net zolang uitgevoerd tot de hoogste financiële opbrengst gemiddeld over de zeven proeven werd gevonden. Het optimalisatieproces is uitgevoerd in Excel met behulp van de functie Solver en leverde als resultaat: $343 - N_{min}(0-60)$. In tabel 27c zijn per proef de N-gift, marktbaar en financiële opbrengst weergegeven bij toepassing van deze verbeterde richtlijn en het financieel verlies ten opzichte van de referentiesituatie (I). Dit verlies bedraagt uiteindelijk gemiddeld 34 euro per ha en is dus lager dan bij methode II waar een verlies van 56 euro per ha werd gevonden. De richtlijn volgens methode III is dus economisch gezien beter dan die volgens methode II.

Tabel 27. **Resultaat plantpreiproeven bij economisch optimale N-gift per proef en bij een N-gift volgens een richtlijn van 328 – Nmin(0-60) resp. 343 – Nmin(0-60)**

27.a. *Bij economisch optimale N-gift per proef*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	217	46,8	17.605
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	286	31,6	17.765
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	132	36,0	20.383
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	194	44,6	24.342
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	267	46,5	17.432
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	299	48,9	26.630
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.756
Gemiddeld	237	42,8	21.273

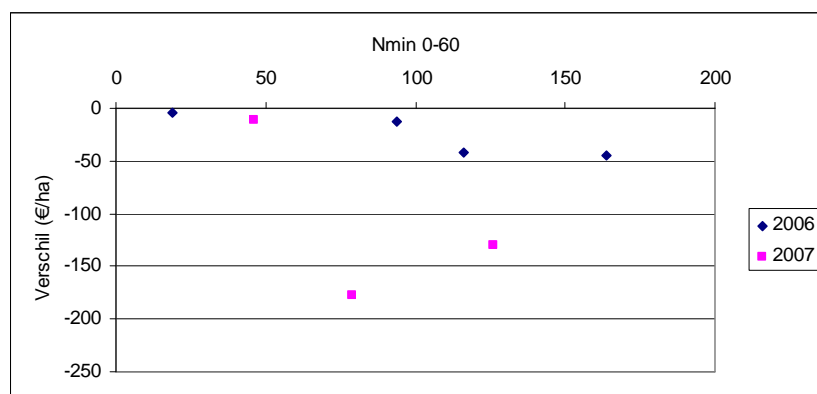
27.b. *Bij een N-richtlijn van 328 – Nmin(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 27.a (€)
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	234	46,8	17.592	-13
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	309 ¹	31,6	17.761	-4
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	164	35,9	20.338	-44
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	212	44,6	24.328	-14
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	202	46,0	17.303	-129
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	282	48,8	26.618	-11
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	249	45,1	24.579	-178
Gemiddeld	236	42,7	21.217	-56

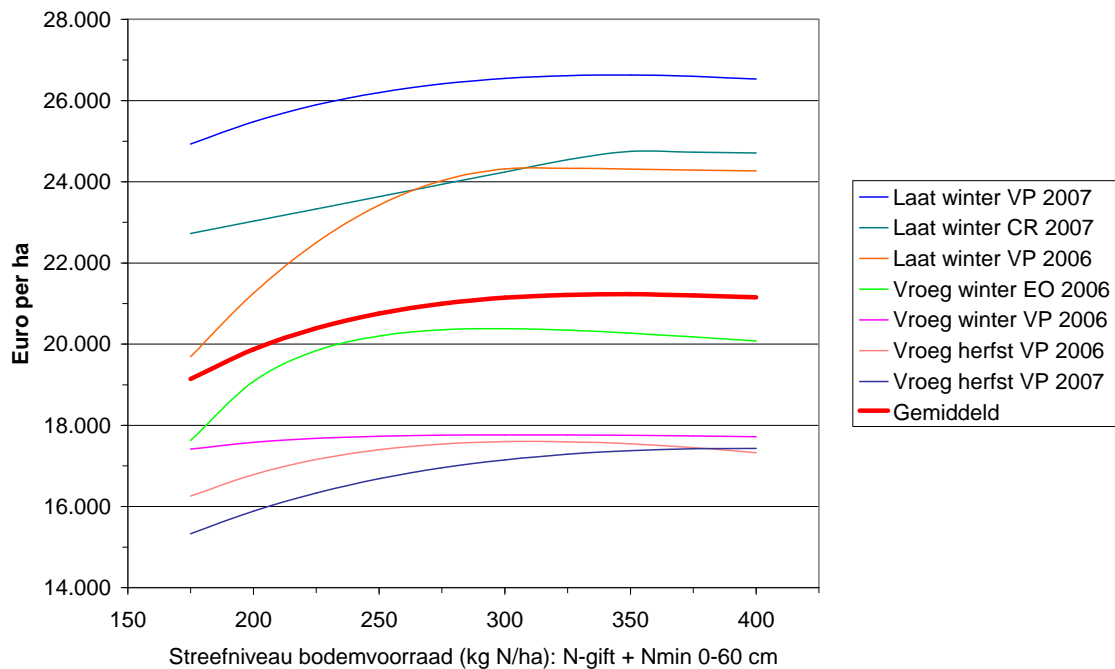
27.c. *Bij een N-richtlijn van 343 – Nmin(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 27.a (€)
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	249	46,8	17.562	-42
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	324 ¹	31,6	17.756	-9
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	179	35,9	20.295	-87
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	227	44,6	24.316	-27
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	217	46,2	17.358	-74
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	297	48,9	26.630	0
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.756	0
Gemiddeld	251	42,7	21.239	-34

¹ Betreft een licht geëxtrapoleerde waarde. Hoogste N-trap in die proef was 290 kg N/ha. Zie verder paragraaf 3.4.3.



Figuur 12B. **Financiële opbrengstderiving (€) bij een N-gift volgens de empirisch afgeleide richtlijn (328 – Nmin(0-60)) ten opzichte van hantering van de optimale N-gift per proef**



Figuur 13. Financiële opbrengst minus meststofkosten bij de plantpreiproeven, uitgezet tegen het streefniveau van de bodemvoorraad 0-60 cm (N-gift + Nmin 0-60 cm)

Het is voor de twee zaai-preiproeven niet mogelijk om een richtlijn of een gemiddelde optimale N-gift af te leiden. Hantering van de plantpreirichtlijn in de zaai-preiproeven zou te lage N-giften hebben opgeleverd en een financiële opbrengstderving. Het resultaat is weergegeven in tabel 28.

Indien de twee zaai-preiproeven aan de dataset met plantpreiproeven worden toegevoegd en er over het totaal van de negen proeven een economische optimale richtlijn wordt afgeleid via iteratie, levert dat een richtlijn op van 401 – Nmin(0-60). Het resultaat is weergegeven in tabel 29. De N-gift voor de vroege winter-teelt te Vredepeel in 2006-2007 betreft een sterk geëxtrapoleerde waarde (de hoogste N-trap in de proef was 290 kg N/ha).

Hantering van deze richtlijn zou financieel nadelig zijn geweest voor de plantpreiproeven (vergelijk met tabel 27). Dit bevestigt dat het vanuit economisch oogpunt beter zou zijn om aparte richtlijnen voor plantprei en zaai-prei te hanteren.

Tabel 28. Resultaat zaai-preiproeven bij een N-gift volgens een richtlijn van 343 – Nmin(0-60)

28.a. Bij economisch optimale N-gift per proef

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Zaai-prei Vredepeel 2006-2007	>375	45,8 ¹	21.458
Zaai-prei Vredepeel 2007-2008	366	33,5	15.594
Gemiddeld	>371	39,7	18.527

¹ Gemeten opbrengst bij de hoogste N-trap (375 kg N/ha)

28.b. Bij een N-richtlijn van 343 – Nmin(0-60)

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Zaai-prei Vredepeel 2006-2007	249	41,9	19.700
Zaai-prei Vredepeel 2007-2008	217	32,6	15.311
Gemiddeld	233	37,3	17.506

Tabel 29. Resultaat plant- en zaai-preproeven bij een N-gift volgens een richtlijn van 401 – Nmin(0-60)

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	307	46,3	17.320
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	382	31,6	17.722
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	237	35,6	20.069
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	285	44,6	24.268
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	275	46,5	17.431
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	355	48,8	26.527
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	322	45,4	24.708
Zaai-prei Vredepeel 2006-2007	307	44,0	20.662
Zaai-prei Vredepeel 2007-2008	275	33,2	15.521
Gemiddeld alle proeven	305	41,8	20.470
Gemiddeld plantprei	309	42,7	21.149

3.4 Alternatieve scenario's

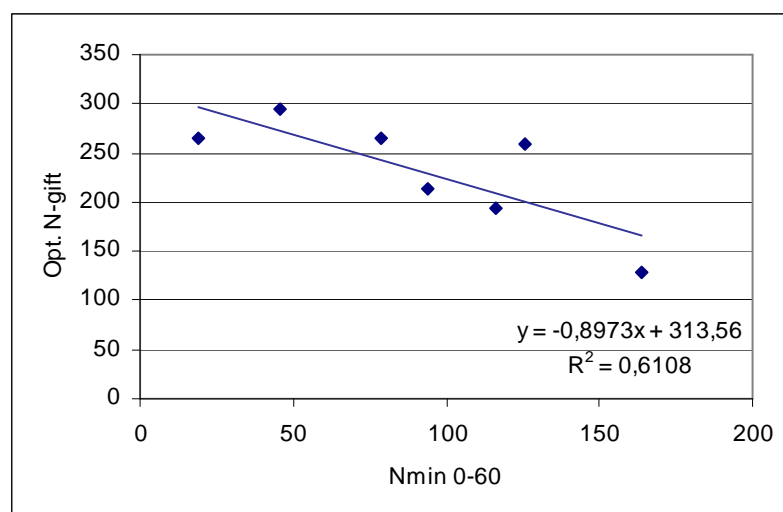
3.4.1 Stikstofprijs en productprijs

De marktprijs van kunstmeststikstof en van prei fluctueert in de tijd. Verandering van de kunstmeststikstofprijs en de productprijs van prei heeft invloed op de afgeleide economisch optimale gift en op de afgeleide N-bemestingsrichtlijn.

Voor de plantpreiproeven is per proef de economisch optimale N-gift bepaald, indien de stikstofprijs anderhalf keer zo hoog is als de prijs die in het voorafgaande is gehanteerd c.q. van €1,25 per kg N. Het resultaat is weergegeven in tabel 30. De economisch optimale N-giften (tabel 30a) zijn dan gemiddeld 6 kg N/ha lager ten opzichte van de vermelde giften in tabel 27a en de regressievergelijking tussen optimale gift en Nmin verandert in $314 - 0,9 * Nmin(0-60)$ (figuur 14).

Afleiding van een economisch optimale richtlijn gemiddeld over alle proeven via iteratie, levert $335 - 0,9 * Nmin(0-60)$ op (tabel 30c). Indien de correctiefactor voor de Nmin-voorraad op 1 wordt gesteld, levert de iteratie $343 - Nmin(0-60)$ op (tabel 30d), terwijl de gemiddeld financiële opbrengst dan niet lager is. Het laatste resultaat is gelijk aan dat in paragraaf 3.3.

N.B.: de N-gift in tabel 30b, 30c en 30d bij de vroege wintersteelt te Vredepeel in 2006-2007 betreft een licht geëxtrapoleerde waarde (de hoogste N-trap in de proef was 290 kg N/ha).



Figuur 14. Optimale N-gift plantpreiproeven uitgezet tegen de Nmin-voorraad 0-60 cm (kg N/ha) bij een anderhalf keer zo hoge stikstofprijs

Tabel 30. **Resultaat plantpreiproeven bij een anderhalf keer zo hoge stikstofprijs**

30.a. Bij economisch optimale N-gift per proef

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	213	46,8	17.515
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	264	31,5	17.650
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	129	35,9	20.328
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	193	44,5	24.261
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	260	46,4	17.321
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	294	48,9	26.505
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.646
Gemiddeld	231	42,8	21.175

*30.b. Bij een N-richtlijn van 314 – 0,9 * N_{min}(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	229	46,8	17.502
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	297	31,6	17.639
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	166	35,9	20.262
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	210	44,6	24.242
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	201	46,0	17.212
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	273	48,8	26.487
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	243	44,9	24.403
Gemiddeld	231	42,6	21.107

*30.c. Bij een N-richtlijn van 335 – 0,9 * N_{min}(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	250	46,8	17.454
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	318	31,6	17.625
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	187	35,8	20.189
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	231	44,6	24.216
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	222	46,2	17.278
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	294	48,9	26.505
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.646
Gemiddeld	252	42,7	21.130

30.d. Bij een N-richtlijn van 343 – N_{min}(0-60)

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	249	46,8	17.458
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	324	31,6	17.620
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	179	35,9	20.220
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	227	44,6	24.220
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	217	46,2	17.267
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	297	48,9	26.505
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.646
Gemiddeld	251	42,7	21.134

In praktijk wordt meestal dierlijke mest toegediend vóór de teelt en wordt later tijdens de teelt bijbemest met kunstmest. Ervan uitgaande dat de werkzame hoeveelheid stikstof uit de mest gratis is, zijn de totale N-bemestingskosten dan lager en is de financiële opbrengst hoger. Echter, de economisch optimale N-gift (het omslagpunt waarbij de kosten van extra kunstmeststikstof gelijk zijn aan de extra financiële opbrengst) verandert hierdoor niet en de N-bemestingsrichtlijn ook niet.

Indien ook kunstmeststikstof gratis zou zijn, verandert de via iteratie bepaalde economisch optimale N-bemestingsrichtlijn op basis van de plantpreiproeven in 348 – N_{min}(0-60) (tabel 31). In deze situatie

houden financiële opbrengstderving door een te lage N-gift in de ene proef en financiële opbrengstderving door een te hoge N-gift in de andere proef, elkaar in evenwicht.

Tabel 31. **Resultaat plantpreiproeven bij gratis stikstof en een richtlijn van 348 – Nmin(0-60)**

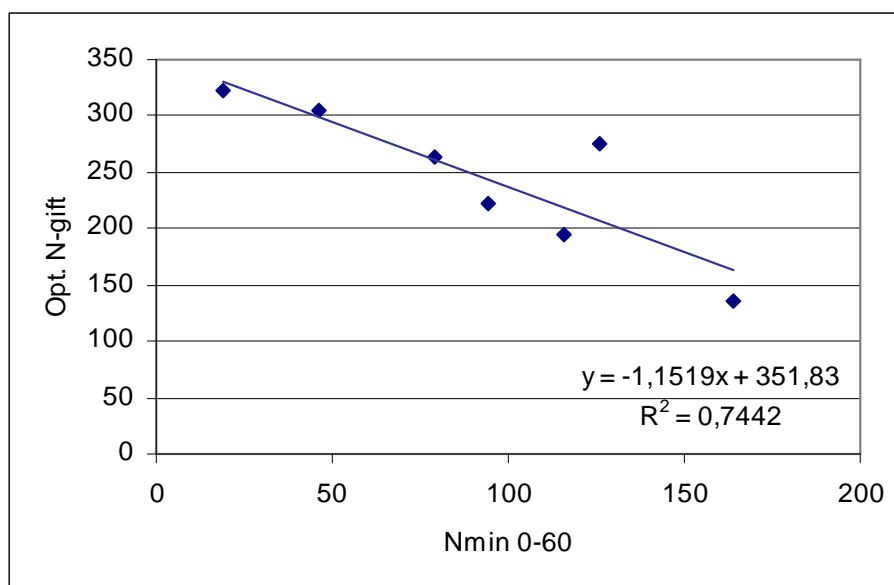
Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	254	46,7	17.760
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	329	31,6	18.027
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	184	35,8	20.432
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	232	44,6	24.504
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	222	46,2	17.557
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	302	48,9	26.880
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	269	45,4	24.976
Gemiddeld	256	42,7	21.448

Verandering van de productprijs beïnvloedt eveneens de economisch optimale gift en de afgeleide N-bemestingsrichtlijn. Bij verdubbeling van de productprijzen (en een N-prijs van €0,83 per kg) zijn de economisch optimale N-giften per proef (tabel 32a) gemiddeld 9 kg N/ha hoger ten opzichte van de vermelde giften in tabel 27a en de relatie tussen optimale gift en Nmin verandert in $352 - 1,2 * Nmin$ (figuur 15).

Afleiding van een economisch optimale richtlijn gemiddeld over alle proeven via iteratie, levert een richtlijn van $360 - 1,2 * Nmin(0-60)$ op (tabel 32c). Indien de correctiefactor voor de Nmin op 1 wordt gesteld, verandert de richtlijn in $343 - Nmin$ en blijft dus hetzelfde als in de vorige paragraaf. Het gemiddelde financieel resultaat van de beide richtlijnen is nagenoeg gelijk (tabel 32c en 32d).

N.B.: de N-gift in tabel 32b, 32c en 32d bij de vroege wintersteelt te Vredepeel in 2006-2007 betreft een licht geëxtrapoleerde waarde (de hoogste N-trap in de proef was 290 kg N/ha).

Indien geen rekening wordt gehouden met stikstofprijs en productprijs, kan via iteratie een optimale richtlijn worden afgeleid die over alle proeven de gemiddeld hoogste fysiek opbrengst geeft. Dat levert $351 - Nmin(0-60)$ op en een gemiddelde N-gift van 259 kg N/ha (zie ook figuur 16). Naast de streefwaarde kan ook de correctiefactor voor de Nmin in het iteratieproces worden betrokken. Dat levert $365 - 1,14 * Nmin(0-60)$ op en een gemiddelde N-gift van 260 kg N/ha.



Figuur 15. **Optimale N-gift plantpreiproeven uitgezet tegen de Nmin-voorraad 0-60 cm (kg N/ha) bij een twee keer zo hoge productprijs**

Tabel 32. **Resultaat plantpreiproeven bij een twee keer zo hoge productprijs**

32.a. Bij economisch optimale N-gift per proef

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	222	46,8	35.392
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	323	31,6	35.780
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	136	36,0	40.877
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	195	44,6	48.846
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	276	46,5	35.089
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	305	48,9	53.510
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	49.732
Gemiddeld	246	42,8	42.747

*32.b. Bij een N-richtlijn van 352 – 1,2 * Nmin(0-60)*

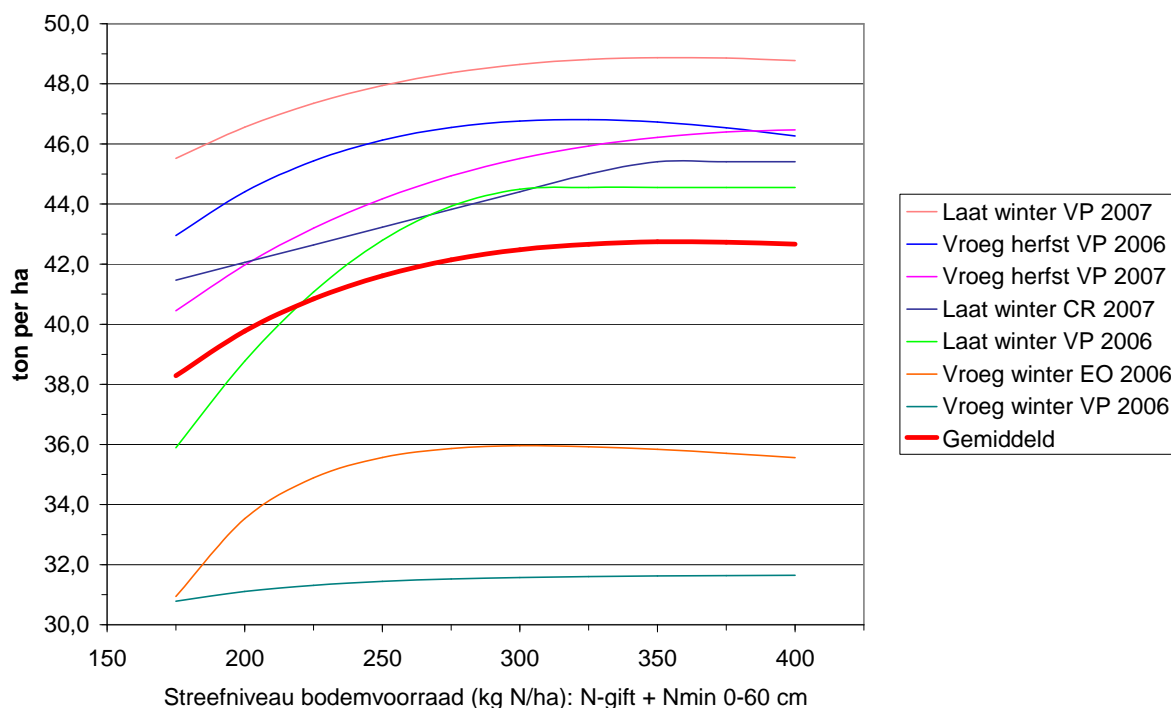
Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	239	46,8	35.366
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	329	31,6	35.780
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	155	35,9	40.845
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	213	44,6	48.832
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	201	46,0	34.762
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	297	48,9	53.505
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	257	45,3	49.569
Gemiddeld	242	42,7	42.666

*32.c. Bij een N-richtlijn van 360 – 1,2 * Nmin(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	247	46,8	35.339
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	337	31,6	35.779
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	163	35,9	40.816
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	221	44,6	48.825
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	209	46,1	34.833
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	305	48,9	53.510
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	265	45,4	49.731
Gemiddeld	250	42,7	42.690

32.d. Bij een N-richtlijn van 343 – Nmin(0-60)

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	249	46,8	35.332
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	324	31,6	35.780
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	179	35,9	40.740
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	227	44,6	48.820
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	217	46,2	34.896
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	297	48,9	53.506
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	49.732
Gemiddeld	251	42,7	42.686



Figuur 16. Fysieke opbrengst bij de plantpreiproeven, uitgezet tegen het streefniveau van de bodemvoorraad 0-60 cm (N-gift + Nmin 0-60 cm)

3.4.2 Modelkeuze

Zoals reeds in paragraaf 3.2 is opgemerkt, heeft ook de modelkeuze invloed op de berekende economisch optimale N-gift. Bij de vroege winterteelt te Vredepeel 2006-2007 beschreef het 'lineair gedeeld door lineair' model de opbrengstrespons beter dan het exponentieel model en bij de late winterteelt te Vredepeel in 2007-2008 beschreef het exponentieel model de respons beter dan het 'lijn + exponentieel' model. Er kon met deze modellen echter geen geïnterpoleerde economisch optimale N-gift worden afgeleid in de afzonderlijke proeven.

Bij afleiding van een economisch optimale richtlijn gemiddeld over alle proeven via iteratie, kunnen deze modellen wel worden gebruikt. In tabel 33 is aangegeven welke invloed de andere modelkeuze heeft. Het veranderde model is hierbij vetgedrukt. De N-bemestingsrichtlijn op basis van de plantpreiproeven verandert dan in $346 - N_{min}(0-60)$, waarbij de correctiefactor voor de N_{min} op 1 is gesteld.

Tabel 33. Resultaat plantpreiproeven bij een andere modelkeuze en een richtlijn van $346 - N_{min}(0-60)$

Proef	Model	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	lijn + exponentieel	252	46,7	17.555
Vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007	lineair / lineair	327	32,2	18.064
Vroege winterteelt Evertsoord 2006-2007	lijn + exponentieel	182	35,9	20.286
Late winterteelt Vredepeel 2006-2007	kwadratisch + plateau	230	44,6	24.313
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	lijn + exponentieel	220	46,2	17.367
Late winterteelt Vredepeel 2007-2008	exponentieel	300	48,7	26.541
Late winterteelt Castenray 2007-2008	broken stick	267	45,4	24.754
Gemiddeld		254	42,8	21.268

Bij vervanging van het 'kwadratisch + plateau' model bij de late wintersteelt te Vredepeel 2006-2007 door de broken stick, levert iteratie over alle proeven gemiddeld 343 – Nmin(0-60), waarbij de correctiefactor voor de Nmin op 1 is gesteld (tabel 34), ofwel geen verschil ten opzichte van paragraaf 3.3

Tabel 34. **Resultaat plantpreiproeven bij een andere modelkeuze en een richtlijn van 343 – Nmin(0-60)**

Proef	Model	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfststeelt Vredepeel 2006	lijn + exponentieel	249	46,8	17.563
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	exponentieel	324	31,6	17.756
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	lijn + exponentieel	179	35,9	20.296
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	broken stick	227	44,4	24.223
Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	lijn + exponentieel	217	46,1	17.357
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	lijn + exponentieel	297	48,9	26.630
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	broken stick	264	45,4	24.757
Gemiddeld		251	42,7	21.226

3.4.3 Aanpassing van de dataset

In het voorafgaande betreft de berekende N-gift bij de vroege wintersteelt te Vredepeel in 2006-2007 een licht geëxtrapoleerde waarde (de hoogste N-trap in de proef was 290 kg N/ha). Indien de proef op grond hiervan uit de dataset wordt verwijderd en opnieuw een richtlijn wordt afgeleid, levert dat een regressievergelijking op van $359 - 1,2 * N_{min}(0-60)$ ($R^2 = 0,68$) en de iteratie om tot een economisch optimale richtlijn te komen $359 - 1,2 * N_{min}(0-60)$. Indien de correctiefactor voor Nmin op 1 wordt gesteld, levert de iteratie wederom 343 – Nmin op. Het resultaat is weergegeven in tabel 35. Het gemiddelde financiële resultaat tussen beide verschilt nauwelijks.

Tabel 35. **Resultaat plantpreiproeven, exclusief de vroege wintersteelt in 2006-2007 te Vredepeel, bij een N-gift volgens een richtlijn van $359 - 1,2 * N_{min}(0-60)$ resp. $343 - N_{min}(0-60)$**

35.a. Bij een N-richtlijn van $359 - 1,2 * N_{min}(0-60)$

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfststeelt Vredepeel 2006	246	46,8	17.569
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	162	35,9	20.343
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	220	44,6	24.322
Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	208	46,0	17.326
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	304	48,9	26.629
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.756
Gemiddeld	234	44,60	21.824

35.b. Bij een N-richtlijn van $343 - N_{min}(0-60)$

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfststeelt Vredepeel 2006	249	46,8	17.562
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	179	35,9	20.295
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	227	44,6	24.316
Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	217	46,2	17.358
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	297	48,9	26.630
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.756
Gemiddeld	239	44,6	21.820

Als de late wintersteelt te Castenray in 2007-2008 uit de dataset wordt verwijderd, omdat het gekozen model (broken stick) zwak significant was (paragraaf 3.2), verandert de regressievergelijking in $324 - N_{min}$ ($R^2 = 0,67$) en de economisch optimale richtlijn na iteratie in $330 - N_{min}$. Het resultaat is weergegeven in tabel 36.

Tabel 36. **Resultaat plantpreiproeven, exclusief de late wintersteelt in 2007-2008 te Castenray, bij een N-gift volgens een richtlijn van $330 - N_{min}(0-60)$**

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfststeelt Vredepeel 2006	236	46,8	17.590
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	311	31,6	17.761
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	166	35,9	20.334
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	214	44,6	24.327
Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	204	46,0	17.310
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	284	48,8	26.621
Gemiddeld	236	42,3	20.657

Indien beide proeven uit de dataset wordt verwijderd, verandert de regressievergelijking in $354 - 1,2 * N_{min}(0-60)$ ($R^2 = 0,66$) en de economisch optimale richtlijn na iteratie in $352 - 1,2 * N_{min}(0-60)$ of $331 - N_{min}$, indien de correctiefactor voor de N_{min} op 1 wordt gesteld. Het verschil tussen beide richtlijnen is gemiddeld nihil. Het resultaat is weergegeven in tabel 37.

Tabel 37. **Resultaat plantpreiproeven, exclusief de vroege wintersteelt in 2006-2007 te Vredepeel en de late wintersteelt in 2007-2008 te Castenray, bij een N-gift volgens een richtlijn van $352 - 1,2 * N_{min}(0-60)$ resp. $331 - N_{min}(0-60)$**

*37.a. Bij een N-richtlijn van $352 - 1,2 * N_{min}(0-60)$*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfststeelt Vredepeel 2006	239	46,8	17.584
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	155	35,9	20.358
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	213	44,6	24.328
Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	201	46,0	17.298
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	297	48,9	26.630
Gemiddeld	221	44,4	21.239

37.b. Bij een N-richtlijn van $331 - N_{min}(0-60)$

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfststeelt Vredepeel 2006	237	46,8	17.588
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	167	35,9	20.331
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	215	44,6	24.326
Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	205	46,0	17.315
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	285	48,8	26.622
Gemiddeld	222	44,4	21.236

Er zou voor kunnen worden gekozen om ook de vroege wintersteelt te Evertsoord in 2006-2007 te laten vervallen, vanwege de dubbelsteelt broccoli als voorvrucht (zie paragraaf 3.1.3). De regressievergelijking verandert dan in $320 - 0,8 * N_{min}(0-60)$ ($R^2 = 0,35$) en de economisch optimale richtlijn na iteratie in $325 - 0,8 * N_{min}(0-60)$ of in $343 - N_{min}$, indien de correctiefactor voor de N_{min} op 1 wordt gesteld. Het resultaat is weergegeven in tabel 38.

Tabel 38. **Resultaat plantpreiproeven, exclusief de vroege winterenteelten in 2006-2007 te Vredepeel en Evertsoord en de late winterenteelt in 2007-2008 te Castenray bij een N-gift volgens een richtlijn van 325 – 0,8 * Nmin(0-60) resp. 343 – Nmin(0-60)**

*38.a. Bij een N-richtlijn van 325 – 0,8 * Nmin(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	250	46,8	17.560
Late winterenteelt Vredepeel 2006-2007	232	44,6	24.311
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	224	46,2	17.378
Late winterenteelt Vredepeel 2007-2008	288	48,8	26.625
Gemiddeld	249	46,6	21.469

38.b. Bij een N-richtlijn van 343 – Nmin(0-60)

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	249	46,8	17.562
Late winterenteelt Vredepeel 2006-2007	227	44,6	24.316
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	217	46,2	17.358
Late winterenteelt Vredepeel 2007-2008	297	48,9	26.630
Gemiddeld	248	46,6	21.466

Als aan de dataset met plantpreiproeven niet beide zaaiproeven worden toegevoegd maar enkel de zaaiproef van 2007-2008 en er over het totaal van de acht proeven een economische optimale richtlijn wordt afgeleid via iteratie, levert dat 346 – Nmin(0-60). Het resultaat is weergegeven in tabel 39.

Tabel 39. **Resultaat proeven plantprei en zaaiprei in 2007-2008 te Vredepeel bij een N-gift volgens een richtlijn van 346 – Nmin(0-60)**

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	252	46,7	17.555
Vroege winterenteelt Vredepeel 2006-2007	327	31,6	17.754
Vroege winterenteelt Evertsoord 2006-2007	182	35,9	20.286
Late winterenteelt Vredepeel 2006-2007	230	44,6	24.313
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	220	46,2	17.367
Late winterenteelt Vredepeel 2007-2008	300	48,9	26.630
Late winterenteelt Castenray 2007-2008	267	45,4	24.754
Zaaiprei Vredepeel 2007-2008	220	32,7	15.328
Gemiddeld alle proeven	250	41,5	20.498
Gemiddeld plantprei	254	42,7	21.237

3.5 Effect verandering N-richtlijn op de financiële opbrengst

In tabel 39 is het effect op de financiële opbrengst van de plantpreiproeven weergegeven indien een lagere of hogere N-bemestingsrichtlijn zou worden gehanteerd dan de economische optimale N-bemestingsrichtlijn (zie ook figuur 13 in paragraaf 3.3).

Tabel 39. **Effect aanpassing streefwaarde van de N-bemestingsrichtlijn op de financiële opbrengst van de plantpreiproeven**

Proef	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten bij verschillende richtlijnen				
	280-Nmin ¹	300-Nmin	325-Nmin	375-Nmin	400-Nmin
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	17.557	17.599	17.596	17.450	17.326
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	17.759	17.765	17.762	17.739	17.723
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	20.365	20.382	20.346	20.179	20.074
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	24.113	24.317	24.331	24.289	24.268
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	16.997	17.151	17.290	17.423	17.431
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	26.444	26.545	26.614	26.598	26.530
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	23.998	24.240	24.543	24.730	24.709
Gemiddeld	21.033	21.143	21.212	21.201	21.152
Verskil t.o.v. 343 – Nmin(0-60)	-206	-96	-27	-38	-87

¹ Streefniveau van de huidige N-bemestingsrichtlijn (Van Dijk & Van Geel, 2008)

3.6 Effect op het N-overschot

Een hogere stikstofbemesting in prei zal ook leiden tot een hogere stikstofoverschot (stikstofgift minus stikstofafvoer). In tabel 40 is hiervan een schatting gegeven, ervan uitgaande dat het marktbaar product wordt afgevoerd en het bladafval wordt teruggebracht naar het veld. Verder is gerekend met een N-gehalte in het marktbaar product van 2,6 kg N per ton vers product (Van der Schoot & Van Dijk, 2001). Het N-overschot is berekend bij de huidige richtlijn à 280 – Nmin(0-60) en bij een richtlijn van 345 – Nmin(0-60).

Tabel 40. **Effect aanpassing van de N-bemestingsrichtlijn op het N-overschot bij de plantpreiproeven**

Proef	280 – Nmin(0-60)				345 – Nmin(0-60)				Verschil in N-overschot (kg N/ha)
	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	N-afvoer (kg N/ha)	N-overschot (kg N/ha)	N-gift (kg N/ha)	Marktbare opbrengst (ton/ha)	N-afvoer (kg N/ha)	N-overschot (kg N/ha)	
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	186	46,6	121	65	251	46,8	122	129	65
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	261	31,5	82	179	326	31,6	82	244	65
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	116	35,9	93	23	181	35,9	93	88	65
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	164	44,1	115	49	229	44,6	116	113	64
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	154	45,1	117	37	219	46,2	120	99	62
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	234	48,4	126	108	299	48,9	127	172	64
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	201	43,9	114	87	266	45,4	118	148	61
Gemiddeld	188	42,2	110	78	253	42,7	111	142	64

3.7 Opname van voorgaande proeven

3.7.1 Commentaar van de CDM op de dataset van proeven

De CDM-werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies heeft in haar commentaar op het conceptverslag van de in 2006-2008 uitgevoerde proeven aangegeven dat ze het betwijfelt of het terecht is dat de voorgaande proeven, waarop de huidige N-bemestingsrichtlijn is gebaseerd, hier niet zijn gebruikt. De werkgroep wilde graag een herberekening zien met inbegrip van die betreffende proeven (zie punt 5 in onderdeel A.1 van de appendix).

Het verschil in optimaal N-aanbod in de plantpreiproeven (N-gift + N_{min} 0-60 cm) tussen de beide onderzoeksjaren is groot: gemiddeld 305 kg N/ha in 2006-2007 en gemiddeld 360 kg N/ha in 2007-2008. Dit sterke jaareffect op het optimaal N aanbod is volgens de werkgroep reden temeer om alle beschikbare data van geslaagde plantproeven te gebruiken, dus óók die welke als grondslag voor het bestaand advies dienden, tenzij teeltwijze of cultivars (aantoonbaar) zo sterk zijn gewijzigd dat ze niet meer representatief geacht kunnen worden voor de huidige teelt.

3.7.2 Afleiding N-bemestingsrichtlijn met inbegrip van voorgaande proeven

De onderbouwing van het meest recente, bestaande advies is weergegeven in Dekker & van Dijk (2005). Het is gebaseerd op vijf uitgevoerde proeven op Proeftuin Meterik en één proef op proefboerderij Droevendaal in Wageningen, alle in een late herfstteelt.

Een belangrijke verandering in het rassenassortiment van prei was de komst van productievare, hybride rassen. De vijf proeven te Meterik zijn uitgevoerd met een hybride ras, de proef te Droevendaal niet. Die laatste proef is daarom nu buiten beschouwing gelaten.

Op de proeftuin te Meterik bevatte het bronwater dat werd gebruikt voor beregening, een hoge concentratie nitraat, waardoor via beregening soms een substantiële hoeveelheid stikstof werd aangevoerd. Van die hoeveelheid is in de afzonderlijke proeven te Meterik een schatting gemaakt (zie Dekker & van Dijk, 2005) en deze N-aanvoer is bij de afgeleide optimale N-gift opgeteld.

In het voornoemde rapport is een andere productprijs en stikstofprijs gehanteerd dan in de huidige actualisatiestudie. Daarom zijn met de geselecteerde responsmodellen per proef (zie Dekker & van Dijk, 2005) de economische optimale N-giften berekend met dezelfde productprijzen als in de recente actualisatiestudie: €380,- per ton marktbaar product (herfstteelt) en €0,83 per kg stikstof (ook voor de N-gift via beregening). Het resultaat is weergegeven in tabel 41, samen met dat van de recente proeven.

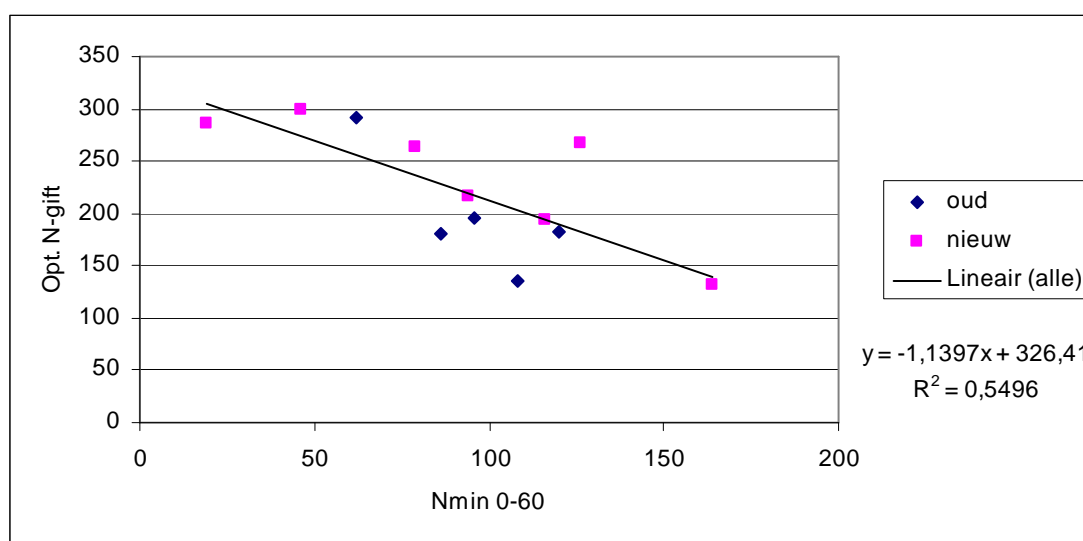
De afgeleide optimale N-giften per proef zijn ook uitgezet tegen de N_{min} , waarna een empirische N-bemestingsrichtlijn is afgeleid. Dit is weergegeven in figuur 17. Hieruit volgt een richtlijn van $326 - 1,1 * N_{min}(0-60)$.

De afleiding van een economisch optimale richtlijn m.b.v. iteratie resulteert in $350 - 1,1 * N_{min}$ met behoud van de coëfficiënt voor de N_{min} en in $342 - N_{min}$ als deze op 1 wordt gesteld. Het resultaat is weergegeven in tabel 42 en in figuur 18. Gelet op gemiddelde N-gift en financiële opbrengst was er nauwelijks verschil tussen het wel of niet hanteren van een coëfficiënt.

Tabel 41. **Nmin-voorraad bodem voor de teelt, berekende economisch optimale N-gift en N-aanbod (N-gift + Nmin 0- 60 cm) in de plantpreiproeven te Meterik (oude proeven) en de recent uitgevoerde, nieuwe proeven (kg N/ha)**

Proef	Model	Nmin 0-60 cm	Optimale N-gift ¹	N-aanbod 0-60 cm
Late herfstteelt Meterik 1999	broken stick	86	180	266
Late herfstteelt Meterik 2000	broken stick	108	136	244
Late herfstteelt Meterik 2001	kwadratisch + plateau	96	196	292
Late herfstteelt Meterik 2002	exponentieel	62	292	354
Late herfstteelt Meterik 2003	lijn + exponentieel	120	182	302
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	lijn + exponentieel	94	217	311
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	exponentieel	19	286	305
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	lijn + exponentieel	164	132	296
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	kwadratisch + plateau	116	194	310
Vroege herfststeelt Vredepeel 2007	lijn + exponentieel	126	267	393
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	lijn + exponentieel	46	299	345
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	broken stick	79	264	343
Gemiddeld alle proeven		93	220	313
Gemiddeld oude proeven (Meterik)		94	197	292
Gemiddeld nieuwe proeven		92	237	329

¹ Te Meterik inclusief de N-aanvoer via berekening.



Figuur 17. **Optimale N-gift uitgezet tegen de Nmin-voorraad 0-60 cm (kg N/ha)**

Tabel 42. **Financieel resultaat bij de economisch optimale N-gift per proef en bij een N-gift volgens een richtlijn van 326 – 1,1 * Nmin(0-60) resp. 350 – 1,1 * Nmin(0-60) en 342 – Nmin(0-60)**

42.a. *Bij economisch optimale N-gift per proef*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Late herfstteelt Meterik 1999	180	52,7	19.867
Late herfstteelt Meterik 2000	136	39,9	15.067
Late herfstteelt Meterik 2001	196	55,8	21.033
Late herfstteelt Meterik 2002	292	46,3	17.358
Late herfstteelt Meterik 2003	182	47,6	17.953
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	217	46,8	17.605
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	286	31,6	17.765
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	132	36,0	20.383
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	194	44,6	24.342
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	267	46,5	17.432
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	299	48,9	26.630
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.756
Gemiddeld	220	45,2	20.016

42.b. *Bij een N-richtlijn van 326 – 1,1 * Nmin(0-60)*

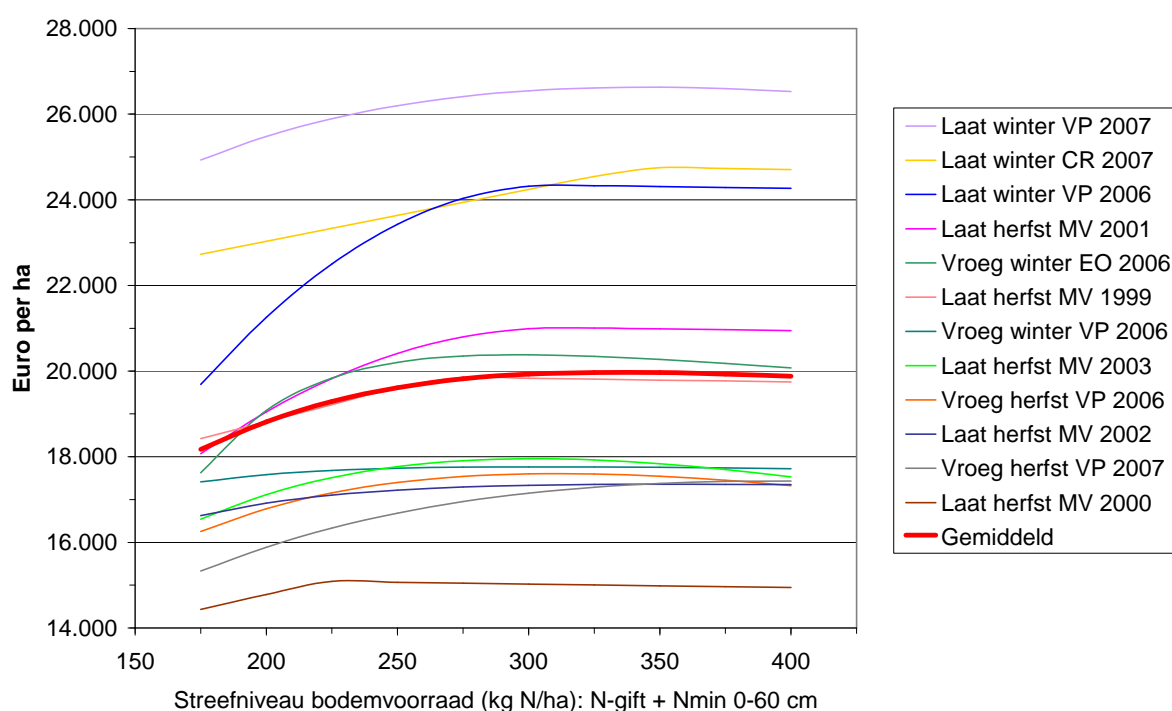
Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 42.a (€)
Late herfstteelt Meterik 1999	231	52,7	19.818	-49
Late herfstteelt Meterik 2000	207	40,0	15.014	-53
Late herfstteelt Meterik 2001	220	55,8	21.014	-19
Late herfstteelt Meterik 2002	258	46,2	17.349	-9
Late herfstteelt Meterik 2003	194	47,6	17.946	-7
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	223	46,8	17.604	-1
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	305	31,6	17.762	-3
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	146	36,0	20.374	-9
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	198	44,6	24.339	-3
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	187	45,8	17.232	-200
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	275	48,8	26.608	-22
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	239	44,8	24.459	-297
Gemiddeld	224	45,0	19.960	-56

42.c. *Bij een N-richtlijn van 350 – 1,1 * Nmin(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 42.a (€)
Late herfstteelt Meterik 1999	255	52,7	19.798	-69
Late herfstteelt Meterik 2000	231	40,0	14.994	-73
Late herfstteelt Meterik 2001	244	55,8	20.994	-39
Late herfstteelt Meterik 2002	282	46,3	17.358	-1
Late herfstteelt Meterik 2003	218	47,5	17.887	-66
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	247	46,8	17.568	-37
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	329	31,6	17.753	-11
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	170	35,9	20.324	-59
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	222	44,6	24.320	-23
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	211	46,1	17.339	-93
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	299	48,9	26.630	0
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	263	45,4	24.749	-7
Gemiddeld	248	45,1	19.976	-40

42.d. Bij een N-richtlijn van 342 – Nmin(0-60)

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 42.a (€)
Late herfstteelt Meterik 1999	256	52,7	19.797	-70
Late herfstteelt Meterik 2000	234	40,0	14.991	-75
Late herfstteelt Meterik 2001	246	55,8	20.993	-40
Late herfstteelt Meterik 2002	280	46,3	17.357	-1
Late herfstteelt Meterik 2003	222	47,5	17.872	-81
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	248	46,8	17.565	-40
Vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007	323	31,6	17.756	-9
Vroege winterteelt Evertsoord 2006-2007	178	35,9	20.299	-84
Late winterteelt Vredepeel 2006-2007	226	44,6	24.317	-26
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	216	46,1	17.355	-77
Late winterteelt Vredepeel 2007-2008	296	48,9	26.629	0
Late winterteelt Castenray 2007-2008	263	45,4	24.748	-8
Gemiddeld	249	45,1	19.973	-43



Figuur 18. Financiële opbrengst minus meststofkosten bij de plantpreiproeven, uitgezet tegen het streefniveau van de bodemvoorraad 0-60 cm (N-gift + Nmin 0-60 cm)

3.7.3 Effect verandering N-bemestingsrichtlijn op de financiële opbrengst

Evenals in paragraaf 3.5 is het effect op de financiële opbrengst van de plantpreiproeven berekend indien een lagere of hogere N-bemestingsrichtlijn zou worden gehanteerd dan de economische optimale N-bemestingsrichtlijn (zie ook figuur 18). Het resultaat is weergegeven in tabel 43.

Tabel 43. **Effect aanpassing streefwaarde van de N-bemestingsrichtlijn op de financiële opbrengst van de plantpreproeven**

Proef	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten bij verschillende richtlijnen				
	280-Nmin ¹	300-Nmin	325-Nmin	375-Nmin	400-Nmin
Late herfstteelt Meterik 1999	19.849	19.832	19.811	19.770	19.749
Late herfstteelt Meterik 2000	15.043	15.026	15.006	14.964	14.943
Late herfstteelt Meterik 2001	20.854	20.993	21.007	20.965	20.944
Late herfstteelt Meterik 2002	17.301	17.332	17.352	17.355	17.347
Late herfstteelt Meterik 2003	17.922	17.953	17.926	17.704	17.530
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	17.557	17.599	17.596	17.450	17.326
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	17.759	17.765	17.762	17.739	17.723
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	20.365	20.382	20.346	20.179	20.074
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	24.113	24.317	24.331	24.289	24.268
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	16.997	17.151	17.290	17.423	17.431
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	26.444	26.545	26.614	26.598	26.530
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	23.998	24.240	24.543	24.730	24.709
Gemiddeld	19.850	19.928	19.965	19.931	19.881
Vershil t.o.v. 342 – Nmin(0-60)	-123	-45	-8	-42	-92

¹ Streefniveau van de huidige N-bemestingsrichtlijn (Van Dijk & Van Geel, 2008)

3.7.4 Effect op het N-overschot

Voor het schatten van het stikstofoverschot (stikstofgift minus stikstofafvoer met het marktbaar product) is in paragraaf 3.6 is gerekend met een constant N-gehalte in het marktbaar product van 2,6 kg N per ton vers product, omdat in de proeven van 2006-2008 de N-opname door het gewas, niet is gemeten. In de vijf proeven die te Meterik zijn uitgevoerd, is dit destijds wel gemeten en wel afzonderlijk in het marktbaar deel van de plant en het bladafval.

In tabel 44a is het stikstofoverschot (stikstofgift minus stikstofafvoer) bij de huidige richtlijn à 280 – Nmin(0-60) en bij een richtlijn van 340 – Nmin(0-60) geschat, uitgaande van het voornoemde constante N-gehalte. Voor de proeven te Meterik is het tevens berekend op basis van de daadwerkelijk gemeten N-gehalte in het marktbaar product bij de verschillende N-giften en de daaruit berekende N-opname (tabel 44b). De N-opname en het N-gehalte bij de betreffende N-trappen zijn weergegeven in bijlage 3. Voor de berekening in tabel 44b zijn de N-opname en het N-gehalte gemodelleerd met een 2^e-graads polynoom.

Uit de proeven te Meterik bleek dat wanneer bij toenemende N-gift de marktbaar opbrengst niet verder meer toenam, het N-gehalte in het product c.q. de N-afvoer nog wel toenam. Verhoging van de N-bemestingsrichtlijn leidt dan tot een minder groot N-overschot dan wanneer met een constant N-gehalte wordt gerekend. Niettemin komt van de 60 kg extra N/ha nog steeds het overgrote deel (85%) in het N-overschot terecht.

Tabel 44.a. **Effect aanpassing van de N-bemestingsrichtlijn op het N-overschot bij de plantpreiproeven bij een constant N-gehalte**

Proef	280 – Nmin(0-60)				340 – Nmin(0-60)				Verschil in N-overschot (kg N/ha)
	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	N-afvoer (kg N/ha)	N-overschot (kg N/ha)	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	N-afvoer (kg N/ha)	N-overschot (kg N/ha)	
Late herfstteelt Meterik 1999	194	52,7	137	57	254	52,7	137	117	60
Late herfstteelt Meterik 2000	172	40,0	104	68	232	40,0	104	128	60
Late herfstteelt Meterik 2001	184	55,7	145	39	244	55,8	145	99	60
Late herfstteelt Meterik 2002	218	46,0	120	98	278	46,3	120	158	60
Late herfstteelt Meterik 2003	160	47,5	124	36	220	47,5	124	96	60
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	186	46,6	121	65	246	46,8	122	124	60
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	261	31,5	82	179	321	31,6	82	239	60
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	116	35,9	93	23	176	35,9	93	83	60
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	164	44,1	115	49	224	44,6	116	108	59
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	154	45,1	117	37	214	46,1	120	94	57
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	234	48,4	126	108	294	48,9	127	167	59
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	201	43,9	114	87	261	45,3	118	143	56
Gemiddelde alle proeven	187	44,8	116	71	247	45,1	117	130	59
Gemiddelde vijf proeven te Meterik	186	48,4	126	60	246	48,4	126	120	60

Tabel 44.b. **Effect aanpassing van de N-bemestingsrichtlijn op het N-overschot bij de plantpreiproeven te Meterik op basis van gemeten N-opname**

Proef	280 – Nmin(0-60)				340 – Nmin(0-60)				Verschil in N-overschot (kg N/ha)
	N-gift (kg N/ha)	N-gehalte marktbaar product (kg/ton vers)	N-afvoer (kg N/ha)	N-overschot (kg N/ha)	N-gift (kg N/ha)	N-gehalte marktbaar product (kg/ton vers)	N-afvoer (kg N/ha)	N-overschot (kg N/ha)	
Late herfstteelt Meterik 1999	194	2,2	117	77	254	2,4	126	128	51
Late herfstteelt Meterik 2000	172	2,5	98	74	232	2,7	106	126	53
Late herfstteelt Meterik 2001	184	2,8	153	31	244	2,9	164	80	49
Late herfstteelt Meterik 2002	218	3,0	137	81	278	3,1	145	133	52
Late herfstteelt Meterik 2003	160	3,4	161	-1	220	3,6	171	49	50
Gemiddelde vijf proeven te Meterik	186	2,8	133	52	246	2,9	142	103	51

4 Discussie

De hoogte van de stikstofgift had vooral effect op de productie en veelal niet op de kwaliteit (het percentage in klasse 1). In een aantal proeven leidde een toenemende N-gift zelfs tot een verlaging van de kwaliteit. Toename van de N-gift had zelden positief effect op de kwaliteit. Wel leidde het meestal, door toename van de marktbaar opbrengst, ook tot een toename van de kilogramopbrengst in klasse 1. De hoogte van de N-gift had in de meeste proeven ook geen duidelijk effect op tripsaantasting. In een enkel geval leidde een hogere N-gift tot meer zichtbare tripschade, maar door de donkerdere groene kleur bij de hogere N-giften was tripschade ook meer zichtbaar.

Het oogsttijdstip c.q. uitstellen van de oogst had over het geheel beschouwd geen effect op de optimale N-gift. Weliswaar was de optimale N-gift bij de vroege herfstteelt te Vredepeel in 2006 bij de 2^e oogst hoger dan bij de 1^e oogst, maar de prei was bij de 1^e oogst nog niet helemaal oogstrijp. Bij de vroege herfstteelt te Vredepeel in 2007 was de optimale N-gift bij de 2^e oogst wat lager dan bij de 1^e oogst. In de andere proeven met twee oogsttijdstippen verschilde de optimale N-gift niet per oogsttijdstip.

De N-behoefte van zaaiprei lijkt hoger te zijn dan die van plantprei. Vanuit economisch oogpunt kunnen voor plantprei en zaaiprei het beste aparte N-bemestingsrichtlijnen worden opgesteld. Echter, op basis van slechts twee geslaagde zaaipreiproeven op dezelfde locatie, waarvan bij één proef geen optimale N-gift kon worden afgeleid, kan geen N-bemestingsrichtlijn worden opgesteld. Er zijn meer (geslaagde) zaaipreiproeven nodig om dit te kunnen onderbouwen. Hoogstens kan worden gezegd dat de optimale N-gift gemiddeld over de twee proeven op zijn minst 370 kg N/ha bedroeg of het optimaal N-aanbod (gift + N_{min} voor de teelt) op zijn minst 480 kg N/ha.

Bij plantprei kan uit de proeven niet duidelijk worden opgemaakt of de N-behoefte verschilt per teeltperiode. Daarvoor is het aantal uitgevoerde proeven te klein.

Verandering van de verhouding tussen stikstofprijs en productprijs of veranderingen in de dataset van de plantpreiproeven (weglaten van proeven), zoals beschreven in paragraaf 3.4, resulteerden in een verandering van de empirisch afgeleide N-bemestingsrichtlijn, zowel wat betreft de streefwaarde (snijpunt met de y-as) als de correctiefactor voor de N_{min}-voorraad (de richtingscoëfficiënt van de lijn). Toch had de verhouding tussen stikstofprijs en de productprijs maar betrekkelijk weinig invloed op de afgeleide economisch optimale N-gift per proef en nauwelijks op de economisch optimale N-bemestingsrichtlijn (waarbij gemiddeld over alle proeven de hoogste financiële opbrengst werd behaald). Verder gaf de methode waarbij (via iteratie) een economisch optimale N-bemestingsrichtlijn werd bepaald, bij een afgeleide richtlijn met correctiefactor voor de N_{min} of een afgeleide richtlijn zonder correctiefactor (c.q. vermenigvuldigingsfactor 1) weinig verschil qua gemiddelde N-gift en gemiddelde financiële opbrengst van de plantpreiproeven. Gemakshalve zou de factor daarom op 1 kunnen worden gehouden. Bij hantering van correctiefactor 1 leverde de methode een weinig veranderlijke streefwaarde op bij verandering van de verhouding tussen stikstofprijs en productprijs, veranderingen in de dataset van proeven of het gebruik van een ander model voor sommige proeven. De waarde varieerde van 330 tot 348, maar kwam meermalen op 343 uit.

De modelkeuze had per individuele proef wel aanmerkelijke invloed op de afgeleide economisch optimale N-gift. Er is niet altijd gekozen voor het model dat de opbrengstrespons op stikstof het beste beschreef. Mede bepalend is geweest of met het model een geïnterpoleerde optimale N-gift kon worden afgeleid. De keuze voor de modellen die de N-respons beter beschreven, bleek uiteindelijk toch weinig effect te hebben op de afgeleide economisch optimale N-bemestingsrichtlijn voor plantprei.

Het verwijderen van proeven uit de dataset leverde kleine verschillen op ten aanzien van de economisch optimale N-bemestingsrichtlijn, maar gaf geen wezenlijk ander beeld omtrent de stikstofbehoefte van plantprei.

Op basis van het voorgaande zou daarom kunnen worden uitgegaan van de economisch optimale N-bemestingsrichtlijn voor plantprei die is afgeleid in paragraaf 3.3: $343 - N_{min}(0-60)$. In de adviesbasis bemesting wordt dit afgerond op $345 - N_{min}(0-60)$. Dat is 65 kg N/ha hoger dan de huidige richtlijn van $280 - N_{min}(0-60)$. In de advisering moet bij de richtlijn dan nog wel een verdeling van de N-gift over de teeltperiode worden aangegeven. Deze richtlijn is gebaseerd op zeven stikstoftrappenproeven, uitgevoerd gedurende twee jaar op drie locaties.

De CDM gaf echter aan ook voorgaande plantpreiproeven in de afleiding van de richtlijn te betrekken. Dit resulteerde in een afgeleide economisch optimale N-bemestingsrichtlijn van $342 - N_{min}(0-60)$, afgerond $340 - N_{min}(0-60)$. Dat is 60 kg N/ha hoger dan de huidige richtlijn.

Verhoging van de richtlijn zou voor deze dataset plantpreiproeven het N-overschot verhogen met naar schatting bijna 60 kg N/ha , uitgaande van een constant N-gehalte. In werkelijkheid neemt het N-gehalte iets toe bij verhoging van de N-gift, waardoor de afvoer iets hoger is en het N-overschot iets lager. Niettemin komt van de extra N-gift het overgrote deel in het N-overschot terecht.

De $N_{min} 0-60 \text{ cm}$ voor de teelt in de plantpreiproeven van 2006-2008 bedroeg gemiddeld 92 kg N/ha . Dat gemiddelde werd omhoog getrokken door de hoge N_{min} -voorraad bij de vroege winterenteelt te Evertsoord in 2006-2007 (164 kg N/ha). Anderzijds was de N_{min} -voorraad bij de vroege winterenteelt te Vredepeel in 2006-2007 (19 kg N/ha) erg laag voor eind juni (zie ook tabel 2). Gemiddeld heffen die twee elkaar op. In de vijf proeven te Meterik bedroeg de $N_{min} 0-60 \text{ cm}$ voor de teelt gemiddelde 94 kg N/ha en dat was dus vrijwel gelijk als in de proeven van 2006-2008.

Het aantal N_{min} -metingen in de proeven betreft echter een beperkt aantal op een beperkt aantal locaties. Het gemiddelde ervan mag derhalve niet als representatief worden beschouwd voor plantprei in het algemeen in Nederland.

Voor zaaiprei zou het, afgaande op het protocol van de CDM, in principe mogelijk zijn om op basis van twee geslaagde proeven een voorlopige N-bemestingsrichtlijn op te stellen, aangezien er nu geheel geen bestaand of voorlopig advies is voor deze teelt. Er moeten dan wel aanvullende proeven worden uitgevoerd om tot een definitieve richtlijn te komen. Zo'n voorlopige richtlijn zou dan kunnen luiden: een vaste gift van 370 kg N/ha (zonder rekening te houden met N_{min}) of $480 - N_{min}(0-60)$. Dit is echter zeer hoog in vergelijking tot N-bemestingsrichtlijnen van andere gewassen (Van Dijk & Van Geel, 2008) en roept daarom toch twijfels op. Het is beter om eerst extra N-bemestingsproeven in zaaiprei uit te voeren alvorens een voorlopige of definitieve richtlijn wordt opgesteld.

5 Voorstel nieuwe N-bemestingsrichtlijn prei

Voorgesteld wordt om onderscheid aan te brengen in een N-bemestingsrichtlijn voor plantprei en voor zaaiprei en de N-bemestingsrichtlijn voor plantprei te verhogen naar 340 – Nmin 0-60 cm. Deze richtlijn is gebaseerd op de analyse van de verbrede dataset van 12 plantpreiproeven en werd vastgesteld door iteratieve aanpassing totdat het hoogste financiële resultaat gecumuleerd over alle proeven werd verkregen.

Voor zaaiprei kan nog geen richtlijn worden opgesteld.

Literatuur

- Dekker, P.H.M. & T.A. van Dijk (2005). Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen. PPO projectnr. 500102, NMI projectnr. 1094.05, Lelystad, 131 p.
- De Kraker, J. (1993). Teelt van prei. Teelthandleiding nr. 56. PAGV, Lelystad, 112 p.
- De Ruijter, F.J. (2008). Bemesting in vroege winterprei – vergelijking van verschillende meststoffen. Plant Research International, rapport nr. 189, Wageningen, 30 p.
- De Wolf, M. & A. van der Klooster (2006). Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt. PPO-publicatie 354, 286 pp.
- Janssen, B.H. (1996). Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. *Plant and Soil* 181, p. 39-45.
- Schröder, J.J., J.J. Neeteson, J.C.M. Withagen & I.G.A.M. Noij (1998). Effects of N application on agronomic and environmental parameters in silage maize production on sandy soils. *Field Crops Research* 58, p. 55-67.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof & W.J. Willems (2004). Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, rapport nr. 79, Wageningen, 60 p.
- Ten Berge, H.T.M., H.G. van der Meer, R.L.M. Schils, A.M. van Dam & T.A. van Dijk (2005). Protocol voor de actualisatie van de bemestingsadviezen voor stikstof. Richtlijnen voor het voorbereiden van voorstellen voor verbeteringen ten opzichte van de thans geldende bemestingsadviezen voor stikstof. Plant Research International, nota nr. 332, 26 pp.
- Van Dijk, W. (2003). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatienr. 307. PPO, Lelystad, 66 p. + bijlagen.
- Van Dijk, W. & W. van Geel (2008). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Publicatie 307. PPO, Lelystad, 96 p. + bijlagen. *Alleen elektronisch beschikbaar op de website Kennisakker (www.kennisakker.nl)*
- Van Dijk, W., J.R. van der Schoot, A.M. van Dam, L.J.M. Kater, F.J. de Ruijter, H. van Reuler, A.A. Pronk, Th.G.L. Aendekerk & M.P. van der Maas (2005). Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw. Projectrapport 500025, PPO, Lelystad, 74 p.
- Van Geel, W.C.A. (2008). Effect verlaging gebruiksnorm en afvoer gewasresten op de nitraatuitspoeling. Projectrapport 32500181, PPO, Lelystad, 74 p.
- Van Geel, W.C.A., J.A.M. Wilms & G.J.H.M. Meuffels (2008). Actualisatie stikstofbehoefte prei. Conceptverslag van stikstoftrappenproeven in prei uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond 2006-2008. Projectrapport. 3250049400, PPO, Lelystad, 66 p.
- Van der Schoot, J.R. & W. van Dijk (2001). N- en P-afvoer akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. PPO, Lelystad, 13 p. + bijlagen.

Bijlage 1. Verdeling van de stikstofgiften

Vroege herfstteelt Vredepeel 2006

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
13 juli 2006	0	27	50	80	100	125
23 aug 2006	0	25	55	90	115	145
21 sep 2006	0	23	45	65	85	105

Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007 (PRI-proef)

Tijdstip	N-trap				
	0 N	80 N	150 N	220 N	290 N
10 juli 2006	0	20	37	55	72
17 aug 2006	0	20	38	55	73
15 sep 2006	0	25	45	65	85
9 okt 2006	0	15	30	45	60

Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
23 aug 2006	0	25	45	70	90	115
21 sep 2006	0	25	55	90	115	140
17 okt 2006	0	25	50	75	95	120

Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
23 aug 2006	0	25	30	45	55	65
21 sep 2006	0	23	45	70	90	115
26 feb 2007	0	27	75	120	155	195

Zaaipei Vredepeel 2006-2007

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
13 juli 2006	0	27	50	80	100	125
23 aug 2006	0	25	55	85	110	140
21 sep 2006	0	23	45	70	90	110

Zaaipei Evertsoord 2006-2007

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
13 juli 2006	0	27	50	80	100	125
23 aug 2006	0	25	55	85	110	140
21 sep 2006	0	23	45	70	90	110

Vroege herfstteelt Vredepeel 2007

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
10 juli 2007	0	25	50	80	100	125
14 aug 2007	0	35	70	110	140	175
27 sep 2007	0	15	30	45	60	75

Vroege herfst Castenray 2007

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
9 juli 2007	0	25	50	80	100	125
14 aug 2007	0	35	70	110	140	175
27 sep 2007	0	15	30	45	60	75

Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
14 aug 2007	0	25	45	70	90	115
27 sep 2007	0	15	30	45	60	75
19 feb 2008	0	35	75	120	150	185

Late wintersteelt Castenray 2007-2008

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
14 aug 2007	0	25	45	70	90	115
27 sep 2007	0	15	30	45	60	75
19 feb 2008	0	35	75	120	150	185

Zaaierei Vredepeel 2007-2008

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
10 juli 2007	0	20	40	60	80	100
14 aug 2007	0	30	60	95	120	150
27 sep 2007	0	25	50	80	100	125

Zaaierei Castenray 2007-2008

Tijdstip	N-trap					
	0 N	75 N	150 N	235 N	300 N	375 N
9 juli 2007	0	20	40	60	80	100
14 aug 2007	0	30	60	95	120	150
27 sep 2007	0	25	50	80	100	125

Bijlage 2. Weersgegevens

Seizoen 2006-2007

Eind maart en april 2006 waren zacht en mei was warm. Verder waren april en de 1^e helft van mei droog. De 2^e helft van mei was zeer nat en somber. Juni en juli waren warm en zeer droog. Augustus was koel en zeer nat. September was warm en zeer droog. Oktober, november en december waren zacht en oktober en november waren iets natter dan normaal. Januari en februari 2007 waren zeer zacht en zeer nat. Ook maart was zeer zacht en had een vrijwel normale hoeveelheid neerslag. April was zeer zacht en zeer droog.

Maand, jaar en decade	Vredepeel		Neerslag (mm) KNMI-station Sevenum
	Gemiddelde temperatuur (°C)	Neerslag (mm)	
maart 2006			
I	2,3	34	31
II	1,2	1	6
III	9,0	38	28
Maand	4,3	73	65
Verschil met normaal ²	-1,5	+11	+4
april 2006			
I	6,1	15	18
II	9,2	18	13
III	10,8	4	5
Maand	8,7	36	35
Verschil met normaal	+0,3	-7	-8
mei 2006			
I	16,8	4	2
II	16,0	41	20
III	11,9	66	82
Maand	14,8	110	104
Verschil met normaal	+1,9	+50	+42
juni 2006			
I	15,1	0	1
II	19,7	15	26
III	17,2	3	1
Maand	17,3	19	28
Verschil met normaal	+1,8	-52	-44
juli 2006			
I	23,0	3	18
II	22,5	4	21
III	23,2	11	6
Maand	22,9	18	24
Verschil met normaal	+5,4	-45	-45
augustus 2006			
I	17,6	44	16
II	17,1	46	40
III	15,0	66	56
Maand	16,5	157	112
Verschil met normaal	-0,8	+99	+53

² Vredepeel: t.o.v. normale temperatuur van het KNMI-station Volkel en de normale neerslag van het KNMI-station te IJsselsteyn. De normalen zijn gebaseerd op de periode 1971-2000.

Maand, jaar en decade	Vredepeel		Neerslag (mm) KNMI-station Sevenum
	Gemiddelde temperatuur (°C)	Neerslag (mm)	
september 2006			
I	17,1	3	6
II	19,8	3	3
III	18,4	2	3
Maand	18,4	8	11
Verschil met normaal	+4,3	-54	-48
oktober 2006			
I	14,1	59	51
II	13,5	2	5
III	13,1	23	28
Maand	13,5	84	84
Verschil met normaal	+3,3	+22	+22
november 2006			
I	7,3	20	13
II	9,8	43	47
III	9,4	19	23
Maand	8,8	82	83
Verschil met normaal	+2,8	+11	+14
december 2006			
I	8,7	40	35
II	5,2	14	16
III	5,0	22	13
Maand	6,3	76	63
Verschil met normaal	+2,5	+7	-7
januari 2007			
I	8,4	37	32
II	8,8	55	53
III	2,9	14	18
Maand	6,5	106	103
Verschil met normaal	+3,9	+43	+41
februari 2007			
I	4,0	18	11
II	6,7	31	36
III	7,9	48	33
Maand	6,1	97	80
Verschil met normaal	+3,2	+53	+35
maart 2007			
I	7,9	34	47
II	7,1	9	14
III	8,7	7	8
Maand	7,9	50	69
Verschil met normaal	+2,1	-12	+7
april 2007			
I	9,8	0	0
II	14,0	0	0
III	17,2	0	0
Maand	13,7	0	0
Verschil met normaal	+5,3	-43	-44

Seizoen 2007-2008

De maanden maart t/m juni 2007 waren warmer dan normaal. Maart had een bijna normale hoeveelheid neerslag en april was zeer droog. De maanden mei t/m augustus waren natter dan normaal. Met name mei en juli waren zeer nat. Juli was ook iets aan de koele kant. De periode augustus t/m december had een min of meer normale temperatuur. September t/m november waren wat droger dan normaal. De eerste decade van december was zeer nat, maar de rest van de maand was droog. De periode januari t/m mei 2008 was warmer dan normaal (enkel maart had een normale temperatuur). Januari, februari en april hadden bijna een normale hoeveelheid neerslag. Maart was zeer nat. De eerste decade van mei was droog.

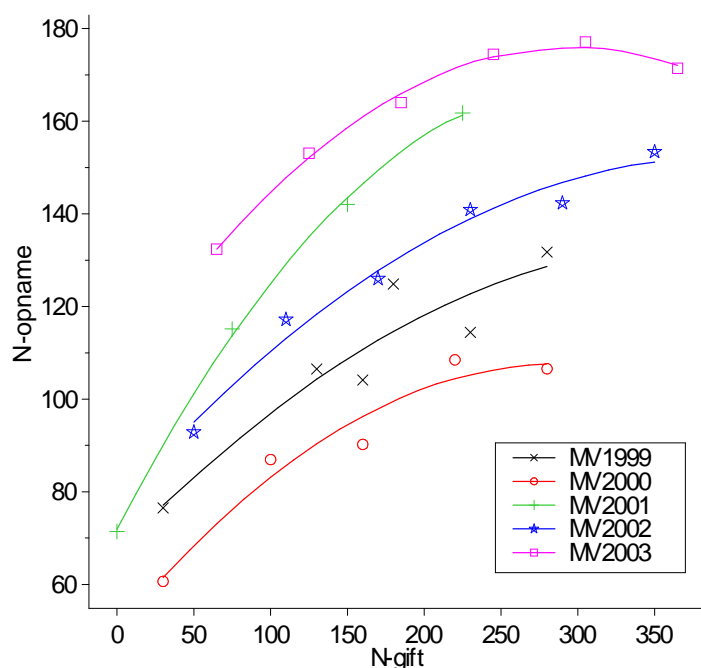
Maand, jaar en decade	Vredepeel		Neerslag (mm) KNMI-station Venray
	Gemiddelde temperatuur (°C)	Neerslag (mm)	
maart 2007			
I	7,9	34	48
II	7,1	9	8
III	8,7	7	6
Maand	7,9	50	62
Verschil met normaal	+2,1	-12	-4
april 2007			
I	9,8	0	0
II	14,0	0	0
III	17,2	0	0
Maand	13,7	0	0
Verschil met normaal	+5,3	-43	-43
mei 2007			
I	14,2	50	36
II	13,9	50	59
III	16,2	22	24
Maand	14,8	122	119
Verschil met normaal	+1,9	+63	+61
juni 2007			
I	20,3	11	6
II	19,0	41	29
III	15,9	32	43
Maand	18,4	83	78
Verschil met normaal	+2,9	+13	+12
juli 2007			
I	16,0	47	41
II	19,1	17	12
III	16,1	70	106
Maand	17,0	134	159
Verschil met normaal	-0,5	+71	+98
augustus 2007			
I	18,3	35	36
II	17,7	10	10
III	16,0	21	44
Maand	17,2	66	91
Verschil met normaal	-0,1	+8	+34
september 2007			
I	13,9	11	15
II	13,6	20	19
III	13,7	21	20
Maand	13,7	52	54
Verschil met normaal	-0,4	-9	-7

Maand, jaar en decade	Vredepeel		Neerslag (mm) KNMI-station Venray
	Gemiddelde temperatuur (°C)	Neerslag (mm)	
oktober 2007			
I	12,3	13	7
II	10,7	3	3
III	7,5	30	26
Maand	10,1	45	36
Verschil met normaal	-0,1	-17	-27
november 2007			
I	9,2	32	23
II	4,1	14	16
III	5,9	22	9
Maand	6,4	68	49
Verschil met normaal	+0,4	-3	-20
december 2007			
I	8,3	51	68
II	0,2	1	1
III	2,5	5	5
Maand	3,6	56	73
Verschil met normaal	-0,2	-13	+1
januari 2008			
I	3,5	17	19
II	8,1	30	30
III	6,0	22	17
Maand	5,8	68	65
Verschil met normaal	+3,2	+5	-2
februari 2008			
I	5,9	33	33
II	2,9	0	0
III	7,9	18	5
Maand	5,5	51	38
Verschil met normaal	+2,6	+6	-9
maart 2008			
I	6,2	14	16
II	6,4	40	36
III	5,0	34	57
Maand	5,8	88	109
Verschil met normaal	0,0	+26	+43
april 2008			
I	6,2	16	17
II	8,5	4	5
III	13,4	19	24
Maand	9,3	39	46
Verschil met normaal	+0,9	-4	+3
mei 2008			
I	15,4	5	2
II	16,0	57	36
III	17,1	24	15
Maand	16,2	86	53
Verschil met normaal	+3,3	+27	-5

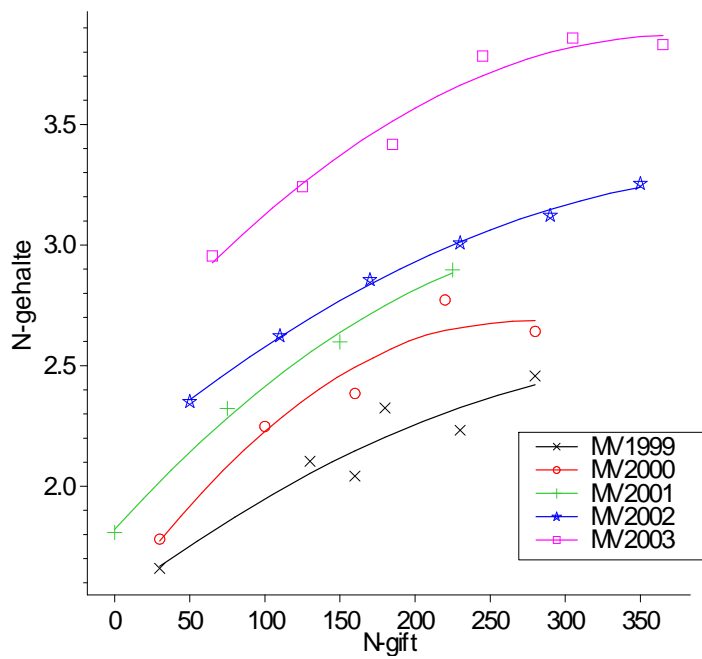
Bijlage 3. Stikstofopname in het marktbaar product van de proeven te Meterik

In de vijf proeven te Meterikse Veld (MV) in 1999 t/m 2002 is per N-trap de stikstofopname in zowel het marktbaar product als het bladafval vastgesteld. De N-opname in het marktbaar product is op basis van de objectgemiddelden per proef gemodelleerd met een 2^e-graads polynoom, een exponentieel model, een 'lineair gedeeld door lineair' model en een 'lijn+exponentieel' model. De eerste drie modellen beschreven de respons bijna even goed: respectievelijk 97,1%, 97,0% en 96,9% verklaarde variantie. Het 'lijn+exponentieel' model gaf 95,6% verklaarde variantie. De F-prob. was bij alle modellen <0,001. De respons met de 2^e-graads polynoom is weergegeven in figuur 3-1.

Tevens is het N-gehalte (kg per ton vers product) per proef weergegeven en gemodelleerd met de hierboven beschreven curves. Wederom beschreven de eerste drie modellen de respons bijna even goed: respectievelijk 98,0%, 97,7% en 97,6% verklaarde variantie, alle met een F-prob. <0,001. Het 'lijn+exponentieel' model gaf geen goede fit. De respons met de 2^e-graads polynoom is weergegeven in figuur 3-2.



Figuur 3-1. N-opname in het marktbaar product (kg N/ha) uitgezet tegen de N-gift (kg N/ha), inclusief de N-aanvoer via het beregeningswater



Figuur 3-2. **N-gehalte in het marktbaar product (kg N per ton vers product) uitgezet tegen de N-gift (kg N/ha), inclusief de N-aanvoer via het beregeningswater**

Appendix

Opmerkingen en vragen van de CDM-werkgroep Actualisatie stikstofbemestingsadvies en de antwoorden hierop

A.1 Opmerkingen en vragen van de werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies

Aan: Oene Oenema, vz Commissie Deskundigen Meststoffenwet
Van: Hein ten Berge, vz CDM-Werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies (WG)
Datum: 24 november 2008
Betreft: preadvies actualisatie prei

Beste Oene,

Op 6 november kwam de WG bijeen om een oordeel te vormen over het rapport 'Actualisatie stikstofbehoefte prei; conceptverslag van stikstoftrappenproeven in prei uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond in 2006-2008', PPO 3250049400, door Van Geel, Wilms en Meuffels.

De WG heeft waardering voor de degelijke wijze waarop de studie is uitgevoerd en de nauwgezette rapportage waarin vele opties voor het analyseren van de data worden beschouwd. Daaronder het gebruik van verschillende prijsverhoudingen voor product/kunstmest, het al dan niet weglaten van problematische datasets en het gebruik van diverse responsfuncties. De resultaten zijn meestal duidelijk weergegeven. Wij onderschrijven de keuze van auteurs om de resultaten van zaaiprei niet op te nemen in de analyse en een nieuw voorstel te beperken tot plantprei.

In het rapport wordt voor plantprei een nieuwe bemestingsrichtlijn voorgesteld van 345 – Nmin (0-60cm) (kg N/ha); in dit preadvies wordt dit het nieuw advies genoemd.

De studie voldoet naar onze mening aan de eisen die zijn vastgelegd in het Protocol Actualisatie Bemestingsadviezen. Toch zijn er enkele kanttekeningen te plaatsen, die maken dat de WG niet zonder meer zijn steunt verleent aan het voorgesteld nieuw advies.

1. de wijze waarop het nieuw advies werd afgeleid uit de waarnemingen is ongebruikelijk. De responscurven werden zorgvuldig gefit en gekozen (uit de diverse mogelijke functionele verbanden) en per proef werd een economisch optimale gift vastgesteld. Vervolgens werden de optima gemiddeld, dit levert een advies van 329 – Nmin of een N-gift van 236 kg N/ha (p. 43; dit komt nagenoeg overeen met de huidige gebruiksnorm van 235 kg/ha). Tot zover is dit een werkwijze die ook door de commissies Bemesting werd/wordt toegepast. Daarnaast werden echter de resultaten óók op een alternatieve wijze geanalyseerd en op de resultaten van die analyse is het nieuwe advies gebaseerd. In deze alternatieve werkwijze wordt nagegaan bij welke streefwaarde (som van Ngift en Nmin in 0-60 cm laag) het economisch optimum 'over alle proeven' ligt, gegeven de responscurves uit de diverse proeven. De auteurs voeren terecht aan dat het economisch optimale niveau van één vaste streefwaarde, toegepast in alle proeven, niet noodzakelijk gelijk is aan het gemiddelde van de optimale giften gevonden in de afzonderlijke proeven. Via een iteratieve methode werd vastgesteld dat die optimale streefwaarde ligt bij (343 – Nmin) (p. 53). De WG acht dit een valide definitie van het economisch optimum, maar voor zover bekend aan de WG werd deze nooit eerder door de Commissies Bemesting als grondslag voor een advies gebruikt.

Een duidelijker en nauwkeuriger beschrijving van de gevolgde procedure (dan korte beschrijving op p. 44) is nodig om de procedure goed te kunnen beoordelen.

2. In plaats van de afzonderlijke waarnemingen te gebruiken bij het fitten van responscurves, hebben de auteurs gebruik gemaakt van de behandelingsgemiddelden. Deze procedure wordt soms toegepast indien de variantie sterk toeneemt met stijgende waarde van de onafhankelijke variabele – in dit geval N gift. Het heeft echter nadelen, namelijk dat relaties minder stabiel worden, dat wil zeggen sterker afhankelijk van een afwijkend meetpunt.

Het vergt veel werk om de gehele analyse opnieuw te doen, op grond van de afzonderlijke (herhalingen) waarnemingen. De WG zou echter wel graag zien dat **voor elke proef de (nu) als beste beoordeelde responsefunctie, opnieuw gefit wordt op de afzonderlijke meetpunten (herhalingen); en daarbij ook de residu-plots maakt**. De resultaten (optimale giften en residu-plots) kunnen dan opnieuw door WG bekeken worden. Op grond van deze vergelijking kan beoordeeld worden of de keuze voor gebruik van gemiddelden juist was.

3. Om de schijn van arbitraire keuzen weg te nemen, zou duidelijk op één plaats vermeld moeten worden welke criteria/procedure steeds gebruikt zijn om responsefuncties onderling te beoordelen. Er worden aanvankelijk wel enkele criteria genoemd (R^2 en significantie), maar daar wordt later op sommige plaatsen vanaf geweken. Ook wordt extrapolatie soms toegelaten, op andere plaatsen niet.

4. Auteurs kiezen ervoor (omwille van eenvoud?) om de Nmin-correctie niet van een coëfficiënt (anders dan 1) te voorzien. Daarmee wordt het verband tussen Nmin (x-as) en benodigde gift (Y-as) steiler. Dit heeft tot gevolg dat telers die niet de moeite nemen om Nmin te meten, een sterkere overschatting van de benodigde gift maken, en dan teveel N geven.

5. De WG betwijfelt of het terecht is dat de datasets welke de grondslag vormden voor het meest recente bestaand advies, hier niet gebruikt zijn. **En zou graag een herberekening zien met inbegrip van die betreffende sets**. Auteurs voeren ter argumentatie (tegen deze sets) aan dat ze afkomstig zijn van een niet-representatieve lokatie (Meterikse veld) en voornamelijk betrekking hebben op de herfstteelt. Wat betreft het effect van de lokatie, dit is (tenminste gedeeltelijk) verdisconteerd in de waargenomen Nmin waarde die onderdeel van de richtlijn vormt. Wat betreft de herfstteelt: uit de nu gerapporteerde proeven blijkt niet dat de N- behoefte voor de herfstteelt anders zou zijn dan voor de latere teelten, eerder valt deze nog wat hoger uit (N-aanbod 353 kg N/ha voor de twee herfstteelten, versus 323 kg N/ha voor de vijf winter-teelten; uit tabel p. 6).

Het verschil in optimaal N-aanbod tussen beide nu gerapporteerde jaren is groot. Het gemiddeld advies voor 2006-2007 bedraagt 305 kg N/ha; voor 2007-2008 bedraagt dit 360 kg N/ha. Dit sterke jaar-effect op het optimaal N aanbod is reden temeer om alle beschikbare data van geslaagde plantproeven te gebruiken, dus óók die welke als grondslag voor het bestaand advies dienden, tenzij teeltwijze of cultivars (aantoonbaar) zo sterk zijn gewijzigd dat ze niet meer representatief geacht kunnen worden voor de huidige teelt.

6. Bij de rapportage over het N-overschot valt op dat het overschot met evenveel verhoogd wordt als de N-gift zelf. De mééropname uit de verhoogde gift is dus verwaarloosbaar. Dit is het gevolg van de zeer kleine meeropbrengst, en aangenomen constant N-gehalte.

7. De telers waren zelf benieuwd – blijkens toelichting onder keuze van N-trappen – naar het verschil tussen 235 en 300 kg N/ha. Het lijkt daarom de moeite waard om statistisch te toetsen, met gebruik van de afzonderlijke waarnemingspunten (herhalingen) of de markt-bare opbrengst en het saldo significant verschillen, en met welk bedrag, tussen deze twee niveaus.

Redactionele opmerking: In de tekst beter aangeven wáár nu precies de nieuwe richtlijn vastgesteld wordt. Nu moet gezocht worden naar de plek wáár het cijfer 343 (dat later op 345 wordt afgerond) ontstaat en de conclusie verbonden wordt dat dit het beste cijfer is.

De WG zou graag bovengenoemde punten behandeld zien, voordat een definitief oordeel kan worden gegeven.

Namens de CDM-Werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies,
Met vriendelijke groet,

Hein ten Berge (vz)

A.2 Antwoorden op de vragen van de werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies

Dit document gaat in op de vragen die de CDM-werkgroep heeft gesteld in het preadvies d.d. 24 november 2008 over het rapport 'Actualisatie stikstofbehoefte prei; conceptverslag van stikstoftrappenproeven in prei uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond in 2006-2008', PPO 3250049400, door Van Geel, Wilms en Meuffels [3]. De vragen worden per genoemd punt in het preadvies behandeld. Literatuurreferenties zijn aangeduid d.m.v. een cijfer tussen vierkante haakjes.

Punt 1. Procedure afleiding economisch optimale N-bemestingsrichtlijn prei

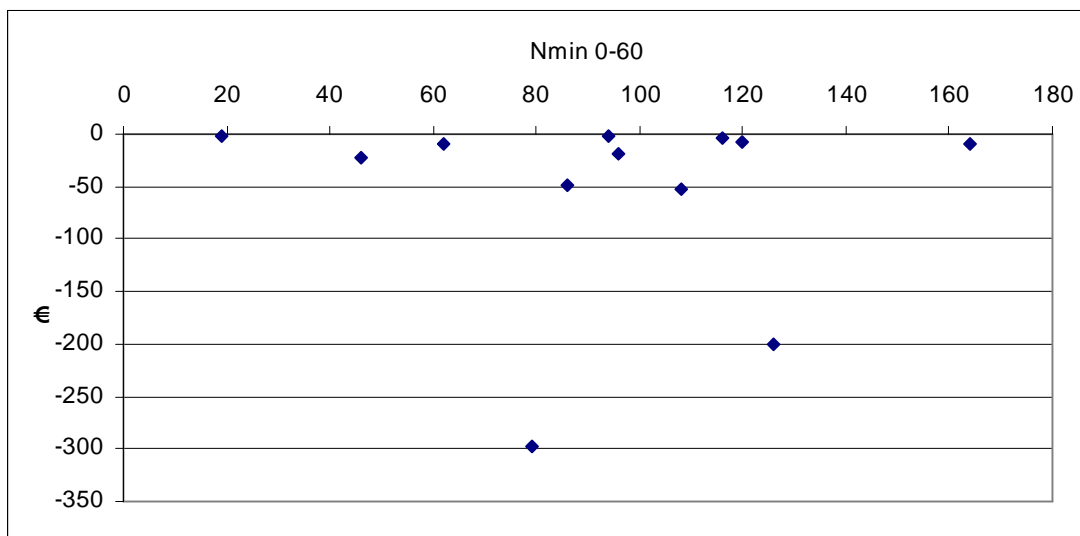
Als eerste is per individuele proef met het geselecteerde responsemodel voor die proef een economisch optimale N-gift (kg/ha) afgeleid. Het geselecteerde responsemodel en de optimale N-gift per proef zijn weergegeven in tabel 8 hieronder, in onderdeel A.2 van de appendix. Daarna is berekend welke marktbaar opbrengst volgens dat model wordt behaald bij de economische optimale N-gift en is de financiële opbrengst berekend als marktbaar opbrengst x productprijs minus N-gift x N-prijs. Vervolgens is de gemiddelde financiële opbrengst over alle twaalf de proeven berekend. Dit is weergegeven in tabel 9.a hieronder, in onderdeel A.2 van de appendix.

Als tweede zijn de marktbaar (ton/ha) en financiële opbrengst (€/ha) per proef berekend volgens de N-bemestingsrichtlijn die volgt uit regressie van Optimale gift op $N_{min}(0-60)$ (zie figuur 15 hieronder, in deel A.2 van de appendix). Daartoe is de N-gift per proef bepaald door de in tabel 8 genoemde N_{min} -waarden per proef in te vullen in de regressievergelijking $326 - 1,1 \times N_{min}(0-60)$. Vervolgens zijn bij die N-gift de marktbaar opbrengst en de financiële opbrengst berekend volgens het bij elke proef behorend beste responsmodel (dat in tabel 8 is genoemd). De financiële opbrengst is per proef en gemiddeld over alle twaalf proeven vergeleken met de financiële opbrengst bij de optimale N-gift per proef (tabel 9.a). Het resultaat van deze vergelijking is weergegeven in tabel 9.b.

Als derde is door aanpassing van de streefwaarde (het snijpunt met de y-as) nagegaan bij welke waarde gemiddeld over alle proeven de maximale financiële opbrengst wordt behaald, ofwel de financiële opbrengstderving zo klein mogelijk is ten opzichte van wanneer in elke proef de optimale N-gift wordt gegeven. De streefwaarde is daarbij telkens wat verhoogd of verlaagd, waarna steeds opnieuw per proef de N-gift is berekend op basis van: streefwaarde - $1,1 \times N_{min}$, de marktbaar opbrengst bij die N-gift volgens het responsmodel en de financiële opbrengst. Dit proces is net zolang uitgevoerd tot de hoogste financiële opbrengst gemiddeld over de twaalf proeven werd gevonden. Het optimalisatieproces is uitgevoerd in Excel met de functie Solver. Het resultaat is weergegeven in tabel 9.c.

In principe kunnen bij gebruik van Solver zowel de streefwaarde als de coëfficiënt voor de N_{min} gelijktijdig worden opgenomen in het iteratieproces en beide geoptimaliseerd. Er is echter voor gekozen om de coëfficiënt die voor N_{min} staat, niet in het iteratieproces te betrekken, omdat er geen verband was tussen de financiële opbrengstderving per proef (tabel 9.b) bij hantering van de empirisch afgeleide richtlijn en de hoogte van de N_{min} -voorraad 0-60 cm (zie figuur a hieronder).

Als vierde is bepaald bij welk streefniveau gemiddeld over alle proeven de maximale financiële opbrengst wordt behaald indien geen coëfficiënt voor de N_{min} gehanteerd (c.q. indien deze op 1 wordt gesteld) om na te gaan hoeveel verschil dit uitmaakt t.o.v. het wel hanteren van de coëfficiënt. De procedure voor optimalisatie is zoals omschreven bij de derde stap hierboven. Het resultaat is weergegeven in tabel 9.d, welke kan worden vergeleken met tabel 9.c.



Figuur a. Financiële opbrengstderiving (€) bij een N-gift volgens de empirisch afgeleide richtlijn $(326 - 1,1 * Nmin(0-60))$ ten opzichte van hantering van de optimale N-gift per proef

Punt 2. Vergelijking fit objectgemiddelden en fit afzonderlijke meetpunten

Hierna is per proef de geselecteerde responsefunctie (paragraaf 3.2 van het conceptrapport[3]) opnieuw gefit op de afzonderlijke meetpunten c.q. veldjes. De fit is alleen uitgevoerd voor de plantpreiproeven, met de marktbaar opbrengst en voor de proeven met twee oogsttijdstippen alleen met de gemiddelde marktbaar opbrengst van de beide tijdstippen. Enkel is bij de vroege herfststeelt te Vredepeel in 2006 uitgegaan van het 2^e oogsttijdstip, zoals ook is aangegeven in het conceptrapport [3] in paragraaf 3.1.1. op blz. 15.

De gefitte curve met de individuele meetpunten is per proef weergegeven in een figuur. Van de oude fit (op objectgemiddelden) en de nieuwe fit (op individuele punten) zijn tevens de parameterschattingen naast elkaar gezet, het percentage verklaarde variantie, de significantie van het model (F-prob.) en de afgeleide optimale N-gift.

Verder is per proef een figuur weergegeven waarin de residuen zijn uitgezet tegen de gefitte waarden. De residuenplots zijn gemaakt m.b.v. de Genstat-procedure RCHECK. Deze procedure geeft eveneens een histogram van de residuen en zogenoemde normal en een half-normal plots. De normal plot wordt gemaakt door de residuen te sorteren van laag naar hoog en ze daarna te voorzien van een index i waarbij i loopt van 1 tot n (het aantal waarnemingen). Bij de normal plot worden de residuen uitgezet tegen $NED \left(\frac{i - 0,375}{n + 0,25} \right)$ en bij de halfnormal plot tegen $NED \left(0,5 + 0,5 \cdot \frac{i - 0,375}{n + 0,25} \right)$. NED staat voor normal equivalent deviate en $NED(p)$ is de waarde van de standaardnormaal verdeelde variabele x , waarbij p van de cumulatieve kansdichtheid links van x ligt. In het ideale geval liggen de punten op een rechte lijn.

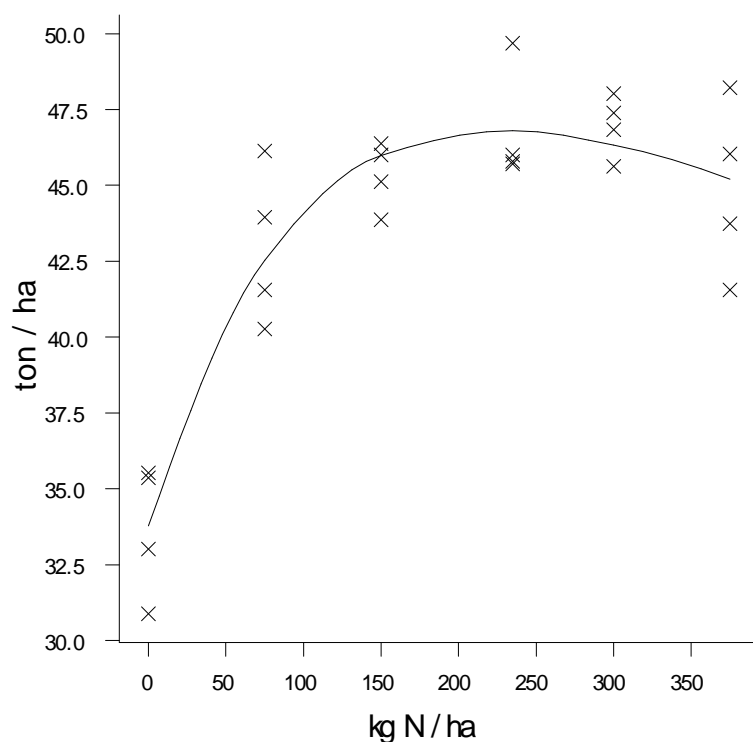
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006

Gefitte curve: lijn + exponentieel, $A + B \cdot R^X + C \cdot X$, waarbij $X = N$ -gift

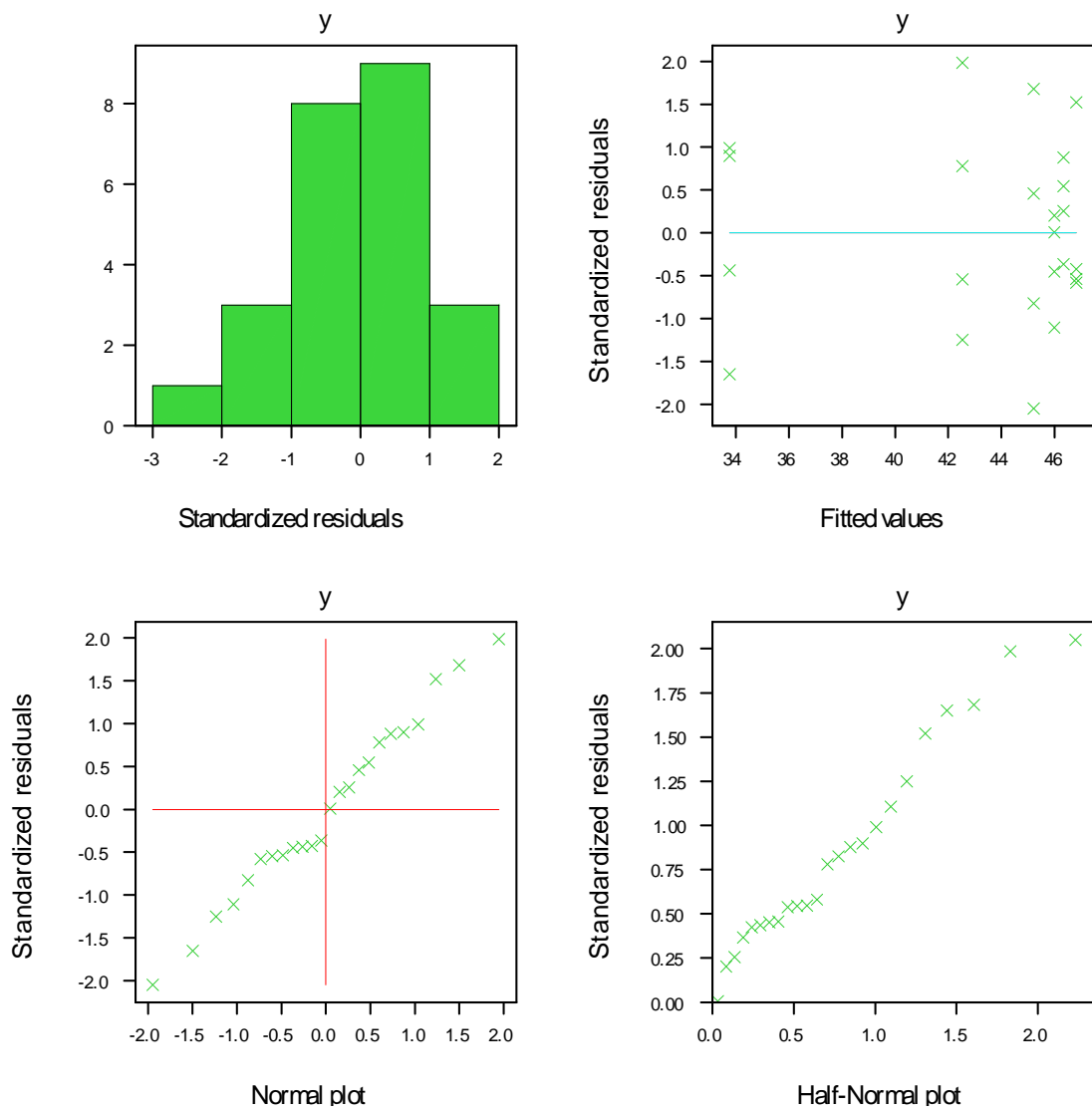
De resultaten zijn weergegeven in tabel 1 en de figuren 1 en 2.

Tabel 1. **Vergelijking van de fit met objectgemiddelden en met individuele meetpunten voor de marktbare opbrengst van de vroege herfstteelt Vredepeel 2006**

	Objectgemiddelden	Individuele meetpunten
Verklaarde variantie (%)	97,7	83,6
F-prob. regressieanalyse	0,0136	<0,0001
Geschatte modelparameters		
R	0,99070	0,99069
B	-20,87	-20,86
C	-0,0235	-0,0235
A	54,65	54,64
Optimale N-gift (kg/ha)		
fysiek	227	226
economisch	217	217



Figuur 1. **Respons marktbare opbrengst vroege herfstteelt Vredepeel 2006**



Figuur 2. Residuenplots vroege herfstteelt Vredepeel 2006

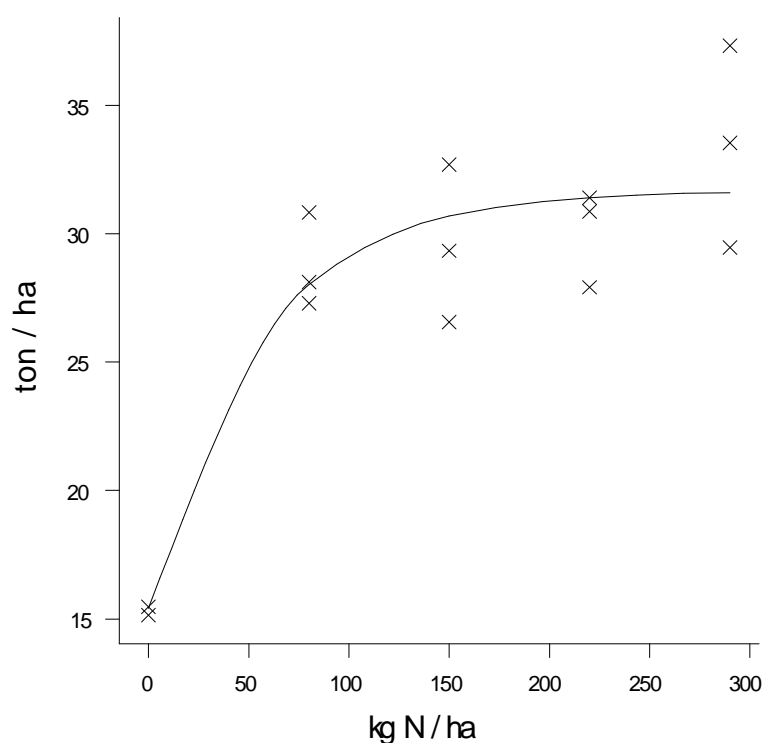
Vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007

Gefitte curve: exponentieel, $A + B \cdot R^X$, waarbij $X = N$ -gift

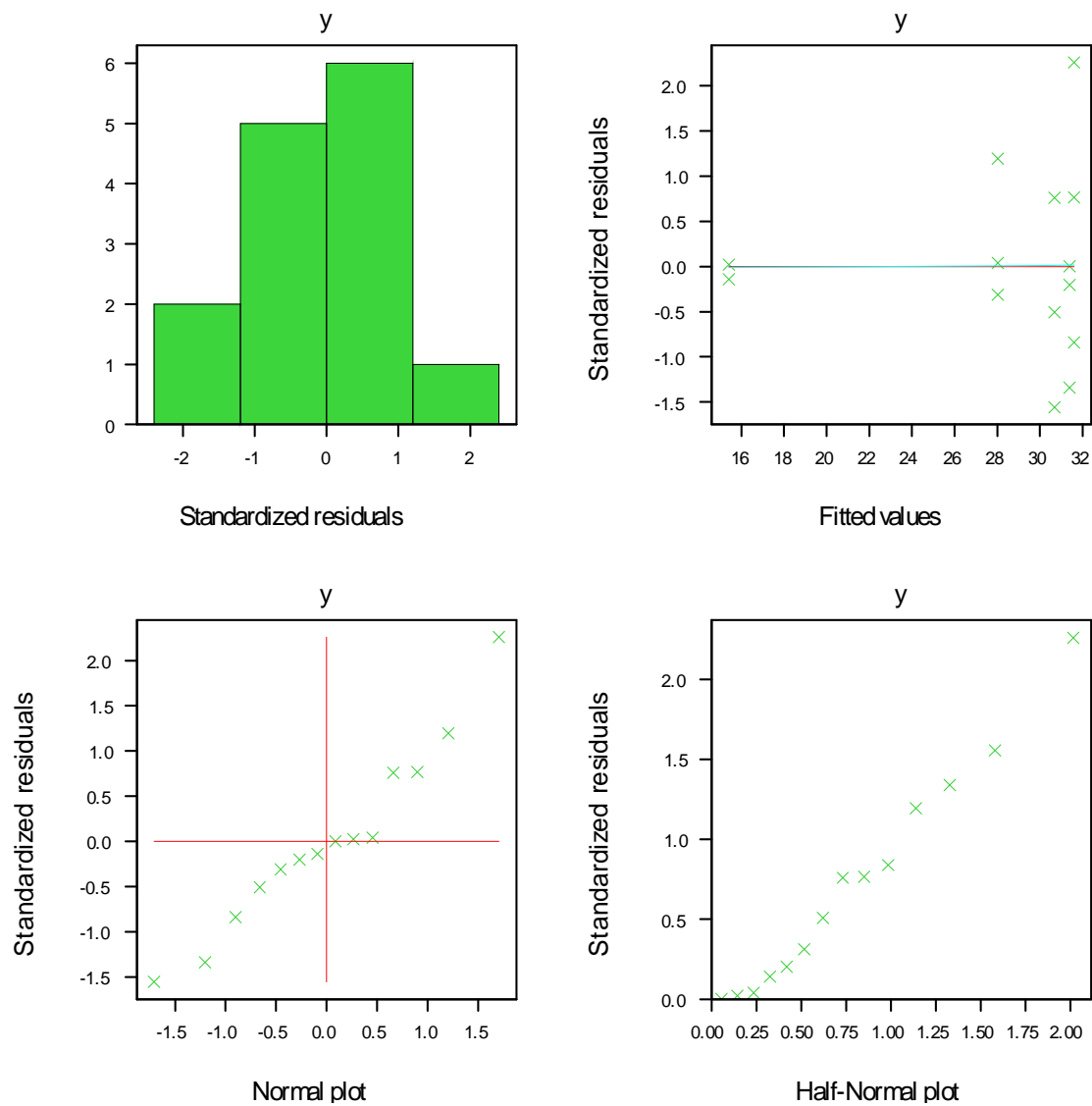
De resultaten zijn weergegeven in tabel 2 en de figuren 3 en 4.

Tabel 2. **Vergelijking van de fit met objectgemiddelden en met individuele meetpunten voor de marktbaar opbrengst van de vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007**

	Objectgemiddelden	Individuele meetpunten
Verklaarde variantie (%)	92,8	79,8
F-prob. regressieanalyse	0,0360	<0,0001
Geschatte modelparameters		
R	0,98146	0,98149
B	-16,28	-16,24
A	31,66	31,66
Optimale N-gift (kg/ha)		
fysiek	*	*
economisch	286	286



Figuur 3. **Respons marktbaar opbrengst vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007**



Figuur 4. Residuenplots vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007

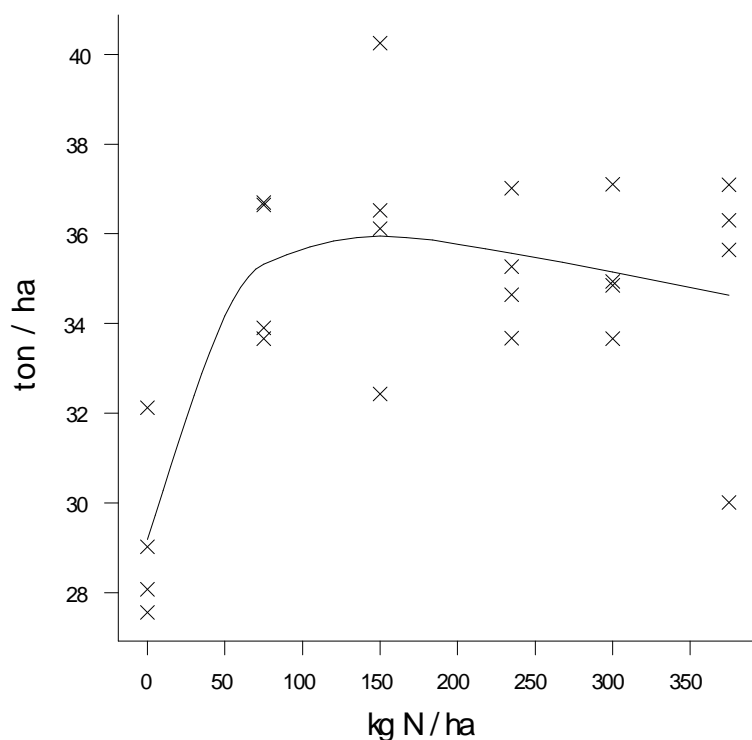
Vroege winterteelt Evertsoord 2006-2007

Gefitte curve: lijn + exponentieel, $A + B \cdot R^X + C \cdot X$, waarbij $X = N$ -gift

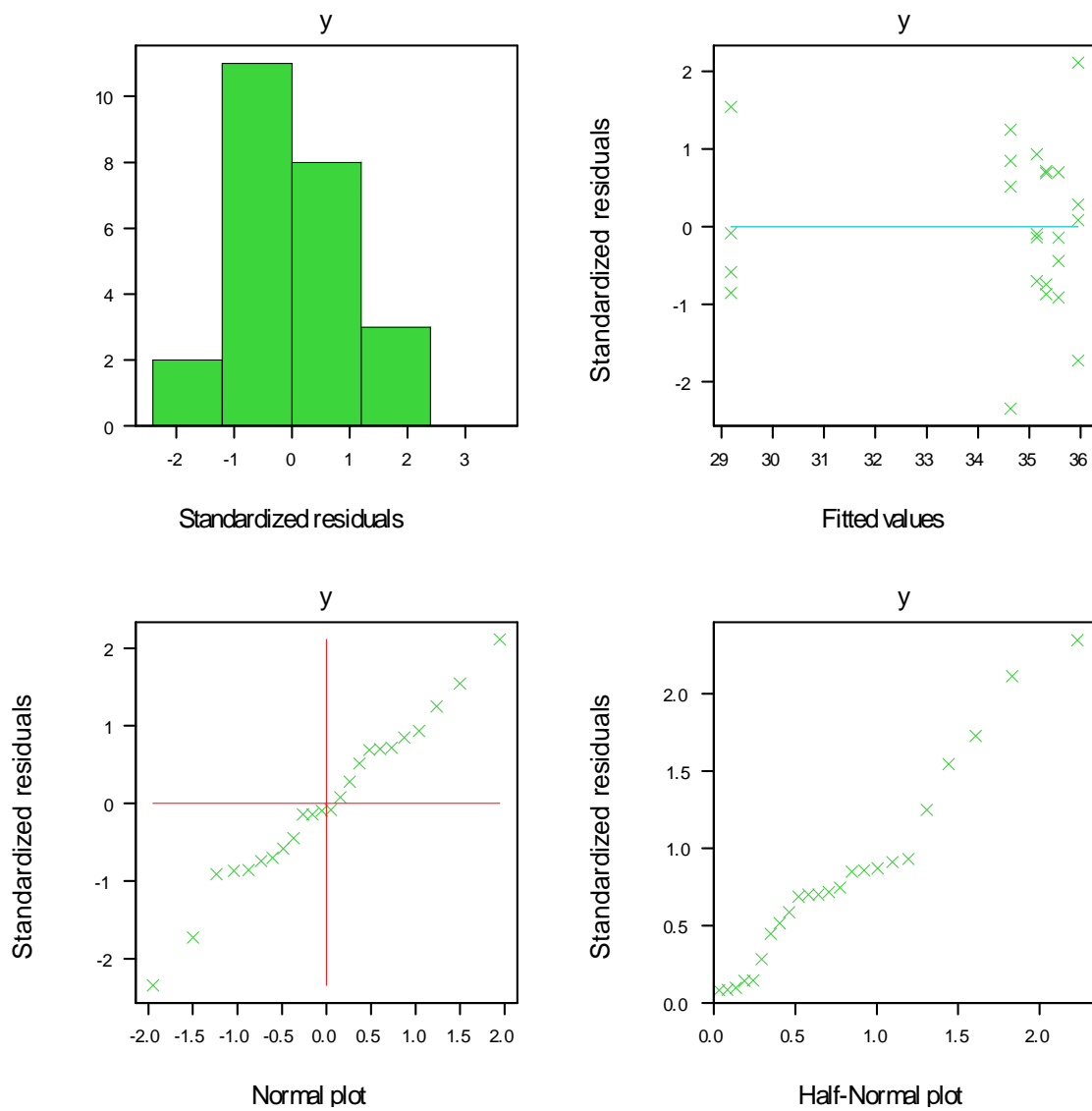
De resultaten zijn weergegeven in tabel 3 en de figuren 5 en 6.

Tabel 3. **Vergelijking van de fit met objectgemiddelden en met individuele meetpunten voor de marktbaar opbrengst van de vroege winterteelt Evertsoord 2006-2007**

	Objectgemiddelden	Individuele meetpunten
Verklaarde variantie (%)	97,4	51,0
F-prob. regressieanalyse	0,0157	0,0006
Geschatte modelparameters		
R	0,97670	0,97670
B	-8,04	-8,02
C	-0,00690	-0,00687
A	37,22	37,21
Optimale N-gift (kg/ha)		
fysiek	141	141
economisch	132	132



Figuur 5. **Respons marktbaar opbrengst vroege winterteelt Evertsoord 2006-2007**



Figuur 6. Residuenplots vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007

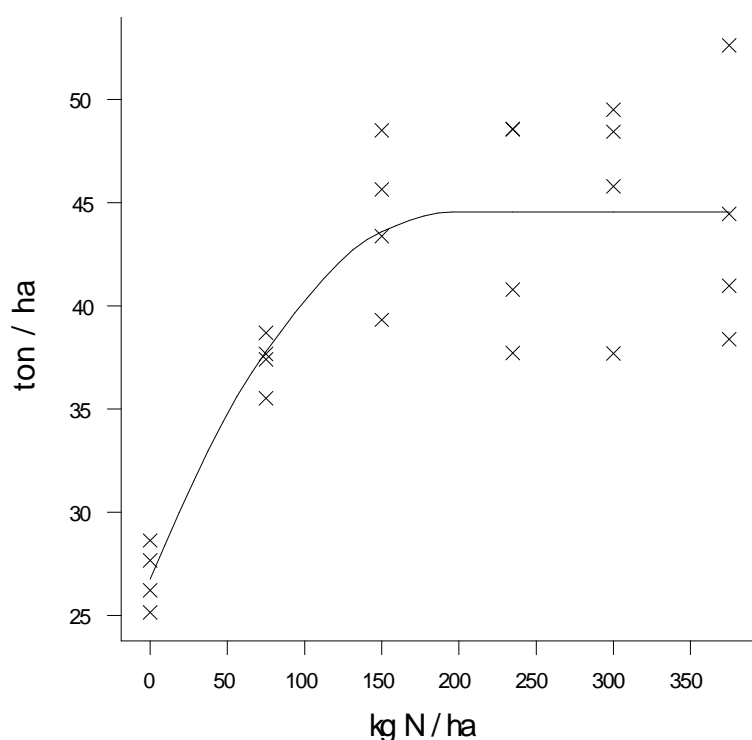
Late winterteelt Vredepeel 2006-2007

Gefitte curve: kwadratisch + plateau, $A - B \cdot (K - X)^2$ als $X < K$ en A als $X \geq K$, waarbij $X = N$ -gift

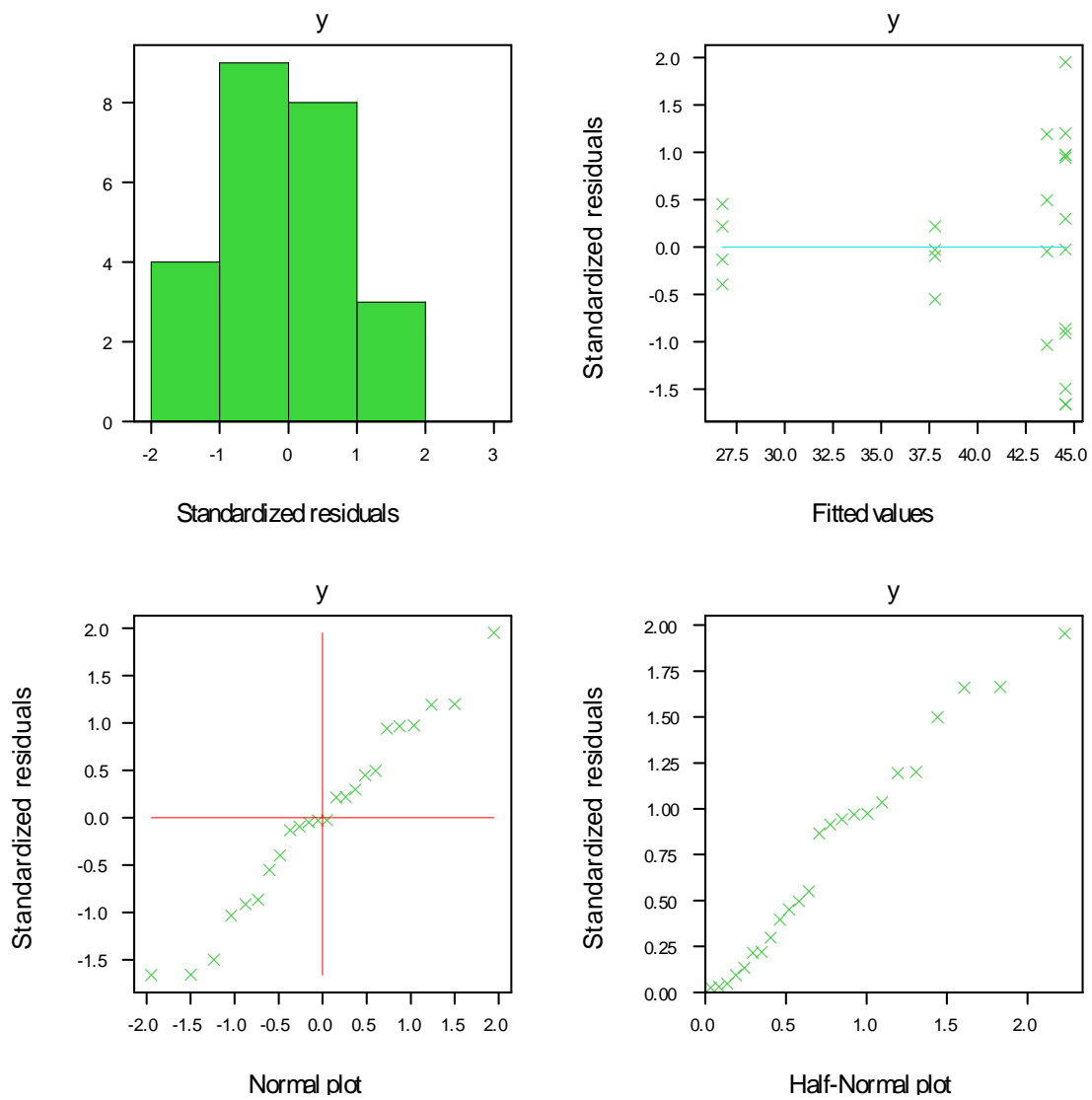
De resultaten zijn weergegeven in tabel 4 en de figuren 7 en 8.

Tabel 4. **Vergelijking van de fit met objectgemiddelden en met individuele meetpunten voor de marktbaar opbrengst van de late winterteelt Vredepeel 2006-2007**

	Objectgemiddelden	Individuele meetpunten
Verklaarde variantie (%)	98,8	71,6
F-prob. regressieanalyse	0,0006	<0,0001
Geschatte modelparameters		
A	44,553	44,555
B	0,0004645	0,0004646
K	195,64	195,64
Optimale N-gift (kg/ha)		
fysiek	196	196
economisch	194	194



Figuur 7. **Respons marktbaar opbrengst late winterteelt Vredepeel 2006-2007**



Figuur 8. Residuenplots late winterteelt Vredepeel 2006-2007

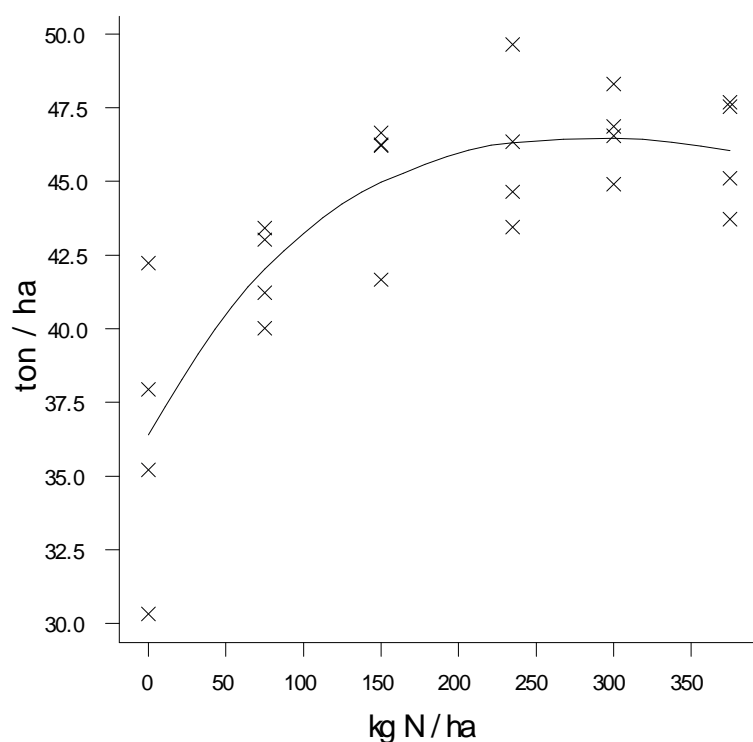
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007

Gefitte curve: lijn + exponentieel, $A + B \cdot R^X + C \cdot X$, waarbij X = N-gift

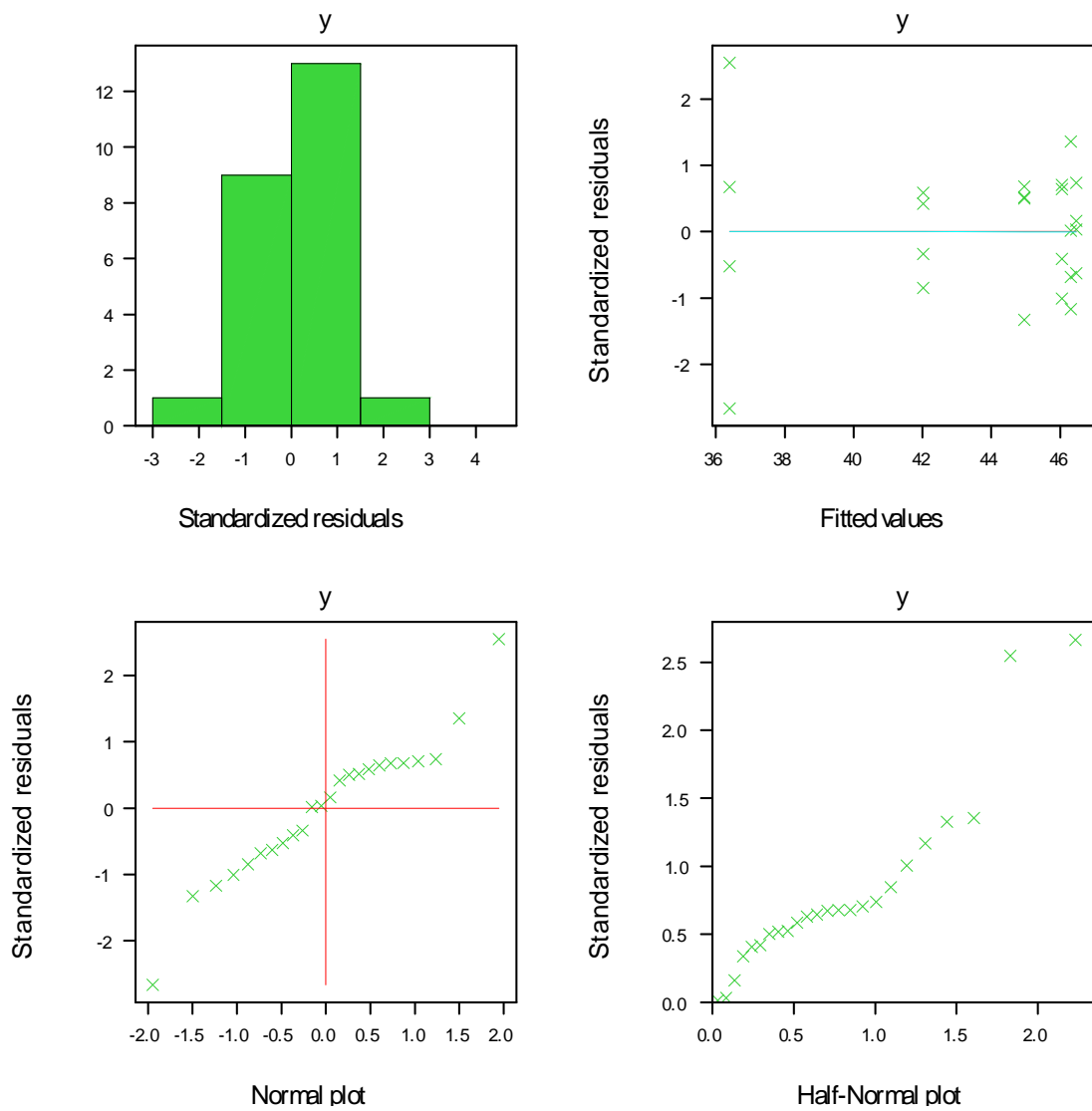
De resultaten zijn weergegeven in tabel 5 en de figuren 9 en 10.

Tabel 5. **Vergelijking van de fit met objectgemiddelden en met individuele meetpunten voor de marktbaar opbrengst van de vroege herfstteelt Vredepeel 2007**

	Objectgemiddelden	Individuele meetpunten
Verklaarde variantie (%)	99,4	64,5
F-prob. regressieanalyse	0,0036	<0,0001
Geschatte modelparameters		
R	0,99369	0,99369
B	-18,77	-18,78
C	-0,0197	-0,0197
A	55,18	55,19
Optimale N-gift (kg/ha)		
fysiek	284	284
economisch	267	267



Figuur 9. **Respons marktbaar opbrengst vroege herfstteelt Vredepeel 2007**



Figuur 10. Residuenplots vroege herfstteelt Vredepeel 2007

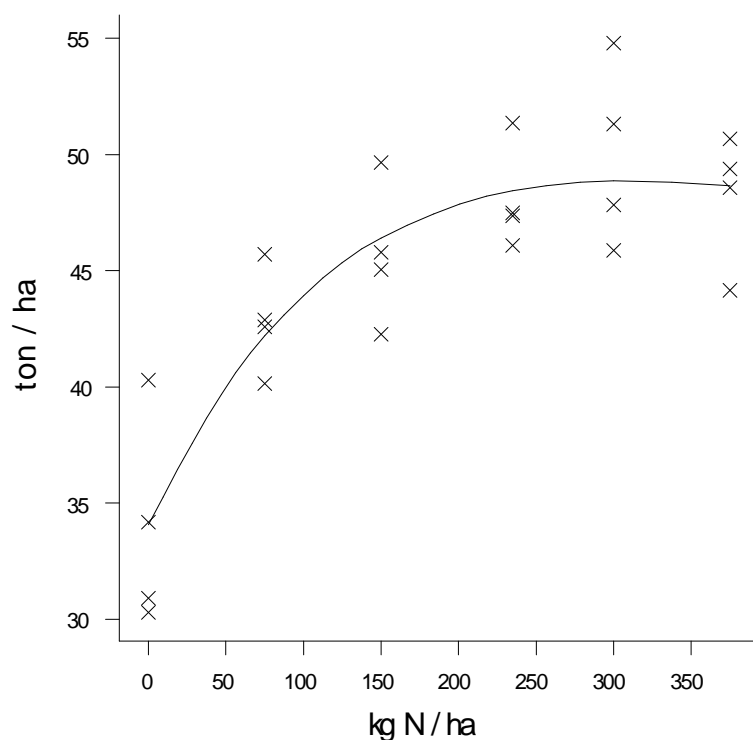
Late winterteelt Vredepeel 2007-2008

Gefitte curve: lijn + exponentieel, $A + B \cdot R^X + C \cdot X$, waarbij $X = N$ -gift

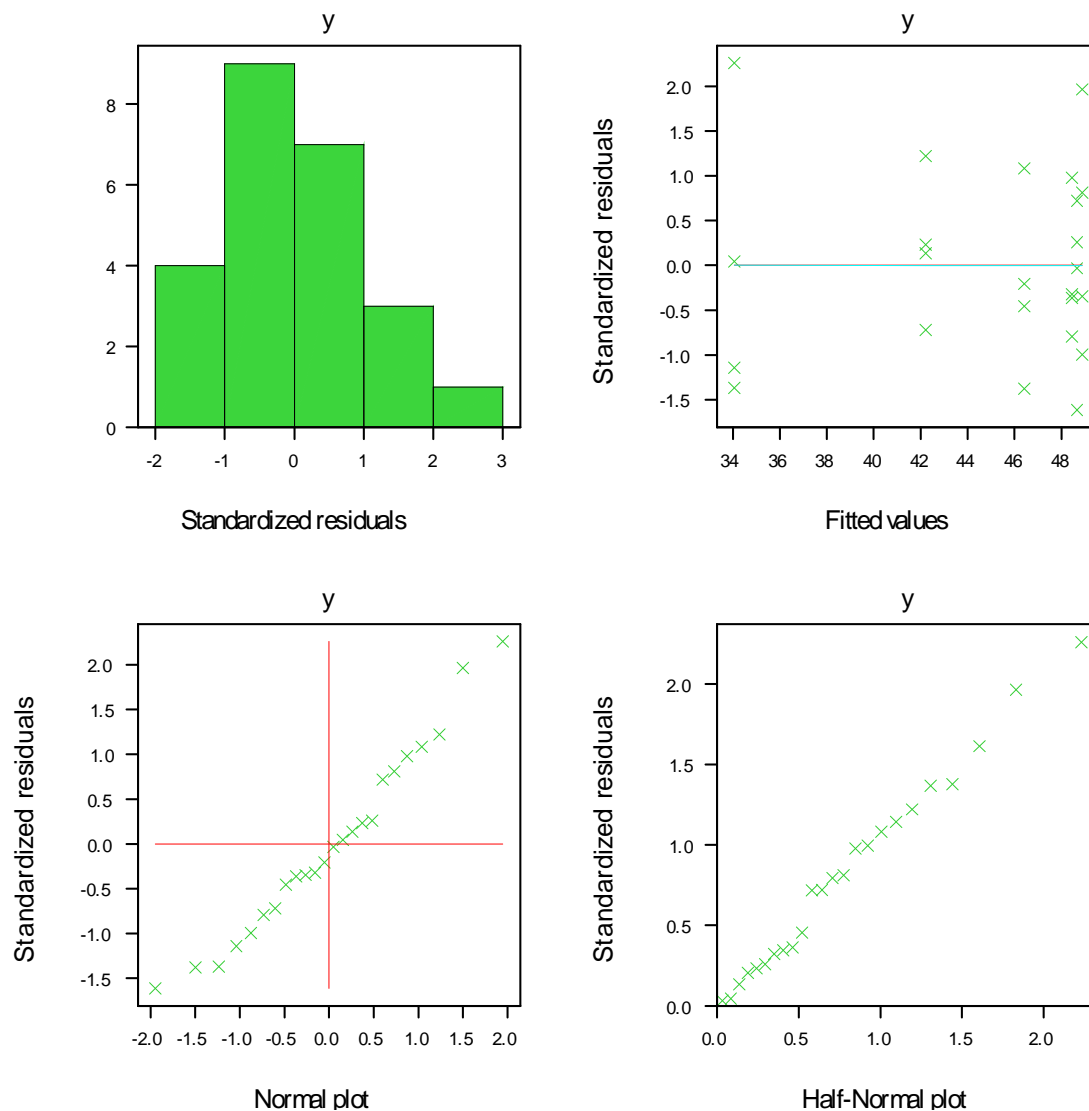
De resultaten zijn weergegeven in tabel 6 en de figuren 11 en 12.

Tabel 6. **Vergelijking van de fit met objectgemiddelden en met individuele meetpunten voor de marktbare opbrengst van de late winterteelt Vredepeel 2007-2008**

	Objectgemiddelden	Individuele meetpunten
Verklaarde variantie (%)	96,4	73,6
F-prob. regressieanalyse	0,0213	<0,0001
Geschatte modelparameters		
R	0,99283	0,99281
B	-22,63	-22,58
C	-0,0174	-0,0173
A	56,70	56,64
Optimale N-gift (kg/ha)		
fysiek	311	311
economisch	299	299



Figuur 11. **Respons marktbare opbrengst late winterteelt Vredepeel 2007-2008**



Figuur 12. Residuenplots late winterteelt Vredepeel 2007-2008

Late winterteelt Castenray 2007-2008

Gefitte curve: broken stick, $A - B \cdot (K - X)$ als $X < K$ en A als $X \geq K$, waarbij $X = N$ -gift

De resultaten zijn weergegeven in tabel 7 en de figuren 13 en 14. Bij deze proef is er een verschil tussen de geschatte optimale N-gift op basis van de objectgemiddelden zoals verwoord in het conceptrapport [3] en op basis van de individuele meetpunten. In deze proef is een uitbijter bij het object 300 kg N/ha uit de dataset verwijderd (zie paragraaf 3.1.10 op blz. 24 in het conceptrapport). Voor het fitten van de responscurve zijn de objectgemiddelden genomen uit de ANOVA-tabel van Genstat. Genstat maakt een schatting gemaakt van de missende waarde en berekent daarmee het objectgemiddelde. Dit wijkt af van het rekenkundig gemiddelde op basis van de resterende drie herhalingen. Bij het fitten van de responscurve met de individuele meetpunten is de missende waarde ook erbuiten gebleven. Daarom is de fit met de objectgemiddelden nogmaals uitgevoerd, maar nu met de rekenkundige gemiddelden (zonder schatting van de missende waarde) en dan blijken de uitkomsten van de analyse wel met elkaar overeen te stemmen.

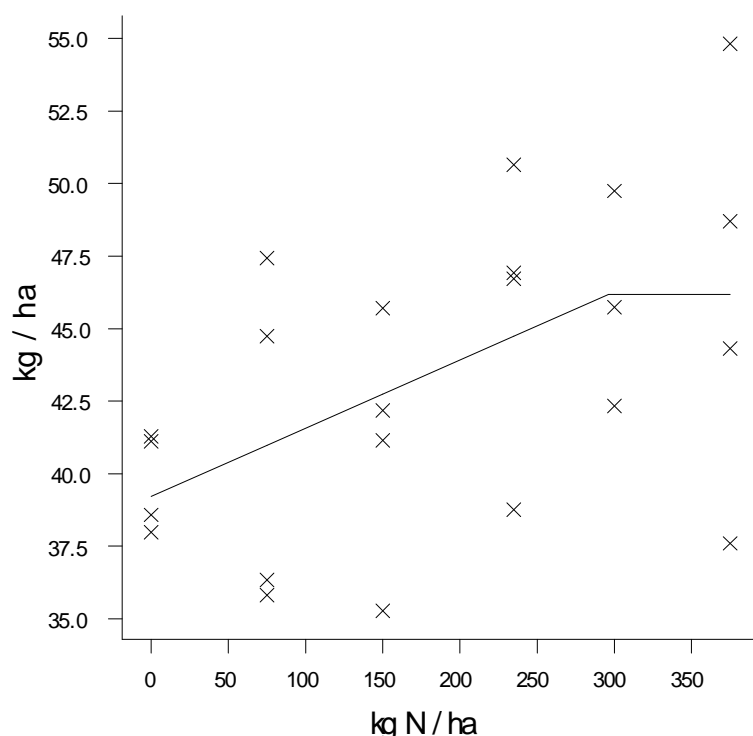
Wat is de juiste benadering? Voor de afleiding van de N-bemestingsrichtlijn (zie onder punt 5 van deze notitie) is vooralsnog de eerst afgeleide curve (op basis van de gemiddelden uit de ANOVA-tabel) gehandhaafd.

Tabel 7. **Vergelijking van de fit met objectgemiddelden en met individuele meetpunten voor de marktbaar opbrengst van de late winterteelt Castenray 2007-2008**

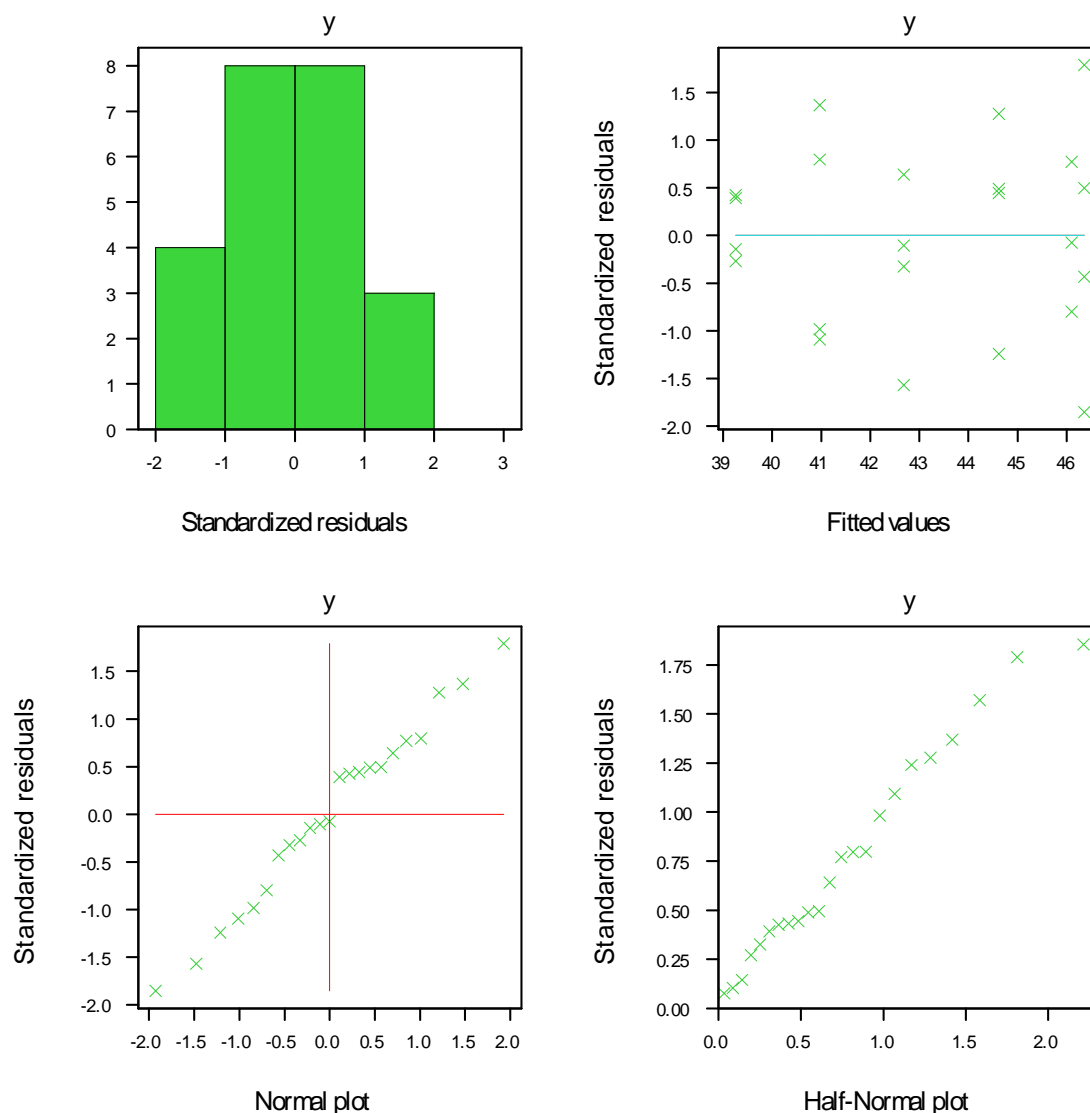
	Objectgemiddelden ¹	Individuele meetpunten	Objectgemiddelden herzien ²
Verklaarde variantie (%)	74,8	18,5	84,5
F-prob. regressieanalyse	0,0587	0,0501	0,0284
Geschatte modelparameters			
A	45,41	46,18	46,15
B	0,0235	0,0235	0,0235
K	263,7	296,3	295,2
Optimale N-gift (kg/ha)			
fysiek	264	296	295
economisch	264	296	295

¹ op basis van door Genstat bij ANOVA gegeven objectgemiddelden (met schatting van de missende waarde)

² op basis van objectgemiddelden zonder schatting van de missende waarde)



Figuur 13. **Respons marktbaar opbrengst late winterteelt Castenray 2007-2008**



Figuur 14. Residuenplots late winterteelt Castenray 2007-2008

Punt 3. Criteria/procedure beoordeling responsfuncties

In paragraaf 2.3 van het conceptrapport [3], op blz. 14, wordt aan het onderstaande tekstfragment, de blauw gedrukte tekst toegevoegd.

Als criteria voor de bepaling van het best beschrijvende model zijn achtereenvolgens het percentage verklaarde variantie en de significantie van het model (F-probability uit de regressieanalyse) gehanteerd. De analyse is uitgevoerd aan de hand van de objectgemiddelden. De opbrengstcijfers zijn daarbij uitgedrukt in ton per ha en afgerond op twee cijfers achter de komma.

Met elk model is (voor zover mogelijk) de fysiek optimale stikstofgift geschat (waarbij de hoogste opbrengst wordt bereikt) en de economisch optimale gift: het omslagpunt waarbij de kosten van extra stikstof gelijk zijn aan de extra financiële opbrengst. Bij nog hogere gift zijn de extra kosten van stikstof hoger dan de extra financiële opbrengst. Er is gerekend met een stikstofprijs van €0,83 per kg en een gemiddelde productprijs van €380,- per ton voor de vroege en late herfstteelt, €570,- per ton voor de vroege winterteelt en €550,- per ton voor de late winterteelt (De Wolf, M. & A. van der Klooster, 2006). Voor zaaierei is uitgegaan van de productprijs van de herfstteelt bij oogst in december en van de vroege winterteelt bij oogst in januari.

[Indien het best beschrijvende model een geëxtrapoleerde economisch optimale N-gift opleverde die boven](#)

de hoogste N-trap in de proef lag, is gekozen voor het als tweede best beschrijvende model, indien het verschil in percentage verklaarde variantie en F-probability gering was tussen beide modellen en met het tweede model een geïnterpoleerde economisch optimale N-gift kon worden afgeleid.

Indien twee modellen, gelet op het percentage verklaarde variantie en de F-probability, evengoed voldeden en met beide een geïnterpoleerde economisch optimale N-gift kon worden afgeleid, zijn ander criteria betrokken in de keuze van het model, zoals de score voor gewasstand en kleur. Indien de broken stick en een kromlijnige curve (nagenoeg) evengoed voldeden, is de voorkeur gegeven aan de laatste, omdat de broken stick een minder natuurgetrouwe weergave is van de gewasrespons.

Indien bij verdere berekeningen met de modellen (in paragraaf 3.3 en 3.4) toch geëxtrapoleerde waarden bij een proef optraden, is dit ter plekke in het rapport vermeld en is nagegaan (in paragraaf 3.4) wat het gevolg is van verwijderen van deze proef uit de dataset voor de afleiding van de stikstofbestedingsrichtlijn.

Punt 4. Coëfficiënt voor N_{min}

In de adviesbasis bemesting [2] wordt bij N-bestedingsrichtlijnen waarbij een coëfficiënt voor de N_{min} staat, deze afgerond op één decimaal achter de komma. Een coëfficiënt van 0,99 wordt dus 1.

Het hanteren van een coëfficiënt komt bij een gering aantal gewassen voor. De coëfficiënt is empirisch afgeleid, maar naar de praktijk is moeilijk uit te leggen waarom er een correctiefactor voor de N_{min} staat: er is geen goede beschrijvende verklaring voor te geven.

Uit de resultaten in paragraaf 3.4 van het conceptrapport [3], waarbij voor diverse scenario's via iteratie een economisch optimale richtlijn is afgeleid, is op meerdere plaatsen een vergelijking gemaakt tussen het wel of niet opnemen van een coëfficiënt die groter of kleiner is dan 1 (tabellen 30, 32, 35, 37 en 38). Gelet op gemiddelde N-gift en gemiddelde financiële opbrengst van de plantpreiproeven, maakte dat weinig verschil uit. Daarom zou, omwille van de eenvoud, een coëfficiënt van 1 kunnen worden gehanteerd.

Bij het hanteren van een coëfficiënt van 1, wordt de lijn die het verband tussen N_{min} en optimale N-gift aangeeft, steiler als de coëfficiënt in werkelijkheid <1 is, maar minder stijl als deze in werkelijkheid >1 is. Beide kwam voor in de verschillende beschreven scenario's in paragraaf 3.4.

Of telers die niet de moeite nemen om N_{min} te meten, de benodigde N-gift overschatten, hangt er dus vanaf of coëfficiënt voor de N_{min} kleiner of groter is dan 1. Het valt overigens te betwijfelen of telers die niet meten, überhaupt wel volgens advies bemesten.

In de discussie van het conceptrapport [3], op blz. 57 en 58, worden onderstaande, in blauw aangegeven, tekstuele wijzigingen aangebracht.

Verandering van de verhouding tussen stikstofprijs en productprijs of veranderingen in de dataset van [de plantpreiproeven](#) (weglaten van proeven), [zoals beschreven in paragraaf 3.4](#), resulteerden in een verandering van de empirisch afgeleide N-bestedingsrichtlijn, zowel wat betreft de streefwaarde (snijpunt met de y-as) als de correctiefactor voor de N_{min}-voorraad (de richtingscoëfficiënt van de lijn).

[Toch had de verhouding tussen stikstofprijs en de productprijs maar betrekkelijk weinig invloed op de afgeleide economisch optimale N-gift per proef en nauwelijks op de economisch optimale N-bestedingsrichtlijn \(waarbij gemiddeld over alle proeven de hoogste financiële opbrengst werd behaald\).](#) Verder gaf de methode waarbij (via iteratie) een economisch optimale N-bestedingsrichtlijn werd bepaald, [bij welke N-bestedingsrichtlijn gemiddeld over alle proeven de hoogste financiële opbrengst werd behaald, gaf bij](#) een afgeleide richtlijn met correctiefactor voor de N_{min} of een afgeleide richtlijn zonder correctiefactor (c.q. vermenigvuldigingsfactor 1) weinig verschil qua gemiddelde N-gift en gemiddelde financiële opbrengst van de plantpreiproeven. Gemakshalve [zou kan](#)-de factor daarom op 1 [kunnen](#) worden gehouden.

Bij hantering van correctiefactor 1 leverde de methode een weinig veranderlijke [uitkomst streefwaarde](#) op bij verandering van de verhouding tussen stikstofprijs en productprijs, veranderingen in de dataset van proeven of het gebruik van een ander model voor sommige proeven. [De waarde varieerde van 330 tot 348, maar kwam meermalen op 343 uit.](#)

[De verhouding tussen stikstofprijs en de productprijs had betrekkelijk weinig invloed op de afgeleide economisch optimale N-gift bij plantprei per proef en nauwelijks op de economisch optimale N-bestedingsrichtlijn \(waarbij gemiddeld over alle proeven de hoogste financiële opbrengst werd behaald\).](#)

De modelkeuze had per individuele proef wel aanmerkelijke invloed op de afgeleide economisch optimale N-gift. Er is niet altijd gekozen voor het model dat de opbrengstrespons op stikstof het beste beschreef. Mede bepalend is geweest of met het model een geïnterpoleerde optimale N-gift kon worden afgeleid. De keuze voor de modellen die de N-respons beter beschreven, bleek uiteindelijk toch weinig effect te hebben op de afgeleide economisch optimale N-bemestingsrichtlijn voor plantprei.

Het verwijderen van proeven uit de dataset leverde kleine verschillen op ten aanzien van de economisch optimale N-bemestingsrichtlijn, maar gaf geen wezenlijk ander beeld omtrent de stikstofbehoefte van plantprei.

Op basis van [het voorgaande wordt daarom uitgegaan van de economisch optimale N-bemestingsrichtlijn voor plantprei die is afgeleid in paragraaf 3.3: \$343 - N_{min}\(0-60\)\$](#) . In de adviesbasis bemesting wordt dit afgerond op $345 - N_{min}(0-60)$. ~~de proefresultaten kan een N-bemestingsrichtlijn voor plantprei worden afgeleid van (afgerond) $345 - N_{min}(0-60)$~~ . Dat is 65 kg N/ha hoger dan de huidige richtlijn van $280 - N_{min}(0-60)$. In de advisering moet bij de richtlijn dan nog wel een verdeling van de N-gift over de teeltperiode worden aangegeven. De richtlijn is gebaseerd op zeven stikstoftrappenproeven, uitgevoerd gedurende twee jaar op drie locaties.

Verhoging van de richtlijn zou voor deze dataset plantpreiproeven het N-overschot verhogen met naar schatting zo'n 65 kg N/ha.

Punt 5. Opname van voorgaande proeven

De onderbouwing van het meest recente, bestaande advies is weergegeven in het rapport 'Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen' [1] uit 2005 op blz. 73 t/m 90. Het is gebaseerd op vijf uitgevoerde proeven te Meterik en één proef te Droevendaal, alle in een late herfstteelt.

Een belangrijke verandering in het rassenassortiment van prei was de komst van productievere, hybride rassen. De vijf te Meterik zijn uitgevoerd met een hybride ras, de proef te Droevendaal niet. Die laatste proef wordt daarom nu buiten beschouwing gelaten.

Op de proeftuin te Meterik bevatte het bronwater dat werd gebruikt voor beregening, een hoge concentratie nitraat, waardoor via beregening soms een substantiële hoeveelheid stikstof werd aangevoerd. Van die hoeveelheid is in de afzonderlijke proeven te Meterik een schatting gemaakt [1] en deze N-aanvoer is bij de afgeleide optimale N-gift opgeteld.

In het voornoemde rapport is per proef de fysiek optimale N-gift weergegeven en het fysiek optimale N-aanbod in de bodemlaag 0-60 cm (N-gift + N_{min} vóór de teelt). In geval van het exponentieel model is toen uitgegaan van de N-gift waarbij 99% van de maximale opbrengst wordt behaald. Er is geen economisch optimale N-gift per proef weergegeven. Wel is over alle proeven gezamenlijk m.b.v. iteratie een economisch optimale N-bemestingsrichtlijn afgeleid. Hierbij zijn een andere productprijzen (gebaseerd op de vroege wintersteelt) en stikstofprijzen gehanteerd dan in de recente actualisatiestudie [3].

Daarom zijn nu met de geselecteerde responsmodellen per proef [1] de economische optimale N-giften berekend met dezelfde productprijzen als in de recente actualisatiestudie [3]: €380,- per ton marktbaar product (herfststeelt) en €0,83 per kg stikstof (ook voor de N-gift via beregening). Het resultaat is weergegeven in tabel 8, samen met de proeven van de recente actualisatiestudie.

De afgeleide optimale N-giften per proef zijn ook uitgezet tegen de N_{min} , waarna een empirische N-bemestingsrichtlijn is afgeleid. Dit is weergegeven in figuur 15. Hieruit volgt een richtlijn van $326 - 1,1 * N_{min}(0-60)$.

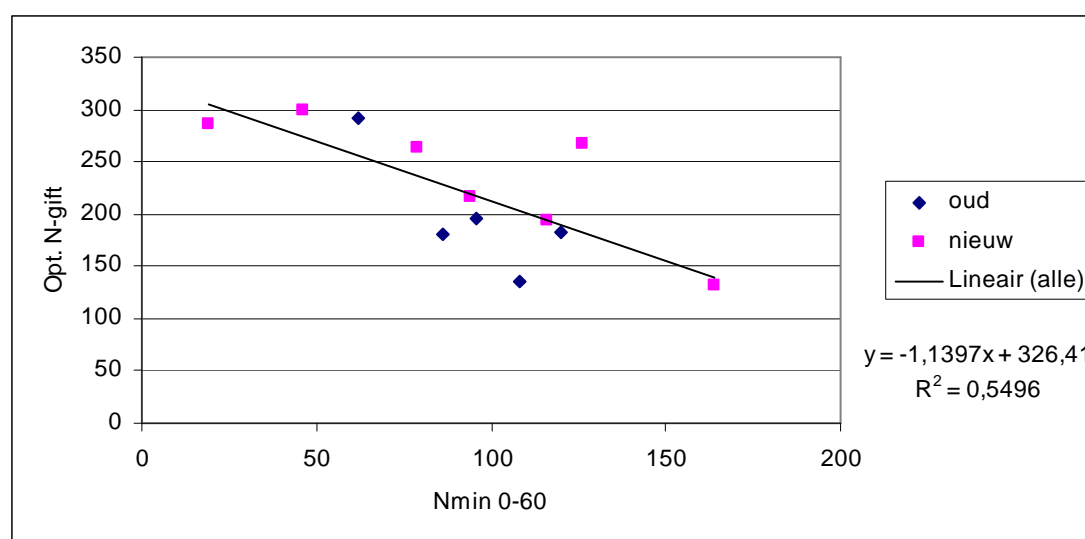
De afleiding van een economisch optimale richtlijn m.b.v. iteratie resulteert in $350 - 1,1 * N_{min}$ met behoud van de coëfficiënt voor de N_{min} en in $342 - N_{min}$ als deze op 1 wordt gesteld. Het resultaat is weergegeven in tabel 9. Gelet op gemiddelde N-gift en financiële opbrengst was er nauwelijks verschil tussen het wel of niet hanteren van een coëfficiënt. Zonder coëfficiënt komt de streefwaarde (het snijpunt met de y-as) lager uit. Omwille van de eenvoud zou de coëfficiënt daarom kunnen worden weggelaten (op 1 gesteld). Er zou dan een nieuwe N-bemestingsrichtlijn voor plantprei kunnen worden voorgesteld van (afgerond) $340 - N_{min}(0-60)$.

Tabel 8. **Nmin-voorraad bodem voor de teelt, berekende economisch optimale N-gift en N-aanbod (N-gift + Nmin) in de plantpreiproeven te Meterik (oude dataset) en de recent uitgevoerde proeven (nieuwe dataset) (kg N/ha)**

Proef	Model	Nmin 0-60 cm	Optimale N-gift ¹	N-aanbod 0-60 cm
Late herfstteelt Meterik 1999	broken stick	86	180	266
Late herfstteelt Meterik 2000	broken stick	108	136	244
Late herfstteelt Meterik 2001	kwadratisch + plateau	96	196	292
Late herfstteelt Meterik 2002	exponentieel	62	292 ²	354
Late herfstteelt Meterik 2003	lijn + exponentieel	120	182	302
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	lijn + exponentieel	94	217	311
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	exponentieel	19	286	305
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	lijn + exponentieel	164	132	296
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	kwadratisch + plateau	116	194	310
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	lijn + exponentieel	126	267	393
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	lijn + exponentieel	46	299	345
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	broken stick	79	264	343
Gemiddeld alle proeven		93	220	313
Gemiddeld oude dataset		94	197	292
Gemiddeld nieuwe dataset		92	237	329

¹ Te Meterik inclusief de N-aanvoer via berekening.

² Dit is hoger dan N-gift waarbij 99% van de maximale opbrengst wordt behaald.



Figuur 15. **Optimale N-gift uitgezet tegen de Nmin-voorraad 0-60 cm (kg N/ha)**

Tabel 9. **Financieel resultaat bij de economisch optimale N-gift per proef en bij een N-gift volgens een richtlijn van 326 – 1,1 * Nmin(0-60) resp. 350 – 1,1 * Nmin(0-60) en 342 – Nmin(0-60)**

9.a. Bij economisch optimale N-gift per proef

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus stikstofkosten
Late herfstteelt Meterik 1999	180	52,7	19.867
Late herfstteelt Meterik 2000	136	39,9	15.067
Late herfstteelt Meterik 2001	196	55,8	21.033
Late herfstteelt Meterik 2002	292	46,3	17.358
Late herfstteelt Meterik 2003	182	47,6	17.953
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	217	46,8	17.605
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	286	31,6	17.765
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	132	36,0	20.383
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	194	44,6	24.342
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	267	46,5	17.432
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	299	48,9	26.630
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	264	45,4	24.756
Gemiddeld	220	45,2	20.016

*9.b. Bij een N-richtlijn van 326 – 1,1 * Nmin(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 9.a (€)
Late herfstteelt Meterik 1999	231	52,7	19.818	-49
Late herfstteelt Meterik 2000	207	40,0	15.014	-53
Late herfstteelt Meterik 2001	220	55,8	21.014	-19
Late herfstteelt Meterik 2002	258	46,2	17.349	-9
Late herfstteelt Meterik 2003	194	47,6	17.946	-7
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	223	46,8	17.604	-1
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	305	31,6	17.762	-3
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	146	36,0	20.374	-9
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	198	44,6	24.339	-3
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	187	45,8	17.232	-200
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	275	48,8	26.608	-22
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	239	44,8	24.459	-297
Gemiddeld	224	45,0	19.960	-56

*9.c. Bij een N-richtlijn van 350 – 1,1 * Nmin(0-60)*

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 9.a (€)
Late herfstteelt Meterik 1999	255	52,7	19.798	-69
Late herfstteelt Meterik 2000	231	40,0	14.994	-73
Late herfstteelt Meterik 2001	244	55,8	20.994	-39
Late herfstteelt Meterik 2002	282	46,3	17.358	-1
Late herfstteelt Meterik 2003	218	47,5	17.887	-66
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	247	46,8	17.568	-37
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	329	31,6	17.753	-11
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	170	35,9	20.324	-59
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	222	44,6	24.320	-23
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	211	46,1	17.339	-93
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	299	48,9	26.630	0
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	263	45,4	24.749	-7
Gemiddeld	248	45,1	19.976	-40

9.d. Bij een N-richtlijn van 342 – Nmin(0-60)

Proef	N-gift (kg N/ha)	Marktbaar opbrengst (ton/ha)	Financiële opbrengst (€) minus N-kosten	Afwijking t.o.v. tabel 9.a (€)
Late herfstteelt Meterik 1999	256	52,7	19.797	-70
Late herfstteelt Meterik 2000	234	40,0	14.991	-75
Late herfstteelt Meterik 2001	246	55,8	20.993	-40
Late herfstteelt Meterik 2002	280	46,3	17.357	-1
Late herfstteelt Meterik 2003	222	47,5	17.872	-81
Vroege herfstteelt Vredepeel 2006	248	46,8	17.565	-40
Vroege wintersteelt Vredepeel 2006-2007	323	31,6	17.756	-9
Vroege wintersteelt Evertsoord 2006-2007	178	35,9	20.299	-84
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	226	44,6	24.317	-26
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	216	46,1	17.355	-77
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	296	48,9	26.629	0
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	263	45,4	24.748	-8
Gemiddeld	249	45,1	19.973	-43

Indien voor de late wintersteelt te Castenray 2007-2008 wordt uitgegaan van de responscurve op basis van de herziene objectgemiddelden (zie tabel 7), verandert de optimale N-gift gemiddeld over alle proeven (tabel 8) in 223 kg N/ha en het N-aanbod 0-60 cm in 316 kg N/ha. De empirisch afgeleide richtlijn (figuur 15) wordt dan $331 - 1,2 * N_{min}(0-60)$ ($R^2 = 0,5269$) met een gemiddelde N-gift van 219 kg N/ha (vergelijk met tabel 9.b). De afgeleide economisch optimale richtlijn na iteratie wordt $370 - 1,2 * N_{min}$ met een gemiddelde N-gift van 258 kg N/ha (vergelijk met tabel 9.c) dan wel $349 - N_{min}$ met een gemiddelde N-gift van 256 kg N/ha (vergelijk met tabel 9.d). Er zou dan een nieuwe N-bemestingsrichtlijn voor plantprei kunnen worden voorgesteld van (afgerond) $350 - N_{min}(0-60)$.

Punt 7. Verschil tussen 235 en 300 kg N/ha

In tabel 10 is een vergelijking gegeven van de marktbaar opbrengst en de financiële opbrengst minus de stikstofkosten bij de N-giften van 235 kg N/ha en 300 kg N/ha in de proeven. De vroege wintersteelt te Vredepeel in 2006-2007 is niet opgenomen, omdat de betreffende N-trappen hier niet in voorkwamen. De zaai-preiproeven zijn wel opgenomen.

In vijf proeven was de marktbaar opbrengst bij een gift van 300 kg N/ha hoger dan bij een gift van 235 kg N/ha, in één proef was deze gelijk en in twee proeven lager. De financiële opbrengst was in vijf proeven hoger en in drie proeven lager. Gemiddeld over de acht proeven waren de marktbaar en financiële opbrengst bij een gift van 300 kg N/ha hoger dan bij een gift van 235 kg N/ha. De verschillen waren echter geen van alle significant (op basis van een tweezijdige t-toets).

Tabel 10. Vergelijking gegeven van de marktbaar opbrengst en de financiële opbrengst in de proeven bij een N-gift van 235 kg N/ha en 300 kg N/ha

Proef	Marktbaar opbrengst (ton/ha)			Finan. opbr. (€) minus N-kosten		
	235 kg N/ha	300 kg N/ha	Lsd ($p \leq 0,05$)	235 kg N/ha	300 kg N/ha	Lsd ($p \leq 0,05$)
Vr. herfstteelt Vredepeel 2006	46,8	47,0	3,1	17.586	17.598	1.179
Vr. wintersteelt Evertsoord 2006-2007	35,1	35,1	3,5	19.840	19.781	1.987
Late wintersteelt Vredepeel 2006-2007	43,9	45,4	5,3	23.954	24.696	2.932
Vroege herfstteelt Vredepeel 2007	46,0	46,7	3,1	17.292	17.478	1.181
Late wintersteelt Vredepeel 2007-2008	48,1	50,0	5,2	26.244	27.224	2.834
Late wintersteelt Castenray 2007-2008	45,8	44,5	6,3	24.974	24.205	3.473
Zaai-prei Vredepeel 2006-2007	40,4	43,8	11,1	18.989	20.557	5.278
Zaai-prei Vredepeel 2007-2008	34,3	32,5	3,4	16.080	15.178	1.591
Gemiddeld	42,5	43,1	2,1	20.620	20.840	1.050

Referenties

1. Dekker, P.H.M. & T.A. van Dijk (2005). Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen. PPO projectnr. 500102, NMI projectnr. 1094.05, Lelystad, 131 p.
2. Van Dijk, W. & W. van Geel (2008). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Publicatie 307. PPO, Lelystad, 96 p. + bijlagen. *Alleen elektronisch beschikbaar op de web site Kennisakker (www.kennisakker.nl)*
3. Van Geel, W.C.A., J.A.M. Wilms & G.J.H.M. Meuffels (2008). Actualisatie stikstofbehoefte prei. Concept-verslag van stikstoftrappenproeven in prei uitgevoerd op zuidoostelijke zandgrond 2006-2008. Projectrapport. 3250049400, PPO, Lelystad, 66 p.

A.3 Aanvullende vragen werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies en de antwoorden hierop

N.a.v. de antwoorden op de vragen (onderdeel A.2 van deze appendix) heeft de werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies per e-mail enkele aanvullende opmerkingen gemaakt en aanvullende vragen gesteld. Ze zijn hierna weergegeven met daaronder de antwoorden.

Aanvullende opmerkingen en vragen van de werkgroep Actualisatie N-bemestingsadvies

De antwoorden die in onderdeel A.2 van deze appendix zijn weergegeven, leverden bij twee proeven discussie op over de juistheid van het geselecteerde responsmodel en de daarvan afgeleide optimale N-gift. De residuenplots van de vroege en late winterteelt te Vredepeel in 2006-2007 (figuren 4 en 8 in onderdeel A.2 van de appendix) suggereren dat een log-transformatie (strikt genomen) op zijn plaats zou zijn. Dat dit niet is uitgevoerd, wordt geaccepteerd, omdat het bij de andere proeven ook niet is gedaan c.q. niet nodig was.

De residuen bij figuur 4 zijn niet mooi verdeeld: ze nemen toe met de waarde van de fitted value. Met andere woorden: naarmate X groter wordt, past model minder goed. Op grond van het gekozen model kun je daarom 286 kg N/ha niet aanwijzen als een optimale gift in die proef. Met een uitbijtend punt - vooral aan het einde van de meetpuntenreeks - heeft ieder model moeite. Het objectgemiddelde bij de hoogste N-trap (figuur 2 van het conceptrapport) ligt niet echt in lijn met de andere punten, terwijl de spreiding tussen de herhalingen (zie figuur 3 in onderdeel A.2 van de appendix) van dat object relatief wat hoger is dan van de andere N-trappen. Als dan blijkt dat bij berekening het optimum tegen die hoogste trap 'aankruipt', terwijl verder uit de residuenplot blijkt dat het gekozen model in de hoge range minder goed klopt, moet je je afvragen of je schijnbare objectieve methode je niet bedriegt.

Aanbevolen wordt het sterkst afwijkende meetpunt (meer dan 2 keer de standaardafwijking t.o.v. het gemiddelde bij een normale verdeling) bij de hoogste N-trap eruit te laten, alle curves opnieuw te fitten en vervolgens te beoordelen welk model het beste voldoet. Of anders een Salomonsoordeel geven, bijv. 250 kg N/ha is optimaal. Dat is altijd nog beter dan je 'ophangen' aan statistiek met een verdacht punt in de hoofdrol.

Bij figuur 8 neemt het residu eveneens toe met de waarde van de fitted value. Ook hier is er een groot verschil tussen de modellen in berekend optimum (bij niet al te groot verschil in verklaarde variantie). De modelkeuze geeft reden tot twijfel, als het model in de hoogst regionen minder goed fit. Je zou moeten zien hoe de residuenplots van de andere modellen eruit zien in de hogere regionen en dan vaststellen met welk model je het beste het optimum kunt vaststellen.

Verzoek is daarom om bij deze twee proeven na te gaan welke van de modellen de respons bij de hogere N-niveaus het beste beschrijft. Dan op basis van dat beste model het optimum kiezen en opnieuw de overall-optima uitrekenen.

Antwoorden aan de werkgroep op de aanvullende vragen

Vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007

Een visuele beoordeling van figuur 3 in de antwoorden op het preadvies levert de vraag op welk punt er nu eigenlijk afwijkt. Binnen elke N-trap zijn de punten redelijk egaal verdeeld en is (in vergelijking met de spreiding die in de andere proeven optrad) geen meetpunt aan te wijzen dat sterk afwijkt van de andere twee herhalingen. T.o.v. de gefitte curve wijkt het hoogste punt bij 290N inderdaad het sterkst af. Echter, wanneer het laagste punt bij 220N toevallig boven de andere twee punten had gelegen, zou de gefitte curve in dit traject steiler lopen en was de afwijking van het hoogste punt bij 290N waarschijnlijk kleiner geweest. Welk meetpunt zou nu moeten worden verwijderd, het hoogste bij 290N of het laagste bij 220N?

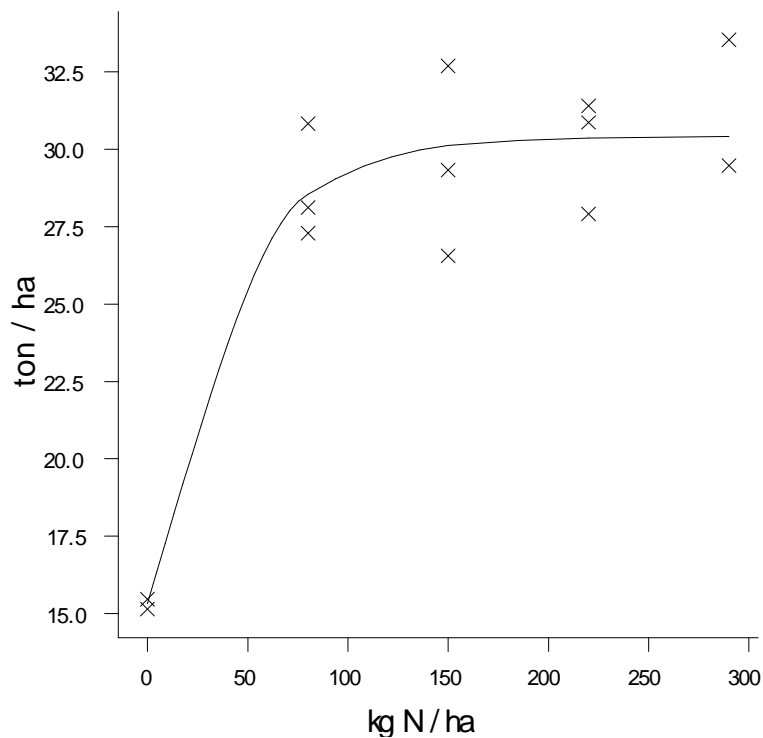
Hierna zijn beide opties uitgewerkt, waarbij alle responscurves opnieuw zijn gefit (op de afzonderlijke meetpunten) en vergeleken. Het resultaat is weergegeven in tabel 1. In beide situaties geldt nog steeds dat het verschil in percentage verklaarde variantie tussen de modellen klein is en het verschil in optimale N-gift daarentegen groot.

Tabel 1. **Resultaat verschillende responsmodellen voor de marktbaar opbrengst van de vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007**

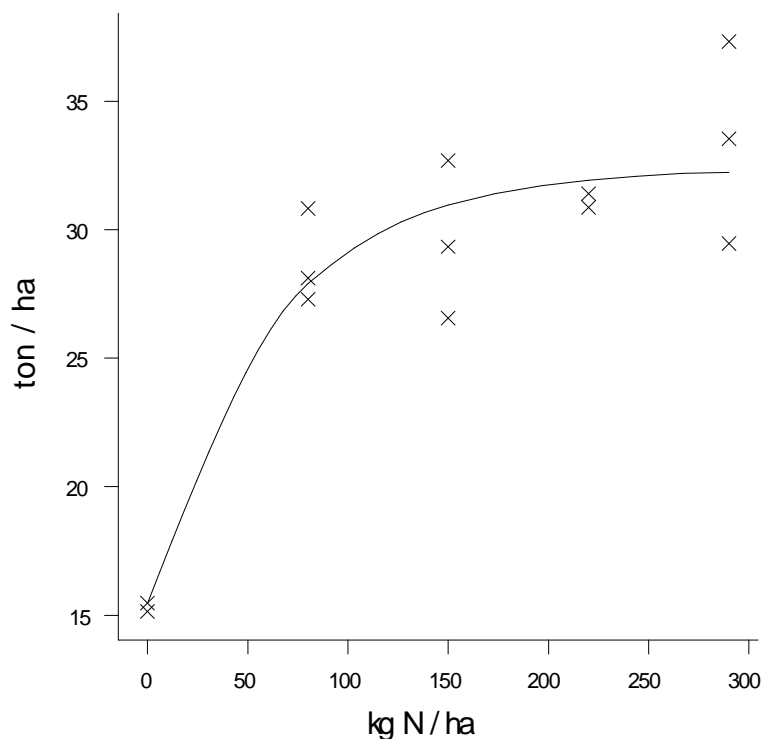
Model	Hoogste punt bij 290N verwijderd				Laagste punt bij 220N verwijderd			
	Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Opt. N-gift (kg/ha)		Verkl. var. (%)	F-prob regr.	Opt. N-gift (kg/ha)	
			fysiek	econ.			fysiek	econ.
2 ^e -Gr. polynoom	74,6	0,0004	214	212	75,5	0,0004	242	240
Exponentieel	86,8	<0,0001	*	215	82,8	<0,0001	*	316
Lineair / lineair	87,3	<0,0001	*	>290	84,2	<0,0001	*	>290
Lijn + expon.	86,4	<0,0001	452	>290	84,3	0,0002	>290	>290
Broken stick	86,5	<0,0001	89	89	80,6	0,0001	96	96
Kwad. + plateau	86,5	<0,0001	117	116	80,6	0,0001	135	134

Bij de fit waarbij het hoogste meetpunt bij object 290 kg N/ha is verwijderd, geeft het 'lineair gedeeld door lineair' model het hoogste percentage verklaarde variantie, maar de afgeleide economisch optimale N-gift ligt ver boven de hoogste N-trap in de proef. Daarom wordt de voorkeur gegeven aan het model dat als tweede beste voldoet: het exponentieel model. De gefitte exponentiële curve is weergegeven in figuur 1 en de bijbehorende residuenplots in figuur 3.

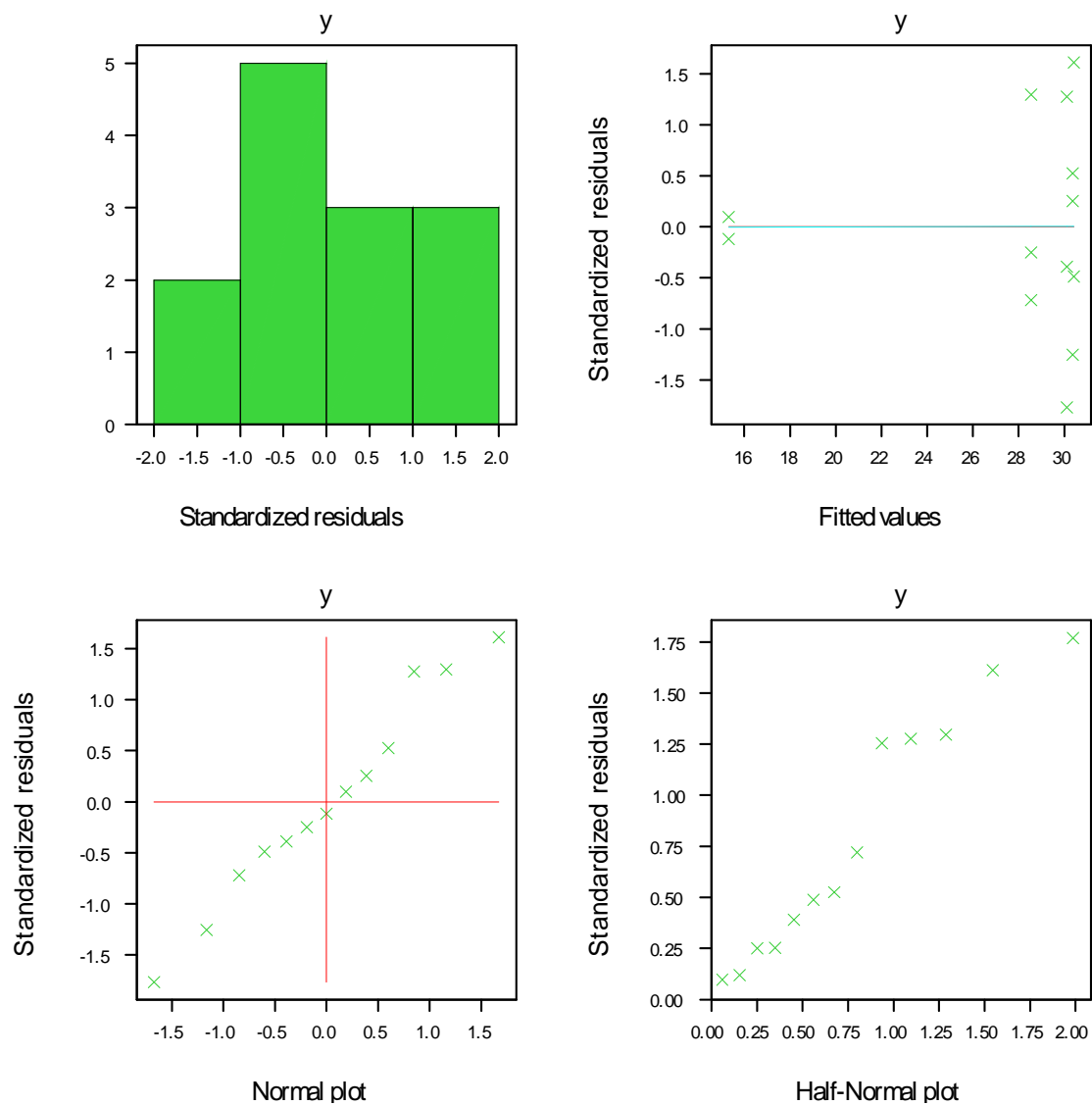
Bij de fit waarbij het laagste meetpunt bij object 220 kg N/ha is verwijderd, geven het 'lineair gedeeld door lineair' model en 'lijn + exponentieel' model het hoogste percentage verklaarde variantie, maar de eerste een kleinere F-prob. Bij beide modellen ligt de afgeleide economisch optimale N-gift echter ver boven de hoogste N-trap in de proef. Bij het exponentieel model ligt deze er ook boven, maar betreft het slechts een licht geëxtrapoleerde waarde. De gefitte exponentiële curve is weergegeven in figuur 2 en de bijbehorende residuenplots in figuur 4. Het residu van het hoogste meetpunt bij 290 kg N/ha is nog steeds iets groter dan 2 keer de standaardafwijking. Daarentegen liggen de residuen in met name de half normal plot wel beter op een lijn dan in figuur 3.



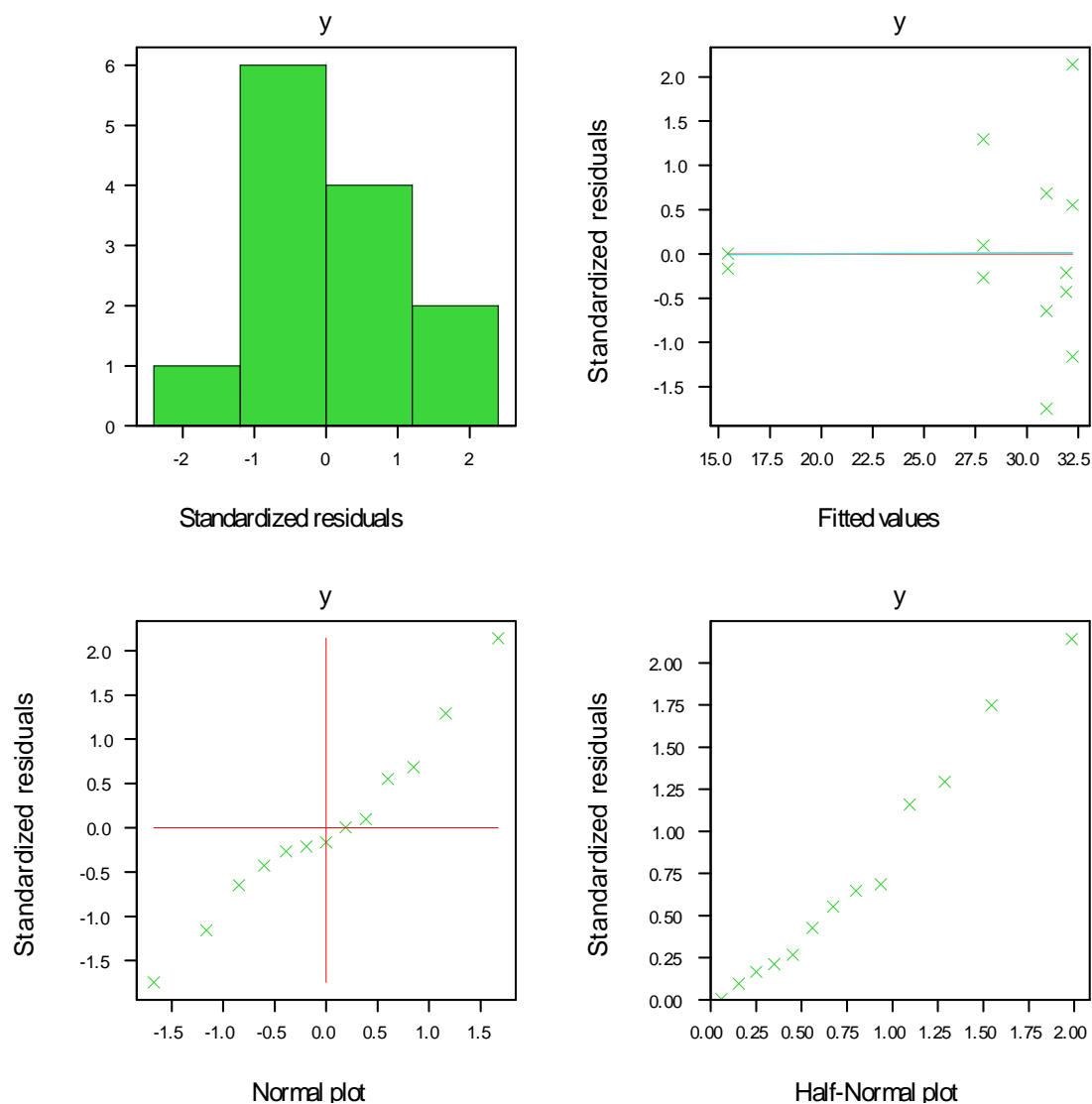
Figuur 1. Respons marktbaar opbrengst vroege winterdeelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het hoogste meetpunt bij de N-trap 290 kg N/ha



Figuur 2. Respons marktbaar opbrengst vroege winterdeelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het laagste meetpunt bij de N-trap 220 kg N/ha



Figuur 3. Residuenplots exponentieel model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het hoogste meetpunt bij de N-trap 290 kg N/ha



Figuur 4. Residuenplots exponentieel model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het laagste meetpunt bij de N-trap 220 kg N/ha

Ter vergelijking zijn in de figuren 5 t/m 8 ook de residuenplots weergegeven van het 'broken stick' model en het 'kwadratisch + plateau' model. Op basis hiervan zou bij verwijdering van het hoogste meetpunt bij object 290 kg N/ha de voorkeur kunnen worden gegeven aan het 'kwadratisch + plateau' model. De residuenplots van de broken stick zijn overigens gelijk (en ook het percentage verklaarde variantie en de F-prob.), maar dit model is een minder natuurgetrouwe weergave van een opbrengstrespons van een gewas. De residuenplots zijn echter niet aanmerkelijk beter dan die van figuur 4 (exponentieel model na verwijdering van het laagste meetpunt bij object 220 kg N/ha). Bij verwijdering van het laagste meetpunt bij object 220 kg N/ha presteren de beide plateau modellen, gelet op de residuenplots, niet beter dan het exponentieel model. In de figuren 9 en 10 zijn ook de residuenplots weergegeven van de beide plateau modellen zonder verwijdering van meetpunten (vergelijk met figuur 4 in de eerdere antwoorden op het preadvies), maar ook die zijn niet aanmerkelijk beter dan die van de exponentiële curve zonder verwijdering van meetpunten (figuur 4 eerdere antwoorden).

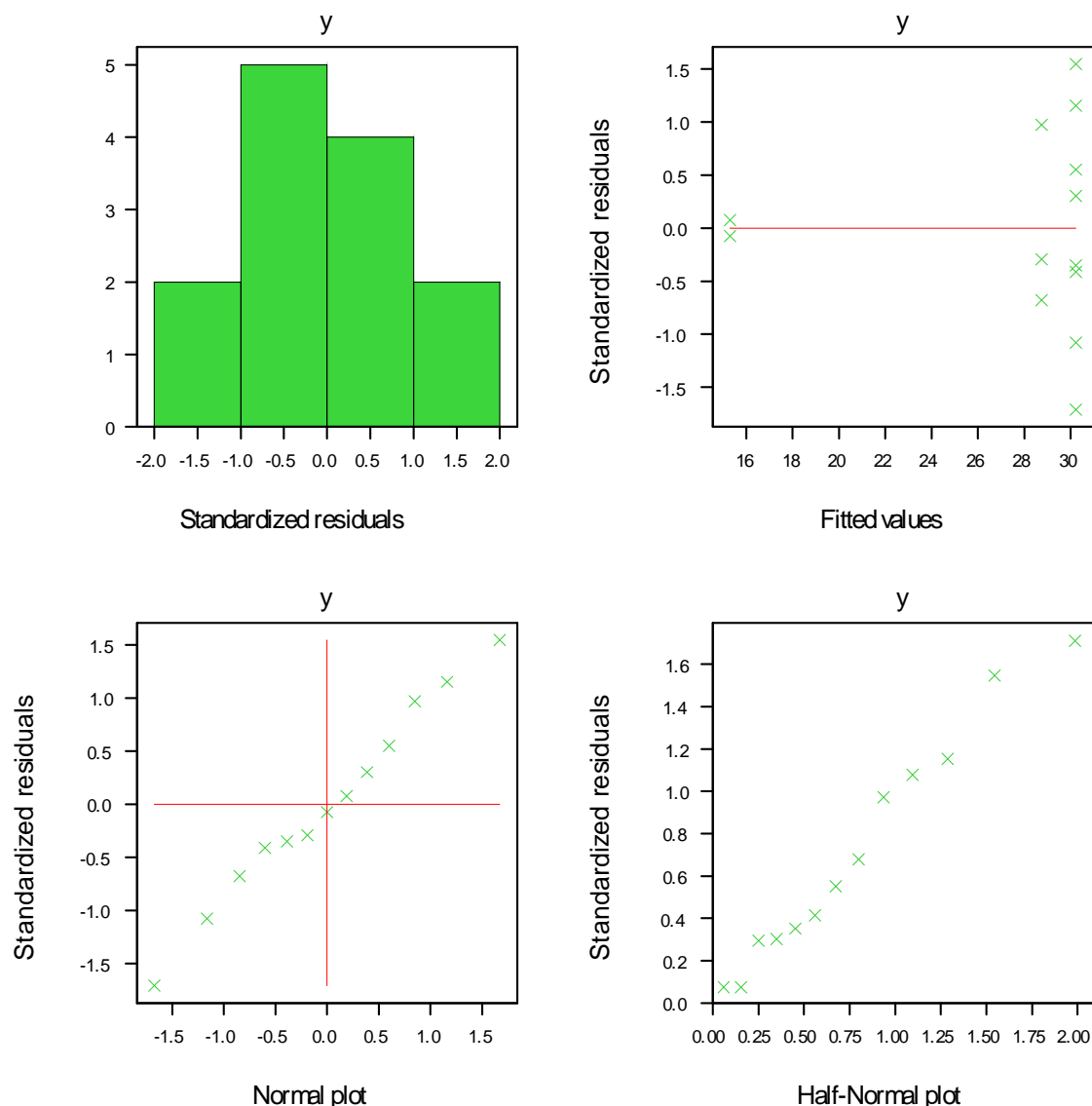
In principe mogen bij een normale verdeling 5% van de residuen net buiten -2 en +2 keer de

standaardafwijking liggen. In geval van deze proef is dat 0,7 veldje (afgerond 1). Het hoogste punt bij object 290N ligt er net buiten. Mede gelet op de verdeling van de drie herhalingen bij 290N is er geen sterke aanleiding om dit meetpunt te verwijderen.

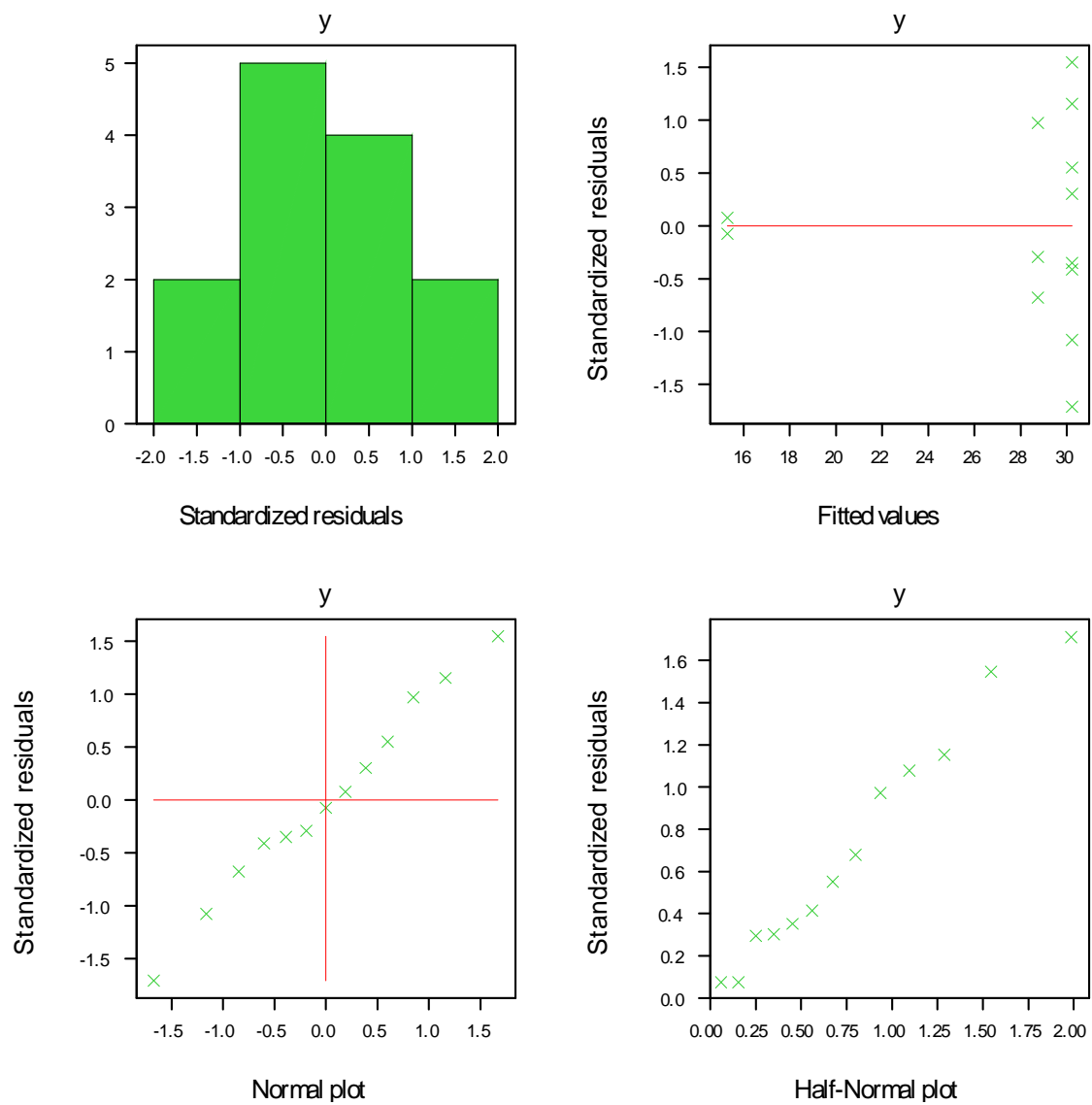
Gelet op de residuenplots kan ervoor worden gekozen om het punt wel te verwijderen en de voorkeur te geven aan het 'kwadratisch + plateau' model, maar even zo goed aan het verwijderen van het laagste meetpunt bij 220N en de keuze voor het exponentieel model te handhaven. Bij de keuze voor het 'kwadratisch + plateau' model komt het optimaal N-aanbod in 0-60 cm uit op $116 + 29 = 135$ kg N/ha. In vergelijking met de andere proeven (zie tabel 8 en figuur 15 in de vorige antwoorden op het preadvies) wordt de proef dan een sterke afwijker in de gehele dataset van proeven.

Wanneer je enkel kijkt naar de objectgemiddelden, los van statistiek, in tabel 6 op blz. 17 en figuur 2 op blz. 28 van het conceptrapport, neig ik ernaar 290 kg N/ha aan te wijzen als de optimale N-gift.

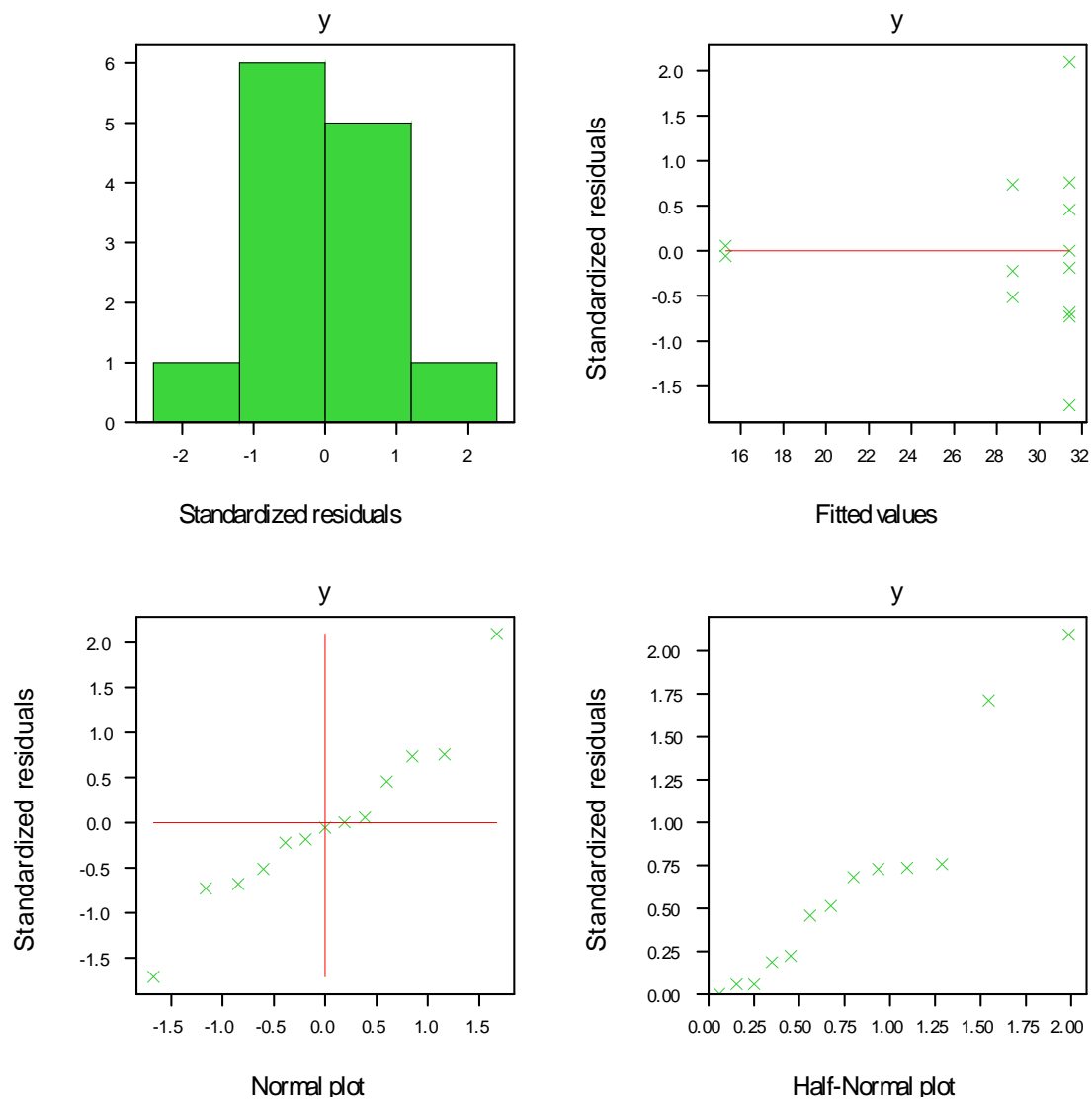
De vroege winterteelt te Vredepeel in 2006-2007 is een lastige proef om te beoordelen. Elke keuze die je maakt is discutabel. Voorstel is daarom om de allereerste keuze te handhaven: exponentieel model zonder verwijdering van meetpunten met een optimale gift van 286 kg N/ha.



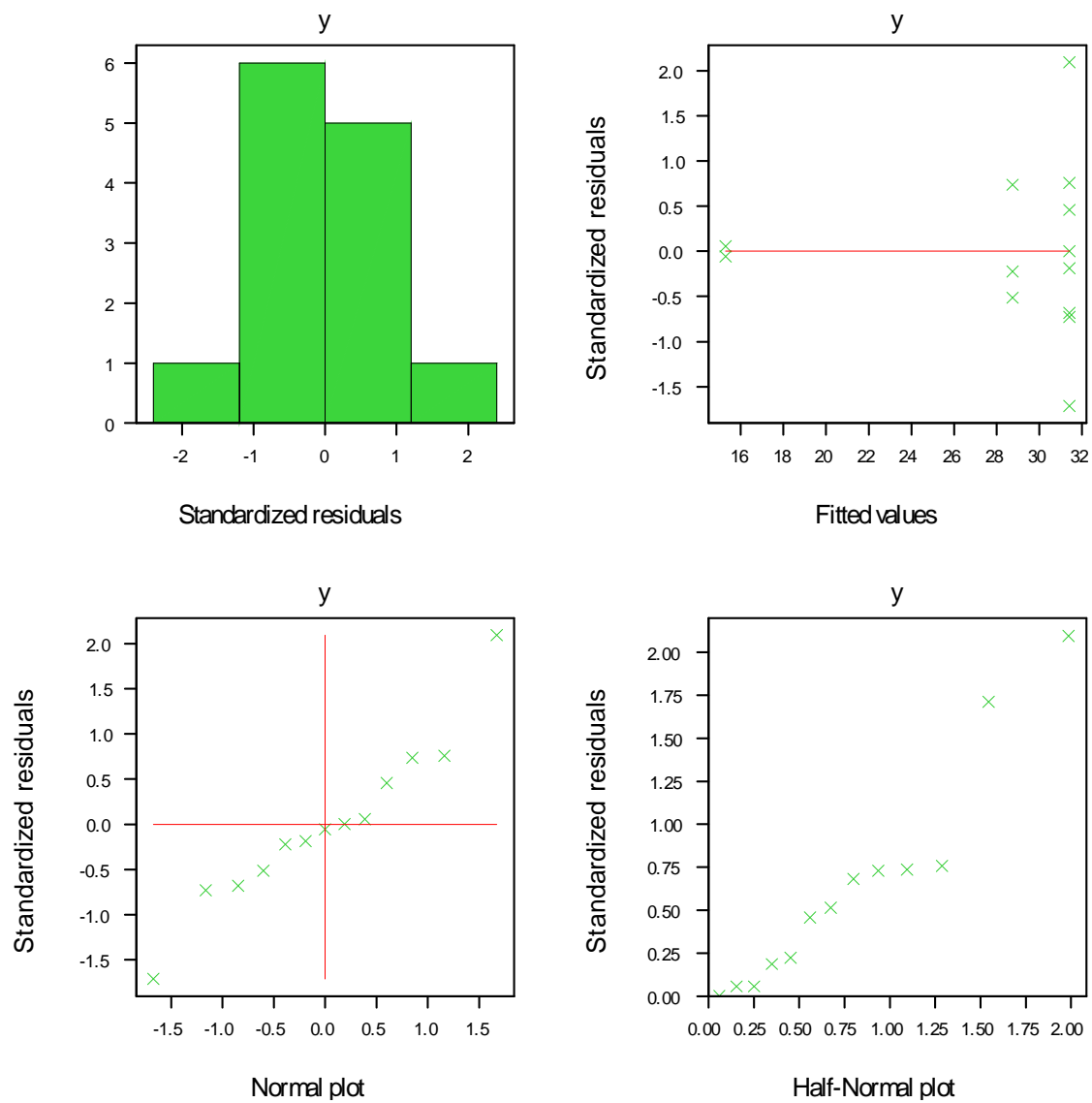
Figuur 5. Residuenplots broken stick model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het hoogste meetpunt bij de N-trap 290 kg N/ha



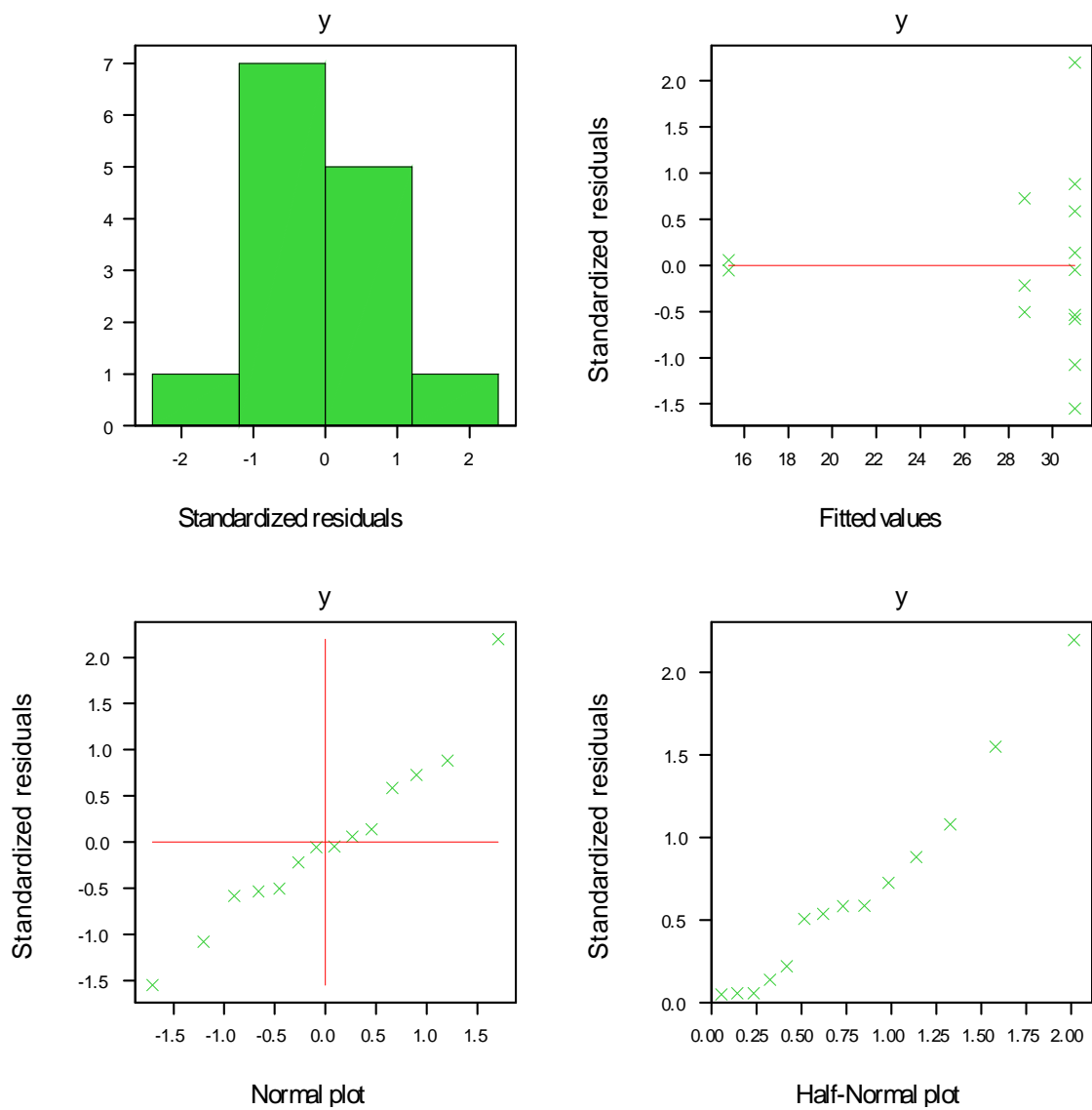
Figuur 6. Residuenplots kwadratisch + plateau model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het hoogste meetpunt bij de N-trap 290 kg N/ha



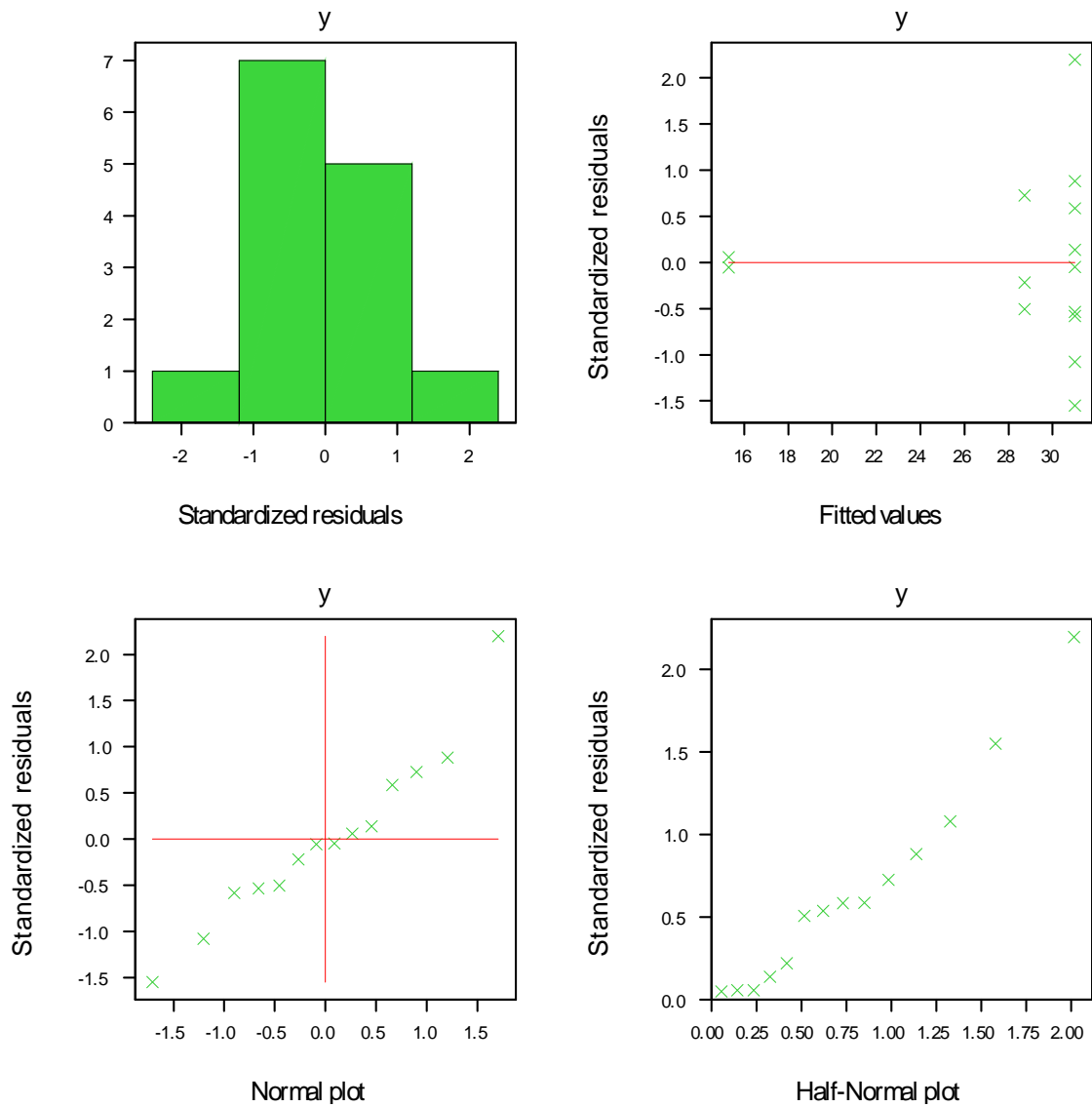
Figuur 7. Residuenplots broken stick model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het laagste meetpunt bij de N-trap 220 kg N/ha



Figuur 8. Residuenplots kwadratisch + plateau model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 na verwijdering van het laagste meetpunt bij de N-trap 220 kg N/ha



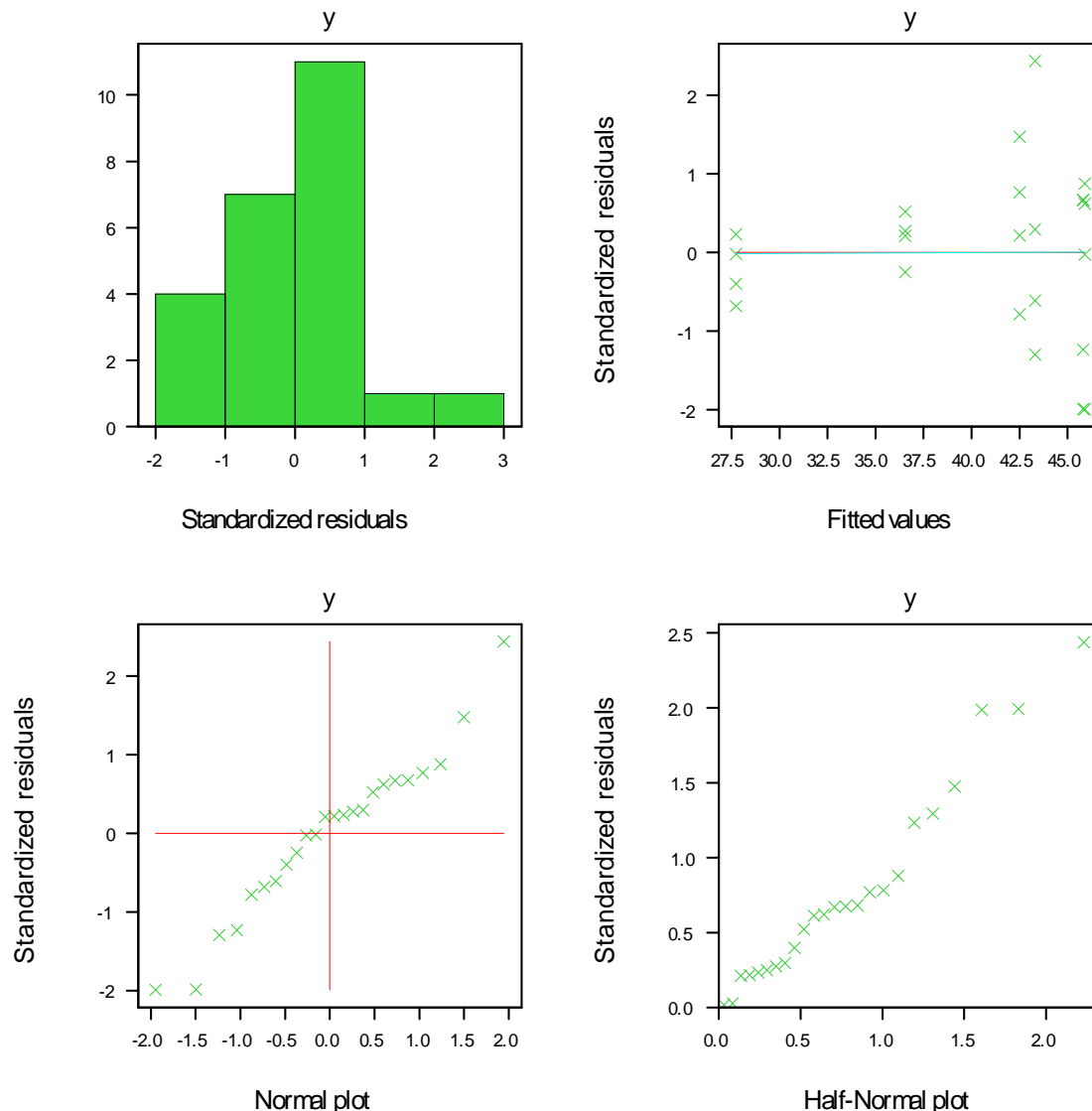
Figuur 9. Residuenplots broken stick model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 zonder verwijdering van meetpunten



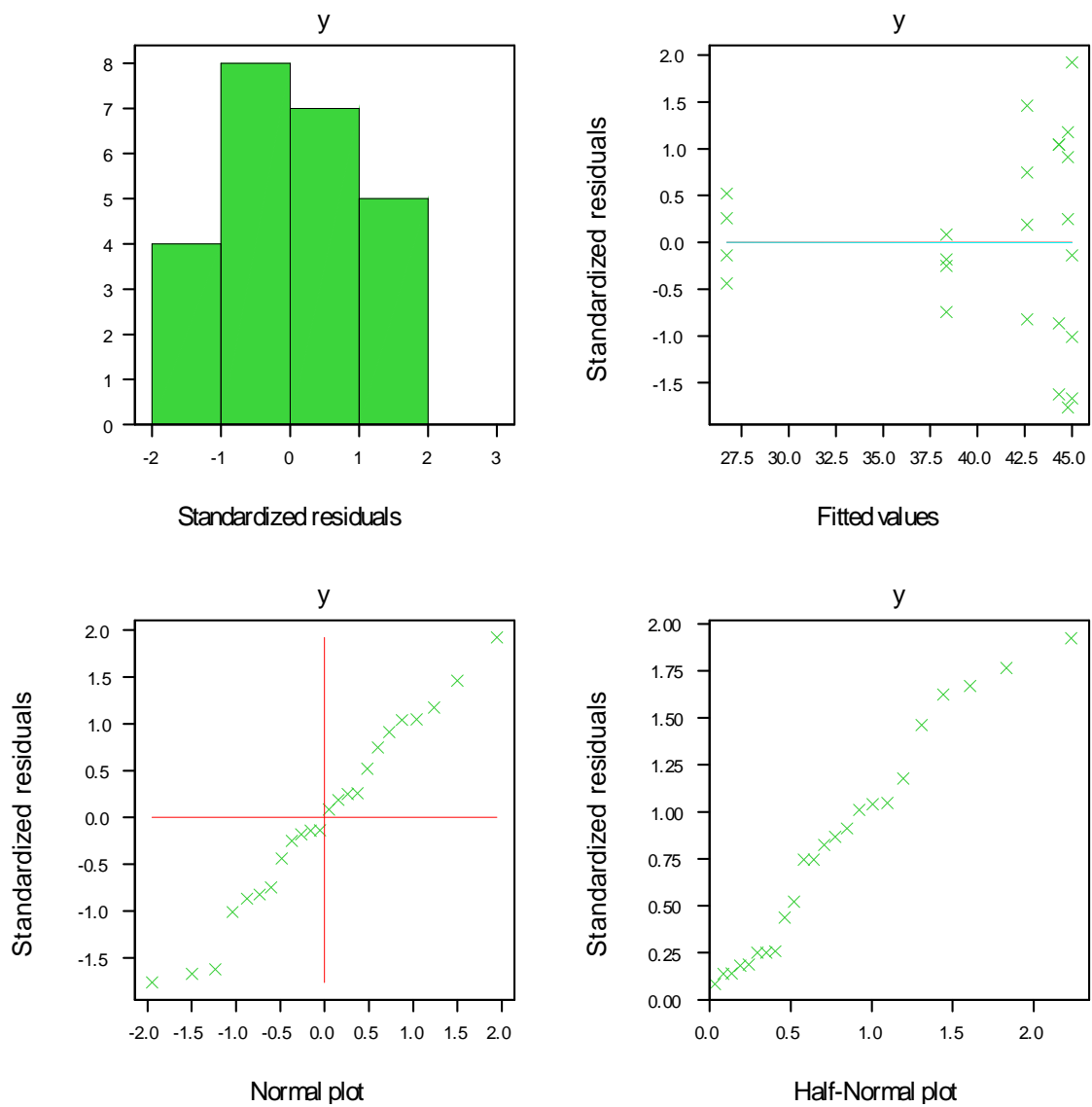
Figuur 10. Residuenplots kwadratisch + plateau model vroege winterteelt Vredepeel 2006-2007 zonder verwijdering van meetpunten

Late winterteelt Vredepeel 2006-2007

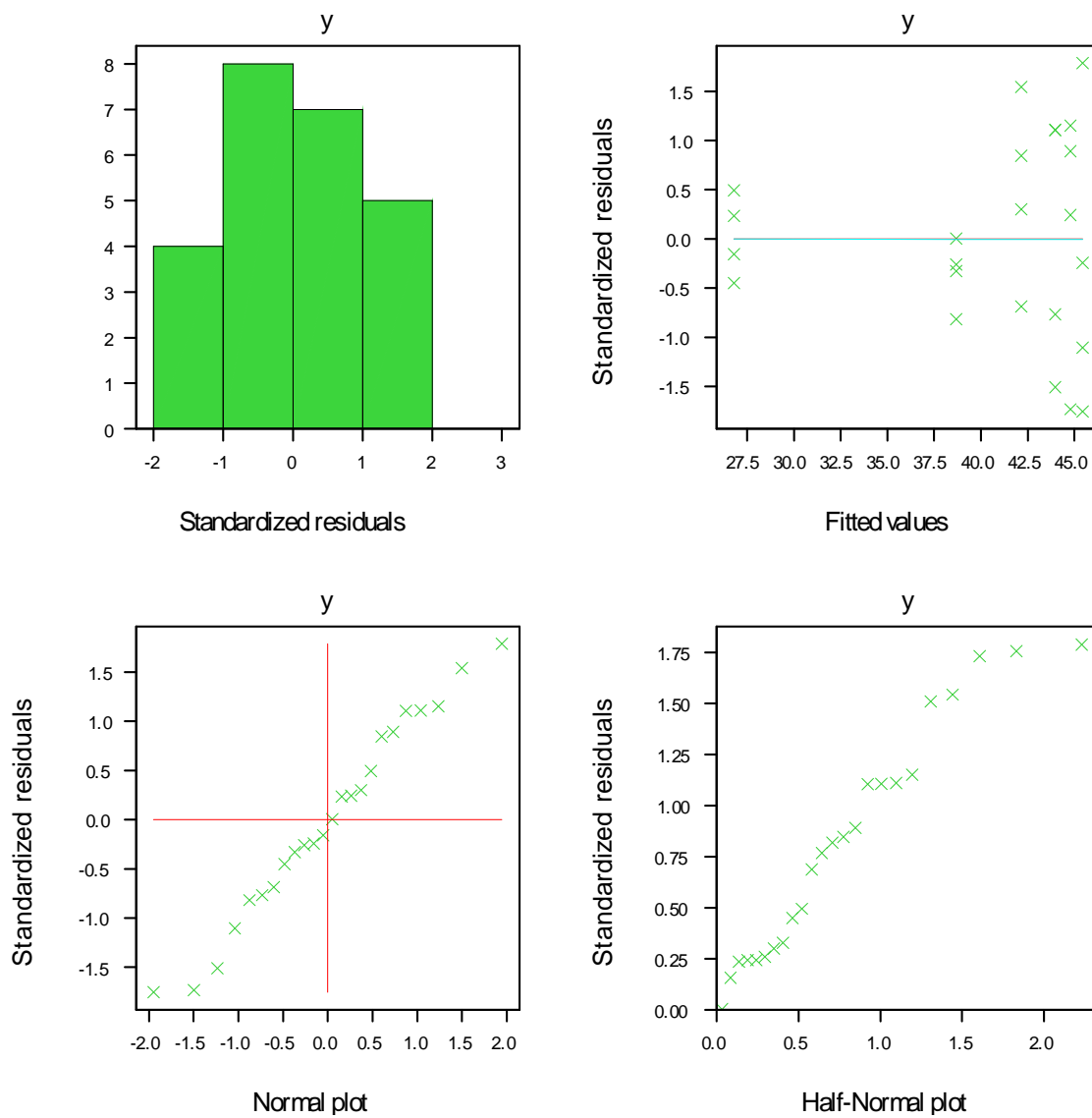
In de figuren 11 t/m 16 zijn de residuenplots weergegeven van de gefitte modellen (op de afzonderlijke meetpunten) van de late winterteelt te Vredepeel in 2006-2007. De residuenplots van het exponentieel model en de broken stick zijn niet duidelijk beter dan van het geselecteerde 'kwadratisch + plateau' model. Die van 2^e graads polynoom en het 'lijn + exponentieel' model zijn slechter. De plot 'residu tegen fit' van het lineair gedeeld door lineair model is wel iets beter, maar dit model leverde een optimale N-gift op >375 kg N/ha (tabel 19 op blz. 30 in het conceptrapport). Voorstel is daarom om het geselecteerde 'kwadratisch + plateau' model te handhaven.



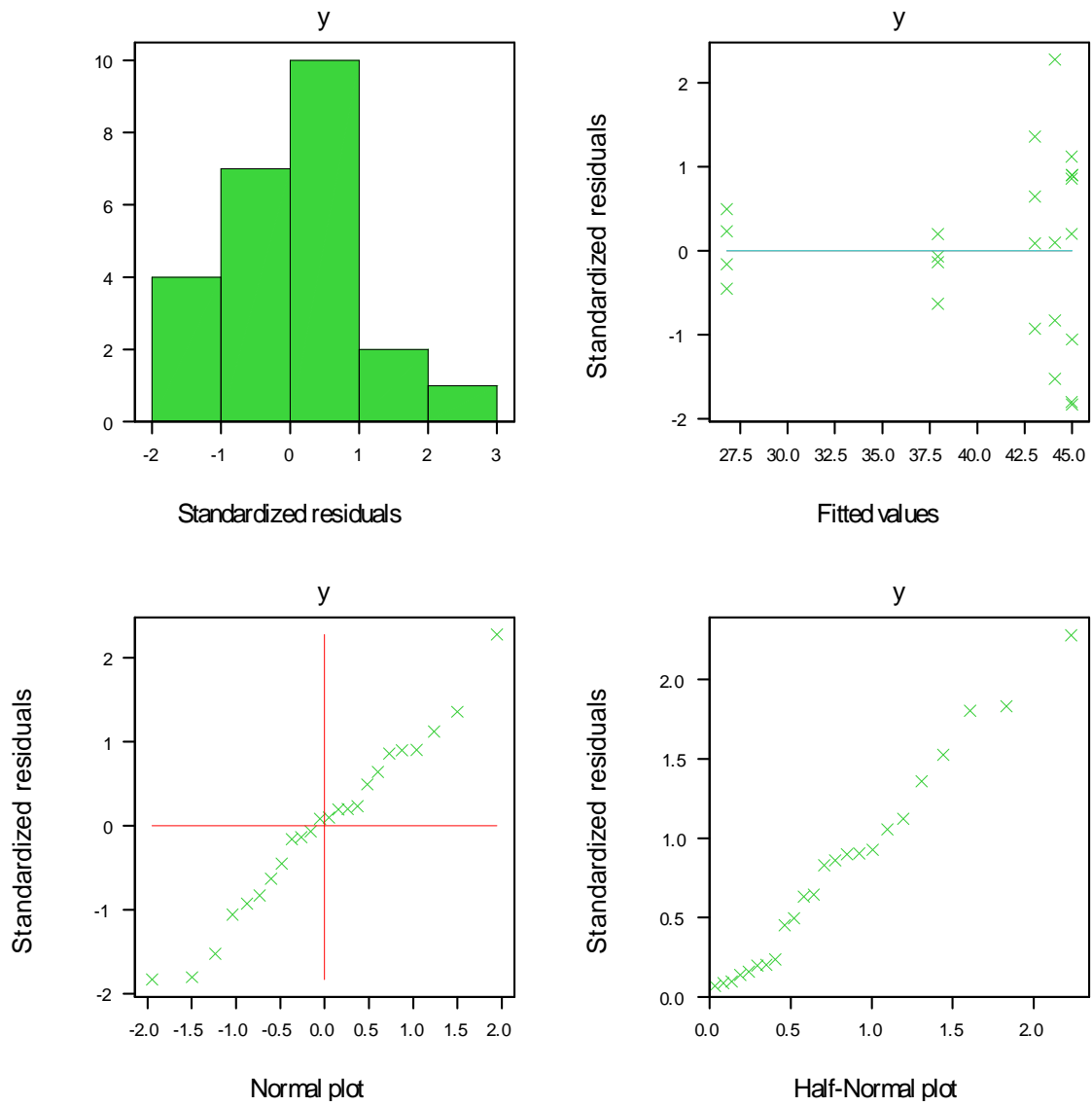
Figuur 11. Residuenplots 2^e graads polynoom late winterteelt Vredepeel 2006-2007



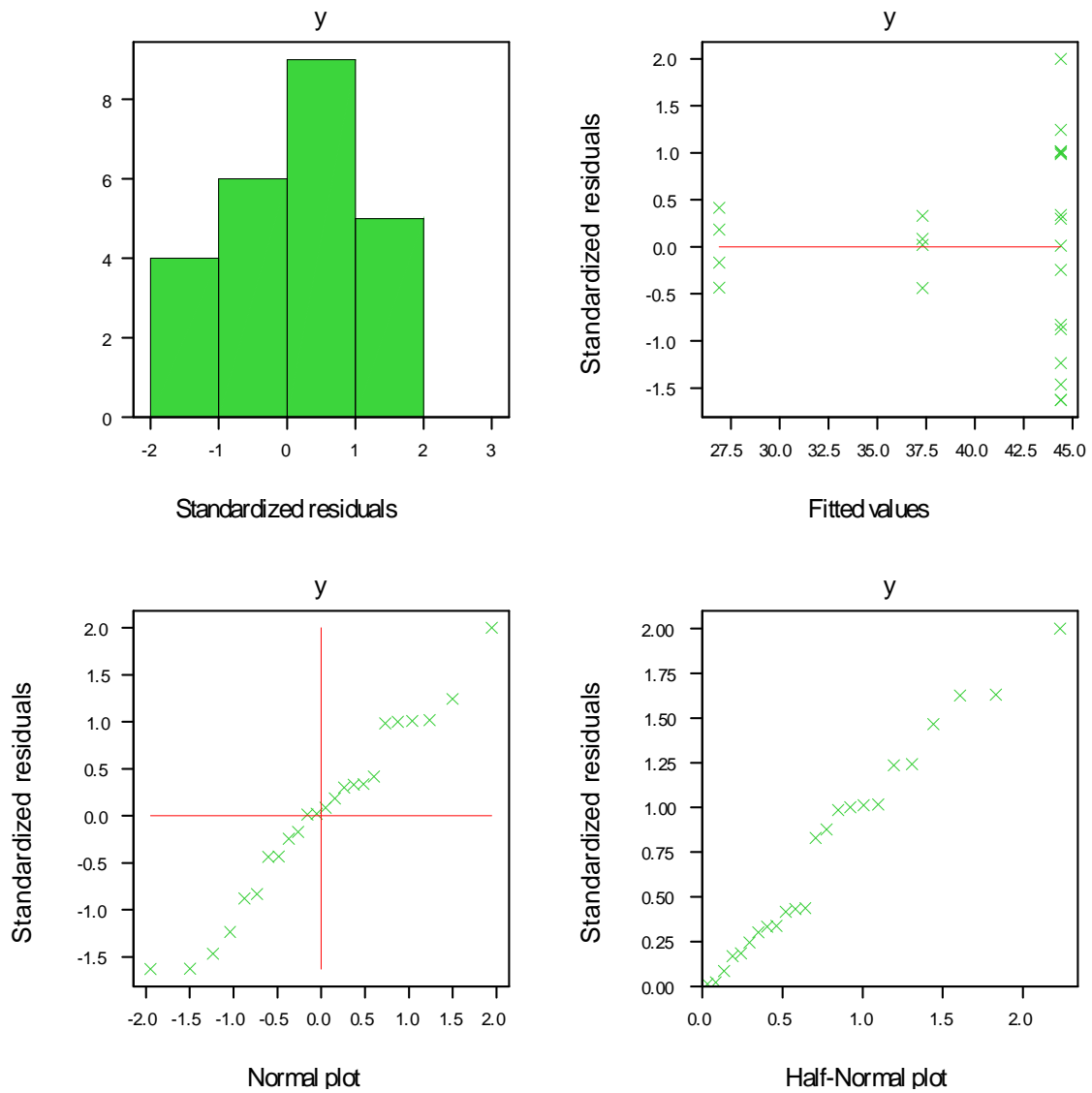
Figuur 12. Residuenplots exponentieel model late winterteelt Vredepeel 2006-2007



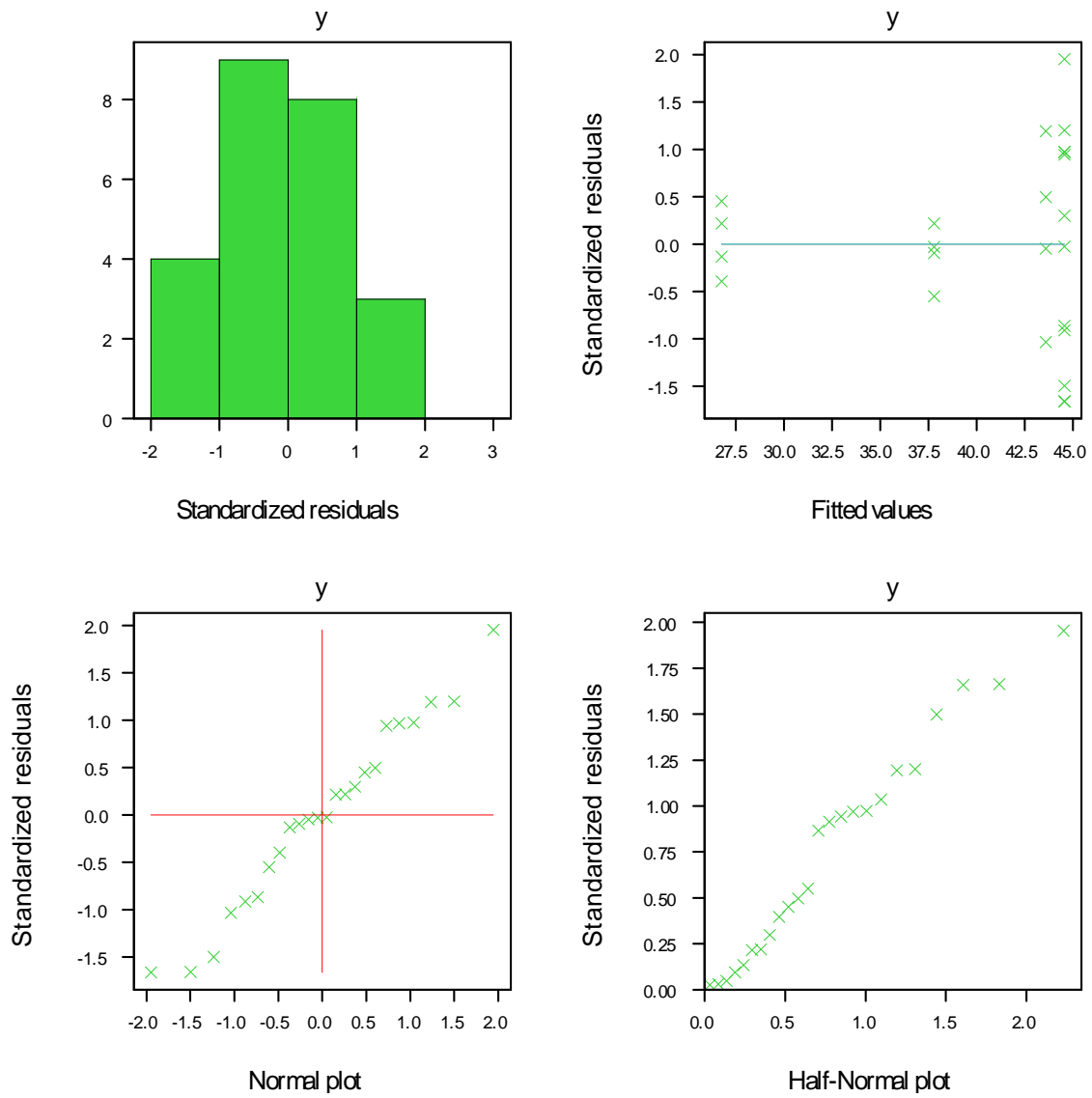
Figuur 13. Residuenplots lineair gedeeld door lineair model late winterteelt Vredepeel 2006-2007



Figuur 14. Residuenplots lijn + exponentieel model late winterteelt Vredepeel 2006-2007



Figuur 15. Residuenplots broken stick late winterteelt Vredepeel 2006-2007



Figuur 16. Residuenplots kwadratisch + plateau model late winterteelt Vredepeel 2006-2007