

## Het effect van N-bemesting op de (energie)opbrengst van wintertarwe



# Het effect van N-bemesting op de (energie)opbrengst van wintertarwe

Opdrachtgever: Productschap Akkerbouw

Auteur: Roland Velema  
Jaap van 't Westeinde

Rapportnummer: 146

Projectnummer: 116

Onderzoekslocatie: Ebelsheerd en Kollumerwaard

Datum: mei 2013

## **SPNA**

### **Locatie Kollumerwaard**

Hooge Zuidwal 1  
9853 TJ Munnekezijl

### **Locatie Ebelsheerd**

Hoofdweg 26  
9687 PL Nieuw Beerta

Telefoon +31(0)594-688615  
Fax +31(0)594-688460  
Internet [www.spna.nl](http://www.spna.nl)  
E-mail [info@spna.nl](mailto:info@spna.nl)  
BTW nr. NL.003073890.B.01  
KvK 41009862  
Rabobank 31.60.20.850  
IBAN NL79RABO316020850  
BIC RABONL2U

## Samenvatting

In 2008, 2009 en 2010 is er door SPNA in opdracht van het Productschap Akkerbouw onderzoek gedaan naar het effect van N-bemesting van wintertarwe op de energieopbrengst.

In tijden van slechte graanprijzen is er bij akkerbouwers mogelijk behoefte om hun geteelde tarwe in te zetten voor energievoorziening. De vraag deed zich voor of de N-bemestingsstrategie voor het aanwenden van wintertarwe als energiegewas verschilt van die van de teelt van wintertarwe voor veevoer of voor de bakkerij. Het energieleverend vermogen van wintertarwe wordt voor het grootste deel bepaald door het zetmeel- en het eiwitgehalte.

In het onderzoek zijn diverse varianten van N-bemesting onderzocht. Een object zonder N-bemesting en een veel in de praktijk toegepaste N-bemestingsstrategie maakten deel uit van het onderzoek.

In 2008 en 2009 is vooral gekeken naar het effect van verschillende N-bemestingsstrategieën op de opbrengst. In 2010 is naast opbrengst met name gekeken naar de effecten op zetmeel- en eiwitgehalte. Op basis van deze gegevens is de energieopbrengst van wintertarwe berekend.

De objecten met een totale gift van 190 kg N of hoger leverde vergelijkbare, niet significant verschillende energieopbrengsten (142-148 GJ per ha) op. De energieopbrengst bij een N-gift van 160 kg/ha was wel lager dan die bij een N-gift van 230 kg/ha (138 vs. 148 GJ per ha). Niet met N bemeste wintertarwe had een energieopbrengst van 80 GJ per ha).

De resultaten van het onderzoek geven geen aanleiding om het N-bemestingsadvies aan te passen in het geval de wintertarwe wordt aangewend voor de energievoorziening.

## Inhoudsopgave

Inleiding.....	5
I Opzet en uitvoering.....	6
1.1 Algemeen.....	6
1.1.1 N-bemestingsstrategieën .....	6
1.1.2. Gewasbescherming .....	6
1.1.3 Opbrengsten.....	6
1.1.4 Statistiek .....	6
1.2 Onderzoek 2008.....	7
1.2.1 Opzet .....	7
1.2.2 Waarnemingen.....	7
1.2.3 Resultaten.....	8
1.3 Onderzoek 2009.....	9
1.3.1 Opzet .....	9
1.3.2 Waarnemingen.....	9
1.3.3 Resultaten.....	10
1.4 Onderzoek 2010.....	11
1.4.1 Opzet .....	11
1.4.2 Waarnemingen.....	11
1.4.3 Resultaten.....	12
2 Bespreking van de resultaten.....	13
2.1 Opbrengst .....	13
2.2 Eiwit.....	14
2.3 Zetmeel.....	14
2.4 Energieopbrengst.....	16
3 Conclusies en aanbeveling.....	17
3.1 Conclusies .....	17
3.2 Aanbeveling.....	17
Bijlage I Overzicht van de proefveldgegevens.....	18

## Inleiding

Het gebruik van wintertarwe als energiegewas staat van tijd tot tijd in de belangstelling. Zeker in tijden waarin de prijs voor tarwe laag is, neemt de belangstelling toe.

De geschiktheid van tarwe om te dienen als energiebron bij verbranding of bij de productie van ethanol hangt mogelijk van verschillende (teelt)factoren af. Welke dat precies zijn is niet bekend. Dit heeft te maken met het feit dat tot nu toe het onderzoek in wintertarwe veelal gericht is op opbrengst en kwaliteit voor wat betreft het gebruik als voedingsstof of diervoeding. Voor dergelijk gebruik van wintertarwe speelt het eiwitgehalte vaak een belangrijke rol.

Wordt wintertarwe ingezet als energiegewas, dan is de energetische waarde ervan van belang. De energetische waarde van tarwe wordt voor een belangrijk deel bepaald door het zetmeelgehalte. Zoals hierboven aangegeven is in het onderzoek veelal gekeken naar de effecten van teeltmaatregelen op het eiwitgehalte, omdat deze factor van belang is bij de afzet naar de maalindustrie. In zijn algemeenheid neemt het zetmeelgehalte toe bij een dalend eiwitgehalte.

Het is bekend dat het niveau en het tijdstip van de N-bemesting invloed heeft op het eiwitgehalte van de tarwe. Naarmate de N-gift hoger is, stijgt het eiwitgehalte. In theorie zou in dergelijke gevallen het zetmeelgehalte dalen. Op basis van bovenstaande bestond de indruk dat het teeltdoel van de tarwe: energie of maalindustrie, van invloed zou zijn op de bemestingsstrategie.

In 2008, 2009 en 2010 is door SPNA onderzoek uitgevoerd voor het Productschap Akkerbouw. Doel van dit onderzoek was om na te gaan wat het effect is van het tijdstip en de hoogte van de N-bemesting op de energetische opbrengst van wintertarwe. Met andere woorden: moet de praktijk de N-bemestingsstrategie wijzigen in het geval wintertarwe geteeld wordt als energiegewas.

## I Opzet en uitvoering

### I.1 Algemeen

In deze paragraaf zijn onderdelen opgenomen die voor al de drie onderzoeksjaren gelijk zijn.

#### I.1.1 N-bemestingsstrategieën

De stikstofbemesting is opgenomen als factor in de veldproeven die in 2008, 2009 en 2010 zijn uitgevoerd. De niveaus van deze factor zijn in al deze jaren gelijk. In onderstaande tabel zijn deze weergegeven.

Tabel I. Overzicht van de onderzochte N-bemestingsstrategieën [kg/ha].

object	N1	N2	N3	Ntot
A	0	0	0	0
B	140	60	30	230
C	140	60	0	200
D	140	90	0	230
E	100	60	0	160
F	100	90	0	190

Hierbij is uitgegaan van een bodemvoorraad van 20 kg N per ha in het voorjaar. Als de uitslag van het grondmonster, dat elk voorjaar genomen wordt, hiervan afwijkt, dan wordt hiervoor gecorrigeerd. Object F (N1: 100 kg N/ha en N2: 90 kg N/ha) kan gezien worden als de standaard N-gift voor voertarwe.

De N-bemesting op de drie tijdstippen is, voor zover van toepassing voor de betreffende objecten, uitgevoerd op 16/02/2008, 30/04/2008 en 28/05/2008. Het gewas bevond zich toen resp. in stadium 25, 31 en 49/50 van de BBCH-schaal.

De overige bemesting is uitgevoerd volgens gangbare landbouwpraktijk op basis van grondanalyses.

#### I.1.2. Gewasbescherming

De onkruid-, ziekte- en insectenbestrijding en de groeiregulatie is uitgevoerd volgens gangbare landbouwpraktijk. De bespuitingen zijn steeds voor elk proefveld op dezelfde wijze uitgevoerd, zodat per proef elk object dezelfde bespuiting heeft gehad.

#### I.1.3 Opbrengsten

Van de opbrengsten van alle veldjes is het vochtgehalte bepaald. De weergegeven opbrengsten zijn steeds teruggerekend naar 15% vocht.

#### I.1.4 Statistiek

De resultaten van het onderzoek zijn doorgerekend in het programma Genstat 12.1. Op de gegevens is een variantieanalyse (ANOVA) uitgevoerd. Verschillen worden aangemerkt als significant in het geval  $P < 0.05$ .

## 1.2 Onderzoek 2008

In het kader van het project is op 16/10/2007 een proefveld met wintertarwe gezaaid op proefboerderij Kollumerwaard te Munnekezijl. Nadere informatie over het proefveld is weergegeven in bijlage I.

### 1.2.1 Opzet

Het proefveld bestaat uit drie rassen, zes N-bemestingsstrategieën en vier herhalingen. De onderzochte rassen zijn: Anthus, Ilias en Lincoln. Een overzicht van de N-bemestingsstrategieën is weergegeven in tabel I. Het proefveld is aangelegd als split-plotproef.

### 1.2.2 Waarnemingen

Gedurende het groeiseizoen is het gewas regelmatig gecontroleerd. Bijzonderheden zijn genoteerd. Aan het eind van het groeiseizoen, op 16/08/2008, zijn de veldjes geoogst en is de opbrengst bepaald.

### 1.2.3 Resultaten

De resultaten van de veldproef van 2008 zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2. Het effect van ras en N-bemestingsstrategie op de opbrengst [ton/ha] van wintertarwe in 2008.

						opbrengst [ton/ha]
gemiddelde						11.5
ras	Anthus					11.0
	Ilias					11.0
	Lincoln					12.6
	LSD					0.54
		N1	N2	N3	Ntot	
object	A	0	0	0	0	7.7
	B	140	60	30	230	12.4
	C	140	60	0	200	12.1
	D	140	90	0	230	12.4
	E	100	60	0	160	11.8
	F	100	90	0	190	12.6
	LSD					0.73
		N1	N2	N3	Ntot	
ras x object	Anthus	A	0	0	0	7.6
		B	140	60	30	11.4
		C	140	60	0	11.5
		D	140	90	0	11.3
		E	100	60	0	12.2
		F	100	90	0	12.0
	Ilias	A	0	0	0	7.5
		B	140	60	30	12.1
		C	140	60	0	11.3
		D	140	90	0	12.0
		E	100	60	0	10.7
		F	100	90	0	12.3
	Lincoln	A	0	0	0	8.1
		B	140	60	30	13.8
		C	140	60	0	13.5
		D	140	90	0	14.0
		E	100	60	0	12.4
		F	100	90	0	13.6
	LSD					ns



### 1.3 Onderzoek 2009

In het kader van het project zijn op 27/09/2008 (Claire), 26/09/2008 (Lincoln) en 11/10/2008 (Tabasco) proefvelden met wintertarwe gezaaid op proefboerderij Ebelsheerd te Nieuw Beerta.

Nadere informatie over het proefveld is weergegeven in bijlage I.

#### 1.3.1 Opzet

Het proefveld bestaat uit drie rassen, zes N-bemestingsstrategieën en vier herhalingen. De onderzochte rassen zijn: Claire, Tabasco en Lincoln. Een overzicht van de N-bemestingsstrategieën is weergegeven in tabel I. Het proefveld is aangelegd als gewarde blokkenproef.

De N-bemesting op de drie tijdstippen is, voor zover van toepassing voor de betreffende objecten, uitgevoerd op 18/02/2009, 22/04/2009 en 25/05/2009. Het gewas bevond zich toen resp. in stadium 25, 31 en 49/50 van de BBCH-schaal.

#### 1.3.2 Waarnemingen

Gedurende het groeiseizoen is het gewas regelmatig gecontroleerd. Bijzonderheden zijn genoteerd. Aan het eind van het groeiseizoen, op 08/08/2009, zijn de veldjes geoogst en is de opbrengst bepaald.

### I.3.3 Resultaten

De resultaten van de veldproef van 2009 zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3. Het effect van ras en N-bemestingsstrategie op de opbrengst [ton/ha] van wintertarwe in 2009.

						opbrengst [ton/ha]		
gemiddelde						11.7		
ras	Claire					11.3		
	Lincoln					11.3		
	Tabasco					12.3		
	LSD					0.4		
object			N1	N2	N3	Ntot		
	A		0	0	0	0	6.5	
	B		140	60	30	230	12.8	
	C		140	60	0	200	12.4	
	D		140	90	0	230	12.7	
	E		100	60	0	160	12.5	
	F		100	90	0	190	12.9	
LSD						0.5		
ras x object	Claire	A		N1	N2	N3	Ntot	
		B		0	0	0	0	4.9
		C		140	60	30	230	12.8
		D		140	60	0	200	12.3
		E		140	90	0	230	12.9
		F		100	60	0	160	12.1
	Lincoln	A		100	60	0	160	12.5
		B		100	90	0	190	12.9
		C		0	0	0	0	6.3
		D		140	60	30	230	12.4
		E		140	60	0	200	12.2
		F		140	90	0	230	12.6
	Tabasco	A		100	60	0	160	12.2
		B		100	90	0	190	12.4
		C		0	0	0	0	8.4
		D		140	60	30	230	13.3
		E		140	60	0	200	12.8
		F		140	90	0	230	12.7
	LSD						ns	

## 1.4 Onderzoek 2010

In het kader van het project zijn op 24/10/2009 en op 02/12/2009 op resp. proefboerderij Ebelsheerd en proefboerderij Kollumerwaard proefvelden met wintertarwe gezaaid. Nadere informatie over de proefvelden zijn weergegeven in bijlage I.

### 1.4.1 Opzet

De proefvelden bestaan uit drie rassen, zes N-bemestingsstrategieën en vier herhalingen. De onderzochte rassen zijn: Anthus, Ilias en Lincoln. Een overzicht van de N-bemestingsstrategieën is weergegeven in tabel I. Het proefveld is aangelegd als split-plotproef.

De N-bemesting op de drie tijdstippen is, voor zover van toepassing voor de betreffende objecten, uitgevoerd op het proefveld op proefboerderij Ebelsheerd op 05/03/2010, 27/05/2010 en 14/06/2010 en op 19/03/2010, 19/05/2010 en 14/06/2010 op het proefveld dat op proefboerderij Kollumerwaard ligt. Het gewas bevond zich toen resp. in stadium 25, 31 en 49/50 van de BBCH-schaal.

De opkomst van het ras Ilias op proefboerderij Kollumerwaard was zodanig slecht, dat het is overgezaaid. Op 12/04/2010 zijn deze velden opnieuw gezaaid, maar met zomertarwe. Het vervangende ras is Tybalt.

### 1.4.2 Waarnemingen

Gedurende het groeiseizoen is het gewas regelmatig gecontroleerd. Bijzonderheden zijn genoteerd. Aan het eind van het groeiseizoen, op 24/08/2010 (Ebelsheerd) en 10/08/2010 (Kollumerwaard) zijn de veldjes geoogst en is de opbrengst bepaald. Behalve het vochtgehalte is van de opbrengst ook het zetmeel- en eiwitgehalte bepaald. Zetmeel en eiwit bepalen voor het grootste gedeelte het energieleverend vermogen van de tarwe.

Op basis van de opbrengst, het zetmeel-, en het eiwitgehalte is de hoeveelheid energie per hectare uitgerekend. Behalve de genoemde inhoudsstoffen levert vet ook een, zij het bescheiden bijdrage aan de energieopbrengst. Dit gehalte is niet gemeten. Er is uitgegaan van 1%. Verder is als uitgangspunt genomen dat elke gram zetmeel, eiwit en vet resp. 4.2, 5.6 en 9.4 kcal levert. 1 kcal komt overeen met 4.184 kJ. De energieopbrengst per hectare is uitgedrukt in gigajoule (GJ). 1 GJ komt overeen met 1000 MJ en 1.000.000 kJ.

### 1.4.3 Resultaten

De resultaten van de veldproef van 2010 zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4. Het effect van ras en N-bemestingsstrategie op de opbrengst [ton/ha], het eiwit- en het zetmeelgehalte [%] en de energieopbrengst [GJ/ha] van wintertarwe in 2010.

		opbrengst [ton/ha]	eiwit [%]	zetmeel [%]	energie [GJ/ha]																																								
gemiddelde		9.9	10.8	60.4	133																																								
locatie	EH	11.3	10.5	60.4	152																																								
	KW	7.7	11.3	60.4	105																																								
	<i>LSD</i>	0.3	0.09	0.13	4.2																																								
ras	Anthus	9.6	10.7	60.7	131																																								
	Ilias	9.9	10.8	60.4	133																																								
	Lincoln	10.1	10.9	60.1	136																																								
	<i>LSD</i>	0.2	<i>ns</i>	0.32	2.9																																								
object	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NI</th> <th>N2</th> <th>N3</th> <th>Ntot</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>140</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>100</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>190</td> </tr> </tbody> </table>						NI	N2	N3	Ntot	A	0	0	0	0	B	140	60	30	230	C	140	60	0	200	D	140	90	0	230	E	100	60	0	160	F	100	90	0	190	6.0	9.4	60.9	80	
		NI	N2	N3	Ntot																																								
	A	0	0	0	0																																								
	B	140	60	30	230																																								
	C	140	60	0	200																																								
	D	140	90	0	230																																								
	E	100	60	0	160																																								
F	100	90	0	190																																									
B	140	60	30	230	10.9	11.2	60.3	148																																					
C	140	60	0	200	10.6	11.0	60.4	144																																					
D	140	90	0	230	10.9	11.4	60.2	148																																					
E	100	60	0	160	10.2	10.8	60.4	138																																					
F	100	90	0	190	10.5	11.1	60.4	142																																					
<i>LSD</i>					0.5	0.14	0.21	6.5																																					
ras x object	Anthus	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NI</th> <th>N2</th> <th>N3</th> <th>Ntot</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>140</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>100</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>190</td> </tr> </tbody> </table>						NI	N2	N3	Ntot	A	0	0	0	0	B	140	60	30	230	C	140	60	0	200	D	140	90	0	230	E	100	60	0	160	F	100	90	0	190	6.2	9.2	61.2	82
			NI	N2	N3	Ntot																																							
		A	0	0	0	0																																							
		B	140	60	30	230																																							
		C	140	60	0	200																																							
		D	140	90	0	230																																							
	E	100	60	0	160																																								
	F	100	90	0	190																																								
	B	140	60	30	230	10.5	11.3	60.5	143																																				
	C	140	60	0	200	10.3	11.0	60.7	140																																				
	D	140	90	0	230	10.4	11.3	60.5	142																																				
	E	100	60	0	160	10.2	10.7	60.7	138																																				
	F	100	90	0	190	10.2	11.1	60.6	139																																				
	Ilias	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NI</th> <th>N2</th> <th>N3</th> <th>Ntot</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>140</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>100</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>190</td> </tr> </tbody> </table>						NI	N2	N3	Ntot	A	0	0	0	0	B	140	60	30	230	C	140	60	0	200	D	140	90	0	230	E	100	60	0	160	F	100	90	0	190	6.0	9.3	60.4	79
			NI	N2	N3	Ntot																																							
		A	0	0	0	0																																							
		B	140	60	30	230																																							
		C	140	60	0	200																																							
		D	140	90	0	230																																							
	E	100	60	0	160																																								
	F	100	90	0	190																																								
	B	140	60	30	230	11.0	11.2	60.4	150																																				
	C	140	60	0	200	10.7	11.0	60.4	145																																				
	D	140	90	0	230	11.0	11.5	60.3	150																																				
E	100	60	0	160	10.0	10.8	60.5	132																																					
F	100	90	0	190	10.7	11.1	60.6	145																																					
Lincoln	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>NI</th> <th>N2</th> <th>N3</th> <th>Ntot</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>140</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>140</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>100</td> <td>60</td> <td>0</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>100</td> <td>90</td> <td>0</td> <td>190</td> </tr> </tbody> </table>						NI	N2	N3	Ntot	A	0	0	0	0	B	140	60	30	230	C	140	60	0	200	D	140	90	0	230	E	100	60	0	160	F	100	90	0	190	5.9	9.7	60.7	79	
		NI	N2	N3	Ntot																																								
	A	0	0	0	0																																								
	B	140	60	30	230																																								
	C	140	60	0	200																																								
	D	140	90	0	230																																								
E	100	60	0	160																																									
F	100	90	0	190																																									
B	140	60	30	230	11.2	11.3	60.0	151																																					
C	140	60	0	200	11.0	10.9	60.2	149																																					
D	140	90	0	230	11.3	11.4	60.0	154																																					
E	100	60	0	160	10.4	10.9	60.0	140																																					
F	100	90	0	190	10.7	10.1	60.0	144																																					
<i>LSD</i>					<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>																																					

## 2 Bespreking van de resultaten

### 2.1 Opbrengst

In elk jaar was er sprake van een effect van zowel het ras als de N-bemestingsstrategie op de opbrengst van wintertarwe. Er was echter in geen enkel geval sprake van een interactie. Dit houdt in dat, voor wat betreft de opbrengst, het ene ras anders reageert op een bepaalde N-bemesting dan het andere ras. Dit betekent dat het effect van het ras niet van invloed was op de gekozen bemestingsstrategie. Andersom ook: Bij het effect van de gekozen N-bemestingsstrategie maakte het niet uit in welk ras dit plaatsvond.

Worden de resultaten van de drie onderzoeksjaren bij elkaar genomen dan leidt dit tot de onderstaande tabel.

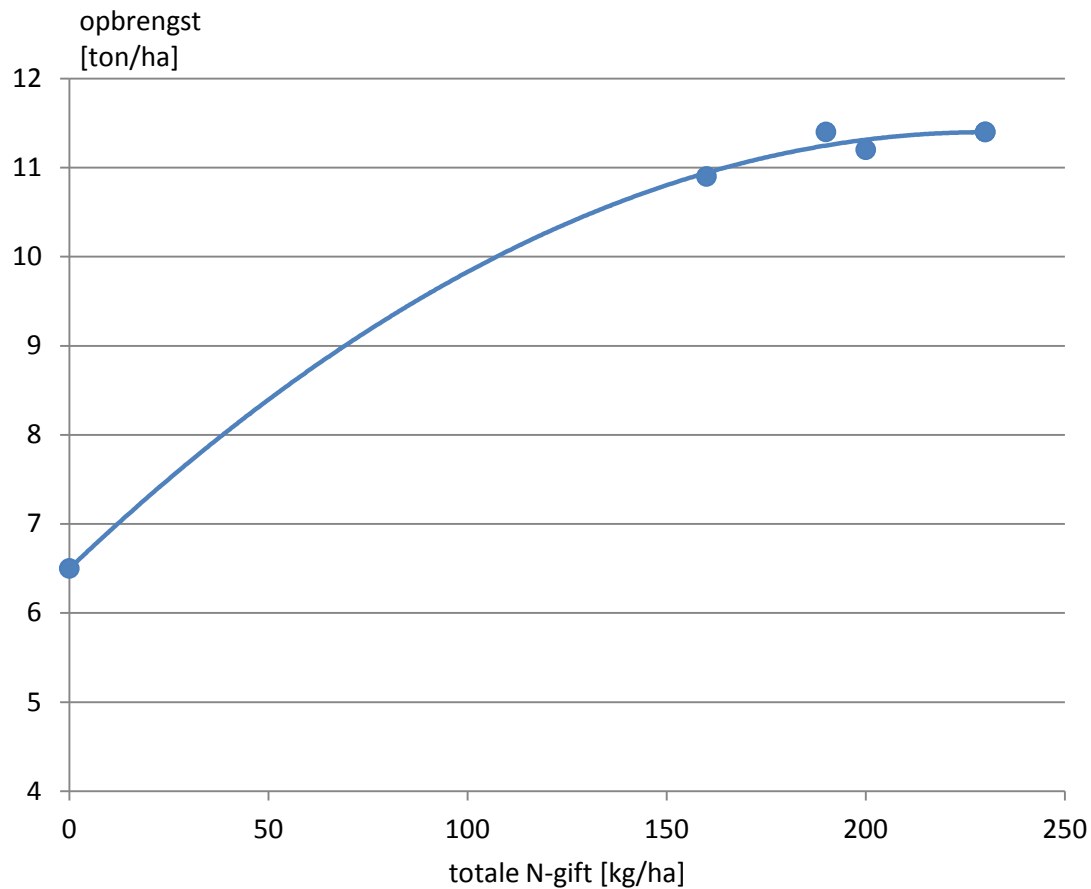
Tabel 5. De gemiddelde opbrengsten [ton/ha] van wintertarwe van de veldproeven van 2008, 2009 en 2010. Gemiddelde over alle onderzochte rassen.

object	N1	N2	N3	Ntot	opbrengst [ton/ha]
A	0	0	0	0	6.5
B	140	60	30	230	11.4
C	140	60	0	200	11.2
D	140	90	0	230	11.4
E	100	60	0	160	10.9
F	100	90	0	190	11.4
LSD					0.21

Uit de tabel blijkt dat gemiddeld over drie jaren een derde N-gift niet meer opleverde vergeleken met dezelfde totale hoeveelheid N in twee keer gegeven.

Tussen de totale N-giften vanaf 190 kg per ha (=F; standaard?) was er geen verschil in opbrengst. Bij een totale N-gift van 160 kg per ha was de opbrengst lager vergeleken met giften van 190 kg N per ha en hoger.

Wordt de opbrengst uitgezet tegen de totale N-gift, dan wordt onderstaande figuur verkregen.



Figuur 1. Het verloop van de gemiddelde opbrengst [ton/ha] van wintertarwe bij verschillende totale N-bemestingshoeveelheden [kg N/ha]. Gemiddelde van 2008, 2009 en 2010.

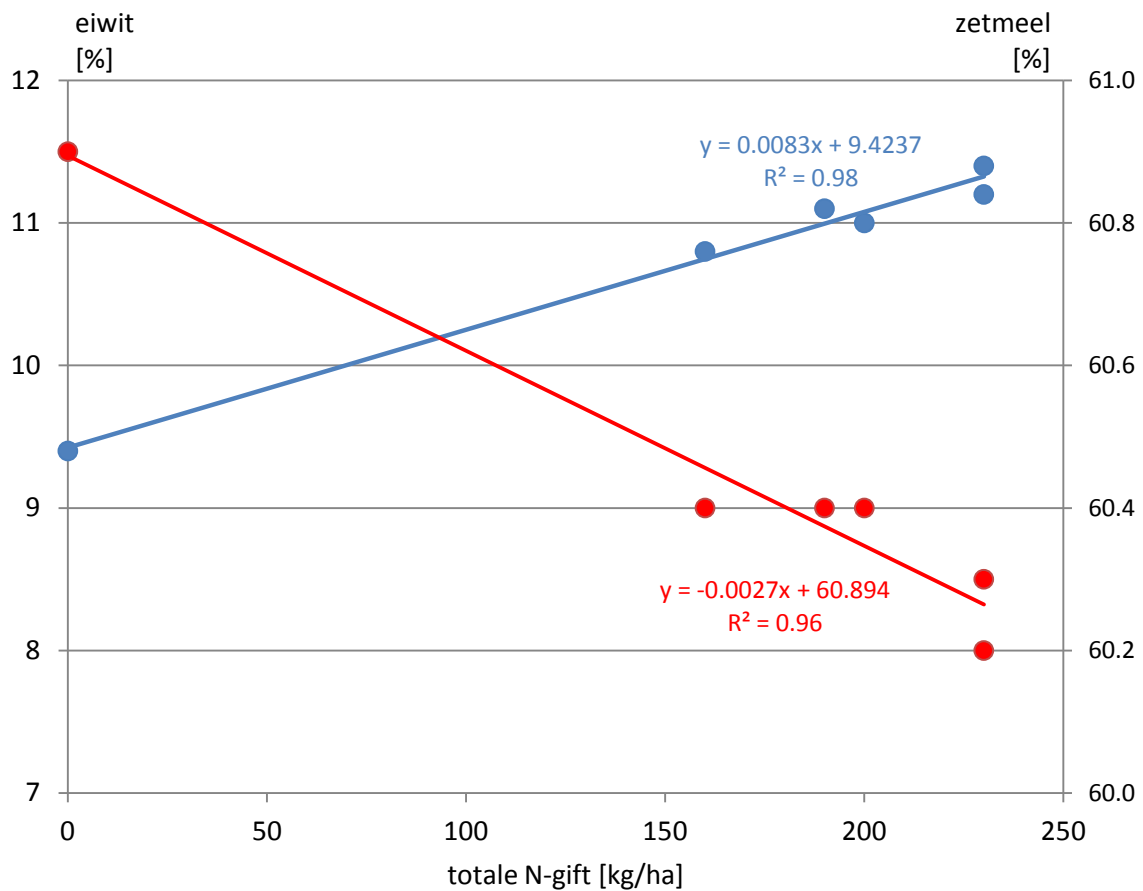
## 2.2 Eiwit

Een deling van de N-gift (object B vs. object D) bij een gelijkblijvende totale N-gift leidde niet tot een hoger eiwitgehalte in de tarwe. Jaarsinvloeden kunnen hiervan de oorzaak zijn. In de praktijk wordt een derde N-gift wel toegepast als teeltmaatregel om het eiwitgehalte van de tarwe te verhogen. Dit ter verbetering van de bakkwaliteit ervan.

De totale N-gift had wel invloed op het eiwitgehalte. Een hogere totale N-gift leidde in zijn algemeenheid tot een hoger eiwitgehalte. Dit is weergegeven in figuur 2.

## 2.3 Zetmeel

Het zetmeelgehalte van de onbemeste tarwe was duidelijk hoger dan dat van de met N bemeste tarwe. In het geval er een N-bemesting was uitgevoerd leidde dit niet tot een verschil in zetmeelgehalte van de tarwe tussen de verschillende strategieën. De hoogte van de N-bemesting had dus geen invloed op het zetmeelgehalte van de tarwe. Het effect van de N-bemesting op het zetmeelgehalte is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2. Het verloop van het gemiddelde eiwit- en zetmeelgehalte [%] van wintertarwe bij verschillende totale N-bemestingshoeveelheden [kg N/ha] in 2010.

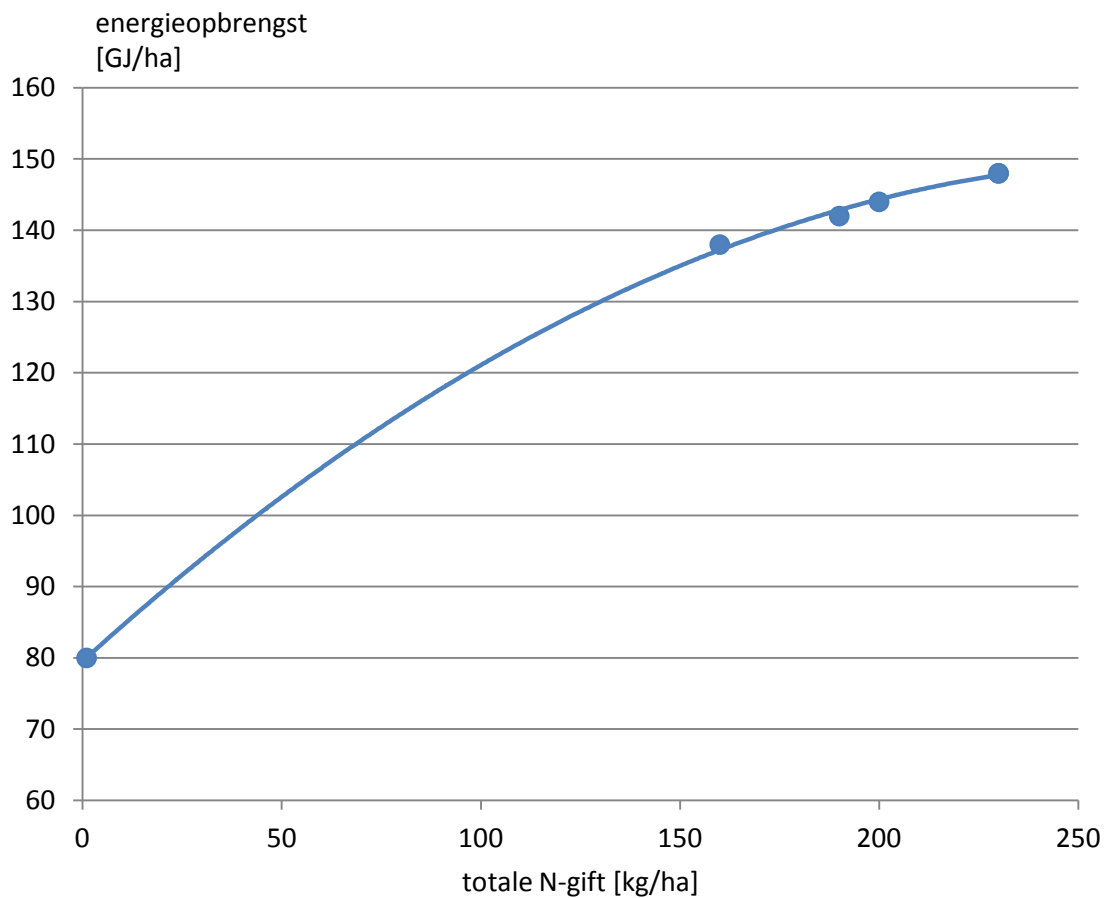
In zijn algemeenheid steeg het zetmeelgehalte bij een dalend eiwitgehalte van de tarwe. Echter deze stijging ging bij een verhoging met een zelfde hoeveelheid N veel minder snel dan de daling van het eiwitgehalte. De daling van het eiwitgehalte ging ongeveer drie keer zo snel als de stijging van het zetmeelgehalte.

## 2.4 Energieopbrengst

De energieopbrengst verschilde tussen de rassen en de verschillende N-bemestingsstrategieën. Deling van de tweede N-gift had geen effect op de energieopbrengst. Ook hier was er geen sprake van een interactie. Dit betekent dat voor wat betreft de energieopbrengst de rassen niet verschillend reageren op verschillende N-bemestingsstrategieën.

Van de getoetste rassen leverde Lincoln de hoogste energieopbrengst, gevolgd door Ilias en Anthus.

Het effect van de totale N-gift op de energieopbrengst van winter tarwe is weergegeven in figuur xx???



Figuur 3. Het verloop van de gemiddelde energieopbrengst [GJ/ha] van winter tarwe bij verschillende totale N-bemestingshoeveelheden [kg N/ha] in 2010.



## 3 Conclusies en aanbeveling

### 3.1 Conclusies

Een hogere N-bemesting dan standaard ( $N_1=100$  kg N/ha en  $N_2=90$  kg N/ha) leidde niet tot een hogere opbrengst. Een lagere N-bemesting ( $N_{tot} = 160$  kg N/ha) kostte ongeveer 400 kg/ha opbrengst. Deling van de tweede N-gift had geen effect op de opbrengst.

Hoe groter de totale N-gift was, hoe hoger het eiwitgehalte in de tarwe. Deling van de tweede N-gift leidde niet tot een hoger eiwitgehalte van de tarwe.

De zetmeelgehaltenes van met N-bemeste tarwe was voor alle strategieën gelijk. Niet met N bemeste tarwe had een hoger zetmeelgehalte.

De energieopbrengst van winter tarwe nam toe naarmate de N-gift hoger was. Boven de totale standaard N-hoeveelheid [190 kg N per ha] waren de verschillen niet significant. Deling van de tweede N-gift had geen effect op de energieopbrengst.

### 3.2 Aanbeveling

Voor de N-bemesting van winter tarwe dat dient als energiegewas, kunnen de gangbare N-bemestingsadviezen gebruikt worden.

## Bijlage I Overzicht van de proefveldgegevens.

jaar		2008	2009	2009	2009	2010	2010
locatie		KW	EH	EH	EH	EH	KW
ras		alle	Lincoln	Tabasco	Claire	alle	alle
pH-KCl		7.4	7.1	7.1	7.6	7.1	7.3
CaCO <sub>3</sub>	%	6.3	1.5	1.1	2.1	1.1	8.5
organische stof	%	3.2	5	5.8	4.4	5.8	3.2
lutum	%	22	45	47	44	47	21
afslibbaarheid	%	31-38	62-72	65-75	61-70	65-75	28-35
PAL		51	58	53	50	53	47
K-getal		21	25	22	25	22	23
N-min	kg/ha	38	28	30	26	40	26