

Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen

Voorstel tot herziening N-bemestingsadviezen
van wintertarwe, zomergerst en zaaiui

P.H.M. Dekker (PPO-agv) en R. Postma (NMI) editors

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

Mei 2006

PPO project nr. 32500195
NMI projectnummer 1122.05

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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



nutriënten management instituut nmi bv

PPO-projectnummer: 32500195

NMI-projectnummer 1122.05

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

WOORD VOORAF.....	5
SAMENVATTING.....	7
1 INLEIDING	9
1.1 Aanleiding tot de studie	9
1.2 Doel van de studie	9
1.3 Werkwijze.....	9
2 AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES WINTERTARWE.....	11
2.1 Bestaand N-bemestingsadvies en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast.....	11
2.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens	12
2.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies	14
2.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies winter tarwe	25
2.5 Literatuur	27
3 AANPASSING N-BEMESTINGSADVIES ZOMERGERST	29
3.1 Bestaand N-bemestingsadvies en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast.....	29
3.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens	30
3.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies	33
3.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies zomergerst	43
3.5 Literatuur	45
4 AANPASSING STIKSTOFBEMESTINGSADVIES ZAAIUIEN	55
4.1 Bestaand N-bemestingsadvies en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast.....	55
4.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens	56
4.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies	57
4.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies voor zaaiuien	74
4.5 Literatuur	75

Woord vooraf

Dit rapport is een bundeling van drie verslagen over de optimale stikstofbemesting van wintertarwe, zomergerst en zaaiui. Door de praktijk is aangegeven dat het stikstofbemestingsadvies bij deze gewassen te laag is met als consequentie dat voor deze gewassen mogelijk een te lage stikstofgebruiksnorm is vastgesteld. In het "Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof" zijn deze 3 gewassen aangemerkt als gewassen met een groot belang.

Door het ministerie van LNV is aan PPO en NMI de opdracht verleend om te beoordelen in hoeverre er aanleiding bestaat om bij deze gewassen de adviezen van de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen" aan te passen.

Door de opdrachtgever is aangegeven dat alle beschikbare datasets, zowel verkregen uit onderzoek als ook beschikbare praktijkgegevens, betrokken moeten worden bij de afweging of aanpassing van het N-bemestingsadvies nodig is. De analyse is daarom uitgevoerd met zowel proefveldgegevens als met praktijkinformatie. De analyse is uitgevoerd volgens het protocol van de CDM (Commissie Deskundigen Meststoffenwet) en de resultaten zijn voorgelegd aan de CDM.

De CDM heeft de voorstellen tot wijziging van het stikstofbemestingsadvies bij wintertarwe en zomergerst geakkordeerd en die van de zaaiui niet. Op basis van deze studie zijn door het ministerie van LNV de stikstofgebruiksnormen voor wintertarwe en zomergerst aangepast.

De studie is uitgevoerd door PPO-agv en NMI. Vanuit een projectteam is aan de uitwerking van deze studie gewerkt.

Bij PPO-agv is een bijdrage geleverd door: Peter Dekker (projectleider), Wim van den Berg, Hanspeter Versluis en Ruud Timmer.

Bij NMI is een bijdrage geleverd door Romke Postma.

Peter Dekker en Romke Postma

Samenvatting

Door het ministerie van LNV is aan PPO en NMI de opdracht verleend om te bezien in hoeverre er aanleiding bestaat om voor wintertarwe, zomergerst en zaaiui de stikstofbemestingsadviezen van de 'Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen' te actualiseren. De conclusies die in deze studie worden getrokken, zijn aanbevelingen voor aanpassing van de bemestingsadviezen.

De analyse is uitgevoerd met alle beschikbare datasets, d.w.z. zowel proefveldgegevens als met praktijkinformatie. Het gaat om het vaststellen van het bemestingsadvies dat landbouwkundig gewenst is.

Van ieder gewas is aangegeven hoe het bestaande N-bemestingsadvies is geformuleerd, welke informatie is verzameld en hoe deze informatie is verwerkt. Afhankelijk van de aard en de kwaliteit van de databronnen en het resultaat van de analyse is een voorstel voor een eventuele aanpassing van het N-bemestingsadvies geformuleerd. Bij het beoordelen of aanpassing van het huidige N-bemestingsadvies zinvol is, is de hoogste waarde toegekend aan de resultaten van formele stikstoftrappenproeven. De analyse is uitgevoerd volgens het protocol van de CDM (Commissie Deskundigen Meststoffenwet).

Uit de studie blijkt dat de bestaande adviezen geactualiseerd dienen te worden. Voor elk van de beschouwde gewassen is een voorstel verwoord hoe de bestaande adviezen aan te passen.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding tot de studie

In de nieuwe mestwetgeving worden gewasspecifieke gebruiksnormen voor de hoeveelheid werkzame stikstof (N) opgenomen. Deze gebruiksnormen worden afgeleid van de N-bemestingsadviezen zoals die voor akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen door de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegrondsgroenteteelt (CBAV) worden uitgebracht. LTO geeft aan dat de bemestingsadviezen uitgebracht door de CBAV, voor een aantal gewassen te laag zijn. Het ministerie van LNV heeft daarom aan PPO-agv en NMI gevraagd om voor wintertarwe, zomergerst en zaaiui na te gaan of bijstelling van het advies nodig en verantwoord is op basis van recente wetenschappelijke resultaten en praktijkgegevens. Bij het vaststellen van de gewasspecifieke gebruiksnormen kan dan gebruik worden gemaakt van geactualiseerde gegevens.

In 2004 is in opdracht van LNV en LTO een protocol opgesteld waarin staat aangegeven welke onderbouwing nodig is voor het formuleren van een nieuw N-bemestingsadvies. In het protocol wordt daarbij een onderscheid gemaakt naar gewassen met een groot belang en gewassen met een beperkt belang. Ook wordt er daarbij op gelet hoe goed het bestaande advies is onderbouwd. Naarmate het huidige advies beter is onderbouwd, stelt dit hogere eisen aan de nieuwe dataset om tot bijstelling van het advies te komen. In het protocol wordt ten aanzien van de datasets een onderscheid gemaakt in formele datasets, informele datasets en het gebruik van vuistgetallen. De 3 gewassen, waarvoor in deze studie naar de actualisatie van het N-bemestingsadvies wordt gekeken, behoren alle tot de groep gewassen met een groot belang.

1.2 Doel van de studie

Het doel van de studie is het bewerken van beschikbaar materiaal uit onderzoek en praktijk om te komen tot een voorstel tot aanpassing van het bestaande stikstofbemestingsadvies voor wintertarwe, zomergerst en zaaiui. Het gaat daarbij om het vaststellen van het bemestingsadvies dat landbouwkundig gewenst is. Milieufwegingen spelen hierbij geen rol.

1.3 Werkwijze

Van ieder gewas wordt aangegeven hoe het bestaande N-bemestingsadvies is geformuleerd, welke informatie is verzameld en hoe deze informatie is verwerkt. Afhankelijk van de aard en de kwaliteit van de databronnen en het resultaat van de analyse zal een voorstel voor een N-bemestingsadvies worden geformuleerd. Omdat het bemestingsadvies als basis dient voor het vaststellen van de stikstofgebruiksnorm is het belangrijk om de bandbreedte te kennen (zowel wetenschap als praktijkgegevens) rond de gemiddelde optimale N-gift, waarvan het advies wordt afgeleid. Deze bandbreedte zal voor ieder gewas ook worden aangegeven.

Datasets afkomstig van een N-trappenproef lenen zich voor het opstellen van een responscurve, van waaruit een optimale N-gift berekend kan worden. De keuze van het regressiemodel, dat wordt gebruikt voor het beschrijven van de respons, heeft soms grote invloed op het resultaat van de berekening van de optimale N-gift. Deze keuze wordt in het verslag gemotiveerd en vervolgens wordt het resultaat van de gekozen berekeningswijze gerapporteerd.

De voorgestelde N-bemestingsadviezen richten zich op gemiddelde situaties. Er is geen rekening gehouden met stikstof die eventueel met 'bodemverbeteraars' gegeven wordt om de algemene bodemvruchtbaarheid van een perceel te verbeteren.

2 Aanpassing N-bemestingsadvies wintertarwe

Ruud Timmer*, Wim van den Berg*, Romke Postma** en Peter Dekker*

* PPO-agv, Lelystad

** NMI, Wageningen

Het areaal wintertarwe beslaat de laatste jaren ca. 110.000 ha. Het grootste deel van het areaal ligt op kleigrond (85%), het restant ligt op zand (10%) en löss (5%). Het belangrijkste teeltgebied is het Zuidwestelijk kleigebied (32.000 ha), gevolgd door het Noordelijk kleigebied (25.000 ha) en het centrale kleigebied (10.000 ha). De gemiddelde opbrengsten bedragen op klei 9 ton per ha, op zand 7,5 ton per ha en op löss 8,5 ton per ha. Hoewel de meest geteelde rassen in meer of mindere mate geschikt zijn als baktarwe, is het grootste deel van het areaal voertarwe. Aan de teelt van voertarwe worden geen specifieke eisen gesteld t.a.v. de kwaliteit. Ook partijen met een laag eiwitgehalte vinden hun weg naar de voederindustrie. Voor baktarwe gelden echter eisen t.a.v. hectolitergewicht, valgetal en eiwitgehalte. Een deel van de geteelde tarwe voldoet zonder speciale maatregelen aan de minimum kwaliteitseisen voor baktarwe en hiervoor kan een beperkte premie worden verkregen. Slechts een klein deel (< 10%) van het areaal op kleigrond wordt ingenomen door een op bakkwaliteit gerichte tarweteelt. Het betreft regionale projecten waarbij er afspraken (in contracten) zijn tussen telers en afnemers over het te telen ras en de meerprijs die er voor de tarwe wordt betaald. Deze meerprijs is afhankelijk van het eiwitgehalte en kan door telers worden beïnvloed via een verhoging van de (3^e) N-gift.

De belangrijkste ontwikkelingen die zich de laatste 10 jaar hebben voorgedaan, zijn: nieuwe fungiciden (strobilurines), nieuwe groeiregulator (Moddus) en nieuwe hoogproductieve rassen (o.a. Drifter). Deze ontwikkelingen samen hebben geleid tot omstandigheden waarbij het mogelijk is 11-12 ton tarwe per ha te oogsten.

2.1 Bestaand N-bemestingsadvies en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

2.1.1 Beschrijving van het bestaande advies (BA)

In de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen" is voor wintertarwe het onderstaande N-bemestingsadvies opgenomen (Van Dijk, 2003). Het BA bij wintertarwe houdt rekening met teelt op zand-, löss en kleigrond en situaties waarin bovengemiddelde opbrengsten verwacht worden (>11 ton per ha) en/of waarin geteeld wordt voor bakkwaliteit.

Bij de N-bemesting van wintertarwe vindt er een verdeling plaats over twee tot drie giften. De 1^e N-gift vindt vroeg in het jaar plaats (febr-mrt) en de hoogte ervan is afhankelijk van de N-min op dat moment. Geadviseerd wordt de N-min aan te vullen tot 140 kg N per ha, met een maximum van 100 kg N per ha.

De 2^e N-gift bedraagt maximaal 60 kg N per ha, maar in situaties waarin bovengemiddelde opbrengsten worden verwacht, wordt geadviseerd deze te verhogen naar max. 90 kg N per ha. Op klei (en löss) is veelal een 3^e N-gift van 40 kg N per ha rendabel; wanneer het teeltdoel baktarwe is wordt echter geadviseerd deze 3^e gift te verhogen naar max. 70 kg N per ha (voor een voldoende hoog eiwitgehalte). In tabel 2.1 is een overzicht gegeven voor welke situaties er een advies bestaat.

Tabel 2.1 **Bestaande N-bemestingsadvies voor wintertarwe (in kg N per ha).**

grondsoort	teeltdoel	opbrengst niveau	N-min	1 ^e N-gift	2 ^e N-gift	3 ^e N-gift	totaal
klei	voer	gem	≥ 40	140-Nmin	60	40	240-Nmin
klei	voer	gem	< 40	100	60	40	200
klei	voer	hoog	≥ 40	140-Nmin	90	40	270-Nmin
klei	voer	hoog	< 40	100	90	40	230
klei	bak	gem	≥ 40	140-Nmin	60	70	270-Nmin
klei	bak	gem	< 40	100	60	70	230
klei	bak	hoog	≥ 40	140-Nmin	90	70	300-Nmin
klei	bak	hoog	< 40	100	90	70	260
zand	voer	gem	≥ 40	140-Nmin	60	0	200-Nmin
zand	voer	gem	< 40	100	60	0	160

Inmiddels is er in 2005 door de WOG een gebruiksnorm voor wintertarwe opgesteld. Deze is gebaseerd op het eerder genoemde advies van 240-Nmin voor een “gemiddelde” opbrengstverwachting en die van 270-Nmin voor een “hoog” opbrengstniveau. Om tot één gebruiksnorm te komen is uitgegaan van een verhouding van 1/3 “gemiddeld” en van 2/3 “hoog”. Dit heeft een gebruiksnorm van 260 kg N – Nmin opgeleverd, waarbij voor Nmin een waarde van 40 kg N/ha is aangehouden. Hierbij is verder uitgegaan van 100% voertarweteelt en is er geen rekening gehouden met (een minimum) eiwitgehalte.

2.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het BA

Voor het BA op klei is de proefserie van Darwinkel (tabel 2.2, dataset A) gebruikt, bestaande uit 12 proeven op klei in de periode 1996-1999. Voor zandgrond bestaat er een apart advies, maar dit is niet gebaseerd op proefresultaten. Uitgaande van de lagere opbrengst op zand en de benodigde hoeveelheid stikstof per ton product (bij 16% vocht) is berekend dat er ca. 40 kg N per ha minder bemest hoeft te worden (25 kg N per ton x 1,5 ton) (Darwinkel, 2000). Vanwege een vroegere afrijping op zandgrond wordt de 3^e N-gift veelal achterwege gelaten. Voor teelt op löss wordt hetzelfde advies aangehouden als voor klei, hoewel dit niet onderbouwd is met proefresultaten. (Beperkte resultaten uit onderzoek van Geelen (1992/1993) wijzen erop dat de 1^e N-gift op löss mogelijk 20-30 kg lager zou moeten zijn dan op klei).

2.1.3 Motivering van de actualisatie

De in de inleiding genoemde ontwikkelingen hebben het mogelijk gemaakt opbrengsten te realiseren van 11-12 ton per ha. Uitgaande van de vuistregel (25 kg N per ton) zou dit een benodigde hoeveelheid stikstof vragen van 275-300 kg N per ha. Bij te verwachten hoge opbrengsten gaat het BA tot max. 270-Nmin.

Na vaststelling van het BA zijn er vijf nieuwe datasets beschikbaar gekomen. In het kader van de vaststelling van de gebruiksnormen is het gewenst het bestaande advies van wintertarwe opnieuw te beoordelen en de nieuwe datasets hierin mee te nemen.

2.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens

In de periode 1996 t/m 2000 zijn door PPO-AGV diverse N-proeven met wintertarwe uitgevoerd op een drietal locaties. Gedeeltelijk betreft het proeven die reeds in het BA zijn verwerkt (dataset A), anderzijds gaat het om proefgegevens die na vaststelling van het BA beschikbaar zijn gekomen (dataset B).

Tabel 2.2 **Overzicht van bronnen gebruikt bij de herziening van het N-bemestingsadvies voor wintertarwe.**

dataset	A	B	C	D
	Proeven PPO -1-	Proeven PPO -2-	Telen met toekomst	Praktijkcijfers 2
waar beschreven	PAV-bulletin 2000	PPO- projectrapporten 1998-2001	projectverslagen TmT 2000 t/m 2004	niet (databank NMI)
beschikbaar door	R.D. Timmer (PPO)	R.D. Timmer (PPO)	P.H.M. Dekker (PPO)	T.A. van Dijk (NMI)
onderzoek door	A. Darwinkel	R.D. Timmer	-	-
proef- plaatsen	Ebelsheerd, Lelystad, Westmaas	Lelystad, Westmaas	praktijkpercelen diverse regio's	praktijkpercelen diverse regio's
grondsoort	klei	klei	klei en zand	klei, löss, zand
rassen	Vivant, Ritmo	Ritmo	diverse	diverse
wanneer	1996 t/m 1999	1998 t/m 2000	2000 t/m 2004	2000 t/m 2002
N-trappen	divers, zie tabel 2.3	divers, zie tabel 2.3	geen	geen
N-traject	divers, zie tabel 2.3	divers, zie tabel 2.3	99-335 kg N	91-302 kg N
nultrap	ja	ja	nee	nee
status	formeel	formeel	informeel	informeel
methode	respons	respons	geen	geen

Het betreft in alle gevallen proeven die voldoen aan de voorwaarden gesteld aan "formele proeven" in het "Protocol voor actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof". Omdat het voor een groot deel proeven betrof met een vergelijkbare opzet zijn bij de analyse de datasets A en B samengevoegd. In tabel 2.3 zijn jaar, locatie, ras en gegevens over de opzet van de proeven weergegeven.

Alle 17 proeven voldeden aan de gestelde eisen in het protocol om de gegevens te analyseren volgens de responsmethode.

Tabel 2.3 **Overzicht N-bemestingsproeven in wintertarwe, PPO-AGV 1995-2005.**

proef- nr.	jaar	locatie*	ras	voor- vrucht**	N_min (0-100 cm)	nul- object	aantal N-trappen	hoogste N-gift	N-gift volgens BA***
1	1996	EH	Ritmo	WT	50	ja	6	320	220
2	1997	EH	Ritmo	WT	70	ja	6	300	200
3	1998	EH	Ritmo	SB	34	ja	7	330	230
4	2000	LE	Ritmo	SB	41	ja	8	250	229
5	1996	LE	Vivant	SB	45	ja	6	310	225
6	1997	LE	Vivant	SB	52	ja	7	310	218
7	1998	LE	Vivant	SB	56	ja	6	300	214
8	1999	LE	Ritmo	CA	30	ja	7	310	230
9	1999	LE	Ritmo	SB	12	ja	8	310	230
10	1999	LE	Ritmo	SB	12	ja	8	250	230
11	2000	WS	Ritmo	CA	38	ja	8	250	230
12	1996	WS	Vivant	SB	90	ja	6	280	180
13	1997	WS	Ritmo	CA	95	ja	6	280	175
14	1998	WS	Vivant	CA	71	ja	8	290	199
15	1998	WS	Ritmo	SB	89	ja	5	225	181
16	1999	WS	Vivant	SB	10	ja	7	320	230
17	1999	WS	Ritmo	SB	9	ja	8	250	230

* EH = proefboerderij Ebelsheerd; LE = proefbedrijf PPO-AGV; WS = proefboerderij Westmaas

** SB = suikerbieten; WT = wintertarwe; CA = consumptieaardappelen

*** uitgaande van kleigrond, voertarwe, hoge opbrengst: voor $N_{min} > 40$: $140 \cdot N_{min} + 90 + 40 = 270 \cdot N_{min}$
voor $N_{min} < 40$: $100 + 90 + 40 = 230$ kg N per ha

2.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

2.3.1 Proeven PPO (datasets A en B)

Responscurven

Er zijn vier modellen gebruikt om de gegevens te analyseren. Allereerst een tweedegraads polynoom:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 N_{\text{beschikbaar}} + \beta_2 N_{\text{beschikbaar}}^2 \quad (1)$$

waarbij het optimum gelijk is aan $-\beta/2\gamma$. De curve is symmetrisch rond het optimum.

Bij het exponentiele model (2) gaat de curve bij stijgende N-gift naar een horizontale asymptoot met hoogte α . Er is geen optimum; wel kunnen er net als bij (1), (3), en (4) economische optima worden berekend, deze zijn gelijk aan de $N_{\text{beschikbaar}}$ waarbij de raaklijn aan de curve gelijk is aan de prijs van de kunstmest gedeeld door de prijs van het geogste product.

$$Y = \alpha + \beta \rho^{N_{\text{beschikbaar}}} \quad (2)$$

Het exponentiele model kan worden uitgebreid met een lineaire term waardoor de curven bij hoge N gift tendert naar een asymptoot, een dalende rechte lijn met helling gelijk aan de schatting van parameter γ :

$$Y = \alpha + \beta \rho^{N_{\text{beschikbaar}}} + \gamma N_{\text{beschikbaar}} \quad (3)$$

Tenslotte is er het broken-stick model. Bij stijging van de N-gift per eenheid gewicht stijgt de opbrengst dan β eenheden per kg toegediende N/ha. Voorbij een gift hoger dan δ kg N/ha blijft de opbrengst constant en gelijk aan α :

$$Y = \alpha + \beta(N_{\text{beschikbaar}} - \delta)(N_{\text{beschikbaar}} < \delta) \quad (4)$$

in model (1), (2), (3) en (4) is

$$N_{\text{beschikbaar}} = N_{\text{bemesting}} + \kappa N_{\text{min}} \quad (5)$$

Resultaten analyses

De gegevens van de 17 proeven zijn gezamenlijk geanalyseerd met de modellen (1), (2), (3) en (4) waarbij parameter alpha (α) werd geschat per proef, ras en blok. Door de parameter α (in de modellen 2, 3, 4) en β_0 in (model 1) per proef, ras en blok te schatten kon het niveauverschil (in opbrengst) worden gemodelleerd. Verder werd aangenomen dat de curven per proef, blok en ras parallel liepen. Voor de overige parameters uit de modellen (1), (2), (3) en (4) kon dan worden volstaan met één schatting voor de gehele dataset.

Het percentage verklaarde variantie was bij het broken-stick model het laagst (90.9) en het hoogst bij het lineair exponentiele model (92.2). De verschillen waren echter gering. Ook de informatiecriteria van Akaike (AIC) en Schwartz (SIC) worden gepresenteerd (tabel 2.4). Hoe lager deze twee criteria zijn hoe beter het model past bij de data. Ook volgens deze criteria past het lineair exponentiele, dat een parameter meer heeft dan de andere modellen, het beste bij de data en het broken stick model heeft de hoogste AIC en SIC. Het exponentiele en lineair exponentiele model liggen dicht bij elkaar. Ook volgens de AIC en SIC criteria zijn er geen grote verschillen tussen geschiktheid van de vier modellen om de N-respons in de data te beschrijven. De efficiency van de N-min (k) varieert van 1,23 tot 1,41; dit is (iets) hoger dan tot nu toe in het BA werd aangenomen ($k=1,0$).

Tabel 2.4 **Analyse gegevens 17 proeven m.b.v. 4 modellen.**

model	type	R_{adj}^2	AIC	SIC	k (s.e.)
(1)	2e graads polynoom	91.9	18790	19121	1.30 (0.07)
(2)	exponentieel	91.8	18800	19131	1.23 (0.09)
(3)	lineair exponentieel	92.2	18746	19082	1.27 (0.07)
(4)	broken-stick	90.9	18899	19230	1.41 (0.06)

In de tabellen 2.5 en 2.6 wordt met een prijsverhouding (pv) van 5 aangegeven dat de prijs van één kilo stikstof vijf maal hoger is dan die van één kilo tarwe. Bij een prijsverhouding van 0 wordt geen rekening gehouden met de kosten van de stikstof en is de optimale N-gift gelijk aan de N-gift bij de maximale opbrengst. De afgelopen jaren heeft de gemiddelde prijsverhouding stikstof/tarwe in de buurt van de 5 gelegen en in de verdere analyse is hiermee gerekend. Omdat op dit moment de pv richting 6 verschuift, zijn echter ook voor een pv van 6 (en 7) de berekeningen uitgevoerd. Bij het exponentiële model kon geen maximumopbrengst worden geschat omdat de curve geen maximum heeft. Bij het broken-stick model is de optimale N-gift (incl. Nmin) steeds gelijk aan de schatting van delta. Bij de 2^e graads polynoom en het lineair exponentiële model kon wel bij alle vier prijsverhoudingen de optimale N-gift (incl. Nmin) worden geschat. De N-gift bij maximale opbrengst kwam bij beide modellen nagenoeg overeen, 298 voor 2^e graads polynoom en 301 voor lineair exponentieel (tabel 2.5). Bij de 2^e graads polynoom liep de optimale N-gift (incl. Nmin) minder sterk terug van prijsverhouding 0 naar 7 dan bij het lineair exponentiële model. In tabel 2.6 zijn de geschatte opbrengsten vermeld behorende bij de optimale N-giften (incl. Nmin) uit tabel 2.5.

Tabel 2.5 **Optimale N gift (incl. Nmin) bij pv = 0, 5, 6 en 7; (schattingen standard error (s.e.)).**

model	type	0	5	6	7
(1)	2e graads polynoom	298 (6)	267 (5)	261 (5)	254 (5)
(2)	exponentieel	—	264 (10)	248 (9)	234 (9)
(3)	lineair exponentieel	301 (8)	254 (6)	246 (6)	238 (6)
(4)	broken-stick	196 (3)	196 (3)	196 (3)	196 (3)

Tabel 2.6 **Opbrengst bij optimale N gift (incl. Nmin) bij pv = 0, 5, 6 en 7; (schattingen standard error (s.e.)).**

model	type	0	5	6	7
(1)	2e graads polynoom	11282 (23)	11204 (23)	11170 (23)	11129 (23)
(2)	exponentieel	—	11009 (42)	10920 (38)	10831 (35)
(3)	lineair exponentieel	11193 (27)	11080 (30)	11036 (31)	10985 (33)
(4)	broken-stick	11072 (19)	11072 (19)	11072 (19)	11072 (19)

Analyse per proef

Bij de analyse per proef viel op dat de parameter delta (δ) uit het niet-lineaire broken-stick model, in elke proef geschat kon worden. Dit geeft aan dat er in elke proef een stijging was van de opbrengst als functie van de N-gift, en dat de opbrengststijging afnam bij toename van de N-gift. Bij het exponentiële model trad ook in elke proef convergentie op van het schattingsalgoritme.

Bij het lineair exponentiële model was bij 8 van de 17 proeven de schatting van de parameter gamma (γ) positief en de schatting van rho (ρ) groter dan 1. Bij deze waarden van de parameterschattingen is de stijging van de opbrengst als functie van de N-gift lineair, terwijl de daling exponentieel van aard is. Dit strookt niet met de theorie dat de opbrengst bij lage N-voorziening het sterkst stijgt (wet van de vermindering meeropbrengsten). Bij de 2e graads polynoom was wel in elke proef een optimale N-gift te schatten (tabel 2.7): de regressiecoëfficiënt van de N-gift was steeds positief en de regressiecoëfficiënt van N-gift² negatief.

Tabel 2.7 **Optimale N-gift bij analyse met 4 verschillende modellen bij pv = 0, 5, 6 en 7.**

proef	2 ^e graads polynoom				exponentieel				lineair exponentieel				broken-stick			
	0	5	6	7	0	5	6	7	0	5	6	7	0	5	6	7
1	239	190	180	170	-	109	102	95	228	163	153	144	170	170	170	170
2	253	214	206	198	-	205	189	175	-	-	-	-	114	114	114	114
3	186	137	128	118	-	16	15	15	185	136	127	117	124	124	124	124
4	236	211	206	201	-	261	242	226	264	221	213	206	167	167	167	167
5	270	239	233	226	-	248	230	215	271	239	232	226	199	199	199	199
6	197	177	173	170	-	63	60	58	-	-	-	-	156	156	156	156
7	164	131	124	117	-	17	17	16	117	93	89	86	29	29	29	29
8	282	253	248	242	-	273	254	239	-	-	-	-	194	194	194	194
9	235	216	212	208	-	216	212	208	-	-	-	-	82	82	82	82
10	261	231	225	219	-	311	287	267	-	-	-	-	184	184	184	184
11	217	191	186	180	-	215	199	185	219	191	185	180	157	157	157	157
12	239	196	187	179	-	179	164	151	253	187	176	166	151	151	151	151
13	206	161	152	143	-	128	116	106	-	-	-	-	160	160	160	160
14	209	172	165	158	-	92	86	81	195	146	138	131	137	137	137	137
15	189	150	142	134	-	154	138	125	-	-	-	-	117	117	117	117
16	404	357	348	338	-	528	485	449	-	-	-	-	100	100	100	100
17	305	277	272	266	-	447	415	388	620	410	386	365	188	188	188	188
gem	241	206	199	192		204	189	176	261	198	189	180	143	143	143	143

Conclusie t.a.v. meest optimale model: Het exponentiele model en het broken-stick model gaan bij stijgende N-gift naar een horizontale asymptoot. Dit is gezien de ervaring bij tarwe niet realistisch. Bij een toenemende N-bemesting gaat legering optreden wat de opbrengst nadelig beïnvloedt. In diverse proeven komt dit naar voren. Daarom zijn de 2^e graads polynoom en het lineair exponentiele model realistischer. Echter omdat bij het exponentiele model in proef 2, 6, 8, 9, 10, 13, 15 en 16 de schatting van de parameter gamma positief was en de schatting van p groter dan 1, was in deze proeven een schatting van de optimale opbrengst niet zinvol. De 2^e graads polynoom gaf bij alle 17 proeven een bruikbare schatting van het optimum. Model 1 voldeed dus het beste om de relatie tussen N-gift en korrelopbrengst weer te geven en een N-advies te berekenen. Daarom is besloten de verdere analyse uit te voeren met dit model. In de proeven 16 en 17 was de geschatte optimale N-gift hoger dan de hoogste gift in de proef (tabel 2.8). Voor deze proeven is de hoogste N-gift als optimale gift in de analyse meegenomen.

Tabel 2.8 **Berekende optimale N-gift per proef en bijbehorende opbrengst (ton per ha, 16% vocht) m.b.v. van 2^e graads polynoom.**

proef	jaar	locatie *	ras	voorvrucht **	N_min (0-100 cm)	optimale N-gift pv = 5	hoogste N-gift	optimale N-beschikbaar (Nmin+Ngift)	opbrengst bij optimale N-gift
1	1996	EH	Ritmo	WT	50	190	320	240	10.0
2	1997	EH	Ritmo	WT	70	214	300	284	11.4
3	1998	EH	Ritmo	SB	34	137	330	171	7.6
4	2000	LE	Ritmo	SB	41	211	250	252	12.0
5	1996	LE	Vivant	SB	45	239	310	284	12.6
6	1997	LE	Vivant	SB	52	177	310	229	12.1
7	1998	LE	Vivant	SB	56	131	300	187	9.1
8	1999	LE	Ritmo	CA	30	253	310	283	12.0
9	1999	LE	Ritmo	SB	12	216	310	228	14.0
10	1999	LE	Ritmo	SB	12	231	250	243	10.6
11	2000	WS	Ritmo	CA	38	191	250	229	11.0
12	1996	WS	Vivant	SB	90	196	280	286	12.6
13	1997	WS	Ritmo	CA	95	161	280	256	10.6
14	1998	WS	Vivant	CA	71	172	290	243	11.0
15	1998	WS	Ritmo	SB	89	150	225	239	9.0
16	1999	WS	Vivant	SB	10	357	320	367	13.4
17	1999	WS	Ritmo	SB	9	277	250	286	12.4

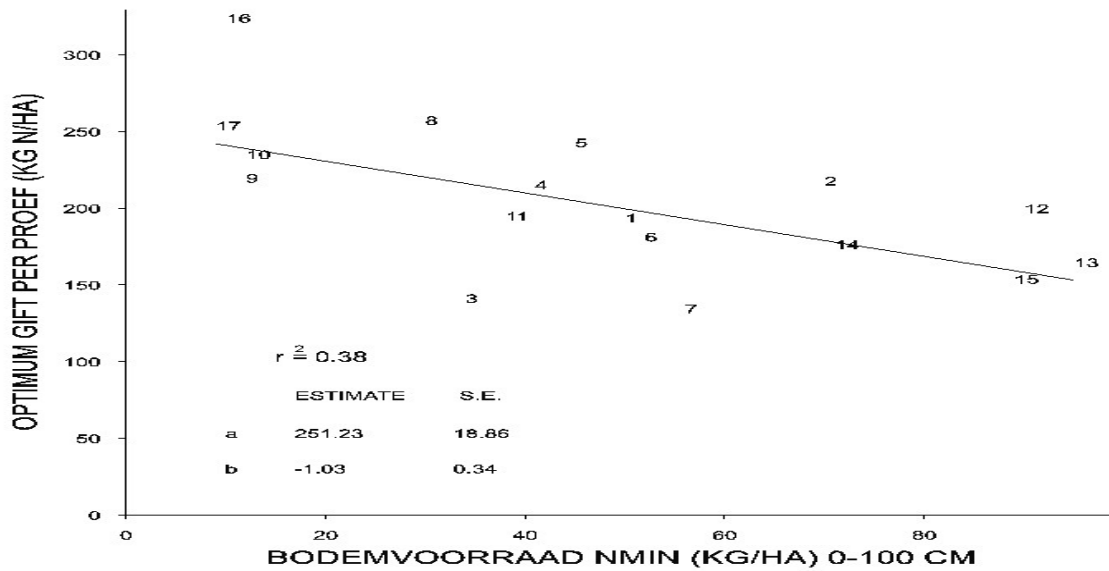
* EH = proefboerderij Ebelsherd; LE = proefbedrijf PPO-AGV; WS = proefboerderij Westmaas

** SB = suikerbieten; WT = wintertarwe; CA = consumptieaardappelen

In proef 1 tot en met 17 was er geen betrouwbaar effect van jaar, locatie of ras op de optimale gift. Dus de optimale beschikbare hoeveelheden N uit proef 1 tot en met 17 kunnen allemaal gebruikt worden om een gemiddelde optimale N-gift te bepalen.

Effect bodemvoorraad op optimale N-gift

Voor de 17 proeven is nagegaan in hoeverre de N-min in het voorjaar van invloed is geweest op de optimale economische N-gift. Van tarwe is bekend dat het reageert op de bodemvoorraad aan N-mineraal in het voorjaar.



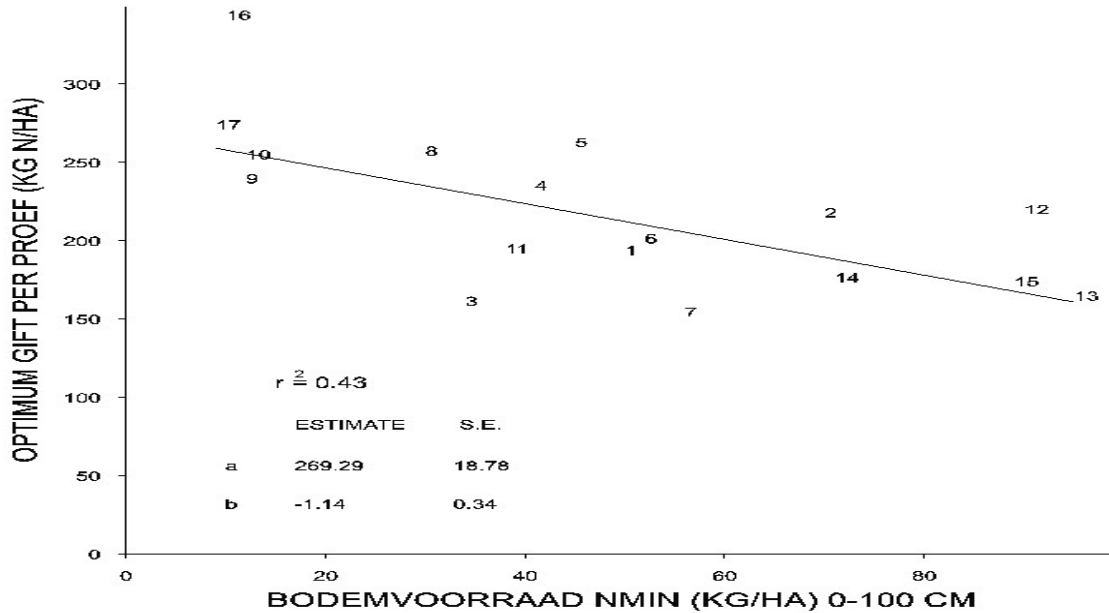
Figuur 2.1 Relatie tussen de N-min (0-100) en de optimale economische N-gift (pv=5).

Uit figuur 2.1 komt een optimale N-bemesting naar voren van $251 \text{ kg N per ha} - 1,03 \cdot \text{N-min}$. Sinds langere tijd, en ook in het BA, wordt de waarde van de minerale stikstof in het voorjaar bij winter tarwe (en granen in het algemeen) gelijkgesteld aan de waarde van de kunstmeststikstof. Ofwel: de parameter κ in formule (5) is gelijk gesteld aan 1. Bij de analyse per proef bleek deze 1,03 te zijn (parameter b in figuur 2.1) en dit sluit dus nauw aan bij de factor in het BA.

Bij figuur 2.1 moeten enkele opmerkingen gemaakt worden:

* De proeven 3 en 7 wijken sterk af van de rest. Dit zijn twee proeven uit 1998 waarin al vroeg in het seizoen (half juni) ernstige legering is opgetreden door zware regen en stormachtige wind. De hoogste opbrengst werd hierdoor al bereikt bij een relatief lage N-gift en het opbrengstniveau bleef sterk achter. Beide proeven zijn verantwoordelijk voor een groot deel van de spreiding in figuur 2.1 en verlagen het niveau van de optimale economische N-gift aanzienlijk. Hoewel 2 van de 17 proeven waarin dit is voorgekomen relatief veel is, zijn de proeven wel meegenomen in de analyse. (Het weglaten van beide proeven zou hebben geleid tot een N-advies van $263 - 1,08 \cdot \text{Nmin}$ ofwel een verhoging met 12 kg N/ha ; de R^2 zou zijn gestegen tot 0.56).

* Verder moet opgemerkt worden dat in 11 van de 17 proeven de voorvrucht suikerbieten is geweest. Er is bij de berekening van de optimale N-gift in tabel 2.8 geen rekening gehouden met de uit het bietenblad vrijkomende stikstof. Het meerekenen van een nawerking van $2/3 \cdot 30 = 20 \text{ kg N per ha}$ in deze 11 proeven levert een N-advies op van $269 \text{ kg} - 1,14 \cdot \text{Nmin}$ (figuur 2.2). Het advies wordt dus hoger, maar ook de factor voor de Nmin. Voorgesteld wordt om de factor gelijk te houden aan 1,0 (zoals in het BA). Dit zou kunnen gebeuren door een correctie uit te voeren; deze bedraagt bij een (forfaitaire) Nmin van $40 \rightarrow 0,14 \cdot 40 = 5,6 \text{ kg}$. Dit levert een N-advies op van $263 - \text{Nmin}$.



Figuur 2.2 Relatie tussen de N-min (0-100) en de optimale economische N-gift (pv=5) incl. nawerking bietenblad in 11 v/d 17 proeven.

N.B.

Wanneer tevens de door legering afwijkende proeven 3 en 7 in de berekening zouden worden weggelaten zou het N-advies worden: $280 - 1,18 \cdot N_{min}$.

De optimale N-gift in de 11 proeven met suikerbieten bedroeg gemiddeld (zonder correctie voor nalevering uit bietenblad) overigens 256-Nmin en die van de 6 proeven met winter tarwe of consumptie aardappelen als voorvrucht 252-Nmin. Dit verschil is klein maar tevens zeer onbetrouwbaar vanwege verschillen in jaar, locatie en ras tussen beide groepen. Uit deze vergelijking kan dus geen conclusie getrokken worden.

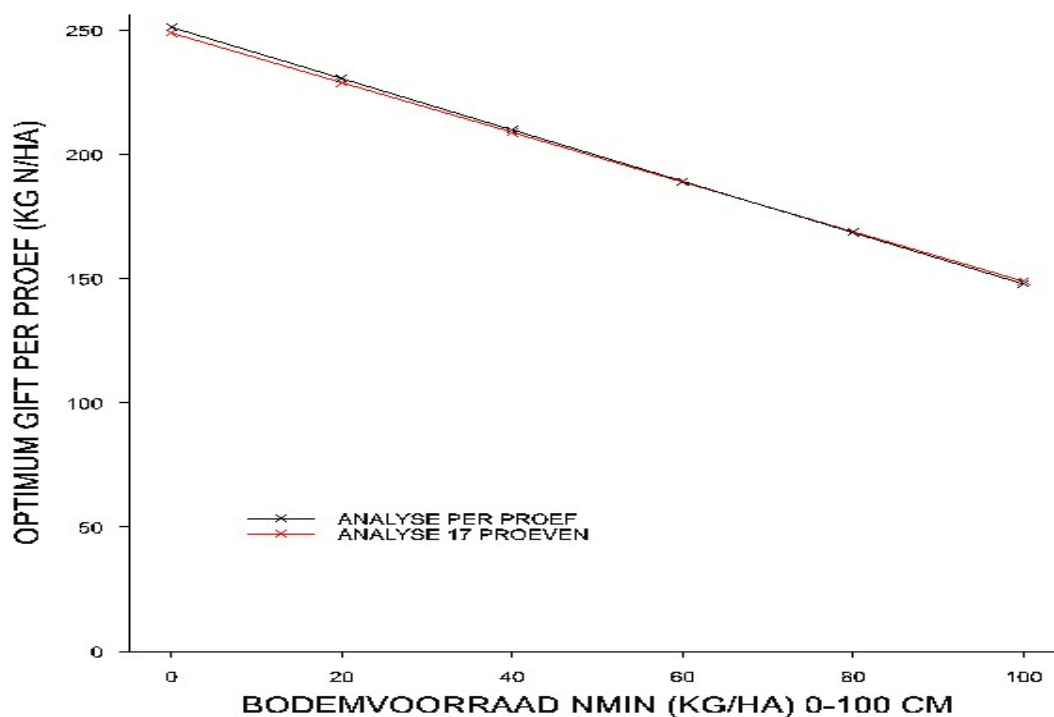
Conclusie:

Het meenemen van de nawerking van bietenblad in de berekening voor de optimale N-advies voor winter tarwe levert een advies op van (afgerond) 265-Nmin.

Het weglaten van de twee door ernstige legering afwijkende proeven zou een nog hoger N-advies opleveren; er is echter voor gekozen deze proeven niet uit de dataset te verwijderen.

Optimale N-bemesting voor opbrengst

Bij een analyse op alle data gezamenlijk waarbij de combinatie van model (1) en (5) werd gebruikt, was de schatting van parameter κ gelijk aan 0.99 en de schatting van de optimale N-gift was gelijk aan 246 bij een prijsverhouding van stikstof en tarwe gelijk aan 5. Het advies zou dan luiden: $246 - 0,99 \cdot N_{min}$. Bij de analyses per proef kunnen de uitkomsten worden gelezen als: $251 - 1,03 \cdot N_{min}$. Deze beide adviezen zijn grafisch uitgezet in figuur 2.3.

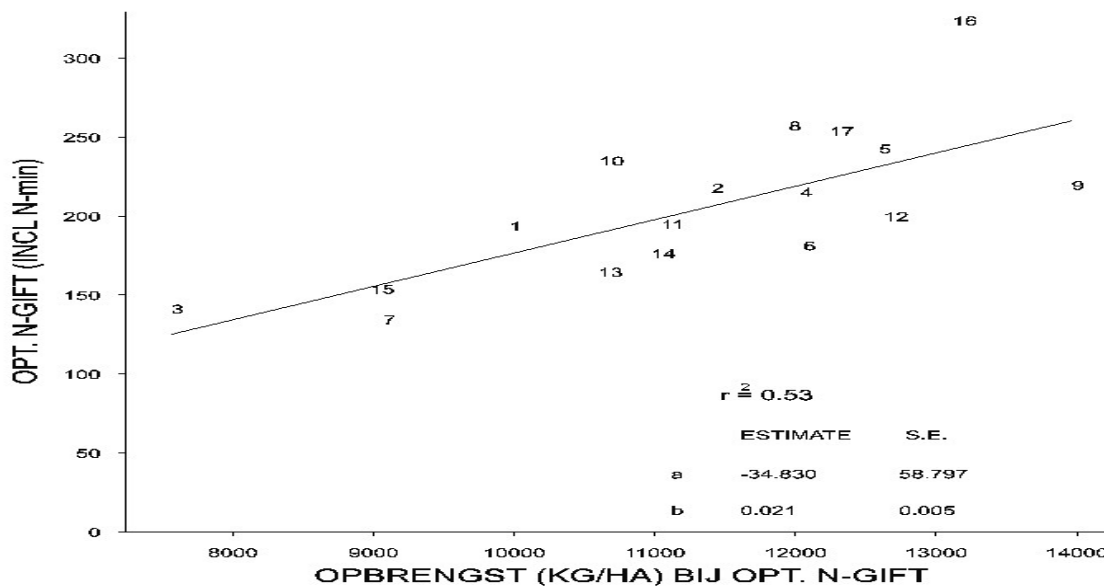


Figuur 2.3. **Effect van de N-min (0-100) op de optimale economische N-gift (pv=5), berekend met 2^e graads polynoom bij gezamenlijke analyse (Gz) en analyse per proef (Pp).**

Beide analyses komen vrijwel met elkaar overeen en duiden op een advies voor de N-bemesting van (afgerond): 250 –Nmin (voorjaar, laag 0-100cm). In deze analyses is (nog) geen correctie toegepast voor de nawerking van bietenblad.

Verband tussen optimale N-gift en opbrengstniveau

Als vuistregel voor de stikstofbehoefte bij tarwe wordt vaak 25 kg stikstof per ton korrel aangehouden (Darwinkel, 2000). Voor een opbrengstniveau van 9,5 ton tarwe is dan ca. 240 kg N per ha nodig. Het BA is mede op deze berekening gebaseerd. Bij deze vuistregel wordt er aangenomen dat er een min of meer lineair verband bestaat tussen het opbrengstniveau en de N-behoefte. In figuur 2.4 zijn de optimale N-giften en de bijbehorende opbrengsten weergegeven (zie ook tabel 2.8).



Figuur 2.4 Relatie tussen optimale N-gift en opbrengstniveau.

Hogere optimale opbrengsten werden over het algemeen bereikt bij een grotere beschikbaarheid aan stikstof. De stijging van gemiddeld 21 kg N per ton tarwe is minder sterk dan de vuistregel aangeeft. Echter de stijging in het traject tot opbrengsten van 11 ton is sterker dan in het laatste deel van het traject. Dit komt overeen met onderzoek van Darwinkel (2000) waaruit naar voren kwam dat voor opbrengsten boven de 10 ton het stikstofaanbod slechts beperkt (20-30 kg) verhoogd hoeft te worden. Hierop is de verhoging van de 2^e N-gift in het BA gebaseerd. Het belang hiervan wordt door de uitgevoerde analyse bevestigd.

Andere benaderingswijze van de proefresultaten

In de voorgaande analyse is er voor gekozen om per proef de optimale N-gift te bepalen en deze vervolgens te middelen. Hierbij wordt echter voorbij gegaan aan het feit dat een afwijking t.o.v. de optimale N-gift niet in elke proef dezelfde gevolgen voor de opbrengst heeft. Derhalve is ook nagegaan bij welke N-gift gemiddeld over de 17 proeven de hoogste financiële opbrengst werd behaald. In tabel 2.9 zijn de financiële opbrengsten bij vaste N-giften incl. N-min weergegeven. Hierbij is wederom de korrelopbrengst berekend m.b.v. een 2^e graads polynoom en is voor de financiële opbrengst een prijsverhouding 5 gehanteerd (kosten stikstof 0,50 euro/kg, tarwe 0,10 euro/kg)

Tabel 2.9. **Bruto financiële opbrengsten (euro/ha) bij vaste N-giften (incl. N-min) per proef; incl. correctie voorvrucht.**

proef	200 N	220 N	240 N	260 N	280 N	300 N	320 N	340 N	360 N
1	894	900	902	899	893	883	869	851	829
2	988	1007	1021	1030	1033	1032	1025	1013	997
3	687	683	675	663	647	627	602	573	541
4	1045	1070	1087	1096	1097	1090	1075	1052	1020
5	1053	1084	1107	1124	1135	1140	1138	1129	1115
6	1086	1106	1116	1116	1105	1085	1054	1014	963
7	841	840	833	820	802	777	746	710	667
8	1007	1033	1052	1064	1068	1066	1057	1040	1017
9	1259	1279	1288	1287	1275	1253	1222	1179	1127
10	911	929	940	945	942	933	918	895	866
11	1001	1008	1008	1000	984	960	929	890	844
12	1099	1122	1139	1152	1161	1164	1163	1158	1148
13	962	972	978	979	976	968	956	940	919
14	998	1007	1011	1009	1002	989	971	948	919
15	800	813	820	822	819	812	799	780	757
16	974	1011	1044	1073	1098	1119	1135	1147	1155
17	1002	1038	1066	1086	1100	1106	1104	1096	1080
gem	977	994	1005	1010	1008	1000	986	966	939

De hoogste economische opbrengst werd bereikt bij 260-Nmin; het optimum was echter zeer vlak. Hoewel deze benaderingswijze enigszins afwijkt van de eerdere analyse komen de resultaten nagenoeg overeen.

Optimale N-bemesting voor korrelkwaliteit (eiwitgehalte)

De korrelkwaliteit van tarwe wordt bepaald door ras, teeltomstandigheden en teeltmaatregelen. De kwaliteit kan negatief worden beïnvloed door het optreden van o.a. schot en/of Fusarium, maar ook een te hoge (legering) of een te lage (eiwitgehalte) N-bemesting kan een negatief effect hebben. Over het algemeen speelt het eiwitgehalte een ondergeschikte rol bij de teelt (en de bemesting) van tarwe in Nederland aangezien een hoger eiwitgehalte niet of nauwelijks betaald wordt. Toch gelden er wel enkele minimumnormen bij de afzet. Europees gezien geldt er een interventienorm van minimaal 11,5% eiwit, en bij de inname bij de handel geldt verder een minimumnorm t.a.v. het hectolitergewicht van 72. Het hectolitergewicht was in 3 van de 17 proeven (iets) te laag (tabel 2.11), maar bleek bovendien vrijwel onafhankelijk te zijn van de hoogte van de N-bemesting. Dit komt overeen met resultaten van Darwinkel (1990). Het niveau van het hectolitergewicht wordt vooral beïnvloed door ras, locatie en jaar; het is via de N-bemesting nauwelijks te beïnvloeden. Verder speelt interventie in Nederland niet of nauwelijks een rol en alle tarwe, ook die met een eiwitgehalte lager dan 11,5%, kan afgezet worden als voertarwe.

Voor baktarwe gelden echter eisen t.a.v. hectolitergewicht, valgetal en eiwitgehalte (dient minimaal 11,5% te zijn). Een deel van de geteelde tarwe voldoet zonder speciale maatregelen aan de minimum kwaliteitseisen voor baktarwe en kan eventueel als zodanig worden afgezet. De meerprijs hiervoor is meestal beperkt (3-4 euro/ton) omdat het eiwitgehalte relatief laag is. Op basis van deze premies is voor alle 17 proeven opnieuw de optimale N-gift uitgerekend (bij een prijsverhouding van 5; tabel 2.10).

Tabel 2.10. **Bruto financiële opbrengsten (euro/ha) (incl. N-min) per proef voor tarwe met bakkwaliteit; incl. correctie voorvrucht.**

proef	200 N	220 N	240 N	260 N	280 N	300 N	320 N	340 N	360 N
1	938	948	954	955	952	944	932	915	893
2	994	1017	1035	1050	1060	1066	1067	1064	1057
3	725	725	720	711	697	678	656	628	596
4	1045	1072	1092	1104	1109	1107	1097	1080	1056
5	1057	1091	1119	1141	1158	1169	1174	1174	1168
6	1085	1109	1125	1132	1130	1119	1100	1071	1034
7	866	870	869	862	849	830	806	775	739
8	1007	1036	1059	1076	1086	1090	1087	1079	1064
9	1262	1285	1300	1304	1300	1285	1262	1229	1187
10	914	938	955	967	974	975	971	961	946
11	1003	1015	1020	1019	1011	997	976	949	915
12	1102	1127	1148	1165	1178	1187	1192	1192	1189
13	977	990	999	1003	1002	997	988	973	955
14	1033	1046	1053	1053	1048	1036	1018	994	964
15	811	829	844	854	860	862	859	853	843
16	974	1016	1056	1092	1125	1155	1182	1206	1227
17	1002	1038	1066	1086	1100	1106	1104	1096	1080
gem	988	1009	1024	1034	1038	1035	1028	1014	995

De hoogste economische opbrengst werd bereikt bij 280-Nmin; het optimum was echter zeer vlak. Wel komt naar voren dat de optimale N-gift iets hoger ligt als rekening wordt gehouden met een afzet als baktarwe.

Conclusie: een tarweteelt die uitsluitend gericht is op het verkrijgen van de hoogste (economische) kg-opbrengst wordt bereikt bij een N-advies van (ruim) 260 N-min. Wanneer rekening wordt gehouden met een eventuele afzet als baktarwe ligt dit advies iets hoger: 270/280 kg Nmin.

Baktarweteelt

Slechts een klein deel (< 10%) van het areaal op kleigrond wordt ingenomen door een op bakkwaliteit gerichte tarweteelt. Het betreft regionale projecten waarbij er afspraken/contracten zijn tussen telers en afnemers over het te telen ras en de meerprijs die er voor de tarwe wordt betaald. Deze meerprijs is afhankelijk van het eiwitgehalte en kan door telers worden beïnvloed via een verhoging van de 3^e N-gift. Deze verhoging van de 3^e N-gift heeft nauwelijks of geen effect op de opbrengst. Het is uitsluitend bedoeld om het eiwitgehalte te verhogen.

In de 17 geanalyseerde proeven bleek het eiwitgehalte gemiddeld onder de baktarwe norm te liggen (11.4%), maar sterk afhankelijk van de hoogte van de N-bemesting. De toename van het eiwitgehalte bedroeg gemiddeld 0,3% (procentpunt) bij elke 20 kg N meer gegeven. Dit sluit aan bij onderzoek van Darwinkel (1990).

N.B. De in tabel 2.11 vermelde hectoliter- en eiwitcijfers zijn berekende (gefitte) waarden op basis van de beschikbare gegevens per proef.

Tabel 2.11 **Eiwitgehalte en hectolitergewicht bij gemiddelde optimale N-gift van 260-Nmin; incl. correctie voor voorvrucht.**

proef	jaar	locatie *	ras	eiwit	hecolitergewicht	extra N voor eiwit \geq 11,5%
1	1996	EH	Ritmo	12.2	71	0
2	1997	EH	Ritmo	11.0	70	33
3	1998	EH	Ritmo	12.9	69	0
4	2000	LE	Ritmo	10.8	77	47
5	1996	LE	Vivant	11.0	80	33
6	1997	LE	Vivant	11.4	78	7
7	1998	LE	Vivant	12.4	72	0
8	1999	LE	Ritmo	10.7	72	53
9	1999	LE	Ritmo	11.5	80	0
10	1999	LE	Ritmo	10.9	73	40
11	2000	WS	Ritmo	11.1	75	27
12	1996	WS	Vivant	11.0	81	33
13	1997	WS	Ritmo	11.0	73	33
14	1998	WS	Vivant	11.7	76	0
15	1998	WS	Ritmo	12.1	76	0
16	1999	WS	Vivant	11.5	76	0
17	1999	WS	Ritmo	10.3	75	80
gem				11.4	75	

* EH = proefboerderij Ebelshoord; LE = proefbedrijf PPO-AGV; WS = proefboerderij Westmaas

** SB = suikerbieten; WT = wintertarwe; CA = consumptieaardappelen

Voor baktarwe geldt een streefwaarde van 13% eiwit of hoger, terwijl de minimumnorm 11,5% is. De meerprijs die betaald wordt varieert van 3 tot 8 euro per ton. De staffel ziet er als volgt uit (mondelinge mededeling Agrifirm):

11.5-12.0 eiwit: 3 euro/ton premie

12.0-12.5 eiwit: 4 euro/ton premie

12.5-13.0 eiwit: 5 euro/ton premie

> 13.0 eiwit: 8 euro/ton premie.

Een voldoende hoog eiwitgehalte is alleen te bereiken door een voldoende hoge (3^e) N-gift. Bij een gemiddelde optimale N-bemesting voor opbrengst (260-Nmin) werd in 9 van de 17 proeven niet de minimumnorm voor bakkwaliteit gehaald (tabel 2.11). Dit is niet zo verwonderlijk aangezien de bemestingsobjecten in de proeven gericht waren op het behalen van hoge fysieke opbrengsten en niet op hoge eiwitgehalten. De 3^e N-gift bleef veelal beperkt tot ca. 40 kg N per ha.

De hoogte van het eiwitgehalte werd in sterke mate bepaald door het groeiseizoen. Drie van de vier proeven met een relatief hoog eiwitgehalte werden uitgevoerd in 1998 (het optreden van ernstige legering al vroeg in dat jaar heeft hier vermoedelijk een belangrijke rol in gespeeld). Daarnaast speelt de hoogte van de N-bemesting een rol. De verhoging van de 3^e N-gift in het BA voor baktarwe (van 40 kg naar 70 kg) is hierop gebaseerd. Indien deze verhoging van de 3^e N-gift zou zijn toegepast in de 17 proeven zouden niet 10 maar nog steeds 8 proeven niet voldoen aan de minimumnorm van 11,5% eiwit. Het behalen van de minimumnorm voor eiwitgehalte van 11,5% is voor de telers van baktarwe heel belangrijk vanwege de afspraken over te leveren bakkwaliteit en vanwege de premie.

Hoewel een N-bemesting van 260-Nmin voor opbrengst gemiddeld genomen optimaal was, was deze hoeveelheid voor bakkwaliteit onvoldoende. Ook een verhoging met 30 kg N (volgens BA) tot 290-Nmin leverde niet het gewenste resultaat. Zou de N-bemesting verder verhoogd zijn naar 300-Nmin, dan zouden nog eens 5 proeven de minimumnorm van 11,5% gehaald hebben. Dit betekent een verhoging van de 3^e N-gift van 40 kg naar 80 kg N per ha.

Hiermee zou het gemiddelde eiwitgehalte uitkomen op 12,0%, waarbij in 3 van de 17 gevallen de minimumnorm van 11,5% niet wordt gehaald. Een verdere verhoging van de 3^e N-gift is niet gewenst vanwege verlating van de afrijping en is ook niet rendabel. De premieverschillen in de eiwitstaffel zijn niet groot genoeg om de kosten van een hogere N-gift goed te maken.

Conclusie: voor de specifieke teelt van baktarwe is een 3^e N-gift gewenst en rendabel van 80 kg N/ha. De totale N-bemesting komt daarmee uit op 300-Nmin.

2.3.1 C. Telen met toekomst

Vanuit het project "Telen met toekomst" (Tmt) zijn bemestingsgegevens van ruim 100 wintertarwepercelen beschikbaar over de periode 2000 t/m 2004. De helft van de gegevens is afkomstig van het jaar 2004.

Telers binnen het project Tmt behoren tot de groep vooroplopende akkerbouwers waarbij het milieubewustzijn sterk aanwezig is, maar waarbij tarwe zeker geen vulgewas is en er gestreefd wordt naar de (economisch) hoogst mogelijke opbrengst.

Tabel 2.12 **Bemestingsgegevens van praktijkpercelen Telen met toekomst; 2000 t/m 2004.**

grondsoort	aantal percelen	rassen	BA*	N-bemesting (tot. werkzaam)	spreiding	% > BA
klei	104	divers	200	223	116-335	80
zand	9	divers	160	175	99-261	78

* uitgaande van gemiddelde opbrengsten en N-min van 40 kg N/ha.

De spreiding in de hoogte van de N-bemesting was zowel op klei als op zand erg groot (tabel 2.12); vermoedelijk hebben ras, N-min in het voorjaar en opbrengstverwachting hier een rol bij gespeeld. Het merendeel van de telers op klei (80%) bemestte hun tarwe boven het BA. Hierbij is voor het BA uitgegaan van de forfaitaire N-min van 40 kg en een gemiddelde opbrengstverwachting. Reden voor de hogere bemesting kan zijn geweest dat de telers op klei toch veelal uitgegaan zijn van een bovengemiddelde opbrengstverwachting. (Dit sluit aan bij de karakterisering van de groep). In dat geval hebben ze wel volgens het BA bemest (2^e N-gift verhogen met 20-30 kg). Uitgaande van de forfaitaire N-min van 40 is er op de kleipercelen gemiddeld bemest volgens de formule: 265-Nmin. Indien de werkelijke N-min (die wel gemeten en gebruikt is) echter hoger is geweest, bijvoorbeeld 50 kg, dan is er bemest volgens de formule: 275-Nmin. De aanname voor de N-min is dus van invloed op de conclusie over de hoogte van de N-bemesting op deze praktijkpercelen. Er zijn geen N-min cijfers beschikbaar.

Ook op zandgrond bemestte het merendeel (78%) van de telers boven het BA. Ook hier is voor het BA uitgegaan van een forfaitaire N-min van 40 kg en een gemiddelde opbrengstverwachting. Mogelijk zijn er op zand ook diverse telers geweest die hun bemesting hebben afgestemd op bovengemiddelde opbrengsten.

Uitgaande van de forfaitaire N-min van 40 kg is er gemiddeld bemest volgens de formule: 215-Nmin.

De aanname voor de N-min van 40 kg op zand is minder een punt van discussie. De werkelijke N-min op de betreffende percelen zou vermoedelijk hier niet bovenuit zijn gekomen.

Het verschil in bemesting tussen klei en zand bedroeg gemiddeld 48 kg N per ha.

2.3.2 D. Project Praktijkcijfers 2

Door NMI zijn gegevens aangeleverd vanuit het project "Praktijkcijfers 2" over de periode 2000 t/m 2002. Het gaat om gegevens afkomstig van praktijkpercelen van "een doorsnede van de moderne, op de toekomst gerichte Nederlandse akkerbouwer". Het betrof in totaal 232 wintertarwepercelen verdeeld over klei, löss en zand (tabel 2.13).

Tabel 2.13 **Gemiddelde bemestings- en opbrengstgegevens van praktijkpercelen; Praktijkcijfers 2000 t/m 2002.**

grondsoort	aantal percelen	rassen	BA*	N-bemesting (tot. werkzaam)	spreiding	% > BA	opbrengst
klei	187	divers	200	212	96-302	60	9078
löss	10	divers	200	195	159-234	40	8529
zand	35	divers	160	170	91-238	57	7555

* uitgaande van gemiddelde opbrengsten en N-min van 40 kg N/ha.

Ook bij deze telersgroep was de spreiding in de hoogte van de N-bemesting zowel op klei als op zand erg groot. De gemiddelde N-bemesting op klei lag iets (ruim 10 kg) boven het BA. Hierbij is voor het BA weer uitgegaan van de forfaitaire N-min van 40 kg en een gemiddelde opbrengstverwachting. Reden voor de minder hoge bemesting dan de Tmt-groep kan zijn geweest dat minder telers zijn uitgegaan van een bovengemiddelde opbrengstverwachting. (Dit sluit aan bij de karakterisering van deze groep). Hoewel de opbrengsten van de percelen bekend zijn, kan over de relatie tussen de bemestingshoogte en de opbrengst echter geen uitspraak worden gedaan. Hiervoor is de spreiding in o.a. rassen en regio te groot en is te weinig bekend over de overige teeltmaatregelen (zoals groeiregulatie en ziektebestrijding). Er kan wel geconcludeerd worden dat de gemiddeld behaalde opbrengsten overeenkomen met de gemiddelde meerjarige CBS-opbrengsten op de betreffende grondsoorten. Uitgaande van een forfaitaire N-min van 40 kg is er op klei gemiddeld bemest volgens de formule: $250-N_{min}$. Indien de werkelijke N-min hoger is geweest, bijvoorbeeld 50 kg, dan is er bemest volgens de formule: $260-N_{min}$. Er zijn echter geen N-min cijfers beschikbaar. Ook op zandgrond bemestte de telers gemiddeld iets (10 kg) boven het BA. Ook hier is voor het BA weer uitgegaan van een N-min van 40 kg en een gemiddelde opbrengstverwachting. Mogelijk zijn er op zand ook enkele telers geweest die hun bemesting hebben afgestemd op bovengemiddelde opbrengsten. Uitgaande van een forfaitaire N-min van 40 kg is er gemiddeld bemest volgens de formule: $210-N_{min}$. De aanname voor de N-min van 40 kg op zand is minder een punt van discussie. De werkelijke N-min op de betreffende percelen zou vermoedelijk hier niet bovenuit zijn gekomen. Het verschil in bemesting tussen klei en zand bedroeg bij deze groep gemiddeld 42 kg N per ha.

2.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies wintertarwe

Op basis van proefresultaten is nagegaan of voor wintertarwe een nieuw definitief N-bemestingsadvies kan worden geformuleerd. Het gewas wintertarwe is een gewas met een groot belang. Volgens het protocol van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet zijn hiervoor tenminste 6 formele proeven nodig. In totaal zijn voor de analyse 17 datasets beschikbaar.

Voor het formuleren van een N-bemestingsadvies moet onderscheid gemaakt worden naar de bestemming van het product, voertarwe of baktarwe. Voor teelt van wintertarwe op zandgrond geldt een lager advies dan voor teelt op klei- en lössgrond. Op zandgrond wordt geen baktarwe geteeld.

2.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Geconcludeerd kan worden dat het op basis van de gegevensanalyse het N-bemestingsadvies voor wintertarwe geteeld op klei- en lössgrond met bestemming voertarwe verhoogd kan worden naar $270-N_{min}$ (0-100 cm). Dit advies komt dan overeen met het huidige advies zoals dat geformuleerd is voor situaties met een hoog opbrengstniveau.

Het N-bemestingsadvies voor wintertarwe geteeld op klei- en lössgrond met bestemming baktarwe kan worden geformuleerd als $300-N_{min}$ (0-100 cm). Het komt overeen met het huidige advies.

Het N-bemestingsadvies voor wintertarwe op zandgrond kan worden verhoogd tot $230-N_{min}$.

Analyse van de datasets A en B leverde in eerste instantie een gemiddelde hoogste economische opbrengst op bij een beschikbare hoeveelheid stikstof van $250 \text{ kg} - N_{min}$. Hierbij was echter nog geen rekening gehouden met het feit dat in 11 van de 17 proeven suikerbieten de voorvrucht was. Uitgaande van een nawerking van 20 kg N per ha is de optimale N-gift vervolgens berekend op $265-N_{min}$.

Echter ook bij een teelt gericht op kg-opbrengst is het interessant en rendabel de N-bemesting te richten op het behalen van de minimumnorm voor eiwit bij baktarwe. Hiervoor is het nodig iets meer te bemesten. Het advies voor voertarwe komt daarmee op 270 kg minus de N_{min} in het voorjaar in de laag 0-100 cm. Dit komt overeen met het BA wanneer wordt uitgegaan van bovengemiddelde opbrengsten (verhoging van de 2^e N-gift van 60 kg naar 90 kg N per ha).

Voor de specifieke teelt van baktarwe was 270-Nmin echter onvoldoende. Het risico op een te laag eiwitgehalte was te groot. Om in het grootste deel van de gevallen aan de minimumnorm van 11,5% te voldoen was het nodig de bemesting te verhogen tot in totaal 300-Nmin. Dit is gelijk aan het BA (300-Nmin).

2.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten

Uit de praktijkprojecten blijkt dat telers iets meer bemesten dan het BA in hun situatie aangeeft. Dit geldt zowel voor de telers op zand als op klei. Deze conclusies berustten op aannames over zowel de N-min in het voorjaar als over de opbrengstverwachting en het teeltdoel. Uitgaande van de forfaitaire N-min van 40 kg N/ha hebben de telers op klei uit beide projecten bemest volgens de formule 250 tot 265-Nmin. De aanname voor de gemiddelde N-min speelt echter een rol in deze conclusie. Een groot deel van de telers blijkt de ruimte die het BA geeft om de 2^e N-gift te verhogen met max. 30 kg ook werkelijk te geven.

Uitgaande van de forfaitaire N-min van 40 kg N/ha hebben de telers op zand uit beide praktijkprojecten 210 tot 215-Nmin bemest. Dit is gemiddeld zo'n 40-50 kg minder dan de telers op klei en komt overeen met het gehanteerde verschil in het BA. Ook op zand blijkt een deel van de telers de ruimte die het BA geeft om de 2^e N-gift te verhogen ook te geven.

2.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Voorgesteld zou kunnen worden om het N-advies voor wintertarwe te handhaven conform het BA. Uit de proeven komt een optimale economische N-gift voor voertarwe naar voren van 270-Nmin. Dit valt binnen de range die er nu vermeld staat in het BA, zijnde 240-Nmin + verhoging van de 2^e N-gift met max. 30 kg in situaties met een bovengemiddelde opbrengstverwachting.

Echter het maximum van de bandbreedte die bij het BA wordt gehanteerd bij de 2^e N-gift, was in proeven nodig om gemiddeld de optimale economische opbrengst te behalen. En veel telers in de praktijk hanteren ook een verhoogde 2^e N-gift. Het is daarom beter de variabiliteit bij de advisering van de 2^e gift los te laten en deze te stellen op het maximum. Het advies voor voertarwe komt daarmee op 270-Nmin. Hiermee wordt het onderscheid in "gemiddelde" en "hoge" opbrengstverwachtingen losgelaten, evenals dat in de door de WOG opgestelde gebruiksnorm is gedaan. (Bij de analyse van de beschikbare resultaten is ook geen onderscheid gemaakt in proeven met een hoog- en proeven met een gemiddeld opbrengstniveau).

Deze N-bemesting van 270-Nmin bleek voor baktarwe echter onvoldoende. Om in vrijwel alle gevallen aan de minimumnorm voor eiwit van 11,5% te voldoen, was in de proeven een verhoging van (vooral) de 3^e N-gift nodig met 40 kg N per ha. Voorstel is daarom het advies in de Adviesbasis voor de 3^e N-gift bij baktarwe te verhogen van 40 á 70 kg naar 80 kg N per ha. De totale N-gift kan daarbij beperkt blijven tot 300-Nmin.

Het BA voor wintertarwe op zandgrond is niet gebaseerd op proefresultaten, maar op een berekende N-behoefte t.o.v wintertarwe op kleigrond. Hierbij is gebruik gemaakt van de oude vuistregel van 25 kg stikstof per ton. Het BA geeft een verschil in bemesting aan van 40 kg N/ha. Op basis van de huidige gemiddelde praktijkopbrengsten op klei (9 ton/ha) en zand (7,5 ton/ha) en de vuistregel zou de optimale N-bemesting op zand ook momenteel zo'n 40 kg lager moeten zijn dan op klei. Deze vuistregel is echter opbrengstafhankelijk en geldt voor opbrengsten tot 10 ton per ha; daarboven neemt de "N-behoefte per ton" af. Uit de analyse van de proeven komt gemiddeld een lager kengetal uit. Wanneer gerekend wordt met dit kengetal van 21 kg N/ton tarwe (figuur 2.4) zou het verschil tussen klei en zand nog kleiner zijn. Het verschil van 40 kg/ha komt ook overeen met het verschil dat is gevonden op de praktijkpercelen. Voorstel is daarom om bij het opstellen van eventuele nieuwe N-adviezen en/of gebruiksnormen dit verschil van 40 kg N/ha tussen zand en klei te handhaven. Het voorgestelde advies (tabel 2.14) komt grotendeels overeen met de gebruiksnorm van 260-Nmin die door de WOG is opgesteld. In de gebruiksnorm is echter geen rekening gehouden met eiwitgehalte bij zowel voertarwe als baktarwe en het feit dat in een groot aantal van de proeven suikerbieten de voorvrucht was.

Tabel 2.14 **Nieuwe N-bemestingsadvies voor wintertarwe (in kg N per ha).**

grondsoort	teeltdoel	N-min	1 ^e N-gift	2 ^e N-gift	3 ^e N-gift	Totaal
klei	voer	≥ 40	140-Nmin	90	40	270-Nmin
klei	voer	< 40	100	90	40	230
klei	bak	≥ 40	140-Nmin	80	80	300-Nmin
klei	bak	< 40	100	80	80	260
zand	voer	≥ 40	140-Nmin	90	0	230-Nmin
zand	voer	< 40	100	90	0	190

2.5 Literatuur

Berge, H. ten, e.a. Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof. PRI Nota 332, januari 2005, 26 p.

Darwinkel, A. Stikstofvoorziening en korrelopbrengst bij wintertarwe. Jaarboek 1994/1995. Afgesloten praktijkonderzoek. PAGV-publicatie nr. 78A, november 1995, p. 65-67.

Darwinkel, A. Teelt van bakwaardige tarwe in Nederland. PAGV-verslag nr. 111, december 1990, 48 p.

Darwinkel, A. en H.H.H. Titulair. Stikstof in hoogproductieve wintertarwe. Effecten van hoge stikstofgiften op de stikstoftoestand in gewas en bodem. PAV-bulletin akkerbouw, juli 2000, p. 11-15.

Darwinkel, A. N-behoefte en N-benutting in hoogproductieve wintertarwe. Effecten van hoge stikstofgiften op korrelopbrengst en opbrengstcomponenten. PAV-bulletin akkerbouw, april 2000, p. 16-19.

Dijk, W. van (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Uitgave PPO februari 2003; publicatienummer 307.

Geelen P.M.T.M. vergelijking van het Nederlandse en Belgische bemestingsadvies voor stikstof in wintertarwe op lössgrond. Jaarboek 1992/1993. Afgesloten praktijkonderzoek. PAGV-publicatie nr. 70A, oktober 1993, p. 101-105.

Timmer R.D. Wintertarwe op maar bemesten. PPO-bulletin akkerbouw, nr2, 2001, p.5-7.

Timmer R.D. Sturing opbrengst en kwaliteit wintertarwe met behulp van een chlorophylmeter. PPO-projectrapporten 1998-2001 (projectnr. 1141225).

3 Aanpassing N-bemestingsadvies zomergerst

Romke Postma*, Ruud Timmer**, Wim van den Berg** en Peter Dekker**

* NMI, Wageningen

** PPO-agv, Lelystad

Het areaal zomergerst beslaat de laatste jaren ca. 50.000 ha (LEI-CBS, 2005). Het grootste deel ligt op zand- en dalgrond (circa 65%) en het restant op kleigrond (35%). Belangrijkste teeltgebieden zijn de Veenkoloniën en het Oldambt (35%), het Oostelijk Veehouderijgebied (17%) en het Zuidwestelijk Akkerbouwgebied (13%). Het resterende deel ligt verspreid over het land. De gemiddelde opbrengsten varieerden in 2003 en 2004 van 5900 tot 6400 kg per ha in het noorden, van 5800 tot 6300 kg per ha in het oosten, van 7000 tot 7400 kg per ha in het westen en van 5600 tot 6100 kg per ha in het zuiden (<http://statline.cbs.nl/StatWeb>).

Belangrijkste ontwikkelingen in de afgelopen 10 jaar zijn de introductie van nieuwe rassen die een lager eiwitgehalte hebben dan de oudere rassen, en het gebruik van groeiregulatoren (Moddus), waarmee de lengtegroei en strostevigheid wordt beïnvloed. Met name door de introductie van nieuwe rassen is het teeltgebied verschoven van de (Zuidwestelijke) klei naar de (Noordoostelijke) zand- en dalgronden. De teelt van voergerst omvat nog slechts een klein areaal, waarmee het teeltdeel van zomergerst vrijwel volledig op brouwerst is komen te liggen.

3.1 Bestaand N-bemestingsadvies en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

3.1.1 Beschrijving van het bestaande advies (BA)

In de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen" is het bestaande N-bemestingsadvies voor zomergerst opgenomen (Van Dijk, 2003). In het BA van zomergerst wordt geen onderscheid gemaakt naar grondsoort en bestaat het advies uit een eenmalige gift, die afhankelijk is van de N_{min}-voorraad in de 0-60 cm laag van de bodem. In het BA wordt wel onderscheid gemaakt naar het teeltdeel, waarbij het advies voor brouwerst lager is dan voor voergerst. In tabel 3.1 is het BA voor zomergerst weergegeven.

Tabel 3.1 **Bestaande N-bemestingsadvies voor zomergerst (in kg N per ha).**

gewas	teeltdeel	grondsoort	bemonsteringsdiepte tbv bepaling N _{min} -voorraad	advies
zomergerst	brouwerst	alle	0-60 cm	90 – N _{min}
zomergerst	voergerst	alle	0-60 cm	110 – N _{min}

Door de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (Schröder et al., 2004) is voor zomergerst geen onderscheid gemaakt naar brouw- en voergerst. Voor beide teeltdoelen is het advies van brouwerst als uitgangspunt genomen. Uitgaande van een N_{min}-voorraad van 30 kg N per ha in de 0-60 cm laag, betekent dat een N-advies van 60 kg N per ha.

3.1.2 Beschrijving van de onderbouwing van het BA

Darwinkel (1985) heeft beschreven dat het advies voor zomergerst in de zeventiger jaren van de vorige eeuw is ontwikkeld en dat het bestond uit de adviesregel 110 – N_{min} (0-100 cm).

Dilz (1981) heeft in de periode 1971–1978 in Zuidwest Nederland 12 proeven uitgevoerd, waarbij het doel was de optimale N-gift vast te stellen. Hij kwam tot de conclusie dat een gift van 60 kg N per ha gemiddeld de optimale opbrengst even goed benaderde als het advies.

Darwinkel (1985) constateerde op basis van onderzoek dat in de periode 1979–1984 is uitgevoerd in het centrale kleigebied, dat de opbrengsten veel hoger lagen dan in het onderzoek van Dilz en dat de

optimale N-gift ook vaak hoger lag (gemiddeld 75 kg N per ha). Verder stelde hij vast dat de korrelopbrengst in onbemeste objecten een betere relatie vertoonde met de N_{min}-voorraad in de laag 0-60 cm dan met die in de laag 0-100 cm. Het verband tussen de N_{min}-voorraad (zowel in de laag 0-60 als in de laag 0-100 cm) en de optimale N-gift was echter slecht. Niettemin bleek er een duidelijke relatie te zijn tussen het gezamenlijke aanbod van N_{min} in de bodem en kunstmest-N enerzijds en het opbrengstverlies anderzijds. Voor de proeven in de periode 1971-1978 en die in 1979-1984 was het optimale N-aanbod in de laag 0-60 cm gelijk, terwijl het optimale aanbod in de laag 0-100 cm in 1971-1978 afweek van dat in 1979-1984. Op basis daarvan stelde Darwinkel (1985) voor de bemonsteringsdiepte te veranderen in 0-60 cm. Waarschijnlijk is het advies op basis hiervan aangepast in: 110 – N_{min} (0-60 cm). In hetzelfde artikel wordt aangegeven dat de hoogte van de N-gift voor brouwerst aan de voorzichtige kant moet worden gehouden, in verband met het risico van legering en doorwas. Opgemerkt wordt dat een vermindering van de adviesgift met 25 kg N per ha slechts tot een beperkte opbrengstreductie (300 kg korrel per ha) leidt.

Diverse proeven die zijn uitgevoerd in de periode 1985–1988 in Lelystad, Vredepeel en in Zuidwest Nederland (Rusthoeve) zijn beschreven door Timmer et al. (1991). Ze concludeerden dat het voor brouwerst gunstiger zou zijn geweest een lagere N-gift dan het advies te hanteren.

De informatie van Darwinkel (1985) en Timmer et al. (1991) zal er toe hebben geleid dat het advies voor brouwerst in 1992 is verlaagd, waardoor een onderscheid werd geïntroduceerd voor het advies voor brouwerst en dat voor voergerst (Timmer & Bosch, 1999).

3.1.3 Motivering van de actualisatie

Vooral het gebruik van andere rassen die volgens de praktijk een hogere optimale N-gift hebben, lijkt het belangrijkste argument te zijn voor een actualisatie van het N-bemestingsadvies van zomergerst. Specifiek voor brouwerst lijkt het risico van een te hoog eiwitgehalte bij een te hoge N-bemesting bij de nieuwe rassen kleiner te zijn dan bij de oude rassen.

Bij het opstellen van een apart advies voor brouwerst in 1992 werd nog uitgegaan van een situatie waarbij de brouwerstteelt zich concentreerde op de kleigronden, terwijl de teelt op dit moment vooral op de zand- en dalgronden is geconcentreerd. Ook is bij de opstelling van het brouwerstadvies indertijd onvoldoende rekening gehouden met het feit dat in de onderliggende proeven veelal suikerbieten de voorvrucht was. Door de hoge N-nawerking van suikerbietenblad is de optimale N-gift mogelijk onderschat.

3.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens

3.2.1 Eisen voor de onderbouwing van een nieuw advies

Aangezien er voor zomergerst een bestaand advies is, waarvan de onderbouwing is gedocumenteerd, en zomergerst een gewas is met een groot belang, zijn de minimaal vereiste combinaties van datatype x methode voor de actualisatie van het N-bemestingsadvies (Ten Berge et al., 2005):

- Voor een voorlopig advies informeel x (verschil- of balans- of responsmethode), waarbij het aantal datasets per advieseenheid minimaal gelijk is aan 8 (tenminste 2 jaar en 2 locaties).
- Voor een definitief advies formeel x (verschil- of balans- of responsmethode), waarbij het aantal datasets per advieseenheid minimaal gelijk is aan 6 (tenminste 2 jaar en 2 locaties).

Een formele proef of dataset is daarbij omschreven als een op een proefveld uitgevoerde proef, waarin een niet met N bemeste controle en verder minimaal twee N-trappen aanwezig zijn (voor de responsmethode zijn dit vier), waarin minimaal drie herhalingen aanwezig zijn, en waarvoor nog enkele aanvullende eigenschappen zijn geformuleerd (Ten Berge et al., 2005).

3.2.2 Beschikbare gegevens

In de periode 1996-1998 en 2004-2005 zijn door PPO-AGV diverse N-bemestingsproeven met zomergerst uitgevoerd. De proeven in de periode 1996-1998 zijn uitgevoerd op een drietal locaties op klei- en zandgrond en de proeven uit de periode 2004-2005 op een tweetal locaties op zand- en dalgrond. In alle gevallen betreft het proefveldgegevens die beschikbaar zijn gekomen na vaststelling van het BA.

De beschikbare 13 proeven voldoen in alle gevallen aan de voorwaarden gesteld aan “formele proeven” in het “Protocol voor actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof” (Ten Berge et al., 2005). Hiermee is dus in principe voldoende materiaal beschikbaar om te komen tot een onderbouwing van een nieuw advies (NA). In tabel 3.2 en 3.3 zijn jaar, locatie, ras en gegevens over de opzet van de proeven weergegeven. Verder is in tabel 3.2 aangegeven dat er praktijkgegevens beschikbaar zijn van de projecten Telen met toekomst en Praktijkcijfers 2.

Tabel 3.2 **Overzicht van bronnen gebruikt bij de herziening van het N-bemestingsadvies voor zomergerst.**

dataset	A	B	C	D
	Proeven PPO -1-	Proeven PPO -2-	Telen met toekomst	Praktijkcijfers 2
waar beschreven	Timmer, 2001	Wijnholds, 2004; 2005	projectverslagen TmT 2000 t/m 2004	Van Dijk et al., 2003 (databank NMI)
beschikbaar door onderzoek door	R.D. Timmer (PPO)	K.H. Wijnholds (PPO)	P.H.M. Dekker (PPO)	T.A. van Dijk (NMI)
proef- plaatsen	R.D. Timmer Lelystad, Kollumerwaard (Munnekezijl), Rolde	K.H. Wijnholds Rolde en Valthermond	- praktijkpercelen diverse regio's	- praktijkpercelen diverse regio's
grondsoort	lichte klei en zand	zand- en dalgrond	klei-, zand- en dalgrond	klei-, zand- en dalgrond
rassen	Reggae	Pewter en Prestige	diverse	diverse
wanneer	1996 t/m 1998	2004 t/m 2005	2000 t/m 2004	2000 t/m 2002
N-trappen	4	4	geen	geen
N-traject	0 – (150-Nmin)	0 - 160	49-192 kg N	36-197 kg N
nultrap	ja	ja	nee	nee
status	formeel	formeel	informeel	informeel
methode	verschil	verschil	geen	geen

In het kader van onderzoek naar het sturen van de N-bemesting met de chlorofylmeter zijn door PPO in de periode 1996-1998 op 3 locaties (Lelystad, Kollumerwaard, Rolde; grondsoorten zavel en/of lichte klei in Lelystad en Kollumerwaard en zand in Rolde) veldproeven uitgevoerd met brouwergerst, van het ras Reggae (Timmer, 2001; dataset A). Dit was in die tijd het hoofd-ras en het wordt nog steeds geteeld. Het gaat hier dus om 9 formele proeven (3 jaren * 3 locaties).

In de proeven waren steeds 4 N-trappen (0, 90-Nmin, 120-Nmin en 150-Nmin) in 3 herhalingen aanwezig. Voor het zaaien is de Nmin-voorraad in de 0-60 cm laag bepaald.

Bij de eind oogst zijn bepalingen verricht aan de totale korrelopbrengst, het eiwitgehalte, het percentage volgerst en het N-gehalte in korrel en stro, zodat de totale N-opname door het gewas kon worden bepaald.

In 2004 en 2005 zijn in Rolde (zandgrond) en Valthermond (dalgrond) proeven uitgevoerd, waarin het nieuwe ras Pewter is vergeleken met het standaardras Prestige (Wijnholds, 2004 en 2005; dataset B). Hierbij gaat het dus om nogmaals 4 proeven. Verwacht werd dat de optimale N-gift bij het ras Pewter mogelijk hoger zou liggen dan bij Prestige, omdat het eiwitgehalte doorgaans lager is. De proeven waren opgebouwd uit 2 rassen, 4 N-trappen (0, 80, 120 en 160 kg N per ha) en het al dan niet inzetten van Moddus als groeiregulator. De N-trappen 120 en 160 kg N per ha waren ook nog aanwezig in een variant met N-deling (80+40 en 120+40). Er waren 3 herhalingen aanwezig in de proeven. Bij de eind oogst is de opbrengst en kwaliteit (% volgerst, eiwitgehalte) bepaald. De N-opname door het gewas is niet gerapporteerd. De Nmin-voorraad in het voorjaar is alleen bepaald op het proefveld te Rolde.

Tabel 3.3 **Overzicht N-bemestingsproeven in zomergerst, PPO-AGV 1996-2005.**

proef nr.	Jaar	locatie*	grondsoort	ras	voervrucht**	N_min (0-60 cm)	nulobject	aantal N-trappen	hoogste N-gift	N-gift volgens BA***
1	1996	LS	klei	Reggae	SB	41	ja	4	110	50
2	1997	LS	klei	Reggae	SB	24	ja	4	125	65
3	1998	LS	klei	Reggae	SB	31	ja	4	120	60
4	1996	KW	klei	Reggae	SB	28	ja	4	120	60
5	1997	KW	klei	Reggae	SB	29	ja	4	120	60
6	1998	KW	klei	Reggae	SB	31	ja	4	120	60
7	1996	KB	zand	Reggae	ZA	41	ja	4	110	50
8	1997	KB	zand	Reggae	ZA	14	ja	4	135	75
9	1998	KB	zand	Reggae	ZA	20	ja	4	130	70
10	2004	KB	zand	Pewter, Prestige	ZA		ja	4	160	73
11	2005	KB	zand	Pewter, Prestige	ZA	17	ja	4	160	73
12	2004	KP	dalgrond	Pewter, Prestige	ZA	17	ja	4	160	n.b.
13	2005	KP	dalgrond	Pewter, Prestige	ZA	n.b.	ja	4	160	55
						35				

* LS = proefbedrijf PPO-AGV te Lelystad; KW= proefboerderij Kollumerwaard te Munnikezijl; KB= proefboerderij Kooijenburg te Rolde; KP= proefboerderij 't Kompas te Valthermond.

** SB = suikerbieten; ZA = zetmeelaardappelen

*** voor BA is uitgegaan van brouwergerst (90 – Nmin)

De verschilmethode uit het protocol is toepasbaar voor het analyseren van de 13 proeven. Een voorwaarde die daarvoor in het protocol is genoemd is dat het bestaand advies (BA) als een van de N-trappen in de proeven opgenomen moet zijn of dat er tenminste 2 N-trappen boven BA liggen (Ten Berge et al., 2005). In de 9 N-proeven uit de periode 1996-1998 (dataset A) was het BA voor brouwergerst (90 – Nmin (0-60 cm) in kg N/ha) steeds als object in de proeven aanwezig, maar in de proeven uit 2004-2005 (dataset B) was dat niet het geval. Alle drie de N-trappen in deze proeven waren steeds hoger dan het N-advies. Het BA voor voergerst (110 – Nmin (0-60 cm) in kg N/ha) was in geen van de proeven aanwezig. Om op grond van deze methode een nieuw advies (NA) hoger dan BA te onderbouwen, moet de marktbaar opbrengst, het saldo of een andere relevante maat voor de opbrengst bij NA hoger zijn dan bij BA (indien BA opgenomen was), of bij NA hoger zijn dan bij een ander aangelegd N-niveau dat hoger was dan BA (indien BA niet was opgenomen).

Geen van de 13 proeven voldeed aan de gestelde eisen in het protocol om de gegevens te analyseren volgens de responsmethode, aangezien het aantal N-trappen daarvoor niet toereikend was. Volgens het protocol dienen er dan vijf trappen aanwezig te zijn (Ten Berge et al., 2005), terwijl het aantal trappen in de proeven steeds gelijk was aan vier. Ondanks dat zijn de proefresultaten op advies van de werkgroep "Actualisatie stikstofbemestingsadviezen" van de CDM toch ook geanalyseerd met de responsmethode. Dit maakt het mogelijk de op deze wijze afgeleide optimale N-giften te vergelijken met de uitkomsten van de verschilmethode.

3.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

3.3.1 Proeven PPO

3.3.1.1 Bruto opbrengst

De resultaten van de bruto opbrengsten in de 13 beschikbare veldproeven zijn weergegeven in tabel 3.4.

In de proeven die in 2004 en 2005 zijn uitgevoerd, waren de effecten van ras en het gebruik van de groeiregulator Moddus op de opbrengst beperkt en in vrijwel geen enkele situatie significant. Daarom zijn de gemiddelde resultaten van de opbrengst per N-trap (voor beide rassen samen en voor zowel geen als wel gebruik van Moddus) gepresenteerd in tabel 3.4.

Tabel 3.4. **Resultaten van de bruto-opbrengst in de 13 N-trappenproeven. De 9 proeven uit de periode 1996-1998 zijn uitgevoerd op 3 locaties (LS=Lelystad, KW=Kollumerwaard, KB=Kooyenburg te Rolde) en de 4 proeven uit 2004-2005 zijn uitgevoerd op 2 locaties (KB=Kooyenburg te Rolde, KP=t Kompas te Valthermond).**

Proef	grond-soort	voorvrucht	Nmin, kg N/ha	bruto opbrengst				LSD _{0,05}
				N-gift, kg N/ha ***				
				0	90-Nmin	120-Nmin	150-Nmin	
LS 96	klei	suikerbieten	41	7016	8373	8405	8188	542
LS 97	klei	suikerbieten	24	7262	9218	9230	8799	585
LS 98	klei	suikerbieten	31	7356	8297	7584	6871	306
KW 96	klei	suikerbieten	28	7485	8675	8662	8496	584
KW 97	klei	suikerbieten	29	7368	8749	8624	8407	431
KW 98	klei	suikerbieten	31	8123	7778	7137	6740	375
KB 96	zand	aardappelen	41	5078	6759	7502	7622	589
KB 97	zand	aardappelen	14	3543	7253	7951	7672	389
KB 98	zand	aardappelen	20	3822	6341	6458	6593	587
				0	80	120	160	
KB 04	zand	aardappelen	17	3466	6201	6681	6798	602
KB 05	zand	aardappelen	17	3359	6899	7814	7680	209
KP 04	dal	aardappelen	n.b.	3978	5764	5754	5323	272
KP 05	dal	aardappelen	35	3757	6318	6696	6554	346

Uit tabel 3.4 blijkt dat er in de proef KW 98 in het object zonder N-toediening een zeer hoge opbrengst werd gerealiseerd en dat de opbrengsten in de objecten met N-toediening lager waren. Uit gewaswaarnemingen die in de proef zijn gedaan is bekend dat er op het betreffende proefveld sprake was van een lang en slap gewas en dat er in een vroeg stadium van het groeiseizoen sprake was van ernstige legering (persoonlijke mededeling R. Timmer, 2005). Het percentage geleverde planten bedroeg respectievelijk 0, 60, 90 en 90% in de objecten 0, 90-Nmin, 120-Nmin en 150-Nmin. De omstandigheden in de proef waren uitzonderlijk in verband met een combinatie van een ruime vochtvoorziening en een hoge N-nalevering. Deze factoren zijn waarschijnlijk verantwoordelijk geweest voor het hoge legeringspercentage.

In de overige proeven nam de opbrengst in het algemeen toe met een toenemende N-gift, maar in een aantal gevallen was er sprake van een optimum, waarbij de opbrengst bij de hoogste N-gift weer ging dalen. Het N-niveau waarbij de hoogste opbrengst in de proeven uit 1996-1998 zijn verkregen, varieerde van 90-Nmin tot 150-Nmin kg N per ha, in afhankelijkheid van locatie en jaar. In de proeven uit 2004-2005 werd de maximale opbrengst verkregen bij N-giften variërend van 80 tot 160 kg N per ha (tabel 3.5).

Tabel 3.5. **N-gift waarbij de hoogste opbrengst werd gerealiseerd per proef.**

dataset	N-gift waarbij hoogste opbrengst werd gerealiseerd	proef
A	90 – Nmin	LS 98, KW 96, KW 97
	120 – Nmin	LS 96, LS 97, KB 97
	150 – Nmin	KB 96, KB 98
B	80	KP 04
	120	KB 05, KP 05
	160	KB 04

Uit een vergelijking van de opbrengstverschillen tussen de N-trappen en de LSD-waarde (tabel 3.4), blijkt dat de hoogste opbrengst niet in alle gevallen significant hoger was dan de opbrengst die werd verkregen bij een lagere N-trap. In die gevallen lijkt het niet verantwoord de N-gift die leidt tot de maximale opbrengst te gebruiken voor een onderbouwning van een nieuw advies.

De N-gift waarbij de opbrengst significant hoger was dan bij een lagere N-trap is eveneens per proef bepaald (tabel 3.6).

Tabel 3.6. **N-gift waarbij de opbrengst significant hoger was dan bij een lagere N-trap; per proef.**

dataset	N-gift waarbij opbrengst significant hoger was dan bij een lagere N-trap	proef
A	90 – Nmin	LS 96, LS 97, LS 98, KW 96, KW 97, KB 98
	120 – Nmin	KB 96, KB 97
B	80	KP 04
	120	KB 04, KB 05, KP 05

Opvallend is dat de “optimale N-gift” in alle beschouwde situaties op zavel en/of lichte klei gelijk was aan 90-Nmin. Op zand- en/of dalgrond was de “optimale N-gift” in 5 van de 7 gevallen gelijk aan 120-Nmin of 120 kg N per ha. Ogenschijnlijk is hierbij dus sprake van een grondsoorteffect, waarbij de “optimale N-gift” op zand- en dalgrond circa 30 kg N per ha hoger lag dan op zavel en lichte kleigrond.

Om op basis van de opbrengst en de verschilmethode een NA te onderbouwen moet de opbrengst van NA hoger zijn dan van BA (90-Nmin; dataset A) of moet de opbrengst bij NA hoger zijn dan bij een ander aangelegd N-niveau dat hoger was dan BA (80 kg N per ha; dataset B). Kijkend naar de resultaten in tabel 3.6, lijkt het zinvol een onderscheid te maken naar grondsoort, aangezien in geen enkele proef op kleigrond het niveau boven BA tot een significant hogere opbrengst leidde dan BA, terwijl op zand- en dalgrond een N-gift van 120 – Nmin (dataset A) of 120 (dataset B) in vijf van de zeven proeven tot een significant hogere opbrengst leidde dan BA (dataset A) of het niveau van 80 in dataset B (dit was hoger dan BA). Dit lijkt een verhoging van het BA voor zand- en dalgronden te rechtvaardigen, terwijl dat voor kleigronden niet het geval is.

Er dient een kanttekening worden geplaatst bij het onderscheid naar grondsoort, aangezien bij een vergelijking van de proeven het grondsoorteffect is verstrengeld met het effect van de voorvrucht. Zoals blijkt uit tabel 3.3 hadden alle proeven op zavel en kleigrond suikerbieten als voorvrucht, terwijl dat voor alle proeven op zand- en dalgrond aardappelen waren. Het is bekend dat de N-inhoud van de gewasresten van suikerbieten aanzienlijk is en dat er rekening moet worden gehouden met een meer dan gemiddelde nawerking (zie verder).

Verder dient de onderbouwning van NA bij voorkeur te worden gebaseerd op de marktbaar opbrengst of het saldo en niet op de bruto opbrengst, zoals hiervoor is gedaan. Voor brouwergerst betekent dat, dat rekening moet worden gehouden met kwaliteitsaspecten, zoals het volgerstpercentage en het eiwitgehalte (voor marktbaar opbrengst) en/of met de financiële opbrengst en de meststof- en bemestingskosten (voor saldo). Daartoe is hierna voor dezelfde proeven eerst ingegaan op kwaliteitsparameters en vervolgens op de financiële opbrengst en het saldo.

3.3.1.2 Kwaliteitsparameters

Zomergerst kan worden geteeld als brouwergerst of als voergerst. Om als brouwergerst in aanmerking te komen, moet de gerst aan een aantal kwaliteitseisen voldoen. De kwaliteitseisen hebben betrekking op het eiwitgehalte, dat niet te hoog en niet te laag dient te zijn, en op het volgerstpercentage, dat zo hoog mogelijk moet zijn.

De effecten van de N-trappen op het eiwitgehalte en het percentage volgerst is per proef weergegeven in tabel 3.7.

Tabel 3.7. Effect van de N-trap op het eiwitgehalte en het percentage volgerst in de proeven.

proef	aandeel volgerst, %				eiwitgehalte, %			
	N-gift, kg N/ha				N-gift, kg N/ha			
	0	90-Nmin	120-Nmin	150-Nmin	0	90-Nmin	120-Nmin	150-Nmin
LS 96	99	99	98	98	9,1	9,7	10,8	11,1
LS 97	97	96	94	89	8,6	8,8	9,2	10,0
LS 98	97	96	91	84	9,4	9,6	10,0	11,2
KW 96	96	98	96	93	9,1	9,5	9,9	10,3
KW 97	94,6	89,4	81,5	78,4	8,8	9,5	10,1	10,3
KW 98	90	80,2	78,6	76,4	9,7	10,7	11,0	11,8
KB 96	96	97	94	93	7,7	8,4	9,4	10,8
KB 97	95,9	94	91,7	89,1	8,6	8,6	9,2	10,2
KB 98	97	94	92	91	9,0	8,9	9,3	10,5
	0	80	120	160	0	80	120	160
KB 04	98,0	98,3	98,1	97,7	9,9	10,8	11,8	12,2
KB 05	97,8	98,4	98,2	96,4	10,0	9,5	10,6	11,9
KP 04	94,0	94,3	92,6	90,0	11,3	10,5	10,9	11,7
KP 05	98,7	98,8	98,4	98,0	9,3	10,3	11,9	13,1

Uit tabel 3.7 blijkt het volgende:

- 1 het eiwitgehalte neemt steeds toe met toenemende N-gift, maar de mate waarin dit gebeurt verschilt tussen locaties en jaren
- 2 het aandeel volgerst is in het algemeen hoog en in een aantal gevallen is sprake van een duidelijke afname met een toenemende N-gift.

In de volgende paragraaf is beschreven hoe dit tot uiting komt in de financiële opbrengst en het saldo.

3.3.1.3 Financiële opbrengst en saldo

Bemestingsadviezen zijn in het algemeen gebaseerd op de economisch optimale N-gift. Dit is de N-gift waarbij het saldo het hoogst is, ofwel waarbij de extra benodigde meststofkosten nog net opwegen tegen de extra opbrengst die daarmee wordt gerealiseerd. In het eerder genoemde protocol (Ten Berge et al., 2005) is aangegeven dat bij hantering van de verschil- of de responsmethode de marktbaar opbrengst, het saldo of een andere relevante maat voor opbrengst van NA hoger dient te zijn dan dat van BA.

Het saldo is daarbij gedefinieerd als de opbrengst minus de toegerekende kosten, waarbij de toegerekende kosten zich beperken tot de bemestingskosten. Hierna is de optimale N-gift afgeleid voor de financiële opbrengst (die bestaat uit een combinatie van bruto opbrengst en kwaliteitsaspecten; dit is de situatie bij een meststofprijs van 0) en het saldo.

Bij Agrifirm zijn de uitbetalingsprijzen voor gerst opgevraagd. Deze zijn gebaseerd op het seizoen 2004, aangezien de prijzen voor het seizoen 2005 op het moment van schrijven van dit rapport nog niet beschikbaar waren. De door Agrifirm beschikbaar gestelde prijzen zijn weergegeven in tabel 3.8.

Tabel 3.8. **Premietabel voor brouwergerst, oogst 2004 (Bron: Agrifirm, 2005).**

Volgerst percentage	Premie in €/ton		Eiwitgehalte in %	Premie in €/ton	
	Barke	overige		Barke	Overige
vanaf 90 %	7,5	5	t/m 11,5 %	10	7,5
80 - 89,9 %	5	2,5	11,6 - 12,0 %	7,5	5
70 - 79,9 %	5	2,5	12,1 - 12,5 %	5	2,5
60 - 69,9	0	0	> 12,5 %	voer	voer
< 60 %	voer	voer			

De premies komen boven op de standaardprijs voor voergerst, die in 2004 lag op een niveau van 103,67 euro per ton, incl. 6% BTW. Dit betekent dat de maximaal uitbetaalde premie voor brouwergerst voor het ras Barke lag op 17,50 euro per ton en voor de overige rassen op 12,50 euro per ton.

Voor de prijzen van de meststofkosten is het prijsniveau van 20,05 euro per 100 kg kalkammonsalpeter (27% N) over het seizoen 2004/2005 aangehouden (LEI, 2005). Dit komt overeen met 0,74 euro per kg N.

Op basis van de gegevens uit tabel 3.8 en de prijs voor kunstmest kan, in combinatie met bruto-opbrengsten, eiwitgehalte en volgerstpercentage de financiële opbrengst (tabel 3.9) en het saldo (tabel 3.10) per object worden uitgerekend.

Tabel 3.9. **Resultaten van de financiële opbrengst in de 13 N-trappenproeven.**

proef	grond- soort	voorvrucht	Nmin, kg N/ha	financiële opbrengst per object			
				N-gift, kg N/ha			
				0	90-Nmin	120-Nmin	150-Nmin
LS 96	klei	suikerbieten	41	815	973	976	951
LS 97	klei	suikerbieten	24	844	1071	1072	1000
LS 98	klei	suikerbieten	31	855	964	881	781
KW 96	klei	suikerbieten	28	870	1008	1006	987
KW 97	klei	suikerbieten	29	856	994	980	956
KW 98	klei	suikerbieten	31	944	884	811	749
				0	80	120	160
KB 96	zand	aardappelen	41	590	785	872	885
KB 97	zand	aardappelen	14	412	843	924	872
KB 98	zand	aardappelen	20	444	737	750	766
KB 04	zand	aardappelen	17	403	720	759	756
KB 05	zand	aardappelen	17	390	801	908	873
KP 04	dal	aardappelen	n.b.	457	670	668	605
KP 05	dal	aardappelen	35	436	734	761	712

Uit de resultaten blijkt dat de hoogste financiële opbrengst in twee van de zes proeven op kleigrond werd gerealiseerd bij een niveau van 120 – Nmin, in drie proeven bij 90-Nmin en in een proef (KW 98) bij 0.

In twee van de drie proeven op zandgrond uit de periode 1996-1998 werd de hoogste financiële opbrengst gerealiseerd bij 150-Nmin en in de derde proef bij 120 - Nmin. In drie van de vier proeven op zand- en dalgrond die zijn uitgevoerd in 2004 en 2005 werd de hoogste financiële opbrengst gerealiseerd bij een niveau van 120 kg N per ha en in een proef bij 80 kg N per ha.

Tabel 3.10. **Resultaten van het saldo in de 13 N-trappenproeven bij een meststofprijs van 0,74 euro per kg N.**

proef	grond-soort	voorvrucht	Nmin, kg N/ha	saldo per object				LSD _{0,05}
				N-gift, kg N/ha ***				
				0	90-Nmin	120-Nmin	150-Nmin	
LS 96	klei	suikerbieten	41	815	936	917	870	63
LS 97	klei	suikerbieten	24	844	1023	1002	908	67
LS 98	klei	suikerbieten	31	855	920	805	692	38
KW 96	klei	suikerbieten	28	870	963	940	898	68
KW 97	klei	suikerbieten	29	856	972	914	867	50
KW 98	klei	suikerbieten	31	944	840	745	660	35
KB 96	zand	aardappelen	41	590	749	813	805	68
KB 97	zand	aardappelen	14	412	787	846	791	45
KB 98	zand	aardappelen	20	444	685	676	664	69
				0	80	120	160	
KB 04	zand	aardappelen	17	403	661	679	663	70
KB 05	zand	aardappelen	17	390	742	819	755	26
KP 04	dal	aardappelen	n.b.	457	610	580	480	31
KP 05	dal	aardappelen	35	436	675	670	597	41

Uit de resultaten blijkt dat het hoogste saldo in vijf van de zes proeven op kleigrond werd gerealiseerd bij een niveau van 90-Nmin en in een proef (KW 98) bij 0. In twee van de drie proeven op zandgrond uit de periode 1996-1998 werd het hoogste saldo gerealiseerd bij 120-Nmin en in de derde proef bij 90 - Nmin. In twee van de vier proeven op zand- en dalgrond die zijn uitgevoerd in 2004 en 2005 werd het hoogste saldo gerealiseerd bij een niveau van 120 kg N per ha en in de overige twee proeven bij 80 kg N per ha.

Op basis van de resultaten van de financiële opbrengst en het saldo zijn de optimale N-giften per proef afgeleid. Daartoe is zowel de verschilmethode als de responsmethode gebruikt. Aangezien er bij de meeste proeven sprake was van een optimum (vanaf een bepaalde N-gift was sprake van een dalende financiële opbrengst en saldo) was de 2^e graads polynoom het meest aangewezen responsmodel. Dit model is dan ook gebruikt voor het afleiden van de optimale N-gift per proef (bijlage 1 t/m 4). De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.11, waarbij de optimale N-giften zijn afgeleid van de werkelijk gerealiseerde N-giften (de Nmin-voorraad in de proeven die zijn uitgevoerd van 1996-1998 verschilde tussen jaren, waardoor de N-giften verschilden).

Tabel 3.11. **Optimale N-giften (in kg N/ha) op kleigrond en zand- en dalgrond, afgeleid met de verschilmethode en de responsmethode en gebaseerd op financiële opbrengst en saldo.**

proef	grondsoort	verschilmethode		responsmethode	
		financiële opbrengst	saldo	financiële opbrengst	saldo
LS 96	klei	80	50	74	58
LS 97	klei	95	65	79	70
LS 98	klei	60	60	51	41
KW 96	klei	60	60	83	65
KW 97	klei	60	60	77	61
KW 98	klei	0	0	0	0
gemiddeld	klei	59	49	61	49
KB 96	zand	110	80	115	100
KB 97	zand	105	105	110	101
KB 98	zand	130	70	111	97
KB 04	zand	120	120	136	116
KB 05	zand	120	120	133	120
KP 04	dalgrond	80	80	95	79
KP 05	dalgrond	120	80	114	99
gemiddeld	zand- en dalgrond	112	94	116	102

Uit tabel 3.11 blijkt dat het niveau van de optimale N-giften die zijn afgeleid uit de hiervoor beschreven proeven:

- sterk verschillen tussen kleigronden enerzijds en zand- en dalgronden anderzijds, waarbij de optimale N-gift op zand- en dalgrond steeds veel hoger was dan die op kleigrond. Mogelijk is dit het gevolg van een hogere N-nalevering uit de bodem en gewasresten op de kleigronden (op de kleigronden was steeds sprake van suikerbieten als voorvrucht).
- afhankelijk waren van de basisdata waarvan ze zijn afgeleid. De optima gebaseerd op financiële opbrengst lagen steeds op een hoger niveau dan die gebaseerd op het saldo.
- nauwelijks afhankelijk waren van de methode die is gebruikt voor de afleiding. Gebruik van de verschilmethode leverde gemiddeld een vergelijkbaar resultaat dan gebruik van de responsmethode. Alleen op zand- en dalgrond leidde gebruik van de responsmethode bij het afleiden van de optimale N-gift op basis van het saldo tot een hoger optimum dan bij gebruik van de verschilmethode.

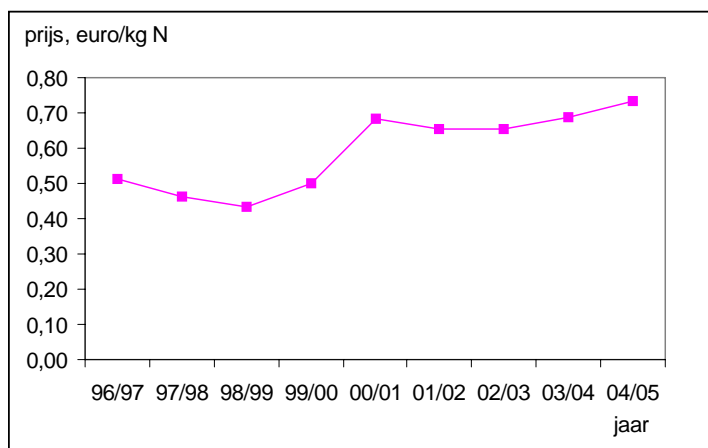
Het voorgaande is gebaseerd op de werkelijk in de proeven gerealiseerde N-gift. Het huidige bemestingsadvies (BA) is weergegeven als een functie van de N_{min}-voorraad (90- N_{min}). Daarnaast is in BA de mogelijkheid opgenomen om een correctie toe te passen voor de N-nawerking van bepaalde voorvruchten, zoals suikerbieten. In paragraaf 3.3.1.5 wordt nagegaan op welke manier daarmee in de voorstellen voor een NA rekening kan worden gehouden. Eerst wordt in de volgende paragraaf ingegaan op het effect van de meststofprijs op het saldo.

3.3.1.4 Gevoeligheid van saldo voor uitbetalingsprijs en meststofprijs

Het niveau van de uitbetalingsprijs is uiteraard wel van invloed op de hoogte van het saldo, maar nauwelijks op de ligging van het optimum ervan. Dit is nagegaan door de consequenties voor het saldo van de prijs van 103,67 euro per ton uit 2004 te vergelijken met de prijs van 130 euro per ton, die in 2003 werd gehanteerd (LEI, 2005). Wel kunnen veranderingen in de premie voor volgerstpercentage en eiwitgehalte van invloed zijn op de ligging van het optimale saldo, maar hierover hebben we geen informatie.

Meststofprijzen kunnen wel een significant effect hebben op de ligging van het optimale saldo. In het seizoen 2004/05 was de meststofprijs hoog, wat tot gevolg heeft dat het optimale saldo bij een lagere N-gift wordt bereikt dan bij lage prijzen. Aangezien de kunstmest-N-prijs flinke schommelingen

kan laten zien (figuur 3.1), is hierna aangegeven wat het effect daarvan is op de ligging van het saldo.



Figuur 3.1. **Fluctuatie van de prijs van kalkammonsalpeter in de periode van 1996/97 tot 2004/05.**

In de periode van 1996/97 tot 2004/05 werd de laagste prijs gerealiseerd in het seizoen 1998/99 (0,44 euro per kg N) en de hoogste prijs in 2004/05 (0,74 euro per kg N). Het berekende saldo in tabel 3.10 is gebaseerd op de prijs van 0,74 euro per kg N. Om het effect van een mogelijke daling van de meststofprijs in de toekomst in beeld te brengen, is het saldo voor de proeven nog eens berekend voor een meststofprijs van 0,44 euro per kg N (tabel 3.12).

Tabel 3.12. **Resultaten van het saldo in de 13 N-trappenproeven bij een verlaagde meststofprijs van 0,44 euro per kg N.**

locatie + jaar	voorvrucht	Nmin, kg N/ha	saldo per object				LSD _{0,05}
			N-gift, kg N/ha ***				
			0	90-Nmin	120-Nmin	150-Nmin	
LS 96	suikerbieten	41	815	951	941	903	63
LS 97	suikerbieten	24	844	1042	1031	945	67
LS 98	suikerbieten	31	855	938	832	728	38
KW 96	suikerbieten	28	870	981	967	934	68
KW 97	suikerbieten	29	856	990	941	903	50
KW 98	suikerbieten	31	944	858	772	696	35
KB 96	aardappelen	41	590	764	837	837	68
KB 97	aardappelen	14	412	810	878	832	45
KB 98	aardappelen	20	444	706	706	703	69
			0	80	120	160	
KB 04	aardappelen	17	403	685	715	711	70
KB 05	aardappelen	17	390	766	855	803	26
KP 04	aardappelen	n.b.	457	634	616	528	31
KP 05	aardappelen	35	436	699	706	645	41

Bij een berekening van het saldo bij een prijs van 0,44 euro per kg N, verschuift de N-gift waarbij het maximale saldo wordt gerealiseerd in een geval van 80 naar 120. Het betrof de proef KP05. Verder was het saldo bij 90-Nmin en 120-Nmin in een proef (KB 98) gelijk geworden. Dit was ook het geval bij 120-Nmin en 150-Nmin bij KB96.

Als de verschilmethode wederom wordt toegepast, zou voor de zand- en dalgronden mogelijk tot een NA kunnen worden gekomen, aangezien het saldo in vijf van de zeven proeven in het object met NA (120 of 120-Nmin) hoger was dan BA (zandgronden, dataset A) of in het object hoger dan BA (dataset

B; 80 kg N per ha). Overigens was dit verschil in slechts drie gevallen significant. Bij de kleigronden werd het hoogste saldo ook bij de lage meststofprijs in op één na (KW98) alle beschouwde proeven gerealiseerd bij 90 – Nmin.

Hieruit blijkt dat de meststofprijs de ligging van het N-niveau waarbij het hoogste saldo wordt gerealiseerd kan beïnvloeden en daarmee ook de hoogte van het voorgestelde N-bemestingsadvies.

3.3.1.5 Correctie voor N-nawerking gewasresten en Nmin-voorraad in de bodem

In de voorgaande paragrafen is de financiële opbrengst en het saldo afgeleid, uitgaande van de door Agrifirm gehanteerde uitbetalingsprijs en twee uiteenlopende meststofprijzen van kalkammonsalpeter (kas). De gift waarbij de hoogste financiële opbrengst of het hoogste saldo wordt bereikt is de economisch optimale N-gift (tabel 3.11). Bij de interpretatie van deze cijfers moet echter rekening worden gehouden met de volgende zaken:

- De resultaten van de optimale N-giften per proef zijn in tabel 3.11 weergegeven als vaste giften. Deze konden voor op één na alle proeven eenvoudig worden uitgedrukt als functie van de Nmin-voorraad. Voor een van de proeven (KP 04) was dat lastig, omdat de Nmin-voorraad in deze proef niet is bepaald. Daartoe is aangenomen dat de Nmin-voorraad in deze proef gelijk was aan 20 kg N per ha. Bij gebruik van de verschilmethode mag deze correctie voor de Nmin-voorraad per proef alleen leiden tot een NA bij een N-gift hoger dan BA (als BA in de proef aanwezig was) of bij een N-gift hoger dan een ander niveau dat hoger was dan BA (als BA niet in de proef aanwezig was). Als dit niet het geval was, is BA of een lager niveau vermeld als optimum.
- In de proeven op lichte kleigrond te Lelystad en Kollumerwaard was de voorvrucht steeds suikerbieten. In de “Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen” (Van Dijk, 2003) is aangegeven dat in het eerste jaar na onderwerken van suikerbietenblad een korting op de N-adviesgift kan worden toegepast van 20 kg N per ha als de Nmin-voorraad in het voorjaar wordt gemeten. Met andere woorden: de economisch optimale N-gift is in een situatie met suikerbieten als voorvrucht 20 kg N per ha lager dan in een situatie met een andere voorvrucht, zoals aardappelen. Aangezien in de adviesbasis wordt geadviseerd een korting op de N-gift van het volggewas toe te passen als bietenblad wordt ondergewerkt, dient voor het advies uitgegaan te worden van een situatie met een voorvrucht anders dan suikerbieten. Daartoe lijkt het verantwoord de N-giften waarbij de hoogste financiële opbrengst of saldo werden gerealiseerd (tabel 3.11), voor de situaties met suikerbieten als voorvrucht, met 20 kg N per ha te verhogen. Bij gebruik van de verschilmethode is dit, evenals bij de correctie voor Nmin, alleen toegestaan bij een N-trap boven BA (als BA in de proef aanwezig was) of als die optimale N-gift hoger was dan een ander niveau hoger dan BA (als BA niet in de proef aanwezig was). Als dit niet het geval was, is BA of een lager niveau vermeld als optimum, aangezien dan op het niveau van de proef geen NA kan worden voorgesteld dat hoger is dan BA. Er is in dat geval geen correctie voor voorvrucht toegepast. Bij gebruik van de responsmethode is de correctie voor de voorvrucht suikerbieten wel in alle gevallen toegepast.

De hiervoor voorgestelde correcties zijn toegepast in tabel 3.13.

Tabel 3.13. **Optimale N-giften (waarden van “a” in formule voor N_{min}-advies: a – b * N_{min}, waarbij b=1) op kleigrond en zand- en dalgrond, afgeleid met de verschilmethode en de responsmethode en gebaseerd op financiële opbrengst en saldo. Voor een aantal proeven op kleigrond is tevens een correctie voor voorvrucht toegepast (zie codering).**

proef	grondsoort	voorvrucht	verschilmethode		responsmethode	
			financiële opbrengst	saldo	financiële opbrengst	saldo
LS 96	klei	suikerbieten	140 ²	90 ¹	135 ²	119 ²
LS 97	klei	suikerbieten	140 ²	90 ¹	123 ²	114 ²
LS 98	klei	suikerbieten	90 ¹	90 ¹	102 ²	92 ²
KW 96	klei	suikerbieten	90 ¹	90 ¹	131 ²	113 ²
KW 97	klei	suikerbieten	90 ¹	90 ¹	126 ²	110 ²
KW 98	klei	suikerbieten	0	0	0	0
gemiddeld	klei		92	75	103	91
KB 96	zand	aardappelen	150 ¹	120 ¹	156 ¹	141 ¹
KB 97	zand	aardappelen	120 ¹	120 ¹	124 ¹	115 ¹
KB 98	zand	aardappelen	150 ¹	90	131 ¹	117 ¹
KB 04	zand	aardappelen	137 ¹	137 ¹	153 ¹	133 ¹
KB 05	zand	aardappelen	137 ¹	137 ¹	150 ¹	137 ¹
KP 04	dalgrond	aardappelen	90	90	115 ¹	99 ¹
KP 05	dalgrond	aardappelen	155 ¹	90	149 ¹	134 ¹
gemiddeld	zand- en dalgrond		134	112	140	125

¹ Optimale N-gift (waarde “a” in formule voor N_{min}-advies), waarbij alleen een correctie is toegepast voor N_{min}-voorraad.

² Optimale N-gift (waarde “a” in formule voor N_{min}-advies), waarbij zowel een correctie is toegepast voor N_{min}-voorraad als voor voorvrucht.

Uit de resultaten die zijn weergegeven in tabel 3.13 blijkt weer het grote verschil tussen de optimale N-giften op kleigrond enerzijds en die op zand- en dalgrond anderzijds. De relatief lage optimale N-gift in de proeven op kleigrond is waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van factoren, namelijk:

- de hoge N-nalevering uit bodem en gewasresten in deze proeven. Dit komt het duidelijkst naar voren in proef KW98, waar de optimale N-gift gelijk was aan 0. Onduidelijk is of de hoge nalevering moet worden toegeschreven aan een nalevering uit de bodem, uit gewasresten of uit beide.
- door de proefopzet, waarin een object overeenkomend met BA ontbrak (die had in dit geval, rekening houdend met een nalevering van 20 kg N per ha uit bietenblad, gelijk moeten zijn aan 70 – N_{min}), waardoor in de objecten van 90 – N_{min} (die eigenlijk gelijk waren aan 110 – N_{min} door de nalevering uit bietenblad) geen correctie voor de nalevering uit bietenblad kon worden toegepast.

Als een optimale N-gift wordt afgeleid op basis van financiële opbrengst, die is opgebouwd uit een uitbetalingsprijs voor de bruto opbrengst en kwaliteitsaspecten (eiwitgehalte en volgerstpercentage), ligt die op een veel hoger niveau dan bij afleiding op basis van het saldo, waarbij ook de meststofkosten van kalkammonsalpeter in het plaatje zijn meegenomen.

Aangezien het bij de afleiding van bemestingsadviezen gaat om de economisch optimale N-gift en omdat kalkammonsalpeter de meest gebruikte N-meststof is, is het saldo de meest aangewezen maat voor afleiding van de optimale N-gift en een nieuw N-bemestingsadvies.

Gebruik van de verschilmethode dan wel de responsmethode heeft ook invloed op de ligging van het optimum. In de hier beschreven situaties leidde gebruik van de responsmethode tot hogere optimale N-giften dan gebruik van de verschilmethode. Het lijkt zinvol het gemiddelde van de optimale N-giften op basis van het saldo, afgeleid met de verschilmethode en de responsmethode te gebruiken als basis voor het voorstel voor een NA. Voor kleigronden bedraagt dit 85 – N_{min} en voor zand- en

dalgronden 119 – Nmin.

3.3.2 Telen met toekomst

Vanuit het project “Telen met toekomst” (Tmt) zijn bemestingsgegevens van ruim 100 zomergerstpercelen beschikbaar over de periode 2000 t/m 2004 (tabel 3.14). Ongeveer een derde van de gegevens is afkomstig van het jaar 2004.

Telers binnen het project Tmt behoren tot de groep vooroplopende akkerbouwers waarbij het milieubewustzijn sterk aanwezig is en er gestreefd wordt naar de (economisch) hoogst mogelijke opbrengst.

Tabel 3.14. **Resultaten van de N-bemesting op praktijkpercelen in relatie tot het bemestingsadvies en de voorgestelde N-gebruiksnorm in het project Telen met toekomst. Het betreft gemiddelden van de jaren 2000 t/m 2003.**

jaar	aantal percelen	rassen	BA*		N-bemesting (tot. werkzaam)	spreiding	% > BA	
			brouwergerst	voergerst			brouwergerst	voergerst
2000-2003	90	divers	60	80	85	49-192	97	63
2004	29	divers	60	80	89	65-131	100	69

* uitgaande van 30 kg N/ha in 0-60 cm.

In de tabel is de totale bemesting met werkzame N weergegeven, waarbij zowel de gemiddelde N-gift als de spreiding ervan tussen de percelen is gepresenteerd. Daarnaast is aangegeven op welk aandeel van de percelen de werkzame N-gift hoger is dan het BA voor brouwergerst dan wel voergerst. Uit het databestand is namelijk niet af te leiden wat het teeltdoel van de zomergerst was. Bij de vaststelling van de hoogte van het BA is zowel voor brouwergerst als voor voergerst uitgegaan van een Nmin-voorraad van 30 kg N per ha in de 0-60 cm laag.

De gemiddelde bemesting aan werkzame N was zowel in de periode 2000-2003 als in 2004 groter dan het bestaand advies, maar er is sprake van een aanzienlijke spreiding in de gerealiseerde bemesting tussen de percelen. De bemesting was op 97-100% van de percelen hoger dan het huidige N-bemestingsadvies voor brouwergerst en in 63-69% hoger dan het advies voor voergerst.

3.3.3 Project Praktijkcijfers 2

Vanuit het project “Praktijkcijfers 2” zijn over de periode 2000 t/m 2002 een groot aantal gegevens beschikbaar, die afkomstig zijn van praktijkpercelen van “een doorsnede van de moderne, op de toekomst gerichte Nederlandse akkerbouwer”. Het betrof zomergerstpercelen van 29-39 telers per jaar, verdeeld over klei, löss en zand (tabel 3.15).

Tabel 3.15. **Resultaten van de N-bemesting in de periode 2000-2002 op praktijkbedrijven in het project Praktijkcijfers 2.**

jaar	aantal percelen	rassen	BA*		N-bemesting (tot. werkzaam)	spreiding	% > BA		opbrengst
			brouwergerst	voergerst			brouwergerst	voergerst	
2000	37	divers	60	80	90	36-157	86	62	n.b.
2001	39	divers	60	80	82	37-148	87	55	5938
2002	29	divers	60	80	88	47-197	90	55	6037

* uitgaande van 30 kg N/ha in 0-60 cm.

Evenals bij de resultaten van Telen met toekomst is de totale bemesting met werkzame N weergegeven, waarbij zowel de gemiddelde N-gift als de spreiding ervan tussen de percelen is gepresenteerd. Ook hier is aangegeven op welk aandeel van de percelen de werkzame N-gift hoger is dan het BA voor brouwergerst dan wel voergerst, omdat uit het databestand niet af te leiden is wat het teeltdoel van de zomergerst was. Bij de vaststelling van de hoogte van het BA is zowel voor brouwergerst als voor voergerst uitgegaan van een Nmin-voorraad van 30 kg N per ha in de 0-60 cm laag.

De gemiddelde bemesting aan werkzame N was zowel in alle drie de jaren 2000, 2001 en 2002 hoger dan het bestaand advies, maar er was ook hier sprake van een aanzienlijke spreiding in de gerealiseerde bemesting tussen de percelen. De bemesting was op 86-90% van de percelen hoger dan het huidige N-

bemestingsadvies voor brouwergerst en in 55-62% hoger dan het advies voor voergerst.

3.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies zomergerst

3.4.1 Resultaten verkregen uit proeven

Op basis van de proefresultaten is nagegaan of een NA kon worden onderbouwd voor zomergerst, waarbij in het BA de teeltdoelen brouwergerst en voergerst worden onderscheiden. Aangezien op dit moment vrijwel alle gerst als brouwergerst wordt geteeld, is de aandacht vooral gericht op een eventuele actualisatie van het brouwergerst-advies.

Daarbij is gebruik gemaakt van een dataset A met negen proeven, waarvan zes proeven zijn uitgevoerd op kleigrond en drie op zandgrond, in de periode van 1996-1998. Daarbij moet worden opgemerkt dat in de zes proeven op kleigrond suikerbieten de voorvrucht is geweest, waarvan bekend is dat er sprake is van een aanzienlijke N-nalevering. Daarnaast was er nog een dataset B met vier proeven, die in 2004-2005 zijn uitgevoerd op zand- en dalgrond.

Ondanks dat de proeven niet voldeden aan de in het protocol gestelde eisen ten aanzien van een analyse met de responsmethode, zijn de proeven zowel geanalyseerd met de verschilmethode als met de responsmethode. Daarbij is nagegaan of er op basis van financiële opbrengst en/of het saldo aanleiding was een NA te formuleren.

De hoogste financiële opbrengst (gebaseerd op bruto-opbrengst, volgerst- en eiwitpercentage) werd in twee van de zes proeven op kleigrond gerealiseerd bij een niveau van 120 – Nmin, in drie proeven bij 90-Nmin en in een proef (KW 98) bij 0.

In twee van de drie proeven op zandgrond uit de periode 1996-1998 werd de hoogste financiële opbrengst gerealiseerd bij 150-Nmin en in de derde proef bij 120 - Nmin. In drie van de vier proeven op zand- en dalgrond die zijn uitgevoerd in 2004 en 2005 werd de hoogste financiële opbrengst gerealiseerd bij een niveau van 120 kg N per ha en in een proef bij 80 kg N per ha.

Het hoogste saldo (uitgaande van een meststofprijs van 0,74 euro per kg kalkammonsalpeter) werd in vijf van de zes proeven op kleigrond gerealiseerd bij een niveau van 90-Nmin en in een proef (KW 98) bij 0. In twee van de drie proeven op zandgrond uit de periode 1996-1998 werd het hoogste saldo gerealiseerd bij 120-Nmin en in de derde proef bij 90 - Nmin. In twee van de vier proeven op zand- en dalgrond die zijn uitgevoerd in 2004 en 2005 werd het hoogste saldo gerealiseerd bij een niveau van 120 kg N per ha en in de overige twee proeven bij 80 kg N per ha.

De hoogte van de gemiddelde optimale N-gift voor de proeven op kleigrond en die op zand- en dalgrond was afhankelijk van de gebruikte basisgegevens (financiële opbrengst of saldo) en de methode (verschil- of responsmethode) (tabel 3.16).

Tabel 3.16. **Optimale N-giften (waarden van “a” in formule voor Nmin-advies: $a - b \cdot N_{min}$, waarbij $b=1$) op kleigrond en zand- en dalgrond, afgeleid met de verschilmethode en de responsmethode en gebaseerd op financiële opbrengst en saldo.**

grondsoort	voorvrucht	verschilmethode		responsmethode	
		financiële opbrengst	saldo	financiële opbrengst	saldo
klei	suikerbieten	92	75	103	91
zand- en dalgrond	aardappelen	134	112	140	125

Uit de resultaten die zijn weergegeven in tabel 3.16 blijkt het volgende:

- Er is sprake van een groot verschil tussen de optimale N-giften op kleigrond enerzijds en die op zand- en dalgrond anderzijds. De relatief lage optimale N-gift in de proeven op kleigrond is waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van een hoge N-nalevering uit bodem en

gewasresten (dit blijkt het duidelijkst uit proef KW98) en het ontbreken van BA in de proeven, waardoor onduidelijk is of de laagste N-gift van 110 – Nmin (inclusief nalevering uit bietenblad) een hogere financiële opbrengst en saldo geeft dan BA

- Als een optimale N-gift wordt afgeleid op basis van financiële opbrengst, die is opgebouwd uit een uitbetalingsprijs voor de bruto opbrengst en kwaliteitsaspecten (eiwitgehalte en volgerstpercentage), ligt die op een veel hoger niveau dan bij afleiding op basis van het saldo, waarbij ook de meststofkosten van kalkammonsalpeter in het plaatje zijn meegenomen. Aangezien het bij de afleiding van bemestingsadviezen gaat om de economisch optimale N-gift en omdat kalkammonsalpeter de meest gebruikte N-meststof is, is het saldo de meest aangewezen maat voor afleiding van de optimale N-gift en een nieuw N-bemestingsadvies.
- Gebruik van de verschilmethode dan wel de responsmethode heeft ook invloed op de ligging van het optimum. In de hier beschreven situaties leidde gebruik van de responsmethode tot hogere optimale N-giften dan gebruik van de verschilmethode. Het lijkt zinvol het gemiddelde van de optimale N-giften op basis van het saldo, afgeleid met de verschilmethode en de responsmethode te gebruiken als basis voor het voorstel voor een NA. Voor kleigronden bedraagt dit 85 – Nmin en voor zand- en dalgronden 119 – Nmin.

3.4.2 Gegevens uit praktijkprojecten

Uit de informatie van de bemesting op praktijkpercelen van voorloperbedrijven blijkt dat de gerealiseerde N-bemesting in vrijwel alle gevallen hoger is dan het N-advies voor brouwergerst en in een aanzienlijk aantal gevallen hoger dan dat van voergerst. Mogelijke redenen hiervan zijn lage Nmin-gehalten in de bodem. Aangezien het grootste deel van de zomergerst wordt geteeld op zandgrond, waar de Nmin-voorraad in het voorjaar vaak laag is, kan het zijn dat de adviesgift in werkelijkheid hoger was dan de adviesgift waar in deze studie van uitgegaan is.

Overigens lag de gemiddelde N-gift die op de praktijkpercelen is gerealiseerd niet ver boven het N-advies voor voergerst.

3.4.3 Voorstel voor N-bemestingsadvies

Aangezien er voor zomergerst een bestaand advies is, waarvan de onderbouwing is gedocumenteerd, en zomergerst een gewas is met een groot belang, zijn de minimaal vereiste combinaties van datatype x methode voor de actualisatie van een definitief advies 6 formele datasets (tenminste 2 jaar en 2 locaties). Deze mogen worden geanalyseerd met de verschil-, de balans- of de responsmethode. Het totaal aantal beschikbare datasets was voor deze studie gelijk aan 13, die in alle gevallen voldoen aan de voorwaarden gesteld aan formele proeven, zodat er in principe voldoende materiaal beschikbaar is om een actualisatie van een definitief advies mogelijk te maken. Ondanks dat het aantal N-trappen in de proeven onvoldoende was om een analyse volgens de responsmethode uit te voeren, is zowel een analyse met de verschilmethode als met de responsmethode uitgevoerd. Daarbij is een aparte analyse uitgevoerd voor de 6 proeven op kleigrond en voor de 7 proeven op zand- en dalgrond.

Bij de proeven op kleigrond was steeds sprake van een voorvrucht suikerbieten. Waarschijnlijk heeft dit een belangrijke rol gespeeld bij de relatief lage optimale N-giften in deze proeven. Verder liet de proefopzet van de proeven op kleigrond het niet toe een correctie voor de nawerking van het bietenblad toe te passen, aangezien de laagste N-trap (behalve het controle-object zonder N) inclusief de N-nawerking uit bietenblad overeenkwam met een N-gift van 110 – Nmin. Hierdoor was geen vergelijking mogelijk van dit object met het bestaand advies. Ook de zeer hoge N-nalevering in een proef op kleigrond (KW98) heeft bijgedragen aan het lage optimum voor de kleigronden. Analyse van de financiële opbrengsten en saldi uit de proeven met de verschilmethode dan wel de responsmethode gaven geen aanleiding om het bestaand advies voor kleigronden te verhogen.

De proeven op zand- en dalgrond gaven een heel ander beeld. Op basis van een analyse van het saldo met de verschil- en de responsmethode wordt voorgesteld het gemiddelde van de op deze wijze afgeleide optimale N-giften (119 – Nmin; afgerond 120 – Nmin) te nemen als waarde voor een nieuw advies voor zand- en dalgrond (tabel 3.17).

Tabel 3.17 **Voorgestelde aanpassing voor het N-bemestingsadvies voor zomergerst op zand- en dalgrond (in kg N per ha).**

gewas	teelt doel	grondsoort	bemonsteringsdiepte tbv bepaling Nmin-voorraad	advies
zomergerst	brouwgerst	zand- en dalgrond	0-60 cm	120 – Nmin
zomergerst	voergerst	zand- en dalgrond	0-60 cm	120 – Nmin

3.5 Literatuur

Berge, H. ten, e.a. Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof. PRI Nota 332, januari 2005, 26 p.

Darwinkel A (1985) Stikstofbemesting van zomergerst. In: Bosch HKJ (ed.) Themadag zomergerst. Themaboekje nr. 5, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, 37-47.

Dilz K (1981) De stikstofbemesting van zomergerst. Stikstof 97, 419-423.

LEI (2005) Agri-monitor, jaargang 11, nummer 5, oktober 2005.

LEI-CBS (2005) Land- en tuinbouwcijfers 2005, Landbouw-Economisch Instituut, 's Gravenhage, 264 pp.

Schröder JJ, Aarts HFM, De Bode MJC, Van Dijk W, Van Middelkoop JC, De Haan MHA, Schils RLM, Velthof GL & Wilms WJ (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, Rapport 79, 60 pp + bijlagen.

Timmer R.D. (2001) Voorspelling eiwitgehalte brouwgerst met behulp van een chlorofylmeter. PPO-projectrapportnr. 1142210a, 11 pp + 16 bijlagen.

Timmer RD & Bosch HKJ (1999) Teelt van zomergerst. Teelthandleiding nr. 87, Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt, Lelystad, 75 pp.

Timmer RD, Wander JGN & Duijnhouwer IDC (1991) Effect van de hoogte en deling van de stikstofbemesting op de opbrengst en de broukwaliteit van zomergerst. Verslag nr. 128, Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, Lelystad, 197 pp.

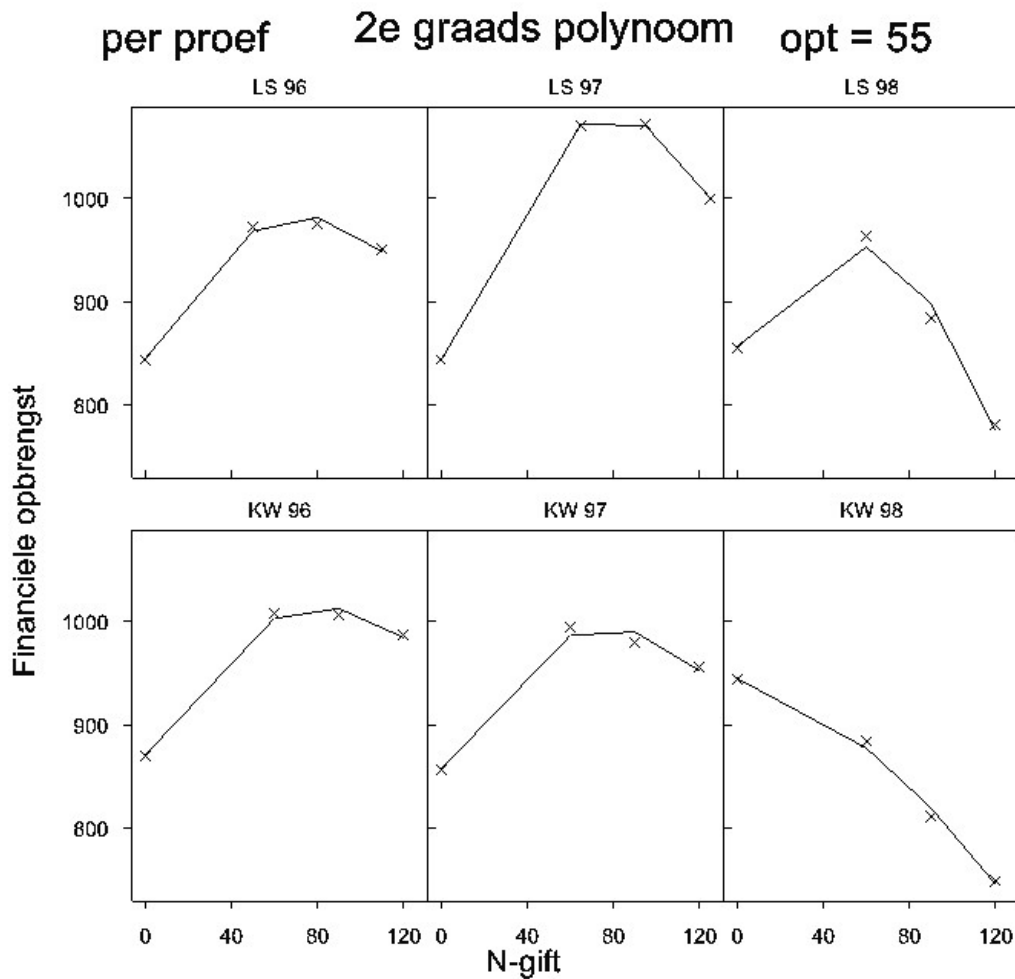
Van Dijk TA, De Haas MJG, Van Loon TS (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.

Van Dijk, W. (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Uitgave PPO februari 2003; publicatienummer 307.

Wijnholds K.H. (2004) Stikstofbemesting en groeiregulatie in zomergerst 2004. PPO-projectrapportnr. 510451, 12 pp.

Wijnholds K.H. (2005) Stikstofbemesting en groeiregulatie in zomergerst 2005. PPO-projectrapportnr. 500123, 17 pp.

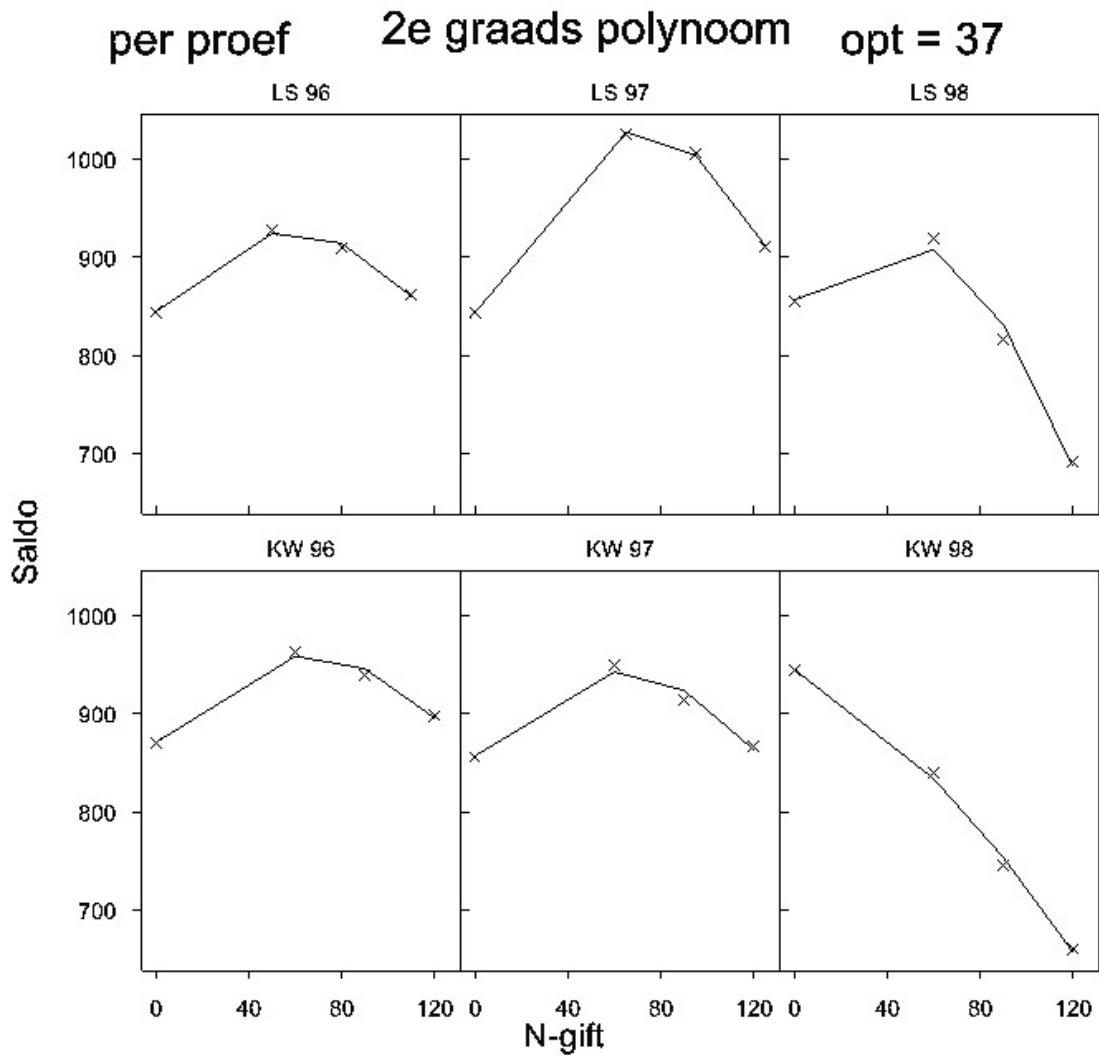
Bijlage 1. Zomergerst. Afleiding van de optimale N-giften per proef voor kleigrond op basis van financiële opbrengst



fin opbrengst 2e graads polynoom per proef

proef	opt_finopbr	gec_Opt_finopbr	%verkl_var
LS 96	73.59	73.59	98.54
LS 97	79.16	79.16	99.96
LS 98	51.10	51.10	93.65
KW 96	82.63	82.63	98.26
KW 97	77.43	77.43	95.67
KW 98	-33.17	0.00	98.22

Bijlage 2. Zomergerst. Afleiding van de optimale N-giften per proef voor kleigrond op basis van saldo

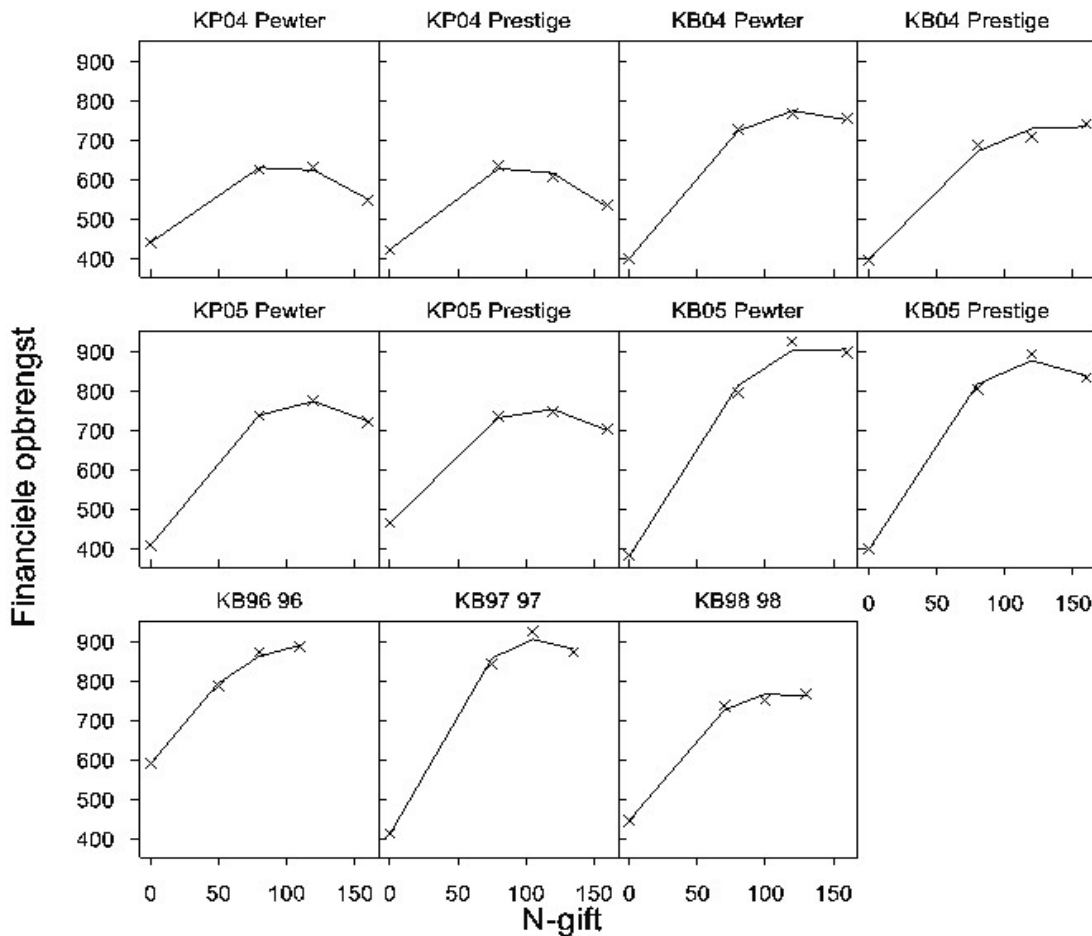


saldo 2e graads polynoom per proef

proef	Opt_saldo	gec_Opt_saldo	%verkl_var
LS 96	57.95	57.95	97.86
LS 97	69.65	69.65	99.90
LS 98	41.29	41.29	96.06
KW 96	64.99	64.99	96.48
KW 97	61.12	61.12	91.50
KW 98	-72.10	0.00	99.18

Bijlage 3. Zomergerst. Afleiding van de optimale N-giften per proef voor zand- en dalgrond op basis van financiële opbrengst

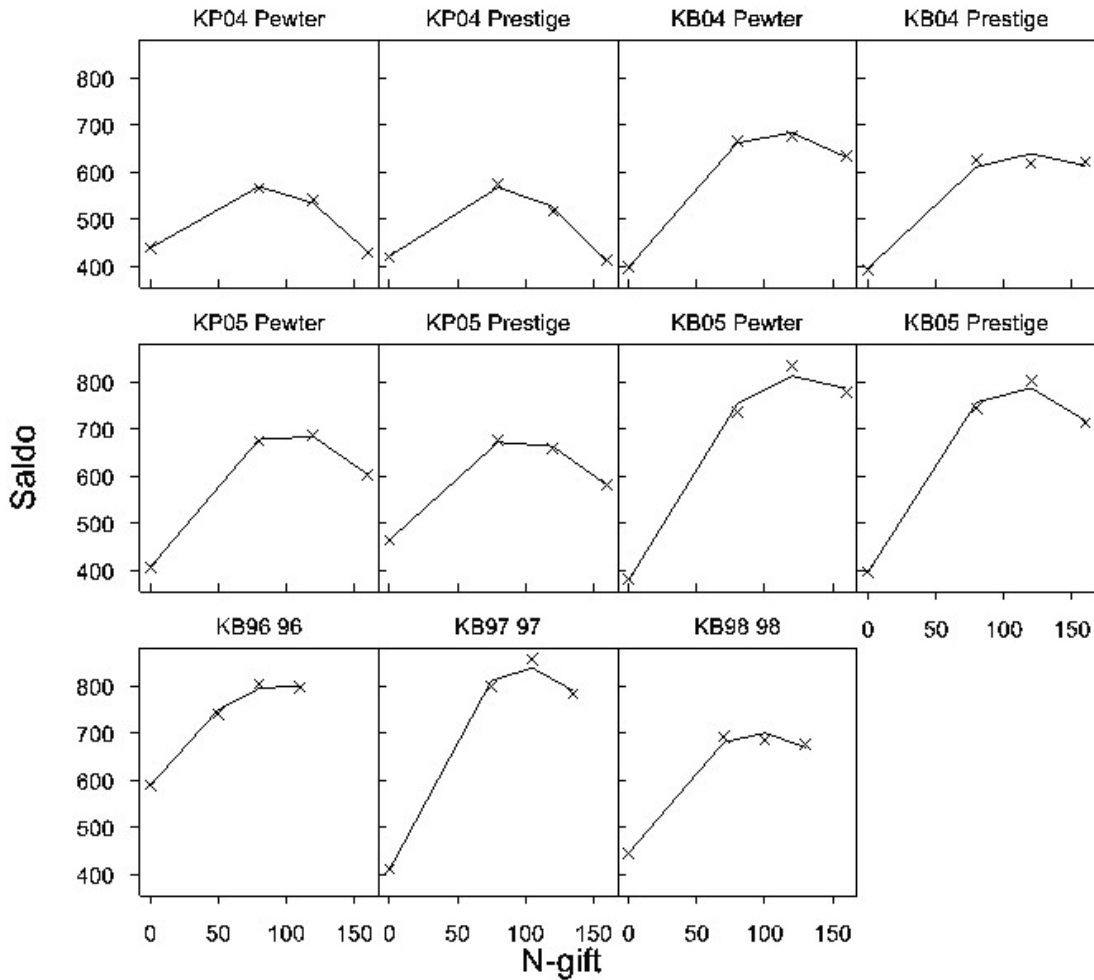
per proef en ras 2e graads polynoom opt = 117



PROEF	RAS	opt_finopbr	%verkl_var
KP04	Pewter	96.4	98.96
KP04	Prestige	94.1	97.80
KB04	Pewter	127.8	99.68
KB04	Prestige	143.7	97.21
KP05	Pewter	116.5	99.96
KP05	Prestige	111.4	99.73
KB05	Pewter	141.4	98.61
KB05	Prestige	124.2	99.16
KB96	96	114.9	98.95
KB97	97	109.7	98.93
KB98	98	110.9	98.14

Bijlage 4. Zomergerst. Afleiding van de optimale N-giften per proef voor zand- en dalgrond op basis van saldo

per proef en ras 2e graads polynoom opt = 102



saldo 2e graads polynoom per proef

PROEF	RAS	Opt_saldo	%verkl_var
KP04	Pewter	78.9	98.43
KP04	Prestige	78.5	96.90
KB04	Pewter	111.8	99.49
KB04	Prestige	121.0	94.47
KP05	Pewter	102.9	99.92
KP05	Prestige	95.6	99.54
KB05	Pewter	127.6	97.97
KB05	Prestige	112.2	98.71
KB96	96	99.9	97.99
KB97	97	100.9	98.63

4 Aanpassing stikstofbemestingsadvies zaaiuien

Hanspeter Versluis*, Wim van den Berg*, Romke Postma** en Peter Dekker*

* PPO-agv, Lelystad

** NMI-Wageningen

Het areaal zaaiuien beslaat volgens het CBS ongeveer 16.000 ha (10). De belangrijkste teeltgebieden zijn het Zuidwestelijk Zeekleigebied en het Centrale Zeekleigebied. Eind jaren tachtig tot begin jaren negentig heeft een overstap plaatsgevonden van zaadvaste rassen naar hybride rassen. Het opbrengstniveau is mede hierdoor gestegen.

4.1 Bestaand N-bemestingsadvies en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N-bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

4.1.1 Beschrijving van het bestaande advies (BA)

Het stikstofbemestingsadvies bij zaaiuien in de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen bedraagt 100 tot 120 kg per ha. Het advies is onafhankelijk van de stikstofvoorraad in de grond in het voorjaar en er wordt in het advies ook geen onderscheid naar grondsoort gemaakt. Het huidige advies is gebaseerd op onderzoek uit 1978-1982 (28 proeven) en is in 1989 vastgesteld (5, 16).

Door de Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen (Schröder et al., 2004) is voor zaaiuien een advies van 120 kg N/ha aangegeven. Ook in dit advies is de hoeveelheid N_{min} in het voorjaar niet meegenomen.

In 1998 is in Adviesbasis een NBS-advies toegevoegd op basis van onderzoek uit de periode 1991 t/m 1994 (14,15). Het betrof proeven met o.a. vier vaste N-trappen (resp. 0, 50, 100 en 150 kg N/ha). Deze proeven hebben toen niet tot een aanpassing van het bestaande advies van een vaste N-gift van 100 tot 120 kg /ha geleid. Wel is op basis van dit onderzoek een richtlijn opgenomen van een vaste gift van 30 kg N/ha als startgift en een bijbemesting in het 4-bladstadium tot 150-N_{min}. Als referentie voor de actualisatie van het N-bemestingsadvies is een adviessysteem gebaseerd op bijbemestingen niet bruikbaar. Gegevens ontbreken om een inschatting te kunnen maken van de N_{min}-waarde in het vierde bladstadium. In deze actualisatie van het N-bemestingsadvies zaaiui richten we ons daarom op herziening van het advies van een gift van 120 kg N/ha.

4.1.2 Motivatie van behoefte aan een nieuw advies

In de praktijk is men ervan overtuigd geraakt dat het bestaande advies van 120 kg N/ha niet meer voldoet. De opbrengsten die in de praktijk worden gerealiseerd bestrijken een traject waarbij de hoogst gerealiseerde opbrengsten de laatste jaren boven de 100 ton uien per hectare liggen. De realisatie van dergelijke hoge opbrengsten is ondermeer mogelijk geworden door de overstap van zaadvaste rassen naar hybriden. Bij een gemiddeld gehalte in de ui van 2,2 kg stikstof per kg vers product betekent een opbrengstniveau van 100 ton per ha dat 220 kg stikstof per hectare onttrokken wordt (waarbij aangenomen wordt dat ook bij dit hoge opbrengstniveau het N-gehalte hetzelfde blijft). De bemestingsstrategie die in de huidige praktijk gehanteerd wordt, gaat uit van een totaalgift aan stikstof die het bestaande advies overstijgt. Het bestaande advies wordt door de praktijk te laag gevonden.

Bij het beoordelen van opbrengstgegevens van uien is het overigens niet altijd duidelijk of gesproken wordt over opbrengst veldgewas of over de marktbaar opbrengst van gedroogde uien.

Overigens heeft onderzoek bij andere gewassen aangetoond dat het geen wetmatigheid is dat bij hogere opbrengsten de N-behoefte toeneemt.

4.2 Inventarisatie van beschikbare gegevens

4.2.1 Eisen voor de onderbouwing van een nieuw advies

In het “Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof” worden eisen verwoord die aan proeven gesteld moeten worden om op basis van de gegevens uit die proeven tot een definitief of voorlopig nieuw advies te kunnen komen. Het gewas ui wordt als gewas met groot belang aangemerkt.

Voor het vaststellen van een nieuw definitief advies is op grond hiervan de eis dat van minimaal 6 geslaagde formele proeven gegevens aan de analyse ten grondslag liggen, waarbij de gegevens betrekking moeten hebben op minimaal 2 proefplaatsen en 2 proefjaren. Een formele proef of dataset is daarbij omschreven als een op een proefveld uitgevoerde proef, waarin een niet met N bemeste controle en verder minimaal twee N-trappen aanwezig zijn (voor de responsmethode zijn dit vier trappen), waarin minimaal drie herhalingen aanwezig zijn, en waarvoor nog enkele aanvullende eigenschappen zijn geformuleerd (1).

Voor het formuleren van een voorlopig advies kan ook gebruik worden gemaakt van informele proeven; er zijn dan tenminste 8 datasets noodzakelijk, waarbij de gegevens betrekking moeten hebben op minimaal 2 proefplaatsen en 2 proefjaren.

4.2.2 Beschikbare gegevens

Ter toetsing van het bemestingsadvies voor stikstof bij zaaiuien zijn gegevens verzameld van proeven waarin meerdere N-trappen zijn uitgevoerd. De belangstelling ging vooral uit naar proeven met een breed traject aan N-trappen, beginnende bij 0 kg N per ha en doorlopende tot boven het bestaande advies. Het betreft proeven die op diverse proefplaatsen vanaf 1985 door het PPO (PAGV/PAV) zijn uitgevoerd. Tevens zijn gegevens geanalyseerd uit de praktijkprojecten Telen met toekomst en Praktijkcijfers 2. De beschikbare datasets zijn weergegeven in tabel 4.1. Slechts 8 van de 30 datasets voldoen aan de voorwaarden van het protocol om volgens de responsmethode te worden geanalyseerd. Voor analyse volgens de verschilmethode kunnen 19 datasets gebruikt worden. Een formele proef of dataset is omschreven als een op een proefveld uitgevoerde proef, waarin een niet met N bemeste controle en verder minimaal twee N-trappen aanwezig zijn (voor de responsmethode zijn dit vier), waarin minimaal drie herhalingen aanwezig zijn, en waarvoor nog enkele aanvullende eigenschappen zijn geformuleerd (Ten Berge et al., 2005).

Tabel 4.1. **Overzicht van basisgegevens van beschikbare proeven en praktijkgegevens.**

Nr	Proef	jaar	Locatie	Ras	N-mineraal		bemesting kg N/ha		aantal trappen	voldoet aan eisen protocol	
					0-30 cm kg N/ha	0-60 cm kg N/ha	Laagst e trap	Hoogste trap		Respons Methode	verschil methode
1	Bem 899	1992	Wieringerwerf	Hysam	17	34	0	136	10	x	x
2	Bem 915	1993	Wieringerwerf	Hysam	14	28	0	150	10	x	-
3	Bem 940	1994	Wieringerwerf	Hysam	8	16	0	150	8	x	x
4	KL	1995	Biddinghuizen	Hyfield	-	-	120	160	2	-	x
5	KL	1993	Biddinghuizen	Hyfield	-	-	120	160	2	-	x
6	NNH 963	1988	Wieringerwerf	Hysam	19*	38	0	180	6	x	x
7	NWC 0406	1998	Lelystad	Sturon	-	-	155	162	4	-	-
8	OBS 1992	1992	Nagele	Hystar	20	52	0	100	3	-	-
9	PAGV 2953	1991	Lelystad	Hysam	35	59	0	150	7	x	x
10	PAGV 3206	1992	Lelystad	Hysam	21	71	0	150	6	x	-
11	PAGV 3510	1993	Lelystad	Hysam	13	21	0	150	10	x	-
12	PAGV 3962	1996	Lelystad	Summit	-	-	108	212	6	-	x
13	PAV 0138	1997	Lelystad	Summit	-	-	108	136	5	-	x
14	PAV 0176	1998	Lelystad	Summit	-	-	95	120	3	-	-
15	AGV 4231	2003	Lelystad	Hyskin	5	12	50	250	3	-	x
16	PPO 4480	2004	Lelystad	Hyskin	10	16	50	250	3	-	x
17	PPO 4583	2005	Lelystad	Hyskin	-	68	50	250	3	-	x
18	RH 1524	1994	Colijnsplaat	Hysam	7	13	0	155	8	x	x
19	RH 1619	1996	Colijnsplaat	Summit	-	-	108	212	6	-	x
20	WG	1989	Creil	-	10	20	100	200	3	-	x
21	WG	1990	Creil	-	3	7	100	200	3	-	x
22	WG 136	1985	Creil	-	-	29	50	200	4	-	x
23	WG 146	1986	Creil	-	-	23	50	200	4	-	x
24	WG 181	1988	Creil	-	5	9	100	200	3	-	x
25	WS 1007	1997	Westmaas	Summit	-	-	120	136	5	-	x
26	Tmt	2000 t/m 2003	meerdere	vele	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
27	Tmt	2004	meerdere	vele	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
28	PC2	2000	meerdere	vele	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
29	PC2	2001	meerdere	vele	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
30	PC2	2002	meerdere	vele	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

* Geschat op basis van de voorraad N-min (0-60 cm)

4.3 Uitwerking mogelijk nieuw advies

4.3.1 Analysemethoden

In het protocol voor herziening van het N-bemestingsadvies is aangegeven dat voor de onderbouwing van een nieuw advies gebruik kan worden gemaakt van de respons-, verschil- en balansmethode.

4.3.1.1 Responscurven

De resultaten van de datasets 1 t/m 25 zijn in één wiskundige bewerking bijeengebracht en geanalyseerd is welke responscurve de beste beschrijving geeft van de stikstofreactie op de opbrengst. Daar in de proeven geen duidelijk effect van de N-bemesting op de kwaliteit van de uien is vastgesteld (o.a. hardheid, percentage kaal, percentage uitgelopen uien, bewaarbaarheid), is volstaan met een analyse op de totaalopbrengst van de uien (De Visser, 1996, PAGV-verslag nr.220). Er zijn

vier modellen gebruikt om de gegevens te analyseren, nl; de tweedegraads polynoom, het exponentiële model, het lineair exponentiële model en de broken-stick.

4.3.1.1.1 Tweedegraads polynoom

De tweedegraads polynoom laat zich beschrijven volgens de formule 1, waarbij de optimale N-gift gelijk is aan $-\beta/2\gamma$. De curve is symmetrisch rond het optimum.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 N_{\text{beschikbaar}} + \beta_2 N_{\text{beschikbaar}}^2 \quad (1)$$

Hierbij zijn β_0 , β_1 en β_2 onbekende parameters die geschat moeten worden. β_0 is de opbrengst bij $N_{\text{beschikbaar}}$ gelijk aan 0. De economisch optimale gift (N_{ec}) wordt bereikt bij

$$N_{ec} = \frac{pv - \beta_1}{2\beta_2} \quad (2)$$

Waarbij pv gelijk is aan prijs van de stikstof gedeeld door de prijs van de uien.

4.3.1.1.2 Exponentiele model

Bij het exponentiele model (formule 3) gaat de curve bij stijgende N-gift naar een horizontale asymptoot met hoogte α . Er is geen optimum; wel kan er een economische optimale N-gift worden berekend. Deze is gelijk aan de waarde van $N_{\text{beschikbaar}}$, waarbij de raaklijn aan de curve gelijk is aan de prijs van de kunstmeststikstof gedeeld door de prijs van het geoogste product. In de analyse is een prijsverhouding van 6 aangehouden. Het exponentiële model laat zich beschrijven als:

$$Y = \alpha + \beta \rho^{N_{\text{beschikbaar}}} \quad (3)$$

De opbrengst stijgt dan steeds minder per kilogram extra toegevoegde stikstof en gaat naar een maximale opbrengst (α). Voor de snelheids parameter, ρ , geldt dan : $0 < \rho < 1$. Wanneer $N_{\text{beschikbaar}}$ gelijk is aan 0 is de opbrengst gelijk aan $\alpha + \beta$.

4.3.1.1.3 Lineair exponentiële model

Het exponentiele model kan worden uitgebreid met een lineaire term waardoor de curve bij hoge N gift tendert naar een asymptoot, die in dit geval een dalende rechte lijn is met helling gelijk aan de schatting van parameter γ : Dit noemt men de lineair exponentiële curve. De curve wordt beschreven met de formule:

$$Y = \alpha + \beta \rho^{N_{\text{beschikbaar}}} + \gamma N_{\text{beschikbaar}} \quad (4)$$

Bij dit lineair exponentieel model stijgt de opbrengst bij lage N-gift snel als functie van de N-gift en voorbij de gift met maximale opbrengst vindt er een geleidelijke lineaire daling plaats. Hierbij geldt voor ρ weer: $0 < \rho < 1$ en $\gamma < 0$. Het economische optimum (N_{ec}) is gelijk aan

$$N_{ec} = e \log \left(\frac{pv - \gamma}{\beta^e \log(\rho)} \right) \frac{1}{e \log(\rho)} \quad (5)$$

4.3.1.1.4 Broken-stick model

Als vierde model is de broken-stick beproefd. Bij stijging van de N-gift per eenheid gewicht stijgt de opbrengst dan β eenheden per kg toegediende N/ha. Voorbij een gift hoger dan δ kg N/ha blijft de opbrengst constant en gelijk aan α . De formule wordt als volgt beschreven:

$$Y = \alpha + \beta(N_{\text{beschikbaar}} - \delta)(N_{\text{beschikbaar}} < \delta) \quad (6)$$

Parameter δ is de bemesting waarboven de opbrengst niet meer toeneemt, parameter β is de opbrengsttoename in ton/ha per kg N die extra wordt toegevoegd. Parameter α is de maximale opbrengst

4.3.1.1.5 Bemesting en $N_{\text{min-voorjaar}}$

In het bestaande N-bemestingsadvies wordt geen rekening gehouden met de hoeveelheid N_{min} in de bodem in het voorjaar. Bij deze herziening van het advies wordt nagegaan of het wel zinvol is om de $N_{\text{min-voorjaar}}$ in het advies te betrekken. Er is voor gekozen om de N_{min} -waarde niet te vermenigvuldigen met een correctiefactor. De bemestende waarde van 1 kg N_{min} in het voorjaar is gelijk verondersteld aan die van 1 kg kunstmeststikstof. Er is een analyse uitgevoerd met bemonstering van de laag 0-30 cm en een bemonstering van 0-60 cm –mv.

Er zijn analyses uitgevoerd waarbij gezocht is naar de optimale N-gift waarbij de hoogste kg-opbrengst wordt gehaald en analyses waarbij rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting. Bij deze laatste analyses is een prijsverhouding van 1:6 gehanteerd. De waarde van 1 kg stikstof is gelijk gesteld aan de waarde van 6 kg uien (bijvoorbeeld de prijs van 100 kg uien € 10 en de prijs van 100 kg stikstof € 60). Deze waarde is geen constante. Als gevolg van sterk wisselende uienprijzen kan de prijsverhouding fluctueren. De opbrengsten bij deze optimale giften worden ook gerapporteerd.

In de modellen (1), (3), (4) en (6) kan $N_{\text{beschikbaar}}$ gelijk zijn aan

$$N_{\text{beschikbaar}} = N_{\text{bemesting}} \quad (7)$$

$$N_{\text{beschikbaar}} = N_{\text{bemesting}} + N_{\text{min0-30cm-maaiveld}} \quad (8)$$

$$N_{\text{beschikbaar}} = N_{\text{bemesting}} + N_{\text{min0-60cm-maaiveld}} \quad (9)$$

4.3.1.2 Verschilmethode

In het protocol (1) worden voorwaarden genoemd waaraan de dataset moet voldoen om een analyse volgens de verschilmethode te kunnen uitvoeren. Een belangrijke voorwaarde is dat het bestaande advies (BA) als één van de N-trappen in de proeven opgenomen moet zijn of dat er tenminste 2 N-trappen boven BA liggen.

Om op grond van deze methode een nieuw advies (NA) hoger dan BA te onderbouwen, moet de opbrengst of het saldo bij NA hoger zijn dan bij BA (indien BA opgenomen was), of bij NA hoger zijn dan bij een ander aangelegd N-niveau dat hoger was dan BA (indien BA niet was opgenomen).

4.3.1.3 Balansmethode

De datasets 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11 en 18 hebben betrekking op het onderzoeksproject dat door De Visser is uitgevoerd gericht op toepassing van het stikstofbijmeststelsel in zaaiuien. In dit onderzoek zijn parameters bepaald om de balansmethode te kunnen hanteren. Er zijn echter onvoldoende gegevens om de balansmethode verder uit te werken.

4.3.2 Overall regressieanalyse (niet volgens protocol)

In tabel 4.1 is weergegeven dat een regressieanalyse volgens het protocol in slechts 8 van de 25 datasets van proefvelden mogelijk is. Echter de informatie van alle proefvelden is waardevol en moet beoordeeld worden. Daarom is besloten om te starten met een analyse over de 25 datasets met data afkomstig van proefvelden en deze analyse ook te gebruiken om tot een keuze te komen welke regressieanalyse het meest toegesneden is op het gewas zaaiui. Verschillen in opbrengst tussen proeven zijn gemodelleerd door in (1) β_0 en in (3), (5) en (6) α per proef te schatten. Aangenomen is dat de curven per proef, blok en ras parallel liepen.

In de hierna volgende analyse is in paragraaf 4.3.2.1 gebruik van alle 25 datasets zonder de N_{min}

hierbij te betrekken. In 4.3.2.2 is gebruik gemaakt van de datasets waarvan de Nmin 0-60 cm –mv bekend is en in paragraaf 4.3.2.3 is gebruik gemaakt van datasets waarvan zowel de Nmin van de laag 0-30 cm als die van 30 tot 60 cm –mv bekend is.

4.3.2.1 Analyse volgens responsmethode op alle proeven zonder Nmin daarbij te betrekken

De datasets 1 t/m 25 zijn gezamenlijk geanalyseerd met de modellen (1), (3), (4) en (6) met de totale N gift als verklarende variabele De Nmin-voorraad die in het voorjaar in de bodem beschikbaar is, is hierbij niet meegenomen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.2. Alle vier de modellen laten een zeer hoge en identieke R^2 adj. zien. De vergelijking met een tweedegraads polynoom verdient de voorkeur. In veel proeven neemt de opbrengst niet of nauwelijks toe bij bemesting hoger dan 120 tot 150 kg N/ha en in een aantal proeven gaat de opbrengst zelfs soms omlaag bij giften hoger dan 150 kg N/ha. Bij de tweedegraads polynoom is de optimale N-gift voor het bereiken van de maximale kg-opbrengst 163 kg N/ha en wanneer ook rekening wordt gehouden met de kosten van de N-bemesting is de optimale N-gift 154 kg N/ha. De bijbehorende berekende kg-opbrengst is 68,7 ton/ha.

Bij het exponentieel model kan alleen een optimale N-gift worden berekend wanneer ook de kosten van de N-bemesting worden meegewogen. Zonder rekening te houden met de bemestingskosten is de optimale N-gift oneindig hoog. De berekende economisch optimale N-gift is 151 kg N/ha. De bijbehorende berekende kg-opbrengst is 67,9 ton/ha.

Bij het lineair exponentieel model is de berekende optimale N-gift voor beide situaties 137 kg N/ha en de bijbehorende berekende kg-opbrengst is 68,3 ton/ha.

Bij de methode van de broken-stick is de berekende optimale N-gift 75 kg N/ha en de bijbehorende berekende kg-opbrengst is 68,0 ton/ha. De berekende economisch optimale N-gift is gelijk gehouden aan die bij het berekenen van de maximale kg-opbrengst. Helemaal juist is dit niet, maar voor de vergelijkbaarheid van de methoden is het wel bruikbaar. De werkelijke waarden zijn nog iets kleiner dan is aangegeven.

Tabel 4.2. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie (datasets 1 t/m 25).**

model	Optimale gift voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale gift kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale N-gift (ton/ha)	R^2 adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	163	69,0	154	68,7	0,976
Exponentieel model	*	*	151	67,9	0,976
Lineair exponentieel model	151	68,4	137	68,3	0,977
Broken-stick	75	68,0	75* *	68,0**	0,976

** Voor het berekenen van de economisch optimale N-bemesting en de daarbij behorende kg-opbrengst zijn dezelfde waarden aangehouden als die bij het berekenen van de maximale opbrengst.

4.3.2.2 Analyse volgens responsmethode op alle proeven waarin Nmin in de bodemlaag 0-60 cm –mv is gemeten

Om het belang van de bodemvoorraad stikstof voor de vaststelling van optimale stikstofgiften na te gaan, zijn de analyses herhaald met een selectie van proeven waarin de Nmin 0-60 cm is gemeten. Dit betreft 17 van de 25 datasets (zie tabel 4.1). De gemiddelde Nmin-waarde in deze dataset van 17 proefvelden was 30 kg N/ha.

Om het effect van Nmin 0-60 cm te kunnen bepalen, zijn deze proeven geanalyseerd met als verklarende variabele de totale N-gift (tabel 4.3) en vervolgens als de N-gift + Nmin in de laag 0-60 cm –mv (tabel 4.4).

De resultaten weergegeven in tabel 4.3 wijken niet af van die in tabel 4.2. Het feit dat nu met een iets geringer aantal datasets is gewerkt, heeft de analyseresultaten niet beïnvloed. De R^2 adj. van de modellen is in tabel 4.4 gelijk aan die van tabel 4.3. Door rekening te houden met de Nmin voorraad in het voorjaar in de bodemlaag 0-60 cm –mv wordt de streefwaarde van bemesting plus Nmin bij toepassing van de tweedegraads polynoom bij hanteren van de economisch optimale N-gift 196 kg N/ha en bij de drie andere modellen resp. 185, 168 en 84 kg N/ha. Gemiddeld over alle vier de

modellen is de streefwaarde incl. N-min in de laag 0-60 cm 29 kg N/ha hoger dan bij het hanteren van een vaste N-gift los van de Nmin-voorraad. Dit verschil komt overeen met de gemiddelde gemeten Nmin-waarde.

Tabel 4.3. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij proeven waarin Nmineraal in laag 0-60 was gemeten met totale Ngift als verklarende variabele (17 datasets).**

model	Optimale gift voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale gift kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale N-gift (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	161	71,0	153	70,8	0,974
Exponentieel model	*	*	151	69,8	0,974
Lineair exponentieel model	148	70,5	136	70,4	0,975
Broken-stick	75	70,0	79**	70,0**	0,974

** Voor het berekenen van de economisch optimale N-bemesting en de daarbij behorende kg-opbrengst zijn dezelfde waarden aangehouden als die bij het berekenen van de maximale opbrengst.

Tabel 4.4. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij proeven waarin beschikbare N-hoeveelheid de som is van N-gift plus de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm –mv (17 datasets).**

model	Optimale beschikbare hoeveelheid N voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale beschikbare hoeveelheid kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale hoeveelheid beschikbare N (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	209	70,5	196	70,3	0,969
Exponentieel model	*	*	185	69,6	0,971
Lineair exponentieel model	194	70,0	168	69,8	0,971
Broken-stick	84	69,5	84**	69,5**	0,972

** Voor het berekenen van de economisch optimale N-bemesting en de daarbij behorende kg-opbrengst zijn dezelfde waarden aangehouden als die bij het berekenen van de maximale opbrengst.

4.3.2.3 Analyse volgens responsmethode op alle proeven waarin Nmin in de bodemlaag 0-30 cm en 30-60 cm –mv is gemeten

Om het belang van de bodemvoorraad in verschillende bodemlagen voor de vaststelling van optimale stikstofgiften na te gaan, zijn de analyses ook herhaald met een selectie van proeven waarin de Nmin van zowel 0-30 als 30-60 cm-mv is gemeten. Dit betreft 14 van de 25 datasets (zie tabel 4.1). De gemiddelde Nmin in de laag 0-30 cm in deze dataset van 14 proefvelden was 13 kg N/ha en die van de laag 30-60 cm 15 kg N/ha. De gemiddelde Nmin in de laag 0-60 cm was 28 kg N/ha. De beschouwde range aan Nmineraal in de bodem is beperkt, maar wel representatief voor de belangrijke teeltgebieden van zaaiuien.

Om het effect van Nmin 0-30 te kunnen bepalen, zijn deze proeven geanalyseerd met als verklarende variabele de totale N-gift (tabel 4.5), de N-gift + minerale voorraad in de laag 0-30 cm beneden maaiveld (tabel 4.6) en de N-gift + minerale voorraad in de laag 0-60 cm beneden maaiveld (tabel 4.7).

De resultaten weergegeven in tabel 4.5 wijken iets af van die in tabel 4.2. De berekende optimale N-bemesting in deze datasets van 14 proefvelden is iets lager dan die van de analyse met alle 25 datasets.

De R² adj. van de modellen is in tabel 4.6 en in tabel 4.7 gelijk aan die in tabel 4.5. De waarde is steeds 0,97. Het verdisconteren van de Nmin-voorraad in het advies leidt niet tot een betere relatie.

Door in de dataset waarvan de N_{min} in de laag 0-30 cm bekend is geen rekening te houden met de N_{min} is de berekende economisch optimale N-gift voor de 4 modellen resp. 146, 140, 131 en 66 kg N/ha. Gemiddeld is dit 121 kg N/ha.

Als rekening wordt gehouden met de N_{min} in de laag 0-30 cm dan wordt de streefwaarde van gift plus N_{min} 0-30 cm voor de 4 modellen resp. 155, 151, 139 en 70 kg N/ha. Gemiddeld is dit 129 kg N/ha. Dit verschilt 8 kg/ha met de berekende gemiddelde waarde van 121 kg N/ha en het verschil komt overeen met de gemiddelde gemeten N_{min}-waarde in de laag 0-30 cm.

Als rekening wordt gehouden met de N_{min} in de laag 0-60 cm –mv dan wordt de streefwaarde van gift plus N_{min} 0-60 cm –mv voor de vier modellen resp. 165, 176, 155 en 84 kg N/ha. Gemiddeld is dit 145 kg N/ha. Dit verschilt 24 kg/ha met de berekende gemiddelde waarde van 121 kg N/ha en het verschil komt overeen met de gemiddelde gemeten N_{min}-waarde in de laag 0-60 cm.

Tabel 4.5. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij proeven waarin N_{min}eraal in laag 0-30 cm -mv is gemeten met totale Ngift als verklarende variabele (14 datasets).**

model	Optimale gift voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale gift kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale hoeveelheid beschikbare N (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	154	70,1	146	70,1	0,973
Exponentieel model	*	*	140	68,9	0,976
Lineair exponentieel model	141	69,9	131	69,7	0,978
Broken-stick	66	69,5	66**	69,5**	0,977

** Voor het berekenen van de economisch optimale N-bemesting en de daarbij behorende kg-opbrengst zijn dezelfde waarden aangehouden als die bij het berekenen van de maximale opbrengst.

Tabel 4.6. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij proeven waarin beschikbare N-hoeveelheid de som is van N-gift plus de N_{min}-voorraad in de laag 0-30 cm –mv (14 datasets).**

model	Optimale beschikbare hoeveel N voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale beschikbare hoeveelheid kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale hoeveelheid beschikbare N (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	163	70,1	155	70,1	0,977
Exponentieel model	*	*	151	68,9	0,976
Lineair exponentieel model	148	69,7	139	69,5	0,978
Broken-stick	70	68,8	71 **	68,9**	0,977

** Voor het berekenen van de economisch optimale N-bemesting en de daarbij behorende kg-opbrengst zijn dezelfde waarden aangehouden als die bij het berekenen van de maximale opbrengst.

Tabel 4.7. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij proeven waarin beschikbare N-hoeveelheid de som is van N-gift plus de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm –mv (14 datasets).**

model	Optimale beschikbare hoeveel N voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale beschikbare hoeveelheid kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale hoeveelheid beschikbare N (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	172	69,9	165	69,8	0,976
Exponentieel model	*	*	176	68,7	0,974
Lineair exponentieel model	163	69,6	155	69,5	0,976
Broken-stick	84	68,7	84**	68,9 **	0,976

** Voor het berekenen van de economisch optimale N-bemesting en de daarbij behorende kg-opbrengst zijn dezelfde waarden aangehouden als die bij het berekenen van de maximale opbrengst.

4.3.2.4 Analyse volgens responsmethode voor alle proeven apart

Van alle 25 proeven is ook per proef is een analyse uitgevoerd volgens het model van een tweede graads polynoom, waarbij de parameters β_0 , β_1 en β_2 per proef worden geschat. De data zijn gesplitst in 28 sets door 2 rassen uit een drie proeven per ras apart te nemen (dataset 15, 16 en 17 in tabel 4.1). In deze analyse zijn 10 van de 28 datasets dan niet bruikbaar doordat β negatief wordt geschat, γ positief of doordat er geen 3 verschillende Ngiften in de proef waren waardoor een model met 3 parameters niet geschat kon worden.

Een oplossing is om de parameters α en β per proef te schatten en de alleen voor de parameter γ een schatting voor de gehele dataset te gebruiken. Hierbij was de schatting voor de parameter γ gelijk aan -0.0003800. Het gemiddelde van de per proef geschatte optima was gelijk aan 148 kg N/ha.

Het gemiddelde economisch optimum bij prijsverhouding 1 op 6 was gelijk aan 140 kg N/ha.

Tabel 4.8a. **Geschatte parameters en optimale N-gift per proef bij verwerking van de afzonderlijke proeven volgens het model van een tweede graads polynoom geen rekening gehouden met de voorraad N-mineraal (gelijke β_2).**

proef	β_0	β_1	Optimale bemesting voor bereiken van hoogste bruto opbrengst, kg N/ha	Economisch optimale bemesting kg N/ha
Bem 899	46,00	0,1324	174	166
Bem 915	58,00	0,1519	200	192
Bem 940	30,03	0,104	137	129
KL 1993	69,03	0,1193	157	149
KL 1993	19,79	0,1565	206	198
NNH 963	44,22	0,185	243	236
NWC0406	69,34	0,0121	16	8
OBS 1992	45,49	0,0943	124	116
PAGV 2953	60,94	0,0788	104	96
PAGV 3206	68,76	0,0973	128	120
PAGV 3510	69,15	0,0981	129	121
PAGV 3962	62,22	0,1174	155	147
PAV 0138	65,22	0,0996	131	123
PAV 0176	77,46	0,037	49	41
PPO Hysk3	61,96	0,1131	149	141
PPO Hysk4	80,57	0,1224	161	153
PPO Hysk5	51,81	0,1505	198	190
PPO Rb3	58,24	0,116	153	145
PPO Rb4	67,65	0,1254	165	157
PPO Rb5	43,62	0,136	179	171
RH 1524	33,28	0,0826	109	101
RH 1619	27,74	0,1494	197	189
WG 89	84,75	0,1157	152	144
WG 90	85,68	0,0905	119	111
WG 136	69,80	0,1295	170	163
WG 146	93,35	0,064	84	76
WG 181	87,97	0,1127	148	140
WS 1007	56,98	0,1525	201	193

Om alle 25 proeven te kunnen analyseren met een afzonderlijke vaststelling van de parameters is de volgende analyse uitgevoerd. Wanneer β_1 positief was en β_2 negatief en het optimum lag tussen de hoogste en laagste gift dan werd het optimum geaccepteerd. Het optimum lag overigens steeds tussen de laagste en hoogste gift wanneer β_1 groter en β_2 kleiner dan nul werd geschat.

Wanneer niet β_1 groter en β_2 kleiner dan nul werd geschat, is alleen β_0 en β_1 geschat. Bij een negatieve schatting van β_1 is de laagste stikstofgift als optimum genomen. Bij een positieve schatting van β_1 is de hoogste gift als optimum genomen. Bij deze analyse werd alleen de optimale hoeveelheid N berekend voor het bereiken van de hoogste bruto-opbrengst en niet de economisch optimale hoeveelheid stikstof.

Tabel 4.8b. **Geschatte parameters en optimale N-gift per proef bij verwerking van de afzonderlijke proeven volgens het model van een tweede graads polynoom geen rekening gehouden met de voorraad N-mineraal (parameters afzonderlijk ingeschat).**

Proef	β_0	β_1	β_2	Optimale beschikbare hoeveel N voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha
Bem 899	43,1	0,327	-0,00189	87
Bem 915	55,1	0,297	-0,00139	107
Bem 940	32,6	0	0,000276	150
KL 1993	76,3	0,013	0	160
KL 1993	27,1	0,05	0	160
NNH 963	43,3	0,22	-0,00058	180
NWC0406	3852	-47.815	0,150767	155
OBS 1992	47,1	-0,341	0,003869	100
PAGV 2953	63,2	-0,055	0,000514	150
PAGV 3206	69	0,086	-0,00031	141
PAGV 3510	67,9	0,162	-0,00082	98
PAGV 3962	83,6	-0,159	0,000471	108
PAV 0138	8,7	0,99	-0,00388	128
PAV 0176	-112,3	3.577	-0,01673	107
PPO Hysk3	67,4	0,01	-3,6E-05	138
PPO Hysk4	76,9	0,191	-0,00061	157
PPO Hysk5	54,1	0,107	-0,00024	227
PPO Rb3	57,6	0,128	-0,00042	152
PPO Rb4	69	0,099	-0,00029	170
PPO Rb5	45,8	0,095	-0,00024	195
RH 1524	31,7	0,142	-0,00074	96
RH 1619	38,4	0,012	0,000044	212
WG 89	85,8	0,101	-0,00033	153
WG 90	88,2	0,055	-0,00026	105
WG 136	62,3	0,258	-0,00086	150
WG 146	90,8	0,108	-0,00055	99
WG 181	90	0,084	-0,00028	148
WS 1007	332,4	-4.188	0,016697	136

De zo geschatte optima per proef zijn gemiddeld. De optimale hoeveelheid stikstof voor het bereiken van de maximale opbrengst bedraagt dan 142 kg N per ha.

4.3.2.5 Conclusie uit de analyses beschreven in paragraaf 4.3.2

Van de vier bestudeerde modellen wordt voor het gewas zaaiui de voorkeur gegeven aan de beschrijving met de tweedegraads polynoom. Dit model doet recht aan het feit dat in een aantal proeven de opbrengst bij hogere N-giften zelfs omlaag gaat. Met het exponentiele model kan geen opbrengstdaling bij hoge N-voorziening worden beschreven. Het exponentieel model wordt om deze reden afgewezen. Het verschil in resultaat tussen de tweedegraads polynoom en het lineair exponentieel model is betrekkelijk klein. Het broken-stick model voldoet niet aan het feit dat volgens de wet van de afnemende meeropbrengsten de opbrengst bij toenemende N-bemesting langzaam zal afnemen en niet een knik vertoont. Het model leidt tot lage berekende optimale N-giften. Het knikpunt in het broken-stick model ligt bij een lagere N-bemesting dan de waarde die als optimale N-gift beschouwd kan worden. Ook voor het broken-stick model geldt dat geen opbrengstdaling bij hoge N-voorziening kan worden beschreven.

In tabel 4.9 is samenvattend weergegeven wat volgens het model van de tweedegraads polynoom de optimale N-gift is in de beschouwde datasets en wat de streefwaarde voor gift plus Nmin-voorraad is

bij de analyse naar de economisch optimale N-bemesting.
De op deze wijze berekende optimale N-gift is hoger dan het bestaande advies van een vaste gift van 100 tot 120 kg N/ha.

Tabel 4.9. **Samenvattende conclusie van optimale N-gift en optimale streefwaarde van N-gift plus Nmin bij een analyse volgens de tweedegraads polynoom.**

	Economisch optimale gift excl. Nmin kg N/ha	Optimale gift voor maximale bruto opbrengst excl. Nmin kg N/ha	Economisch optimale N-gift plus Nmin-bodem, kg N/ha	
			0-30 cm – mv	0-60 cm -mv
25 datasets afzonderlijk -1	140	148		
25 datasets afzonderlijk -2	nb	141		
25 datasets over geheel	154	163		
17 datasets over geheel	153	161		196
14 datasets over geheel	146	154	155	165

Wanneer de conclusie getrokken wordt op basis van het gemiddelde van de berekening volgens de tweedegraads polynoom en de die volgens het lineair exponentieel model dan is de berekende economisch optimale N-gift excl. Nmin bij de analyse van 25, 17 en 14 datasets resp. 146, 145 en 139 kg N/ha (tabel 4.2, 4.3 en 4.5). Voor de tweedegraads polynoom is dit gemiddeld 151 kg en voor het lineair exponentieel model gemiddeld 135 kg N/ha.

In tabel 4.9 is het resultaat samengevat van de analyse volgens de tweedegraads polynoom. Bij analyse -2 van de 25 datasets afzonderlijk kan geen schatting worden gemaakt voor de conomisch optimale N-gift. Aangenomen mag worden dat hiervoor een waarde van 133 kg N/ha mag worden ingevuld.

Gemiddeld over de 5 bewerkingen is de berekende optimale N-gift voor het bereiken van de hoogste bruto-opbrengst 153 kg N/ha en is de economisch optimale gift 145 kg N/ha. Deze laatste waarde is 6 kg N/ha lager dan de berekende economisch optimale N-gift volgens de tweedegraads polynoom bij een over all analyse van de datasets in zijn geheel.

Wanneer ook het analyseresultaat van de bewerking met het lineair exponentieel model wordt meegewogen dan is de berekende economisch optimale N-gift (zonder Nmin daarbij te betrekken) vermoedelijk 137 kg N/ha. Er is dan een verschil verondersteld van 16 kg N/ha tussen beide analysemethoden.

Voorgesteld wordt om daarom als conclusie te trekken dat op basis van de analyses van 25 datasets de economisch optimale N-gift, exl.Nmin, 135 kg N/ha is.

4.3.3 Analyse op de 8 formele proeven die voldoen aan de eisen van het protocol

4.3.3.1 Analyse van de proeven in één bewerking

Met alle vier modellen zijn ook de 8 proeven nog een keer geanalyseerd waarbij een object aanwezig was zonder N-bemesting (nulobject). Zie ook tabel 4.1. Deze proeven kunnen als 8 formele datasets beschouwd worden. Op basis van deze proeven kan, indien gewenst, het stikstofbemestingsadvies worden bijgesteld. De resultaten van de analyses op basis van alleen de N-gift zijn weergegeven in tabel 4.10. De resultaten van de analyses op basis van N-gift plus Nmin in de laag 0-30 cm zijn weergegeven in tabel 4.11 en die op basis van N-gift plus Nmin 0-60 cm in tabel 4.12.

De gemiddelde Nmin-waarde van de laag 0-30 cm in deze proeven was 17 kg N/ha en die van de laag 0-60 cm 35 kg N/ha.

Alle 8 proeven zijn uitgevoerd met het hybride ras Hysam. Ten opzichte van huidige veelgeteelde als Hyfield, Hyskin en Hystar ligt de opbrengst van Hysam 3-7% lager (Hoek, 1998)

Tabel 4.10. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij 8 proeven waarin ook een nulobject is beproefd met totale Ngift als verklarende variabele (8 datasets).**

model	Optimale gift voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale gift kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale N-gift (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	131	60,01	125	59,99	0,942
Exponentieel model	*	*	151	59,73	0,945
Lineair exponentieel model	*	*	*	*	0,944
Broken-stick	63	59,18	*	*	0,944

Tabel 4.11. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij proeven waarin beschikbare N-hoeveelheid de som is van N-gift plus de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm –mv (8 datasets met daarin een nulobject).**

model	Optimale beschikbare hoeveel N voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale beschikbare hoeveelheid kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale hoeveelheid beschikbare N (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	151	60,10	145	60,08	0,942
Exponentieel model	*	*	180	59,97	0,944
Lineair exponentieel model	*	*	*	*	0,943
Broken-stick	67	58,89	*	*	0,945

Tabel 4.12. **Optimale N-bemesting en bijbehorende kg-opbrengst van zaaiuien bij toepassen van vier regressiemodellen, waarbij geen en wel rekening is gehouden met de kosten van de N-bemesting, en het percentage verklaarde variantie bij proeven waarin beschikbare N-hoeveelheid de som is van N-gift plus de Nmin-voorraad in de laag 0-60 cm –mv (8 datasets met daarin een nulobject).**

model	Optimale beschikbare hoeveel N voor bereiken van hoogste bruto opbrengst kg N/ha	Maximale opbrengst (ton/ha)	Economisch optimale beschikbare hoeveelheid kg N/ha	Opbrengst bij econ. optimale hoeveelheid beschikbare N (ton/ha)	R ² adj. bij betreffend model
Tweedegraads polynoom	192	60,42	183	60,39	0,939
Exponentieel model	*	*	256	61,02	0,940
Lineair exponentieel model	*	*	*	*	0,939
Broken-stick	84	58,93	*	*	0,942

Ook bij analyse van de 8 proeven waarin ook een nulobject in de proefopzet was opgenomen, was er geen verhoging van de R²adj. wanneer de minerale N in laag 0-30 of 0-60 bij de totale N-gift werd opgeteld (tabel 4.10, 4.11 en 4.12). Bij de analyse kon voor het lineaire exponentiele model geen optimum, of een economisch optimum worden berekend doordat de schatting van de regressiecoëfficiënt van de lineaire term steeds positief was.

Gezien de kleine verschillen in R²adj. is ook hier het 2e graadspolynoom model het beste. Zie ook paragraaf 4.2.4 voor de keuze van het model.

Uitgaande van een gemiddelde Nmin-waarde zoals die in deze 8 proeven is gevonden, is de berekende economisch optimale N-gift bij hanteren van een vaste gift zonder de Nmin hierbij te

betrekken 125 kg N/ha, bij een analyse op basis van N-gift plus Nmin in de laag 0-30 cm 128 kg N/ha (145-17) en bij een analyse op basis van N-gift plus Nmin in de laag 0-60 cm 148 kg N/ha (183-35).

4.3.3.2 Analyse van de 8 formele proeven afzonderlijk per proef

De 8 afzonderlijke proeven waarvan de datasets conform het protocol in aanmerking komen voor analyse met de responsmethode zijn geanalyseerd met een beschrijving volgens de tweedegraads polynoom. In de analyse is als verklarende variabele de totale stikstofgift gehanteerd en werd geen rekening gehouden met de voorraad N-mineraal in de bodem in het voorjaar. Voor het weergeven van de streefwaarde van N-bemesting plus Nmin zijn de waarden van de Nmin bij de economisch optimale N-gift opgeteld. In tabel 4.13 staan de analyseresultaten weergegeven.

Gemiddeld over de 8 afzonderlijke proeven was de optimale N-gift voor het bereiken van de hoogste kg-opbrengst die per proef werd berekend 122 kg N/ha. Het gemiddelde van de economisch optimale N-gift van de proeven bedroeg 118 kg N/ha. De kg-opbrengst in deze proeven varieerde van 36 tot 75 ton/ha. Er is in deze dataset geen duidelijke relatie tussen opbrengstniveau en optimale N-bemesting.

De berekening van de economisch optimale N-gift en van de streefwaarden van gift plus Nmin in de laag 0-30 cm of 0-60 cm leidt in de analyse waarin eerst de bewerking per proef wordt uitgevoerd en vervolgens de resultaten worden gemiddeld tot lagere N-giften en lagere N-streefwaarden dan bij een bewerking met alle 8 proeven in één analyse. Dit is weergegeven in tabel 4.14.

Tabel 4.13. **Analyseresultaten van acht afzonderlijke formele proeven met analyse volgens een tweedegraads polynoom.**

Hoogst beproefde N-object kg N/ha	Nmin 0-30 cm kg/ha	Nmin 0-60 cm kg/ha	Opbrengst op of nabij adviesgift ton/ha	Optimale N-gift maximale opbrengst kg N/ha	Econ. optimale N-gift in kg N/ha	Econ. optimale streefwaarde N-gift + Nmin in kg N/ha		R ² adj.
						0-30 cm	0-60 cm	
136	17	34	56	131	126	143	160	0,53
150	14	28	70	149	144	158	172	0,83
150	8	16	37	114	109	117	125	0,58
180	19	38	63	182	178	197	216	0,73
150	35	59	66	92	88	123	147	0,26
150	21	71	75	107	102	123	173	0,46
150	13	21	74	106	102	115	123	0,53
155	7	13	36	99	94	101	107	0,59
gemiddeld				122	118	135	153	

Tabel 4.14. **Berekende economisch optimale N-gift en berekende Nmin-streefwaarde in kg N/ha bij een wiskundige analyse waarbij de 8 proeven in één bewerking zijn geanalyseerd en een analyse waarbij de proeven eerst afzonderlijk zijn bewerkt en vervolgens de resultaten zijn gemiddeld. Analyse volgens tweedegraads polynoom.**

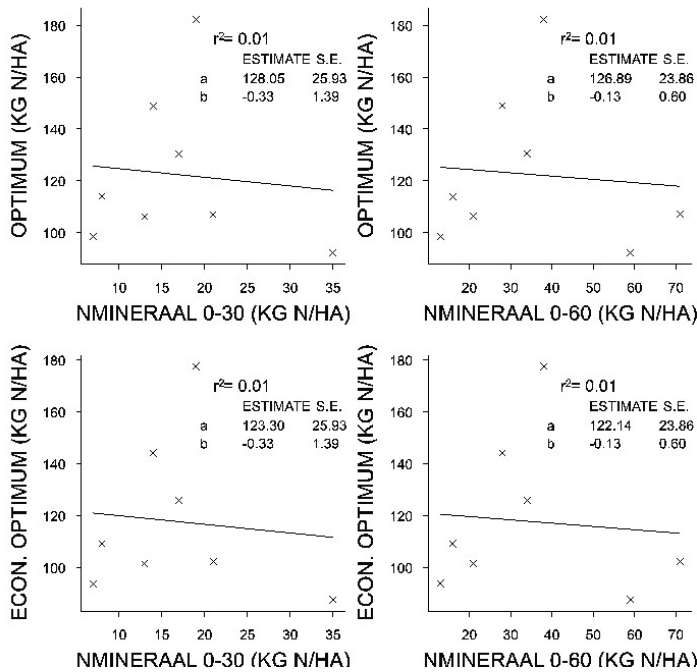
	Econ. optimale gift Kg N/ha	Streefwaarde N-gift plus Nmin kg N/ha	
		0-30 cm –mv	0-60 cm –mv
Alle 8 proeven in één analyse	125	145	183
Eerst een analyse per proef en dan middeling van de resultaten	118	135	153

Geconcludeerd wordt dat bij de analyse van de 8 proeven die als formele proef kunnen worden aangeduid de berekende economisch optimale N-gift 120 kg /ha excl. Nmin-voorjaar bedraagt.

4.3.3.3 Optimale N-gift uitgezet tegen Nmin in voorjaar

Ter controle van het uitgangspunt de N-min niet in de analyse te betrekken, werd de voorraad Nmin (0-30 cm) en (0-60 cm) van iedere proef uitgezet tegen de optimale N-gift en de economisch optimale

N-gift (figuur 4.1). Er werd geen betrouwbaar verband gevonden tussen de N-min in het voorjaar en de optimale of economisch optimale N-gift.



Figuur 4.1. Het verband tussen de voorraad N-mineraal in per bodemlaag en de optimale of economisch optimale opbrengst.

Linksboven:

Optimale opbrengst versus Nmin.(0-30 cm)

Linksonder:

Economisch optimum versus Nmin.(0-30 cm)

Rechtsboven:

Optimale opbrengst versus Nmin.(0-60 cm)

Rechtsonder:

Economisch optimum versus Nmin.(0-60 cm)

4.3.3.4 Gevoeligheidsanalyse prijsverhouding stikstof en uien

In de voorgaande paragrafen is steeds gerekend met een prijsverhouding van de prijs van uien ten opzichte van die van stikstof van 1:6. Er is ook een berekening uitgevoerd met een prijsverhouding van 1:3 en een verhouding van 1:12. In tabel 4.14 is weergegeven wat de invloed is van de gehanteerde prijsverhouding op de hoogte van de berekende economisch optimale N-gift. In tabel 4.15 is volstaan met het weergeven van de resultaten van de analyse met de tweedegraadspolynoom en die met het lineair exponentieel model. Ook is volstaan met het weergeven van de resultaten waarbij alleen naar de N-gift, excl. Nmin is gekeken.

De prijsverhouding heeft een effect op de berekende optimale N-gift. Wanneer de prijs van uien bij gelijkblijvende prijs van de stikstof verdubbelt dan is de optimale N-gift ongeveer 5 kg/ha hoger. Wanneer bij gelijke prijs van de uien de stikstof tweemaal zo duur wordt dan is de economisch optimale N-gift ongeveer 10 kg N/ha lager.

Tabel 4.15. Invloed van gewijzigde prijsverhouding van uien ten opzichte van stikstof op de berekende economisch optimale N-gift excl. Nmin-voorjaar. Optimale N-gift in kg/ha.

		Prijsverhouding uien: stikstof = 1:3	Prijsverhouding uien: stikstof = 1:6	Prijsverhouding uien: stikstof = 1:12
25 datasets	Tweedegraads polynoom	161	156	147
	Lineair exponentieel	147	141	130
19 datasets	Tweedegraads polynoom	159	155	146
	Lineair exponentieel	146	140	129
14 datasets	Tweedegraads polynoom	153	149	141
	Lineair exponentieel	139	134	125
8 datasets	Tweedegraads polynoom	128	125	120
	Lineair exponentieel	*	*	*

4.3.4 Verschilmethode

In totaal zijn er 19 datasets die voldoen aan de criteria om bewerkt te worden volgens de verschilmethode. Het protocol schrijft voor dat er minimaal één stikstofobject hoger moet zijn dan die van het bestaande advies (120 kg N/ha) en indien de adviesgift niet in de proef is opgenomen en minimaal twee N-trappen boven het advies aanwezig moeten zijn. De opbrengst van de bemestingstrap boven het advies moet hoger zijn dan die behorend bij de adviesgift en indien het object met adviesbemesting niet aanwezig is, moet de opbrengst van het hoogste object hoger zijn dan die van de N-trap daar het dichtst boven. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.16. Gemiddeld over alle 19 datasets kan geen opbrengstverhoging worden aangetoond. Er was gemiddeld over de 19 proeven geen verschil in opbrengst tussen die van het object adviesgift of eerste trap daarboven en de daaropvolgende hogere N-trap. Echter de adviesgift of eerste trap daarboven is in een aantal gevallen al 150 kg N/ha en de daaropvolgende hogere trap zelfs 250 kg N/ha. Een verschil in opbrengst is in deze gevallen ook niet te verwachten. Ook in de afzonderlijke proeven is dit het geval. In datasets waar wel een hogere opbrengst wordt vastgesteld, is deze wiskundig niet betrouwbaar. Wiskundige analyse is in enkele gevallen niet mogelijk vanwege het ontbreken van gegevens op veldjesniveau; uit proeven waar een analyse wel mogelijk is blijkt bij één van de proeven betrouwbare verschillen aanwezig zijn (PAGV2953). De lsd in deze proef bedraagt 3 ton/ha. Het verschil tussen de adviesgift en hogere giften is daarmee niet betrouwbaar.

Tabel 4.16. Toetsing van opbrengstgegevens volgens de verschilmethode.

proef	bemesting en opbrengst	N-trappen beneden het advies							adviesgift of trap dichtst daarboven	N-trappen boven het advies				hogere opbrengst ton/ha	Fprob./ LSD 5%	
		-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2		-1	1	2	3			4
Bem 899	kg N/ha ton/ha	0 39	5 45	16 50	25 50	50 63	78 53	88 51	100 57	120 56	136 54			-2	-	
Bem 940	kg N/ha ton/ha			0 32	30 32	50 33	58 36	85 35	100 33	142 37	150 40			3	NA	
KL 1993	kg N/ha ton/ha									120 78	160 78			0	-	
KL 1995	kg N/ha ton/ha									120 33	160 35			2	NA	
NNH 963	kg N/ha ton/ha						0 45	60 48	90 62	120 63	150 64	180 63		1	NA	
PAGV 2953	kg N/ha ton/ha						0 64	50 60	100 63	128 66	129 67	135 64	150 65	1	0,045 3	
PAGV 3962	kg N/ha ton/ha								108 72	134 71	145 69	160 72	161 66	212 71	1	0,424 ns
PAV 0138	kg N/ha ton/ha									120 71	122 72	128 72	132 70	136 73	2	0,804 ns
AGV 4231	kg N/ha ton/ha								50 63	150 67	250 63			-4	-	
PPO 4480	kg N/ha ton/ha								50 73	150 77	250 76			-1	-	
PPO 4583	kg N/ha ton/ha								50 50	150 55	250 54			-1	-	
RH 1524	kg N/ha ton/ha			0 32	50 36	58 38	72 38	100 40		122 36	150 39	155 34		3	0,586 ns	
RH 1619	kg N/ha ton/ha							108 40		134 41	145 41	160 42	161 40	212 43	2	0,256 ns
WG 1989	kg N/ha ton/ha							100 93		150 93	200 93			0	-	
WG 1990	kg N/ha ton/ha							100 91		150 91	200 89			-2	-	
WG 136	kg N/ha ton/ha						50 72	100 80		150 81	200 80			-1	-	
WG 146	kg N/ha ton/ha						50 94	100 97		150 94	200 91			-3	-	
WG 181	kg N/ha ton/ha							100 96		150 96	200 95			-1	-	
WS 1007	kg N/ha ton/ha							120 70		122 70	128 70	132 71	136 72	2	0,841 ns	
gemidd	ton/ha													0		

- Opbrengst boven advies of eerstvolgende daarboven liggende N-trap gemiddeld gelijk of lager.

NA Onvoldoende gegevens om per proef te analyseren.

ns Niet significant

4.3.5 Informele datasets praktijkgegevens

In de tabellen 4.17 en 4.18 staan bemestingsgegevens vermeld die in Praktijkcijfers 2 en in Telen met Toekomst zijn verzameld. Van Praktijkcijfers 2 zijn ook opbrengsten vermeld; van Telen met toekomst niet. In tabel 17 staan van Praktijkcijfers 2 de cijfers per jaar apart weergegeven. De maximaal behaalde opbrengst was 90 ton/ha in het jaar 2000, 77 ton/ha in 2001 en 75 ton/ha in 2002. De gemiddelde N-bemesting (werkzame hoeveelheid stikstof) in het project Praktijkcijfers 2 was 148 kg/ha in 2000 en 158 kg/ha in 2001 en in 2002. In het project Telen met toekomst was dit in de periode 2000 t/m 2003 gemiddeld 143 kg N/ha en in 2004 164 kg N/ha. De spreiding in N-bemesting op praktijkpercelen is groot. Het varieert van 32 tot 303 kg N-werkzaam per ha.

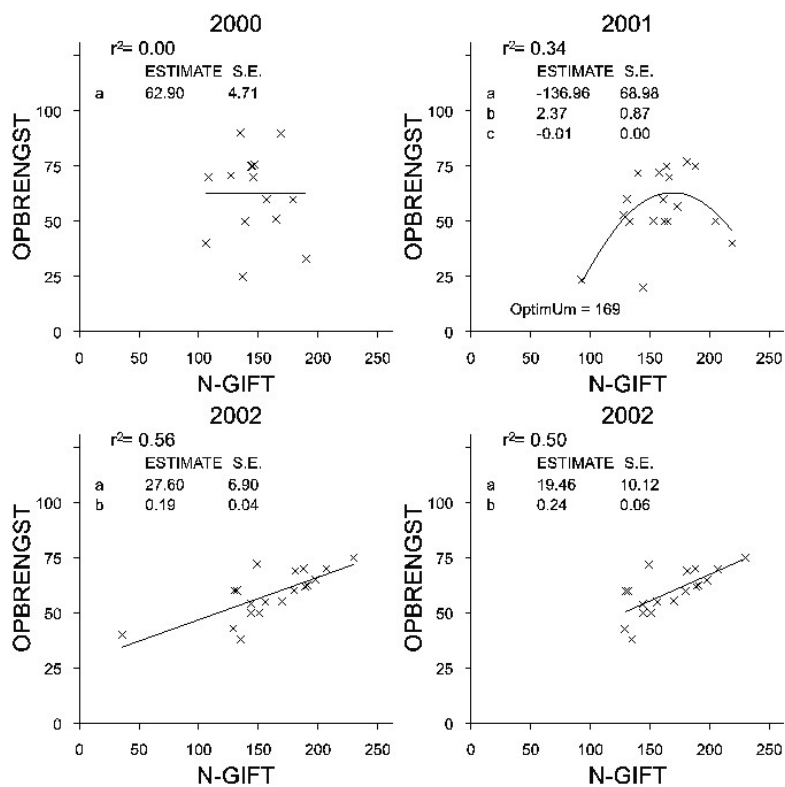
Tabel 4.17. **Recente gegevens uit praktijkprojecten.**

project	Jaar	aantal bedrijfssituaties	Gift N-werkzaam kg/ha			Opbrengst ton/ha		
			gemidd	min	max	gemidd	min	max
Praktijkcijfers2	2000 t/m 2002	54	155	36	230	59	20	90
TMT	2000 t/m 2003	19	143	76	208	-	-	-
TMT	2004	18	164	32	303	-	-	-

Tabel 4.18. **Gegevens per jaar uit het project praktijkcijfers 2, 2001-2002.**

Jaar	Aantal bedrijven	gift N-werkzaam kg /ha			Opbrengst ton/ha		
		gemidd.	min	max	gemidd.	min	max
2000	15	148	108	190	64	25	90
2001	18	158	93	219	57	20	77
2002	21	158	36	230	57	38	75

De gegevens uit Praktijkcijfers 2 zijn met model (1) geanalyseerd. In 2000 was er geen betrouwbaar N effect op de opbrengst. In 2001 was er een betrouwbaar verband met een optimum van 169 kg N per ha, in 2002 was er een lineaire stijging van de opbrengst als functie van de N-gift. Deze stijging werd zelfs groter indien een punt buiten beschouwing werd gelaten die voor het verloop van de lijn zeer bepalend is en buiten de range van de andere beschouwde waarden ligt. De R^2_{adj} van de aangepaste functies is voor alle jaren beperkt.



Figuur 4.2. Het verband tussen de werkzame N-gift en opbrengst van het project praktijkcijfers 2 per jaar.

Linksboven:

Werkzame N-gift versus opbrengst (ton/ha) 2000.

Linksonder:

Werkzame N-gift versus opbrengst (ton/ha) 2002.

Rechtsboven:

Werkzame N-gift versus opbrengst (ton/ha) 2001.

Rechtsonder:

Werkzame N-gift versus opbrengst (ton/ha) 2002.

Met uitsluiting van punt buiten de range van de andere punten.

4.3.6 Bodemoverschot

In het protocol wordt ook gevraagd om ook gevraagd een berekening van het bodemoverschot weergegeven. Het overschot is gedefinieerd als het verschil in N-aanvoer (mest, kunstmest en depositie) en de N-afvoer (in geoogst product en via vervluchtiging van ammoniak).

Alleen in de door De Visser uitgevoerde proeven is de N-afvoer met het geoogste product bepaald. Het gemiddelde stikstofgehalte in de drogestof in de proeven van De Visser was bij een N-bemesting van 100 kg N/ha 13,1 gram/kg ds en bij een bemesting van 150 kg N/ha 13,8 gram/kg ds. Bij een bemesting van 100 kg N/ha was de N-opname door de uien 133 kg N/ha en bij een N-bemesting van 150 kg/ha was dit 142 kg N/ha. Wanneer een gemiddelde depositie van 30 kg N/ha wordt verondersteld dan is de N-aanvoer bij een bemesting van 150 kg N/ha 180 kg N/ha en bij een bemesting van 100 kg N/ha 130 kg N/ha. De N-afvoer met het geoogste product was resp. 142 en 133 kg N/ha. Er is geen schatting te geven van de eventuele ammoniakvervluchtiging. De resultaten van de proeven van de Visser laten zien dat het bodemoverschot in het traject rond het N-advies licht positief is.

4.4 Formuleren van mogelijk nieuw N-bemestingsadvies voor zaaiuien

4.4.1 Beoordeling proefresultaten ten behoeve van een definitief nieuw advies

Op basis van proefresultaten is nagegaan of voor zaaiuien een nieuw definitief N-bemestingsadvies kan worden geformuleerd. Het gewas zaaiui is een gewas met een groot belang. Volgens het protocol van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet zijn hiervoor tenminste 6 formele proeven nodig. In het totaal van 30 datasets voldoen 8 datasets aan de eisen die aan een formele proef volgens de responsmethode gesteld worden en 19 datasets aan de eisen volgens de verschilmethode. Het protocol schrijft voor dat bij hanteren van de verschilmethode er minimaal één stikstofobject hoger moet zijn dan die van het bestaande advies (120 kg N/ha) en indien de adviesgift niet in de proef is opgenomen en minimaal twee N-trappen boven het advies aanwezig moeten zijn. De opbrengst van de bemestingstrap boven het advies moet hoger zijn dan die behorend bij de adviesgift en indien het object met adviesbemesting niet aanwezig is, moet de opbrengst van het hoogste object hoger zijn dan die van de N-trap het dichtst boven het advies ligt.

Uit de analyse volgens de responsmethode (8 formele proeven) komt naar voren dat de berekende economisch optimale N-gift, excl. Nmin-voorjaar, gelijk is aan die van het huidige advies (120 kg N/ha).

Uit de analyse volgens de verschilmethode blijkt dat er gemiddeld over de 19 proeven geen verschil in opbrengst was tussen die van het object adviesgift of eerste trap daarboven en de daaropvolgende hogere N-trap. Echter de adviesgift of eerste trap daarboven is in een aantal gevallen al 150 kg N/ha en de daaropvolgende hogere trap zelfs 250 kg N/ha. Een verschil in opbrengst is in deze gevallen ook niet te verwachten. Ook in de afzonderlijke proeven is dit het geval. In datasets waar wel een hogere opbrengst wordt vastgesteld, is deze wiskundig niet betrouwbaar. Wiskundige analyse is in enkele gevallen niet mogelijk vanwege het ontbreken van gegevens op veldjesniveau; uit proeven waar een analyse wel mogelijk is blijkt bij één van de proeven betrouwbare verschillen aanwezig te zijn (PAGV2953).

De resultaten besproken in paragraaf 4.3.3 en 4.3.4 kunnen de noodzaak niet onderbouwen om het N-bemestingsadvies van zaaiuien te verhogen. Het huidige advies voor zaaiuien waarop de gebruiksnorm voor stikstof is gebaseerd is een gift van 120 kg N/ha (Schröder) en de conclusie uit de bewerking van deze gegevens komt ook uit op een adviesgift van 120 kg N/ha.

Er is geen noodzaak om ook de N-min van de laag 0-30 cm of de laag 0-60 cm -mv in de advisering te betrekken. Uit de analyse van de 8 proeven blijkt dat er geen relatie is tussen de hoogte van de optimale gift en de Nmin-voorraad in het voorjaar in de bodem. Opvallend is overigens wel dat het opbrengstniveau van de 8 proeven die volgens een analyse van de responsmethode als formele proef kunnen worden aangeduid ongeveer 10 ton/ha lager is dan het gemiddelde van de dataset van 25 proeven.

Geconcludeerd kan worden dat het op basis van de gegevens die voor de analyse volgens de respons- en de verschilmethode beschikbaar zijn het niet mogelijk is om een nieuw definitief N-bemestingsadvies te formuleren.

4.4.2 Beoordeling proefresultaten ten behoeve van een voorlopig nieuw advies

Voor het vaststellen van een voorlopig nieuw N-bemestingsadvies volstaat volgens het Protocol van de CDM een dataset van tenminste 8 informele datasets. Aan deze datasets worden geen bijzondere eisen gesteld. Er is een dataset van 25 proefvelden beschikbaar met gegevens over de invloed van N-bemesting op de opbrengst van zaaiuien. Uit de analyse die besproken is in paragraaf 3.2 blijkt dat er wel aanleiding kan bestaan om het huidige N-bemestingsadvies te verhogen. Uit deze analyse komt een economisch optimale N-gift van 135 kg N/ha naar voren. Dit geeft aan dat het huidige advies mogelijk te laag is.

Op basis van deze analyse lijkt het wel mogelijk om voor zaaiui een voorlopig nieuw advies van 135 kg N/ha te formuleren. Ook bij dit advies wordt de Nmin-voorraad in het voorjaar buiten beschouwing gelaten. Een analyse met Nmin geeft geen betere beschrijving van de relatie tussen beschikbare N en opbrengst dan de relatie waarbij de Nmin niet wordt betrokken.

4.4.3 Beoordeling resultaten uit praktijkprojecten ten behoeve van een voorlopig nieuw advies

Uit de praktijkprojecten Praktijkcijfers 2 en Telen met toekomst blijkt dat de variatie in bemesting in de praktijk groot is. Het varieert van slechts 30 kg N tot meer dan 300 kg N/ha. Gemiddeld is door de telers in deze projecten 155 kg N/ha bemest.

4.4.4 Voorstel voor nieuw voorlopig N-bemestingsadvies

4.4.4.1 Nieuw definitief N-bemestingsadvies

De onderzoeksgegevens laten niet toe om een nieuw definitief stikstofbemestingsadvies voor zaauien te formuleren. Uit de analyse van de proeven die als formele proef kunnen worden aangeduid, is de berekende optimale N-gift excl. Nmin-voorjaar 120 kg /ha. Dit is gelijk aan het bestaande N-bemestingsadvies.

4.4.4.2 Voorlopig nieuw N-bemestingsadvies

Uit de grote dataset van formele en informele proeven is aanwijzing gevonden dat het bestaande N-bemestingsadvies voor zaauien mogelijk te laag is. De resultaten geven weliswaar geen aanleiding om een nieuw definitief N-bemestingsadvies te formuleren, maar ze geven wel aan dat het zinvol is om een voorlopig nieuw N-bemestingsadvies te formuleren.

Uit een analyse van de gegevens van 25 proefvelden blijkt dat de economisch optimale N-bemesting 135 kg N/ha (excl.Nmin) bedraagt.

Het Protocol van de CDM schrijft wel voor dat aan toekenning van een voorlopig nieuw bemestingsadvies wel voorwaarden zijn verbonden om tot een definitief advies te komen.

4.5 Literatuur

1. Berge, H. ten, e.a. Protocol voor de actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof. PRI Nota 332, januari 2005, 26 p.
2. Broek Rob van den. Onderzoek in opdracht van HPA naar de beïnvloeding van inhoudsstoffen uitgevoerd op PPO-Lelystad met 2 uienrassen en drie N-trappen (50, 150 en 250 kg N/ha) in 2003, 2004 en 2005. PPO-projectrapport, 2005
3. Dekker Peter, Anne Marie van Dam, Annette Pronk. Rapportage bemesting 2004-A Telen met toekomst, november 2005
4. Dijk TA van, De Haas MJG, Van Loon TS (2003) Resultaten akkerbouw en vollegrondsgroente 2002. Praktijkcijfers 2, deel 9, 103 pp.
5. Dijk, W van. (2003) Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen. Uitgave PPO februari 2003; publicatienummer 307.
6. Hoek J Rassenonderzoek zaauien 1997/1998.PAV-Intern documentatieverslag nr.90, 1998.
7. Landbouwkundig Onderzoek 1986. Jaarverslag proefboerderij De Waag. Stikstofbemesting en -deling op zaauien (WG 136 en WG 146), p. 77-79.
8. Landbouwkundig Onderzoek 1988. Jaarverslag prof. van Bemmelenhoeve. Bemestingsproefveld met verschillende organische bemestingen gekombineerd met opklimmende stikstofgiften (NNH 963), p.78-81
9. Landbouwkundig Onderzoek 1989. Jaarverslag proefboerderij De Waag. Stikstof en kalibemesting op zaauien (WG181), p. 110-112.
10. LEI-CBS (2005) Land- en tuinbouwcijfers 2005, Landbouw-Economisch Instituut, 's Gravenhage, 264 pp.
11. Rops A.H.J. Invloed stikstofdeling en extra kali op de opbrengst en kwaliteit van zaauien op de lichte zavelgronden. Jaarboek afgesloten praktijkonderzoek 1991/1992, PAGV-publicatie oktober 1992, p. 150-154. In dit onderzoek zijn N-totaalgiften opgenomen van 50, 100, 150 en 200 kg N/ha. Onderzoeksjaren 1985 t/m 1990
12. Rops A.J. Deling van stikstofbemesting bij zaauien. Jaarboek afgesloten praktijkonderzoek 1995/1996. Vollegrondsgroenten, PAGV-publicatie nr 81B, p. 152-153. Twee jaar veldproeven op ROC De Kandelaar in 1993 en 1995 met de N-trappen 80 + 40 = 120 kg N/ha, 120 + 0 = 120 kg N/ha; 120 + 40 = 160 kg N/ha. Het onderzoek is uitgevoerd met drie rassen. In 1995 gaf 160 kg N/ha een hogere opbrengst dan 120 kg N/ha.

13. Schröder JJ, Aarts HFM, De Bode MJC, Van Dijk W, Van Middelkoop JC, De Haan MHA, Schils RLM, Velthof GL & Wilms WJ (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Plant Research International, Rapport 79, 60 pp + bijlagen.
14. Visser C.L.M de. Landbouwkundig Onderzoek 1994. Onderzoek naar de toepassing van stikstofbijmeststelsysteem voor zaaiuien (Bem 899, Bem 915 en Bem 940- oogstjaar 1992, 1993 en 1994), p. 97-101.
15. Visser C.L.M de. o.a. beschreven in PAGV-jaarboek1994/1995, PAGV-publicatie nr 78 b, deel vollegrondsgroenten. P. 167-177. Onderzoek naar de toepasbaarheid van het stikstof bijmeststelsysteem in zaaiuien en perspectief van N(P)-rijenbemesting en beschreven in PAGV-verslag 220, oktober 1996, 116 p.
16. Visser, C.L.M de., Van den Berg, W. and Niers, H. (1995). Relation between soil mineral nitrogen before sowing and optimum nitrogen fertilization in onions. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 43:333-345.