

# Aanpassing N\_bemestingsadvies zomertarwe

Auteur(s)


Ing. R.D. Timmer, ir. P.H.M. Dekker en ir. W. van den Berg

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

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

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

Dit onderzoek is mede uitgevoerd vanuit het kader van het LNV-programma Beleidsondersteunend Onderzoek cluster Mineralen en Milieukwaliteit, thema Nitraatrichtlijn (BO-05-002)

 landbouw, natuur en voedselkwaliteit	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit Postbus 20401 2500 EK Den Haag
--	--

en



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

PPO-projectnummer: 3250075208

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhartweg 1, Lelystad  
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad  
Tel. : 0320 – 29 11 11  
Fax : 0320 – 23 04 79  
E-mail : [infoagv.ppo@wur.nl](mailto:infoagv.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
INLEIDING .....	7
1 ACHTERGRONDINFORMATIE .....	9
2 BESTAAND N_BEMESTINGSADVIES EN ONTWIKKELING IN DE PRAKTIJK DIE MAAKT DAT HET N_BEMESTINGSADVIES MOGELIJK MOET WORDEN AANGEPAST.....	11
2.1 Beschrijving van het bestaande advies (BA).....	11
2.2 Beschrijving van de onderbouwing van het BA.....	11
2.3 Motivering van de actualisatie .....	12
3 INVENTARISATIE VAN BESCHIKBARE GEGEVENS.....	13
3.1 Uitwerking mogelijk nieuw advies (NA) .....	14
3.1.1 Statistische analyse Proeven PPO (dataset A).....	14
3.1.2 Optimale N_gift voor opbrengst .....	14
3.1.3 Effect bodemvoorraad op optimale N_gift.....	15
3.1.4 Optimale economische N_gift .....	16
3.1.5 Effect van hoogte van de N_gift op het eiwitgehalte.....	16
3.1.6 Verschil in optimale N_gift tussen klei en zand .....	17
3.1.7 Relatie tussen opbrengstniveau en optimale N_gift .....	17
3.1.8 Effect hoogte N_bemesting op N_opname gewas en N_min na de oogst .....	18
4 FORMULEREN VAN NIEUW N_BEMESTINGSADVIES VOOR ZOMERTARWE .....	19
4.1 Resultaten verkregen uit proeven .....	19
4.2 Voorstel voor N_bemestingsadvies .....	19
5 LITERATUUR.....	21



# Samenvatting

Door het ministerie van LNV en het Productschap Akkerbouw is aan PPO de opdracht verleend om na te gaan in hoeverre er aanleiding bestaat om voor zomertarwe het stikstofbemestingsadvies in de 'Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen' te actualiseren. De conclusie die in deze studie wordt getrokken, is een aanbeveling voor aanpassing van het bemestingsadvies.

De analyse is uitgevoerd met de datasets die beschikbaar zijn gekomen door het uitvoeren van bemestingsproeven op zand- en kleigrond in 2007 en 2008. Eerder is geen stikstofbemestings-onderzoek uitgevoerd bij zomertarwe en oudere onderzoeksgegevens zijn dus niet beschikbaar. Het gaat om het vaststellen van het bemestingsadvies dat landbouwkundig gewenst is.

Voor zomertarwe is aangegeven hoe het bestaande N\_bemestingsadvies is geformuleerd, welke informatie is verzameld en hoe deze informatie is verwerkt. Op basis hiervan is een voorstel voor een aanpassing van het N\_bemestingsadvies geformuleerd.

De analyse is uitgevoerd volgens het protocol van de CDM (Commissie Deskundigen Meststoffenwet).

De economisch optimale N\_gift is afhankelijk van de kosten voor stikstof en de telersprijs voor tarwe. Zowel de prijs voor stikstof als voor tarwe varieerde de laatste twee jaar sterk. Kunstmest is echter in verhouding duurder geworden dan tarwe, waardoor de optimale economische N\_gift lager ligt dan twee jaar geleden toen het onderzoek van start ging.

Ondanks deze verandering in prijsverhouding was de economisch optimale N\_gift in de proeven hoger dan het huidige advies. Conclusie is daarom dat het bestaande advies geactualiseerd dient te worden. Voorgesteld wordt om voor alle grondsoorten het N\_bemestingsadvies met 20 kg N/ha te verhogen. Dit voorstel wordt voorgelegd aan de CDM.



# Inleiding

De praktijk vindt het stikstofbemestingsadvies bij zomertarwe te laag met als consequentie dat voor zomertarwe een te lage stikstofgebruiksnorm is vastgesteld.

In 2006 is door PPO een bureaustudie uitgevoerd waarbij het N\_bemestingsadvies voor zomertarwe is geanalyseerd. Hierbij is gebleken dat het advies niet is gebaseerd op onderzoeksresultaten, maar een afgeleide is van het advies bij wintertarwe. Op basis van beschikbare praktijkgegevens is deze afgeleide geactualiseerd en is er een voorstel gedaan tot aanpassing van het N\_bemestingsadvies. Hierbij werd een verhoging voorgesteld van het advies met 30 (zand) tot 50 (klei) kg N per ha. Aangezien bemestingsadviezen alleen nog maar aangepast kunnen worden op basis van (nieuwe) datasets, is dit voorstel niet gehonoreerd door de CDM (Commissie Deskundigen Meststoffenwet).

Door het ministerie van LNV en het Productschap Akkerbouw is aan PPO de opdracht verleend om onderzoek uit te voeren en op basis daarvan te beoordelen in hoeverre er aanleiding bestaat om bij zomertarwe het advies in de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen" aan te passen.

In 2007 en 2008 zijn hiertoe zowel op zandgrond als op kleigrond N\_bemestingsproeven uitgevoerd. Het onderzoek en de analyse van de resultaten zijn uitgevoerd volgens het protocol van de CDM.

Dit rapport is een samenvatting van het genoemde 2-jarige onderzoek naar de optimale stikstofbemesting van zomertarwe. De resultaten zullen worden voorgelegd aan de CDM.

De resultaten per proef zijn terug te vinden in de beide jaarrapportages (zie literatuurlijst).





# 1 Achtergrondinformatie

Het areaal zomertarwe beslaat de laatste 5 jaar in Nederland een kleine 20.000 ha. Hierbij is een licht dalende tendens waarneembaar. Het grootste deel van het areaal ligt op kleigrond (ca.70%), het restant ligt op zand en löss. Het belangrijkste teeltgebied ligt in de provincies Groningen en Drenthe (elk ca. 3.000 ha), gevolgd door Zuid Holland (ca. 2.500 ha) en Zeeland (ca. 1.500 ha). De opbrengsten zijn het hoogst in het Zuidwestelijk kleigebied (7,5 ton per ha), het laagst in Groningen/Drenthe (6,3 ton per ha). Gemiddeld bedraagt de opbrengst in ons land bijna 7 ton per ha (bron: CBS). Het verschil in opbrengst tussen zomertarwe en wintertarwe is gemiddeld over de laatste 5 jaar ruim 2 ton per ha. Op zandgrond is het verschil ca. 1,5-2 ton per ha en op klei zo'n 2-2,5 ton per ha. Statistieken over areaal en opbrengst van zomertarwe specifiek voor löss zijn niet beschikbaar.

Het uitgezaaide areaal zomertarwe is veelal afhankelijk van de weersomstandigheden in het najaar. Onder gunstige omstandigheden kiezen veel graantelers voor het zaaien van wintertarwe aangezien dit gewas, mits tijdig gezaaid, een hogere opbrengst geeft dan zomertarwe. Als het zaaien van wintertarwe vanwege slecht weer moet worden uitgesteld, valt na 1 februari de keuze veelal op zomertarwe. Daarnaast is er een groep telers die m.n. vanwege grondsoort en/of bakkwaliteit bewust kiest voor het zaaien van zomertarwe. De beschikbare zomertarwerassen hebben gemiddeld een betere bakkwaliteit dan de beschikbare wintertarwerassen; zomertarwe wordt in verhouding tot wintertarwe voor een groter deel afgezet als baktarwe. Bij zomertarwe is een voldoende hoge N\_bemesting nog meer van belang dan bij wintertarwe, omdat het bereiken van een hoog eiwitgehalte ( $\geq 13\%$ ) het rendement van de teelt bepaalt.

De praktijk vindt het huidige advies voor zomertarwe, zoals het in de Adviesbasis Bemesting staat, vermeld te laag (tabel 1). Het advies is volgens hen niet actueel en de N\_bemesting in de praktijk ligt inmiddels op een hoger niveau, waarbij de gespecialiseerde zomertarwetelers op klei ook een 3<sup>e</sup> N\_gift toepassen. De telers willen daarom een aanpassing van het advies. Om tot een aanpassing van het advies te komen zijn er echter proefveldgegevens nodig, minimaal 4 bruikbare datasets van geslaagde proeven. In 2006 is een bureaustudie uitgevoerd (Timmer, R.D. en P.H.M. Dekker; Actualisatie N\_bemesting zomertarwe, 2006) naar beschikbare datasets van zomertarwe en de achtergronden van het huidige advies. Er bleken noch in het verleden noch recentelijk N\_bemestingsproeven bij zomertarwe uitgevoerd te zijn. Het bestaande advies voor zomertarwe is dan ook niet gebaseerd op proefresultaten en datasets, maar slechts een afgeleide van het oude N\_advies voor wintertarwe. Door het ontbreken van proefresultaten was het niet mogelijk het N\_advies bij zomertarwe aan te passen op basis van een heranalyse van oude gegevens.

In opdracht van PA en het ministerie van LNV is PPO in 2007 onderzoek gestart naar de optimale N\_bemesting van zomertarwe. Hierbij zijn bemestingsproeven aangelegd op enkele klei- en zandlocaties met de bedoeling de benodigde datasets te verzamelen om een eventuele aanpassing van het bestaande advies mogelijk te maken.



## 2 Bestaand N\_bemestingsadvies en ontwikkeling in de praktijk die maakt dat het N\_bemestingsadvies mogelijk moet worden aangepast

### 2.1 Beschrijving van het bestaande advies (BA)

In de "Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen" is voor zomertarwe het onderstaande N\_bemestingsadvies (tabel 2.1) opgenomen (Van Dijk, 2003). Het bestaande advies (BA) bij zomertarwe houdt geen rekening met teelt op verschillende grondsoorten, bovengemiddelde opbrengsten en/of een teelt voor bakkwaliteit. Bij de N\_bemesting van zomertarwe vindt er een verdeling plaats over twee giften. De 1<sup>e</sup> N\_gift vindt kort voor of na het zaaien 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 120 kg N per ha, met een maximum van 80 kg N per ha. De 2<sup>e</sup> N\_gift bedraagt maximaal 50 kg N per ha. Vanwege het kortere groeiseizoen en lagere opbrengstniveau dan wintertarwe wordt geen 3<sup>e</sup> N\_gift geadviseerd.

Tabel 2.1 **Bestaande N\_bemestingsadvies voor zomertarwe (in kg N per ha)**

grondsoort	teeltdoel	opbrengst niveau	N_min	1 <sup>e</sup> N_gift	2 <sup>e</sup> N_gift	3 <sup>e</sup> N_gift	totaal
klei/zand/löss	voer/bak	gem	≥ 40	120-Nmin	50	0	170-Nmin
klei/zand/löss	voer/bak	gem	< 40	80	50	0	130

Inmiddels is er in 2005 een gebruiksnorm voor zomertarwe opgesteld. Deze is gebaseerd op het BA en een forfaitaire N\_min van 30 kg N per ha (laag 0-60 cm). Hieronder (tabel 2.2) is deze gebruiksnorm voor zomertarwe weergegeven en ter vergelijking de gebruiksnorm voor wintertarwe.

Tabel 2.2 **Gebruiksnorm N\_bemesting voor zomertarwe en wintertarwe (in kg N per ha)**

jaar	zomertarwe		wintertarwe	
	klei	zand	klei	zand
2006	155	140	245	190
2007	155	140	240	160
2008	150	140	230	160
2009	140	140	220	160

### 2.2 Beschrijving van de onderbouwing van het BA

Er zijn geen N\_proeven bij zomertarwe uitgevoerd op basis waarvan het BA is opgesteld. Het BA is een afgeleide van het BA voor wintertarwe. Op basis van o.a. het verschil in productieniveau tussen wintertarwe en zomertarwe is indertijd het BA voor zomertarwe opgesteld. Verder heeft het verschil in strostevigheid en gebruik van groeiregulatoren bij beide gewassen een rol gespeeld (persoonlijke mededeling Darwinkel). Op basis van een lager opbrengstniveau en de benodigde hoeveelheid stikstof per ton product (oude vuistregel bij wintertarwe => 25 kg N per ton bij 16% vocht; o.a. ook gebruikt in actualisatie N\_advies wintertarwe in 2006) is berekend dat er bij zomertarwe minder bemest hoeft te worden. Het opbrengstverschil varieerde indertijd (periode 1980-1990 <sup>1</sup>) van ca. 1,2 ton per ha op de zand- en mindere kleigronden tot ca. 2,0 ton per ha op de betere kleigronden. Dit leverde een verschil in N\_behoefte op van 30 kg N per ha (1,2 ton x 25 kg N) tot maximaal 50 kg N per ha (2 ton x 25 kg N). Het verschil in basisadvies (1<sup>e</sup> + 2<sup>e</sup> gift) voor beide gewassen werd gesteld op 30 kg N per ha (tabel 2.3) gebaseerd op het opbrengstverschil op de zand- en mindere kleigronden. Voor de betere kleigronden met

<sup>1</sup> vermoedelijk is het BA in deze periode tot stand gekomen

hoge opbrengsten werd bij wintertarwe een 3<sup>e</sup> N\_gift van 40 kg N per ha geadviseerd (tabel 2.4). Bij zomertarwe had de bemesting op basis van het opbrengstverschil ook verhoogd kunnen worden op de betere kleigronden (+20 kg N/ha), maar werd dit niet geadviseerd vanwege o.a. het grotere risico op legering. Bij wintertarwe waren n.l. kortstro rassen beschikbaar met een goede stevigheid en ook het gebruik van groeiregulatoren was bij wintertarwe algemener dan bij zomertarwe. Om deze reden werd de bemesting van zomertarwe op de betere kleigronden beperkt en was het verschil met wintertarwe 20 kg N per ha groter (70 i.p.v. 50 kg N per ha) dan uitsluitend op basis van het opbrengstniveau werd berekend.

Tabel 2.3 **Basisadvies voor zomertarwe en wintertarwe (in kg N per ha) volgens Adviesbasis (2003), excl. aanpassingen voor klei en löss.**

gewas	teeltdoel	opbrengst niveau	N_min	1 <sup>e</sup> N_gift	2 <sup>e</sup> N_gift	3 <sup>e</sup> N_gift	totaal
wintertarwe	voer	gem	≥ 40	140-Nmin	60	0	200-Nmin
wintertarwe	voer	gem	< 40	100	60	0	160
zomertarwe	voer	gem	≥ 40	120-Nmin	50	0	170-Nmin
zomertarwe	voer	gem	< 40	80	50	0	130

Tabel 2.4 **Basisadvies voor zomertarwe en wintertarwe (in kg N per ha) volgens Adviesbasis Bemesting (2003), incl. aanpassingen voor klei en löss.**

gewas	teeltdoel	opbrengst niveau	N_min	1 <sup>e</sup> N_gift	2 <sup>e</sup> N_gift	3 <sup>e</sup> N_gift	totaal
wintertarwe	voer	gem	≥ 40	140-Nmin	60	40	240-Nmin
wintertarwe	voer	gem	< 40	100	60	40	200
zomertarwe	voer	gem	≥ 40	120-Nmin	50	0	170-Nmin
zomertarwe	voer	gem	< 40	80	50	0	130

## 2.3 Motivering van de actualisatie

De praktijk vindt het huidige advies voor zomertarwe zoals het in de Adviesbasis staat vermeld te laag. De N\_bemesting in de praktijk ligt inmiddels op een hoger niveau, waarbij de gespecialiseerde zomertarwetelers op klei ook een 3<sup>e</sup> N\_gift toepassen.

In opdracht van Productschap Akkerbouw en het ministerie van LNV is PPO in 2007 onderzoek gestart naar de optimale N\_bemesting van zomertarwe. Hierbij zijn bemestingsproeven aangelegd op enkele klei- en zandlocaties met de bedoeling de benodigde datasets te verzamelen om een eventuele aanpassing van het bestaande advies mogelijk te maken.

Inmiddels is dit onderzoek afgerond en zijn er datasets beschikbaar gekomen. In het kader van de vaststelling van de gebruiksnormen is het gewenst het bestaande advies van zomertarwe opnieuw te beoordelen en de nieuwe datasets hierin mee te nemen.

### 3 Inventarisatie van beschikbare gegevens

Er zijn in het verleden geen N\_bemestingsproeven bij zomertarwe uitgevoerd. Het BA voor zomertarwe is dan ook niet gebaseerd op profresultaten en datasets, maar slechts een afgeleide van het oude BA voor wintertarwe. Vermoedelijk vanwege het beperkte areaal en daarmee het beperkte belang van zomertarwe, waren er tot voor kort geen initiatieven geweest om het BA voor zomertarwe op basis van profresultaten te formuleren dan wel te verifiëren.

In 2007 en 2008 zijn er door PPO-AGV N\_proeven met zomertarwe uitgevoerd op een drietal kleilocaties en een drietal zandlocaties. Het betreft in alle gevallen proeven die voldoen aan de voorwaarden gesteld aan "formele proeven" in het "Protocol voor actualisatie van bemestingsadviezen voor stikstof". In de tabellen 3.1 en 3.2 zijn jaar, locatie, ras en gegevens over de opzet van de proeven weergegeven.

Alle 10 proeven voldeden aan de gestelde eisen in het protocol om de gegevens te analyseren volgens de responsmethode.

Tabel 3.1 **Overzicht van bronnen gebruikt bij de herziening van het N\_bemestingsadvies voor zomertarwe**

dataset	A
waar beschreven	PPO-Projectrapporten 32500752 (2007 en 2008)
beschikbaar door	R.D. Timmer (PPO)
onderzoek door	R.D. Timmer (PPO)
proefplaatsen	Lelystad, Westmaas, Colijnsplaat, Rolde, Valthermond, Vredepeel
grondsoort	klei en zand
rassen	Tybalt
wanneer	2007 t/m 2008
N_trappen	6
N_traject	0 - 210 kg N per ha
nultrap	ja
status	formeel
methode	respons

Tabel 3.2 **Overzicht N\_bemestingsproeven in zomertarwe, PPO-AGV 2007-2008.**

proef-nr.	jaar	locatie*	ras	grondsoort	voorvrucht**	N_min (0-60 cm)	nul-object	aantal N_trappen	hoogste N_gift	N_gift volgens BA
1	2007	LE	Tybalt	klei	SB	27	ja	6	210	130
2	2008	LE	Tybalt	klei	SB	22	ja	6	210	130
3	2007	WS	Tybalt	klei	CA	25	ja	6	210	130
4	2008	WS	Tybalt	klei	SB	14	ja	6	210	130
5	2007	RH	Tybalt	klei	CA	22	ja	6	210	130
6	2007	KP	Tybalt	zand	ZA	26	ja	6	210	130
7	2008	KP	Tybalt	zand	ZA	24	ja	6	210	130
8	2007	KB	Tybalt	zand	ZA	10	ja	6	210	130
9	2008	KB	Tybalt	zand	ZA	14	ja	6	210	130
10	2007	VP	Tybalt	zand	CA	26	ja	6	210	130

\* : LE = PPO-proefbedrijf Lelystad; WS = proefboerderij Westmaas; RH = proefboerderij de Rusthoeve (Colijnsplaat); KP = proefboerderij 't Kompas (Valthermond); KB = proefboerderij Kooijenburg (Rolde); proefboerderij Vredepeel

\*\* : SB = suikerbieten; CA = consumptieaardappelen; ZA = zetmeelaardappelen

## 3.1 Uitwerking mogelijk nieuw advies (NA)

### 3.1.1 Statistische analyse Proeven PPO (dataset A)

De opbrengstcijfers van alle 10 proeven van 2007 en 2008 zijn statistisch verwerkt en er zijn analyses uitgevoerd om de optimale N\_gift te berekenen. Per locatie is een regressieanalyse uitgevoerd met:

- 2<sup>e</sup> graads polynoom met blokeffect
- exponentieel model met blokeffect
- lineair exponentieel model met blokeffect
- 2<sup>e</sup> graads polynoom met autoregressie voor rij en kolom

In de rapporten van beide onderzoeksjaren zijn per locatie de responscurven per blok voor het 2<sup>e</sup> graads polynoom, het exponentieel en het lineair exponentieel model uitgezet.

- Bij granen dalen over het algemeen de opbrengsten bij N\_giften boven het optimum (door het optreden van legering). Het exponentiële model is daarom minder voor de hand liggend: bij dit model blijft de curve bij een toenemende N\_gift stijgen naar een horizontale asymptoot.
- Bij een 2<sup>e</sup> graadspolynoom is de curve symmetrisch rond het optimum. Het lineair exponentiële model is een alternatief waarbij de curve snel stijgt bij toename van de Ngift en voorbij het optimum naar een langzaam dalende asymptoot nadert. Omdat de helling bij deze asymptoot positief was bij een aantal proeven in zowel 2007 als 2008 is het lineair exponentiële model hier geen goede optie.
- Beste keuze is daarom het 2<sup>e</sup> graads polynoom model. Dit model gaf bij alle proeven een bruikbare schatting van het optimum. Alleen in Westmaas 2008 was het optimum veel hoger dan de hoogste N\_gift. Bij een 2<sup>e</sup> graads polynoom is de respons symmetrisch rond het optimum terwijl in Westmaas 2008 de opbrengst tot en met 140 kg N/ha lineair bleef toenemen en pas bij 170 kg N/ha begon af te vlakken. Er is voor gekozen om de waarnemingen met N\_gift 0 kg/ha te verwijderen uit de analyse. Dan kon de respons wel goed door een 2<sup>e</sup> graads polynoom worden beschreven en werd wel een realistisch optimum geschat.
- De lange periode van zeer warm en droog weer in zowel het voorjaar van 2007 als van 2008 heeft geleid tot een grotere proefveldvariatie dan gemiddeld. Dit was een reden om de gegevens ook te analyseren met een "autoregressie voor rij en blok". Hiermee kan voor een verloop in vruchtbaarheid en/of vochtvoorziening op een proefveld worden gemodelleerd. In geen van de proeven is er een duidelijk verloop van de residuen dat al niet wordt opgevangen door de blokken. Een analyse met de 2<sup>e</sup> graads polynoom waarbij correlatie tussen rijen en kolommen werd gemodelleerd met autoregressie voor rij en blok leidde niet tot regressiecoëfficiënten met een lagere standard error (s.e.). De proeven bestonden uit 24 velden en waren te klein om autoregressieve modellen goed te kunnen toepassen.

### 3.1.2 Optimale N\_gift voor opbrengst

In tabel 3.3 staan de schattingen van de regressiecoëfficiënten van het 2<sup>e</sup> graads polynomeffect met blokeffect en de bijbehorende optimale N gift met standard error.

De optimale N\_gift voor opbrengst varieerde van 117 kg N per ha in de proef op Vredepeel in 2007 tot 224 kg in de proef in Westmaas in 2008. Gemiddeld werd de hoogste opbrengst bereikt bij een N\_gift van 172 kg N per ha; dit was exclusief de bodemvoorraad. Het BA geeft een N\_gift van 130 kg N per ha aan.

\* Het resultaat van Vredepeel in 2007 is afwijkend van alle andere optimale N\_giften. In het rapport van 2007 is al aangegeven dat de proef op proefboerderij Vredepeel, ondanks enkele keren beregenen, sterk te lijden heeft gehad van de zeer droge omstandigheden. Hierdoor ontstond een grote onregelmatigheid en een vrij laag opbrengstniveau. Er zijn dus redenen om het resultaat niet mee te nemen in de totale analyse. Indien Vredepeel 2007 wordt weggelaten is de gemiddelde optimale N\_gift niet 172 kg per ha, maar 178 kg per ha.

\* Verder moet opgemerkt worden dat bij 3 van de 10 proeven de voorvrucht suikerbieten was. Er is bij de berekening van de optimale N\_gift in tabel 3.3 geen rekening gehouden met de uit het bietenblad vrijkomende stikstof. Het meerekenen van een nawerking van  $2/3 * 30 = 20$  kg N per ha in deze 3 proeven levert een gemiddelde optimale N\_gift op die 6 kg hoger ligt (184 kg N per ha).

Tabel 3.3. **Schatting van de optimale N\_gift (kg N/ha, exclusief N\_min) per proef en bijbehorende opbrengst (ton/ha) met behulp van het model met een 2<sup>e</sup> graads polynoom.**

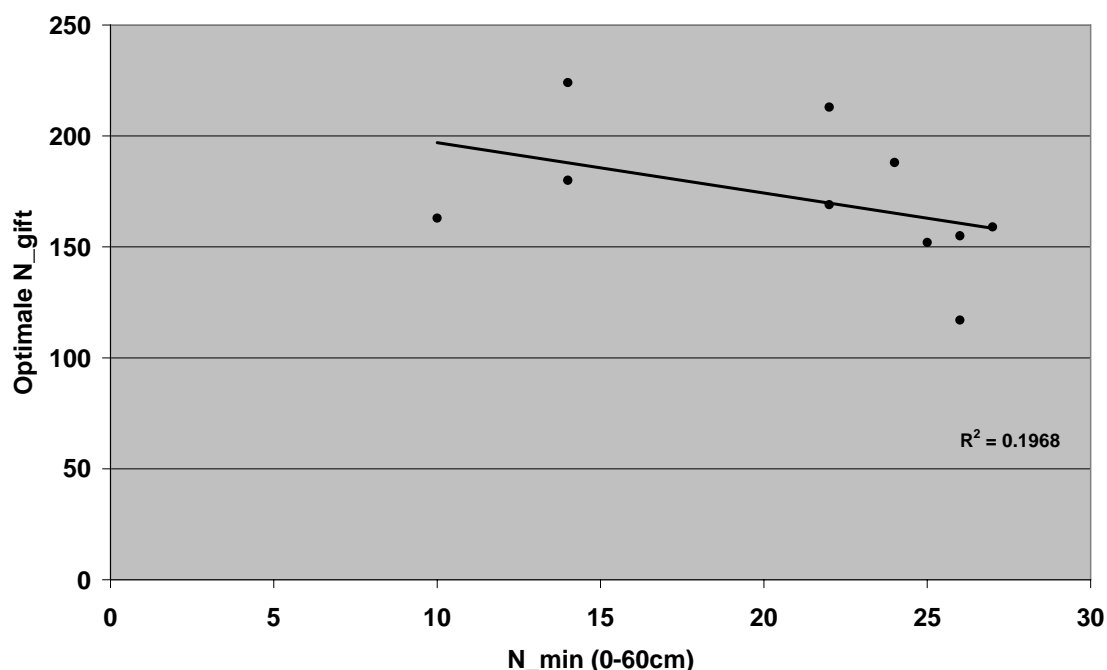
Jaar	locatie *	grondsoort	N_min (0-60 cm)	voorvrucht **	parameter a	parameter b	parameter c	optimale N_gift	s.e.	hoogste N_gift	opbrengst bij optimale N_gift
2007	KB	zand	10	ZA	2760	40.9	-0.125	<b>163</b>	4.7	210	6.1
2007	KP	zand	26	ZA	4447	55.2	-0.179	<b>155</b>	5.3	210	8.7
2007	LE	klei	27	SB	4576	47.5	-0.149	<b>159</b>	6.3	210	8.4
2007	RH	klei	22	CA	4847	19.7	-0.059	<b>169</b>	10.2	210	6.5
2007	VP	zand	26	CA	4726	24.2	-0.104	<b>117</b>	8.7	210	6.1
2007	WS	klei	25	CA	3791	28.2	-0.093	<b>152</b>	16.8	210	5.9
2008	KB	zand	14	ZA	3114	41.3	-0.115	<b>180</b>	12.6	210	6.8
2008	KP	zand	24	ZA	5725	47.8	-0.127	<b>188</b>	17.5	210	10.2
2008	LE	klei	22	SB	5320	35.9	-0.084	<b>213</b>	15.7	210	9.1
2008	WS	klei	14	SB	111	94.7	0.211	<b>224</b>	25.0	210	10.7
gem			21					<b>172</b>			

\* : LE = PPO-proefbedrijf Lelystad; WS = proefboerderij Westmaas; RH = proefboerderij de Rusthoeve (Colijnsplaat); KP = proefboerderij 't Kompas (Valthermond); KB = proefboerderij Kooijenburg (Rolde); proefboerderij Vredepeel

\*\* : SB = suikerbieten; CA = consumptieaardappelen; ZA = zetmeelaardappelen

### 3.1.3 Effect bodemvoorraad op optimale N\_gift

De hoeveelheid minerale N in de bodem (0-60cm) in het voorjaar was in alle proeven laag (gemiddeld 21 kg N per ha) en varieerde van 10 tot 27 kg N per ha. De spreiding in de N\_min cijfers was dus erg klein en er kon geen betrouwbare relatie vastgesteld worden tussen de stikstofvoorraad en de optimale N\_gift (figuur 1).



Figuur 1. **Relatie tussen stikstof in de bodem in het voorjaar en de optimale N\_gift.**

### 3.1.4 Optimale economische N<sub>gift</sub>

Om de optimale economische N<sub>gift</sub> te bepalen moet rekening worden gehouden met de prijs voor kunstmest en de (telers)prijs voor tarwe. Bij de berekening van de economisch optimale N<sub>gift</sub> is in de rapportages over 2007 en 2008 uitgegaan van een stikstofprijs van €900 per ton N en een tarweprijs van €200 per ton, ofwel een prijsverhouding stikstof/tarwe (pv) van 4,5. De afgelopen twee jaar fluctueerde echter zowel de prijs voor kunstmest als die voor tarwe sterk. Zowel sterke stijgingen als dalingen kwamen voor. Zo bewoog de telersprijs voor tarwe zich tussen de 100 en 240 euro per ton en de stikstofprijs tussen de 900 en 1600 euro per ton N. De prijsverhouding stikstof/tarwe ligt op dit moment in de buurt van de 10 (1200 euro voor stikstof en 120 euro voor tarwe), maar kan variëren van 4 tot 16. Een andere prijsverhouding geeft een ander economisch optimum. Aangezien de ontwikkelingen van zowel tarweprijzen als stikstofprijzen erg hectisch zijn en moeilijk te voorspellen, is ervoor gekozen om het effect van enkele prijsverhoudingen door te rekenen. In deze eindrapportage over beide proefjaren is daarom een verhouding van 8, 10 en 12 gehanteerd, en tevens een verhouding van 4.5 om een vergelijk met de resultaten in de rapportages van 2007 en 2008 te kunnen maken. In tabel 3.4 staan de berekende optimale economische N<sub>gift</sub>en vermeld.

Tabel 3.4. **Schatting van de economisch optimale N<sub>gift</sub> (exclusief N<sub>min</sub>) in de proeven van 2007 en 2008 met behulp van het model met een 2<sup>e</sup> graads polynoom bij een prijsverhouding stikstof/tarwe van 4.5, 8, 10 en 12.**

Jaar	locatie	grondsoort	N <sub>min</sub>	optimale N <sub>gift</sub>	pv = 4.5	pv = 8	pv = 10	pv = 12
2007	KB	zand	10	163	145	131	123	115
2007	KP	zand	26	155	142	132	127	121
2007	LE	klei	27	159	144	132	126	119
2007	RH	klei	22	169	130	100	83	66
2007	VP	zand	26	117	95	78	68	59
2007	WS	klei	25	152	127	109	98	87
2008	KB	zand	14	180	160	145	136	128
2008	KP	zand	24	188	171	157	149	141
2008	LE	klei	22	213	186	165	154	142
2008	WS	klei	14	224	213	205	200	196
gem				172	151	135	126	117

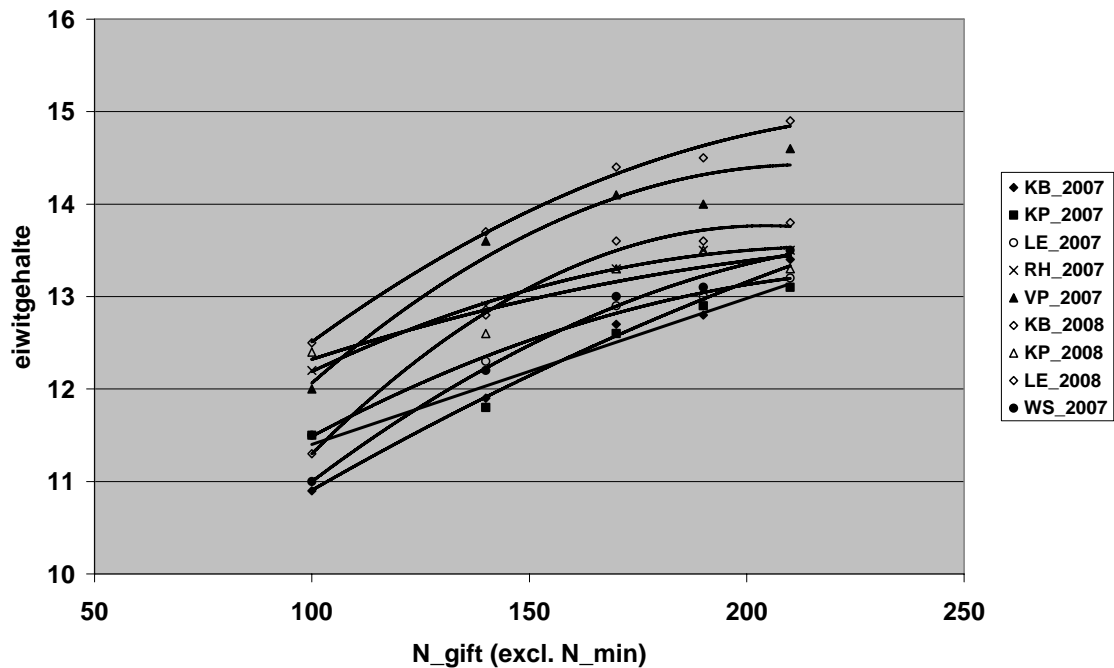
Op basis van een gemiddelde stikstofprijs van 1200 euro per ton N en een gemiddelde tarweprijs van 150 euro per ton over de laatste 2 jaar, is hierna in dit rapport verder gerekend met een prijsverhouding van 8. Bij een prijsverhouding van 8 bedroeg de gemiddelde optimale economische N<sub>gift</sub> 135 kg N per ha (excl. bodem N). Wanneer de afwijkende proef van Vredepeel 2007 uit de berekeningen wordt gelaten is de optimale economische N<sub>gift</sub> 7 kg hoger (142 kg N per ha) en na correctie voor de proeven met suikerbieten als voorvrucht nog eens 6 kg hoger (148 kg N per ha). Dit is 18 kg boven het BA van 130 kg N per ha.

In deze berekeningen is (nog) geen rekening gehouden met een eventuele premie voor baktarwe. Bij een eiwitgehalte boven de 11,5% kan een kleine premie verkregen worden voor bakkwaliteit; deze premie kan nog iets oplopen voor eiwitgehalten boven de 12,5-13%. De premie kan net als de basisprijs voor voertarwe en de kostprijs voor stikstof, van jaar tot jaar (sterk) variëren. De laatste jaren kon bij een voertarweprijs van ca. €150 per ton tarwe een premie verkregen worden van €4-6 per ton voor baktarwe.

### 3.1.5 Effect van hoogte van de N<sub>gift</sub> op het eiwitgehalte

In figuur 2 is de relatie tussen de hoogte van de N<sub>gift</sub> en het eiwitgehalte van de korrel per proef weergegeven (Westmaas 2008 is in deze figuur weggelaten vanwege het ontbreken van betrouwbare eiwitcijfers). In alle proeven nam het eiwitgehalte sterk toe met de hoogte van de N<sub>gift</sub>. Bij een gemiddelde optimale N<sub>gift</sub> voor opbrengst van 172 kg N per ha werd in alle proeven een eiwitgehalte van 12,5% of meer bereikt. Hiermee werd (ruimschoots) voldaan aan de minimumnorm voor baktarwe en kon er een premie verkregen worden. Ook bij een economisch optimale N<sub>gift</sub> van 135 kg N per ha (pv=8) lag het eiwitgehalte in alle proeven boven de minimumnorm van 11,5%.





Figuur 2. Relatie tussen de hoogte van de N\_gift en het eiwitgehalte van de korrel; 9 proeven 2007-2008.

### 3.1.6 Verschil in optimale N\_gift tussen klei en zand

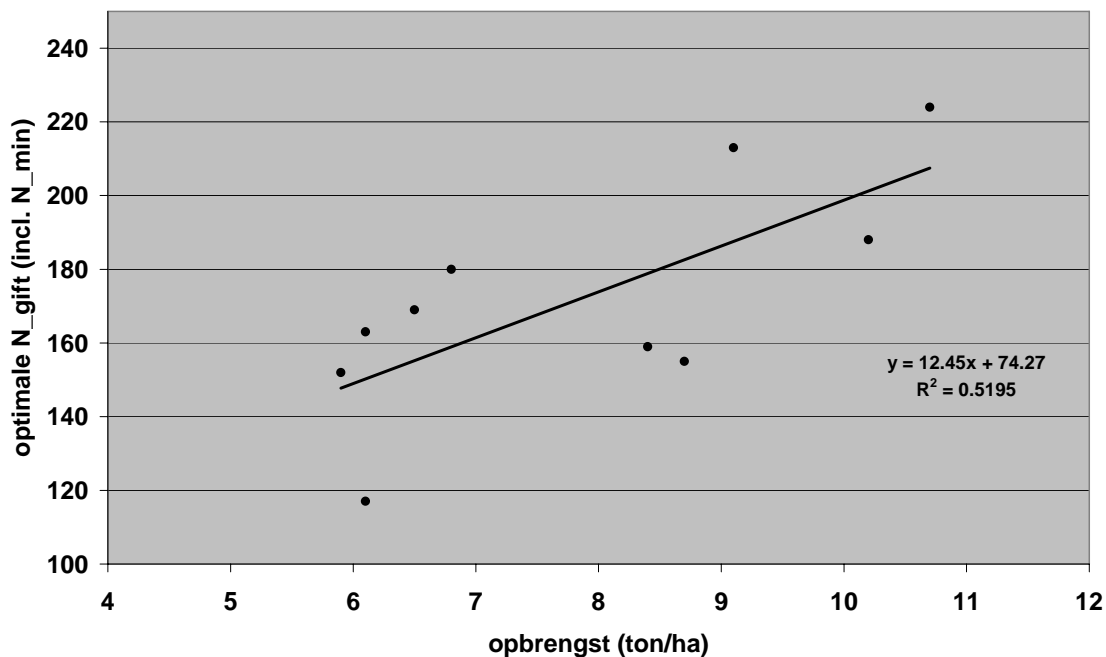
In tabel 3.5 is de optimale N\_gift weergegeven voor de kleiproeven en de proeven op zand. De gemiddelde optimale N\_gift voor opbrengst was op de kleilocaties ruim 20 kg hoger dan op de zandlocaties. Dit verschil was echter niet significant. Ook de economisch optimale N\_giften verschilden niet significant van elkaar.

Tabel 3.5. Gemiddelde optimale en economisch optimale N\_gift (exclusief N\_min) bij een prijsverhouding stikstof/tarwe van 4.5, 8, 10 en 12 in de proeven van 2007 en 2008 op klei en op zand.

grondsoort	opt. N_gift	econ. opt. N_gift			
		pv = 4.5	pv = 8	pv = 10	pv = 12
klei	183	160	142	132	122
zand	161	143	129	121	113
gem	172	151	135	126	117
lsd (0.05)	45	49	55	58	62

### 3.1.7 Relatie tussen opbrengstniveau en optimale N\_gift

In figuur 3 is voor de 10 proeven de optimale N\_gift voor opbrengst (excl. N\_min) uitgezet tegen de opbrengst die bij die N\_gift behaald werd. Hoewel het verband niet erg sterk was, is er wel een tendens dat naarmate het opbrengstniveau hoger was, de behoefte aan stikstof toenam. Wanneer groeiomstandigheden hoge opbrengsten mogelijk maakten, was een hogere N\_gift nodig om dit opbrengstniveau te bereiken. Per ton (meer)opbrengst was 12,5 kg stikstof nodig. Voor een opbrengst van 10 ton per ha of meer, welke in 2 van de 10 proeven werd bereikt, was een stikstofgift van (ruim) 200 kg N per ha nodig.



### 3.1.8 Effect hoogte N\_bemesting op N\_opname gewas en N\_min na de oogst

De hoogte van de N\_gift had niet alleen effect op de opbrengst; ook het N\_gehalte van korrel en stro werden beïnvloed. In tabel 3.6 zijn de gemiddelde gehalten en de N\_opname door het gewas over de 10 proeven weergegeven (de gehalten per proef zijn terug te vinden in de rapportages over 2007 en 2008).

Tabel 3.6. **Gemiddelde N\_opname zomertarwegewas en N\_min na de oogst; 10 proeven 2007-2008.**

N_gift (kg N per ha)	eiwit_% korrel	N_% stro	N_opname korrel	N_opname stro	N_opname totaal	N_min (0-60cm) na oogst
0	9.9	0.44	63	13	76	24
100	11.3	0.55	119	27	146	
140	12.2	0.65	132	33	165	24
170	12.9	0.71	143	39	182	
190	13.1	0.77	146	42	188	
210	13.4	0.81	147	46	193	39

Bij een N\_gift van 140 kg N per ha (adviesgift = 130 kg N per ha) werd er in totaal 165 kg N door het gewas opgenomen, waarvan 132 kg in de korrel en 33 kg in het stro. Deze cijfers geven aan dat er door het tarwegewas iets meer stikstof is opgenomen dan via de bemesting (140 kg) en de N\_min voorjaar (21 kg) beschikbaar was. Na de oogst was de gemiddelde N\_min nauwelijks hoger dan aan het begin van het seizoen.

Door verhoging van de bemesting tot 190 kg N/ha nam de N\_opname toe tot 188 kg N/ha zonder duidelijke toename van de NmiN\_oogst. Het risico op verhoogde nitraatuitspoeling is gering, zeker tegen de achtergrond dat na de teelt van zomertarwe meestal een groenbemester wordt geteeld.

## 4 Formuleren van nieuw N\_bemestingsadvies voor zomertarwe

Bij het formuleren van een N\_bemestingsadvies voor zomertarwe hoeft geen onderscheid gemaakt te worden tussen een teelt op zandgrond en een op teelt op klei- en lössgrond. De resultaten van de uitgevoerde proeven in 2007 en 2008 geven hier geen aanleiding toe.

### 4.1 Resultaten verkregen uit proeven

De bodemvoorraad van de 10 uitgevoerde proeven in 2007 en 2008 varieerde van 10 tot 27 kg N per ha. Aangezien deze cijfers allemaal lager zijn dan 40 kg N per ha, zou volgens het bestaande advies de optimale N\_gift in alle proeven 130 kg N per ha zijn geweest (zie tabel 2.1).

Gemiddeld over de 10 proeven was de optimale N\_gift voor opbrengst (dus zonder rekening te houden met de kosten voor stikstof en de prijs voor tarwe) 172 kg N per ha; dit was exclusief de bodemvoorraad. Als de afwijkende resultaten van de proef op Vredepeel in 2007 buiten beschouwing werden gelaten en er gecorrigeerd werd voor de voorvrucht suikerbieten in 3 van de 10 proeven, was de optimale N\_gift voor opbrengst gemiddeld 185 kg N per ha.

Bij de berekening van de economisch optimale N\_gift is uitgegaan van een stikstofprijs van €1200 per ton N en een tarweprijs van €150 per ton. De optimale economische N\_gift kwam bij deze prijsverhouding op gemiddeld 135 kg N per ha uit. Als de afwijkende resultaten van de proef op Vredepeel in 2007 buiten beschouwing werden gelaten en er gecorrigeerd werd voor de voorvrucht suikerbieten in 3 van de 10 proeven, was de economische optimale N\_gift gemiddeld 148 kg N per ha. Dit is 18 kg hoger dan het bestaande advies.

### 4.2 Voorstel voor N\_bemestingsadvies

Voorgesteld wordt om het N\_advies voor zomertarwe met 20 kg N per ha te verhogen (tabel 4.1.). Deze stikstof kan op dezelfde manier verdeeld worden over 2 N\_giften als bij het BA. Wanneer hoge opbrengsten worden verwacht en/of er geteeld wordt voor baktarwe kan de N\_bemesting ook over 3 N\_giften worden verdeeld (bijvoorbeeld 70-50-30 verdeling).

Tabel 4.1 **Nieuwe N\_bemestingsadvies voor zomertarwe (in kg N per ha)**

grondsoort	teeltdoel	opbrengst niveau	N_min	1 <sup>e</sup> N_gift	2 <sup>e</sup> N_gift	3 <sup>e</sup> N_gift	totaal
klei/zand/löss	voer/bak	gem	≥ 40	120-Nmin	70	0	190-Nmin
klei/zand/löss	voer/bak	gem	< 40	80	70	0	150

Veronderstelling is dat het advies voor zomertarwe op löss gelijk zal zijn aan het advies voor klei (zoals dit bij wintertarwe ook het geval is), hoewel hier geen gegevens voor beschikbaar zijn.



## 5 Literatuur

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

CBS. Landbouwstatistieken. Website.

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

Timmer, R.D. en P.H.M. Dekker; Actualisatie N\_bemesting zomertarwe; PPO-projectrapport 32500663. november 2006.

Timmer, R.D. , P.H.M. Dekker en W. van den Berg; Optimale N\_bemesting zomertarwe, Resultaten onderzoek 2007; PPO-projectrapport 32500752. november 2007

Timmer, R.D. , P.H.M. Dekker en W. van den Berg; Optimale N\_bemesting zomertarwe, Resultaten onderzoek 2008; PPO-projectrapport 32500752. december 2008