

Berekening en stikstofverbemesting bij zomertarwe in 1963

C. G. Toussaint

Uit de resultaten van reeds uitgevoerde berekeningsproeven op zandgronden is gebleken, dat de granen gevoelig zijn voor optredende vochttekorten in de grond. De ervaringen in de afgelopen jaren hebben geleerd, dat in elk groeiseizoen perioden voorkomen, waarin een verdampingsoverschot optreedt. Aanvulling van de tekorten zal vaak nodig zijn om opbrengstderving te voorkomen. De meeropbrengsten, welke met berekening werden verkregen bedroegen vaak meer dan 30% (HELLINGS, BAARS, TOUSSAINT).

In de afgelopen jaren werden in stikstofbemestingsproeven met verschillende graangewassen verrassende resultaten gevonden. Deze gewassen reageerden gunstig op de toediening van stikstof in een laat groeistadium. Door VAN DOBBEN, VAN BURG en ARNOLD werden ook met zomertarwe op zand-, veen- en zavelgrond bevredigende resultaten verkregen. Met de zogenaamde gedeelde stikstofgiften werden ten opzichte van dezelfde N-hoeveelheid in 1 keer toegediend, zelfs meeropbrengsten van circa 20% gevonden.

Over de invloed van het vochtgehalte van de grond op het rendement van stikstofverbemesting is echter zeer weinig bekend. Door VAN DOBBEN werd in 1956-1959 de invloed van de weersomstandigheden op het rendement van stikstofverbemesting nagegaan. Het vochtgehalte van de grond is als zodanig niet behandeld. Voor meer of mindere uitdroging wordt de term 'droogte' gebezigd. Dit is uiteraard te summier voor kwantitatieve gevolgtrekkingen. Om meer exacte gegevens te verkrijgen leek het nuttig een gecombineerde proef op te zetten, waarbij de invloed van het vochtgehalte van de grond op de gedeelde stikstofbemesting kon worden nagegaan.

Proefopzet

In het proefschema kwamen de volgende objecten voor:

- V0 onberegend
- V1 berekening na 40% waterverbruik uit de laag 0-20 cm
- V2 berekening na 60% waterverbruik uit de laag 0-20 cm
- V3 berekening na 80% waterverbruik uit de laag 0-20 cm

96/0464/10



0000 0917 8910

1789807

De N-trappen waren:

- N1 totaal 30 kg N per ha
- N2 totaal 60 kg N per ha
- N3 totaal 100 kg N per ha
- N4 totaal 140 kg N per ha.

De stikstofbemesting werd ingedeelde giften toegediend, namelijk kort na het zaaien en in het schietstadium. De grootte van de afzonderlijke giften is in figuur 1 weergegeven. Op het vochtobject V0 kwam helaas maar één N-trap voor, namelijk 80 kg N in één gift.

Teeltgegevens

Als voorraadbemesting werd gegeven in:

- oktober 1962 1600 kg/ha Winterwijkse dolomiet
580 kg/ha Thomasslakkenmeel
- maart 1963 38000 kg/ha oude stalmest
480 kg/ha patentkali
- april 1963 kalkammonsalpeter volgens schema
- 12 juni 1963 kalksalpeter volgens schema

Ras	Jufy I
Rij-afstand	22 cm
Hoeveelheid zaaizaad	185 kg/ha
Gezaaid	29 maart
Opkomst	13 april
Begin schieten	25 mei
Begin bloei	circa 20 juni
Oogst	22 augustus
Voorvrucht	aardappelen

Op 8 mei is gespoten met D. N. O. C. tegen onkruid.

Klimatologische omstandigheden

Het verloop van de weersomstandigheden gedurende het groeiseizoen is in tabel 1 per decade weergegeven.

Tabel 1

	april			mei			juni			juli			augustus		
	decaden			decaden			decaden			decaden			decaden		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Neerslag in mm															
gemiddeld etmaal	7	11	19	18	15	17	8	55	16	16		9	21	59	42
Temperatuur in °C															
gem. per etmaal	8,8	11,0	11,9	10,7	11,8	15,7	20,2	16,4	17,0	18,2	17,1	16,5	16,8	13,4	13,2
Rel. vochtigheid	85	85	87	86	88	85	78	92	91	92	90	80	88	93	94
Perc. zonneshijn	,35	,35	,28	,33	,32	,27	,58	,29	,30	,27	,28	,65	,31	,29	,22
E ₀ (Penman) gemiddeld per dag	1,4	1,8	1,8	2,1	2,4	2,6	4,7	2,9	3,0	2,9	2,6	3,6	2,5	1,6	1,3

De hoeveelheid neerslag was in de maand april circa 8 mm beneden normaal; in mei normaal, terwijl in juni en augustus respectievelijk 25 en 40 mm meer neerslag viel. In de maand juli viel 52 mm minder regen dan in normale jaren. De temperatuur kwam in de maanden april tot en met juli van 2,4 tot 0,3 °C boven het langjarig gemiddelde uit; in augustus was de temperatuur ruim 2 graden beneden normaal. De relatieve luchtvochtigheid was van april tot en met augustus aanzienlijk boven normaal; van minimaal 7% in juli tot maximaal 11% in augustus.

Het percentage zonneshijn bleef met uitzondering van de maand juli ver beneden het langjarig gemiddelde, in de maand mei zelfs 30%; in juli was de zonneshijn normaal.

De verdamping, berekend volgens de formule van Penman, was in het gehele groeiseizoen aanzienlijk beneden normaal.

Neerslag en verdamping

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de hoeveelheid natuurlijke en kunstmatige neerslag en de verdamping van open water (E₀). De verdeling over het groeiseizoen is in decadensommen weergegeven. Alle gegevens zijn afkomstig van het weerstation op het proefterrein.

Tabel 2

	april			mei			juni			juli			augustus			Totaal
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	mm
Natuurlijke neerslag	7	11	19	18	15	17	8	55	16	16		9	21	59	6	277
Verdamping open water (E_0)	14	18	18	21	24	29	47	29	30	29	26	40	25	16	3	342
Neerslagoverschot	-7	-7	+1	-3	-9	-12	-39	+26	-14	-13	-25	-31	-4	+43	+3	-91
Object:																
Berekening V1						20	52		30	23	45	37				207
V2								30		30	30	45				135
V3							45				30	30				105

Uit de gegevens in tabel 2 blijkt, dat met uitzondering van de maand augustus, gedurende het gehele groeiseizoen ten opzichte van de open waterverdamping een neerslagtekort optrad. Juli was een zeer droge maand. Zo kwam in de periode van de bloei en vruchtzetting (van half juni tot begin augustus) een verdampingsoverschot voor van circa 80 mm water. Tijdens de afrijping van het gewas (augustus) was er een neerslagoverschot van circa 30 mm water. De berekening vond plaats met sproeiwagens met een nuttige oppervlakte van 6 bij 8 m.

Het verloop van het vochtgehalte in de grond

Om het verloop van het vochtgehalte gedurende de groeiperiode na te gaan, werden vanaf de uitstoeling omstreeks eind april regelmatig vochtmonsters genomen. De N-trappen werden niet afzonderlijk bemonsterd. Voor verschillende goed te onderscheiden groeperioden werden gemiddelden berekend.

De indeling van deze perioden is als volgt:

van begin uitstoeling tot omstreeks begin schieten, van circa 29 april
tot 4 juni
schieten , van circa 4 juni tot 24 juni
bloei , van circa 24 juni tot 15 juli
van einde bloei tot oogst, van circa 15 juli tot 27 augustus.

Tabel 3 Vochtgehalte in de grond op N3-trap

Veldno.	Object	$\frac{29}{4}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{13}{5}$	$\frac{20}{5}$	$\frac{27}{5}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{29}{5}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{24}{6}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{24}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{15}{7}$	$\frac{24}{6}$	$\frac{15}{7}$	$\frac{29}{7}$	$\frac{27}{8}$	$\frac{15}{7}$	$\frac{27}{8}$
Gemiddeld vochtgehalte in de laag 0-20 cm in vol.%																				
1 en 9	V1	29,8	26,9	29,7	25,7	25,0	17,5	25,8	24,1	20,8	23,7	24,2	24,0	19,0	27,4	23,5				
2 en 7	V2	29,8	26,9	29,7	25,2	25,3	12,2	24,9	21,5	16,9	17,3	18,4	19,1	14,9	27,3	20,2				
3 en 8	V3	29,8	26,9	29,7	25,2	24,4	14,1	25,0	22,7	18,4	19,1	12,6	18,1	8,0	27,0	15,9				
	V0	29,8	25,9	29,7	26,1	25,5	12,7	25,1	20,6	16,7	14,9	8,3	14,6	6,8	26,2	13,7				
Gemiddeld vochtgehalte in de laag 0-40 cm in vol.%																				
1 en 9	V1	27,1	27,4	25,8	25,0	-	17,3	24,5	23,8	20,6	24,4	24,1	24,1	18,6	27,8	23,5				
2 en 7	V2	27,1	27,4	25,8	23,2	-	11,9	23,1	20,2	16,0	15,1	17,3	17,5	12,2	26,2	18,6				
3 en 8	V3	27,1	27,4	25,8	23,9	-	14,4	23,7	22,5	18,5	18,8	14,1	18,5	8,5	25,4	16,0				
	V0	27,1	27,4	25,8	24,7	-	12,7	23,6	19,3	16,0	15,0	8,9	14,4	7,6	27,0	14,5				
Gemiddeld vochtgehalte in de laag 0-60 cm in vol.%																				
1 en 9	V1	23,2	24,3	22,0	20,9	-	15,6	21,2	20,0	17,8	21,2	21,3	20,8	15,8	23,8	20,3				
2 en 7	V2	23,2	24,3	22,0	19,5	-	11,1	20,1	17,0	14,1	12,5	14,3	14,6	10,2	22,1	15,5				
3 en 8	V3	23,2	24,3	22,0	20,0	-	12,6	20,4	19,9	16,3	16,9	14,2	17,0	7,4	21,5	14,4				
	V0	23,2	24,3	22,0	20,4	-	11,4	20,3	17,0	14,2	13,2	8,4	12,9	7,7	23,2	13,1				

Het verloop van het vochtgehalte in de grond geeft een beeld van de aanzienlijke uitdroging, welke in het groeiseizoen van 1963 bij zomertarwe is voorgekomen. Voor het schieten van het gewas kwamen slechts zeer geringe vochtverschillen voor. Het vochtgehalte lag op een zodanig niveau dat berekening in deze periode niet nodig was. De optredende vochttekorten konden door de natuurlijke neerslag en de bodemvoorraad worden aangevuld. Tijdens de periode van schieten traden duidelijke vochtverschillen tussen de objecten op. De tekorten werden door berekening aangevuld. In tabel 3 is af te lezen, dat het vochtgehalte in de verschillende lagen tot omstreeks de bloei op het drogere object (V3) gemiddeld een weinig hoger lag dan op het object V2. Dit kan worden verklaard enerzijds door een te lage beregeningsgift op de V2- en anderzijds door een te hoge gift op de V3-objecten op 5 juni, terwijl de gift op de V2-objecten te laat werd toegediend. De vochtbemonstering op 4 juni geeft aan, dat door het grote vochtverbruik, de vochtgehalten op de V1- en V2-objecten daalden tot beneden de gestelde uitdrogingsgrenzen. In de periode van bloei en vruchtzetting ontstond een aanzienlijk vochttekort. Op het niet-beregende gewas daalde het vochtgehalte omstreeks half juli tot om en nabij het verwelkingspunt. Vooral in deze perioden moest frequent worden beregend, uiteraard afhankelijk van de uitdrogingsgrenzen. Op de V1-, V2- en V3-objecten werden tijdens de bloei en korrelvulling respectievelijk 135,

105 en 60 mm water toegediend. Tijdens de afrijping van het gewas viel veel natuurlijke neerslag. Bij de bemonstering op 27 augustus bleek dan ook, dat het vochtgehalte in de grond zeer hoog was en de vochtverschillen tussen de objecten zeer gering.

In het algemeen heeft de uitvoering volgens proefopzet plaatsgevonden. Een uitzondering hierop is, dat begin juni en eind juli de uitdrogingsgrenzen op de V1- en V2-objecten circa 4 dagen lang zijn overschreden. Op de V1-objecten was begin juni circa 60%, op de V2-objecten circa 80% van het opneembaar water uit de laag 0-20 cm verbruikt. Eind juli was het verbruik op de V1- en V2-objecten respectievelijk 50 en 70%. Op de V3-objecten werd toen de uitdrogingsgrens eveneens overschreden. Al het beschikbare water uit de laag 0-20 cm was verbruikt. Tijdens de afrijping van het gewas (na eind juli) werd wegens gevaar voor legering niet meer beregend.

De ontwikkeling van het gewas

De strenge en lange winter van 1962/1963 heeft er toe geleid, dat de grond zeer laat in het voorjaar zaaiklaar kon worden gemaakt; op 29 maart werd de zomertarwe gezaaid. Er werd een zaaizaadhoeveelheid van circa 185 kg/ha gebruikt. Het zaad werd ontsmet tegen ritnaalden en kiemschimmels. De opkomst was goed en de stand zeer regelmatig. De ontwikkeling verliep bevredigend. Ongeveer vier weken na opkomst was er een grondbedekking van circa 15%. Bij de beoordeling van de stand van het gewas op 29 mei bleek, dat op de velden met de laagste stikstoftrap (N1) de ontwikkeling voor was, doch de grondbedekking aanzienlijk achterbleef. Op de N1-veldjes kwam een grondbedekking voor van circa 60%; op de N2- 70%, op de N3- en N4-objecten circa 85%. De bladeren van het gewas op de N1-veldjes vertoonden een lichtgroene kleur, de onderste bladeren werden zelfs geel met bruine afgestorven bladpunten. Op de vochtobjecten V1 werd op 29 mei voor de eerste maal beregend. De planten waren toen in gewasstadium 6, namelijk begin schieten. Het beregeningseffect demonstreerde zich al vrij spoedig in een grotere halmlengte.

Het gewas kreeg op 12 juni in de schietperiode de tweede N-gift. Het effect was reeds binnen zeer korte tijd duidelijk zichtbaar. Op de velden met de laagste stikstofgiften (N1 en N2) werd de kleur van de bladeren belangrijk donkerder. Het begin van de bloei werd waargenomen omstreeks 24 juni. De totale bloeitijd duurde tot half juli. Bij de beoordeling van de stand van

het gewas op 22 juli kwam op de vochtobjecten V1 en V2 bij de hoogste stikstofgift (N4) matige legering, bij de N3-trap lichte legering voor. De wijze van legering was; hangend gewas naar één zijde. Gezien de steeds toenemende mate van legering op de velden met de hoogste N-giften werd na eind juli niet meer berekend. Bij de oogst bleek, dat het gewas op alle vochtobjecten bij de twee hoogste stikstofgiften (N4 en N3) voor circa 80% gelegerd was. De wijze van legering was verschillend, namelijk op de objecten N4 kwam platte legering met opgerichte aar voor; op de N3-objecten hangend gewas naar één zijde. Bij de hoogste N-trap kwam enige doorwas in de korrels voor. Direct na de oogst werden de schoven onder verrolbare glaskappen geplaatst, zodat de invloed van ongunstige weersomstandigheden verder werd uitgesloten.

Het waterverbruik

Het waterverbruik werd berekend uit de verschillen tussen begin- en eindvochtgehalte, vermeerderd met de totale hoeveelheid neerslag voor opeenvolgende perioden van circa twee weken. Evenals bij het vochtgehalte is het gemiddelde verbruik voor de goed te onderscheiden groeiperioden weergegeven. In tabel 4 en figuur 3 is het verloop grafisch voorgesteld.

Tabel 4. Waterverbruik in mm over de laag 0-60 cm

Object	29/4-13/5		13/5-4/6		4/6-24/6		24/6-15/7		15/7-29/7		29/7-27/8		29/4-27/8	
	totaal	per dag	totaal	per dag	totaal	per dag	totaal	per dag	totaal	per dag	totaal	per dag	totaal	per dag
V1	32	2,3	88	4,0	91	4,5	104	5,0	81	5,7	78	2,7	474	3,9
V2	32	2,3	95	4,3	60	3,0	77	3,7	86	6,1	62	2,1	412	3,4
V3	32	2,3	87	3,9	66	3,3	65	3,1	79	5,7	56	1,9	385	3,2
V0	32	2,3	94	4,3	31	1,6	82	3,9	13	0,9	46	1,6	298	2,5

De in tabel 4 opgenomen cijfers geven duidelijk weer hoe het verloop van het waterverbruik gedurende het groeiseizoen is geweest. In de periode voor het schieten kwamen slechts zeer geringe verschillen voor. Verschillen tussen de afzonderlijke stikstoftrappen werden echter niet nagegaan. Het verbruik werd berekend uit de vochtgehalten, welke op de N3-velden werden gemeten. Tijdens het schieten van het gewas bleek het waterverbruik op de frequent beregende velden (V1) aanzienlijk hoger te liggen dan op de overige objecten. Het verbruik op de V2-, V3- en V0-objecten was respectievelijk 1,5, 1,2 en 2,9 mm lager.

In de bloeiperiode kwamen ook belangrijke verschillen in waterverbruik voor. Zo was het verbruik op de V1-objecten circa 5,0 mm per dag tegen 3,7, 3,1 en 3,9 mm op de V2-, V3-en V0-objecten. In de periode van eind bloei tot omstreeks het begin van de afrijping werd het hoogste vochtverbruik gemeten, namelijk van circa 6,1 tot 5,7 mm per dag. De verschillen tussen de beregende objecten waren niet groot. Het verbruik van het onberegende gewas bedroeg slechts 0,9 mm per dag; als gevolg van het geringe wateraanbod trad vervroegd afsterven van het gewas op. Tijdens de afrijping was het waterverbruik aanzienlijk lager. Er kwamen duidelijke verschillen tussen de objecten voor. Toch zal het verbruik vermoedelijk te hoog zijn geweest, daar in deze regenrijke periode wel enige drainage zal hebben plaatsgevonden. Over de gehele groeiperiode gezien zullen de verliezen aan water, door wegzijging onder de wortelzone, echter niet bijzonder groot zijn geweest. Hieruit kan worden geconcludeerd, dat onder de heersende klimatologische omstandigheden van 1963 een bijzonder hoog waterverbruik werd gevonden. De uitzonderlijk goede stand van het gewas kon als een duidelijke verklaring hiervoor dienen.

Resultaten van het grondonderzoek

Er werden periodiek grondmonsters (laag 0-20 cm) genomen, waarin de hoeveelheid in water oplosbare stikstof, fosfor en kali werd bepaald. Zodoende kon de N-, P- en K-voorziening van het gewas worden vervolgd. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat de eerste bemonstering pas op 24 mei plaatsvond. Totaal werd er in het groeiseizoen viermaal bemonsterd op twee van de drie vochtobjecten, namelijk V1 en V3. Het aantal bemonsteringen was vermoedelijk te gering om er kwantitatieve conclusies uit te mogen trekken. De eerste bemonstering was te laat, omdat op dit tijdstip niet meer de totale hoeveelheid oplosbare voedingsstoffen werd gevonden. Door de planten was uiteraard voor 24 mei al een deel van de beschikbare voedingsstoffen opgenomen. In de figuren 4 tot en met 6 zijn de resultaten van het onderzoek grafisch voorgesteld. Hieruit blijkt, dat voor het tijdstip van overbemesting de voorraad oplosbare stikstof vooral bij de vrij hoge stikstofgiften met frequente berekening (V1-objecten) vrij snel was uitgeput. Het kan echter vrij moeilijk worden verklaard, of de stikstof hier geheel is opgenomen, omdat in het gewas geen stikstof is bepaald. Het is niet uitgesloten, dat door frequente berekening uitspoeling van stikstof naar de ondergrond heeft plaats-

gevonden. De vraag is dan, welk deel van de eventueel uitgespoelde stikstof was voor de plantenwortels beschikbaar? Op 12 juni werd de stikstofverbetering toegediend. Van de bemonstering op 24 juni is in figuur 4 hiervan alleen op de droge objecten een duidelijke invloed te zien. Het frequent beregende gewas (V1-object) heeft reeds voor de bemonsteringsdatum de stikstof opgenomen. Men zou hieruit kunnen concluderen, dat de stikstofvoorraad in de grond op een te vroeg tijdstip was uitgeput. In het vergevorderde groeistadium werd echter in het gewas geen N-gebrek waargenomen. Vermoedelijk verdient het aanbeveling bij frequente beregening nog een stikstofgift omstreeks de bloei toe te dienen, zodat tot de oogst voldoende beschikbaar blijft. Tussen de bloei en de eindoogst werd geen stikstofgehalte in de grond bepaald. Uit de stikstofgehalten bij de oogst blijkt duidelijk dat nagenoeg de hele voorraad zowel op de V1-als V3-objecten is opgenomen. Het vochtgehalte van de grond heeft een vrij duidelijke invloed gehad op de opname van de stikstof. Een hoger vochtgehalte stelt hogere eisen aan de stikstofvoorziening in de grond.

De grootste kali-opname vond op beide vochttrajecten eveneens ruimschoots voor de bloei plaats. Tussen de vochtobjecten en N-behandelingen was geen duidelijk verschil in kali-opname, uitgezonderd het gewas op de V1-objecten, waarbij de planten met de laagste N-gift minder kali hadden opgenomen. Bij de oogst bleek, dat niet alle beschikbare kali door de planten was opgenomen. De kalivoorziening was dus ruimschoots voldoende. Het vochtgehalte van de grond had geen duidelijke invloed op de kali-opname door het gewas.

Bij het verloop van de fosforopname uit de grond deed zich het merkwaardige feit voor, dat na de eerste bemonstering op 24 mei het P_2O_5 -gehalte in de grond op beide vochtobjecten belangrijk steeg. Hiervoor is geen duidelijke verklaring te geven. Vermoedelijk kan het een gevolg zijn van het onregelmatig beschikbaar komen van in water oplosbaar fosforzuur. Bij de frequent beregende velden kwam een grotere hoeveelheid fosfor ter beschikking dan op de drogere velden. Er was geen verschil in opname, zodat geen duidelijke invloed van het vochtgehalte van de grond op de fosforopname kon worden aangetoond.

Periodieke oogstresultaten

Tijdens het groeiseizoen werd het gewas driemaal periodiek geoogst. In figuur 7 zijn de resultaten van het verloop van drogestofproduktie grafisch voorgesteld (zie ook bijlage I). Hieruit blijkt, dat in de periode van het schieten bij alle stikstoftrappen de grootste toename in totale drogestofproduktie plaatsvond. Het gewas met de laagste stikstofgift gaf op alle vochtobjecten een lagere drogestofopbrengst. Bij de overige N-trappen was de produktie tot omstreeks midden bloei het hoogst op de V2-objecten. De verschillen werden groter naarmate de stikstofgift hoger was. Frequente beregening gaf in deze groeiperiode een lagere drogestofproduktie. Zowel de verse opbrengst als het drogestofgehalte waren belangrijk lager. Uit de resultaten van het grondonderzoek bleek, dat op de velden met frequente beregening (V1-object) omstreeks 24 juni een geringere hoeveelheid oplosbare stikstof in de grond aanwezig was dan op de drogere velden (V3). Theoretisch heeft het frequent beregende gewas dus meer stikstof opgenomen. Een grotere N-opname zou tot uiting moeten zijn gekomen in een hogere produktie. Dit werd echter niet gevonden. Vermoedelijk is door uitstoeling niet alle stikstof aan de planten ten goede gekomen. De N-voorraad was daartoe te snel uitgeput. Een hoger vochtgehalte van de grond stelt vermoedelijk hogere eisen aan de stikstofvoorzieningen, vooral in de periode, waarin een sterke vegetatieve groei plaatsvindt. De achterstand in drogestofproduktie ten opzichte van de andere vochtobjecten werd vanaf het midden van de bloei snel ingehaald. Bij de laagste N-trap was dit reeds bij begin bloei het geval.

Uit de resultaten van de eindoogst kan worden geconcludeerd dat er een duidelijke invloed is van het vochtgehalte van de grond op de totale drogestofproduktie (figuur 8). De opbrengst steeg naarmate het vochtgehalte van de grond hoger was. Frequente beregening gaf bij een totale stikstofgift van 30, 60, 100 en 140 kg per ha een meeropbrengst van respectievelijk 8, 17, 16 en 30% totale drogestof (zie bijlage II). Het geringere effect bij de hoogste stikstofgift kan vermoedelijk worden toegeschreven aan de grotere mate van legering van het gewas. In het opbrengstniveau kwamen belangrijke verschillen voor. Bij de eindoogst gaf het frequent beregende gewas (V1-object) op alle stikstofobjecten de hoogste totale drogestofopbrengst.

Uiteindelijke oogstresultaten

Na wiskundige verwerking van de oogstgegevens, waarbij een variantie-analyse is toegepast, blijkt, dat er een duidelijk beregeningseffect op de korrel- en stro-opbrengst kan worden aangetoond (zie bijlage III en de grafische voorstelling in figuur 9). Beregening na 40% waterverbruik uit de laag 0-20 cm (totale beregeningshoeveelheid 207 mm) gaf de hoogste korrel- en stro-opbrengst, uitgezonderd de hoogste totale stikstofgift, waarbij waarschijnlijk als gevolg van meer legering van het gewas een lagere korrelopbrengst voorkwam. Op de afzonderlijke stikstofobjecten N1, N2, N3 en N4 bedroeg het beregeningseffect bij de stro-opbrengst respectievelijk 11, 27, 24 en 23%; bij de korrelopbrengst respectievelijk 6, 5, 8 en 2% (zie bijlage II).

De wiskundige analyse geeft verder weer, dat alleen bij de korrelopbrengst een duidelijk stikstofeffect kan worden aangetoond. Uit de grafische voorstelling in figuur 10 blijkt, dat een optimale N-gift is bereikt. Boven de 117 kg stikstof heeft geen opbrengststijging meer plaats. In de oogstanalyse komt tot uiting dat het 1000-korrelgewicht en de korrel-stro verhouding door frequente beregening ongunstig werden beïnvloed. Het hoogste korrelgewicht en de gunstigste korrel-stro verhouding werden in deze proef bij het V3-object verkregen met beregening na circa 80% waterverbruik uit de laag 0-20 cm (35 mm water). Er kan ten aanzien van het 1000-korrelgewicht en korrel-stro verhouding geen duidelijk stikstofeffect worden aangetoond.

Bij het gewas met de laagste stikstofgift (N1) was er een duidelijke invloed van het vochtgehalte van de grond op het aantal korrels per aar. Het aantal korrels was hier groter naarmate het vochtgehalte van de grond hoger was. Frequente beregening gaf een grotere gewaslangte, de verschillen waren echter gering (zie bijlage III). Er kan geen duidelijk stikstofeffect worden aangetoond.

Samenvatting en conclusies

In 1963 werd op het proefterrein 'Sinderhoeve' een beregeningsproef uitgevoerd met het gewas zomertarwe. De stikstof werd als voorraad- en overbemesting toegediend. In het proefschema werden vier stikstof- en vier vochttrappen opgenomen. Bij een van de vier vochttrappen, namelijk onberegend, kwam echter maar één stikstoftrap voor zonder overbemesting.

Tijdens het groeiseizoen kwamen veel perioden voor, waarin een neerslagtekort optrad, vooral tijdens de bloei en vruchtzetting was er een belangrijk tekort. Vanaf het schietstadium tot de afrijping van het gewas kwamen tussen de objecten duidelijke verschillen in vochtgehalte voor. Slechts een enkele maal werden de uitdrogingsgrenzen voor een korte tijd overschreden. Dit heeft als zodanig de proefopzet niet beïnvloed. Gedurende de groeiperiode kon een duidelijk beregenings- en stikstofeffect ten aanzien van de gewasontwikkeling worden waargenomen. Deze effecten resulteerden in een grotere halmlengte en bodembedekkingsgraad, terwijl ook aan de kleurverschillen en de mate van legering een duidelijk effect kon worden waargenomen. Legering kwam voornamelijk voor bij het frequent beregende gewas met een totale stikstofgift van 100 en 140 kg per ha.

Onder de heersende klimatologische omstandigheden werd een bijzonder hoog waterverbruik gevonden. Er was een duidelijk verband tussen het waterverbruik en gewasontwikkeling. Het verbruik was hoger naarmate het gewas beter was ontwikkeld. Uit de resultaten van het grondonderzoek is gebleken, dat voor het tijdstip van overbemesting (12 juni) bij het frequent beregende gewas de voorraad oplosbare stikstof was uitgeput. Het vochtgehalte van de grond heeft in deze proef een duidelijke invloed gehad op de stikstofvoorraad en -opname. Hieruit kan worden geconcludeerd, dat een hoger vochtgehalte van de grond ook hogere eisen stelt aan de stikstofvoorziening. Het is echter niet uitgesloten, dat uitspoeling van stikstof naar de ondergrond heeft plaatsgevonden.

Beregening en stikstofbemesting hebben een duidelijke invloed gehad op de drogestofproductie. Beregening na 40% waterverbruik uit de laag 0-20 cm (circa 18 mm water) gaf de hoogste opbrengst aan totale drogestof. Er is een duidelijke invloed van het vochtgehalte van de grond op de korrel- en stro-opbrengst. Beregening na uitdroging van de grond tot circa pF 2,60 in de laag 0-20 cm gaf de hoogste korrel- en stro-opbrengst, uitgezonderd bij een bemesting van totaal 140 kg N. De lagere opbrengst op dit object is vermoedelijk een gevolg van ernstige mate van legering. Ook het 1000-korrelgewicht was belangrijk lager. Bij de oogst kwam enige schot in de korrels voor. Het 1000-korrelgewicht en de korrel-stro verhouding werden door frequente beregening ongunstig beïnvloed.

Bij de korrelopbrengst kon een duidelijk stikstofeffect worden aangetoond. Bij een totale stikstofgift van 117 kg per ha zou een optimale opbrengst zijn verkregen. Boven de gift van 100 kg N (N3-object) kon dus geen belangrijke

opbrengststijging meer worden verwacht. De aangewende hoeveelheid stikstof van 140 kg per ha is, althans in deze proef, een maximale gift geweest. Bij de stro-opbrengst werd een minder duidelijk stikstofeffect gevonden, de tendens is evenwel, dat met meer stikstof een hogere stro-opbrengst werd verkregen. Bij het 1000-korrelgewicht en de korrel-stro verhouding kon geen duidelijk stikstofeffect worden aangetoond. Het aantal korrels per aar was bij de laagste stikstofgift (30 kg N) beduidend lager, bij een totale hoeveelheid van 60 kg N of meer werd het aantal korrels nauwelijks beïnvloed.

Literatuur

- BAARS, C., A. J. HELLINGS en L. WARTENA, 1956 - Berekening in de landbouw.
- BURG, P. F. J. VAN, 1959 - Het verdelen der totaal benodigde hoeveelheid stikstof over voorjaarsgift en late overbemesting. Mededelingen van het Landbouwkundig Bureau der Nederlandse Stikstofmeststoffenindustrie 'Stikstof' nummer 22, band 2.
- , en G. H. ARNOLD, 1960 - Invloed van een stikstofoverbemesting op de opbrengst van granen. Mededelingen van het Landbouwkundig Bureau der Nederlandse Stikstofmeststoffenindustrie 'Stikstof' nummer 26, band 3.
- DOBBEN, W. H. VAN, 1959 - Resultaten van proefnemingen met late stikstofoverbemestingen in 1958. Mededelingen van het Landbouwkundig Bureau der Nederlandse Stikstofmeststoffenindustrie 'Stikstof' nummer 22, band 2.
- , 1960 - De invloed van de weersomstandigheden op het rendement van late stikstofbemestingen bij winterrogge in de jaren 1956/1959. Mededelingen van het Landbouwkundig Bureau der Nederlandse Stikstofmeststoffenindustrie 'Stikstof' nummer 26, band 3.
- HELLINGS, A. J., 1958 - Resultaten van beregeningsproeven in Noord Limburg. Mededeling I. C. W. no. 5.
- KORTE, W. 1958 - Die klimatische Wasserbilanz - ein Hilfsmittel zur Steuerung der Feldberegung. Landbauforschung Völkenrode, 8, no. 4.
- LINSER, H. 1963 - Neuere Entwicklungen auf dem Gebiete der Pflanzenernährung und Düngung. Ergebnisse landwirtschaftlicher Forschung an der Justus Liebig Universität. Heft V.
- TOUSSAINT, C. G. Resultaten van beregeningsproeven. Verslagen 1961 en 1962.

Bijlage I Periodelike oogstresultaten

Datum	Object	Drogestof op- brengst kg/are	Benaming in d.s.opbrengst	Totaal N in mg/100 gr d.s.	Totaal P ₂ O ₅ in mg/100 gr d.s.	Totaal K ₂ O mg/100 gr d.s.
24/5	V1N1	8,62		0,8	0,5	5,2
	V2N1	9,01				
	V3N1	11,64		1,1	0,4	3,2
	V1N2	7,90		0,9	0,3	4,3
	V2N2	9,94				
	V3N2	12,41		1,0	0,4	3,2
	V1N3	9,25		1,4	0,4	3,8
	V2N3	9,85				
	V3N3	11,52		1,1	0,3	2,9
	V1N4	9,88		1,5	0,4	4,3
	V2N4	11,21				
	V3N4	10,74		1,2	0,4	3,0
24/6	V1N1	56,66	30,09	0,4	0,5	3,6
	V2N1	52,48	18,80			
	V3N1	55,05	28,09	0,8	0,1	2,8
	V1N2	63,58	31,24	0,5	0,3	2,6
	V2N2	67,93	36,40			
	V3N2	58,20	27,32	0,5	0,2	2,8
	V1N3	62,13	34,92	0,3	0,4	3,0
	V2N3	70,93	39,72			
	V3N3	60,49	27,14	0,7	0,2	3,2
	V1N4	63,48	33,50	0,6	0,2	3,0
	V2N4	77,03	43,69			
	V3N4	60,42	23,82	0,9	0,2	2,5
4/6		26,57	17,95	0,3		7,2
		33,68	24,07			
		26,96	15,32	0,4	0,2	5,2
		32,34	24,44	0,4	0,3	6,8
		31,53	21,59			
		30,88	18,47	0,2	0,3	5,6
		27,21	17,96	0,5	0,2	6,4
		31,21	21,96			
		33,35	21,83	0,6	0,4	6,2
		29,98	20,10	0,6	0,1	6,2
		33,34	23,46			
		36,60	25,86	0,3	0,3	6,3
22/6		80,08	23,42	0,6	0,2	3,9
		75,25	22,77			
		73,87	18,82	0,3	0,2	2,6
		95,94	33,81	0,5	0,2	3,0
		89,97	22,04			
		82,07	23,87	0,4	0,3	1,8
		100,19	38,06	0,5	0,3	2,6
		90,50	19,57			
		86,78	26,59	0,3	0,2	2,5
		100,52	37,04	0,5	0,2	2,8
		96,70	19,67			
		89,22	28,80	0,5	0,2	2,7

Bijlage II Beregenings- en stikstofeffecten in %

Object	Bereg.effect bij korrel- opbrengst V3 = 100%	Bereg.effect bij stro- opbrengst V3 = 100%	N-effect bij korrel- opbrengst N1 = 100%	N-effect bij stro- opbrengst N1 = 100%	Bereg.effect bij totale drogestof opbrengst V3 = 100%	N-effect bij totale drogestof opbrengst N1 = 100%
V1N1	106	111	100	100	108	100
V2N1	102	101	100	100	102	100
V3N1	100	100	100	100	100	100
V1N2	105	127	114	123	117	120
V2N2	103	116	116	123	110	120
V3N2	100	100	115	108	100	111
V1N3	108	124	123	127	116	125
V2N3	102	106	121	120	104	120
V3N3	100	100	121	114	100	117
V1N4	102	123	117	133	113	125
V2N4	107	110	127	130	108	128
V3N4	100	100	121	121	100	121

Bijlage III Oogstanalyse

Object	Korrelop- brengst bij 8% dr.st. in kg/are	Var. coeff.	Stro-op- brengst bij 8% dr.st. in kg/are	Var. coeff.	1000 korrel gew.	Aantal korrels per aar	Lengte v.gewas in cm	Korrel- stro-ver- houding	Dr.st. opbr. korrel kg/are	Dr.st. opbr. stro kg/are
V1N1	45,34	8,53	51,14	1,75	48,4	32	101	0,89	37,63	42,45
V2N1	43,76	6,31	46,90	10,66	48,8	31	94	0,94	36,32	38,92
V3N1	42,77	4,91	46,24	9,05	50,0	29	91	0,93	35,50	38,38
V1N2	51,43	4,63	63,05	8,37	47,2	35	102	0,82	42,68	53,26
V2N2	50,67	4,91	57,73	5,35	48,4	36	100	0,88	42,06	47,91
V3N2	49,00	3,31	49,87	6,59	52,4	35	94	0,98	40,67	41,39
V1N3	55,64	0,57	65,08	0,48	46,0	35	105	0,85	46,18	54,02
V2N3	52,98	3,73	56,06	6,44	48,4	36	92	0,95	43,97	46,53
V3N3	51,80	1,10	52,75	4,37	49,6	36	94	0,99	42,99	43,79
V1N4	52,85	4,42	68,25	7,71	44,0	35	108	0,78	43,87	56,65
V2N4	55,41	7,45	61,10	14,78	50,8	33	102	0,92	45,99	50,71
V3N4	51,76	3,21	55,73	5,06	48,4	36	101	0,93	42,96	46,26
V0	40,92	4,97	46,68	5,28	45,8	33	92	0,88	33,96	38,69