



Sturing opbrengst en kwaliteit wintertarwe met behulp van een chlorofylmeter

Ing. R.D. Timmer

© 2001 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.

In opdracht van: Hoofdproductschap Akkerbouw en
Hydro Agri Benelux

Projectnummer: 1141225c

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

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

Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	6
2	INLEIDING	7
3	PROEFVELDGEGEVENS EN PROEFOPZET	8
4	RESULTATEN PROEVEN 2000	9
4.1	Chlorophylmetingen	9
4.2	Korrelopbrengst en eiwitgehalte.....	12
4.3	Relatie gewaskleur en effect 2 ^e en 3 ^e N-gift.....	13
4.4	Rassen	17
5	RESULTATEN ONDERZOEK 1998-2000.....	19
5.1	Korrelopbrengst en eiwitgehalte.....	19
5.2	Relatie gewaskleur en effect 2 ^e en 3 ^e N-gift.....	21
5.3	Rassen	24
6	CONCLUSIES.....	25
7	BIJLAGEN.....	26

1 Samenvatting

In 1998 is door het PAV, met medefinanciering van Hydro Agri Benelux, onderzoek gestart naar de mogelijkheden van sturing van de opbrengst en de kwaliteit van wintertarwe met behulp van een chlorophylmeter (Hydro N-tester). In 2000 is dit onderzoek voortgezet op proefboerderij Westmaas te Westmaas (Hoekse Waard) en het PAV-proefbedrijf in Lelystad (Oostelijk Flevoland). Op beide locaties is een veldproef uitgevoerd met daarin een grote variatie aan N-bemestingen. De N-giften werden op drie tijdstippen gegeven, overeenkomend met het moment waarop in de praktijk resp. de 1^e, 2^e en 3^e N-gift werd verstrekt.

De chlorophylwaarden die op het tijdstip van de 2^e en 3^e N-gift werden gemeten waren sterk afhankelijk van de voorafgaande N-gift(en), en bleken net als in voorgaande jaren de bemestingstoestand goed weer te geven. In beide proeven bestond er een verband tussen de gewaskleur op het tijdstip van zowel de 2^e als de 3^e N-gift en het effect van de bijbemesting op de opbrengst. Naarmate de kleur van het gewas lichter was, was het effect op de opbrengst groter.

In een aantal rassenproeven is het verschil in gewaskleur (licht-/donkergroen) tussen de belangrijkste wintertarwerassen bepaald. Hoewel het niveau van de meetwaarden verschilde op de vier proefplaatsen bleek de rasvolgorde per tijdstip in belangrijke mate overeen te komen. De kleurverschillen t.o.v. het standaardras Ritmo (waarmee de N-bemestingsproeven waren uitgevoerd) kwamen in 2000 ook in belangrijke mate overeen met hetgeen in voorgaande jaren werd gevonden.

De resultaten van het driejarige onderzoek hebben aangegeven dat de relatie tussen chlorophylwaarde en optimale N-gift per jaar kan verschillen, maar dat de metingen de bemestingstoestand goed weergeven en een ondersteuning kunnen vormen voor de N-advisering. Er is een N-adviestabel opgesteld voor het bemesten van wintertarwe op basis van chlorophylmeting. In 2001 zal deze methode in drie regio's op praktijkpercelen worden uitgetest.

2 Inleiding

Voor het derde achtereenvolgende jaar is door het PAV, met medefinanciering van Hydro Agri Benelux, onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van sturing van de opbrengst en kwaliteit van wintertarwe met behulp van de Hydro N-tester. De Hydro N-tester is een apparaat waarmee de hoeveelheid chlorophyl in het blad, en daarmee de groenheid van het gewas, kan worden gemeten. Deze vertoont een sterk verband met het N-% in het blad, en de Hydro N-tester (of "chlorophylmeter") kan derhalve inzicht geven in de bemestingstoestand van een gewas.

Op basis van het gebruik van de chlorophylmeter is door Hydro Agri Duitsland in de afgelopen jaren in Duitsland een adviessysteem ontwikkeld voor de N-bemesting van o.a. wintertarwe. De ervaringen hiermee zijn positief, en het systeem zou ook voor Nederlandse tarwetelers voordelen kunnen bieden. Doel van het in 1998 gestarte onderzoek is het nagaan van de mogelijkheden om onder Nederlandse omstandigheden te komen tot een perceelsspecifieke N-advisering bij wintertarwe m.b.v. deze N-tester. Door het gebruik van de chlorophylmeter zal de N-voorziening, meer dan nu het geval is, gebeuren op basis van de behoefte van het gewas. Hierdoor zal minder vaak teveel of te weinig stikstof gegeven worden. De opbrengst(zekerheid) en de kwaliteit zullen hierdoor toenemen.

Bij het onderzoek zal de relatie vastgesteld worden tussen de kleur van het gewas op het moment van de tweede en de derde N-gift, en de optimale hoogte van de N-gift (voor opbrengst, opbrengstzekerheid en/of eiwitgehalte). Om de advisering geschikt te maken voor een breed rassensortiment zullen ook de kleurverschillen tussen de belangrijkste rassen vastgesteld moeten worden.

In dit verslag worden de resultaten van het onderzoek in 2000 weergegeven.

3 Proefveldgegevens en proefopzet

Op twee locaties, proefboerderij Westmaas te Westmaas (Hoekse Waard) en het proefbedrijf van het PAV in Lelystad (Oostelijk Flevoland) is in 2000 een veldproef uitgevoerd waarin de toepassingsmogelijkheden van de chlorophylmeter bij wintertarwe zijn onderzocht. Beide proefvelden konden op tijd worden gezaaid en hadden een goede plantdichtheid (ruim 250 pl/m²) en een goede plantverdeling. Vanwege de zachte winter had het gewas op beide locaties een bijzonder snelle ontwikkeling in het voorjaar. Overige teeltmaatregelen als bestrijding van onkruiden, ziekten en plagen en inzet van groeiregulatoren werden volgens "de praktijk" uitgevoerd, om een hoogopbrengend en oogstzeker gewas te verkrijgen. (proefveldgegevens in tabel 1 en bijlage 1).

Tabel 1. Proefveldgegevens 2000

locatie	Westmaas (ZW 2205)	Lelystad (PAV0650)
ras	Ritmo	Ritmo
zaaidatum	27 oktober 1999	19 oktober 1999
N-min (0-90 cm)	38 kg N per ha	41 kg N per ha
datum 1 ^e N-gift	21 maart 2000	22 maart 2000
datum 2 ^e N-gift	26 april 2000 (DC 31)	27 april 2000 (DC 31)
datum 3 ^e N-gift	23 mei 2000 (DC 51)	30 mei 2000 (DC 55)

In beide proeven is een grote variatie aan N-bemestingen aangebracht (bijlage 2 en 3), met het doel verschillen in gewaskleur te creëren. Alle N-giften zijn uitgevoerd d.m.v. het strooien van kalkammonsalpeter (KAS). Gedurende het seizoen is met de chlorophylmeter de gewaskleur van de verschillende objecten vastgelegd (per keer 30 metingen per veldje aan het laatstvolgroeide blad).

Van alle velden is bij de oogst de korrelopbrengst en het vochtgehalte bepaald, en na de oogst is aan een korrelmonster het eiwitgehalte vastgesteld (bijlage 4 en 5). Met behulp van de analyse van een gewasmonster zijn de opbrengstcomponenten, de oogstindex en de N-opname bepaald (berekend).

De verschillen in gewaskleur tussen de belangrijkste wintertarwerassen zijn in 2000 zowel op het tijdstip van de 2^e als de 3^e N-gift, met de chlorophylmeter vastgelegd in een viertal rassenproeven (te weten de locaties Ebelsheerd, Westmaas, Kooyenburg en Lelystad).

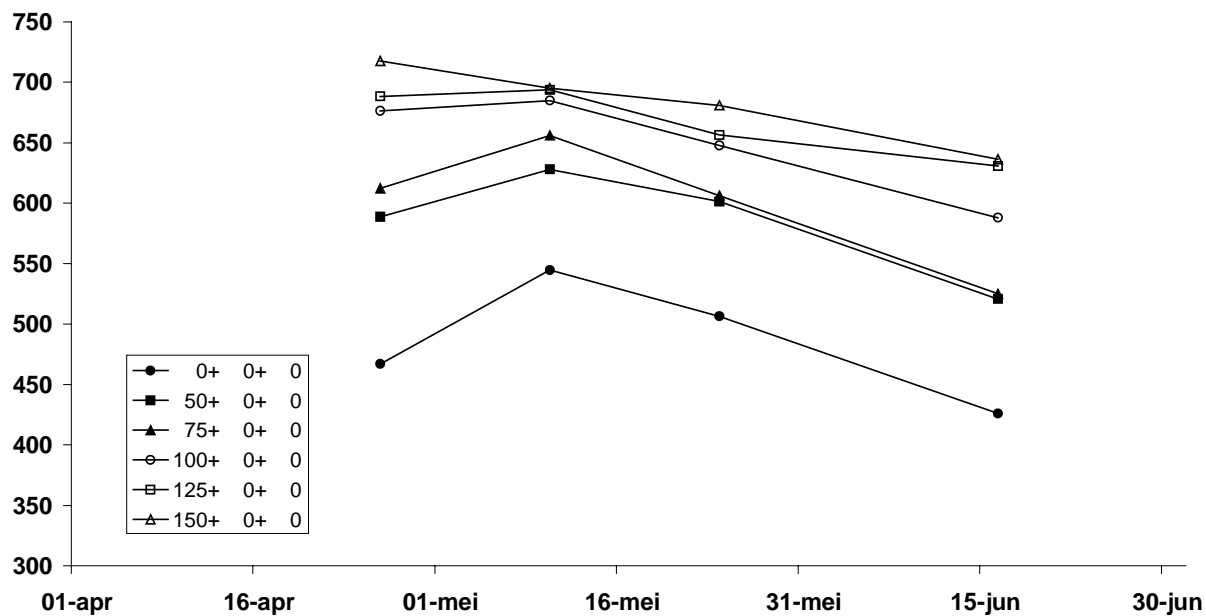
4 Resultaten proeven 2000

4.1 Chlorophylmetingen

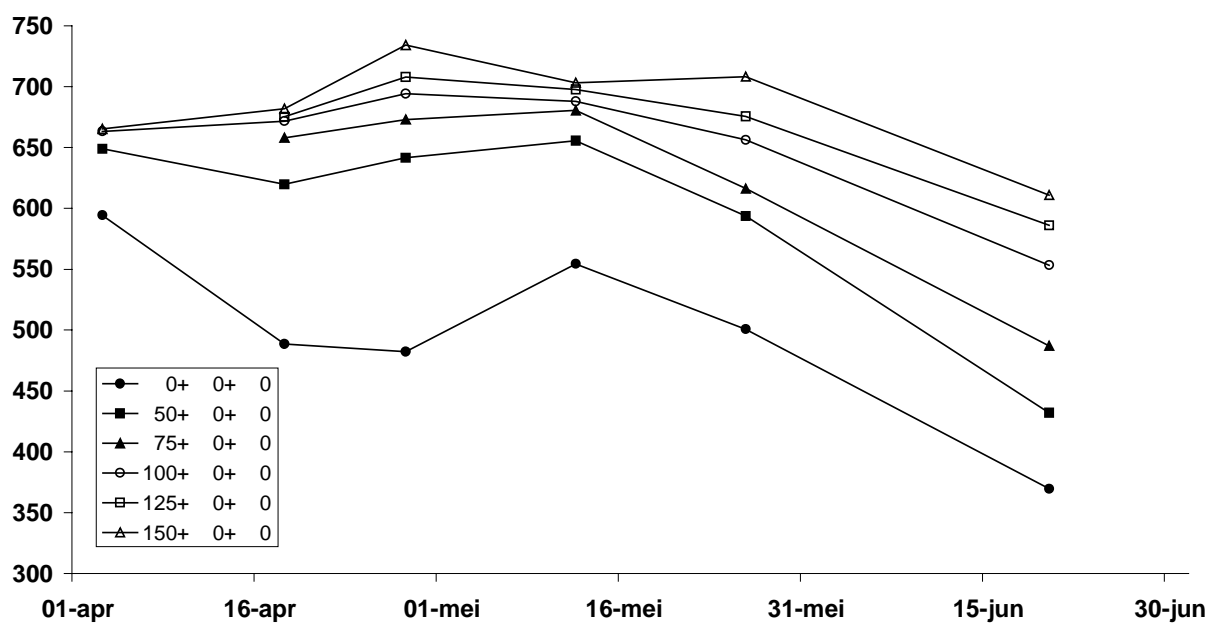
Op beide locaties bleken de verschillende N-niveau's met de chlorophylmeter gedurende het gehele seizoen goed van elkaar te onderscheiden te zijn. De kleur van het gewas nam bij objecten met uitsluitend een 1^e N-gift tot halverwege mei toe; na het in aar komen werd de kleur van het gewas geleidelijk aan minder groen (figuur 1 en 2). In de figuren 3 en 4 is, na een eerste N-gift van 100 kg N/ha, het effect van een 2^e + 3^e N-gift van elk 50 kg N per ha op de chlorophylwaarde weergegeven. Op beide locaties bleek de 2^e N-gift de groenheid van het gewas iets te verhogen; zowel de 2^e als de 3^e N-gift hielden de kleur van het gewas vervolgens gedurende enige tijd op niveau. De chlorophylwaarden op het tijdstip van de 2^e en 3^e N-gift werden in belangrijke mate bepaald door de voorafgaande bemesting(en) (tabel 2).

Tabel 2. Effect van voorafgaande bemesting(en) op de chlorophylwaarde

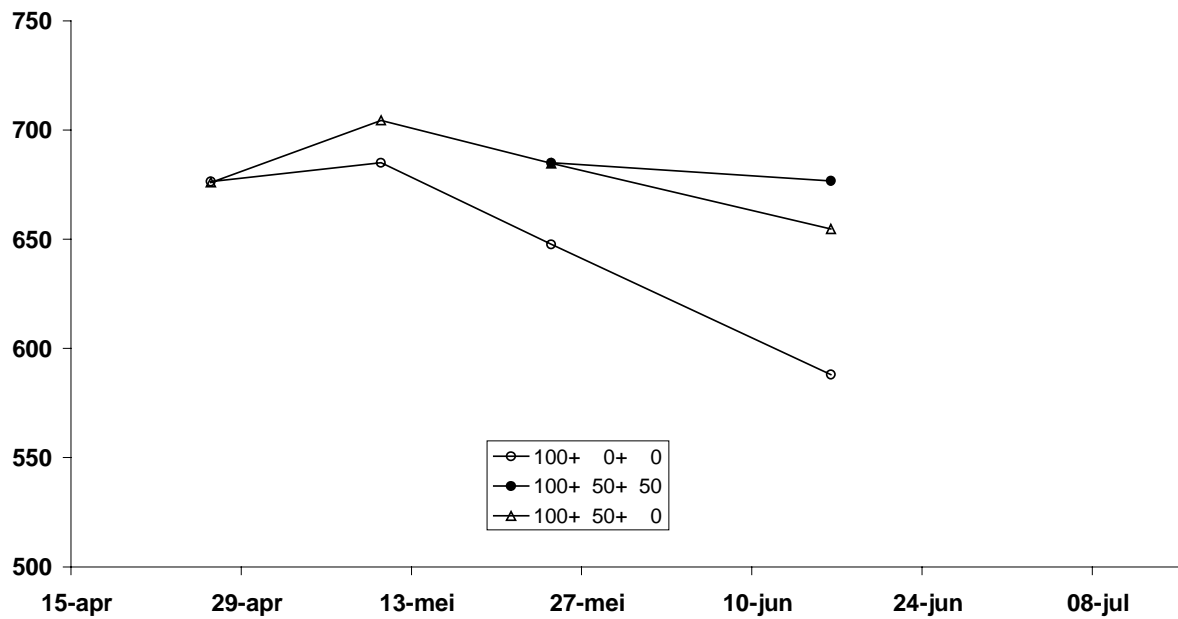
1 ^e N-gift	WS (DC 31)	LE (DC 31)	1 ^e + 2 ^e N-gift	WS (DC 55)	LE (DC 55)
0	467	482	0 + 0	506	501
50	589	642	50 + 0	601	594
75	612	673	75 + 0	606	616
100	676	694	100 + 0	648	656
125	688	708	125 + 0	656	676
150	718	734	150 + 0	681	708
			50 + 50	650	660
			75 + 50	675	697
			100 + 50	685	703
			125 + 50	702	709
			150 + 50	717	727
			50+ 100	694	689
			100 + 100	716	729
			150 + 100	720	732



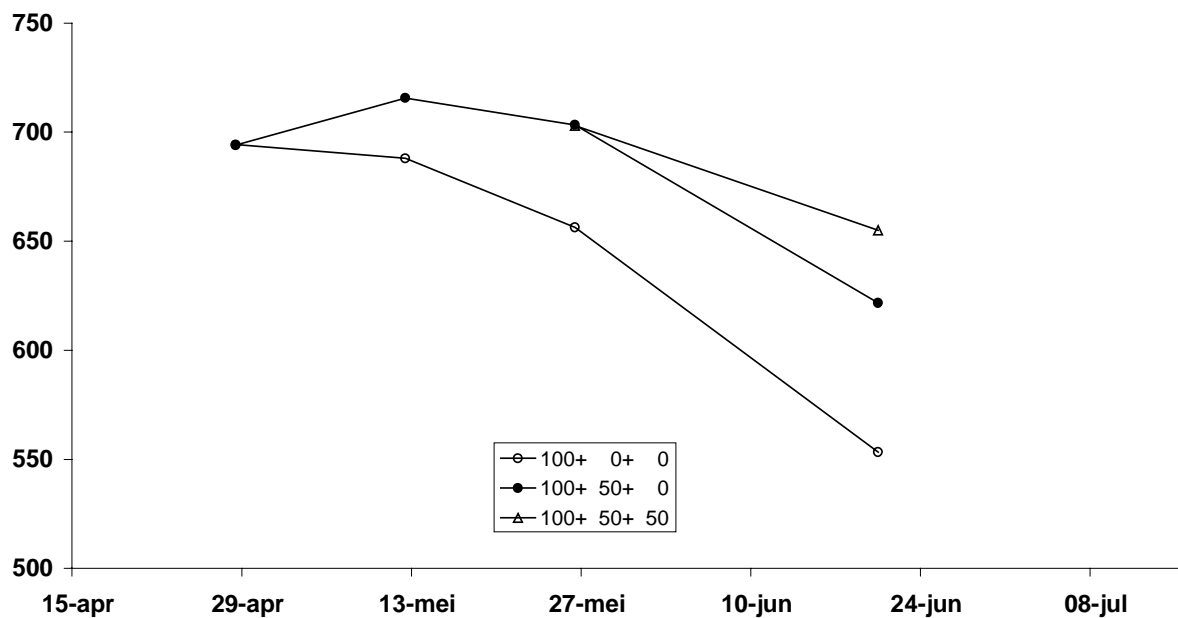
Figuur 1. Verloop van chlorophylwaarde bij Ritmo (Westmaas 2000).



Figuur 2. Effect 2° en 3° N-gift op chlorophylwaarde Ritmo (Westmaas 2000)



Figuur 3. Verloop van chlorophylwaarde bij Ritmo (Lelystad 2000).



Figuur 4. Effect 2^e en 3^e N-gift op chlorophylwaarde Ritmo (Lelystad 2000)

4.2 Korrelopbrengst en eiwitgehalte

Het opbrengstniveau in de proeven was hoog (Westmaas) tot zeer hoog (Lelystad). Vanwege de tijdige inzaai, de zachte winter en het groeizame voorjaar was de gewasontwikkeling sneller dan gemiddeld. Gedurende de zomermaanden was er voldoende instraling en vocht, en de temperaturen gematigd; de ziektedruk was vrij hoog, maar met enkele bespuitingen kon de gewasaantasting beperkt gehouden worden. In Lelystad trad laat in het seizoen, met name bij de hogere N-giften, vrij zware legering op; deze had echter weinig effect meer op het opbrengstniveau; in de proef op Westmaas kwam geen legering van betekenis voor.

Het praktijkobject B13 bracht in de proef op Westmaas ruim 11 ton per ha op, en was daarmee een van de beste objecten. Ook in Lelystad scoorde dit object met 12 ton per ha hoog. De opbrengst werd op Westmaas vooral door de 2^e en 3^e N-gift bepaald (tabel 3; figuur 5); de hoogte van de 1^e N-gift had weinig invloed. In Lelystad was een vergelijkbaar effect waarneembaar; bij een 2^e N-gift van 50 kg N per ha was de hoogte van de 1^e N-gift echter van grotere invloed op de opbrengst dan op Westmaas (tabel 3; figuur 6). Het niveau van het eiwitgehalte in de korrel was vrij laag; het praktijkobject kwam in beide proeven uit op ca. 11% eiwit. Alleen de objecten met de hoogste N-bemesting kwamen op een eiwitgehalte van 12%. De totale stikstofopname kwam op beide locaties in sterke mate overeen.

Tabel 3. Effect N-bemesting op korrelopbrengst (ton/ha, 16%), eiwitgehalte en N-opname in de korrel (N-kor) en totale gewas (N-tot) van wintertarwe in 2000.

object	1e	2e	3e	WS				LE			
	N-gift	N-gift	N-gift	opbrengst	%-eiwit	N-kor	N-tot	opbrengst	%-eiwit	N-kor	N-tot
B1	0	0	0	6,57	7,2	70	83	6,35	7,7	72	84
B2	50	0	0	8,56	8,3	104	122	8,65	8,0	102	122
B3	50	50	0	9,89	9,5	137	166	10,44	8,7	132	159
B4	50	50	50	10,93	10,2	164	204	11,12	10,3	168	200
B5	50	100	0	10,76	10,5	165	210	11,38	10,1	168	202
B6	50	100	50	11,07	11,6	187	244	12,04	11,6	204	252
B7	75	0	0	8,84	8,3	107	130	9,63	8,1	114	136
B8	75	50	0	10,53	9,5	147	183	11,03	9,2	149	181
B9	100	0	0	9,89	8,6	125	158	10,28	8,6	129	158
B10	100	50	0	10,48	10,1	154	192	11,32	9,7	160	198
B11*	100	100	0	11,39	10,9	182	237	12,09	10,9	193	243
B12	100	0	50	10,60	9,9	153	191	11,13	10,0	163	199
B13	100	50	50	11,10	11,2	182	241	12,01	10,9	192	237
B14	100	100	50	10,99	12,0	192	273	12,32	11,5	207	266
B15	125	0	0	10,29	9,5	143	170	10,71	9,1	142	180
B16	125	50	0	10,75	10,8	170	201	11,63	10,0	170	214
B17	150	0	0	10,55	9,9	153	176	11,37	9,5	158	197
B18	150	50	0	10,78	11,0	173	213	11,81	10,7	184	231
B19	150	50	50	11,03	11,7	188	267	12,03	12,0	210	283
B20	150	100	0	11,03	11,9	192	251	11,96	11,4	200	282

* 2^e N-gift twee weken te laat gegeven (alleen WS)

4.3 Relatie gewaskleur en effect 2^e en 3^e N-gift

Door objecten te vergelijken die wel en geen 2^e N-gift resp. 3^e N-gift hebben gehad was het mogelijk het effect van de bijbemestingen op de opbrengst vast te stellen, en na te gaan wat de optimale (hoogte van de) N-bemesting zou zijn geweest op beide tijdstippen.

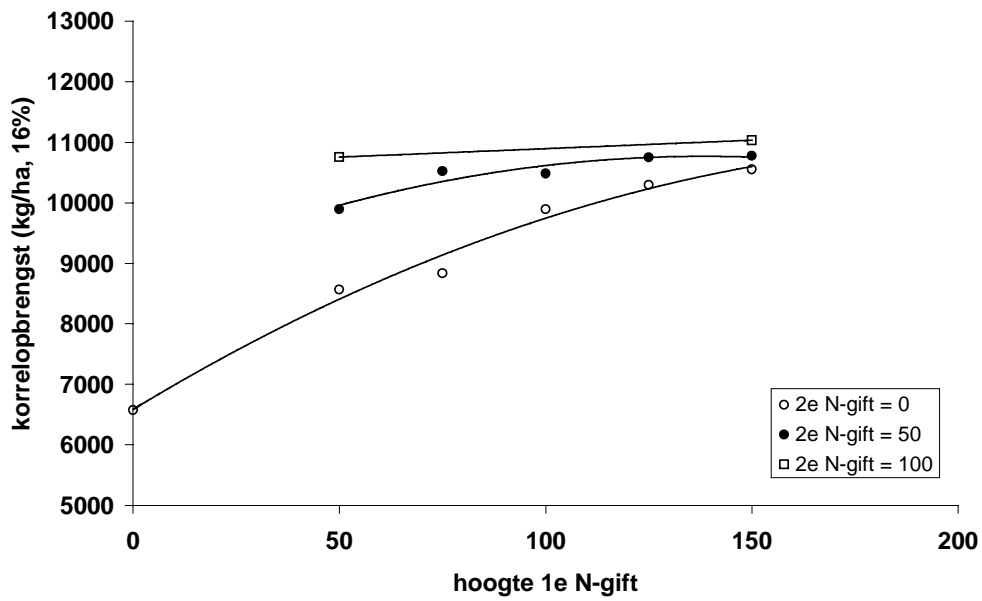
In beide proeven bestond er een sterk verband tussen de gewaskleur op het tijdstip van de 2^e N-gift (eerste knoop stadium) en het effect van de bijbemesting op de opbrengst. De 2^e N-gift had in alle gevallen een positief effect op de opbrengst, maar deze werd minder groot naarmate de chlorophylwaarde hoger was (tabel 4; figuur 7). Ook op het moment van de 3^e N-gift (in aar komen) bestond er op beide locaties een verband tussen de kleur van het gewas en het effect van de bemesting op de korrelopbrengst; dit was echter iets minder duidelijk dan bij de 2^e N-gift (tabel 4; figuur 8). Op beide locaties had in alle gevallen een 3^e N-gift een positief effect op de opbrengst, maar naarmate de kleur van het gewas donkerder was, was het effect op de opbrengst minder groot.

Tabel 4. Effect van een 2^e en 3^e N-gift van 50 kg N/ha op de meeropbrengst (ton/ha, 16%), de toename van het percentage eiwit in de korrel, en de toename van de N-opname in de korrel bij toenemende chlorophylwaarden in 2000.

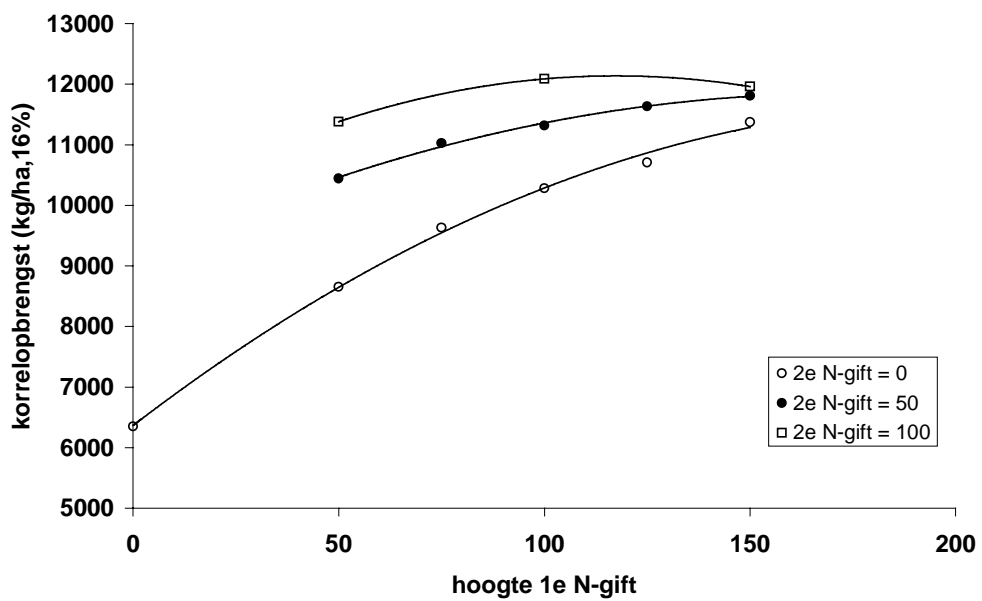
WS	meer-	toen.	toen.	LE	meer-	toen.	toen.	WS	meer-	toen.	toen.	LE	meer-	toen.	toen.
DC	opbr.	%-	Nopn.	DC	opbr.	%-	Nopn.	DC	opbr.	%-	Nopn.	DC	opbr.	%-	Nopn.
31		eiwit	korrel	31		eiwit	korrel	55		eiwit	korrel	55		eiwit	korrel
589	1,33	0,8	33	642	1,79	0,7	30	648	0,71	1,3	28	656	0,85	1,4	34
612	1,69	1,2	40	673	1,40	1,1	35	650	1,04	0,7	27	660	0,68	1,6	36
676	0,59	1,5	29	694	1,04	1,1	31	685	0,61	1,1	28	689	0,66	1,5	36
688	0,46	1,3	27	708	0,92	0,9	28	694	0,31	1,1	22	703	0,69	1,2	32
718	0,23	1,1	20	734	0,44	1,2	26	717	0,26	0,7	15	727	0,22	1,3	26
												729	0,23	0,6	14

Bij een hogere chlorophylwaarde nam de meeropbrengst van een 2^e N-gift sterk af; de toename van het eiwitgehalte bleef daarbij min of meer gelijk. Op beide locaties werd er hierdoor een minder groot gedeelte van de 2^e N-gift in de korrel teruggevonden.

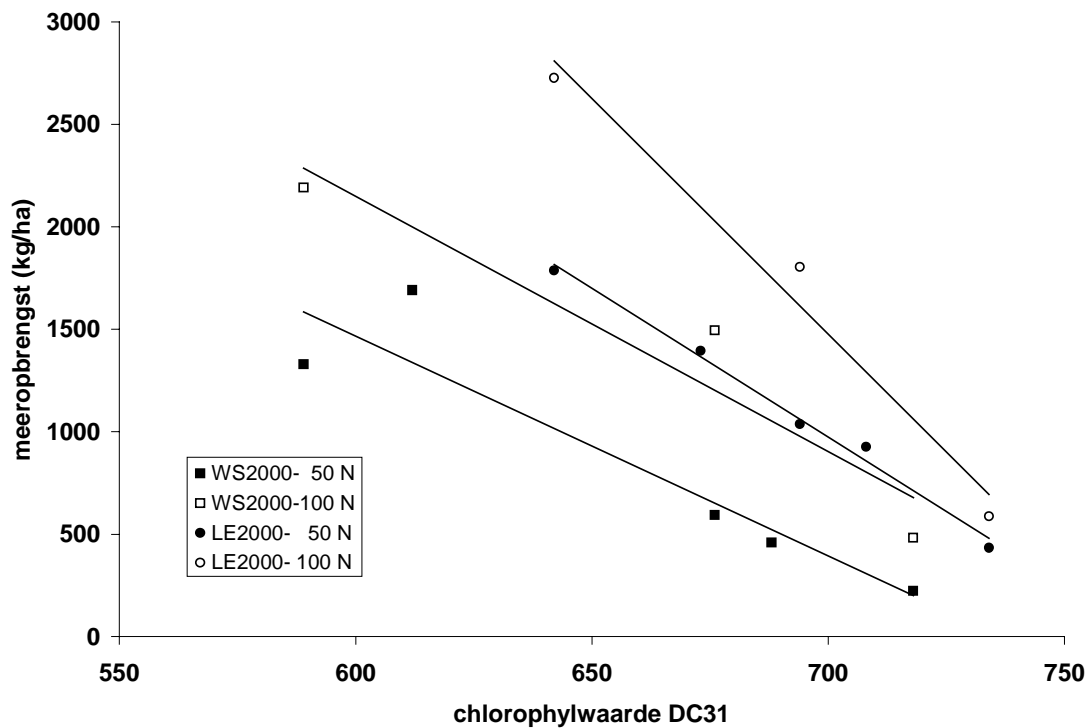
Bij een hogere chlorophylwaarde nam ook de meeropbrengst van een 3^e N-gift sterk af; de toename van het eiwitgehalte bleef daarbij ook min of meer gelijk. Op beide locaties werd er hierdoor een minder groot gedeelte van de 3^e N-gift in de korrel teruggevonden.



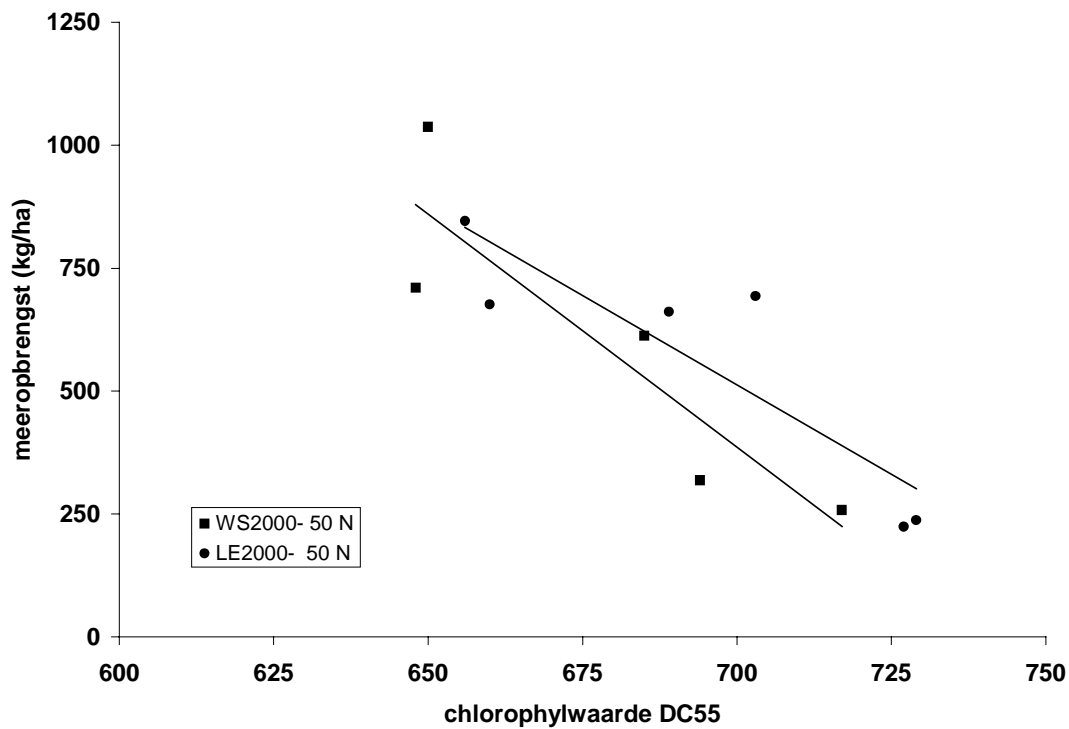
Figuur 5. Effect 1^e en 2^e N-gift op de korrelopbrengst van wintertarwe (Ritmo); Westmaas 2000.



Figuur 6. Effect 1^e en 2^e N-gift op de korrelopbrengst van wintertarwe (Ritmo); Lelystad 2000.



Figuur 7. Verband tussen de chlorophylwaarde (begin strekkingsfase) en de meeropbrengst van de 2^e N-gift; Westmaas 2000.



Figuur 8. Verband tussen de chlorophylwaarde (begin strekkingsfase) en de meeropbrengst van de 2^e N-gift; Lelystad 2000.

4.4 Rassen

In de rassenproeven wintertarwe op de locaties Ebelsheerd (EH; Oost Groningen), Westmaas (WS; Hoekse Waard), Lelystad (LE; Oostelijk Flevoland) en Kooyenburg (KB; Drenthe) zijn op twee tijdstippen (DC 31 en 51) metingen verricht met de chlorophylmeter. Hierbij werd de gewaskleur van de rassen Ritmo, Vivant, Bercy, Residence en Drifter bepaald. De chlorophylmetingen lagen in DC51 op een hoger niveau dan in DC 31 maar de range van kleurverschillen was in beide groeistadia even groot (ca. 60 punten tussen het lichtste en donkerste ras). Hoewel het niveau van de meetwaarden verschilde op de vier proefplaatsen bleek de rasvolgorde per tijdstip in belangrijke mate overeen te komen (tabel 5 en 6). Wel bestond er enig verschil in rasvolgorde tussen de beide tijdstippen. Residence had in DC 51 de laagste chlorophylwaarde, terwijl in DC31 dit ras niet significant verschilde van Ritmo.

Tabel 5. Chlorophylwaarde en volgorde (1: lichtgroen → 5: donkergroen) wintertarwerassen in stadium DC 31 (2000)

	KB	WS	LE	EH	gem	KB	WS	LE	EH
Bercy	605	589	549	608	588	1	1	1	1
Ritmo	620	616	602	658	624	2	2	3	3
Residence	678	621	567	647	628	5	3	2	2
Vivant	661	628	614	687	647	3	4	4	5
Drifter	668	628	645	665	651	4	5	5	4
gem	646	616	595	653					
Isd (0,05)				21 (int)	11				

Tabel 6. Chlorophylwaarde volgorde (1: lichtgroen → 5: donkergroen) wintertarwerassen in stadium DC 51 (2000)

	KB	WS	LE	EH	gem	KB	WS	LE	EH
Residence	537	637	538	619	583	1	1	1	1
Bercy	546	645	628	662	620	2	2	2	3
Ritmo	568	682	664	657	643	3	3	3	2
Drifter	613	698	699	708	679	4	5	5	5
Vivant	661	694	691	687	683	5	4	4	4
gem	585	671	644	666					
Isd (0,05)				15 (int)	8				

De chlorophylwaarden in tabel 6 zijn een gemiddelde van objecten met wel en geen groeiregulatie + ziektebestrijding. Bekend is dat de groeiregulator Moddus en verschillende fungiciden voor een "greenings"-effect kunnen zorgen (zie bijlage 6 voor gebruikte middelen). In tegenstelling tot voorgaande jaren bleken er geen significante verschillen aanwezig te zijn tussen de veldjes die "bespoten" waren (groeiregulator en ziektebestrijding) en de veldjes waarbij dat niet was gebeurd. De metingen bij zowel de objecten "met" als "zonder" ziektebestrijding werden uitgevoerd aan gezonde (laatst volgroeide) bladeren.

Tabel 7. Effect van groeiregulatie/ziektebestrijding ("met") op de chlorophylwaarde bij wintertarwerassen in stadium DC 51; 2000)

	zonder	met	verschil		zonder	met	verschil
Bercy	590	584	-6	EH	651	655	4
Residence	626	630	4	KB	654	639	-15
Ritmo	618	630	12	LE	590	600	10
Vivant	645	650	5	WS	607	625	18
Drifter	649	654	5				
gem	626	630	4		626	630	4
Isd (0,05)			19				29

Bij het gebruik van een N-adviesstelsysteem op basis van de gewaskleur zullen er correcties moeten worden toegepast voor het verschil in groenheid van een bepaald ras t.o.v. het standaardras. Als standaardras is bij dit onderzoek gekozen voor het veel geteelde ras Ritmo. Gemiddeld over de vier locaties was Vivant aanzienlijk donkerder dan Ritmo (tabel 8); in beide gewasstadia bedroeg het verschil meer dan 20 punten. Bercy daarentegen was veel lichter dan Ritmo; het verschil bedroeg in DC31 ca. 35 punten en in DC51 ca. 20 punten. Residence onderscheidde zich op het eerste tijdstip nauwelijks van Ritmo; in DC51 was het ras echter aanzienlijk lichter van kleur. Bij het nieuwe ras Drifter werden hoge chlorophylwaarden gemeten, op beide tijdstippen vergelijkbaar met Vivant. De in 2000 verkregen verschillen in chlorophylwaarde tussen de wintertarwerassen komen in sterke mate overeen met de resultaten in 1998 en 1999.

Tabel 8. Verschillen in chlorophylwaarde tussen Ritmo en andere wintertarwerassen (2000)

	DC 31					DC 51				
	EH	LE	KB	WS	gem	EH	LE	KB	WS	gem
Bercy	-50	-53	-15	-27	-36	5	-35	-22	-37	-22
Residence	-11	-35	57	5	4	-39	-125	-31	-45	-60
Ritmo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vivant	29	12	41	12	23	30	27	93	12	24
Drifter	7	43	47	12	27	51	36	45	16	40
Isd (0,05)					11					8

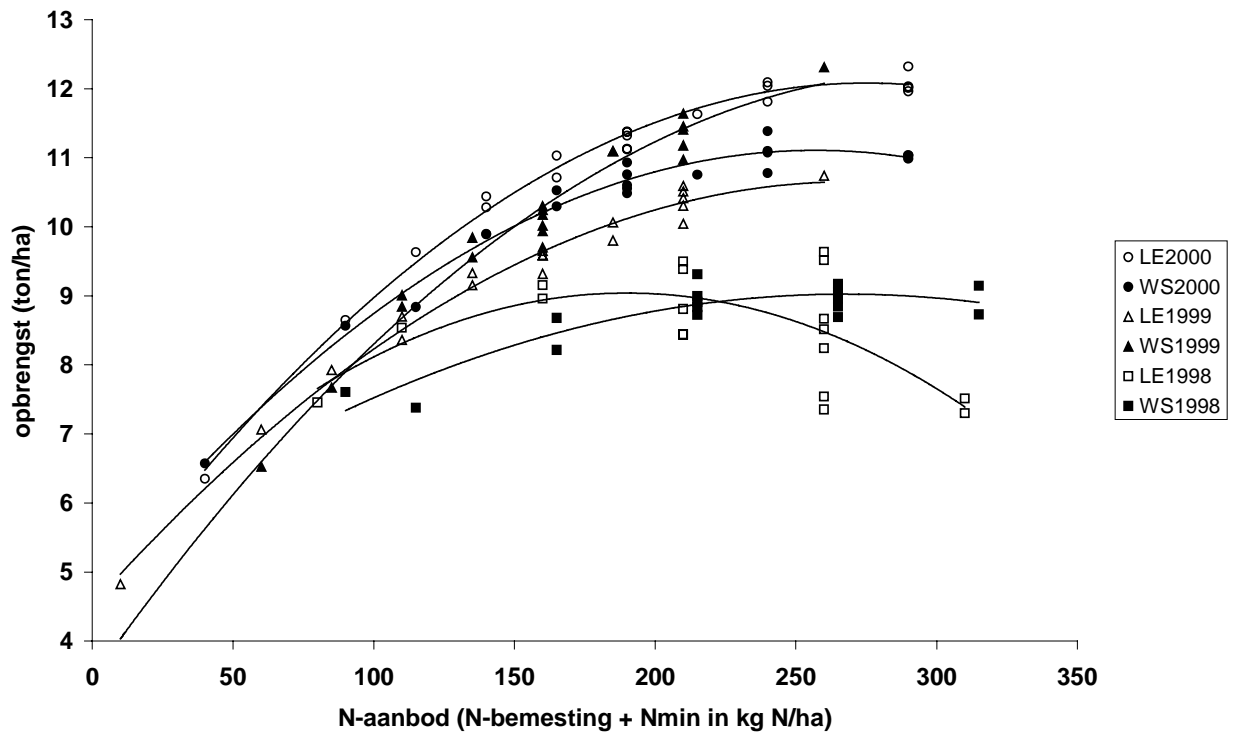
5 Resultaten onderzoek 1998-2000

5.1 Korrelopbrengst en eiwitgehalte

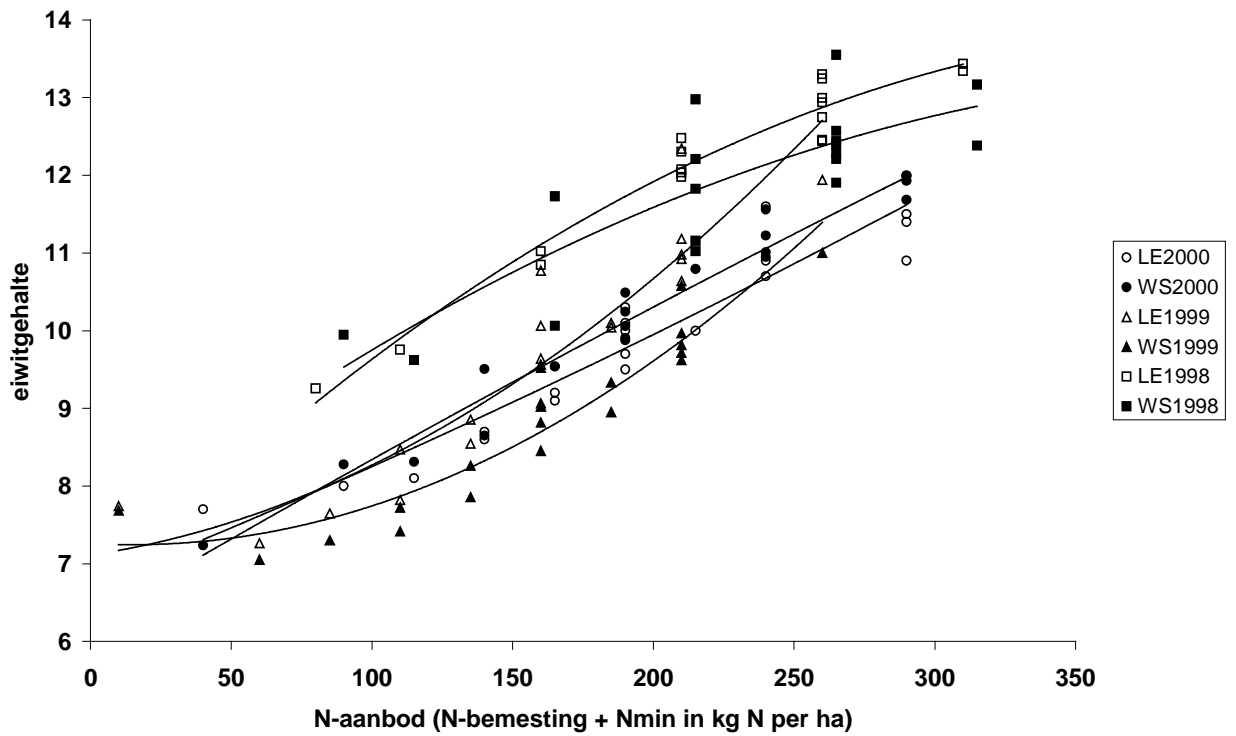
In figuur 9 is het effect van het totale stikstofaanbod (N-giften + N_{min}) op de korrelopbrengst weergegeven voor de 3 onderzoeksjaren. Op beide locaties werd de hoogste opbrengst in 1999 en in 2000 bereikt bij een N-aanbod van ca. 250 kg N per ha; het opbrengstniveau was hoog en bereikte in veel gevallen 11 ton per ha. De verdeling van de totale hoeveelheid stikstof over de drie N-giften had slechts een beperkte invloed op de opbrengst, het totale N-aanbod was veel belangrijker. In 1998 reikte het opbrengstniveau echter niet verder dan 9 ton per ha; in de proef in Westmaas was dit bij een totaal N-aanbod van ca. 225 kg N per ha, in de proef in Lelystad bij N-aanbod van ca. 175 kg N per ha. Bij een hoger N-aanbod dan 200 kg N per ha trad in Lelystad legering op waardoor lagere opbrengsten werden verkregen. Dit werd gedeeltelijk veroorzaakt door het gebruik van het ras Bercy voor dit proefveld, een minder stevig ras dan Ritmo dat in alle overige proeven werd gebruikt. Het jaar 1998 onderscheidde zich verder door hoge bodemvoorraden in het voorjaar en (daarop aangepaste) lagere begingiften; daarnaast was het opbrengstniveau laag (o.a. als gevolg van fusariumaantasting en het optreden van legering en hagelschade).

Het eiwitgehalte van de korrel nam in alle proeven (rechtlijnig, en soms licht exponentieel) toe met de hoogte van het totale N-aanbod, maar kwam veelal niet boven de 11% uit. Alleen in 1998 werden (bij een opbrengstniveau van max. 9 ton per ha) eiwitgehalten bereikt tot 13% (figuur 10). Uit N-bemestingsonderzoek (PPO, Darwinkel) bleek dat voor een maximale korrelopbrengst het eiwit-% in de korrel 11 à 11,5% moet bedragen.

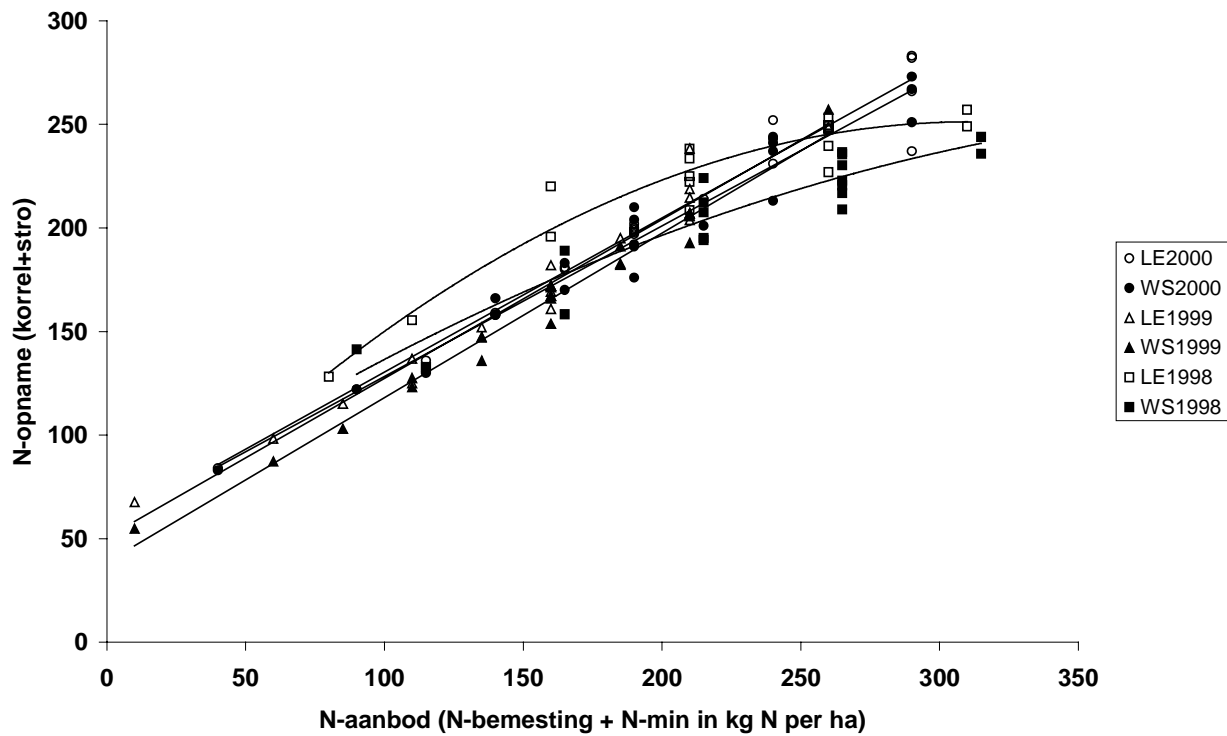
In 1998 bleef de totale N-opname door het gewas (korrel+stro) beperkt tot ca. 250 kg N/ha; in 1999 en 2000 nam deze echter op beide locaties rechtlijnig toe met het totale N-aanbod (figuur 11). Bij hogere N-bemestingen nam de opgenomen hoeveelheid stikstof in het stro in verhouding sterker toe dan de opgenomen hoeveelheid in de korrel.



Figuur 9. Effect N-bemesting op de korrelopbrengst van wintertarwe; Lelystad en Westmaas, 1998-2000



Figuur 10. Effect N-bemesting op het eiwitgehalte van wintertarwe; Lelystad en Westmaas, 1998-2000



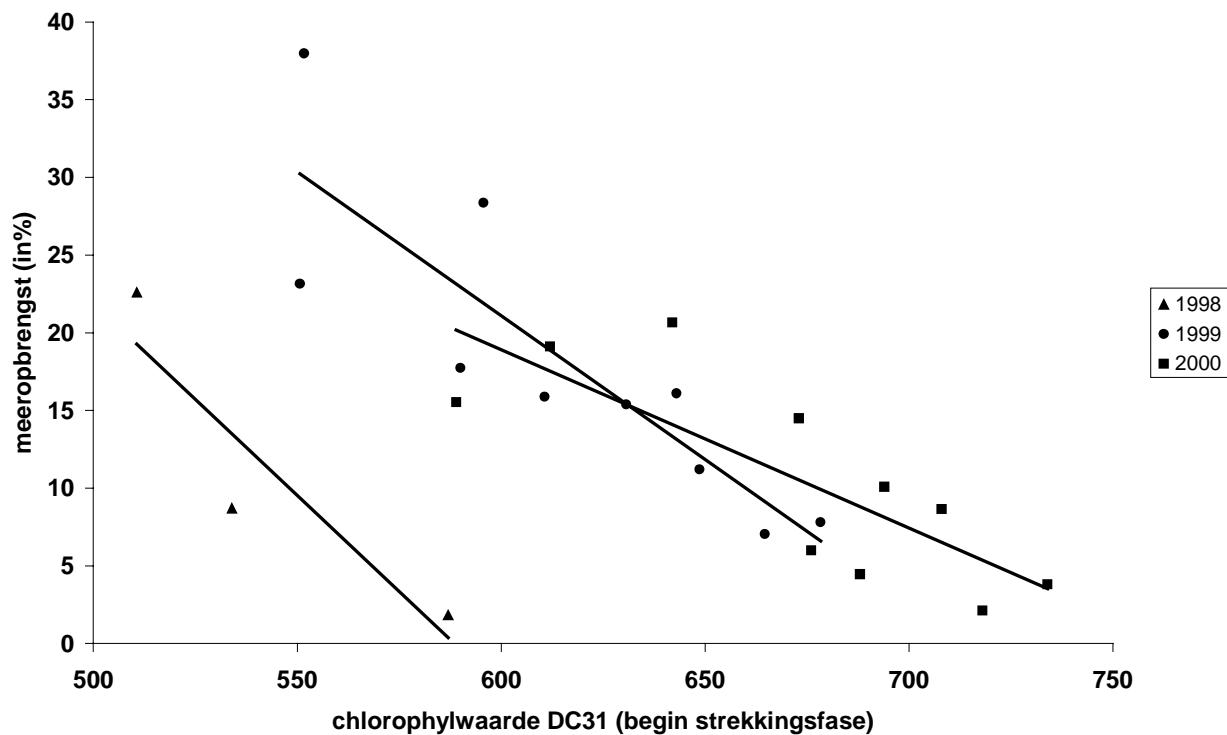
Figuur 11. Effect N-bemesting op de N-opname van wintertarwe; Lelystad en Westmaas, 1998-2000

5.2 Relatie gewaskleur en effect 2^e en 3^e N-gift

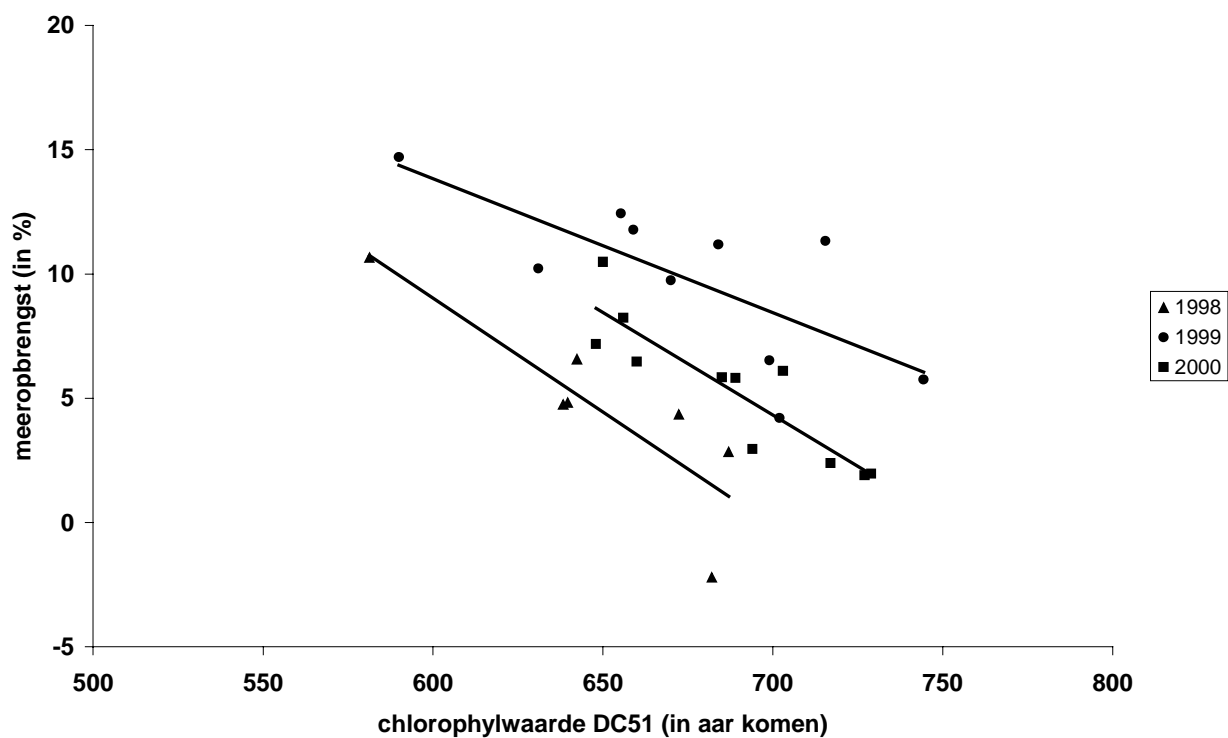
In alle proeven bestond er een sterk verband tussen de gewaskleur op het tijdstip van de 2^e N-gift (eerste knoop stadium) en het effect van de bijbemesting op de opbrengst. De 2^e N-gift had in de meeste gevallen een positief effect op de opbrengst, maar deze werd minder groot naarmate de chlorophylwaarde hoger was. Tussen de jaren bestond er echter een verschil in reactie op de 2^e N-gift. Deze hield verband met de hoogte van het opbrengstniveau. In 1998 was het opbrengstniveau laag (o.a. als gevolg van fusariumaantasting en het optreden van legering en hagelschade) en het effect van een 2^e N-gift van 50 kg N/ha beperkt. In 1999 en 2000 waren de opbrengsten echter hoog en was het effect van de 2^e N-gift sterk. (figuur 12).

Ook op het moment van de 3^e N-gift (in aar komen) bestond er in alle proeven een verband tussen de kleur van het gewas en het effect van de bemesting op de korrelopbrengst. In vrijwel alle situaties had een 3^e N-gift een positief effect op de opbrengst, maar naarmate de kleur van het gewas donkerder was, was het effect op de opbrengst minder groot; tussen de jaren was er daarbij een verschil in reactie (figuur 13).

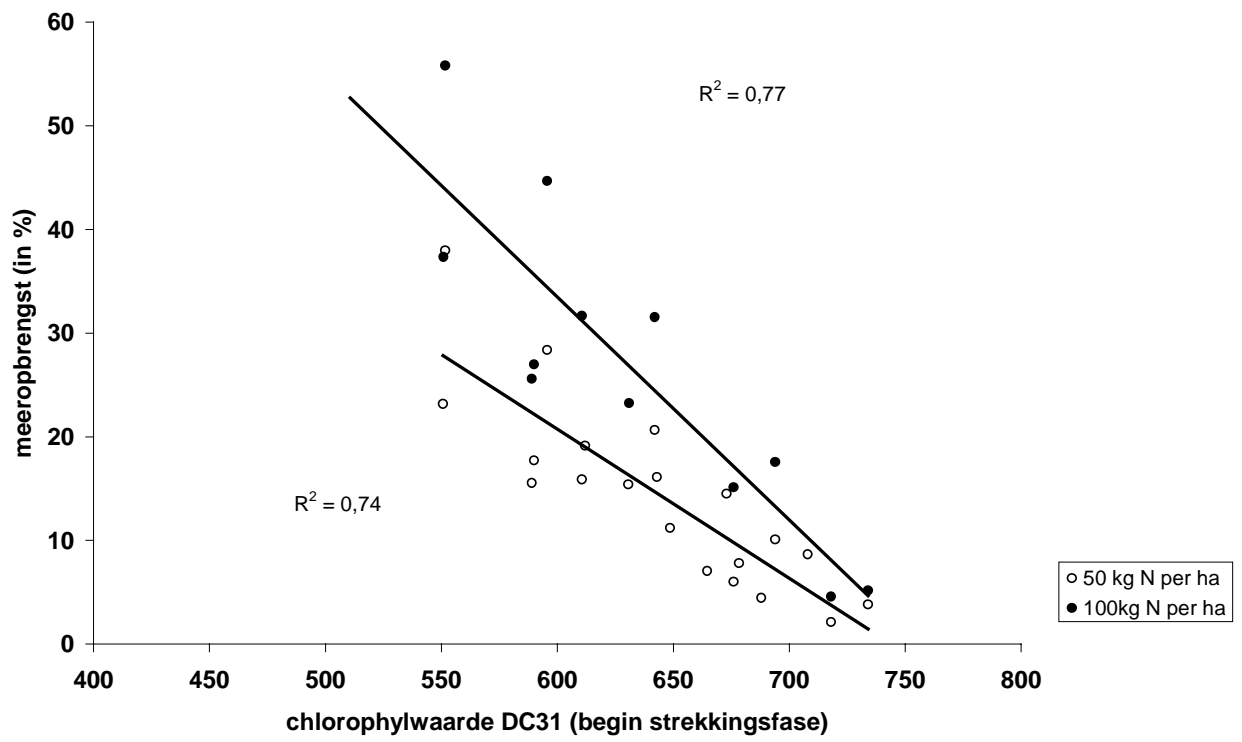
In de figuren 14 en 15 zijn de resultaten over de drie onderzoeksjaren samengevoegd; hierin zijn de resultaten van 1998 niet meegenomen (o.a. vanwege afwijkend ras in Lelystad, optreden zware legering, fusarium en een relatief laag opbrengstniveau op beide locaties). Bij een chlorophylwaarde van 600 of minder (bij Ritmo) lijkt een 2^e N-gift van ca. 100 kg N per ha rendabel; bij hogere meetwaarden neemt het effect van de N-gift geleidelijk af. Bij een chlorophylwaarde van boven de 750 mag geen meeropbrengst meer verwacht worden. Ook bij de 3^e N-gift duidt een chlorophylwaarde van 600 of minder (bij Ritmo) op een beperkte N-voorziening; een gift van ruim boven de 50 kg N per ha lijkt rendabel. Bij een chlorophylwaarde boven de 700 zal de meeropbrengst echter beperkt zijn.



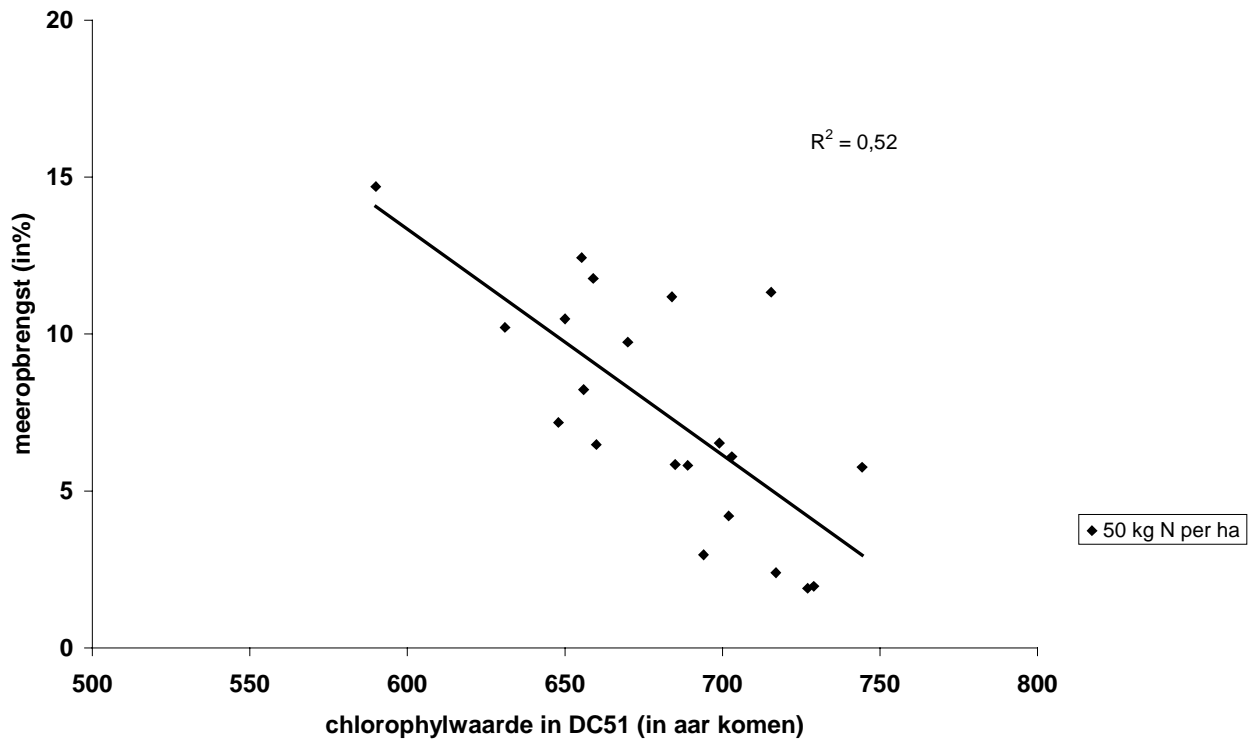
Figuur 12. Verband tussen chlorophylwaarde (begin strekkingsfase) en meeropbrengst van de 2^e N-gift (50 kg N per ha); 1998-2000.



Figuur 13. Verband tussen chlorophylwaarde (begin strekkingsfase) en meeropbrengst van de 2^e N-gift (50 kg N per ha); 1998-2000.



Figuur 14. Verband tussen chlorophylwaarde (DC31) en meeropbrengst van de 2^e N-gift (50 en 100 kg N per ha); 1999/2000.



Figuur 15. Verband tussen chlorophylwaarde (DC51) en meeropbrengst van de 3^e N-gift (50 kg N per ha); 1999/2000.

5.3 Rassen

Gedurende de drie onderzoeksjaren zijn telkens in een viertal rassenproeven op twee tijdstippen (DC 31 en 51) metingen verricht met de chlorophylmeter. Hierbij werd de gewaskleur van de meest geteelde wintertarwe rassen bepaald (tabel 9 en 10). Hoewel het niveau van de meetwaarden per proefplaats en per jaar verschilde bleek de rasvolgorde gelijk; de verschillen t.o.v. het standaardras Ritmo (waarmee de N-bemestingsproeven zijn uitgevoerd) kwamen elk jaar in belangrijke mate overeen.

Tabel 9. Chlorophylwaarde wintertarwerassen DC31; 1998/2000 (aantal jaren onderzocht).

	1998	1999	2000	gem	verschil t.o.v. Ritmo
Bercy	523	522	588	547	-25
Ritmo	544	542	624	572	0
Vivant	582	584	647	607	35
Drifter		603	651	627	44
Residence			628	628	4

Tabel 10. Chlorophylwaarde wintertarwerassen DC51; 1998/2000 (aantal jaren onderzocht).

	1998	1999	2000	gem	verschil t.o.v. Ritmo
Bercy	602	619	620	614	-31
Ritmo	648	643	643	645	0
Vivant	689	695	666	683	38
Drifter		690	679	685	42
Residence			583	583	-60

6 Conclusies

- Met de chlorophylmeter kan de kleur van een tarwegewas worden “vertaald” in een getal; verschillen tussen rassen en N-niveaus zijn op een betrouwbare manier vast te leggen.
- In de beide N-bemestingsproeven bleek er een verband te bestaan tussen de kleur van het gewas op het tijdstip van de 2^e resp. 3^e N-gift en het effect van deze (bij)bemestingen op de opbrengst.
- Naarmate de chlorophylwaarde hoger was (en het gewas dus donkerder) was het effect van een bijbemesting van 50 kg N/ha minder groot.
- In rassenproeven was het mogelijk de verschillen in gewaskleur te bepalen tussen de belangrijkste wintertarwerassen; deze rasverschillen kwamen sterk overeen met de resultaten in voorgaande jaren.
- In de rassenproeven was er geen significant verschil aanwezig in chlorophylwaarde tussen onbehandelde veldjes en veldjes waarop een groeiregulator en fungiciden waren gespoten.
- De resultaten van het driejarige onderzoek hebben aangegeven dat de relatie tussen chlorophylwaarde en optimale N-gift per jaar kan verschillen, maar dat de metingen de bemestingstoestand goed weergeven en een ondersteuning kunnen vormen voor de N-advisering.
- De resultaten van het onderzoek hebben het mogelijk gemaakt een N-adviestabel op te stellen voor het bemesten van wintertarwe op basis van chlorophylmeting.
- In 2001 zal deze methode in drie regio's op praktijkpercelen worden uitgetest.

7 Bijlagen

Bijlage 1. Proefveldgegevens ZW2205 en PAV0650

	ZW2205 (kavel IIB)	PAV0650 (perceel A14)
ras	Ritmo	Ritmo
zaaidatum	27 oktober 1999	19 oktober 1999
zaaidichtheid	165 kg per ha (dkg = 47)	165 kg per ha (dkg = 51)
voorvrucht	consumptieaardappelen	suikerbieten
N-min (0-90 cm)	38 kg N per ha	41 kg N per ha
%-lutum	--	19
%-slib (ber.)	24-31	26-32
%-org. stof	2,2	2,1
Pw	44	35
K-getal	31	18
pH-KCl	7,2	7,6
kalk (%-CaCO ₂)	8,0	6,4
datum 1 ^e N-gift	21 maart	22 maart
datum 2 ^e N-gift	26 april (DC 31)	27 april (DC 31)
datum 3 ^e N-gift	23 mei (DC 51)	30 mei (DC 55)
onkruidbestrijding	29 nov: 3 Javelin 25 april: 0,3 Starane 12 mei: 0,5 Starane	07 april: 0,5 Starane + 20 gr Ally + 1,0 Verigal
groei regulatie	07 april: 0,5 CCC + 0,25 Moddus 25 april: 0,5 CCC + 0,3 Moddus	19 april: 0,75 CCC 19 mei: 0,75 CCC + 0,25 Moddus
ziekte/plaagbestrijding	25 april: 0,5 Opus Team + 0,25 Corbel 23 mei : 0,5 Allegro 15 juni : 0,5 Matador + 0,15 Pirimor	05 mei: 1,0 Opus Team 31 mei: 1,0 Allegro 16 juni: 0,5 Matador + 0,25 Decis
oogstdatum	11 augustus 2000	11 augustus 2000

Bijlage 2. Proefveldschema ZW2205



rand	rand	rand	rand	rand	rand
10 B14	20 B02	30 B09	40 B11	50 B08	60 B07
9 B05	19 B06	29 B04	39 B12	49 B20	59 B18
8 B15	18 B19	28 B19	38 B03	48 B16	58 B10
7 B18	17 B01	27 B13	37 B16	47 B12	57 B15
6 B09	16 B17	26 B01	36 B08	46 B02	56 B14
5 B07	15 B12	25 B20	35 B05	45 B03	55 B04
4 B11	14 B13	24 B10	34 B06	44 B06	54 B09
3 B08	13 B20	23 B17	33 B07	43 B13	53 B17
2 B16	12 B10	22 B14	32 B18	42 B05	52 B11
1 B04	11 B03	21 B15	31 B02	41 B19	51 B01
rand	rand	rand	rand	rand	rand

I II III

Objecten:

	1 ^e N-gift	2 ^e N-gift	3 ^e N-gift
B01	0	0	0
B02	50	0	0
B03	50	50	0
B04	50	50	50
B05	50	100	0
B06	50	100	50
B07	75	0	0
B08	75	50	0
B09	100	0	0
B10	100	50	0

	1 ^e N-gift	2 ^e N-gift	3 ^e N-gift
B11	100	100	0
B12	100	0	50
B13	100	50	50
B14	100	100	50
B15	125	0	0
B16	125	50	0
B17	150	0	0
B18	150	50	0
B19	150	50	50
B20	150	100	0

Bijlage 3. Proefveldschema PAV0650



rand	rand	rand
60 B12	40 B16	20 B07
59 B03	39 B17	19 B11
58 B15	38 B08	18 B04
57 B20	37 B01	17 B06
56 B19	36 B13	16 B02
55 B09	35 B10	15 B17
54 B14	34 B11	14 B18
53 B02	33 B12	13 B05
52 B16	32 B03	12 B15
51 B06	31 B07	11 B08
50 B13	30 B14	10 B19
49 B05	29 B09	9 B10
48 B01	28 B04	8 B20
47 B17	27 B18	7 B03
46 B07	26 B06	6 B14
45 B08	25 B05	5 B12
44 B11	24 B15	4 B16
43 B18	23 B02	3 B13
42 B10	22 B19	2 B01
41 B04	21 B20	1 B09
rand	rand	rand
III	II	I

Objecten:

	1 ^e N-gift	2 ^e N-gift	3 ^e N-gift
B01 :	0	0	0
B02 :	50	0	0
B03 :	50	50	0
B04 :	50	50	50
B05 :	50	100	0
B06 :	50	100	50
B07 :	75	0	0
B08 :	75	50	0
B09 :	100	0	0
B10 :	100	50	0
B11 :	100	100	0
B12 :	100	0	50
B13 :	100	50	50
B14 :	100	100	50
B15 :	125	0	0
B16 :	125	50	0
B17 :	150	0	0
B18 :	150	50	0
B19 :	150	50	50
B20 :	150	100	0

Bijlage 4. Gemiddelde cijfers ZW2205; chlorophylmetingen bij wintertarwe 2000

object	N-giften			chlorophylmetingen				opbr/ha 16%	legering 31-7	afrijping 31-7	aren m2	korrels per aar	1000 kgew	k.gew. per aar	harvest index	%- eiwit	hl- gew	N-opname				N rec.
				26-4	10-5	24-5	16-6											kor	stro	tot	/ton,16%	
B1	0+	0+	0	467	545	506	426	6,57	9,0	9,0	368	35,2	50,8	1,79	0,47	7,2	72,7	70	13	83	13	250
B2	50+	0+	0	589	628	601	521	8,56	9,0	9,0	463	35,6	52,1	1,85	0,47	8,3	73,7	104	18	122	14	153
B3	50+	50+	0		706	650	591	9,89	9,0	8,8	524	38,1	49,7	1,89	0,48	9,5	74,2	137	28	166	17	130
B4	50+	50+	50				659	10,93	9,0	8,3	498	42,3	51,9	2,20	0,50	10,2	76,1	164	40	204	19	116
B5	50+	100+	0		720	694	662	10,76	9,0	8,0	549	39,5	49,7	1,97	0,49	10,5	75,3	165	45	210	19	119
B6	50+	100+	50				681	11,07	9,0	6,7	545	40,3	50,4	2,03	0,49	11,6	75,9	187	57	244	22	108
B7	75+	0+	0	612	656	606	525	8,84	9,0	9,0	487	35,6	51,2	1,82	0,47	8,3	73,6	107	23	130	15	127
B8	75+	50+	0			675	630	10,53	9,0	8,0	572	37,8	48,8	1,84	0,48	9,5	74,8	147	36	183	17	120
B9	100+	0+	0	676	685	648	588	9,89	9,0	8,7	524	37,6	50,2	1,89	0,47	8,6	75,2	125	33	158	16	125
B10	100+	50+	0		704	685	655	10,48	9,0	8,0	554	38,9	48,7	1,89	0,49	10,1	74,2	154	38	192	18	110
B11*	100+	100+	0		681	701	670	11,39	9,0	7,3	579	39,7	49,8	1,98	0,49	10,9	76,1	182	55	237	21	105
B12	100+	0+	50				637	10,60	9,0	8,0	539	37,0	53,2	1,97	0,48	9,9	76,4	153	38	191	18	109
B13	100+	50+	50				677	11,10	9,0	7,3	565	39,9	49,9	1,99	0,48	11,2	76,5	182	59	241	22	107
B14	100+	100+	50		714	716	694	10,99	7,7	6,0	591	38,1	48,8	1,86	0,48	12,0	75,7	192	80	273	25	100
B15	125+	0+	0	688	694	656	631	10,29	9,0	8,3	527	38,5	50,8	1,96	0,48	9,5	76,0	143	27	170	17	113
B16	125+	50+	0		708	702	665	10,75	8,8	7,3	567	37,7	50,4	1,90	0,48	10,8	76,5	170	31	201	19	101
B17	150+	0+	0	718	695	681	636	10,55	9,0	8,2	566	38,2	48,8	1,86	0,47	9,9	74,8	153	23	176	17	101
B18	150+	50+	0		722	717	669	10,78	9,0	7,0	560	40,9	47,1	1,93	0,48	11,0	74,4	173	40	213	20	96
B19	150+	50+	50				688	11,03	7,0	6,7	566	40,6	48,0	1,95	0,48	11,7	76,4	196	69	267	24	97
B20	150+	100+	0		726	720	686	11,03	7,3	6,7	607	39,1	46,5	1,82	0,48	11,9	75,1	192	58	251	23	92
lsd (0,05)				12	23	21	24	0,33	0,8	0,8	57	3,6	1,7	0,19	0,02	0,7	1,3	12	3	12	1	7

* de 2e gift van 100 kg N/ha werd 2 weken te laat gegeven

Bijlage 5. Gemiddelde cijfers PAV0650; chlorophylmetingen bij wintertarwe 2000

object	N-giften			chlorophylmetingen						opbr/ha 16%	legering 25-jul	afrijping 03-aug	aren m2	korrels per aar	1000 kgew	k.gew. per aar	harvest index	%- eiwit	hl- gew.	N-opname				N-rec
				3-4	18-4	28-4	12-5	26-5	20-6											kor	stro	tot	/ton,16%	
B1	0+	0+	0	594	489	482	554	501	370	6,35	9,0	8,8	268	42,5	55,8	2,37	0,49	7,7	75,2	72	13	84	13	231
B2	50+	0+	0	649	620	642	656	594	432	8,65	9,0	8,5	319	49,3	55,8	2,75	0,49	8,0	75,1	102	20	122	14	147
B3	50+	50+	0				695	660	561	10,44	8,8	8,2	389	48,8	54,9	2,68	0,50	8,7	76,6	132	27	159	15	122
B4	50+	50+	50						627	11,12	8,7	8,0	442	43,6	57,8	2,52	0,52	10,3	77,5	168	32	200	18	112
B5	50+	100+	0				710	689	622	11,38	8,0	7,7	431	47,7	55,4	2,64	0,52	10,1	76,7	168	33	202	18	112
B6	50+	100+	50						674	12,04	5,8	6,7	435	48,7	57,0	2,77	0,51	11,6	78,0	204	48	252	21	110
B7	75+	0+	0		658	673	681	616	487	9,63	9,0	8,5	402	42,8	56,1	2,40	0,49	8,1	75,6	114	22	136	14	128
B8	75+	50+	0				716	697	611	11,03	8,7	8,0	404	49,9	55,0	2,75	0,51	9,2	76,6	149	33	181	16	117
B9	100+	0+	0	663	672	694	688	656	553	10,28	9,0	8,5	430	44,1	54,6	2,41	0,49	8,6	76,2	129	29	158	15	121
B10	100+	50+	0				716	703	622	11,32	8,5	8,0	460	44,4	55,5	2,47	0,50	9,7	77,0	160	38	198	17	110
B11	100+	100+	0				728	729	662	12,09	5,2	5,8	464	47,8	54,5	2,61	0,51	10,9	77,2	193	51	243	20	106
B12	100+	0+	50						624	11,13	8,7	8,0	441	43,8	57,6	2,52	0,51	10,0	78,4	163	36	199	18	111
B13	100+	50+	50						655	12,01	5,8	6,7	474	44,6	56,9	2,54	0,50	10,9	78,3	192	46	237	20	104
B14	100+	100+	50						685	12,32	3,0	4,7	463	48,4	55,3	2,68	0,50	11,5	78,3	207	59	266	22	96
B15	125+	0+	0		675	708	698	676	586	10,71	8,8	8,0	435	45,4	54,4	2,47	0,49	9,1	76,8	142	38	180	17	116
B16	125+	50+	0				718	709	631	11,63	6,8	7,0	466	46,3	54,2	2,51	0,50	10,0	76,9	170	43	214	18	105
B17	150+	0+	0	665	682	734	703	708	611	11,37	8,3	7,5	473	44,0	54,8	2,41	0,50	9,5	76,3	158	39	197	17	110
B18	150+	50+	0				720	727	661	11,81	5,7	6,2	417	53,3	54,2	2,89	0,50	10,7	77,0	184	47	231	20	102
B19	150+	50+	50						687	12,03	2,8	4,3	463	47,1	55,7	2,62	0,50	12,0	77,8	210	73	283	24	101
B20	150+	100+	0				728	732	673	11,96	3,0	4,7	486	45,6	54,0	2,46	0,49	11,4	77,6	200	82	282	24	102
lsd (0,05)				7	26	21	25	21	24	0,41	1,4	0,8	56	6,7	1,4	0,35	0,02	0,4	1,0	10	4	12	1	6

Bijlage 6. Proefveldgegevens rassenproeven 2000

	EH	LE	KB	WS
voorvrucht	wintertarwe	suikerbieten		aardappelen
zaaidatum	15 oktober	28 oktober	3 november	28 oktober
N-min (0-90 cm)	42 kg/ha	31 kg/ha	10 kg/ha	40 kg/ha
N-giften (kg/ha)	109 N (22 mrt) + 60 N (2 mei) + 27 N (26 mei)	100 N (21 mrt) + 60 N (28 april) + 60 N (26 mei)	87 N (23 mrt) + 50 N (28 apr) + 40 N (31 mei)	103 N (21 mrt) + 60 N (27 apr) + 60 N (23 mei)
onkruid- bestrijding	24/1: 4,5 IPU 8/4: 1,0 verigal + 0,75 Starane	07/4: 0,5 Starane + 20 gr Ally + 1 Verigal	20/4: 0,03 Ally + 1,5 MCPA	29/10: 3 Javelin 25/4: 0,3 Starane 12/5: 0,5 Starane
groeiregulatie	20/4: 1,0 CCC 26/5: 0,75 CCC	19/4: 0,75 CCC 05/5: 0,75 CCC	geen	7/4: 0,6 CCC 25/4: 1,0 CCC
ziekte- bestrijding	8/5: 1,0 Opus Team 26/5: 1,0 Allegro	5/5: 1,0 Opus Team 31/5: 1,0 Allegro	9/5: 1,5 Opus Team 31/5: 1,0 Allegro	25/4: 0,5 Opus Team + 0,25 Corbel 23/5: 0,5 Allegro 15/6: 0,5 Matador 16/6: 0,15 Pirimor
plaagbestrijding	8/6: 0,5 dimethoaat	geen	geen	
meetdata	01 mei (DC 31) 31 mei (DC 51)	25 april (DC 31) 26 mei (DC 51)	28 april (DC 31) 31 mei (DC 55)	26 april (DC 31) 24 mei (DC 55)
oogstdatum	14 augustus	11 augustus	16 augustus	11 augustus