

# Wat zijn de mogelijkheden en risico's van het precisiezaaisysteem in tarwe?

R.D. Timmer (PPO) en L.P. van Marion (DLV)

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

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

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

Onderdeel van project: 3250136800

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

Business-unit AGV

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

# Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING .....	5
2	BEDRIJFSPROFIEL.....	7
2.1	Omschrijving bedrijf .....	7
2.2	Gedachten achter de kennisvraag .....	7
2.3	Vragen.....	8
3	OPBRENGSTONTWIKKELING WINTERTARWE .....	9
4	PRODUCTIE VAN TARWE .....	11
5	OPBRENGST EN OPBRENGSTCOMPONENTEN .....	13
6	BEANTWOORDING VRAGEN .....	15
7	CONCLUSIE.....	19



# 1 Inleiding

De laatste jaren hebben veel graantelers het idee dat de opbrengstontwikkeling bij wintertarwe stagneert. Al 15-20 jaar geleden werden er opbrengsten gehaald van 8-9 ton per ha en dit is nog steeds het geval. In goede jaren kon destijds 10 ton per ha worden behaald en tegenwoordig zijn opbrengsten van 10 ton per ha nog steeds hoog (hoewel zo nu en dan ook wel opbrengsten van 11-12 ton per ha worden gemeld). Omdat de teeltkosten wel toenemen (o.a. stikstof) is er bij telers veel belangstelling voor (teelt)maatregelen die de opbrengst van tarwe kunnen verhogen.

Het artikel dat vorig voorjaar in vakblad de Boerderij verscheen met de titel "Op naar 15 ton tarwe" (29 april 2008) heeft in dit perspectief enorm de aandacht getrokken. In het artikel werd gemeld dat er een nieuw teeltsysteem is ontwikkeld dat het mogelijk zou maken tarweopbrengsten tot 15 ton per ha te behalen. Mol Agrocom BV, een particuliere toeleverancier voor de land- en tuinbouw in het Zuidwesten van het land, zou, volgens het artikel, samen met enkele andere personen het betreffende systeem hebben ontwikkeld. De basis van het systeem wordt gevormd door grof zaaizaad dat met een precisiezaaimachine wordt verzaaid, vóór half september.

Een opbrengst van 15 ton tarwe is lange tijd gezien als de hoogste mogelijke opbrengst die ooit gehaald zou kunnen. Deze opbrengst wordt ook wel de "potentiële" opbrengst genoemd, een opbrengst die alleen in het "ideale graanjaar" gehaald zou kunnen worden. Een systeem dat deze potentiële opbrengst nu binnen handbereik zou brengen geniet uiteraard grote belangstelling en het is daarom niet vreemd dat er vanuit de praktijk vele vragen rijzen omtrent dit nieuwe "revolutionaire" teeltsysteem.

In dit rapport wordt ingegaan op de vragen die er leven bij dhr. Goense, akkerbouwer in St. Philipsland, omtrent de mogelijkheden en de risico's van het precisiezaaisysteem bij tarwe. Dhr. Goense heeft hiervoor een kennisvoucher aangevraagd en toegekend gekregen (K082055) en hiermee bij PPO en DLV aangeklopt om een antwoord op deze vragen te krijgen.

Hoewel er bij genoemde organisaties geen ervaring is met het beschreven teeltsysteem, is er in de afgelopen 30 jaar bij PPO heel veel teeltonderzoek gebeurd aan tarwe. Hierbij is ook nagegaan wat o.a. het effect is van precisiezaai, zaaizaadhoeveelheid, grofheid zaaizaad en tijdstip van zaaien op de korrelopbrengst. Met de kennis die daarmee is opgebouwd is getracht zo goed mogelijk antwoord te geven op de vragen die leven omtrent dit onderwerp.

Overigens is er bij PPO in Lelystad in het najaar van 2008 een proefveld aangelegd waarin de factoren zaaitijdstip, zaaizaadhoeveelheid, precisiezaaien en grofheid zaaizaad en hun interacties worden onderzocht. In het najaar van 2009 zullen de opbrengsten hiervan bekend zijn en zullen de in de praktijk levende vragen omtrent opbrengstverhoging bij tarwe nog beter kunnen worden beantwoord.

Uiteraard is er ook contact met de firma Mol Agrocom geweest om meer te weten te komen over het achterliggende onderzoek die tot dit teeltsysteem heeft geleid. Aangezien het "Tarweteelt Plus systeem" (zoals het wordt genoemd) een commerciële waarde heeft voor het bedrijf is men echter vooralsnog terughoudend in het geven van gedetailleerde informatie.



## 2 Bedrijfsprofiel

### 2.1 Omschrijving bedrijf

#### Naam en adres:

D. Goense  
Lageweg 8  
4675 RH St. Philipsland

#### Omschrijving bedrijf

Het bedrijf bestaat uit kleigrond met een afslibbaarheid tussen de 10 en 55%. Een behoorlijk gedeelte van het bedrijf is beperkt tot sterk verdrogend. De teelt van tarwe neemt een belangrijke plaats in binnen het bedrijf met ongeveer 1/3 van het areaal. In de praktijk komt het nogal eens voor dat op een gedeelte van het bedrijf tarwe op tarwe wordt geteeld. Graszaad en luzerne blijven vaak twee of meer jaren liggen. Het bedrijf slaat een gedeelte van de tarwe zelf op. De droogcapaciteit is echter beperkt, zodat alleen relatief droge partijen in de eigen opslag kunnen.

Standaard wordt de tarwe bemest met een startgift Urean gevolgd door 30 m3 varkensdrijfmest uitgereden met de sleepslang. Wanneer grond of grootte van de tarwe mest niet toelaten wordt overgeschakeld op kunstmest.

Vaak wordt graszaad onder de tarwe gezaaid, zodat het graszaad voldoende groot de winter in kan. Open land zaai is vaak te laat, aangezien er geen vroeg ruimende vruchten op het bedrijf zijn.

Areaal van het bedrijf bedraagt totaal zo'n 219 ha

#### Bouwplan

81 ha wintertarwe  
24 ha bieten  
13 ha cichorei  
25 ha luzerne  
29 ha aardappelen  
17 ha rietzwenk  
30 ha veldbeemd

### 2.2 Gedachten achter de kennisvraag

Afgelopen jaar is er veel aandacht geweest voor het zaaien van tarwe met een precisiezaaimachine, waarbij lage hoeveelheden grof zaai zaad vroeg in het najaar werden verzaaid. Geclaimd wordt dat 15 ton tarwe tot de mogelijkheden zou behoren. Aan dit verhaal kleven echter een aantal nadelen. De manier van zaaien is duur, zaai zaad wordt over het algemeen niet in de benodigde grove fractie uitgeleverd en het vroege zaaimoment zou betekenen dat zaaien na de aardappelen, bieten, cichorei problematisch wordt.

De vraag doet zich dus voor of deze manier van tarweteelt op dit bedrijf überhaupt mogelijk is. Dat neemt echter niet weg dat er misschien mogelijkheden zijn om de traditionele manier aan te passen om zodoende de opbrengst te verhogen.

## 2.3 Vragen

De vragen die dhr. Goense heeft omtrent de opbrengstontwikkeling en het teeltsysteem dat tot 15 ton tarwe zou leiden, zijn de volgende:

- ❑ Zijn er onderbouwde onderzoeksresultaten bekend m.b.t. het precisiezaaisysteem?
- ❑ Wat zijn de specifieke risico's van het precisiezaaisysteem voor dit bedrijf? Met name in relatie tot de percelen met zware grond en de percelen die erg verdrogend zijn.
- ❑ Is een drijfmest toepassing verenigbaar met het precisiezaaisysteem?
- ❑ Is het onderzaaien van graszaad te combineren met het precisiezaaisysteem? En moet het moment van zaaien van graszaad aangepast worden i.v.m. het opener gewas en eventueel het eerder zaaien van de tarwe t.o.v. het traditionele systeem?
- ❑ Zijn alle elementen uit dit systeem nodig voor het behalen van een hogere opbrengst? Met andere woorden is het geheel meer dan de som van de delen?
- ❑ Zijn er nadelen te verwachten als het precisiezaaien op grote schaal wordt toegepast? (er wordt oa gedacht aan ziektedruk of gerstevergeling a.g.v. vroeg zaaien)
- ❑ Is aan te geven wat het effect op de tarweopbrengst kan zijn van de aparte delen van het precisiezaaisysteem? En wat zijn de kosten? En dus het rendement?
- ❑ Hoe werkt het precisiezaaisysteem precies? Fractie zaaizaad, rijafstand, afstand binnen de rij, zaadhoeveelheid, zaaiperiode, manier van grond zaaiklaar maken etc.
- ❑ Is het vroeg zaaien persé nodig voor het effect van het precisiezaaisysteem?
- ❑ Een hogere opbrengst zal meer stikstof vragen, in hoeverre dient hiermee bij de bemesting rekening gehouden te worden?
- ❑ Hoe moet omgegaan worden met halmverkorting? Is een bespuiting voor halmverkorting al in het najaar nodig?

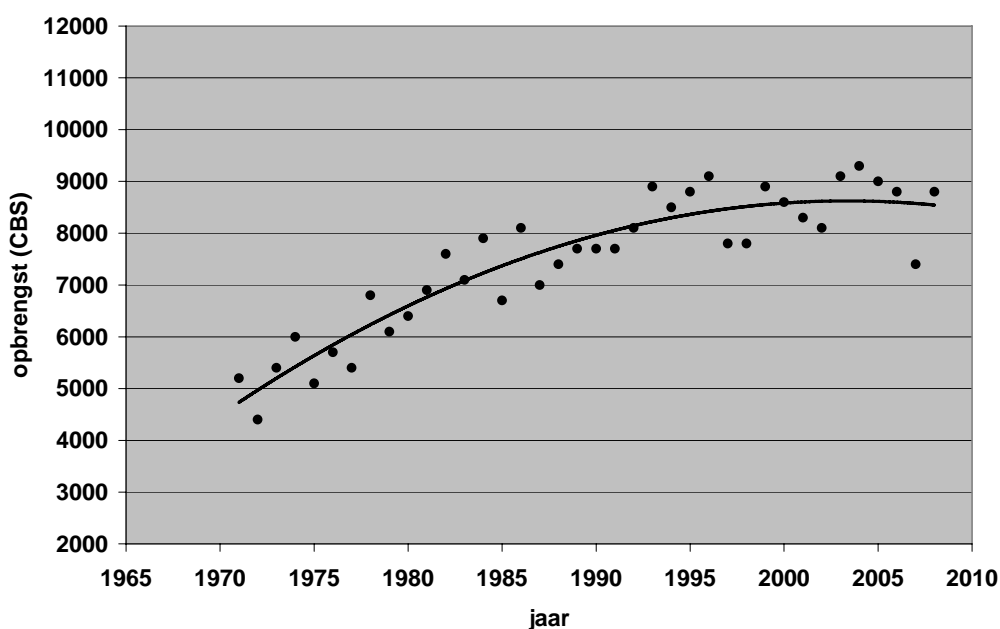
Voordat tot beantwoording van de vragen zal worden overgegaan, zal er eerst enige informatie worden gegeven over de opbrengstontwikkeling bij tarwe in de afgelopen 35-40 jaar. Ook is het belangrijk om enige achtergrondkennis te hebben over hoe productie bij tarwe tot stand komt. Daarna zal specifiek op de vragen worden ingegaan.



### 3 Opbrengstontwikkeling wintertarwe

In onderstaande figuur zijn de gemiddelde opbrengstcijfers voor Nederland weergegeven in de periode 1971-2008. Het betreft de CBS-cijfers (Centraal Bureau voor de Statistiek) en zijn de gemiddelde cijfers voor geheel Nederland. Hoewel de ontwikkeling in de verschillende regio's van ons land en op de verschillende grondsoorten iets van elkaar kunnen verschillen is de tendens hetzelfde. In de periode begin jaren zeventig tot begin jaren tachtig is de gemiddelde opbrengst gestegen van ongeveer 5 ton per ha naar 7 ton per ha. In de daarop volgende tien jaar (begin jaren tachtig tot begin jaren negentig) is de opbrengst nog met één ton gestegen (van 7 ton per ha naar 8 ton per ha). En in de daaropvolgende periode van tien jaar steeg de opbrengst nog met slechts 500 kg per ha. Sinds 2000 is er geen stijging meer waarneembaar en lijkt het er inderdaad op dat het opbrengstniveau bij tarwe een "plafond" heeft bereikt. Het idee van veel telers dat de opbrengsten de laatste jaren niet meer stijgen blijkt grotendeels juist te zijn.

Opbrengstontwikkeling wintertarwe 1971-2008



De meest aannemelijke verklaring hiervoor is dat het huidige teelt- en kennisniveau in Nederland op het gebied van tarwe dusdanig hoog is dat het moeilijk is om hier nog tot grote verbeteringen te komen. In de afgelopen 30 is er heel veel teeltonderzoek uitgevoerd en is de kennis omtrent de teelt sterk toegenomen. Door het beschikbaar komen van diverse meststoffen, fungiciden, herbiciden, insecticiden en groeiregulatoren is de gemiddelde opbrengst van tarwe in de zeventiger en tachtiger jaren sterk gestegen. Daarnaast heeft ook de veredeling een belangrijke rol gespeeld in de stijging van het opbrengstniveau door het ontwikkelen van nieuwe, stevige, resistentere en hoger opbrengende rassen. De laatste jaren lijkt de top echter bereikt en worden er gemiddeld opbrengsten behaald van 8-9 ton per ha. Van jaar tot jaar en van teler tot teler zijn er uiteraard grote verschillen waarneembaar en zijn er praktijkopbrengsten mogelijk van 7-12 ton per ha.



## 4 Productie van tarwe

Om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden om de opbrengst van tarwe te verhogen, is het belangrijk te weten hoe deze tot stand komt en welke factoren hierbij een rol spelen. Door dit te analyseren kan mogelijk een richting gezocht worden waarin een doorbraak in de opbrengstverhoging gezocht en gevonden kan worden. De productie en daarmee de in de praktijk behaalde opbrengst wordt bepaald door een viertal factoren, te weten:

- Grond (o.a. grondsoort, structuur, bodemvruchtbaarheid, bodemgezondheid, vochthoudendheid)
- Teelt (o.a. grondbewerking, rassenkeuze, zaaitijdstip, zaaizaadhoeveelheid, bemesting, gewasbescherming, groeiregulatie, oogst).
- Weer (temperatuur, neerslag, hoeveelheid licht, wind)
- Schadeverwekkers (o.a. vogels, knaagdieren, slakken, schimmels, insecten, onkruid, virussen, wild)

Van deze factoren heeft de teler alleen de factor “Teelt” volledig in eigen hand en via de teeltmaatregelen kan hij de factoren Grond en Schadeverwekkers voor een (klein) deel beïnvloeden. Voor het grootste deel zijn deze beide factoren (met name de factor Grond) echter een gegeven. De belangrijkste factor bij de productie is het weer en op deze factor kan geen invloed worden uitgeoefend. De variatie in de gemiddelde opbrengst van jaar tot jaar wordt vooral door deze factor veroorzaakt.

Het weer beïnvloedt de gewasgroei en de productie via de neerslag, de temperatuur, de wind en de instraling. Vooral het laatste element, de hoeveelheid zonlicht, is een hele belangrijke. De hoeveelheid licht is de basis van de productie. Bij het bekende proces van fotosynthese vind onder invloed van zonlicht (zonne-energie) de productie plaats. Hoe meer zonlicht, hoe meer fotosynthese, hoe hoger de productie.

Om optimaal van het zonlicht te profiteren moet het gewas zo snel mogelijk al het zonlicht onderscheppen. Dit gebeurt pas als het stadium van “volledige bodembedekking” bereikt is. Hiervoor moet ongeveer 3 m<sup>2</sup> blad per m<sup>2</sup> gewas zijn gevormd. Totdat dat stadium wordt bereikt gaat een groter of kleiner deel van het zonlicht verloren.

Om een zo hoog mogelijk productie te behalen moet deze volledige lichtonderschepping ook zo lang mogelijk voortduren. Hoe langer het gewas groen blijft, hoe langer de productie doorgaat. Via de N-bemesting en de gewasbescherming kunnen telers het groen en productief blijven van het gewas beïnvloeden. Ook het rasaspect speelt hierbij een belangrijke rol. Maar vooral het weer (temperatuur en neerslag) beïnvloedt de lengte van de productiefase sterk. Hogere temperaturen en weinig neerslag versnellen de afrijping waardoor de productie beperkt wordt. Vaak is deze invloed sterker dan het effect van N-bemesting en gewasbescherming.

Van ongeveer half mei tot half juli kan een tarwegewas maximaal produceren. Voor die tijd is de bodembedekking nog niet volledig en na die tijd rijpt het gewas snel af en verdwijnt het groene blad.

Van alle drogestof die er geproduceerd wordt gaat er bij tarwe gemiddeld 45% naar de korrel. De andere 55% gaat naar de stengel, bladeren, kafjes etc. Voor een gemiddelde opbrengst van wintertarwe van 9 ton per ha (bij 16% vocht) is er daarom een totale drogestof productie nodig van 17 ton per ha. Hiervan zit 7,5 ton in de korrel en 9,5 ton in het “stro”. In goede jaren zijn topopbrengsten in de praktijk mogelijk van ca. 12 ton per ha (bij 16% vocht). Dit betekent dat er 10 ton droge stof in de korrel zit en 12,5 ton in het stro, in totaal dus 22,5 ton drogestof. Als we dit vergelijken met de productie die met andere gewassen mogelijk is (o.a. met maïs) dan is dit erg hoog. Het lijkt dan ook niet gemakkelijk om met de huidige rassen tot een nog hogere productie te komen.

Een korrelopbrengst bij tarwe van 15 ton per ha lijkt daarom op dit moment niet realistisch. Bij eenzelfde rekensommetje als hierboven is geschetst is hiervoor namelijk een productie van 28 ton drogestof nodig. Hierbij is dan wel steeds uitgegaan van een korrelaandeel in de totale productie van 45%. Wanneer het mogelijk zou zijn om de verhouding tussen korrel en stro te veranderen, en wel zo dat 55% van de productie in de korrel gaat zitten en 45% in het stro, dan zou een potentiële opbrengst van 15 ton in zicht komen. Hiervoor zijn echter nieuwe rassen nodig.

Of een structurele verhoging van de opbrengst via een aangepast teeltsysteem, bijvoorbeeld het genoemde systeem op basis van precisiezaai, mogelijk is, valt te betwijfelen.



## 5 Opbrengst en opbrengstcomponenten

De korrelopbrengst van tarwe is het product van het aantal aren per m<sup>2</sup> en het gemiddelde gewicht van een aar. Voor een opbrengst van 10 ton per ha zijn er bijvoorbeeld 500 aren per m<sup>2</sup> nodig met een gemiddeld gewicht van 2 gram per aar. Als de opbrengst blijft steken op 8 ton per ha kan dit veroorzaakt zijn door een te laag aantal aren per m<sup>2</sup>. Een gewas met 400 aren per m<sup>2</sup> en een aargewicht van 2 gram geeft een opbrengst van 8 ton. Het kan ook zijn dat er wel 500 aren per m<sup>2</sup> zijn geproduceerd, maar dat de vulling (gewicht) van de aren is achtergebleven. Een gewas met 500 aren per m<sup>2</sup> en een gemiddeld gewicht van 1,6 gram per aar levert ook een opbrengst van 8 ton per ha.

opbrengst = aantal aren x gewicht per aar

voorbeelden:

10.000 kg/ha = 500 aren/m<sup>2</sup> x 2.0 gram per aar

8.000 kg/ha = 400 aren/m<sup>2</sup> x 2.0 gram per aar

8.000 kg/ha = 500 aren/m<sup>2</sup> x 1.6 gram per aar

Om de opbrengst van tarwe te verhogen van 10 naar 12 of 15 ton per ha, zal óf het aantal aren per m<sup>2</sup> moeten worden verhoogd óf het gewicht per aar, óf beide. Verhogen van het aantal aren is mogelijk via verhoging van het aantal planten (meer zaaizaad) en via de N-bemesting (meer stikstof).

In alle proeven die er in het verleden zijn uitgevoerd is echter naar voren gekomen dat zodra getracht wordt het aantal aren per m<sup>2</sup> te verhogen, het gemiddelde aargewicht omlaag gaat. Hierdoor werd het positieve effect van een hoger aantal aren telkens grotendeels of volledig tenietgedaan. Om een groter aantal aren te “vullen” tot hetzelfde aargewicht als bij een lager aantal, is namelijk een hogere drogestof productie nodig. Dus alleen onder hele gunstige groei(=weer)omstandigheden kan er geprofiteerd worden van een hoog aantal aren. Onder gemiddelde of beneden gemiddelde omstandigheden gaat het grotere aantal aren ten kosten van het aantal korrels per aar en het duizendkorrelgewicht. Gevolg is dat er geen hogere opbrengst wordt verkregen, maar een gelijke opbrengst met kleinere korrels.

Het TT-plus-systeem gaat uit van:

60 planten per m<sup>2</sup>

720 aren per m<sup>2</sup>

→ Dit betekent 12 aren aan een plant

In standdichtheidsproeven uitgevoerd door PPO werden bij dichtheden van 50-60 planten per m<sup>2</sup> maximaal 8 aren aan een plant geteld. Dit kwam neer op 400-450 aren per m<sup>2</sup>. Door vroeg te zaaien en grof zaaizaad te gebruiken zou dit aantal bij het TT-plus-systeem verhoogd kunnen worden tot meer dan 700 per m<sup>2</sup>. Dit is niet alleen bij een dergelijk laag aantal planten een zeer hoog aantal aren, maar ook in absolute zin. In de PPO-standdichtheidsproeven kon dit hoge aaraantal namelijk bij geen enkel object bereikt worden. Zelfs niet bij een plantgetal van 450 planten per m<sup>2</sup>. Het aantal aren per plant liep daarbij terug tot 1,5, waardoor het totaal aantal aren per m<sup>2</sup> bleef steken op ca. 675.

Het optimale aantal planten bleek in de standdichtheidsproeven 250-300 per m<sup>2</sup> te zijn. Hieruit ontwikkelden zich 550-600 aren per m<sup>2</sup>, zowel in jaren met een hoge opbrengst als in jaren met een lagere opbrengst. In de goede jaren bleek het aargewicht rond de 2 gram per aar te liggen en waren proefveldopbrengsten mogelijk van 11-12 ton per ha. In de mindere jaren leverden de aren 1,6 gram per aar op en bleef de (proefveld)opbrengst steken op 9 ton per ha. Het weer bepaalde het opbrengstniveau en via aantallen planten en aantallen aren was dit niveau niet te beïnvloeden.



## 6 Beantwoording vragen

Er is bij PPO geen ervaring met een volledig teeltsysteem zoals omschreven als het zgn. “Tarweteeltplus”-systeem, maar er is in de afgelopen 30 jaar wel heel veel onderzoek gebeurd aan tarwe. Hierbij is veel aandacht geweest voor de gewasopbouw en de opbrengstvorming en er zijn hiervoor diverse proeven uitgevoerd met zaaizaadhoeveelheden. Ook is nagegaan wat o.a. het effect is van precisiezaai, grofheid van het zaaizaad en het tijdstip van zaaien op de korrelopbrengst. Met de kennis die daarmee is vergaard is getracht zo goed mogelijk de onderstaande vragen te beantwoorden.

### □ **Zijn er onderbouwde onderzoeksresultaten bekend van het precisiezaaisysteem?**

Volgens Mol Agrocom is er jarenlang onderzoek vooraf gegaan aan de introductie van het TT-plus-systeem. Het betreft vooral onderzoek in Duitsland. Resultaten van dit onderzoek wil men echter niet prijsgeven aangezien dit wordt gezien als bedrijfsinformatie met een commerciële waarde. Het teeltsysteem wordt namelijk als concept verkocht aan boeren, waarbij een teler een bepaalde prijs per ha betaald voor het precisiezaaien, het grove zaaizaad en de teeltbegeleiding. Men is verder verplicht de geoogste tarwe weer aan Mol Agrocom te leveren. Zolang geen onderzoeksresultaten vrij worden gegeven is het niet duidelijk wat de omvang en de waarde is van het achterliggende onderzoek en het systeem. Bij PPO zijn op dit moment dus geen onderzoeksresultaten bekend en kan de waarde van het systeem niet worden beoordeeld.

### □ **Zijn alle elementen uit dit systeem nodig voor het behalen van een hogere opbrengst? Met andere woorden is het geheel meer dan de som van de delen?**

De belangrijkste elementen van het systeem lijken te zijn: precisiezaaien, grof zaaizaad, vroeg zaaien (vóór half september) en weinig zaaizaad. Naar al deze elementen is in het verleden door PPO onderzoek gedaan en van deze elementen is afzonderlijk bekend wat optimaal is voor de opbrengst. De resultaten zijn ingebouwd in de adviezen en teelthandleidingen voor de huidige manier van tarwetelen. Bij dit onderzoek zijn ook combinaties van elementen onderzocht, zoals zaaitijdstip en zaaizaadhoeveelheid, grof zaaizaad en zaaizaadhoeveelheid en precisiezaaien en zaaizaadhoeveelheid. Over de interacties tussen deze elementen is dus wel iets bekend. Echter een volledig TT-plus-systeem, met al z'n facetten, is nooit eerder onderzocht. Duidelijk is wel dat alle onderdelen van het systeem gericht zijn op het stimuleren van de uitstoeling. Er wordt getracht om zoveel mogelijk aren per plant te creëren, met een totaal van meer dan 700 per m<sup>2</sup>. Uitgangssituatie is een relatief laag plantbestand van ca. 60 planten per m<sup>2</sup>. Dit betekent dat er zich 12 aren per plant moeten ontwikkelen om aan het genoemde totaal aantal van ruim 700 per m<sup>2</sup> te komen. Om dit te bereiken dient er heel vroeg gezaaid te worden, moet er grof zaaizaad gebruikt worden en moet het zaaizaad niet te diep en op een gelijkmatige diepte en afstand van elkaar gezaaid worden. Bekend is dat deze maatregelen allemaal in meer of mindere mate de uitstoeling bevorderen. Of de genoemde elementen allemaal nodig zijn om hoge aaraantallen te bereiken is de vraag, en of er een meerwaarde is van het systeem als geheel eveneens. Belangrijker is echter de vraag of het streven naar dergelijke hoge aaraantallen per m<sup>2</sup> wel zinvol is en of dit leidt tot hogere opbrengsten. Al het onderzoek dat in het (nabije) verleden is uitgevoerd heeft aangegeven dat een aaraantal van 550-600 per m<sup>2</sup> optimaal is. Hogere aantallen konden bereikt worden via het gebruik van meer zaaizaad (en niet minder zaaizaad!) en door meer stikstof te geven (leidt tot meer spruiten en uiteindelijk tot meer aren). Dit had echter steeds tot gevolg dat het aantal korrels per aar en het duizendkorrelgewicht lager werden. Het voordeel van meer aren werd hierdoor volledig teniet gedaan. Dat dit effect niet gaat optreden bij het TT-plus-systeem is dus twijfelachtig.

Geredeneerd vanuit de resultaten en ervaringen uit omvangrijk onderzoek onder Nederlandse omstandigheden naar optimale gewasbestanden bij tarwe, is er geen groot voordeel te verwachten van zowel het precisiezaaisysteem als geheel, als het toepassen van de afzonderlijke elementen alleen. In 2009 zullen echter de opbrengsten en ervaringen bekend worden van ca. 200 ha die met het TT-plus-systeem afgelopen najaar zijn ingezaaid. Ook zullen de opbrengstresultaten van een vrij omvangrijke PPO-proef in Lelystad beschikbaar komen waar alle elementen van het systeem, en de combinaties, in zijn opgenomen. Vermoedelijk is er dan een beter onderbouwd oordeel mogelijk over het TT-plus-systeem.

□ **Zijn er nadelen te verwachten als het precisiezaaien op grote schaal wordt toegepast? (Er wordt o.a. gedacht aan ziektedruk of gerstevergeling als gevolg van vroeg zaaien).**

Er kleven behalve eventuele voordelen ook diverse nadelen aan het precisiezaaisysteem. Vroeg zaaien, en hiermee wordt bedoeld vóór half september, maakt dat de gewassen veel gevoeliger zijn voor infectie met het gerstevergelingsvirus. Dit virus wordt overgedragen door bladluizen die in de nazomer en vroege herfst actief zijn. Bij een gangbare zaaitijd van half oktober of later en een opkomst in november is de kans op infectie niet erg groot omdat bij de lagere temperaturen in november bladluizen weinig actief meer zijn. Bij zaaien vóór half september zal de opkomst nog eind september zijn, in een periode dat het relatief warm is en bladluizen nog volop actief. Kans op infecties door met BYDV-virus besmette bladluizen zijn dan vele malen groter dan bij latere zaai. Dit betekent dat er vermoedelijk in veel gevallen een bladluisbestrijding in het najaar en/of vroege voorjaar nodig is en er dus extra kosten moeten worden gemaakt.

Vroeg gezaaide percelen zijn ook gevoeliger voor infecties van diverse schimmels zoals roesten en septoria. Deze kunnen gemakkelijker overgaan van oude graanstoppels naar jong opgekomen gewassen en de schimmels ontwikkelen zich sneller bij relatief hogere temperaturen. In bepaalde situaties kan het hierdoor nodig zijn zelfs een fungicidebespuiting in het najaar uit te voeren.

Het op grote schaal vroeg zaaien van tarwe heeft naar verwachting een versterkend effect op deze ontwikkeling van zowel bladluizen als schimmels. Aangezien er echter maar weinig vroeg vrijkomend land is in Nederland vanwege het grote aandeel van o.a. aardappelen en bieten in het bouwplan, zal het areaal wintertarwe dat vóór half september gezaaid kan gaan worden niet erg groot zijn.

□ **Is aan te geven wat het effect op de tarweopbrengst kan zijn van de aparte delen van het precisiezaaisysteem? En wat zijn de kosten? En dus het rendement?**

Tussen 15 oktober en 1 januari neemt de opbrengst af door later zaaien met gemiddeld 10%. Dit is ongeveer 1% per week later zaaien dan 15 oktober. Dit zijn de resultaten van 30 jaar zaaitijdenproeven uitgevoerd door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Ook andere zaaitijdenproeven, op andere locaties, wijzen in deze richting: het effect van het zaaitijdstip op de korrelopbrengst is in de periode oktober-december beperkt. Als de lijn uit het RIJP-onderzoek wordt doorgetrokken naar 15 september zou dit een voordeel opleveren van 4%. Echter er is een tendens dat pas na 1 november de opbrengst werkelijk iets afneemt en dat er tussen zaaitijden in september en oktober weinig verschil is. Geschatte voordeel vroeg zaaien: tussen 0% en 4%.

Proeven met grovere fracties zaaizaad hebben in het verleden geen voordelen laten zien t.o.v. fijner zaaizaad. Het creëren van een zaaizaadpartij waarbij een fractie overblijft met een duizendkorrelgewicht van 70 (zoals gesteld in het Boerderijartikel) is bovendien een lastige klus. Een groot deel van het zaaizaad moet uitgezeefd worden en er blijft maar weinig bruikbaar zaad over. Dit zaaizaad zal daarom een (veel?) hogere prijs hebben dan het gangbare zaaizaad. Voor precisiezaaien kan grof zaaizaad voordelen hebben omdat het gemakkelijker verzaaid kan worden. Geschatte voordeel grof zaaizaad: 0%.

Daartegenover staat dat de zaaizaadhoeveelheid in het TT-plus-systeem flink omlaag zou kunnen. Bij een gangbaar zaaisysteem worden gemiddeld 350 zaden per m<sup>2</sup> gezaaid bij een dkg van 50. Dit betekent 175 kg per ha. Bij het TT-plus-systeem zouden dit ca. 70 zaden per m<sup>2</sup> zijn bij een dkg van 70. Dit betekent slechts 50 kg zaaizaad per ha en dus een besparing van 125 kg per ha.

Uit jarenlang onderzoek naar de optimale zaaizaadhoeveelheid bij tarwe is naar voren gekomen dat een plantaantal van 250-300 planten per m<sup>2</sup> in het voorjaar de hoogste opbrengst geeft. Meer planten leverden wel meer aren op, maar door de eerder omschreven negatieve compensatie via het aantal korrels per aar en het duizendkorrelgewicht, nam de opbrengst niet toe.

Ook bij een lager plantgetal was het effect op de opbrengst beperkt. Zo kon bij 200 planten per m<sup>2</sup> nagenoeg dezelfde opbrengst gehaald worden als bij het optimale plantgetal. Bij nog lagere zaaizaadhoeveelheden/plantgetallen nam de opbrengst wel geleidelijk aan af. Het opbrengstverlies bij plantgetallen onder de 100 per m<sup>2</sup> kon oplopen tot wel 1-2 ton per ha. In geen enkele proef is het voorgekomen dat de opbrengst bij een plantgetal van 50-100 per m<sup>2</sup> hoger was dan bij 200 of 300 planten per m<sup>2</sup>. Geschatte voordeel van laag plantgetal: -5% tot -15%.



Onderzoek naar de voordelen van precisiezaaien t.o.v. nokkenradzaai heeft in het verleden kleine meeropbrengsten laten zien in het voordeel van precisiezaaien. De voordelen waren echter zo beperkt en de nadelen veel groter (weinig machines, lage capaciteit, hogere kosten) dat deze methode geen ingang heeft gevonden in de praktijk op grote schaal. Er zijn bovendien maar weinig precisiezaaimachines die op een rijenafstand van 12,5cm kunnen zaaien. Meestal is de rijenafstand minimaal 25 cm of nog groter. Ook bij het TT-plus-systeem wordt er op 25 cm gezaaid i.p.v. 12,5 cm bij gangbare (nokkenrad) zaai. Hiermee gaat het voordeel van precisiezaaien grotendeels verloren. Een verruiming van de rijenafstand van 12.5cm naar 25cm geeft nl. een lagere opbrengst van 0%-5%. Geschatte voordeel van precisiezaaien op 25cm t.o.v. nokkenradzaaien op 12.5cm: 0%

Over het geheel genomen wordt ingeschat dat de nadelen en de kosten van het precisiezaaisysteem niet zullen opwegen tegen de mogelijke voordelen (hogere opbrengst, minder zaaiadkosten).

□ **Hoe werkt het precisiezaaisysteem precies? Fractie zaai, rijenafstand, afstand binnen de rij, zaadhoeveelheid, zaaiperiode, manier van grond zaaiklaar maken etc.**

Bij de beantwoording van de vorige vragen is al uitgebreid ingegaan op de achtergrond van het precisiezaaisysteem. Belangrijkste daarbij is dat de verschillende maatregelen gericht zijn op een sterke uitstoeiing en het verkrijgen van een groot aantal aren per plant. Door planten goed te verdelen krijgt elke plant hier volop ruimte voor. Bij een rijenafstand van 12,5cm en een afstand in de rij van ook 12,5 cm zouden 64 planten per m<sup>2</sup> ideaal verdeeld kunnen worden. Echter het TT-plus-systeem gaat uit van een precisiezaaimachine van 25cm en een afstand in de rij van 6cm. Dit is niet echt een ideale verdeling. Het idee is verder dat grof zaaiad krachtiger zou kunnen uitstoelen dan gangbaar zaaiad. In enkele proeven die er in het verleden door PPO hiermee zijn uitgevoerd is daar echter niets van gebleken. Om optimaal te profiteren van de eventuele voordelen van precisiezaai (gelijke afstanden tussen de zaden en gelijkmatige zaaidiepte) dient de bewerking van de grond bij het zaaiklaar maken fijner te zijn dan gebruikelijk bij nokkenradzaai. Niet elke grond leent zich hiervoor.

□ **Is het vroeger zaaien persé nodig voor het effect van het precisiezaaisysteem?**

Het vroeger zaaien binnen het precisiezaaisysteem is vermoedelijk de belangrijkste factor bij het verkrijgen van veel spruiten aan een plant. Daarnaast is echter ook een voldoende hoge N-bemesting van belang om deze spruiten te laten uitgroeien tot aren. Echter, al worden er nog zoveel aren per m<sup>2</sup> geproduceerd, als de groeiomstandigheden (instraling, neerslag, temperatuur) niet optimaal zijn kunnen er geen hoge opbrengsten behaald worden. En als de omstandigheden optimaal zijn voor hoge opbrengsten zullen deze ook bereikt worden met een gangbaar teeltsysteem met minder aren. In hoeverre het vroeger zaaien perse nodig is voor het mogelijke effect van het TTplus-systeem is moeilijk te zeggen. Bij een gangbaar teeltsysteem heeft het in ieder geval een zeer beperkte waarde.

□ **Een hogere opbrengst zal meer stikstof vragen, in hoeverre dient hiermee bij de bemesting rekening gehouden te worden?**

Hogere opbrengsten vragen een hogere N-bemesting. Dit is uit bemestingsonderzoek bij hoog productieve tarwerassen naar voren gekomen. Echter de verhoging is niet rechtevenredig gebleken met de meeropbrengst die verwacht wordt. Zo heeft een tarwegewas dat 12 ton produceert niet 20% meer stikstof nodig dan een tarwegewas dat 10 ton produceert en een tarwegewas dat 15 ton produceert dus ook niet 50% meer stikstof nodig. In proeven bleek een 10% hogere N-bemesting voldoende om de hogere opbrengsten (12-13 ton per ha) te kunnen bereiken. Indien door het TT-plus-systeem significant hogere opbrengsten worden verwacht dan met het gangbare systeem zal de N-bemesting hierop moeten worden aangepast. Een beperkte verhoging (10%?) t.o.v. wat men gewend is, is vermoedelijk al voldoende hiervoor.

□ **Hoe moet omgegaan worden met halmverkorting? Is een bespuiting voor halmverkorting al in het najaar nodig?**

Gewasbestanden met een hoog aantal aren per m<sup>2</sup> zijn gevoeliger voor legering dan minder dichte bestanden. Ook gewassen met een hoge opbrengst zijn gevoelig voor legering. Het zal duidelijk zijn dat bij een combinatie van beide factoren, een goede groeiregulatie erg belangrijk is. Bespuitingen met CCC en eventueel wat Moddus in het voorjaar zijn hiervoor geschikt. Onder Nederlandse omstandigheden is een bespuiting met een groeiregulator in het najaar echter niet nodig, ook niet als er vroeg (september) gezaaid wordt.

□ **Wat zijn de specifieke risico's van het precisiezaaisysteem voor dit bedrijf? Met name in relatie tot de percelen met zware grond en de percelen die erg verdrogend zijn.**

Er zijn geen specifieke risico's van het precisiezaaisysteem, ook niet voor dit bedrijf. Er zijn wel nadelen aan verbonden zoals hogere zaaikosten en een grotere gevoeligheid voor ziekten, plagen en onkruid die tot een intensievere gewasbescherming kunnen leiden. Het vroege zaaien zou verder een belangrijk onderdeel van het systeem zijn, maar dit past op veel bedrijven niet. Aardappelen, bieten en cichorei zijn gewassen die het op dit bedrijf onmogelijk maken vroeg te zaaien. Verder vragen de percelen met zwaardere grond een intensievere zaibedbereiding. Het precisiezaaien komt alleen tot z'n recht als de grond fijn ligt; alleen dan is het mogelijk het zaaizaad op gelijkmatige afstand en diepte weg te leggen. Op verdrogende percelen kan vroeg zaaien en een lage plantdichtheid voordelen hebben. Vroeg gezaaide gewassen hebben over het algemeen een goed ontwikkeld wortelstelsel en door de lage plantdichtheid wordt efficiënt met het beschikbare vocht omgegaan.

□ **Is een drijfmest toepassing verenigbaar met het precisiezaaisysteem?**

De toepassing van drijfmest in een systeem met precisiezaai is niet anders dan in een systeem met nokkenradzaai of ander zaaisysteem. De systemen hebben alleen effect op het aantal planten, de verdeling van de planten en de plantdiepte. Omdat gesteld wordt dat er bij het precisiezaaisysteem vroeg gezaaid moet worden, ligt de ontwikkeling van het gewas hierdoor iets voor op een "normaal" gezaaid gewas. Door de lage plantdichtheid en de ruimere rijenafstand zal het gewas echter langer in de uitstoelingsfase verkeren. Dit zal uiteindelijk weinig verschil in snelheid van grondbedekking geven. Drijfmest toepassen zal ook bij een precisiezaaisysteem mogelijk zijn.

□ **Is het onderzaaien van graszaad te combineren met het precisiezaaisysteem? En moet het moment van zaaien van graszaad aangepast worden i.v.m. het opener gewas en eventueel het eerder zaaien van de tarwe t.o.v. het traditionele systeem?**

Er zijn hier nog geen ervaringen mee. Ook voor het onderzaaien van graszaad geldt vermoedelijk min of meer hetzelfde als bij drijfmesttoepassing: het is niet anders dan bij een gangbaar systeem. Het tarwegewas zal door de lage plantdichtheid en de ruimere rijenafstand in het begin een iets opener stand hebben, maar door de vroege zaai zal de ontwikkeling weer iets sneller gaan. Al met al zal het verschil in ontwikkeling en snelheid van grondbedekking tussen beide systemen niet zo groot zijn, en ook geen invloed hebben op het tijdstip van (onder)zaaien van graszaad.

## 7 Conclusie

Aangezien de laatste jaren veel graantelers merken dat de opbrengstontwikkeling bij wintertarwe stagneert is er bij hen een sterke behoefte aan mogelijkheden ontstaan om deze tendens te doorbreken. Het artikel dat vorig voorjaar in vakblad de Boerderij verscheen met de titel "Op naar 15 ton tarwe" heeft daarom veel aandacht gekregen. In het artikel werd gemeld dat er een nieuw teeltsysteem is ontwikkeld dat het mogelijk zou maken tarweopbrengsten tot 15 ton per ha te behalen. Omdat er tot op heden weinig informatie wordt prijsgegeven over dit nieuwe teeltsysteem, zorgt dit voor vele vragen in de praktijk.

In Nederland is niet eerder onderzoek gedaan aan een compleet teeltsysteem zoals beschreven. Wel is er vele jaren praktijkonderzoek uitgevoerd aan diverse aspecten van de tarweteelt en van het beschreven teeltsysteem. Gebaseerd op de resultaten van dit onderzoek kan gesteld worden dat er geen aanwijzingen zijn die het aannemelijk maken dat er met het nieuwe teeltsysteem opbrengsten behaald zullen worden van 15 ton per ha. Het gebruik van een precisiezaaimachine, grof zaaizaad, een lage plantdichtheid en vroeg zaaien lijken zowel afzonderlijk als ook in combinatie, niet in staat tot het genoemde opbrengstniveau te kunnen leiden. Daarbij kleven er diverse nadelen aan het systeem (hogere kosten, lagere capaciteit, meer problemen met onkruiden, schimmelziekten en virussen) die maken dat een eventuele meeropbrengst teniet zal worden gedaan. De perspectieven van het veelbesproken precisiezaaisysteem als oplossing voor het probleem van de stagnerende opbrengstontwikkeling, lijken derhalve beperkt.

Bij PPO in Lelystad is in het najaar van 2008 overigens een proefveld aangelegd waarin de factoren zaaitijdstip, zaaizaadhoeveelheid, precisiezaaien en grofheid zaaizaad en hun interacties zullen worden onderzocht.