

CODEN: IBBRAH (4-86) 1-121 (1986)

ISSN 0434-6793

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D

RAPPORT 4-86

EEN VERGELIJKING VAN DRIE METHODEN VAN WATERGEVEN IN POTPROEVEN

**With a summary: Comparison of three methods of watering in pot
experiments**

door

P. DATEMA, H. NIERS en A. DE JAGER

1986

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 4-86 (1986) 121 pp.

INHOUD

1. Inleiding	5
2. Werkwijze	6
3. Proeven in 1981	8
3.1. Kolomhoogteproef potgrond	8
3.1.1. Mais	9
3.1.2. Stamslabonen	12
3.1.3. Geleidingsvermogen van het bodemvocht	14
3.1.3.1. De verdeling van de totale hoeveelheid zout in de pot	14
3.1.4. Conclusie kolomhoogteproef	14
3.2. Onderzoek watergeefmethoden	15
3.2.1. Mais	17
3.2.2. Stamslabonen	19
3.2.3. Zout in de potten bij de oogst	21
3.2.4. Samenvatting resultaten proef watergeefmethoden	21
3.2.5. Conclusies onderzoek watergeefmethoden	23
3.3. Behandeling van het oppervlak van potten	23
3.3.1. Mais	25
3.3.2. Stamslabonen	25
3.3.3. Wortelonderzoek	26
3.3.4. Samenvatting resultaten grond-oppervlakbehandelingen	32
3.3.5. Conclusies	33
3.4. Terugspoelen	33
3.4.1. Geleidingsvermogen in verschillende bodemlagen	33
3.4.2. Verdeling van de totale hoeveelheid zout over de bodemlagen	37
3.4.3. De hoeveelheid zout in de bovenste bodemlagen	37
3.4.4. Conclusies	39
4. Proeven in 1982	41
4.1. Watergeefmethodenproef bij verschillende gronden en gewassen	41
4.1.1. Opbrengstgegevens	45
4.1.2. Conclusies watergeefproef	46
4.2. Bijbemesten en terugspoelen	47
4.2.1. Conclusies bijbemesten en terugspoelen	50
4.3. Wortelonderzoek	52

4.3.1. Discussie	52
4.4. Combinatie-effecten van methoden van watergeven, bemesten, afdekken en terugspoelen	55
4.4.1. Conclusies	57
4.5. Zout in de pot	59
4.5.1. Geleidingsvermogen bodemvocht	59
4.5.2. De verdeling van de totale hoeveelheid zout over de verschillende lagen	62
4.5.3. Zout in de bovenste laag grond	64
4.5.4. Discussie en conclusies	65
4.6. Wortelonderzoek, afdek-, terugspoel-, loskrab en bijbemestingsproef	66
4.6.1. Resultaten	66
4.6.2. Discussie en conclusies	69
5. Proeven in 1983	73
5.1. Terugspoelen op afgedekte proefpotten	73
5.1.1. Resultaten	74
5.1.2. Conclusies	74
5.2. Onderzoek naar de geschiktheid van diverse gewassen op schotelcultuur	75
5.2.1. Peen	76
5.2.2. Sla	78
5.2.3. Spinazie	79
5.2.4. Aardappelen	79
5.2.5. Conclusies	81
5.3. Starttijd schotelcultuur	82
5.3.1. Conclusies	83
5.4. Onregelmatige groei op vroeg gevulde potten	84
5.4.1. Aanpak van het probleem	85
5.4.2. Aanvullende proef	86
5.4.3. Conclusies	87
6. Samenvatting	88
7. Slotconclusies	91
8. Korte omschrijving van de aanbevolen schotelcultuurmethode voor potten van 6 l en groter	92
9. Summary	93
10. Bijlagen	103

1. INLEIDING

Op verzoek van de leiding van de potproevendienst en enkele onderzoekers van het IB stelde de directie in 1981 een commissie in om de in 1978 ingevoerde methode van watergeven bij potproeven (IB-rapport 13-78) te toetsen en zo mogelijk te verbeteren. De commissie kreeg bovendien de opdracht om enkele problemen die zich voordoen bij de uitvoering van potproeven nader te bekijken en tot een oplossing te brengen.

In de commissie namen zitting: B. van Luit (voorzitter), C.H. van Herwerden, bij diens vertrek in 1982 opgevolgd door F.H. de Vries, W. Willems, A. de Jager (wortelonderzoek), H. Niers (zoutbeweging) en P. Datema (algemene aspecten en verslag).

De commissie stelde zich tot doel om niet alleen een goede en efficiënte manier van watergeven voor potproeven te vinden, maar ook om te streven naar inzicht in de manier waarop verschil in wijze van watergeven de groei op potten beïnvloedt. Bij drie verschillende watergeefsystemen werd de groei van verschillende gewassen en de verdeling van het water, zouten en wortels in de potkluiten onderzocht. Ook de invloed van het afdekken van het grondoppervlak, het periodiek terugspoelen van zouten uit de toplaag en het toedienen van aanvullende bemesting werd nagegaan.

2. WERKWIJZE

De in 1978 door de potproevendienst ingevoerde methode van watergeven week al snel op belangrijke punten af van de methode zoals die beschreven is in IB-rapport 13-78. Als eerste activiteit van de commissie werd de watergeefmethode van de potproevendienst onder de loep genomen. Hierbij bleek dat deze methode erg afhankelijk is van de "feeling" waarmee ze wordt uitgevoerd, waardoor ze als standaardverzorgingsmethode minder geschikt is. Bij de uitvoering werd nl. "op het gevoel" zoveel water in de schotel gegeven als het gewas op dat moment nodig had. De schotels waren hierdoor voor een deel van de dag droog. Omdat het vochtgehalte van de grond in de potten moeilijk te controleren is, werden de potten af en toe gewogen en de schotels aan de hand van het gewicht van de potten met water gevuld. Door deze verandering in de uitvoering was een flinke verschuiving in de richting van de oude methode van wegen en watergeven gemaakt, zowel wat betreft de uitwerking als de benodigde werktijd. Daar er minder vaak gewogen wordt dan bij de oude methode van wegen en watergeven mag verwacht worden dat het vochtgehalte van de grond in de potten nog meer fluctueert. Bij het onderzoek ter vergelijking van de watergeefmethoden werd daarom teruggegrepen naar de oude methode van wegen en watergeven.

Het onderzoek werd verder zodanig opgezet dat aan de hand van de onderzoekresultaten een verantwoorde keuze gemaakt kon worden voor de oplossing van de problemen.

Bij de opgezette proeven werden, zoals gebruikelijk, de meststoffen door de grond gemengd voordat de grond in de potten werd gedaan. Alle proefpotten werden gevuld met dezelfde hoeveelheid van te voren goed gemengde grond.

Gedurende de groei van het gewas werd periodiek (meestal eens per week) de ontwikkeling beoordeeld en vastgelegd in ontwikkelingscijfers. Ontwikkelingscijfers zijn relatieve schattingen van de gewasmassa t.o.v. wat er op dat moment maximaal als gewasontwikkeling mogelijk is.

Er werden periodiek grondmonsters genomen om, bij verschillende watergeefmethoden, het vochtgehalte van de grond te kunnen beoordelen. Van enkele objecten werden de zoutconcentraties in de potgrond gedurende de teelt in zijn geheel of laagsgewijze gemeten.

Voor het wortelonderzoek werden de wortelstelsels met een boor bemonsterd of geheel schoon gespoeld, gedroogd en gewogen.

Met uitzondering van de tussentijdse oogsten werd het gewas meestal oogstrijp geoogst. Mais werd geoogst kort na het verschijnen van de bloempluim.

In de tabellen met opbrengstgegevens is de gemiddelde opbrengst per behandeling (object) meestal als drooggewicht weergegeven met de standaardafwijking (S_x).

Opbrengstverschillen werden met de T-toets op statistische betrouwbaarheid getoetst.

De bepaling van de zoutconcentratie werd gedaan door in een 1:2 volume-extract van grond en water het elektrisch geleidingsvermogen (EC_s) te meten. Daar de op deze wijze gemeten (EC_s) een andere is dan de EC_b van het bodemvocht (EC_b) is uit EC_s de EC_b berekend door het vocht in het monster in rekening te brengen.

De EC_b is belangrijk omdat het osmotisch effect hiermee direct samenhangt. Hierbij is aangenomen dat adsorptieprocessen geen rol spelen en geen zouten oplossen bij het verdunnen en schudden met water.

Uit de EC_b is de totale hoeveelheid zout in een monster berekend met behulp van de hoeveelheid bodemvocht.

3. PROEVEN IN 1981

In 1981 werd het onderzoek geconcentreerd op de navolgende objecten:

- a. kolomhoogte potgrond (par. 3.1)
- b. watergeefmethoden (par. 3.2)
- c. oppervlakbehandeling (par. 3.3)
- d. terugspoelen (par. 3.4).

In de bijlagen 1 en 2 is een overzicht van de proeven en proefobjecten gegeven.

Het onderzoek werd gedaan met twee gewassen (mais en stamslabonen) bij twee N-bemestingsniveaus (0,5 en 2,0 g N per 10 l potvolume). De proeven werden in viervoud gedaan, terwijl voor de bestudering van de verplaatsing van de zouten in de pot van een deel van de objecten drie extra potten werden ingezet.

De bedoeling van de twee N-bemestingsniveaus is om zowel een toestand te creëren waarbij N-tekort ontstaat, waardoor groei en waterverbruik geremd worden, als een toestand met een ruime N-voorziening, waardoor sterke groei en hoog waterverbruik ontstaan.

De potten werden gevuld met zandgrond die veel gebruikt wordt voor potproeven. Enkele fysische en chemische kenmerken van deze grond zijn in tabel 1 weergegeven.

TABEL 1. Fysische en chemische analyse van de potgrond.
TABLE 1. Physical and chemical characteristics of the sandy soil used in the 1981 experiments.

pH- KCl	humus (%)	< 2 μm (%)	< 16 μm (%)	< 50 μm (%)	105-200 μm (%)	Pw	PAL	K-HCl	CaCO ₃
4,62	2,94	4,10	6,60	25,6	20,1	32	33	10	0,0

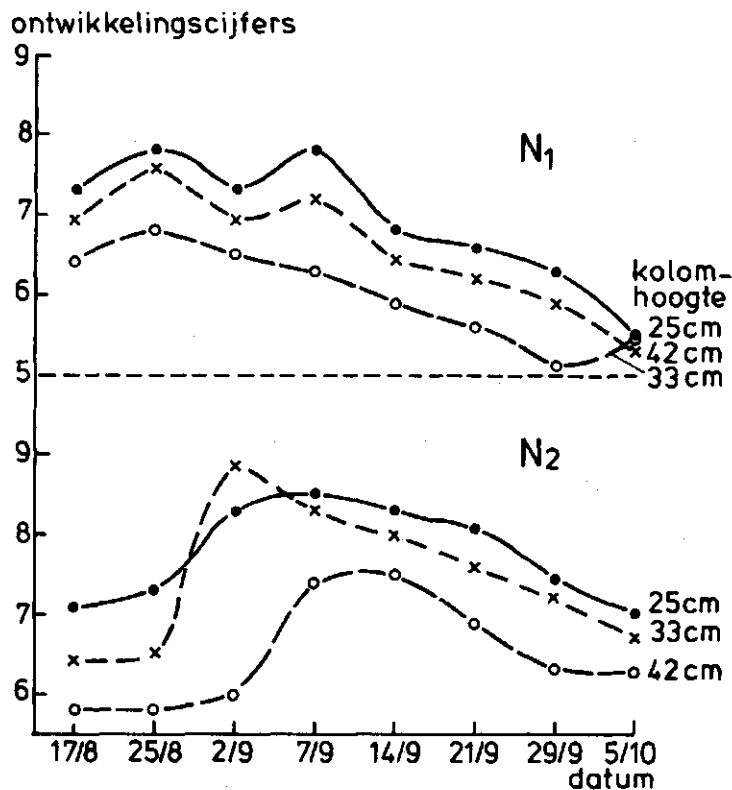
3.1. Kolomhoogteproef potgrond

Om verschillende vochttoestanden te krijgen, werden grondkolommen met een lengte van 25, 33 en 42 cm in steeds met water gevulde schotels geplaatst. Iedere kolom bestond uit dezelfde hoeveelheid teeltgrond (5 l) met daaronder een verschillend dikke laag inert glaszand, nl. 7,

15 en 24 cm. De diameter van de buis was 19,2 cm. De proef werd bij twee N-niveaus in viervoud uitgevoerd ($N_1 = 0,25$ g N/pot, $N_2 = 1,0$ g N/pot). De grondkolommen waren afgedekt met een ca. 1 cm dikke laag polyethyleen (alkathene)-korrels.

3.1.1. Mais

In figuur 1 zijn de ontwikkelingscijfers van de op 28 juli gezaaide mais weergegeven.



Figuur 1. Ontwikkelingscijfers van mais over de groeiperiode op grondkolommen met verschillende lengte bij twee N-niveaus ($N_1 = 0,25$ en $N_2 = 1,0$ g N per pot).

Figure 1. Visual rating of the growth of maize grown on soil columns of different height containing 5 l soil at two rates of N application (0.25 and 1.00 N per column) with a continuous water supply from below in a tray. Differences in total height of the column were created by varying the height of a column of pure sand at the bottom (a height of 0, 8 and 17 cm at a total height of 25, 32 and 42 cm, respectively).

Uit figuur 1 blijkt dat de ontwikkeling van mais voor beide N-niveaus gunstiger beoordeeld werd, naarmate de kolomhoogte geringer was. Bij N_1 is de beginontwikkeling van het gewas beter. Vanaf ca. 6 weken na opkomst is de N-voorraad waarschijnlijk uitgeput, waardoor de groei terugloopt. Bij N_2 wordt de begingroei waarschijnlijk geremd door een te hoge zoutconcentratie.

Gedurende de groei van het gewas werden op vier data (26/8, 16/9, 24/9 en 6/10, genummerd 1, 2, 3 en 4) grondmonsters genomen voor bepaling van het vochtgehalte in de lagen 0-5, 5-10, 10-15 en 15-20 cm. In figuur 2 zijn de resultaten hiervan, uitgedrukt als drogestofpercentages van de grond, weergegeven.

Op de rechter Y-as zijn de drogestofgehalten van de grond weergegeven in procenten van de totale watercapaciteit (WaCa) dat is de hoeveelheid water die in de pot zit tussen verzadiging en pF 4,2. Uit figuur 2 blijkt dat de grond bovenin de kolommen bij een hoogte van 42 cm bij de 2^e, 3^e en 4^e bemonstering onder de 30% van de watercapaciteit gedaald is. De planten kunnen daaruit niet of nauwelijks vocht opnemen. Een opvallend verschil in drogestofgehalte van de grond tussen de proefpotten van 10 l en de grondkolommen van ongeveer dezelfde hoogte is dat buizen gemiddeld veel natter zijn, terwijl ze in steeds met water gevulde schotels staan. Waarschijnlijk is dit het gevolg van een betere toetreding van water in de grondkolommen. De proefpotten hebben in de bodem een opening met een diameter van 3 cm, terwijl van de kolommen de gehele onderzijde open is (afgedekt met worteldoek).

De potten hebben bovendien een enigszins tapse vorm, waardoor het bovenoppervlak groter is dan het bodemoppervlak.

De maisplanten werden bij de oogst vlak boven de grond afgesneden, per pot vers gewogen en daarna gedroogd.

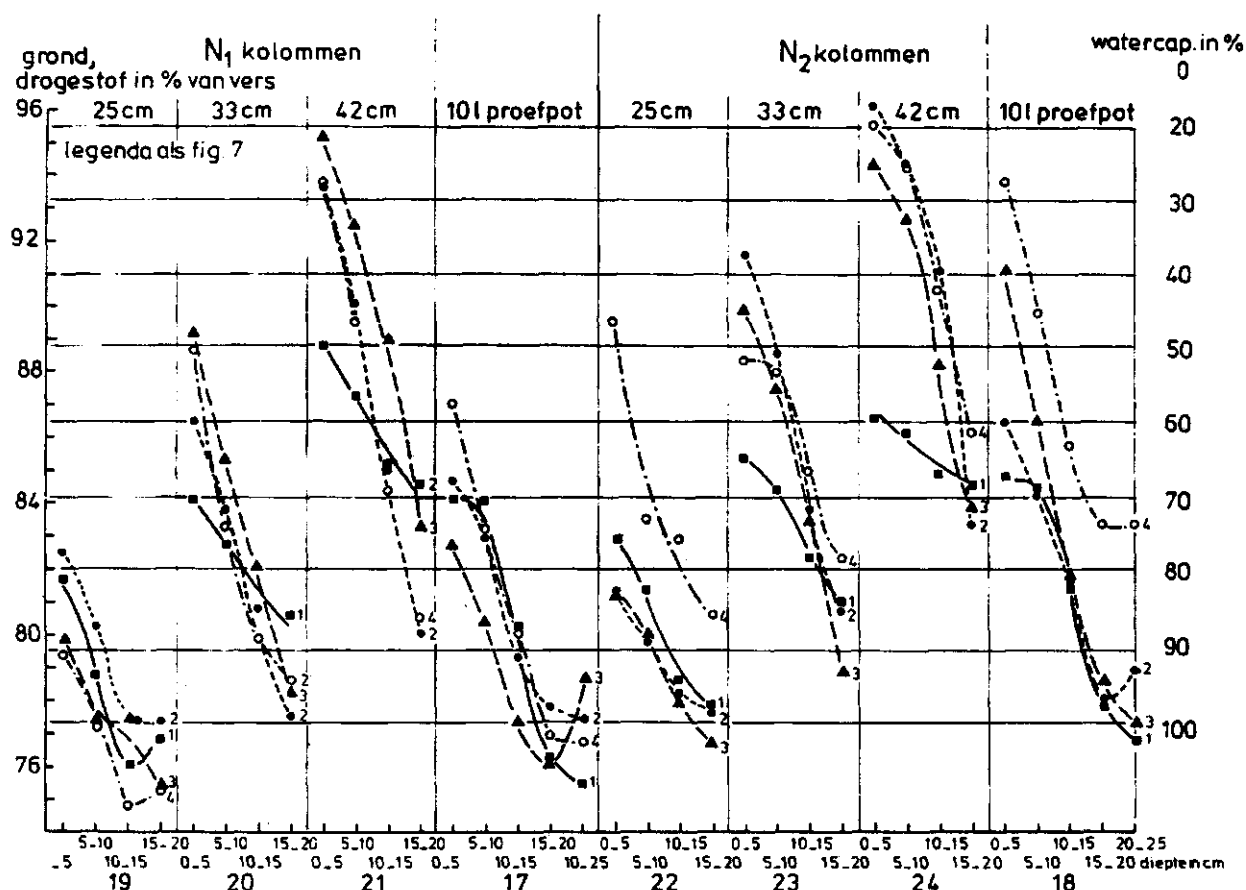
Bij N_1 is op een kolomhoogte van 42 cm de opbrengst statistisch significant lager dan voor de beide ander kolomhoogten (tabel 2) Bij N_2 blijkt de kolomhoogte van 33 cm de hoogste opbrengst aan drogestof te geven.

TABEL 2. Opbrengsten aan mais (totaal bovengronds gewas) in g drogestof per kolom bij twee N-bemestingsniveaus en drie kolomhoogten (tussen haken Sx).

TABLE 2. Dry matter yield of maize shoots (g per pot, with standard deviation in brackets) as affected by pot height and rate of N-application (see legend to figure 1).

Kolomhoogte in cm	N ₁	N ₂
25	50,38 (1,36)	76,10 (8,83)
33	50,90 (2,07)	87,85 (8,48)
42	43,30* (3,28)	75,78 (5,44)

* P < 0,05

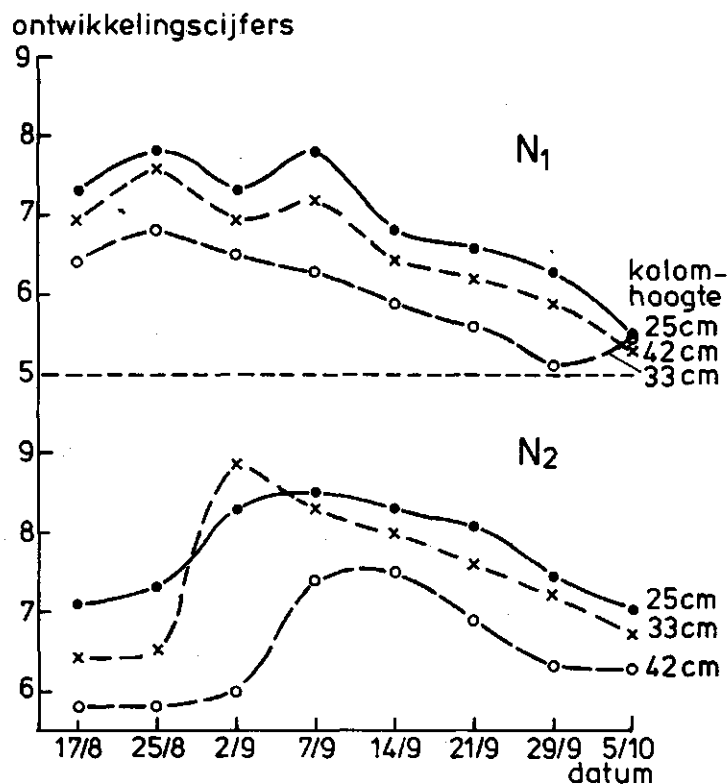


Figuur 2. Drogestofgehalten (%) van de grond in 10-1 potten (N₁ = 0,5 g, N₂ = 2,0 g N per pot) en in kolommen van verschillende hoogte, op vier bemonsteringsdata.

Figure 2. Dry-matter content of soil (as a percentage of fresh soil sample weight) cropped to maize, as a function of time and depth, as affected by size of pot (10 l) and column height. For 10 l pots rates of N-application were 0.5 (N₁) and 2 g (N₂) per pot. For further details see legend to figure 1.

3.1.2. Stamslabonen

In figuur 3 zijn de ontwikkelingscijfers van de op 28 juli gezaaide stamslabonen weergegeven.



Figuur 3. Ontwikkelingscijfers van stamslabonen bij twee N-bemestingsniveaus en drie kolomhoogten.

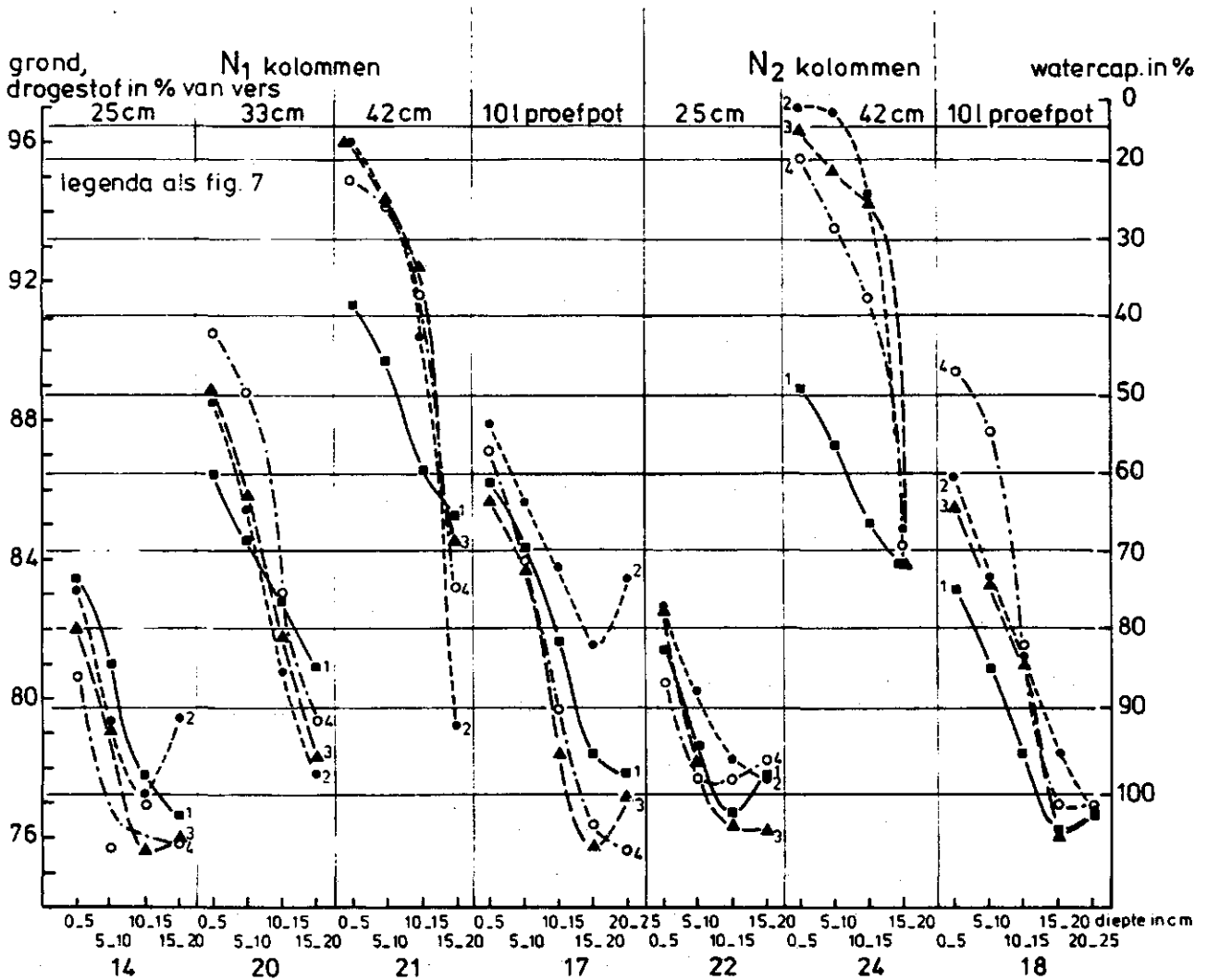
Figure 3. Visual rating of the growth of French bean as affected by pot weight and rate of N application. See legend to figure 1.

Uit figuur 3 blijkt dat de gewasontwikkeling, zowel voor N₁ als N₂, vrijwel steeds op de laagste grondkolom als het beste beoordeeld werd.

De vochttoestand van de grond in de potten werd op 4 data (26/8, 16/9, 24/9 en 6/10, genummerd 1-4, door bemonstering bepaald. In figuur 4 is het resultaat hiervan weergegeven. Door het verloren gaan van de bemonsteringskolom van 33 cm bij N₂ ontbreekt deze in figuur 4. Het drogestofgehalte van de potgrond is duidelijk afhankelijk van de kolomhoogte. De proefpot van 10 l (grondkolom 22,5 cm) komt vrijwel overeen met een grondkolom van 33 cm.

Het gewas werd geoogst in plukrijp stadium (groen). De loofopbrengsten zijn niet bepaald, omdat door bladval veel blad verloren was gegaan.

De opbrengsten verschilden bij N_1 niet betrouwbaar. Bij N_2 is de opbrengst bij een kolomhoogte van 25 cm significant en zeer significant hoger dan op grondkolommen van resp. 33 cm en 42 cm hoogte (tabel 3).



Figuur 4. Drogestofgehalten (%) in 10-l potten en kolommen van verschillende hoogte in vier lagen op vier bemonsteringsdata (1, 2, 3 en 4).

Figure 4. Dry-matter content of soil (as a percentage of fresh soil sample weight) cropped to French bean, as a function of time and depth, as affected by size of pot and pot height. See legend to figure 2.

TABEL 3. Drogestofopbrengst van peulen met Sx in g drogestof per kolom bij twee N-bemestingsniveaus en drie kolomhoogten.
 TABLE 3. Dry matter yield of bean as affected by pot height and rate of N application. See legend to table 2.

Kolomhoogten in cm	N ₁ (Sx)	N ₂ (Sx)
25	8,34 (0,55)	22,98 (2,45)
33	9,27 (1,06)	19,08* (0,81)
42	9,57 (1,28)	17,13** (0,56)

3.1.3. Geleidingsvermogen van het bodemvocht

In bijlage III is een uiteenzetting gegeven over de wijze van berekening van het geleidingsvermogen en de zoutconcentratie in het bodemvocht (EC_b).

In tabel 4 is de EC_b in mS/cm van verschillende lagen potgrond bij drie kolomhoogten, twee N-niveaus en twee gewassen bij de oogst van de proef weergegeven. Uit tabel 4 blijkt dat bij het toenemen van de kolomhoogte de EC_b in de bovenste grondlaag meestal toeneemt tot erg hoge waarden.

3.1.3.1. De verdeling van de totale hoeveelheid zout in de pot. In tabel 5 is de verdeling van het zout over de verschillende lagen weergegeven als percentage van de totaal in de potten aanwezige hoeveelheid zout bij de oogst van de proef.

Uit tabel 5 blijkt dat aan het eind van de proef bij alle objecten een zeer groot deel van het nog in de potten aanwezige zout zich in de bovenste grondlaag bevindt.

3.1.4. Conclusie kolomhoogteproef

Een grondkolom van 42 cm is zowel voor bonen als voor mais te hoog. Door beperking van de snelheid van vochttoevoer droogt de bovenste grondlaag uit. Door evaporatie hoopt zich zout in de bovenlaag op, waaronder N die hierdoor goeddeels onbereikbaar is voor de planten. De slechtere groei kan dan ook uit een lager effectief bemestingsniveau verklaard worden.

Bij een kolomhoogte van 33 cm is de vochttoestand veel beter. Mais groeit het beste op deze kolomhoogte. Stamslabonen groeien beter op een grondkolom van 25 cm.

Er is een opmerkelijk verschil tussen de visuele beoordeling van mais en de gewogen opbrengst. Mais werd visueel op een grondkolom van 25 cm als het best groeiend beoordeeld, terwijl op een kolomhoogte van 33 cm

TABEL 4. Het geleidingsvermogen (mS/cm) in het bodemvocht van verschillende lagen bij drie kolomhoogten, twee N-niveaus en twee gewassen.

TABLE 4. Electrical conductivity (mS/cm) of the soil solution, calculated from the conductivity of a 1:2 soil:water extract and the water content, in different layers in pots cropped to maize and French bean, as affected by pot height and rate of N application (see legend to figure 1).

Gewas	Bem.	Kolomhoogte in cm											
		25				33				42			
		laagdiepte in cm				laagdiepte in cm				laagdiepte in cm			
		0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
Mais	N ₁	0,7	0,1	0,1	0,1	2,6	0,2	0,1	0,1	7,2	0,5	0,2	0,1
	N ₂	2,6	0,1	0,1	0,1	2,5	0,2	0,1	0,0	2,0	0,1	0,1	0,1
Boon	N ₁	1,2	0,3	0,2	0,1	1,4	0,3	0,1	0,1	9,7	0,8	0,2	0,1
	N ₂	0,8	0,2	0,1	0,0	7,3	0,3	0,1	0,1	8,9	1,8	0,2	0,1

TABEL 5. Procentuele verdeling van het zout in de pot over de verschillende lagen bij drie kolomhoogten, twee gewassen en twee N-hoeveelheden.

TABLE 5. Distribution of salts in the pot (as a percentage of total salt content), calculated from conductivity and water content, with two crops (French bean and maize), as affected by pot height and rate of N application (see legend to figure 1).

Gewas	Bem.	Kolomhoogte in cm											
		25				33				42			
		laagdiepte in cm				laagdiepte in cm				laagdiepte in cm			
		0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
Mais	N ₁	72	15	10	3	66	18	11	5	77	13	8	3
	N ₂	71	17	12	0	80	10	6	3	68	19	7	3
Boon	N ₁	70	12	12	6	82	8	6	3	78	11	8	3
	N ₂	89	4	5	2	80	14	6	0	73	14	7	7

de hoogste drogestofopbrengst geeft. Een verklaring hiervoor zou het lagere drogestofgehalte van de mais op grondkolommen van 25 cm kunnen zijn. Het gewas lijkt hierdoor meer dan het aan drogestof oplevert. De drogestofgehalten van mais waren voor de kolomhoogten van 25, 33 en 42 cm respectievelijk 13,9, 14,6 en 14,9%.

Vergelijking van drogestofgehalten van de grond in de verschillende kolomhoogten en de 10-1 proefpotten (grondkolom 22,5 cm hoog) wijst uit dat de vochttoestand in de pot overeenkomt met die in een grondkolom van 33 cm hoog. De verklaring hiervoor is waarschijnlijk het verschil in bodemopening en model.

3.2. Onderzoek watergeefmethoden

Er werden drie methoden van watergeven vergeleken, nl.:

a. De methode van wegen en watergeven (WW)

De potten werden dagelijks gewogen en op basis van het gewicht van water voorzien. Het water werd in de schotel toegediend, dit in afwijking van de in IB-rapport 13-78 beschreven methode, waarbij het water op de potten werd gegeven. Dit werd gedaan omdat de groei van het gewas bij de eerder gedane proeven bij deze methode achter bleef en dit geweten werd aan de plaats waar het water toegediend werd. Bij de uitvoering van deze methode werd rekening gehouden met de gewichtstoename van het gewas (schatting).

b. Schotelcultuur met droogstand (SD)

De schotels werden met water gevuld en hierna niet weer bijgevuld voordat ze een halve dag droog hadden gestaan (aanbevolen methode in IB-rapport 13-78).

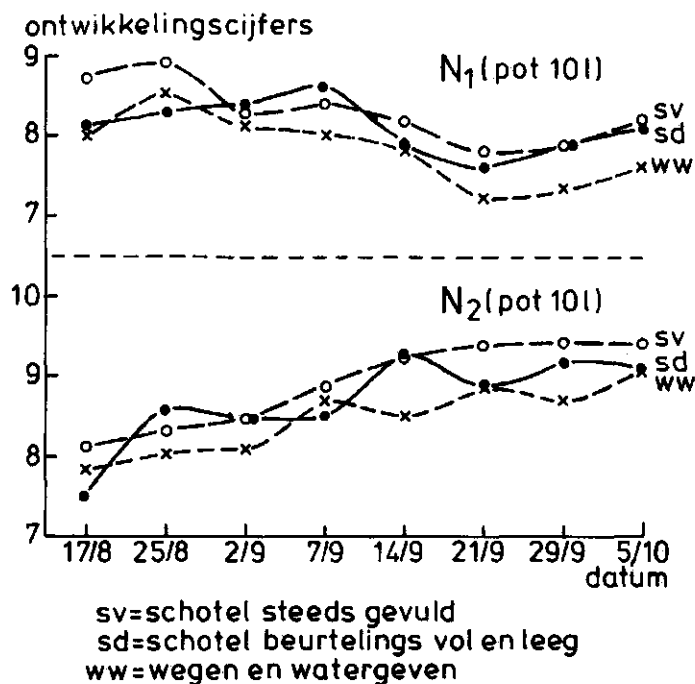
c. Schotelcultuur waarbij de schotels steeds met water gevuld waren (SV)

Deze methoden werden beproefd op potten van 6 en 10 liter, in viervoud, met uitzondering van methode c, waarbij alleen 10-1 potten werden gebruikt. Het onderzoek werd gedaan op zandgrond (zie beschrijving tabel 1) bij twee N-niveaus (0,5 en 2,0 g N per pot voor 10-1 potten en 0,33 en 1,33 g N per pot voor 6-1 potten) bij twee gewassen (mais en stamslabonen). In bijlage I en II is een overzicht van de proefobjecten gegeven.

3.2.1. Mais

De schotelcultuur (SD en SV) werd ingesteld toen het gewas - gezaaid op 28 juli - drie echte bladeren had en 8 cm hoog was.

In figuren 5 en 6 zijn de ontwikkelingscijfers van het gewas over de gehele groeiperiode weergegeven.

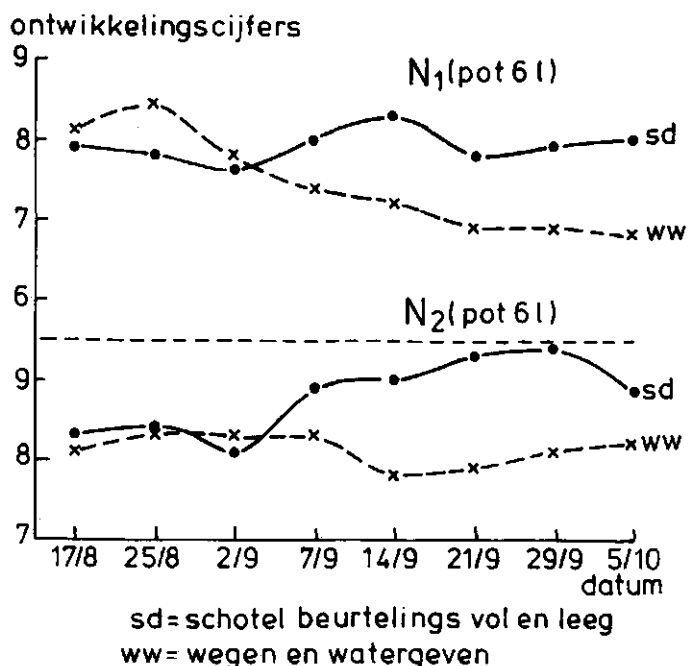


Figuur 5. Ontwikkelingscijfers mais op 10-l proefpotten bij drie manieren van watergeven en twee N-bemestingsniveaus (0,5 en 2 g N/pot).

Figure 5. Visual rating of the growth of maize on 10-l pots as a function of watering system and rate of N application. Watering systems are (1) replenishing based on weighing (WW), water supplied on the soil surface, (2) supplying water from below in a tray; when the supply is used up, the tray is left empty for one day before water is re-supplied (SD) and (3) supplying water continuously in a tray (SV). For rate of N application see legend to figure 2.

Uit figuur 5 blijkt dat bij 10-l potten de watergeefmethoden SD en SV ongeveer gelijke groeieresultaten geven. De methode WW geeft meestal, zowel bij N_1 als N_2 een wat achterblijvende gewasontwikkeling.

De trage begingroei bij N_2 is mogelijk een gevolg van een hoge zoutconcentratie in de potten.



Figuur 6. Ontwikkelingscijfers mais op 6-1 proefpotten bij twee manieren van watergeven en twee N-bemestingsniveaus (0,33 en 1,33 g N per pot).

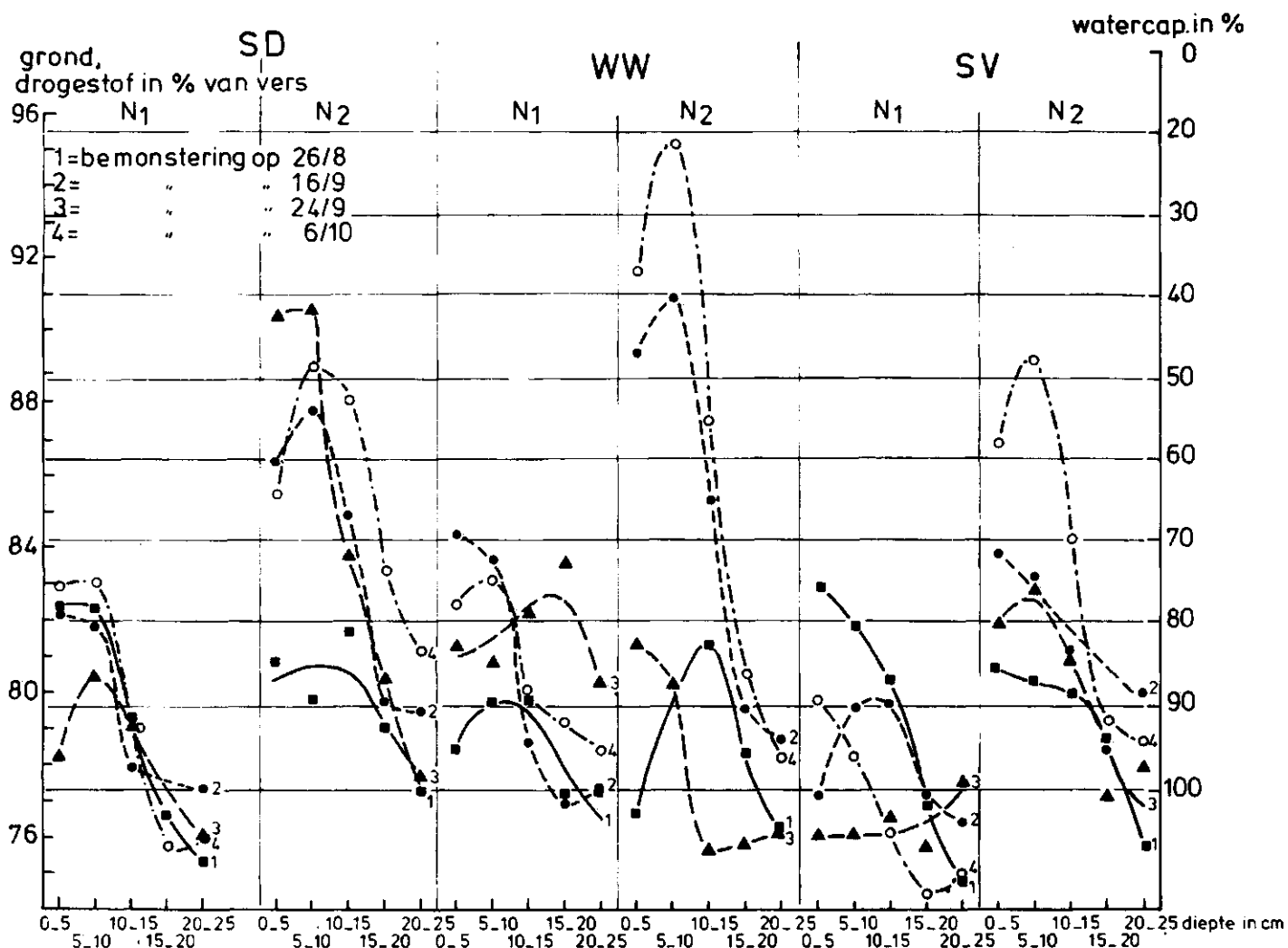
Figure 6. As figure 5, but with 6-1 pots instead of 10-1 pots and two systems of watering (SD and WW). Rates of N application 0.33 and 1.33 g N per pot.

Uit figuur 6 blijkt dat bij 6-1 potten methode SD over het grootste deel van de groeiperiode een betere ontwikkeling van het gewas geeft dan methode WW.

De vochttoestand van de grond in de potten werd op vier data (26/8, 16/9, 24/9 en 6/10 genummerd 1-4) gedurende de proef bepaald. In figuur 7 zijn de resultaten hiervan weergegeven.

Bij de methode WW komt de grootste variatie in drogestofgehalte voor. Bij deze methode komt ook het drogestofgehalte van een deel van de grond in de potten bij N_2 onder de 30% van de watercapaciteit. dit moet als ongewenst beschouwd worden.

Voor 10-1 potten geeft de methode SV bij beide N-niveaus een hogere opbrengst dan WW (N_1 : $P < 0,05$ t.o.v. WW). Voor potten van 6 l geeft methode SD de hoogste opbrengst per pot (N_2 : $P < 0,01$) t.o.v. WW (tabel 6). De spreiding van de opbrengsten binnen een object is gemiddeld op schotelcultuur iets groter dan bij de methode WW.



Figuur 7. Drogestofgehalten als percentage van de potgrond op vier bemonsteringsdata in vijf lagen bij drie methoden van watergeven en twee N-niveaus ($N_1 = 0,5$ g N en $N_2 = 2,0$ g N per pot).

Figure 7. Dry matter content of soil (as a percentage of fresh soil sample) cropped to maize, as a function of time and depth, as affected by rate of N application and method of watering. See legends to figure 2 and figure 5.

3.2.2. Stamslabonen

De schotels van de objecten SD en SV werden met water gevuld toen het gewas (gezaaid 28 juli) drie echte bladeren had en meer water ging gebruiken. In de figuren 8 (10-1 potten) en 9 (6-1 potten) zijn de wekelijks gegeven ontwikkelingscijfers gemiddeld per object weergegeven.

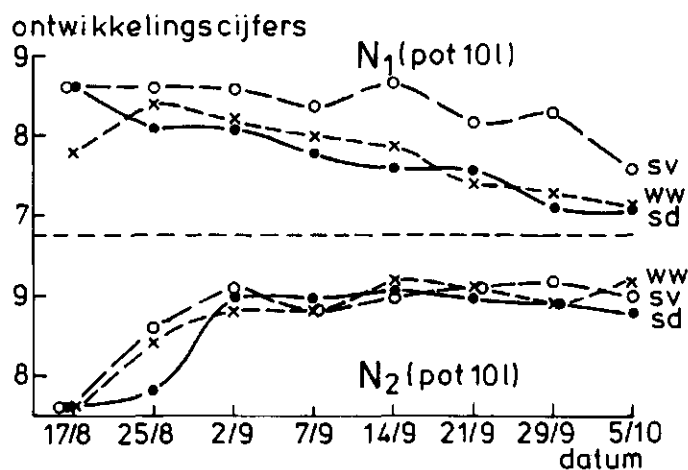
Evenals op 10-1 potten geven bonen op 6-1 potten bij N_2 in het begin groeiremming (figuur 9).

TABEL 6. Drogestofopbrengst (g) en Sx bij mais voor drie manieren van watergeven bij twee N-bemestingsniveaus op potten van 6 en 10 l.

TABLE 6. Dry matter yield (g per pot, with standard deviation) per pot of maize shoots as affected by pot size, system of watering, and rate of N application. See legends to figures 2 and 5.

Soort pot	Bemesting	Watergeefmethode		
		SD	WW	SV
10 l	N ₁	94,15 (8,14)	83,83 (3,82)	93,87* (4,31)
10 l	N ₂	125,58 (7,16)	130,10 (5,14)	137,02 (9,83)
6 l	N ₁	56,81 (7,89)	55,07 (6,35)	
6 l	N ₂	97,75*** (2,29)	83,40 (2,92)	

* P = < 0,05, *** P = < 0,001 t.o.v. de methode WW



legenda zie fig. 5

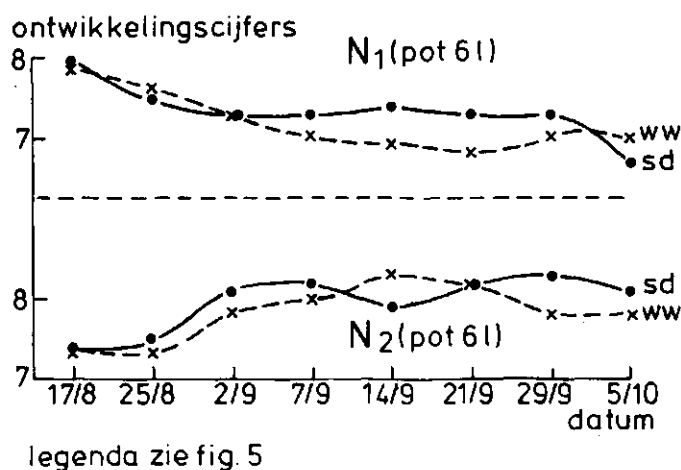
Figuur 8. Beoordeling van de gewasontwikkeling van mais op 10-l potten bij drie methoden van watergeven en twee N-niveaus.

Figure 8. Visual rating of the growth of French bean on 10-l pots as affected by method of watering and rate of N application. See legends to figures 2 and 5.

Op vier data werd de vochttoestand in de potgrond in vijf lagen bepaald. In figuur 10 is het resultaat hiervan weergegeven.

De drogestofgehalten van de grond bij methode SD en WW zijn vrijwel aan elkaar gelijk. Bij methode SV is de grond in verschillende lagen aanzienlijk natter (figuur 10).

Alleen op potten van 10 l is bij N₁ de opbrengst statistisch betrouwbaar hoger bij SV dan bij WW (tabel 7). De spreiding van de opbrengst is gemiddeld binnen de objecten het grootst bij methode WW.



Figuur 9. Ontwikkeling van stamslabonen op 6-1 potten bij twee methoden van watergeven.

Figure 9. As figure 8, but 6-1 pots instead of 10-1 pots and two methods of watering.

3.2.3. Zout in de potten bij de oogst

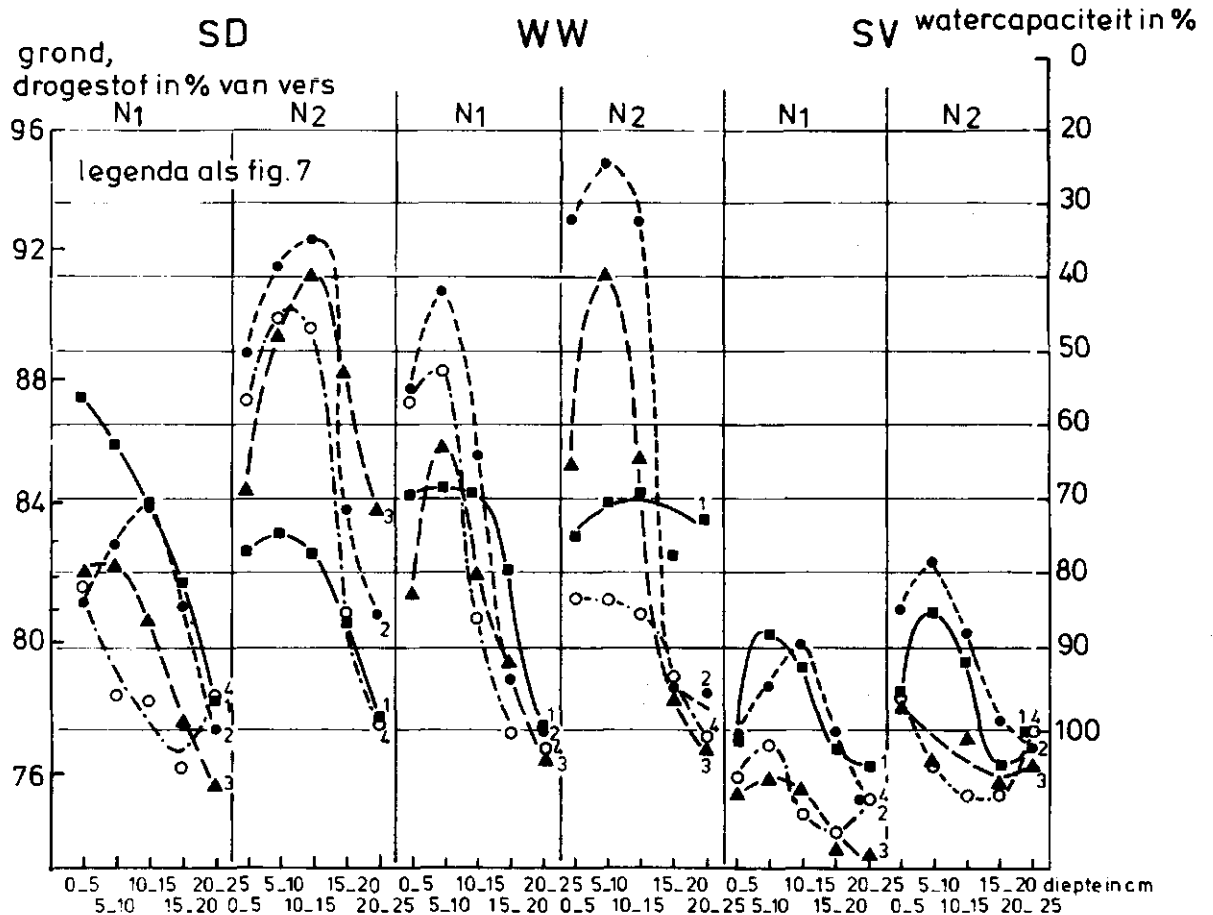
In tabel 8 is de EC_b (geleidingsvermogen in het bodemvocht) in mS/cm van verschillende lagen in de potgrond weergegeven met tussen haakjes de procentuele verdeling van de totale hoeveelheid zout in de pot voor drie verzorgingsmethoden, twee N-niveaus, twee gewassen en twee soorten potten bij de oogst.

De verschillen in gevonden EC_b in de bovenste grondlaag zijn tussen de methode WW, SV en SD vrij klein. Bij N_2 worden beduidend hogere EC_b -waarden gevonden dan bij N_1 (tabel 8). De potten waren niet afgedekt en werden eens per twee weken teruggespoeld met 450 en 300 ml water bovenop de grond op 10-, respectievelijk 6-1 potten.

3.2.4. Samenvatting resultaten proef watergeefmethoden

Mais groeit blijkens de ontwikkelingscijfers het beste op schotelcultuur. Dit geldt zowel voor een langzaam groeiend gewas (N_1) als voor een snel groeiend gewas (N_2).

Potten van het object WW werden bij een grote verdamping van het gewas op den duur bovenin te droog, zodat mag worden aangenomen dat de planten hieruit nauwelijks vocht en voedingsstoffen op kunnen nemen.



Figuur 10. Drogestofgehalten (%) in de potgrond in vier lagen op vier bemonsteringsdata gedurende de groei bij drie methoden van watergeven.

Figure 10. Dry-matter content of soil (as a percentage of fresh soil sample weight) cropped to French bean as a function of time and depth, as affected by rate of N application and method of watering. See legends to figures 2 and 5.

Bij N_1 gaf mais op het object SV statistisch betrouwbaar hogere opbrengsten dan de methode WW. Op proefpotten van 6 l geeft de schotelcultuur (SD) bij N_2 statistisch zeer betrouwbaar hogere opbrengst dan methode WW. Verdere opbrengstverschillen tussen de watergeefmethoden zijn niet betrouwbaar.

De spreiding van de opbrengsten binnen een object is op schotelcultuur voor mais gemiddeld iets groter dan bij de methode WW.

De vochttoestand in de potgrond schommelt het meest bij de methode WW.

TABEL 7. Vergelijking van de totale drogestofopbrengst (a) en de droge peulopbrengst (b) bij drie watergeefmethoden en twee N-bemestingsniveaus en twee soorten potten.

TABLE 7. Total dry matter yield (g per pot) of tops (including pods) as affected by rates of N application and method of watering. See legend to figures 2 and 5.

Soort pot	Bemesting	Watergeefmethode		
		SD	WW	SV
a. totaalopbrengst in g drogestof per pot				
10 1	N ₁	42,53 (5,24)	45,04 (2,01)	50,33* (3,28)
10 1	N ₂	73,90 (5,53)	81,39 (11,75)	73,60 (5,94)
6 1	N ₁	31,02 (3,87)	29,15 (2,22)	
6 1	N ₂	53,41 (4,46)	51,11 (7,87)	
b. Peulopbrengsten in g drogestof per pot				
10 1	N ₁	14,96 (1,41)	16,49 (1,06)	19,09* (1,30)
10 1	N ₂	30,99 (3,84)	34,97 (5,96)	34,14 (2,45)
6 1	N ₁	11,77 (1,28)	11,69 (2,06)	
6 1	N ₂	23,00 (1,77)	23,21 (4,84)	

* P = < 0,05 t.o.v. methode WW

Bij stamslabonen is de gewas- en peulopbrengst bij N₁ op 10-1 potten statistisch betrouwbaar hoger op object SV dan op het object WW.

De andere verschillen zijn niet statistisch betrouwbaar.

De spreiding van de opbrengst van bonen binnen de objecten is het grootst bij methode WW.

Aan het eind van de proef is het nog in de potten aanwezige zout gemiddeld over de bemestingstrappen en gewassen vrijwel gelijk voor alle watergeefmethoden.

3.2.5. Conclusies onderzoek watergeefmethoden

Ten opzichte van de als standaard genomen methode van watergeven (WW) heeft de schotelcultuur-methode (SV) goede resultaten gegeven. Deze methode verdient verdere aandacht omdat de kans op het maken van fouten klein is en de uitvoering ervan weinig werktijd vraagt.

3.3. Behandeling van het oppervlak van potten

Om te voorkomen dat de bovenste laag op potten door gieten verdicht en om de verdamping van water aan het grondoppervlak zoveel mogelijk af te remmen was het op het IB gebruikelijk de bovenste laag grond op de pot regelmatig los te maken. Deze bewerkelijke handeling hoeft bij potten op

TABLE 8. Het geleidingsvermogen van het bodemvocht in mS/cm in diverse grondlagen, met de procentuele verdeling van de totale hoeveelheid zout in de pot tussen haakjes, bij drie verzorgingsmethoden, twee N-niveaus, twee gewassen en twee soorten potten.

TABLE 8. Electrical conductivity (mS/cm) of the soil solution, calculated from the conductivity of a 1:2 soil:water extract and the water content, and the distribution of the total amount of salt (calculated from water content and conductivity), as a function of depth, in pots cropped to French bean, at the end of the experiment, as affected by rate of N application, method of watering and pot size. See legends to figures 2 and 5.

Soort Bem.		Watergeefmethode											
pot		SD				WN				SV			
		diepte in cm			diepte in cm			diepte in cm			diepte in cm		
		0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
Mais													
10 1	N ₁	1,1 (77)	0,1 (9)	0,1 (9)	0,1 (5)	2,2 (81)	0,2 (9)	0,1 (5)	0,1 (5)	1,3 (74)	0,3 (14)	0,1 (6)	0,1 (6)
10 1	N ₂	3,4 (84)	0,2 (6)	0,1 (5)	0,1 (5)	2,4 (62)	0,9 (30)	0,1 (5)	0,1 (3)	1,4 (82)	0,2 (10)	0,1 (6)	0,0 (2)
6 1	N ₁	1,4 (74)	0,2 (10)	0,1 (7)	0,2 (10)	4,9 (91)	0,2 (5)	0,1 (2)	0,1 (2)				
6 1	N ₂	1,6 (75)	0,2 (12)	0,1 (6)	0,1 (7)	3,8 (86)	0,2 (6)	0,1 (4)	0,1 (4)				
Boon													
10 1	N ₁	1,5 (67)	0,3 (16)	0,2 (9)	0,2 (9)	1,2 (61)	0,3 (16)	0,2 (11)	0,2 (12)	0,7 (46)	0,3 (20)	0,1 (10)	0,3 (24)
10 1	N ₂	4,6 (77)	0,9 (14)	0,2 (5)	0,1 (4)	3,3 (72)	0,9 (18)	0,2 (6)	0,1 (4)	7,3 (91)	0,3 (4)	0,2 (3)	0,1 (2)
6 1	N ₁	1,7 (70)	0,3 (12)	0,3 (12)	0,2 (7)	4,9 (86)	0,3 (6)	0,2 (5)	0,2 (4)				
6 1	N ₂	2,3 (74)	0,3 (10)	0,3 (8)	0,3 (8)	1,0 (65)	0,3 (16)	0,1 (9)	0,1 (10)				

schotelcultuur minder vaak uitgevoerd te worden dan bij de methode WW (vroeger veel toegepast), omdat bijna alle water via de schotel toegediend wordt. Om te voorkomen dat de voedingsstoffen zich boven in de pot gaan ophopen wordt eens per twee weken een flinke scheut water op de potten gegeven.

De vraag waarop de commissie een antwoord zocht is: "is loskrabben van de grond op potten nuttig en zo ja, kan hetzelfde effect verkregen worden door de grond af te dekken?"

In de proef werden de effecten nagegaan van loskrabben en wel en niet afdekken van de grond met een ca. 1 cm dik laagje al kathene korrels. Dit onderzoek werd uitgevoerd in viervoud op 10-1 potten bij twee N-bemestingsniveaus op schotelcultuur (SV) met twee gewassen (mais en stamslabonen) op zandgrond waarvan de kenmerken in tabel 1 zijn weergegeven.

3.3.1. Mais

De ontwikkelingscijfers van het gewas zijn in figuur 11 weergegeven.

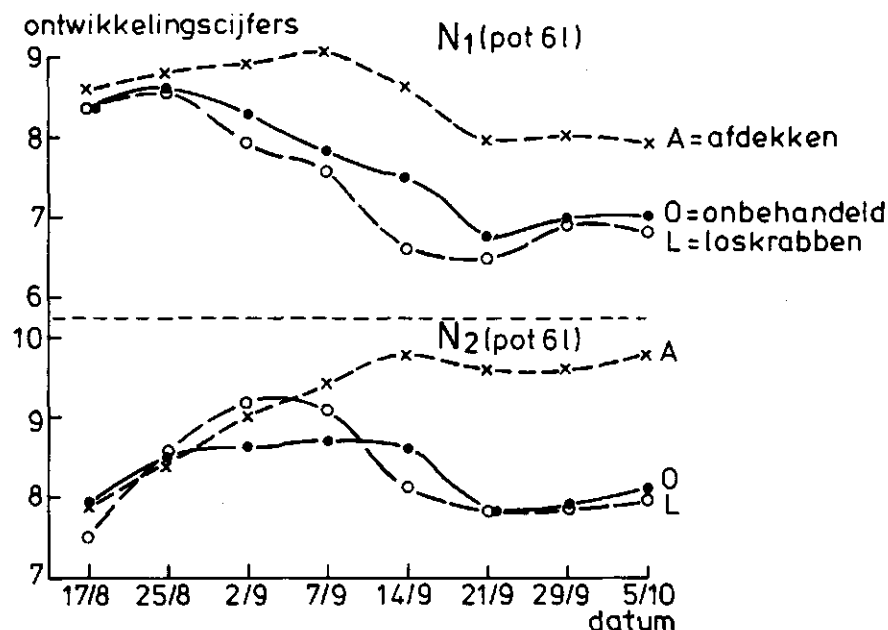
De gewasontwikkeling op de met al kathene korrels afgedekte grond is vrijwel steeds hoger beoordeeld dan op de niet afgedekte en losgemaakte grond (figuur 11).

Evenals bij het reeds beschreven onderzoek werden op vier data grondmonsters genomen voor de bepaling van het vochtgehalte. In figuur 12 is het drogestofgehalte van de grond in de potten in verschillende lagen weergegeven. De mais werd geoogst bij het verschijnen van de bloeipluim. In tabel 9 is de opbrengst per pot gemiddeld per object in grammen weergegeven.

De afgedekte potten geven een statistisch uiterst betrouwbaar hoge opbrengst t.o.v. de niet afgedekte potten (tabel 9). Loskrabben geeft t.o.v. niet loskrabben gemiddeld een lagere produktie.

3.3.2. Stamslabonen

De wekelijks gegeven ontwikkelingscijfers zijn in figuur 13 weergegeven. Het gewas stamslabonen blijkt ook een betere ontwikkeling te geven wanneer de potten met al kathene korrels zijn afgedekt (figuur 13). De vochttoestand in de potkluit is op vier data in de groelperiode bepaald. In figuur 14 zijn de gemiddelde drogestofgehalten van de potgrond per onderzoekobject en per datum weergegeven. Uit figuur 14 blijkt dat de drogestofgehalten van de grond in de potten voor de verschillende objecten weinig verschillen vertonen. De snelstgroeiende objecten zijn als gevolg van meer verdampend bladoppervlak boven in de pot iets droger.



Figuur 11. Ontwikkelingscijfers van mais bij twee N-niveaus en bij drie oppervlakbehandelingen.

Figure 11. Visual rating of the growth of maize (watering method SV) as affected by rates of N application and soil surface treatment. These were (1) untreated (O), (2) covered with polyethylene ("alkathene") (A) and (3) surface soil loosened (L).

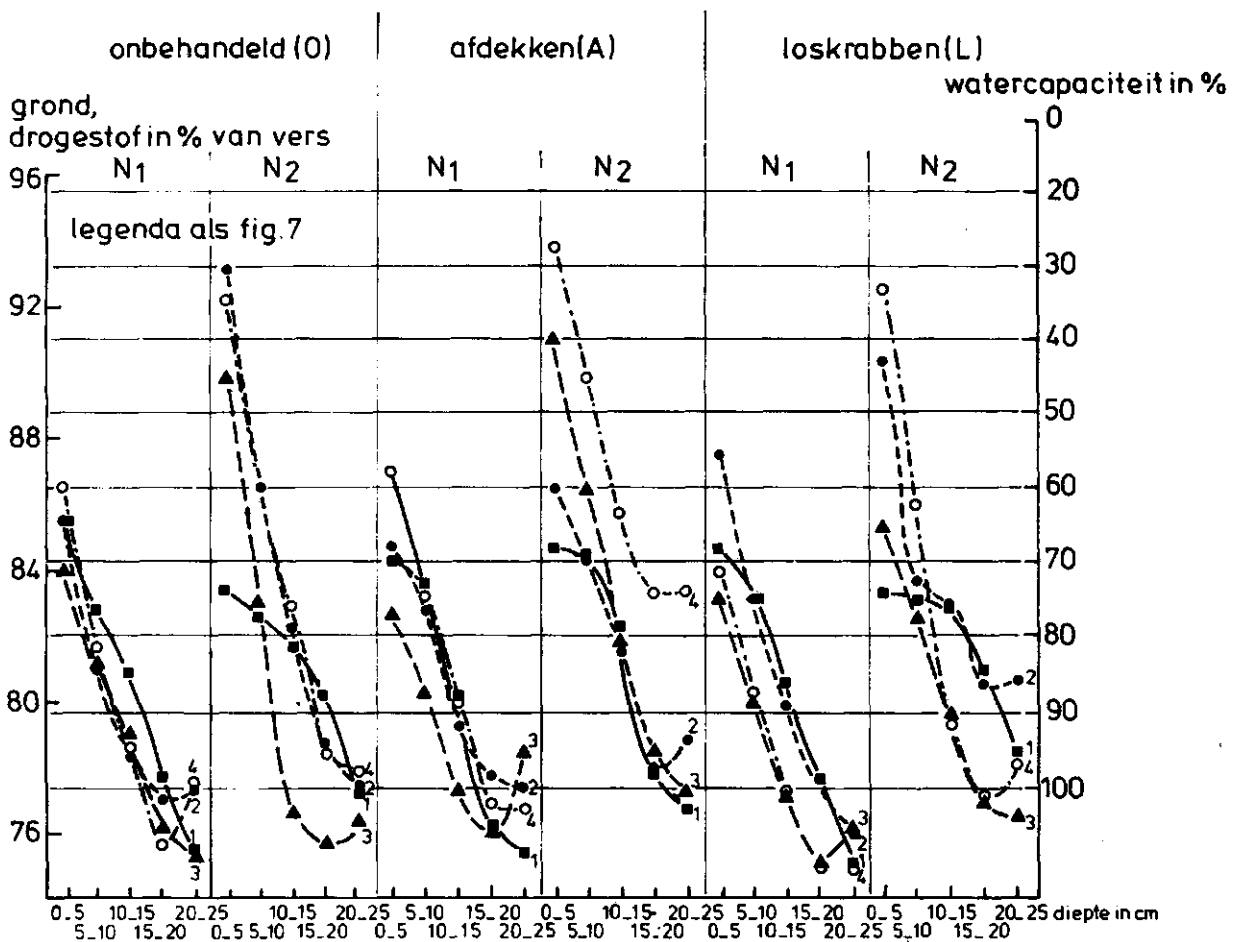
Het gewas werd groen, in plukrijp stadium, geoogst. In tabel 10 zijn de drogestofopbrengsten aan peulen per object weergegeven.

De opbrengsten van de met alkathenekorrels afgedekte proefpotten zijn significant hoger dan bij de andere objecten (tabel 10 en 11).

3.3.3. Wortelonderzoek

Voor het meten van zoutgehalte en de wortelontwikkeling werden extra potten ingezet die tussentijds werden geoogst. Hierbij werd het totaal wortelgewicht bepaald, hetgeen uitsluitend de mogelijkheid heeft om de objecten te vergelijken op basis van totaal plantgewicht en scheut/wortelverhouding. Deze laatste waarde geeft indicaties over de wijze waarop de plant het wortelmilieu ervaart. Beperkingen in vocht en nutriëntenvoorziening verlagen deze waarde in het algemeen.

Op elk bemonsteringstijdstip werden zowel bij mais als bij boon 6 objecten in enkelvoud geoogst. De gegevens zijn steeds per twee of drie objecten samengenomen om de effecten van afdekken (A) en terugspoelen (T) en de verschillen tussen de bemestingsniveaus zichtbaar te maken.



Figuur 12. Drogestofgehalten in grond begroeid met mais in vijf lagen op vier bemonsteringsdaga (1-4) bij twee N-bemestingsniveaus en drie oppervlakbehandelingen voor watergeefmethode SV.

Figure 12. Dry-matter content of soil (as a percentage of fresh soil sample weight) cropped to maize, as a function of depth and time, as affected by rate of N application, method of watering and soil surface treatment. See legends to figures 2, 5 and 11.

Uit figuur 15 (a en b) blijkt dat het totaal plantgewicht per pot (scheut + wortel bij N_2 na het tweede oogsttijdstip hoger is dan bij N_1 . Mais (a) groeit bij N_2 exponentieel en boon laat bij N_1 een afnemende groeisnelheid zien. Ten opzichte van onbehandeld (O) geven zowel afdekken als terugspoelen een verhoogde groeisnelheid, zowel bij mais (c) als bij boon (d). Ook dit komt vooral na de tweede oogst tot uiting.

In figuur 16 zijn de scheut/wortelverhoudingen (S/W) uitgezet tegen de tijd (gegroepeerd) in figuur 15).

TABEL 9. Opbrengst van mais in g drogestof per pot met tussen haakjes Sx voor twee watergeefmethoden, bij wel en niet afdekken en wel en niet loskrabben, bij twee N-niveaus. Ter vergelijking zijn ook de opbrengsten van methode WW uit een ander proefdeel weergegeven.

TABLE 9. Dry-matter yield of maize shoots (g per pot, with standard deviation) for two methods of watering (WW and SV), with and without surface cover or surface loosening, at two rates of N application. See legends to figures 2, 5 and 11.

		Watergeefmethode			
		WW		SV	
N-bem.	(L) + loskrabben (A) - afdekken**	+ loskrabben - afdekken	+ loskrabben - afdekken	- loskrabben - afdekken	- loskrabben + afdekken
N ₁	*** 57,7 (5,2)	*** 65,9 (6,8)	*** 75,2 (2,2)	*** 98,8 (3,6)	
N ₂	*** 87,3 (12,2)	*** 98,8 (2,0)	*** 96,5 (2,7)	*** 153,0 (10,9)	

* + L = loskrabben, - L = niet loskrabben

** + A = afdekken, - a = niet afdekken

*** P < 0,001 t.o.v. afdekken

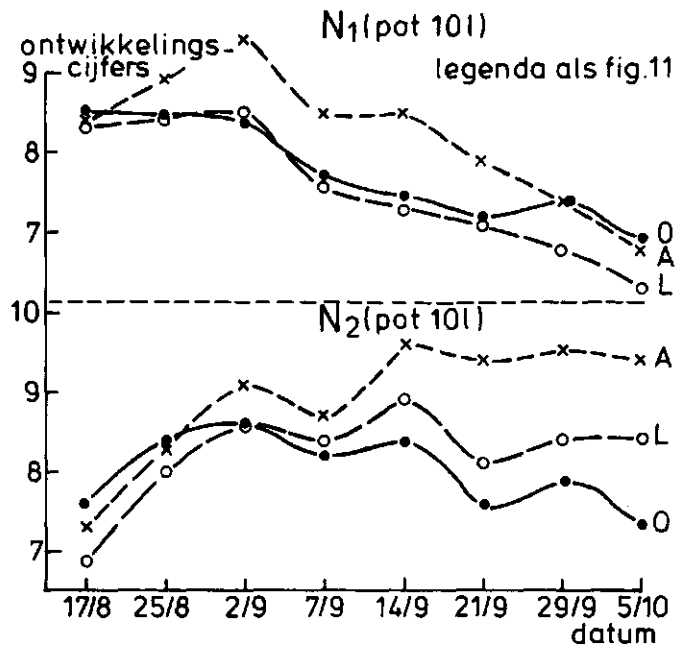
TABEL 10. Drogestofopbrengsten aan percelen (gemiddeld per object) in g per pot bij twee N-niveaus bij wel en niet afdekken en wel en niet loskrabben.

TABLE 10. Dry-matter yield of pods of French bean (g per pot, with standard deviation) at final harvest as affected by rates of N application and soil surface treatment. See legends to figures 2 and 11.

N-bemesting	- Afdekken (A) + Loskrabben (L)	- Afdekken - Loskrabben	+ Afdekken - Loskrabben
N ₁	12,31*** (1,39)	12,98** (2,96)	19,69 (1,47)
N ₂	23,57** (4,10)	23,05*** (1,74)	36,46 (1,54)

P < 0,001, *P < 0,001 t.o.v. afdekken

Zowel voor mais als voor boon geldt dat de scheut/wortelverhouding hoger ligt bij N₂ vergeleken met N₁ (a en b) in de loop van de tijd blijkt de scheut/wortelverhouding constant voor mais en daalt sterk bij boon. Bij het samenvoegen van de twee N-niveaus (c en d) zien we dat afdekken en terugspoelen beide een wat hogere S/W (scheut/wortelverhouding) geven vergeleken met onbehandeld (0). In c wijkt T duidelijk van A en 0 af.

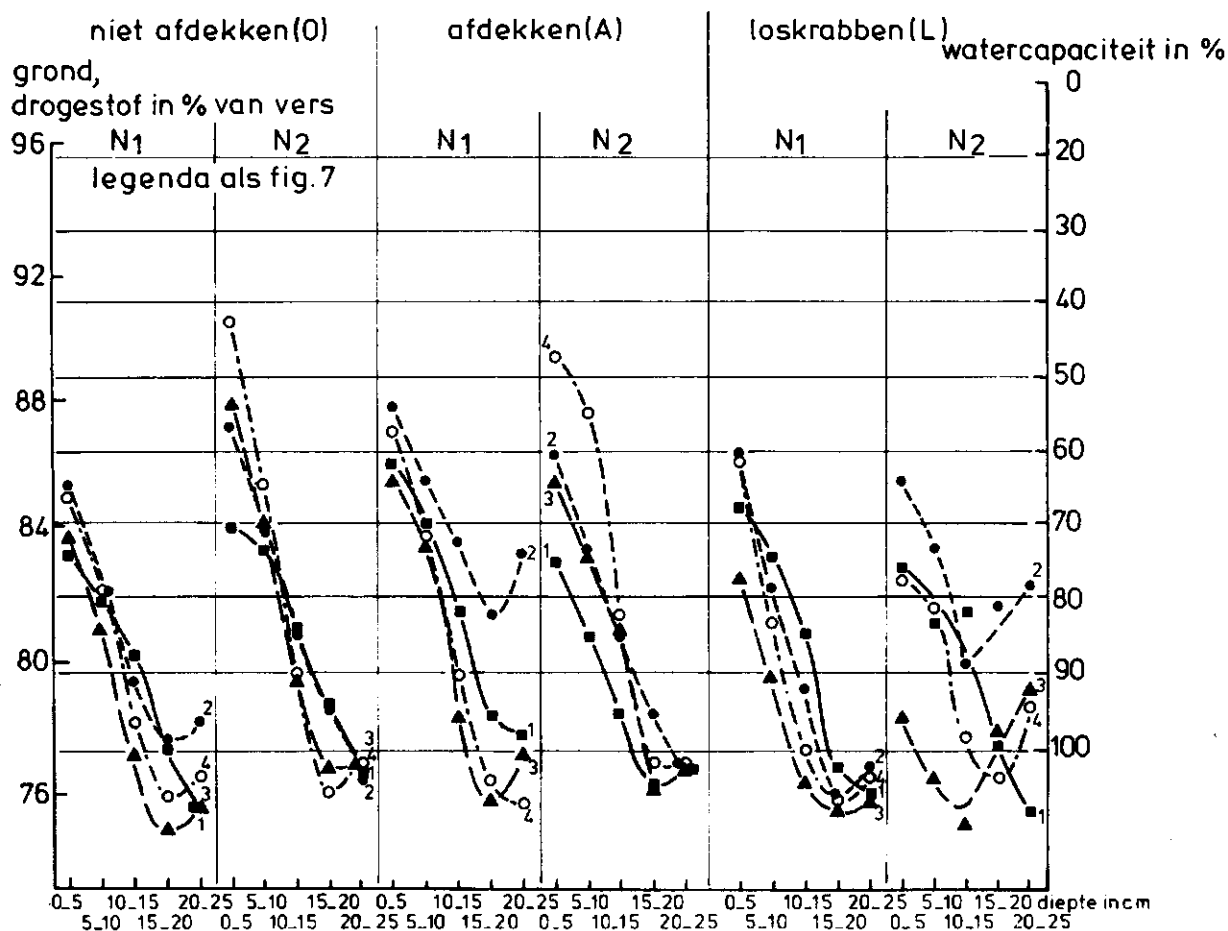


Figuur 13. Ontwikkelingscijfers van stamslabonen bij twee N-niveaus en drie oppervlakbehandelingen.

Figure 13. Visual rating of the growth of French bean and two rates of N application and three soil surface treatments. See legends to figures 2 and 11.

De hogere opbrengst bij N_2 behoeft geen bespreking, aangezien N_1 bewust zo gekozen is dat tijdens de groei N-tekort zou ontstaan en daarmee, door een geringer bladoppervlak, een geringer waterverbruik.

Zowel opbrengsten als scheut/wortelverhoudingen (beide liggen hoger) illustreren de gunstige invloed van afdekken en terugspoelen in vergelijking tot de onbehandelde variant. Het ligt voor de hand dat de gunstige invloed van het afdekken wordt veroorzaakt door een vochtiger milieu in de bovenste grondlaag. Ook de invloed van het licht (dat de wortelgroei remt) wordt weggenomen, terwijl de evaporatie aan het oppervlak wordt afgeremd. Al deze factoren zorgen voor een goed bewortelbaar milieu, waardoor de planten tot aan het grondoppervlak voedingsstoffen kunnen opnemen. Het is waarschijnlijk dat op onafgedekte potten een deel van de mobiele voedingsstoffen, met name nitraat, in de bovenste grondlaag voor de planten niet bereikbaar is. In de beginfase van de teelt is het massatransport van beweeglijke stoffen gericht naar het verdampend oppervlak. Pas later, wanneer de verdamping van de planten belangrijker wordt, is het grootste deel van het massatransport naar de wortels gericht.



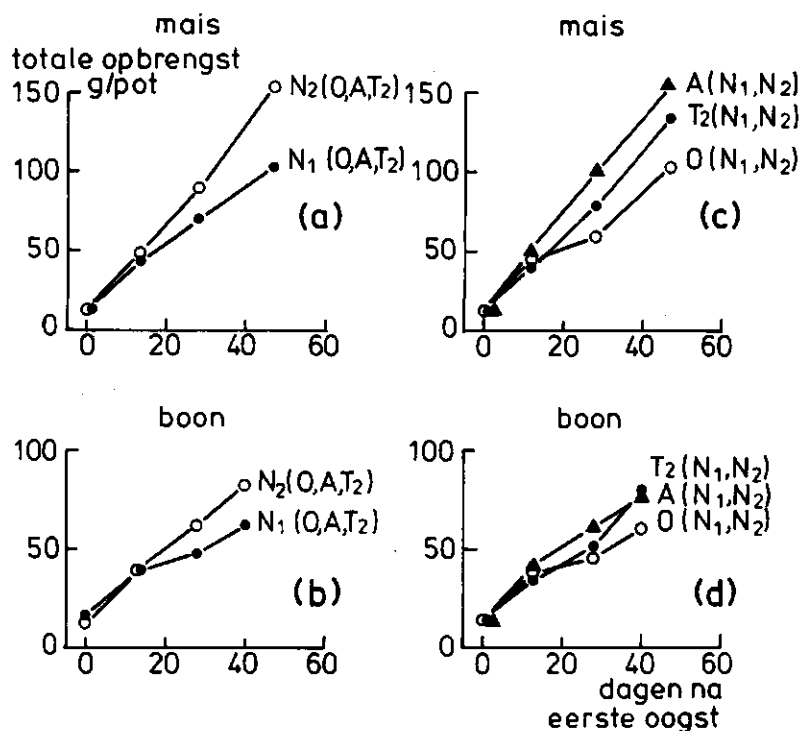
Figuur 14. Drogestofgehalten (%) van de grond in de potten op vier data bij twee N-bemestingsniveaus en drie oppervlakbehandelingen.
 Figure 14. Dry-matter content of soil (as a percentage of fresh soil sample weight) cropped to French bean, as a function of time and depth, as affected by rates of N application and soil surface treatment. See legends to figures 2 and 11.

TABEL 11. Drogestofopbrengst van het gehele gewas (gemiddeld per object) in g per pot bij twee N-niveaus bij wel en niet afdekken en wel en niet loskrabben.

TABLE 11. Dry-matter yield of French bean tops (g per pot with standard deviation) at final harvest as affected by rates of N application and soil surface treatment. See legends to figures 2 and 11.

N-bemesting	- Afdekken (A)	- Afdekken	+ Afdekken
	+ Loskrabben (L)	- Loskrabben	- Loskrabben
N ₁	37,34*** (1,87)	37,65** (5,91)	52,45 (3,57)
N ₂	58,63*** (5,65)	57,58*** (2,67)	80,87 (3,91)

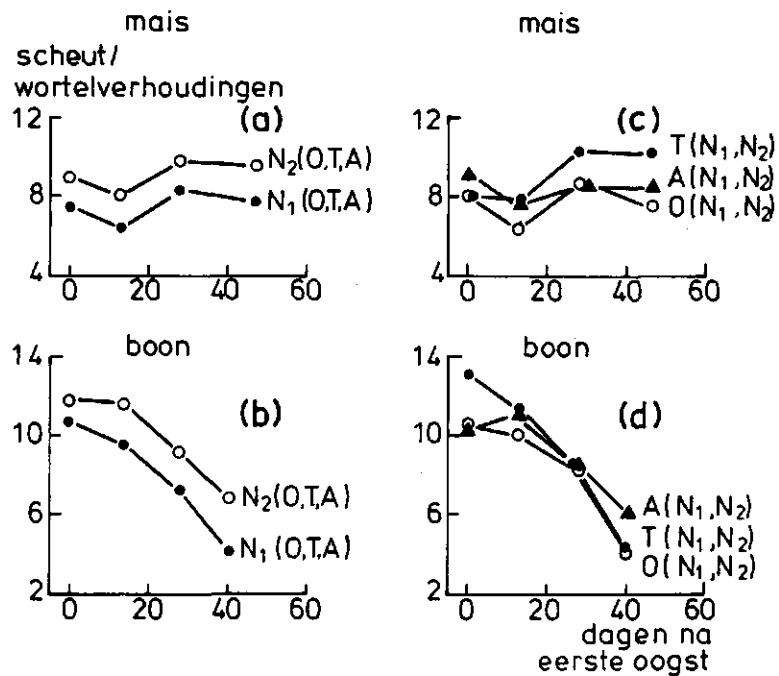
P < 0,01, *P < 0,001 t.o.v. afdekken



Figuur 15. De totaalopbrengst van mais en boon per pot (scheut + wortel) gegroepeerd naar bemestingsniveau (N_1 en N_2) (a en b) en gegroepeerd naar afdekken (A), terugspoelen (T) en onbehandeld (O) voor mais en boon.

Figure 15. Total dry-matter yield (shoots plus roots, g per pot) of maize and French bean, grouped according to rate of N application (a and b) and soil surface treatment (c and d), where A = surface cover (polyethylene granules), T = "flushing", i.e. watering on top once every two weeks (to wash salts down) and O = untreated.

Theoretisch zou het plantgewicht zekere tijd exponentieel moeten toenemen, indien geen onderlinge beschadwing optreedt en lichtintensiteit, temperatuur, voeding etc. niet beperkend worden of veranderen. Dat de toename in plantgewicht in deze proef meestal lineair of afnemend is, moet worden toegeschreven aan de gecombineerde invloed van toenemende beschadwing, dalende lichtintensiteit en dalende temperatuur (proefperiode: augustus-oktober). Bij N_1 komt daar nog stikstofgebrek bij.



Figuur 16. De scheut/wortelverhoudingen gegroepeerd als in figuur 15.
 Figure 16. Shoot-to-root ratios for French bean and maize with the treatments grouped as in figure 15.

3.3.4. Samenvatting resultaten grond-oppervlakbehandelingen

De gewasontwikkeling en produktie wijzen uit dat zowel bij mais als bij stamslabonen het frequent losmaken van de grond bovenin de potten geen positieve invloed heeft.

Het afdekken van de potten met een ca. 1 cm dik laagje alkathenekorrels geeft een betere ontwikkeling van het gewas en zeer significant hogere opbrengsten. De oorzaak van deze veel betere groei is waarschijnlijk een betere benutting van de voedingsstoffen bovenin de grond. Dit is mogelijk doordat:

- de bovenlaag minder uitdroogt en daardoor beter doorworteld is,
- het daglicht wordt weggenomen, waardoor de wortels tot aan het oppervlak komen,
- de zoutopstijging vermindert door beperking van oppervlak-verdamping.

Afgezien van de bovenlaag is de vochttoestand in de potgrond bij loskrabben, afdekken en onbehandeld gedurende het gehele groeiseizoen vrijwel gelijk.

3.3.5. Conclusies

Het afdekken van potten met alkalthene-korrels blijkt bij een schotelcultuur de groei van de gewassen sterk te bevorderen. Het nog veel toegepaste en arbeidsintensieve losmaken van de grond op potten (loskrabben) blijkt voor proeven op schotelcultuur zinloos te zijn.

3.4. Terugspoelen

Bij de tot dusver toegepaste methode van gewasverzorging op schotelcultures krijgen de potten eens per twee weken ca. 50 ml water per liter potinhoud bovenop de pot toegediend. De bedoeling hiervan is ophoping van zouten aan het oppervlak tegen te gaan. Op zichzelf blijkt terugspoelen een ongunstige maatregel, omdat het toch reeds hoge vochtgehalte van de grond op schotelcultuur er nog eens extra door verhoogd wordt.

Het doel van het onderzoek is na te gaan wat het effect van terugspoelen is en met welke frequentie het eventueel zou moeten worden toegepast.

De proefobjecten waren respectievelijk: niet, eens per week, eens per twee weken en eens per drie weken terugspoelen. De proef werd gedaan op dezelfde zandgrond en met dezelfde N-giften als eerder beschreven zijn, op 10-1 potten met vier herhalingen per object met het gewas mais. De potten werden niet afgedekt en na het terugspoelen losgekrabt.

In figuur 17 zijn de ontwikkelingscijfers van het gewas weergegeven.

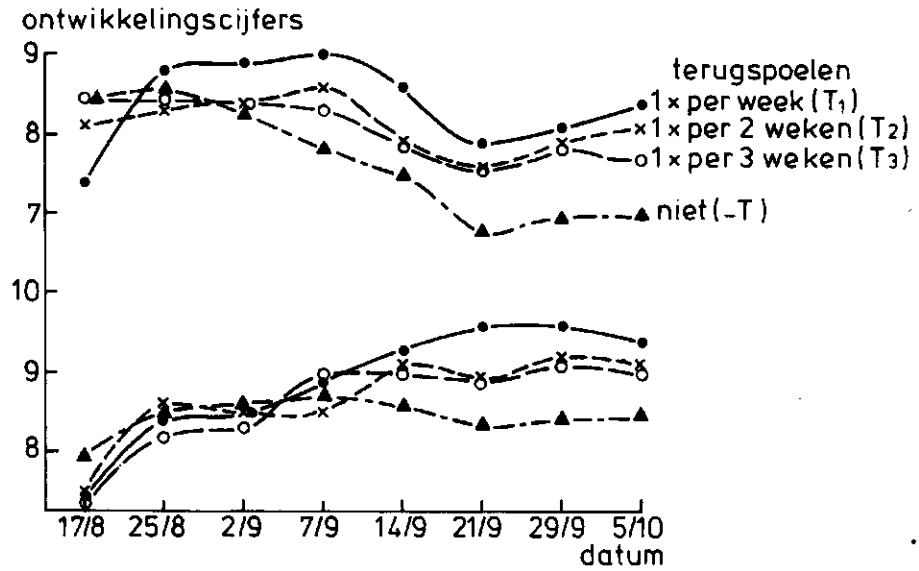
Naarmate er vaker is teruggespoeld, is de ontwikkeling van het gewas beter (figuur 17). Gedurende de groei van het gewas werden vier keer grondmonsters genomen voor de bepaling van het vochtgehalte in de potkluit.

Bij terugspoelen wordt de grond in de potten natter wanneer vaker teruggespoeld wordt (figuur 18).

Uit tabel 12 blijkt dat bij de beide N-niveaus terugspoelen de opbrengst significant verhoogt. Bij N_2 is 1 x per week terugspoelen significant beter dan 1 x per 2 of 3 weken terugspoelen.

3.4.1. Geleidingsvermogen in verschillende bodemlagen

In figuur 19 is het geleidingsvermogen in het bodemvocht van verschillende lagen in de pot weergegeven, voor vier verschillende tijdstippen en voor verschillende behandelingen. Figuur 19 toont aan dat 19 dagen nadat voor het eerst water in de schotel werd gegeven, in de bovenste 5 cm van de potkluit hoge waarden voor EC_b worden aangetroffen, vooral bij N_2 (normale N-bemesting). Bij deze stikstofbemesting werden ook in



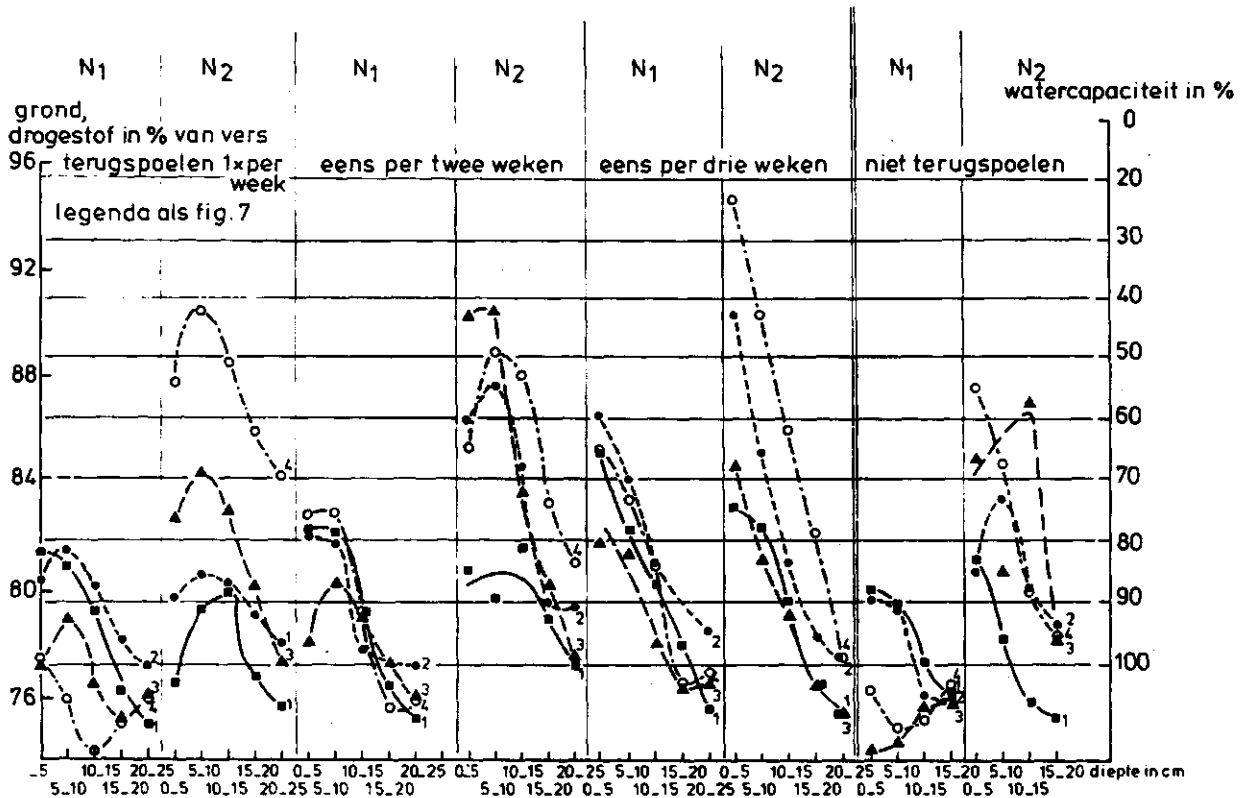
Figuur 17. Ontwikkelingscijfers van mais bij vier terugspoelfrequenties en twee N-niveaus ($N_1 = 0,5$ g en $N_2 = 2,0$ g N per pot).
 Figure 17. Visual rating of the growth of maize as affected by rate of N application and frequency of "flushing" (-T means no flushing, T1 once a week, T2 once every two weeks and T3 once every 3 weeks). Meanwhile water is normally administered in the tray. See legend to figure 2.

de laag van 5 tot 10 cm hoge waarden voor EC_b aangetroffen. In diepere lagen was de EC laag. Bij N_1 was ook in de laag van 5 tot 10 cm in de EC laag.

Door het toedienen van 0,45 liter water op de grond, of door het afdekken van de pot met alkathene-korrels, werd - vergeleken met de onbehandelde potten - bij N_2 de EC_b in de bovenste 5 cm van de grond verlaagd, globaal gezien van 18 naar 14 mS/cm.

Een kleine twee weken na de eerste bemonstering werden alleen nog in de bovenste laag hoge waarden voor EC_b aangetroffen. Bij deze tweede bemonstering blijkt nog duidelijker dan bij de eerste, dat zowel door het toedienen van 0,45 liter water op de grond, als door het afdekken van het oppervlak met alkathene-korrels, een hoog geleidingsvermogen (wat overeenkomt met een hoge zoutconcentratie) in het bodemvocht van de bovenste 5 cm van de grond valt te voorkomen.

De resultaten van de derde en vierde bemonstering laten zien dat, afgezien van enkele uitbijters, in de bovenste 5 cm van de grond veel lagere waarden voor EC_b worden aangetroffen dan bij de voorgaande bemonsteringen.



Figuur 18. Drogestofgehalten (%) van de grond in de potten met mais in vier lagen op vier bemonsteringsdata bij vier terugspoelfrequenties en twee N-niveaus ($N_1 = 0,5$ g en $N_2 = 2,0$ g N per pot).

Figure 18. Dry-matter content of soil (as a percentage of fresh soil sample weight) cropped to maize as affected by rate of N application and frequency of flushing. See legends to figures 2 and 17.

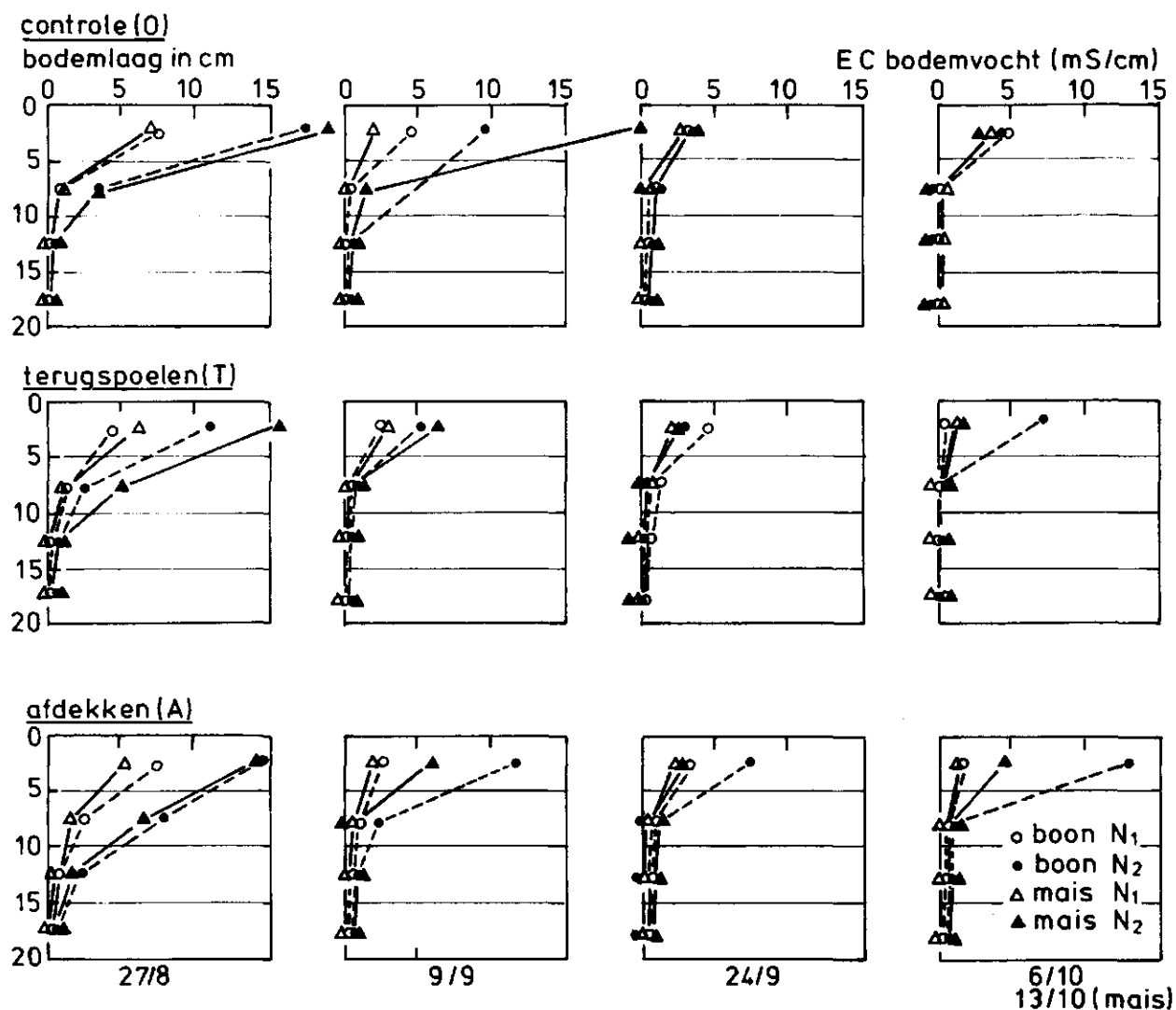
TABEL 12. Drogestofopbrengsten van mais gemiddeld per object in g per pot bij twee terugspoelfrequenties en twee N-niveaus.

TABLE 12. Dry-matter yield of maize shoots, g per pot, with standard deviation as affected by rate of N application and frequency of flushing N_1 and N_2 : figure 2.

N-bem.	1 x per week (T1)	1 x per 2 weken (T2)	1 x per 3 weken (T3)	niet (-T)
N_1	98,97 (7,06)	94,15 (8,14)	88,37 (5,82)	75,20*** (2,24)
N_2	142,17 (10,16)	125,58* (7,16)	115,98* (11,75)	96,50*** (2,72)

* $P < 0,05$, *** $P < 0,001$ t.o.v. 1 x per week terugspoelen

Bij het eind van de teelt is in 1981 samenvallend met de vierde bemonstering bij een groot aantal behandelingen bemonsterd. Het beeld is nogal onregelmatig, maar globaal gezien vallen de volgende opmerkingen te maken. Voor EC worden de grootste absolute waarden, en de grootste verschillen tussen de diverse behandelingen, aangetroffen in de bovenste 5 cm van de grond. Voor de 6-1 potten worden bij de schotelcultuur



Figuur 19. Het geleidingsvermogen (mS/cm) van het bodemvocht in verschillende lagen bij 10-liter potten, waarbij steeds water in de schotel staat (SV), voor alle combinaties van resp. controle, terugspoelen, en afdekken met twee gewassen, twee stikstofniveaus en vier tijdstippen van bemonsteren (o = grondoppervlak).

Figure 19. Electrical conductivity (mS/cm) of the soil solution (calculated from the conductivity of the extract and water content) in pots cropped to maize, as a function of time and depth, as affected by rate of N application and flushing (T) or covering with "alkathene" granules (A) (O) = untreated). N1 and N2: figure 2.

meestal lagere waarden voor EC_b aangetroffen dan bij methode WW. Bij de 10-1 potten hebben de potten waarbij de bovenlaag is losgekrabd meestal hogere waarden voor EC_b dan de afgedekte en de onbehandelde potten.

3.4.2. Verdeling van de totale hoeveelheid zout over de bodemlagen

Verschillende zouten zijn niet in gelijke mate schadelijk voor de plantewortel, wanneer ze in eenzelfde hoge concentratie aanwezig zijn. Hieraan is in dit globaal onderzoek geen aandacht besteed. Uit de waarde van EC_b kan worden afgeleid wat de totale concentratie aan zouten is. Deze concentratie varieert echter met het vochtgehalte van de potgrond. Een betere maatstaf dan EC_b voor het potentiële gevaar van het aanwezige zout is de absolute hoeveelheid zout in een bepaalde laag. Per pot gerekend is de verdeling van de totale hoeveelheid zout over de onderscheiden lagen ook van belang.

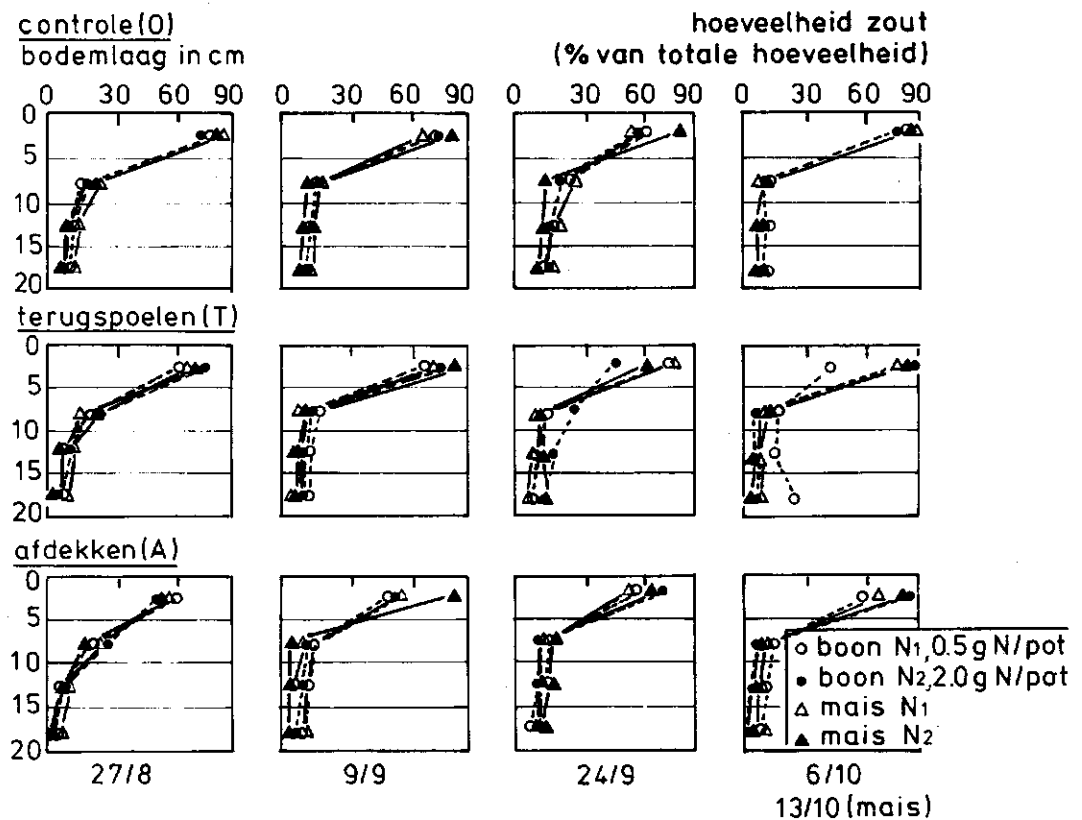
Bij potten die voortdurend met de voet in het water staan, is 19 dagen na het instellen van de schotelcultuur, onafhankelijk van gewas of bemestingsniveau, bijna 80% van de totale hoeveelheid zout die in de pot aanwezig is, geconcentreerd in de bovenste 5 cm van de grond (figuur 20). In de loop van de teelt treden wel wat wijzigingen op, maar globaal gezien blijft het beeld gelijk. In de lagen beneden de bovenste 5 cm zit meestal maar een klein deel van de totale hoeveelheid zout. Twee en een halve week nadat voor het eerst water is gegeven via de schotel, is bij de met alkathene-korrels afgedekte potten, ten opzichte van de controle iets minder zout opgehoopt in de bovenste 5 cm van de grond. In de daar- onder liggende 5 cm wordt echter juist meer aangetroffen. Op latere be- monsteringsdatums is het effect van afdekken, maar ook van terugspoelen, niet of onduidelijk aanwezig.

3.4.3. De hoeveelheid zout in de bovenste bodemlagen

De hoeveelheid zout bovenin de pot zal met name van belang zijn voor een gezaaid gewas, vooral zolang de hoofdmassa van de wortels zich nog boven- in de pot bevindt. Omdat uitgegaan is van EC -metingen, en het actuele gevaar van het zout reeds tot uitdrukking komt in EC_b (zie par. 3.4.2), worden hier geen absolute hoeveelheden zout gegeven. Daarvoor zouden ook nog veronderstellingen moeten worden gemaakt over het verband tussen EC en hoeveelheid zout.

Als maatstaf voor de hoeveelheid zout is eenvoudigheidshalve genomen EC_b , gecorrigeerd op het vochtgehalte in de desbetreffende laag. Om te komen tot getallen die een betere vergelijking van de diverse behandelin-

gen mogelijk maken, is de verkregen waarde voor de bovenste 5 cm van de grond bij "boon, N₁, op 27-8" op 100 gesteld, en zijn de andere waarden naar evenredigheid aangepast (tabel 13).



Figuur 20. De procentuele verdeling van de totale hoeveelheid zout in de pot over de verschillende lagen, als er steeds water in de schotel staat, bij verschillende behandelingen en op verschillende tijdstippen.

Figure 20. As figure 19, for distribution of total amount of salts (calculated from conductivity and water content).

Op 27 augustus, 19 dagen na het instellen van de schotelcultuur was de zouthoeveelheid in de bovenste 5 cm van de potkluit duidelijk minder hoog opgelopen wanneer deze was afgedekt met alkathene-korrels, of wanneer er net voor de bemonstering 0,45 liter water op de grond was gegeven (tabel

13). Opvallend is dat boon bij terugspoelen een zouthoeveelheid in de bovenste 5 cm van de grond werd aangetroffen die lager is dan bij de afgedekte potten, terwijl bij mais juist de afgedekte potten een lagere hoeveelheid zout in de bovenste laag hadden. Op de twee volgende bemonsteringsdatums wordt het beeld onregelmatiger, maar bij mais wordt, zowel bij N_1 als bij N_2 en bij boon bij N_1 bij de afgedekte potten een geringere hoeveelheid zout in de bovenste 5 cm van de grond aangetroffen dan bij de potten die zijn teruggespoeld met 0,45 liter water.

Afgezien van onregelmatigheden, loopt bij beide gewassen en bij beide bemestingsniveaus de hoeveelheid zout in de bovenste 5 cm terug naarmate op een later tijdstip is bemonsterd.

TABEL 13. De zouthoeveelheid in de bovenste 5 cm van de pot op SV, relatief genomen t.o.v. de hoeveelheid bij "boon, N_1 , op 27-8", die op 100 is gesteld.

TABLE 13. Amount of salts in the top 5 cm of different treatments as a percentage of the amount of salts in that layer in the combination French bean/ N_1 /date 27-8 (see figure 20).

Gewas	Stikstof- bemesting	Datum in 1981	Behandeling		
			controle (0)	terugspoelen 2-wekelijks (T2)	afdekken (A)
Boon	N_1	27-8	100	78	95
		9-9	66	45	33
		24-9	63	100	51
		6-10	69	16	30
	N_2	27-8	258	210	206
		9-9	117	107	123
		24-9	44	52	98
		6-10	35	92	65
Mais	N_1	27-8	112	109	83
		9-9	35	48	28
		24-9	66	58	29
		13-10	54	30	18
	N_2	27-8	267	261	194
		9-9	227	133	84
		24-9	67	41	35
		13-10	43	29	32

3.4.4. Conclusies

Op niet afgedekte potten heeft terugspoelen een duidelijk gunstig effect op de groei van het gewas, zowel boven- als ondergronds. Ook de zoutconcentratie in de bovenste grondlaag in de pot is lager, waardoor die beter bewortelbaar is. De angst dat de grond als gevolg van het terugspoelen te

nat wordt, blijkt ongegrond. Het uitspoelen van voedingszouten, waardoor ze weer beschikbaar komen voor opname, lijkt van belang te zijn. Bij de onbehandelde variant (niet afdekken, niet terugspoelen) lijken de aan de oppervlakte opgehoopte zouten moeilijk bereikbaar, omdat deze laag niet beworteld is als gevolg van een te laag vochtgehalte en/of een te hoge zoutconcentratie.

Het afdekken van de potten met aklathene-korrels blijkt ongeveer hetzelfde effect te hebben als het wekelijks terugspoelen.

In hoeverre terugspoelen op de met alkathene-korrels afgedekte proefpotten van belang is, is niet af te leiden uit deze proef. Aanvullend onderzoek in 1982, waarover in hoofdstuk 4 wordt gerapporteerd, geeft hierin meer inzicht.

4. PROEVEN IN 1982

De proeven in 1982 werden geënt op de resultaten van 1981. Daar de schotelcultuur met constant water in de schotel, waarbij de grond afgedekt is met een laagje alkathene-korrels een geschikte teeltmethode bleek te zijn, werd het onderzoek op deze methode toegespitst.

Vragen waarvoor nog nader onderzoek noodzakelijk was, waren:

- a. de geschiktheid van de methode SV voor andere grondsoorten en gewassen,
- b. hoe moet een eventuele overbemesting op SV worden toegediend? en
- c. moet op SV met afgedekte potten nog worden teruggespoeld?

Om op deze vragen een antwoord te krijgen werd een aantal proeven gedaan.

4.1. Watergeefmethodenproef bij verschillende gronden en gewassen

De schotelcultuur (SV) werd t.o.v. de methode van wegen en watergeven* getoetst met verschillende grondsoorten en gewassen.

In tabel 14 is een overzicht gegeven van de fysische en chemische samenstelling van de gebruikte grondsoorten.

TABEL 14. Analysegegevens potgronden.

TABLE 14. Chemical and particle-size analysis of four soils used in the 1982 experiments. a-d: see figure 21.

Grondsoort	pH-KCl	Humus	Lutum	Slib	Silt	Zand	Pw	K	MgO	CaCl ₂
RHP-potgrond (a)	5,98	50,8	-	0,6	7,5	37,4	1	7	1427	-
Kleigrond (b)	7,24	2,7	40,9	61,0	84,1	0,5	37	64	-	9,5
Zandgrond (c)	4,35	4,5	-	2,3	26,3	19,9	41	11	74	-
Zavelgrond (d)	7,29	1,7	8,7	12,6	38,5	0,8	78	31	-	1,3

* De methode wegen en watergeven wijkt af van de in 1981 toegepaste methode. Het water werd op de potten toegediend i.p.v. in de schotels. Door tussentijdse proefoogsten, op hiervoor speciaal aangezette potten, werd de schatting van de hoeveelheid gewas sterk verbeterd.

Omdat bekend is dat mais, zomergerst en stamslabonen een uiteenlopende voorkeur voor de vochttoestand in de bodem hebben, werden deze gewassen als proefgewassen genomen. De proef werd uitgevoerd op 10-1 potten (kunststof emmer) in vier herhalingen bij twee N-bemestingshoeveelheden (0,25 en 2,0 g N/pot). Op zavelgrond werd alleen 2,0 g N per pot toegediend (voor proefschema zie bijlage IV). Alle proefpotten werden afgedekt met een laag van ca. 1 cm alkathene-korrels.

Er werden wekelijks ontwikkelingscijfers gegeven. In figuur 21 zijn deze cijfers grafisch per grondsoort weergegeven.

Uit figuur 21 blijkt dat de gewasontwikkeling op drie van de vier grondsoorten voor het object SV bij N_2 als het beste beoordeeld werd. Op zandgrond werd het object WW echter als het best groeiend gewas beoordeeld.

Het gewas gerst moest, in verband met mogelijke schade door vogels, op 12 juli in het melkrijpe stadium worden geoogst.

In figuur 22 zijn de ontwikkelingscijfers voor mais per grondsoort weergegeven. Uit figuur 22 blijkt dat de SV-methode, gemiddeld genomen, een iets betere gewasontwikkeling geeft.

In figuur 23 zijn de ontwikkelingscijfers voor de stamslabonen gegeven.

Stamslabonen geven bij methode SV de beste gewasontwikkeling. Opmerkelijk is dat op kleigrond vrijwel geen verschil in ontwikkeling is tussen N_1 en N_2 (figuur 23).

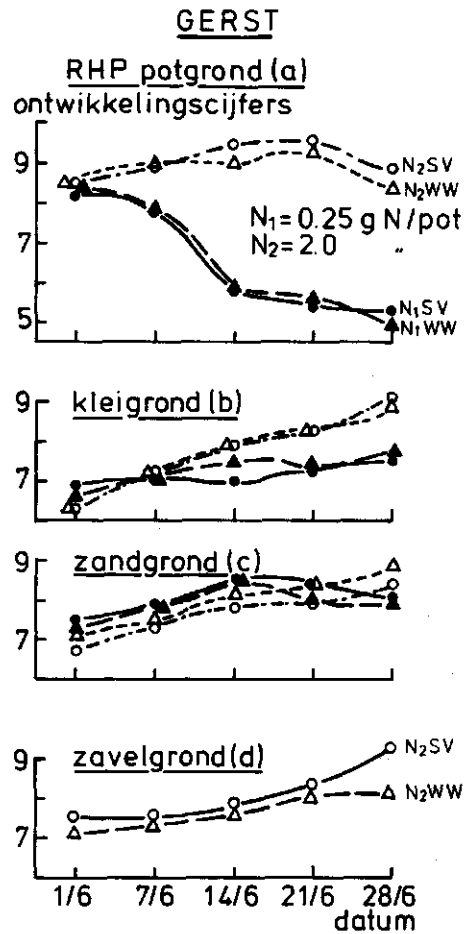
Stamslabonen op zandgrond vertoonden bij N_2 in de begingroei necroseverschijnselen in de nieuw gevormde bladeren. Mogelijk is de lage pH van de grond de oorzaak. Omdat het er op een gegeven ogenblik naar uitzag dat de stamslabonen op zandgrond bij N_2 zouden mislukken, werd een nieuwe proef met stamslabonen op zandgrond aangezet. Deze vervangende proef wordt verderop in dit rapport besproken.

Achteraf bleek die vervangende proef niet nodig geweest te zijn, omdat de necroseverschijnselen na de explosieve begingroei weer geheel verdwenen.

Ongeveer halverwege de proef werden in een periode met een vrij hoge verdamping, ca. 1 uur nadat bij methode WW water gegeven is, grondmonsters genomen voor bepaling van de vochttoestanden in de potten. In figuur 24 zijn de gevonden drogestofgehalten per grondsoort weergegeven.

Uit figuur 24 blijkt dat er tussen de verschillende grondsoorten grote verschillen in drogestofgehalten in de grond aanwezig waren als gevolg van de uiteenlopende verzadigingspunten van deze gronden. Als oriëntatie is daarom per grondsoort het punt van maximale verzadiging (100% WaCap)

weergegeven. Een vergelijking van SV met WW per grondsoort wijst uit dat het gemiddelde vochtgehalte in de potkluit bij beide methoden van watergeven vrijwel gelijk is. Bij de methode SV is de grond bovenin de pot meestal wat droger en onderin de pot wat natter dan bij de methode WW.



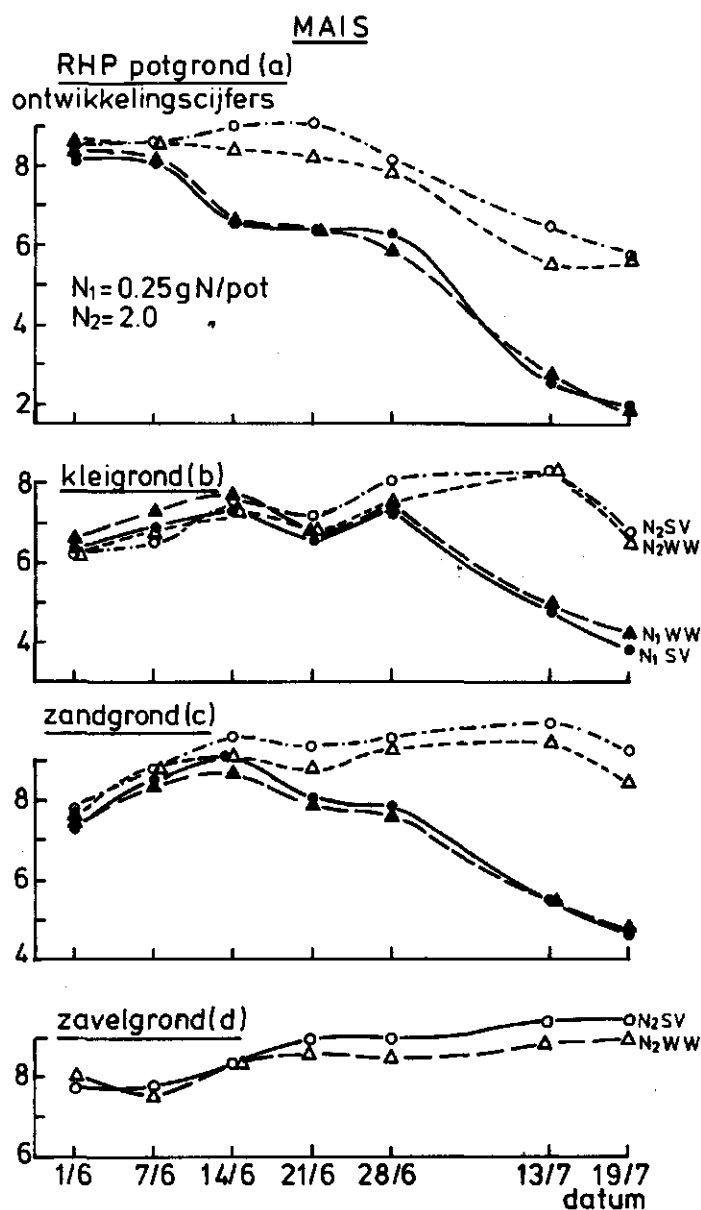
Figuur 21. Ontwikkelingscijfers voor gerst gedurende de proefperiode bij vier grondsoorten en twee N-niveaus (bij zavel een) en twee methoden van watergeven.

Figure 21. Visual rating of the growth of barley as affected by rate of N application (N₁ = 0.25 and N₂ = 2.0 g N per pot), method of watering and type of soil. Soil types used were potting soil on a peat basis (a), clay (b), sand (c) and silt loam (d). See legend to figure 5.

Bij de methode WW is de hoeveelheid water die gedurende het groeiseizoen is gegeven genoteerd. In figuur 25 is het totaal waterverbruik per gewas per grondsoort bij twee N-niveaus weergegeven. Het waterverbruik bij diverse gewassen, grondsoorten en bemestingsniveaus is zeer

verschillend (figuur 25). Mais op RHP-potgrond bij N_1 heeft het laagste waterverbruik (8,7 l per pot) en stamslabonen op dezelfde grond bij N_2 het hoogste verbruik (26,3 l per pot). Wanneer de waterverbruikscijfers worden uitgezet tegen de drogestofproduktie dan blijkt er een duidelijk verband te bestaan (figuur 26).

Een opmerkelijk verschil in drogestofproduktie tussen enerzijds bonen en zomergerst en anderzijds mais komt uit figuur 26 naar voren. Mais blijkt per liter verbruikt water ca. 14 g drogestof op te leveren, terwijl bonen en mais "slechts" 5 g drogestof per liter produceren.



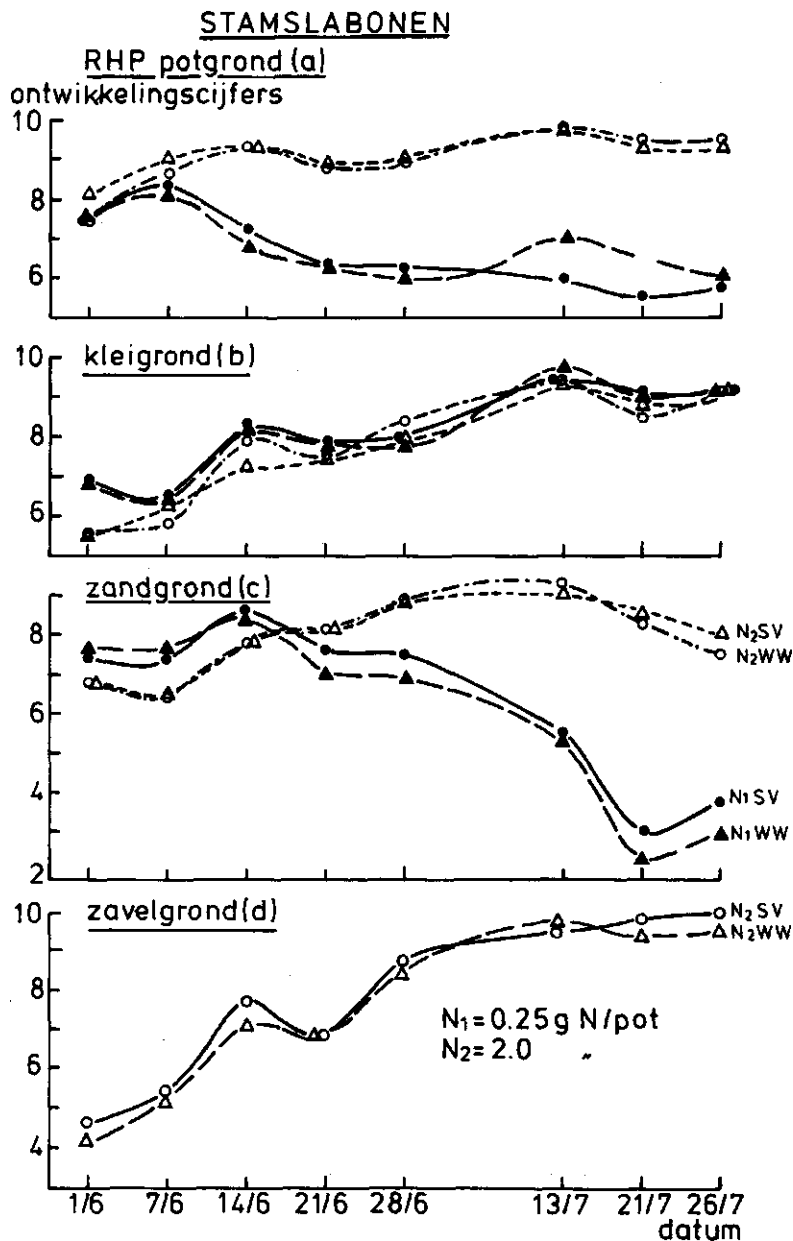
Figuur 22. Ontwikkelingscijfers van mais gedurende het groeiseizoen op vier grondsoorten bij twee N-niveaus (zavel één) en twee manieren van watergeven.

Figure 22. As figure 21, maize.

4.1.1. Opbrengstgegevens

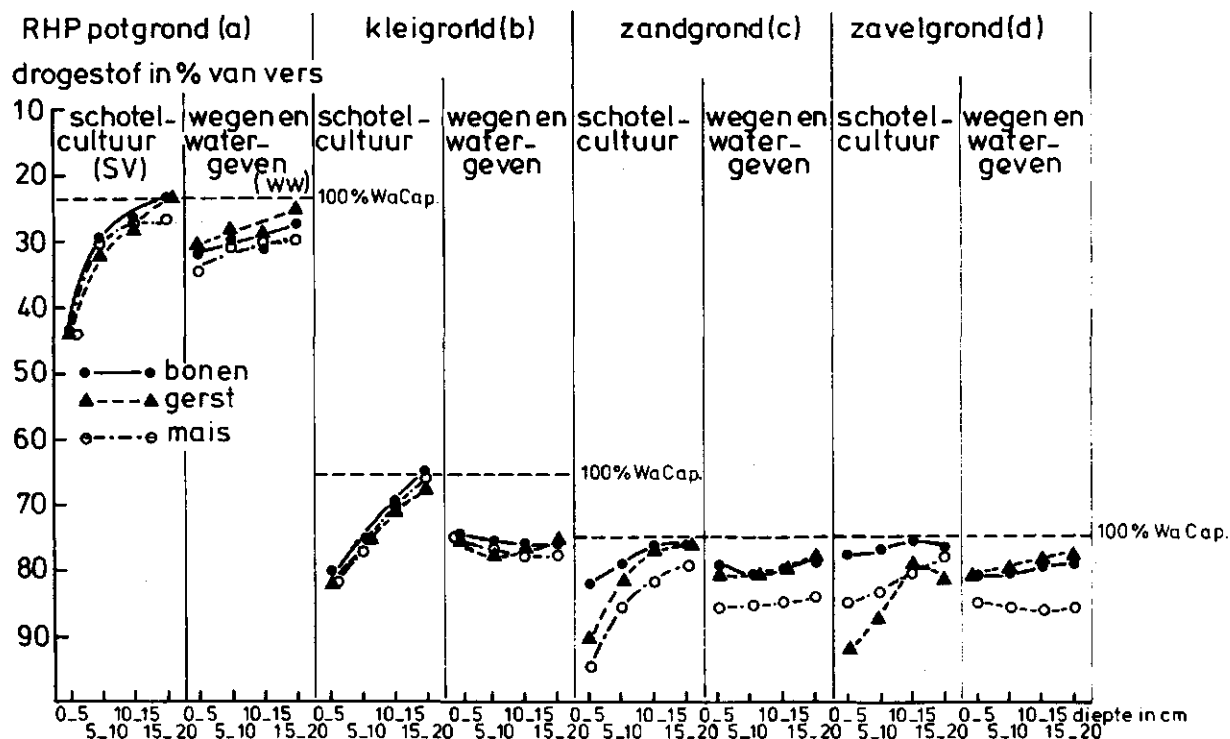
In tabel 15 zijn de opbrengst van de stamslabonen, gerst en mais met de Sx vermeld.

Zoals uit tabel 15 blijkt, geeft gerst op zandgrond bij N_2 een statistisch uiterst betrouwbare meeropbrengst bij de methode WW. De methode SV geeft op RHP en zavelgrond bij N_2 statistisch betrouwbaar hogere opbrengsten dan bij dezelfde objecten verzorgd volgens de methode WW bij mais en gerst. De overige verschillen zijn niet betrouwbaar. De spreiding van de opbrengsten (Sx) is bij SV gemiddeld kleiner dan bij de methode WW.



Figuur 23. Ontwikkelingscijfers van stamslabonen gedurende het groeiseizoen bij vier grondsoorten, twee N-niveaus (bij zavelgrond één) en twee methoden van watergeven.

Figure 23. As figure 21, French bean.



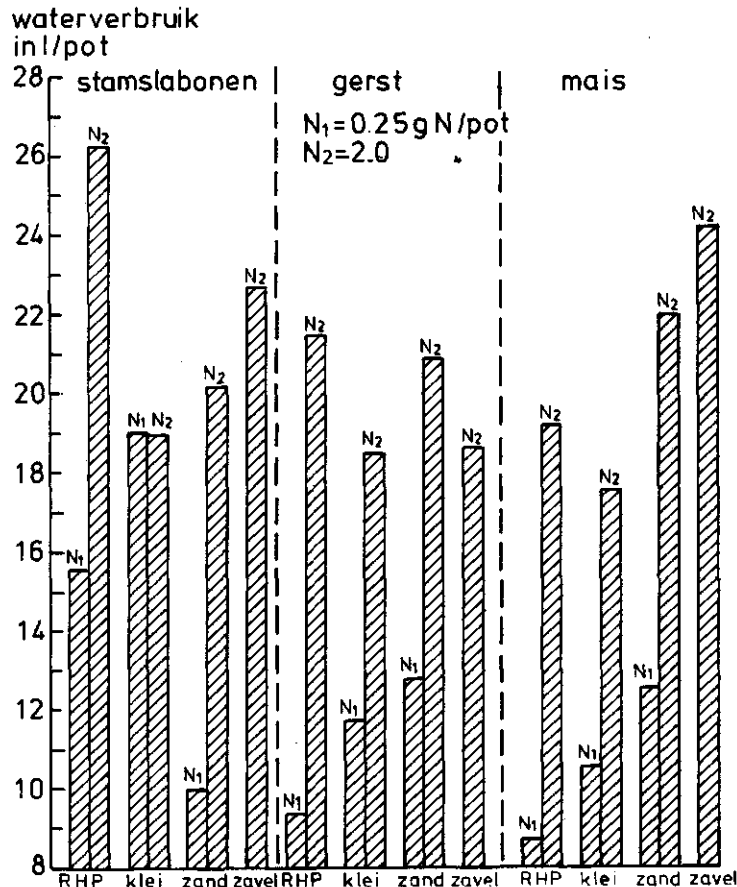
Figuur 24. Drogestofgehalten (%) grond in potkluit in vier lagen bij twee methoden van watergeven en drie gewassen. Als oriëntatie is het punt van de maximale verzadiging met water (100% WaCa) weergegeven.

Figure 24. Soil dry-matter content (as a percentage of fresh soil sample weight) as a function of time and depth as affected by method of watering, type of soil and crop species. Dry matter content at water saturation is indicated by a solid line.

4.1.2. Conclusies watergeefproef

De watergeefmethodenproef bij verschillende grondsoorten en gewassen leverde geen nieuwe gezichtspunten op. Ondanks vervolmaking van de methode WW door het invoeren van tussentijdse proefoogsten om misschatting van het gewas te beperken is er geen betere gewasgroei bij methode WW opgetreden. Gemiddeld genomen is er weinig verschil in gewasgroei tussen methode SV en WW.

De spreiding van de opbrengsten is gemiddeld het kleinst bij methode SV.



Figuur 25. Totaal waterverbruik over de groeiperiode per gewas, grondsoort en N-bemestingsniveau bij het object wegen en watergeven (WW).

Figure 25. Cumulative water consumption (l per pot) during the experiment for watering method (WW) as affected by rate of N application, crop species, and type of soil. See legends to figures 5 and 21.

4.2. Bijbemesten en terugspoelen

Naast de watergeefmethodenproef werd onderzoek gedaan naar het bijbemesten van potten en de plaats van toediening op schotelcultuur die afgedekt zijn met alkathene-korrels. Ook het nut van terugspoelen op afgedekte potten is onderzocht.

Het onderzoek werd gedaan op RHP-potgrond, zand- en kleigrond in 10-1 potten met het gewas stamslabonen. Omdat de proef slechts een oriënterend karakter had, werd ze in duplo uitgevoerd. Door het geringe aantal herhalingen is de betrouwbaarheid minder groot (voor het proefschema zie bijlage IV).

TABEL 15. Opbrengst van de gewassen in g drogestof per pot bij twee watergeefmethoden, vier grondsoorten, drie gewassen en twee N-bemestingsniveaus.

TABLE 15. Dry-matter yield of maize, barley and French bean (g per pot and standard deviation) as affected by method of watering, rate of N application and type of soil. See legends to figures 5 and 21.

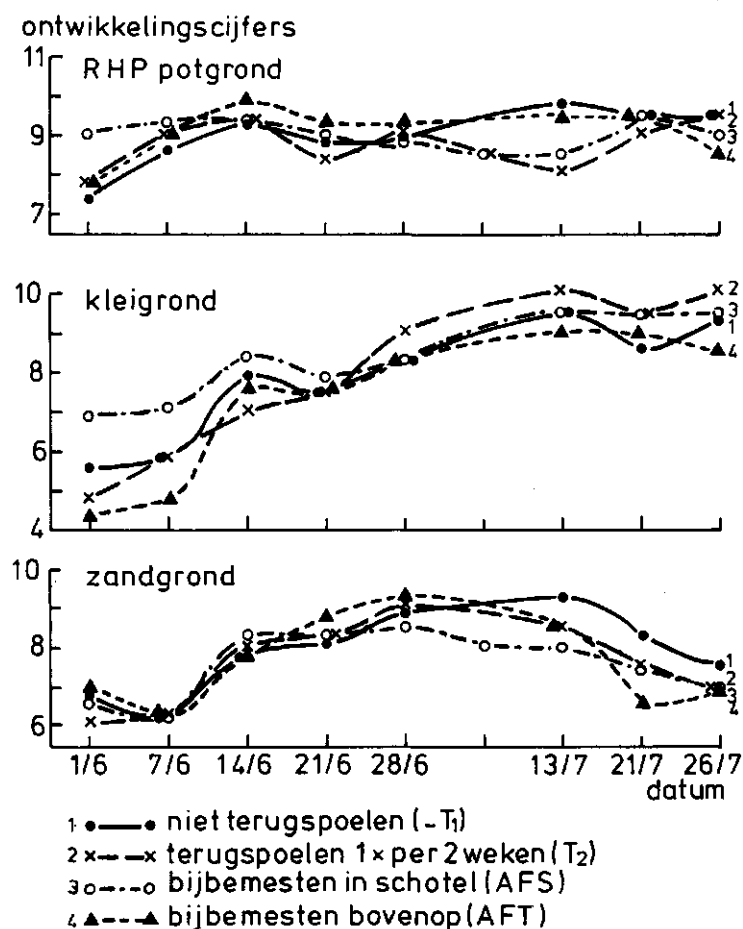
Grondsoort	Watergeef- methode	Stamslabonen		Gerst totaal	Mais totaal
		peul	totaal		
Bemesting N₁					
RHP (a)	SV	23,02 (3,27)	46,77 (7,62)	32,73 (2,80)	54,50 (3,11)
	WW	23,27 (2,72)	46,77 (7,12)	34,38 (1,30)	53,25 (3,20)
Klei (b)	SV	44,06 (1,38)	95,45 (8,81)	58,82 (4,08)	91,00 (3,83)
	WW	42,90 (1,28)	86,82 (9,73)	59,77 (4,41)	99,50 (8,58)
Zand (c)	SV	16,60 (1,60)	37,42 (3,22)	53,75 (2,78)	103,25 (2,50)
	WW	15,86 (1,27)	34,40 (2,43)	57,47 (2,69)	116,00 (11,17)
Bemesting N₂					
RHP (a)	SV	40,19 (3,48)	104,85 (11,10)	99,05 (10,04)	227,75 (14,98)
	WW	37,81 (11,07)	108,90 (19,98)	107,55 (8,43)	196,50 (16,34)
Klei (b)	SV	35,81 (3,95)	85,75 (8,20)	92,85 (12,50)	205,25 (15,06)
	WW	35,31 (3,72)	93,22 (5,41)	106,58 (3,07)	202,00 (29,06)
Zand (c)	SV	45,57 (7,26)	98,12 (7,56)	71,35 (2,89)	270,25 (9,29)
	WW	47,38 (6,22)	110,95 (12,26)	91,50 (3,52)	272,25 (23,63)
Zavel (d)	SV	35,25 (7,34)	102,70 (1,69)	89,17 (9,24)	273,25 (24,61)
	WW	33,12 (7,50)	101,70 (11,77)	72,42 (6,38)	261,75 (27,98)

* P < 0,05, *** P < 0,001. SV getoetst t.o.v. WW.

Uit figuur 27 blijkt dat de invloed van het terugspoelen op de groei van het gewas op met alkathene-korrels afgedekte potten veel geringer is dan eerder op niet afgedekte potten werd gevonden. Het toedienen van bijbemesting in de schotel gaf een betere ontwikkeling van het gewas, dan wanneer deze op de potten wordt toegediend.

In tabel 16 zijn de gewasopbrengsten van bonen en totaal gewas weer-gegeven. Uit tabel 16 blijkt dat de niet teruggespoelde potten hogere opbrengsten geven op RHP-potgrond. Op de beide andere grondsoorten brengen de teruggespoelde potten iets meer op; dit verschil is echter niet betrouwbaar.

RHP-potgrond en kleigrond geven de hoogste opbrengst wanneer de bijbemesting in de schotel wordt gegeven. Op zandgrond is de opbrengst iets hoger bij bijbemesting op de pot (tabel 17). De verschillen zijn niet statistisch betrouwbaar, o.a. vanwege het geringe aantal herhalingen.



Figuur 27. Gewasontwikkelingscijfers van stamslabonen gedurende de gehele proefperiode op drie grondsoorten bij wel en niet terugspoelen en twee manieren van bijbemesten zonder terugspoelen.

Figure 27. Visual rating of the growth of French bean as affected by type of soil, method of additional fertilizer application (on top, AFT or in the tray, AFS) and flushing (+ or - additional watering on top of the pot). The total amount of 2 N was split-applied.

4.2.1. Conclusies bijbemesten en terugspoelen

De wijze van bijbemesten op SV heeft voor verschillende grondsoorten een verschillende gewasreactie tot gevolg. Het toedienen van bijbemesting op de potten is bij een van nature arme grond gunstig en bij een rijke grond ongunstig. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat de bijbemesting toegediend in de schotel minder snel werkt dan bijbemesten op de potten. Op gronden die behoefte hebben aan bijbemesting komt de bijbemesting in de schotel te langzaam ter beschikking voor een optimale groei, terwijl de bijbemesting op een rijkere grond de zoutconcentratie zodanig verhoogt dat hierdoor enige groeiremming ontstaat.

TABEL 16. Drogestofopbrengsten in g per pot van stamslabonen aan peulen en totaal gewas bij wel en niet terugspoelen bij drie grondsoorten.

TABLE 16. Dry-matter yield (g per pot, with standard deviation) of French bean (pots and total tops) at final harvest as affected by flushing once every two weeks (-T and T₂) and by type of soil. See legend to figure 21.

Grondsoort	Object	Opbrengst in g per pot	
		peul	totaal gewas
RHP (a)	niet terugspoelen (-T)	40,19* (3,48)	104,85* (11,10)
	terugspoelen per 2 weken (T ₂)	33,43 (0,57)	87,70 (2,12)
Klei (b)	niet terugspoelen (-T)	35,81 (3,95)	85,75 (8,20)
	terugspoelen per 2 weken (T ₂)	37,41 (2,36)	93,45 (8,84)
Zand (c)	niet terugspoelen (-T)	45,57 (7,26)	98,13 (7,56)
	terugspoelen per 2 weken (T ₂)	46,01 (8,55)	102,45 (21,85)

* P < 0,05

TABEL 17. Drogestofopbrengsten in g per pot van stamslabonen aan peulen en totaal gewas bij twee manieren van bijbemesten op drie grondsoorten.

TABLE 17. Dry-matter yield (g per pot, with standard deviation) of French bean (pods and total tops) as affected by method of additional fertilizer application and by type of soil. See legends to figure 21 and 27.

Grondsoort	Bijbemesten	Opbrengst in g per pot	
		peul	totaal gewas
RHP (a)	in schotel (AFS)	38,69 (7,10)	93,15 (17,18)
	op pot (AFT)	30,93 (4,24)	86,60 (12,16)
Klei (b)	in schotel (AFS)	44,98 (12,53)	102,40 (26,59)
	op pot (AFT)	33,29 (2,17)	82,15 (5,87)
Zand (c)	in schotel (AFS)	39,48 (6,64)	85,10 (3,11)
	op pot (AFT)	42,83 (3,45)	87,45 (4,88)

Daar in het algemeen pas een bijbemesting gegeven wordt wanneer een groot deel van de basisbemesting door de planten is opgenomen en een hoge zoutconcentratie minder gevreesd behoeft te worden, kan het beste de bijbemesting op de potten worden toegediend. Verder lijkt de spreiding van de opbrengsten (S_x) binnen de objecten te worden verhoogd door bijbemesten in de schotel.

Deze voorlopige conclusie is getoetst met aanvullend onderzoek dat in paragraaf 4.4 en 5.1 beschreven wordt.

Afgedekte potten hebben het terugspoelen minder nodig dan niet afgedekte potten. Op met alkathene-korrels afgedekte RHP-potgrond gaven de niet teruggespoelde potten zelfs hogere opbrengsten bij het gewas stamslabonen. Op zand- en kleigrond was terugspoelen gemiddeld iets beter.

4.3. Wortelonderzoek

Na de eind oogst werd van één pot per object de wortelverdeling bepaald door de grond uit de potkluit te spoelen en de hoeveelheid wortels per laag van 5 cm te bepalen.

Het is waarschijnlijk dat de wortelbeelden bij het uitspoelen iets uitgezakt zijn, zodat in de laag 20-21 cm iets meer wortels gevonden zijn dan daar in de pot aanwezig waren.

In tabel 18 is per grondsoort de wortelverdeling in % van totaal voor de watergeefmethoden SV en WW per laag weergegeven.

Bij een vergelijking tussen de grondsoorten (tabel 18) blijkt dat de grootste verschillen optreden in de onderste laag. RHP- en kleigrond bevatten hier gemiddeld meer wortels dan zand- en zavelgrond. Met name klei vertoont daarbij een lager wortelaandeel in de bovenste laag. Bij vergelijking van de twee watergeefmethoden valt op dat het relatieve wortelgewicht in de onderste laag steeds het laagst is bij de schotelcultuur. Dit geldt met name voor de zandgrond. Bij het object WW is meestal de scheut/wortelverhouding het hoogst (klei, zand, zavel). Bij het object SV is echter de scheut/wortelverhouding op RHP-grond hoger.

In tabel 19 is per gewas de wortelverdeling in % van totaal per laag weergegeven voor de watergeefmethoden SV en WW.

In tabel 20 zijn de watergeefmethoden buiten beschouwing gebleven.

Bij een vergelijking van de gewassen (tabel 19) blijkt niet gerst, maar boon in algemene zin het gevoeligst te zijn voor de natte onderkant (schotelcultuur). Alleen hier ontbreekt het al genoemde beeld van aanrijking in de onderlaag. Tegelijk is ook in de bovenste laag het wortelaandeel geringer. Te zamen betekent dit een nadruk op beworteling van het centrum van de pot (in verticale zin) bij de schotelcultuur. Ook bij gerst is de beworteling in de onderste laag het geringst bij de schotelcultuur, maar bij mais treedt zo'n effect niet op. Het totaal plantgewicht per pot geeft geen duidelijk beeld ten voordele van een van beide watergeefmethoden. De schotelcultuur zou voor boon iets minder gunstig, maar voor mais juist iets gunstiger kunnen zijn. Ook hier ondersteunen de waarden voor de scheut/wortelverhouding dit beeld: bij lagere opbrengsten een lagere scheut/wortelverhouding.

4.3.1. Discussie

Het is niet verrassend dat bij de schotelcultuur zich minder wortels in de onderste laag bevinden dan bij watergeven bovenop de pot (tabel 18). Dat dit met name tot uiting komt bij zandgrond is te verklaren uit het

TABEL 18. De wortelverdeling over de pot als percentage van het totaal wortelgewicht voor de aangegeven lagen, de totaal-opbrengst (scheut + wortels) per pot en de scheut/wortelverhouding (S/W) gegroepeerd per grondsoort en methode van watergeven (n = 3).

TABEL 19. Distribution of roots over the pot (mean of three crop species, with standard deviation) as a percentage of total root weight, total dry matter yield per pot, and the shoot-to-root ratio, grouped for each method of watering and soil type. See legends to figures 5 and 21.

Laag	Grondsoort		Klei		Zand		Zavel	
	RHP		Watergeefmethode		Watergeefmethode		Watergeefmethode	
	SV	WW	SV	WW	SV	WW	SV	WW
0-5 cm	33,2 (15,3)	30,2 (21,5)	28,9 (5,3)	28,0 (10,4)	33,6 (11,3)	31,3 (14,1)	30,0 (16,3)	36,6 (6,6)
5-10 cm	21,4 (6,1)	14,2 (2,3)	18,9 (4,3)	13,8 (3,6)	33,4 (8,5)	20,1 (9,4)	19,2 (4,3)	18,2 (9,3)
10-15 cm	14,4 (3,4)	12,3 (5,1)	14,4 (6,8)	12,6 (3,4)	19,0 (4,4)	18,0 (3,8)	19,8 (15,4)	12,3 (2,6)
15-20 cm	10,6 (1,6)	14,0 (10,4)	13,5 (3,8)	14,1 (3,7)	8,8 (2,2)	15,2 (4,0)	15,2 (4,4)	14,8 (3,2)
20-21 cm	21,6 (5,7)	29,1 (11,5)	24,8 (13,1)	31,3 (6,8)	5,2 (4,7)	15,4 (10,9)	15,8 (6,9)	18,6 (14,2)
Plantgew. (g)	148,4 (74,2)	141,1 (58,3)	139,8 (10,7)	147,8 (73,4)	163,1 (118,4)	167,1 (107,8)	174,7 (120,6)	174,5 (124,5)
S/W	17,1 (5,1)	13,5 (1,6)	14,7 (5,1)	16,2 (6,7)	18,1 (5,9)	22,6 (8,7)	16,7 (2,8)	18,6 (7,2)

TABEL 19. Wortelverdeling in procenten van totaal voor de aangegeven lagen, de totale opbrengst aan scheut + wortels per pot en de scheut/wortelverhouding gegroepeerd per gewas en watergeefmethode (n = 4).

TABEL 20. Distribution of roots over the pot (mean of four soil types with standard deviation) grouped for each method of watering and crop species. See legends to figures 5 and 21.

Laag	Gewas		Gerst		Maïs	
	Boon		Watergeefmethode		Watergeefmethode	
	SV	WW	SV	WW	SV	WW
0-5 cm	19,9 (5,4)	22,0 (11,0)	31,45 (5,3)	24,6 (3,7)	43,0 (6,4)	45,6 (5,6)
5-10 cm	28,5 (7,4)	22,6 (8,7)	23,2 (9,7)	12,4 (1,3)	18,0 (3,9)	14,7 (1,8)
10-15 cm	25,4 (8,5)	17,3 (4,2)	13,7 (3,5)	11,5 (2,6)	11,7 (2,4)	12,7 (3,6)
15-20 cm	14,7 (4,6)	16,9 (6,2)	11,0 (3,8)	14,7 (3,7)	10,4 (1,2)	12,1 (5,3)
20-21 cm	11,6 (6,3)	21,1 (11,6)	20,9 (15,8)	34,8 (5,1)	18,1 (7,3)	14,9 (8,8)
Plantgew. (g)	101,3 (11,2)	108,1 (10,3)	101,6 (16,2)	103,0 (13,3)	266,7 (46,4)	261,9 (50,6)
S/W	19,7 (3,7)	21,6 (7,1)	18,1 (2,8)	20,3 (4,6)	12,1 (2,2)	11,2 (1,9)

feit dat hierin, in vergelijking met de andere grondsoorten, grotere poriën zullen ontbreken. Zeker bij de gebruikte slempgevoelige leemhoudende grond (van de IB-proefboerderij). RHP- en kleigrond zijn de grondsoorten waarbij we de grootste poriën verwachten, de groei in de onderste laag is hier ook het best. Daarbij zien we met name bij klei juist een wat geringer wortelaandeel in de bovenste laag. Niet alleen bij de weegmethode, maar ook bij de schotelcultuur zien we een aanrijking van wortels in de onderste laag met name bij RHP- en kleigrond. Hierdoor wordt bevestigd dat bij deze grondsoorten onder zeer natte omstandigheden toch voldoende zuurstof onderin de pot terecht komt. De variant waarbij de wortels de ondergrond het meest mijden geeft evenwel niet de slechtste groei van het gewas.

TABEL 20. Wortelverdeling over de pot als percentage van het totaalwortelgewicht, voor de aangegeven lagen, de totaalopbrengst (scheut + wortels) per pot en de scheut/wortelverhouding, gegroepeerd per gewas.

TABLE 20. Distribution of roots over the pot (mean of four soil types and two methods of watering, with standard deviation) grouped for each crop species. See legends to figures 5 and 21.

Gewas	Wortelverdeling in % (n = 8)		
	boon	gerst	mais
0-5 cm	20,9 (8,1)	28,0 (5,6)	44,3 (5,7)
5-10 cm	25,6 (8,1)	17,8 (8,6)	16,4 (3,3)
10-15 cm	21,3 (7,6)	12,6 (3,1)	12,2 (2,9)
15-20 cm	15,8 (5,2)	12,8 (4,0)	11,2 (3,7)
20-21 cm	16,4 (10,0)	27,8 (13,2)	16,5 (7,7)
plantgewicht (g)	104,7 (10,0)	102,3 (13,7)	164,2 (45,0)
S/W	20,7 (5,3)	19,2 (3,7)	11,7 (2,0)

De geringe gevoeligheid van mais voor natte omstandigheden is te verklaren uit aanwezigheid van luchtkanalen in de wortels. Vooral door de stabiliteit van het vochtproefiel in de pot krijgt bij SV de plant alle gelegenheid om zich aan de natte omstandigheden (eventueel zuurstofgebrek) aan te passen. Aangezien ook gerst in staat is tot luchtholtevorming in de wortel is de slechte groei in de onderlaag bij de zandgrond zeer verrassend. Men is geneigd om hier eerder te denken aan een toxisch effect van stoffen die typisch zijn voor anaërobe omstandigheden, waarvoor gerst dan gevoeliger zou zijn dan de ander gewassen. Het is

overigens bekend dat gerst snel last heeft van vochtovermaat en de rol die luchtkanalen spelen bij O_2 -transport zou een interessant punt van onderzoek zijn. De grotere relatieve wortelmassa in de bovenlaag bij gerst en mais moet worden toegeschreven aan de vorming van kroonwortels die op het totaal wortelgewicht een grote invloed hebben, maar voor de totale wortellengte weinig betekenen.

4.4. Combinatie-effecten van methoden van watergeven, bemesten, afdekken en terugspoelen

Het onderzoek werd uitgevoerd op proefpotten van 10 l met zandgrond (tabel 21) in drievoud. De proefobjecten waren combinaties van twee watergeefmethoden WW en SV, twee manieren van bijbemesten, wel en niet terugspoelen en wel en niet afdekken. Het proefgewas was stamslaboon (zie proefschema in bijlage V).

TABEL 21. Fysische en chemische analyse van de potgrond.
TABLE 21. Physico-chemical analysis of the potting soil (sand).

pH-KCl	Humus	Lutum	Slib	Silt	Zand	Pw	K geh.	MgO	CaCO ₃
5,75	4,45	-	2,3	26,3	19,9	41	11	74	0,0

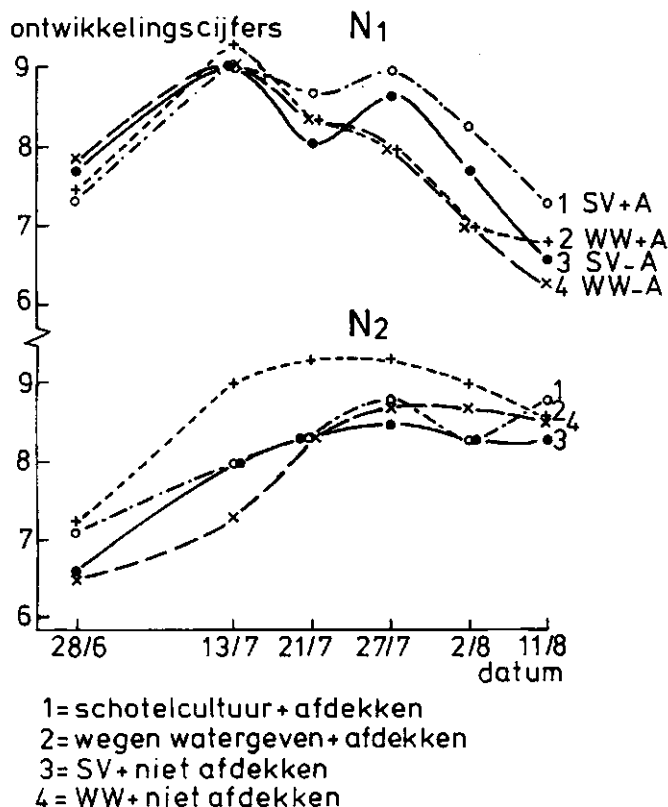
In figuur 28 zijn de ontwikkelingscijfers van het gewas per object over de proefperiode weergegeven bij N_1 .

In figuur 29 zijn de gewasontwikkelingscijfers gegeven voor verschillende objectcombinaties op schotelcultuur bij N_2 . Uit figuur 29 blijkt dat het afdekken van de potten met alkathene-korrels meer invloed op de gewasontwikkeling heeft dan de wijze van bijbemesten, terwijl de invloed van terugspoelen iets groter is dan de invloed van het afdekken.

In tabel 22 zijn voor de methode SV bij N_2 de opbrengsten aan drogestof van peulen en totaal gewas per object weergegeven in g per pot, evenals de Sx. Uit tabel 22 blijkt dat de effecten van het afdekken en terugspoelen vrijwel aan elkaar gelijk zijn. Het toedienen van bijbemesting op de potten is voor deze proef met zandgrond het gunstigst.

In tabel 23 zijn de gewasopbrengsten weergegeven van het proefveld waarin, in combinatie, vergeleken is de invloed van de wijze van watergeven bij wel en niet afdekken van de proefpotten met alkathene-korrels,

bij twee bemestingsniveaus. Uit tabel 23 blijkt dat het afdekken, zowel op schotelcultuur als bij wegen en watergeven, hogere opbrengsten geeft. Bij schotelcultuur is echter de invloed van het afdekken gemiddeld aanzienlijk groter.

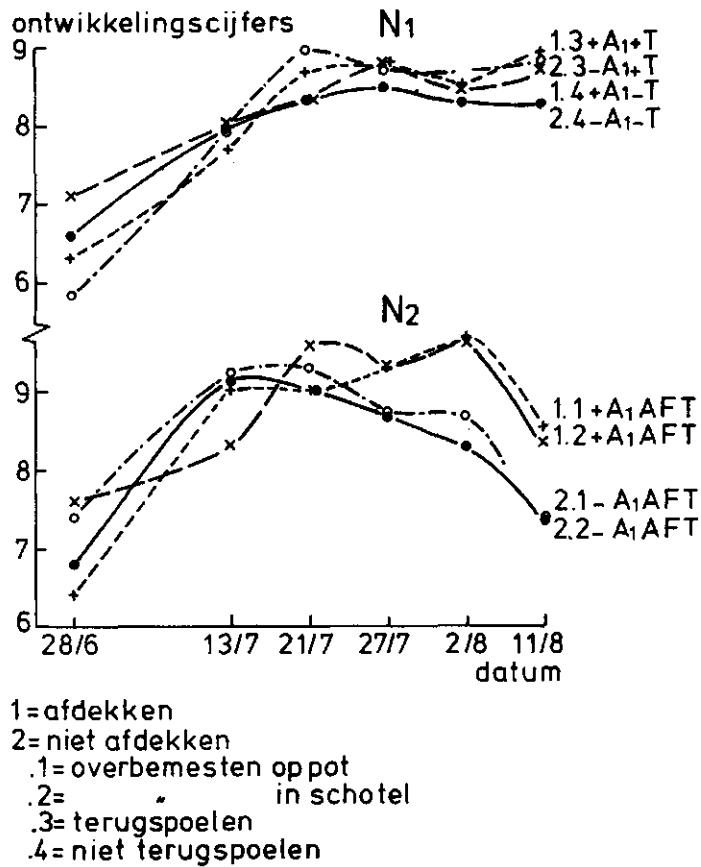


Figuur 28. Ontwikkelingscijfers van stamslabonen gedurende de proefperiode bij verschillende objectcombinaties en twee bemestingsniveaus.

Figure 28. Visual rating of the growth of French bean on a silt loam as affected by method of watering (SV and WW), soil cover (A) and rate of N application. See legends to figures 5 and 21.

In tabel 24 is voor de vergelijking van de verschillende objecten voor SV en WW bij bemestingstrap N₂ een andere indeling gemaakt van de opbrengsten.

Daar bij methode WW alle water bovenop de potten wordt toegediend en als het ware dagelijks teruggespoeld wordt, ontbreken de objecten terugspoelen en afdekken en terugspoelen. Uit tabel 24 blijkt wel duidelijk dat de combinatie van afdekken en terugspoelen op SV veel hogere gewasopbrengsten geeft, bij een lage Sx, dan één van de andere behandelingscombinaties.



Figuur 29. Ontwikkelingscijfers van stamslabonen bij verschillende objectcombinaties op schotelcultuur.

Figure 29. Visual rating of the growth of French bean on a silt loam affected by soil cover (A), additional fertilizer application (on top, AFT, or in the tray, AFD and flushing (T) for watering method SV and fertilizer level N₂.

4.4.1. Conclusies

Uit het onderzoek is gebleken dat verschillende behandelingsobjecten een gunstig combinatie-effect hebben. Hoewel het verkrijgen van een hoge gewasopbrengst op zich geen doel is, geeft een hogere opbrengst toch aan dat de groeiomstandigheden gunstiger zijn.

De beste groeiomstandigheden worden verkregen op schotelcultuur (SV), waarbij de potten afgedekt zijn met alkathene-korrels en waarbij eens per twee weken met 45 ml water per 1 potinhoud teruggespoeld wordt.

Bijbemesting van potten op schotelcultuur kan het beste op de potten worden toegediend, voordat het tweewekelijks terugspoelen plaats heeft.

TABEL 22. Drogestofopbrengst en Sx van peulen en totaal gewas in g per pot op schotelcultuur (SV) bij de bemestingstrap N₂ voor de objectcombinaties wel en niet terugspoelen, wel en niet afdekken en bij bemesten op de pot of in de schotel.

TABEL 22. Dry-matter yield (g per pot and standard deviation) of French bean (pods and total tops) as affected by soil cover (A), flushing (T) and additional fertilizer application (AFT or AFD) on a silt loam for watering method SV and fertilizer level N₂. See legends to figures 5, 11 and 21.

Objecten	Drogestof peulen (g/pot)		Drogestof totaal gewas (g/pot)	
	niet afdekken -A	afdekken +A	niet afdekken -A	afdekken +A
niet terugspoelen -T	23,03 (5,81)	32,43 (4,75)	71,18 (13,18)	81,35 (7,04)
terugspoelen +T	33,60 (9,00)	38,70 (5,11)	82,47 (14,61)	94,63 (0,31)
bijbem. in schotel AFD	24,90 (3,20)	32,03 (5,83)	71,77 (3,78)	93,87 (8,09)
bijbem. op pot AFT	28,13 (5,46)	34,00 (2,26)	79,73 (16,41)	98,40 (9,86)

TABEL 23. Gewasopbrengst in g drogestof per pot bij twee bemestingsniveaus, twee manieren van watergeven en wel en niet afdekken van de potten met alkathene-korrels.

TABEL 23. Dry-matter yield (per pot and standard deviation) of French bean (pods and total tops) on a silt loam, as affected by method of watering (SV and WW), rate of N application (N₁ and N₂) and soil cover (A).

Objecten	Drogestof peulen (g/pot)				Drogestof totaal gewas (g/pot)			
	bemestingsniveau		bemestingsniveau		bemestingsniveau		bemestingsniveau	
	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂
Schotelcultuur (SV)	niet afdekken -A	16,75 (3,89)	23,03 (5,81)	44,17 (3,35)	71,18 (13,18)			
	afdekken +A	19,87 (1,72)	32,43* (4,75)	60,17* (9,13)	81,35 (17,04)			
Wegen en waterg. (WW)	niet afdekken -A	19,40 (2,88)	26,50 (5,15)	57,27 (4,40)	68,30 (12,18)			
	afdekken +A	20,47 (2,75)	30,63 (4,90)	62,37 (2,20)	83,60 (10,18)			

* P < 0,05 t.o.v. niet afdekken

TABEL 24. Gewasopbrengst in g drogestof per pot bij wel en niet afdekken en wel en niet terugspoelen bij twee methoden van watergeven en bem.trap N₂.

TABLE 24. Dry matter yield (g per pot and standard deviation) of French bean (pods and total tops) on a silt loam, as affected by method of watering (SV and WW), rate of N-application (N1 and N2) and soil cover (A).

Objecten		Peulen	Totaal gewas
Schotelcultuur (SV)			
Afdekken (A)	terugspoelen (T)		
-	-	23,03 (5,81)	71,18 (13,18)
+	-	32,43 (4,75)	81,35 (17,04)
-	+	33,60 (9,00)	82,47 (14,61)
+	+	38,70 (5,11)	94,63 (0,31)
Wegen en watergeven (WW)			
-	-	26,50 (5,15)	68,30 (12,18)
+	-	30,63 (4,90)	83,60 (10,19)

4.5. Zout in de pot

Uit de onderzoekresultaten van de proeven in 1981 is gebleken dat in potten op schotelcultuur (SV) de zoutophoping in de bovenste lagen van de pot het meest interessant zijn. Daarom is in 1982 de bovenste laag van 5 cm verder onderverdeeld en de lagen 0-1, 1-3 en 3-5 cm.

4.5.1. Geleidingsvermogen bodemvocht

In figuur 30 is het resultaat van dit onderzoek weergegeven. Uit figuur 30 blijkt dat het zinvol is geweest de bovenste grondlaag van 5 cm op te splitsen in drie lagen. Er is een duidelijk verschil in EC_b gevonden tussen deze lagen.

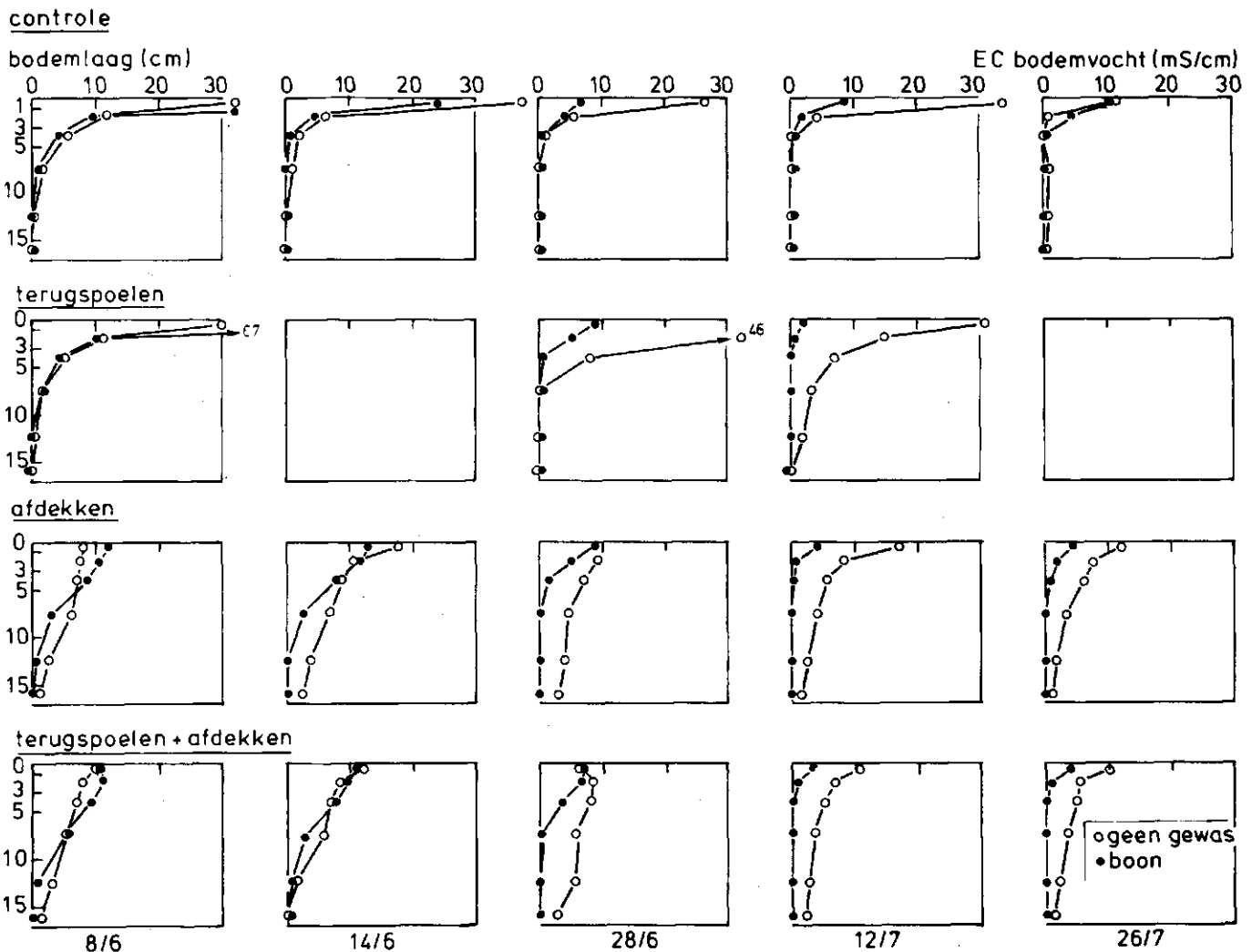
Reeds zeven dagen na het vullen van de schotels met water, neemt EC_b exponentieel af, gaande van het oppervlak naar beneden. In de bovenste cm van de grond worden bij de onbehandelde potten zeer hoge waarden voor EC_b aangetroffen. In de laag van 1-3 cm is EC_b al opmerkelijk lager, maar nog steeds erg hoog (10 mS/cm). In de laag van 3-5 cm is EC_b ongeveer 5 mS/cm, en nog dieper in de pot worden heel lage waarden gevonden.

Figuur 30 laat zien dat door afdekken met alkatheene-korrels, de ophoping van zouten in de bovenlaag van de potkluit sterk kan worden afgeremd. Een week nadat voor de eerste keer water via de schotel is gegeven, wordt voor boon bij de onbehandelde potten een EC_b van ruim 30, en voor de afgedekte variant één van ruim 20 mS/cm berekend voor de bovenste cm van de potkluit. Globaal gezien wijkt het beeld op 14 juni

nog weinig af van dat op 8 juni, maar op de latere bemonsteringsdatums blijkt EC_b in de bovenste lagen van de pot, vooral op de beteelde potten te zijn afgenomen. Op 29 juni, wanneer reeds een kleine dertig dagen water is gegeven via de schotel, is er weinig verschil tussen de beteelde potten die al dan niet zijn teruggespoeld en/of afgedekt.

Vanaf 29 juni hebben de onbegroeide potten meestal duidelijk hogere waarden voor EC_b dan de beteelde potten.

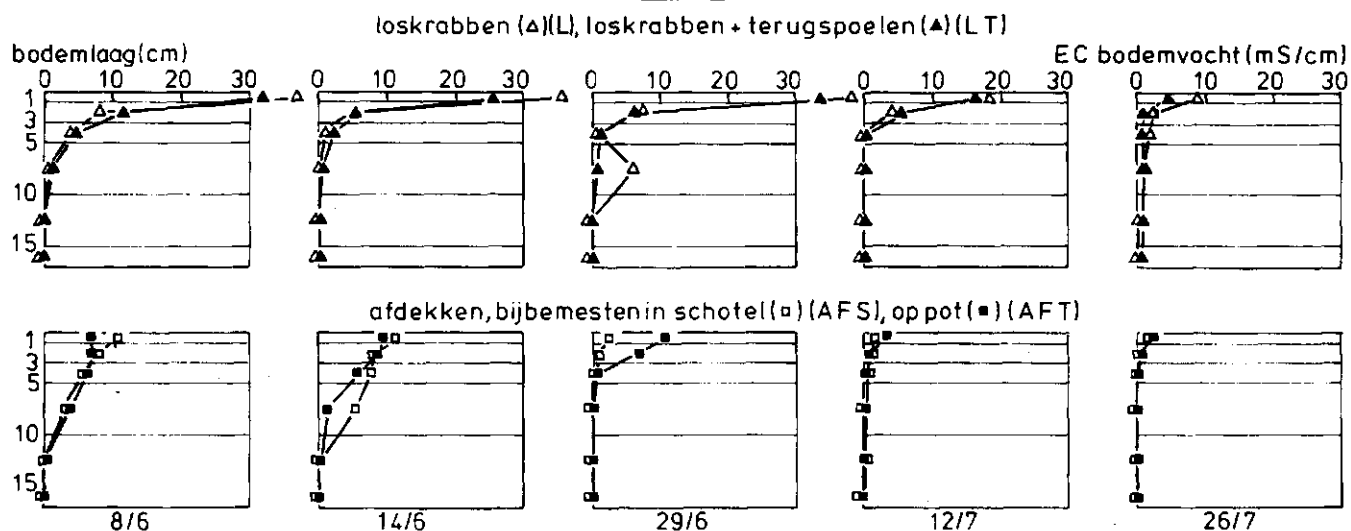
In figuur 31 zijn de gevonden EC -waarden in het bodemvocht weergegeven bij twee methoden van overbemesten, loskrabben en loskrabben + terugspoelen bij boon.



Figuur 30. Geleidingsvermogen (mS/cm) in het bodemvocht in lagen bij schotelcultuur, na verschillende behandelingen en op verschillende tijdstippen (0 = grondoppervlak).

Figure 30. Electrical conductivity (mS/cm) of the soil solution (calculated from conductivity of the extract and water content) as a function of depth, as affected by flushing (T), and soil covering (A) for watering method SV and fertilization level N2. Pots were either cropped to French bean or left fallow (o and ●).

BOON



Figuur 31. Geleidingsvermogen (mS/cm) in het bodemvocht in lagen bij schotelcultuur na loskrabben, loskrabben + terugspoelen, bijbemesten op de pot en in de schotel.

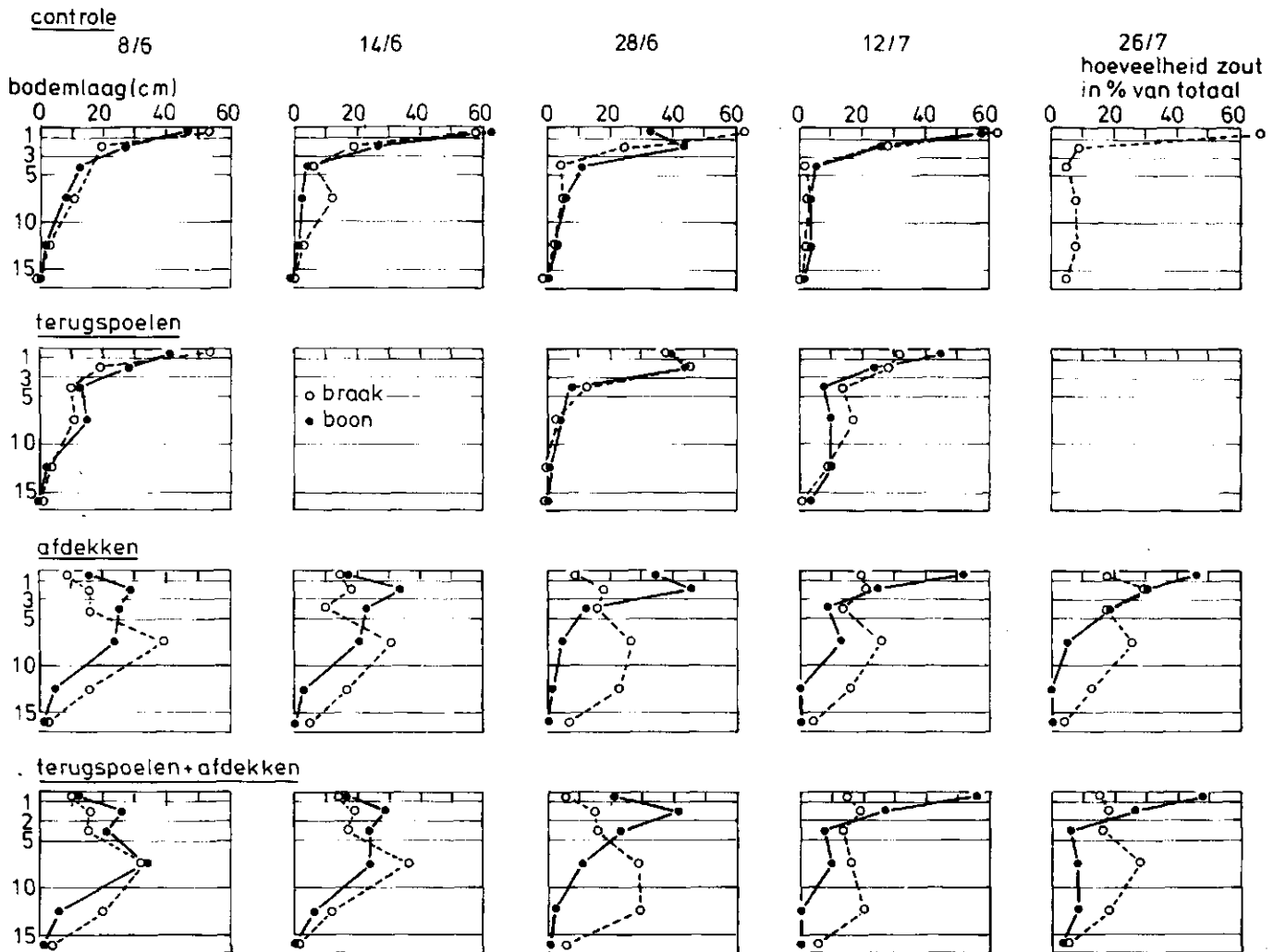
Figure 31. Electrical conductivity (mS/cm) of the soil solution (calculated from conductivity of the extract and water content) as a function of depth as affected by loosening the soil surface (L), flushing (T) and applying additional fertilizer on top or in the tray (AFS and AFT) for watering method SV and fertilization level N2. Pots were cropped to French bean.

De EC_b in de bovenste laag grond is veelal hoog, als deze bovenlaag regelmatig wordt losgemaakt (loskrabben) zodra deze verdicht is (figuur 31).

De potten waarbij de N-gift niet geheel in een keer bij het begin van de teelt is verstrekt, maar voor een deel als bijbemesting is gegeven, vallen op 12 en 26 juli op door lage EC_b-waarden in alle lagen van de potkluit. Het toedienen van de bijbemestingsstikstof op de grond heeft op 29 juli tot iets hogere waarden voor het geleidingsvermogen geleid in de bovenste 3 cm van de kluit, vergeleken met het toedienen van de bijbemestingsstikstof in de schotel.

4.5.2. De verdeling van de totale hoeveelheid zout over de verschillende lagen

Figuur 32 geeft de procentuele verdeling van de totale hoeveelheid zout in de potkluit over de verschillende lagen. Uit figuur 32 blijkt dat in het begin van de teelt in de bovenste laag zich aanzienlijk minder zout ophoopt wanneer de grond is afgedekt met alkathene-korrels.



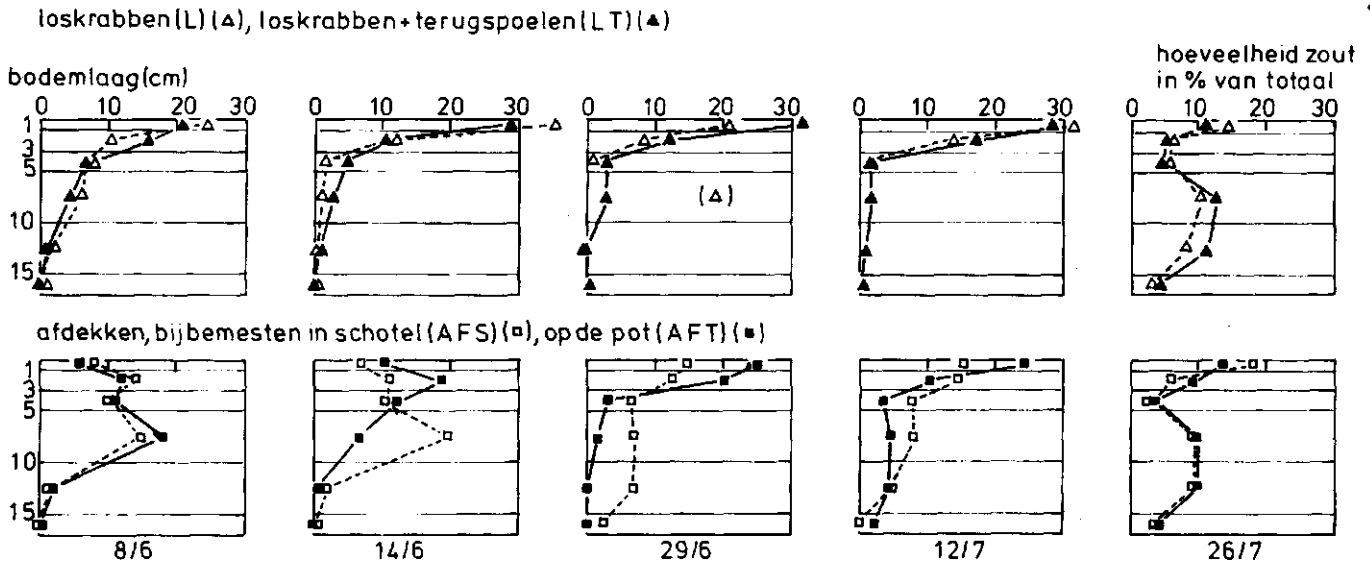
Figuur 32. Procentuele verdeling van het zout in de pot in de verschillende lagen op diverse data (0 = grondoppervlak).

Figure 32. Distribution of salts among layers of 5 cm (expressed as a percentage of the total amount) as a function of time, as in figure 30.

Bij de onbehandelde potten is een week na het vullen van de schotels met water reeds 50% van de totale hoeveelheid zout in de bovenste cm van de grond aanwezig. Bij de beteelde afgedekte potten zit het grootste deel van de zouten dan in de laag van 1 tot 10 cm, in totaal zo'n kleine 80%. Er is een tendens aanwezig dat bij de afgedekte, onbeteelde potten de zouten langer onderin blijven dan bij de afgedekte beteelde potten.

Uit de bemonsteringen op 14 juni, 29 juni en 12 juli blijkt dat bij beteelde potten de hoeveelheid zout in de bovenste lagen kleiner blijft als het grondoppervlak is afgedekt. Dit effect wordt echter kleiner in de loop van de tijd. Vergeleken met de onbehandelde potten is het effect van terugspoelen gering, ook bij de afgedekte potten.

In figuur 33 is de procentuele verdeling van het zout in de pot weergegeven bij twee methoden van overbemesten, loskrabben en loskrabben en terugspoelen bij het gewas boon.



Figuur 33. Procentuele verdeling van de totale hoeveelheid zout in de pot over de verschillende lagen, bij verschillende behandelingen en op verschillende tijdstippen (0 = grondoppervlak).

Figure 33. Distribution of salts among layers of 5 cm (expressed as a percentage of the total amount) as a function of time, as in figure 31.

Vergeleken met de controle-potten heeft het loskrabben van het oppervlak van de grond nauwelijks invloed op de verdeling van de zouten over de verschillende lagen. Het bijmesten met stikstof bovenop de pot op 14

en 29 juni heeft, vergeleken met bijmesten in de schotel, tot een verhoging van de hoeveelheid zouten in de bovenste lagen van de pot geleid. Op latere bemonsteringsdatums zijn de verschillen tussen de twee manieren van bijbemesten kleiner.

4.5.3. Zout in de bovenste laag grond

Een week nadat de schotelcultuur is ingesteld (8 juni, de potten hebben dan een week met de voet in het water gestaan), is op de potten zonder gewas, wanneer de grond niet afgedekt is met alkathene-korrels, veel zout opgehoopt in de bovenste cm van de grond (tabel 25). Ook bij de potten met een gewas is er op de niet afgedekte potten aanzienlijk meer zout in deze laag aanwezig dan op de afgedekte potten.

TABEL 25. Zouthoeveelheid in de bovenste cm van de grond, relatief genomen ten opzichte van de hoeveelheid bij de beteelde potten die niet zijn afgedekt, niet zijn terugspoeld en niet zijn losgekrabd, op vijf verschillende tijdstippen tijdens het groeiseizoen, en voor verschillende behandelingen.

TABLE 25. The amount of salt in the layer 0-1 cm in different treatments relative to that in the control (treatment 1). Watering by method SV and fertilization level N2.

Object- nummer	Gewas	Behandeling van het potoppervlak			Bijbemesting (AF)	Datum				
		afdekken (A)	terugspoelen (T)	loskrabben (L)		8-6	14-6	29-6	12-7	26-7
1	stamslaboon	-	-	-		100	81	25	30	24
2	stamslaboon	-	+	-		91		36	10	
3	stamslaboon	-	+	+		86	108	126	73	17
4	stamslaboon	+	-	-		40	46	31	8	6
5	stamslaboon	-	-	+		114	117	130	77	37
6	stamslaboon	+	+	-		35	45	26	12	13
7	stamslaboon	+	+	-	(D) in de schotel	31	40	10	7	4
8	stamslaboon	+	-	-	(T) op de pot	24	36	40	12	3
9	braak	-	-	-		170	119	89	118	36
10	braak	-	+	-		178		171	125	
11	braak	+	-	-		27	63	31	59	47
12	braak	+	+	-		31	46	23	42	38

Het effect van terugspoelen op de hoeveelheid zout in de bovenste laag is beperkt.

In de loop van de tijd blijkt bij begroeide en onbegroeide potten de hoeveelheid zout in de bovenste laag te dalen.

Wanneer de bovenlaag werd losgekrabd zodra deze verdicht was, nam de zouthoeveelheid in de bovenlaag toe tot ca. 29 juni. Op de afgedekte potten werden op alle bemonsteringsdata bij wel en geen gewas relatief lage zouthoeveelheden in de bovenste cm aangetroffen.

4.5.4. Discussie en conclusies

Bij het begin van deze discussie wordt opgemerkt dat voor de EC in het bodemvocht soms erg hoge waarden zijn berekend. Het is mogelijk dat in de potkluit in bepaalde gevallen oplosbaarheidsprodukten zijn overschreden en zouten zijn neergeslagen. Voor die gevallen geeft de berekende EC ^b niet aan welke zouthoeveelheid in het bodemvocht aanwezig was.

Een belangrijk gegeven dat uit het beschikbare materiaal naar voren komt is dat, wanneer potten met de voet in het water worden gezet, de aanwezige oplosbare zouten zich binnen een week voor een groot deel bovenin de pot hebben opgehoopt. Bij normaal bemeste potten worden een week nadat voor het eerst via de schotels water is gegeven, EC-waarden berekend die zo hoog zijn dat mag worden aangenomen dat er in deze laag geen normale wortelgroei mogelijk is.

Een tweede belangrijk gegeven dat uit de proeven naar voren komt is dat door het afdekken van het potgrondoppervlak met een laag alkathene-korrels, de ophoping van zout bovenin de potkluit sterk wordt afgeremd. Zoals blijkt uit de paragrafen 3.3 en 4.4 heeft dit gunstige gevolgen voor de groei van de plant.

Het eenmaal in de twee weken toedienen van water, 0,45 liter bij een 10-1 pot, had een minder consequent effect op het geleidingsvermogen in het bodemvocht van de bovenste grondlagen, de hoeveelheid zout in die lagen en op de verdeling van de totale hoeveelheid zout over de verschillende lagen. Ook dit komt tot uitdrukking in de groei van het gewas. Het loskrabben van de bovenste laag van de grond, wanneer deze is verdicht, heeft tot gevolg dat er langer een grote hoeveelheid zout in de bovenste laag aanwezig blijft, en kan daarom - ook gezien het ongunstige effect op de gewasgroei - beter achterwege blijven.

Zowel voor het geleidingsvermogen in het bodemvocht, als voor de verdeling van de totale hoeveelheid zouten in de pot over de verschillende lagen, zien we hetzelfde beeld: gaande van onderin de pot naar boven nemen zowel EC ^b als de hoeveelheid zout in de laag exponentieel toe. Kennelijk is het massatransport van zouten met de waterstroom van onder naar boven groter dan de terugdiffusie van zouten van boven naar beneden.

De afname van EC ^b en de hoeveelheid zout in de bovenste laag van de potkluit, in de loop van de tijd, moet bij de begroeide potten zeker voor een deel worden toegeschreven aan de opname door het gewas. Dat er daarnaast nog andere processen een rol spelen, blijkt uit het feit dat ook bij de braakpotten een afname met de tijd wordt waargenomen.

Uit de proefresultaten blijkt dat het risico van een te grote hoeveelheid zout in de pot valt te verkleinen door van de totale hoeveelheid meststoffen die zal moeten worden toegediend, een deel te geven als basisbemesting, en de rest als bijbemesting tijdens de teelt. Deze bemestingsgiften zullen dan wel op tijd moeten worden gegeven.

Uit de proefgegevens blijkt verder dat, gezien de kansen op zoutschade, het toedienen van de meststof in de schotel voordelen bieden. Het is echter de vraag of het minder hoog oplopen van de zoutconcentratie niet moet worden toegeschreven van een verlies van een deel van de toegediende stikstof door denitrificatie onderin de pot. Hoewel het gevaar van anaërobie niet erg groot lijkt, zal aanvullende stikstofbemesting uit veiligheidsoogpunt beter op de grond kunnen worden toegediend, tenzij informatie beschikbaar komt die uitwijst dat het anders kan.

4.6. Wortelonderzoek, afdek-, terugspoel-, loskrab- en bijbemestingsproef

Evenals bij het reeds beschreven onderzoek naar het geleidingsvermogen in verschillende lagen in de pot werd voor het bewortelingsonderzoek de bovenste grondlaag van 5 cm opgesplitst in drie lagen van 0-1, 1-3 en 3-5 cm.

Van acht objecten werd op zes tijdstippen, te beginnen bij het moment dat de schotels met water gevuld werden en 1, 2, 4, 6 en 9 weken daarna één pot per object bemonsterd (proefplan, zie bijlage IV).

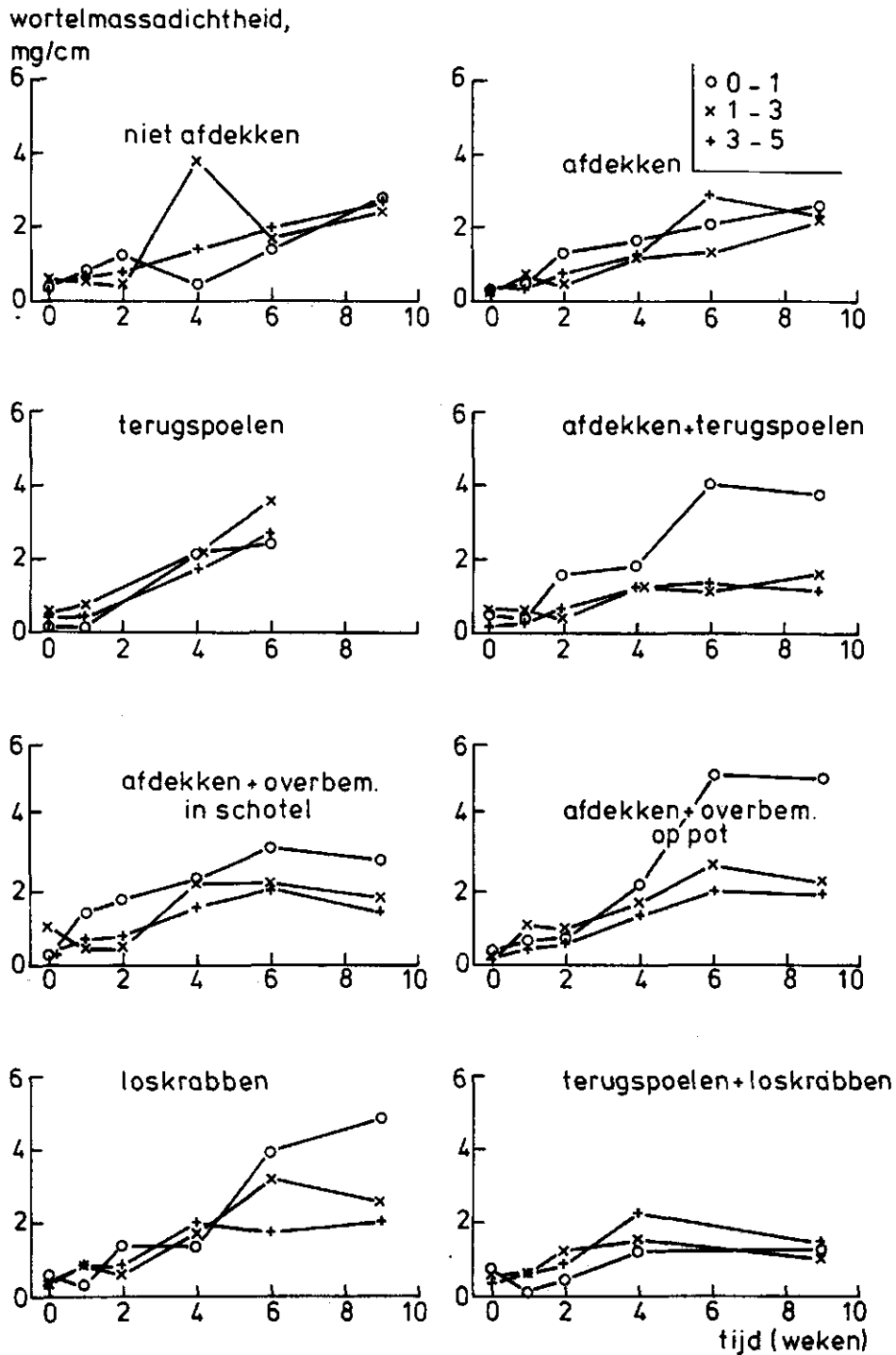
4.6.1. Resultaten

In figuur 34 is per object van de lagen 0-1, 1-3 en 3-5 cm de wortel-massadichtheid uitgezet als functie van de tijd.

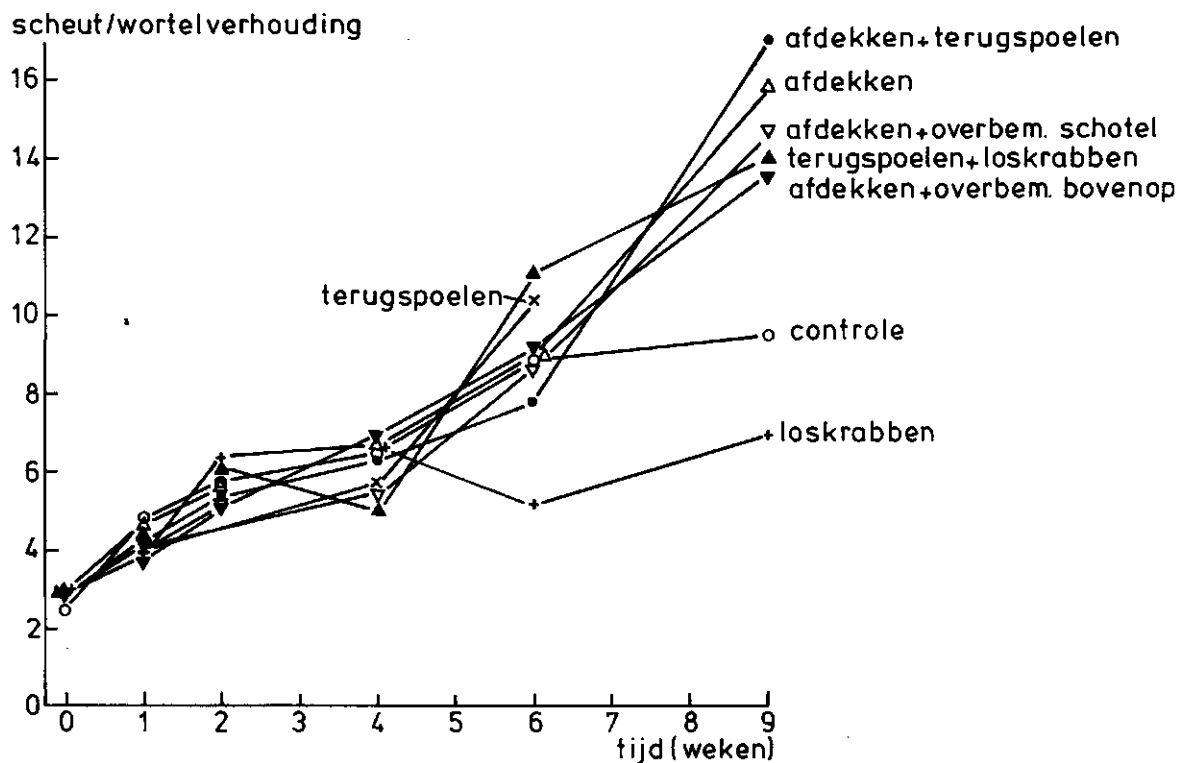
Uit figuur 34 blijkt dat de combinatie van de objecten, afdekken, terugspoelen en overbemesten op de pot gunstig is voor de wortelontwikkeling in de bovenste laag van de potgrond.

Opmerkelijk is dat loskrabben geen groeiremming van de wortels in de bovenlaag tot gevolg heeft.

In figuur 35 is de scheut/wortelverhouding (s/w) weergegeven. Loskrabben en niet afdekken onderscheiden zich negatief, vooral tegen het eind van de proef. In figuur 36 zijn de objecten zo gegroepeerd dat het gemiddelde effect van afdekken tot uiting komt. Per laag is de worteldichtheid uitgezet bij afdekken (A) en niet afdekken (NA). De gestippelde lijn geeft de waarden aan die worden verkregen als alle objecten (en niet alleen de direct vergelijkbare) bij één van de beide groepen zijn ingedeeld.



Figuur 34. Het verloop in de tijd van de wortelmassadichtheid (mg/cm) in de lagen 0-1 (o), 1-3 (x) en 3-5 (+) cm voor alle objecten.
 Figure 34. Root weight density (mg/cm³) as a function of time in the layers 0-1 (o), 1-3 (x) and 3-5 cm (+) for all treatments. The first number of the code indicates cover (0 or 1), the second flushing (0 or 1), the third loosening (0 or 1) and the fourth additional fertilizer application (0, 1 in the tray and 2 on top). Pots were cropped to French bean with watering method SV.

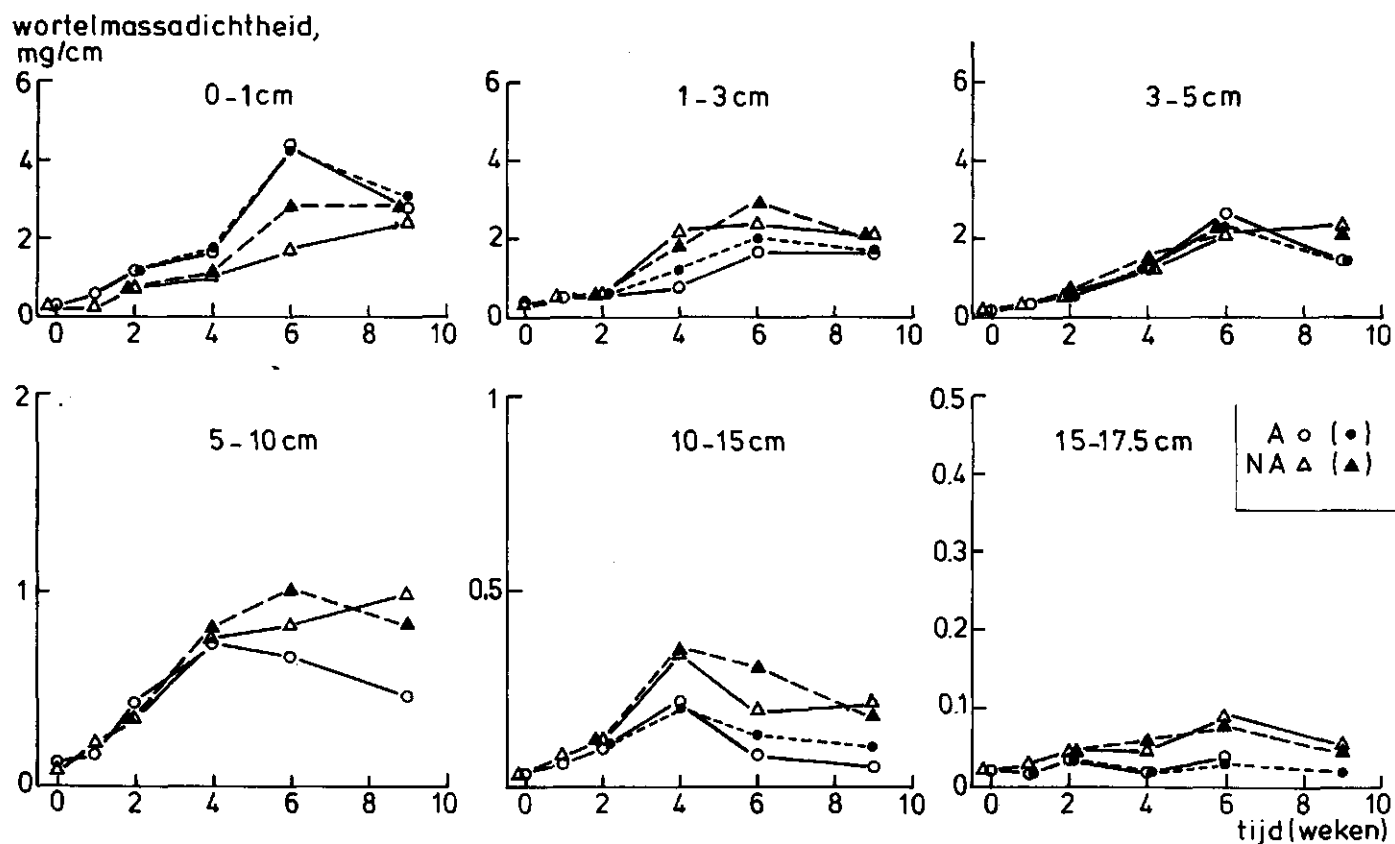


Figuur 35. Verloop van de scheut-wortelverhouding in de tijd per object.
 Figure 35. Shoot-to-root ratio of French bean as a function of duration of the treatments explained in figure 34.

Als gevolg van het afdekken lijkt de wortelmassa-dichtheid in de bovenste laag (0-1 cm) verhoogd, terwijl deze in de andere lagen juist enigszins is verlaagd.

De totale gewasopbrengst en de scheut/wortelverhoudingen zijn bij de proefoogsten A en NA vrijwel aan elkaar gelijk. Bij de eindoogst treden wel verschillen op ten gunste van het afdekken (figuur 37).

In figuur 38 is het gemiddeld effect van terugspoelen weergegeven. Terugspoelen (T) heeft in vergelijking met niet terugspoelen (NT) een stimulerend effect op de wortelmassa-dichtheid van de laag 0-1 cm. In de diepere lagen is evenals dit bij het afdekken het geval was een geringere wortelmassadichtheid aanwezig. De scheut/wortelverhouding wordt in een gevorderde groeifase duidelijk beïnvloed door wel of niet terugspoelen. Terugspoelen geeft een duidelijk hogere scheut/wortelverhouding.



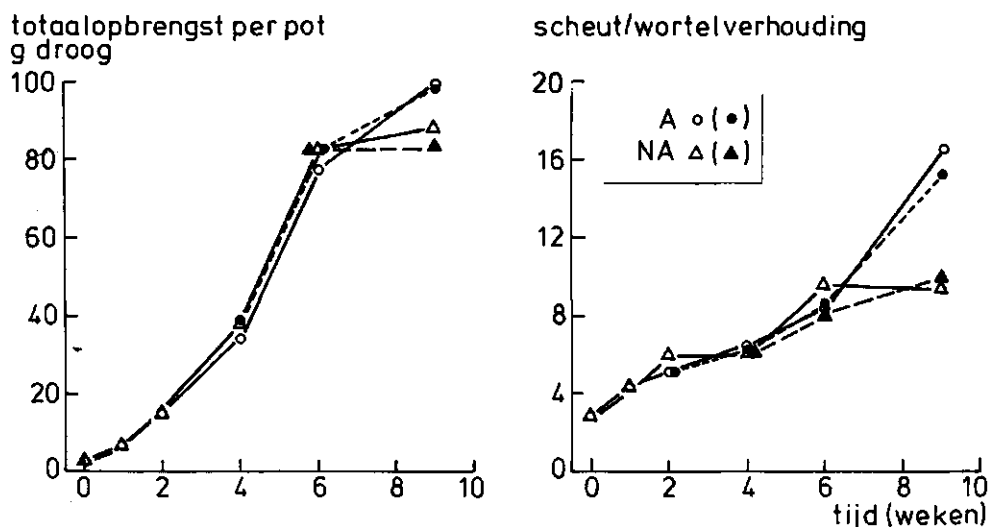
Figuur 36. Het verloop in de tijd van de wortelmassadichtheid van de groepen afdekken (A) en niet afdekken (NA) voor de aangegeven lagen. De stippellijnen verbinden de punten waarbij ook niet direct vergelijkbare objecten over beide groepen zijn verdeeld.

Figure 36. Root mass density of French bean (watering method SV and fertilization level N2) in different layers as a function of time as affected by soil cover. Covered (A) and not covered (NA) are compared by grouping the several treatments according to this factor. Broken lines indicate values obtained by including treatments that differed not only in the relevant factor.

4.6.2. Discussie en conclusies

Opmerkelijk is dat loskrabben in de laag 0-1 cm de beworteling in deze laag niet heeft afgeremd. Wel geeft loskrabben een zeer lage scheut/wortelverhouding en blijft de groei van de scheut op dit object sterk achter.

De totale wortelmasa behoort bij dit object tot de grootste welke in de proef werd gevonden.



Figuur 37. Het verloop in de tijd van de totaalopbrengst (droog per pot). a. scheut + wortels, b. de scheut/wortelverhouding (legenda zie figuur 36).

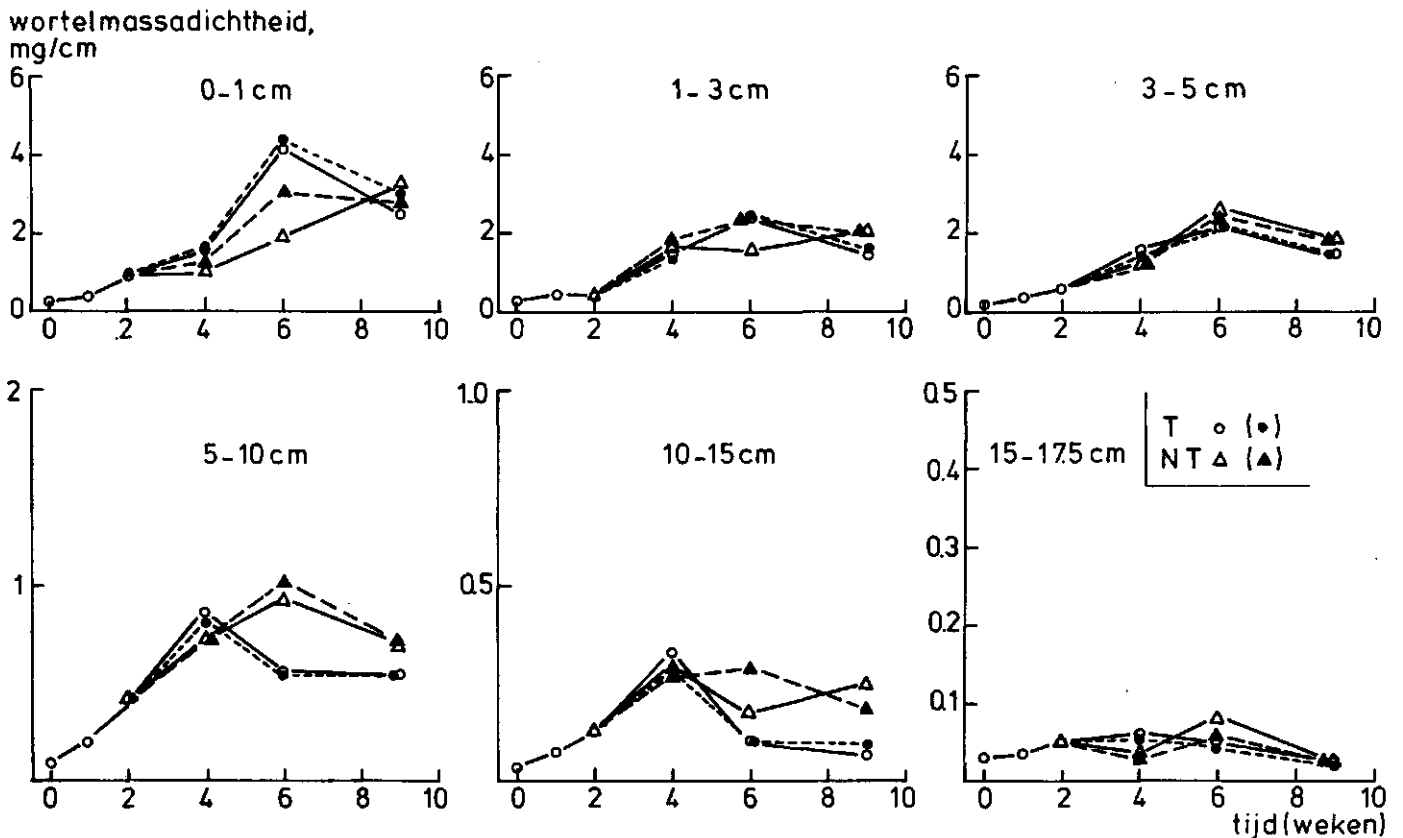
Figure 37. Total dry-matter yield (a) and shoot-to-root ratio (b) of French bean (watering method SV) as a function of time as affected by soil cover (see legend to figure 36).

De hogere wortelmassadichtheid in de laag 0-1 cm bij afdekken en bij terugspoelen komt overeen met verwachtingen gebaseerd op de relatie met de vocht- en de zoutverdeling, zoals die beïnvloed wordt door de verschillende behandelingen. Bij de geringe verschillen die verder optreden in totaal wortelgewicht (en scheut/wortelverhoudingen) geeft de verlaging van de wortelmassadichtheid in de diepere lagen aan dat in het algemeen gesproken, hetzelfde wortelgewicht op een andere wijze over de pot wordt verdeeld. Een dergelijk verschijnsel zien we ook bij lokale toediening van voedingsstoffen, zoals bij rijenbemesting.

Opvallend is het grote verschil in scheut/wortelverandering van boon tussen de proeven in 1981 en 1982. In 1981 nam deze waarde af van 12 à 14 bij het begin tot 4 à 6 aan het eind van de proef; in 1982 liep deze waarde op van 3 tot 10 à 16. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen liggen in het verschil in tijd van het jaar, waarbij afnemende temperatuur in het najaar van 1981 en de vroegtijdige bladval in de herfst van 1981 de daling in scheut/wortelverhouding kan hebben veroorzaakt. Stikstofgebrek als mogelijke factor ligt in ieder geval niet voor de hand. Het lage bemestingsniveau (N_1) vertoonde weliswaar later N-gebrek (stikstofknolletjes aan de wortels!) maar bij het hogere

N-niveau (N_2) kon hiervan geen sprake zijn. Bij mais zijn dergelijke verschillen tussen de jaren niet opgetreden.

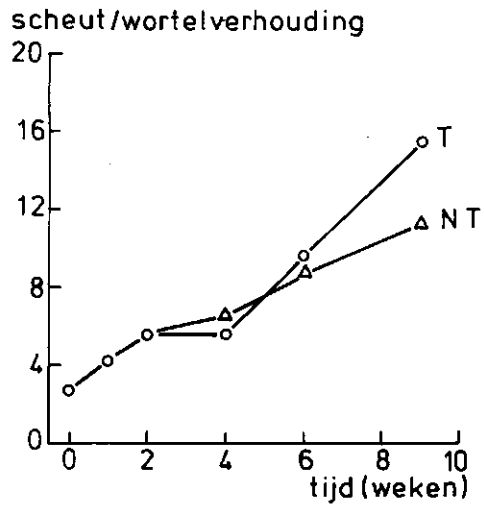
De waarde voor de wortelmasa-dichtheid, variërend van 2-5 mg/cm in de bovenste lagen tot 0,0-0,1 mg/cm in de onderste laag (althans voor de combinatie boon-zand-schotelcultuur) komt bij een gemiddelde lengte van 20 cm/mg* neer op een worteldichtheid van 40-100 cm/cm in de laag 0-5 cm tot 0-2 cm/cm in de onderlaag. Wanneer we dit vergelijken met normale waarden in het veld (hooguit 2 à 5 cm/cm in de bouwvoor) dan blijkt hoe sterk de potsituatie afwijkt van de veldsituatie.



Figuur 38. Het verloop in de tijd van de wortelmassadichtheid van de groepen terugspoelen (T) en niet terugspoelen (NT) in de aangegeven lagen. De stippellijnen verbinden de punten waarbij ook de niet vergelijkbare objecten in de beide groepen zijn verdeeld.

Figure 38. As figure 36, but with giving the effect of flushing T and NT denote flushing and no treatment, respectively.

* voorzichtige schatting uit veldgegevens van diverse gewassen



Figuur 39. Scheut/wortelverhouding bij terugspoelen (T) en niet terugspoelen (NT) in de loop van de tijd.

Figure 39. Shoot-to-root ratio of French bean as a function of time in pots with and without flushing (see legend to figure 38).

5. PROEVEN IN 1983

In 1983 werd afsluitend onderzoek gedaan op gebieden waarover nog onvoldoende duidelijkheid bestond. Zo was er nog onvoldoende duidelijkheid betreffende het nut van terugspoelen op afgedekte potten. Verder werd de geschiktheid getest van een aantal nog niet op schotelcultuur geteelde gewassen en werd onderzocht op welk tijdstip de schotels het beste met water gevuld kunnen worden (start schotelcultuur).

Ook werd onderzoek gedaan naar de oorzaken van ongelijkmatige groei van gewassen op potten die geruime tijd voor het zaaien op planten waren gevuld.

5.1. Terugspoelen op afgedekte proefpotten

Het onderzoek werd gedaan met potten van 10 l op schotelcultuur met constant water in de schotel (SV).

De potgronden waren een humusarme zandgrond en een zware kleigrond, waarvan in tabel 26 enkele chemische en fysische eigenschappen zijn weergegeven.

TABEL 26. Analysecijfers potgronden.

TABLE 26. Chemical and particle-size analysis of the sand and the clay used in the 1983 experiments.

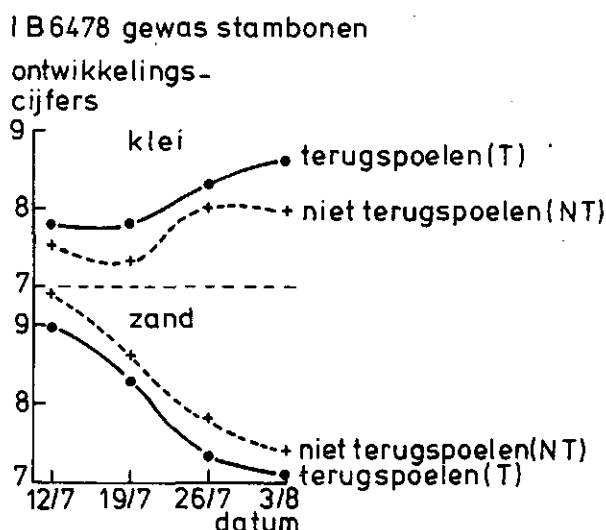
Grond	pH-KCl	Humus	Slib	Silt	> 210 m	Pwget.	K-HCl	MgO	CaCO ₃
Zand	4,84	3,04	4,5	19,9	22,0	20	6	37	-
Klei	7,27	2,93	58,3	82,7	0,8	32	59	-	10,1

De proef werd gedaan met twee gewassen (mais en stamslaboon) in vier herhalingen.

De N-bemesting was 1 en 2 g N per pot voor respectievelijk stamslabonen en mais. Tijdens de proef werden de gewassen overbemest met 0,5 g N per pot (zie bijlage VI voor het proefschema).

5.1.1. Resultaten

In figuur 40 zijn de ontwikkelingscijfers in de loop van de tijd voor stamslabonen en in figuur 41 voor mais weergegeven.



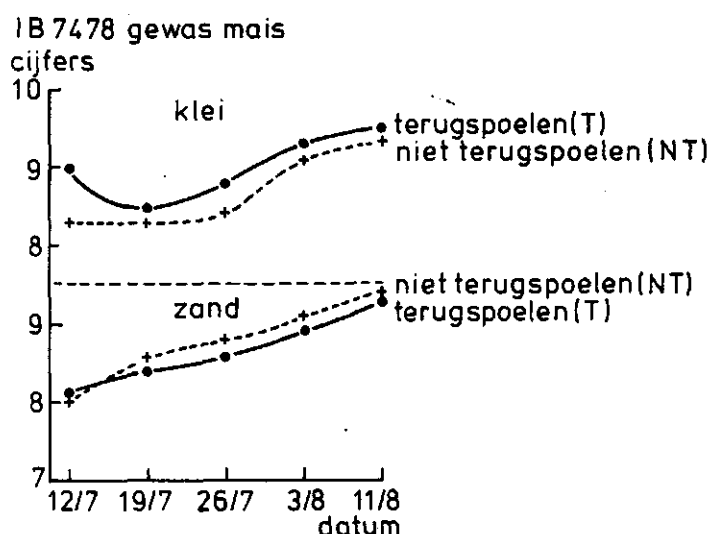
Figuur 40. Ontwikkeling van stamslabonen in de groeiperiode op twee grondsoorten bij wel en niet terugspoelen.

Figure 40. Visual rating of the growth of French bean on sand and clay with or without flushing. Watering method SV and fertilization level N2.

Uit de figuren 40 en 41 blijkt dat de beide gewassen op kleigrond vrijwel identiek reageren op terugspoelen. Op potten waar eens per twee weken 450 ml water gegeven werd (terugspoelen) groeide het gewas iets beter. Op zandgrond groeide het gewas echter wat beter op de niet teruggespoelde potten. Uit tabel 27 blijkt dat mais op zandgrond bij niet terugspoelen minder opbrengt dan de teruggespoelde potten (statistisch betrouwbaar). Opmerkelijk is dat de ontwikkelingscijfers juist een iets betere groei suggereren voor de niet teruggespoelde potten. Waarschijnlijk is dit mede het gevolg van een lager drogestofgehalte bij niet terugspoelen (18,7% t.o.v. 19,9%).

5.1.2. Conclusies

Evenals in 1982 is de invloed van terugspoelen op afgedekte potten niet groot. Daar echter gemiddeld op de teruggespoelde potten toch een iets betere gewasgroei optreedt, verdient het toch wel aanbeveling om eens per twee weken terug te spoelen.



Figuur 41. Ontwikkeling van mais op twee grondsoorten bij wel en niet terugspoelen.

Figure 41. As figure 40, maize.

TABEL 27. Drogestofopbrengsten van stamslabonen en mais in g/pot en Sx bij wel en niet terugspoelen op twee grondsoorten.

TABLE 27. Dry matter yield (g per pot, with standard deviation) of tops of maize and French bean on sand and clay with or without flushing (T and NT).

Gewas	Grond	Terugspoelen	
		wel (T)	niet (NT)
Stamslabonen	zand	34,05 (1,25)	34,92 (1,68)
	klei	50,73 (5,96)	46,15 (3,53)
Mais	zand	270,25 (12,53)	250,75* (8,02)
	klei	307,75 (27,84)	300,75 (12,23)

5.2. Onderzoek naar de geschiktheid van diverse gewassen op schotelcultuur

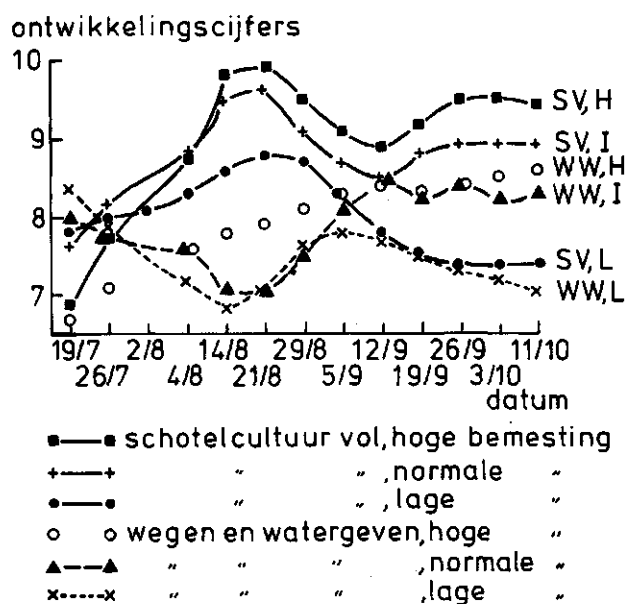
De proef werd gedaan met humusarme zandgrond (voor een beschrijving zie tabel 26) op 10-1 proefpotten in drievoud, met vier nog niet op schotelcultuur beproefde gewassen bij drie bemestingsniveaus voor peen en twee niveaus voor sla, spinazie en aardappelen. De bemesting was voor sla, spinazie en aardappelen $1 \text{ g N} + 1 \text{ g P}_2\text{O}_5 + 1,3 \text{ g K}_2\text{O} + 0,24 \text{ g Mg}$ per pot voor het lage bemestingsniveau en een dubbele hoeveelheid hiervan voor het hoge niveau. Peen kreeg hierbij nog een drievoudige hoeveelheid als hoogste gift (voor proefschema zie bijlage VII).

De peen en spinazie werden op de potten gezaaid. De aardappelen werden als knollen gepoot, terwijl de sla in vierblad stadium geplant werd. Er waren twee watergeefmethoden (SV en WW). De schotels bij object SV werden met water gevuld (instellen schotelcultuur) een week na het planten van sla, voor spinazie en aardappelen 18 dagen na zaaien, resp. poten. De spinazie was op dat moment in vierblad- de aardappelen in vijfblad-stadium. De schotelcultuur werd voor de peen drie weken na het zaaien ingesteld (drieblad-stadium).

5.2.1. Peen

In figuur 42 zijn de ontwikkelingscijfers die gedurende de groei van het gewas zijn gegeven, uitgezet.

Bij eenzelfde bemesting op schotelcultuur was de groei van peen beter dan bij wegen en watergeven. Bij een gemiddelde en een lage bemesting, bleef het object WW ca. 1 maand na de start van de proef sterk achter in groei. De oorzaak hiervan is niet bekend.



Figuur 42. Ontwikkeling van peen over de gehele groeiperiode bij twee manieren van watergeven en drie bemestingsgiften H, I, L).
 Figure 42. Visual rating of the growth of carrot as affected by method of watering (WW and SV) and rate of fertilizer application (high = H, intermediate = I, low = L).

In tabel 28 zijn de opbrengsten aan loof en peen als vers gewas per pot weergegeven. Het blijkt dat het gewas op schotelcultuur (SV) veel sterker reageert op de bemesting dan bij wegen en watergeven (WW). Bij de midden en hoge bemestingsniveaus geeft methode SV statistisch betrouwbaar een hogere opbrengst (loof en peen). Bij de oogst werd het aantal peentjes per pot geteld, de gemiddelde lengte ervan bepaald en een beoordeling gegeven van de kwaliteit (tabel 29).

TABEL 28. Opbrengst aan loof en peen in g vers gewicht per pot en Sx bij drie bemestingsniveaus en twee methoden van watergeven.

TABLE 28. Total yield of carrot (fresh weight, g per pot, with standard deviation) as affected by method of watering (WW or SV) and rate of fertilizer application (see legend to figure 42).

Gewas- onder- deel	Methode van watergeven	Bemesting		
		laag	midden	hoog
loof	schotelcultuur	218,7 (5,8)	312,7* (41,8)	344,8* (18,8)
	wegen en watergeven	194,7 (24,0)	226,1 (16,2)	249,0 (32,9)
peen	schotelcultuur	429,4 (32,4)	527,5* (24,6)	639,7* (52,7)
	wegen en watergeven	467,6 (42,1)	469,7 (23,7)	513,5 (40,2)

* $p < 0,05$ t.o.v. wegen en watergeven

TABEL 29. Vergelijking van het aantal peentjes per pot, de kwaliteit en de lengte van de peen bij drie bemestingsniveaus en twee manieren van watergeven.

TABLE 29. As table 28, for number of carrots per pot, exterior quality and length (cm).

	Bemesting		
	laag	midden	hoog
	Aantal peentjes per pot ¹⁾		
Schotelcultuur	77	76	74
Wegen en watergeven	92	90	82
	Uiterlijke kwaliteit peentjes ²⁾		
Schotelcultuur	6,0	5,2	4,8
Wegen en watergeven	7,8	7,5	7,2
	Lengte peen, gemiddeld per pot in cm		
Schotelcultuur	4,5	4,7	5,6
Wegen en watergeven	4,9	4,6	4,9

1) alle peentjes, ook de zeer kleine, geteld

2) hoog cijfer is een mooie, gladde peen, egaal van kleur

Volgens tabel 29 lijkt er een duidelijk verband te bestaan tussen de methode van watergeven en het aantal planten per pot. Ook de bemesting lijkt van invloed op het aantal planten. Waarschijnlijk is het aantal planten per pot afhankelijk van de groei van het gewas. Hoe beter deze groei is, hoe geringer het aantal planten als gevolg van verstikking.

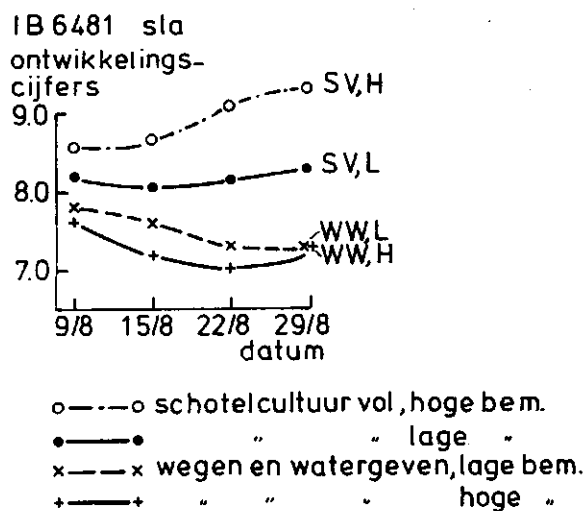
De kwaliteit van de peentjes bij object SV is minder dan bij methode WW (puisteriger en minder egaal van kleur). Waarschijnlijk is de groeisnelheid van het gewas bepalend voor de uiterlijke kwaliteit van de peentjes.

Vergeleken met methode WW is bij methode SV de gemiddelde peen, bij een lage bemesting, iets korter, bij een gemiddelde bemesting vrijwel gelijk en bij een hoge bemesting duidelijk langer.

Groeischeuren of rot kwam bij geen van de objecten voor.

5.2.2. Sla

In figuur 43 is de ontwikkeling in de tijd van sla weergegeven. Sla op schotelcultuur (SV) groeide vanaf het begin beter. De gewasopbrengst bij object SV bij een hoog bemestingsniveau is aanzienlijk hoger dan bij de methode WW (tabel 30). Bij de lage bemesting is het verschil niet betrouwbaar.



Figuur 43. Ontwikkelingscijfers sla over de gehele groeiperiode bij twee methoden van watergeven en twee bemestingshoeveelheden.

Figure 43. Visual rating of the growth of lettuce as affected by method of watering (SV and WW) and rate of fertilizer application (H and L).

TABEL 30. Drogestofopbrengst van sla bij twee methoden van watergeven en twee bemestingsniveaus.

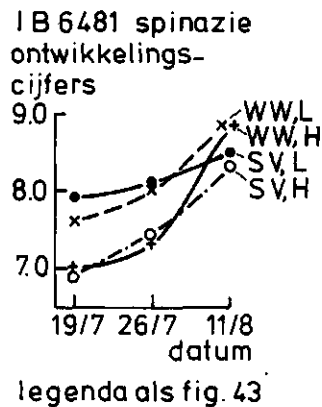
TABLE 30. Dry-matter yield of lettuce (g per pot, standard deviation). See legend to figure 43).

Methode van watergeven	Bemesting	
	laag	hoog
Schotelcultuur (SV)	20,0 (2,7)	23,0* (2,3)
Wegen en watergeven (WW)	16,3 (2,5)	17,5 (0,9)

P < 0,05 t.o.v. WW

5.2.3. Spinazie

De gedurende het groeiseizoen gegeven ontwikkelingscijfers van het gewas zijn in figuur 44 weergegeven. In tegenstelling tot peen en sla groeide spinazie het beste op object WW. Ook uit tabel 31 blijkt dat spinazie de hoogste opbrengst geeft bij methode WW. De verschillen zijn echter niet statistisch betrouwbaar.



Figuur 44. Ontwikkeling van spinazie bij twee manieren van watergeven en twee bemestingsniveaus.

Figure 44. Visual rating of the growth of spinach as affected by method of watering (SV and WW) and rate of fertilizer application (H and L).

5.2.4. Aardappelen

In figuur 45 zijn de ontwikkelingscijfers weergegeven. Het gewas gaf bij de lage bemesting reeds spoedig tekenen van een tekort aan meststof voor de beide watergeefmethoden. Bij de hoge bemesting groeide het object SV aanvankelijk veel beter. Na \pm 15 augustus was het gewas over zijn beste

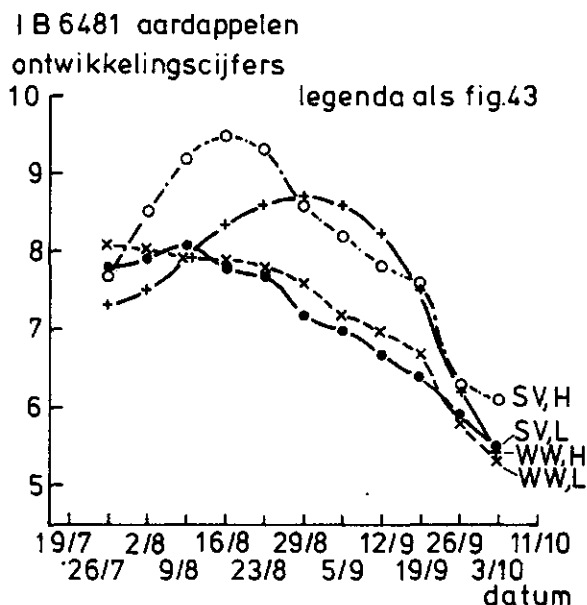
groei heen, waarschijnlijk ook als gevolg van meststoftekort. Bij het object WW werd de maximale groei pas + 30 augustus bereikt. Ook hier trad daarna meststofgebrek op.

In tabel 32 zijn de opbrengsten weergegeven.

TABEL 31. Drogestofopbrengst van spinazie bij twee manieren van watergeven en twee bemestingsniveaus.

TABLE 31. Dry-matter yield of spinach per pot, with standard deviation. See legend to figure 44.

Methode van watergeven	Bemesting	
	laag	hoog
Schotelcultuur (SV)	10,72 (1,07)	11,62 (3,92)
Wegen en watergeven (WW)	11,55 (0,92)	13,04 (1,11)



Figuur 45. Ontwikkeling van aardappelen bij twee watergeefmethoden en twee bemestingsniveaus.

Figure 45. Visual rating of the growth of potato as affected by method of watering (WW and SV) and rate of fertilizer application (H and L).

TABEL 32. Opbrengst en Sx aardappelen (loof en knol) bij twee manieren van watergeven en twee bemestingsniveaus.

TABLE 32. Total dry-matter yield of potato (g per pot, with standard deviation). See legend to figure 45.

Gewasdeel	Methode van watergeven	Bemesting	
		laag	hoog
loof	Schotelcultuur (SV)	212 (10)	266 (30)
vers	Wegen en watergeven (WW)	161 (38)	207 (61)
knol	Schotelcultuur (SV)	295 (10)	491 (31)
vers	Wegen en watergeven (WW)	317 (32)	437 (31)

5.2.5. Conclusies

Het vermoeden dat wortel- en knolgewassen, door het hogere vochtgehalte in de grond op schotelcultuur, zich niet of minder goed op schotelcultuur zouden thuisvoelen, bleek onjuist. Zowel peen als aardappelen groeiden zeer goed op schotelcultuur. Bij het middelste en hoge bemestingsniveau bracht peen statistisch betrouwbaar meer peen en loof op dan bij de wegen en watergeven. Rot of groeischeuren kwam niet voor.

Ook sla groeide op schotelcultuur beter en gaf bij het hoge bemestingsniveau een statistisch betrouwbaar hogere opbrengst.

Spinazie groeide het beste bij de methode wegen en watergeven. De opbrengstverschillen waren klein en niet statistisch betrouwbaar.

Bij aardappelen geeft methode SV bij beide bemestingsniveaus voor loof en bij de hoogste bemesting voor knol de hoogste opbrengst. De verschillen zijn echter niet statistisch betrouwbaar.

Bij methode SV groeiden de knollen dichter aan het oppervlak, hetgeen te zien was aan kleine verhogingen. Ook de beworteling was hier minder diep.

Bij de oogst werd het aantal knollen en de kwaliteit bepaald. In tabel 33 zijn deze gegevens weergegeven.

De manier van watergeven blijkt niet van invloed te zijn op het aantal gevormde knollen. Ook de kwaliteit van de knollen wordt niet of nauwelijks door de wijze van watergeven beïnvloed. Wel blijkt de hoogte van de bemesting invloed te hebben op het aantal knollen en de kwaliteit hiervan. Bij een zwaardere bemesting worden minder knollen gevormd met een betere vorm.

TABEL 33. Beoordelingscijfers van de kwaliteit en aantal knollen per pot bij twee manieren van watergeven en twee bemestingsniveaus.
 TABLE 33. Visual rating of tuber quality. See legend to figure 45.

Methode van watergeven	Aantal knollen per pot		Kwaliteit knollen ¹⁾	
	bemesting		bemesting	
	laag	hoog	laag	hoog
Schotelcultuur (SV)	27	24	6,3	9,0
Wegen en watergeven	28	24	7,0	8,0

1) Een hoog cijfer geeft aan dat knollen een goede vorm hebben en groot van stuk zijn.

5.3. Starttijd schotelcultuur

Het moment waarop de schotels met water gevuld worden kan belangrijk zijn omdat bij te vroeg vullen van de schotels de zouten door de dan overheersende verdamping aan het oppervlak zich bovenin de pot gaan ophopen. Wanneer de wateropname door de wortels van het gewas gaat overheersen bewegen zich minder zouten naar het oppervlak.

Bij de tot dusver toegepaste methode worden de schotels met water gevuld wanneer de planten drie normale bladeren hebben en flink aan de groei zijn.

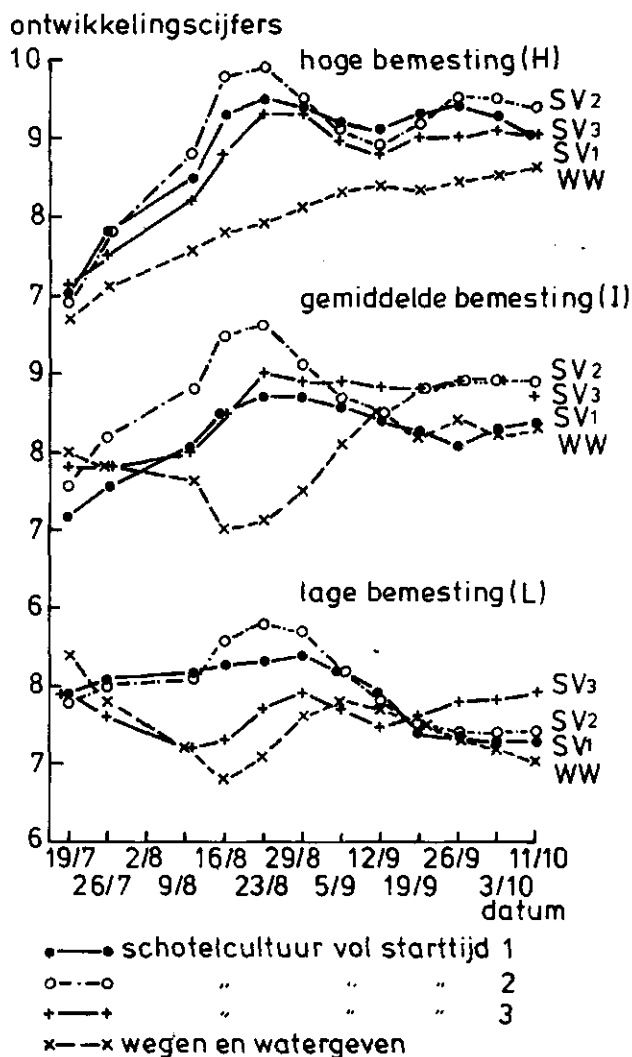
In de proef werd dit standaardtijdstip als uitgangspunt genomen, met daarnaast varianten, waarbij een week eerder en een week later werd begonnen. De proef werd uitgevoerd met zandgrond (tabel 26) op 10-1 potten met het gewas peen bij drie bemestingsniveaus, zoals die beschreven zijn in par. 5.2. De peen werd gezaaid op 8 mei. De starttijden voor de schotelcultuur waren 29 juli, 5 en 12 augustus.

Gedurende de groei van het gewas werden regelmatig ontwikkelingscijfers gegeven. In figuur 46 zijn deze cijfers weergegeven.

Uit figuur 46 blijkt dat starttijd 2 van de schotelcultuur vrijwel steeds de beste gewasontwikkeling gaf en starttijd 1 de slechtste.

In tabel 34 is de opbrengst van vers gewas weergegeven.

De opbrengst aan loof en peen is bij starttijd 1 op SV aanzienlijk lager dan bij de beide andere starttijden. Voor loof is dit bij de laagste bemesting statistisch betrouwbaar. Bij het middelste en lage bemestingsniveau kwam starttijd 3 gemiddeld het beste naar voren. Bij het hoge bemestingsniveau blijkt starttijd 2 het beste (tabel 34).



Figuur 46. Ontwikkeling van peen geteeld bij drie bemestingsniveaus en drie starttijden voor de schotelcultuur naast de methode WW.
 Figure 46. Visual rating of the growth of carrots as affected by method of watering (WW and SV) and by rate of fertilizer application (H, I, and L) and rate of filling the tray with water (1, 2 or 3) (method SV only).

5.3.1. Conclusies

Het tijdstip van starten van de schotelcultuur (schotels met water vullen) is bij methode SV van belang. Te vroeg starten heeft groeiremming tot gevolg. Het betere tijdstip voor het vullen van de schotels is wanneer het gewas in het drieblad-stadium is en flink gaat groeien. Het is mogelijk dat het meest gunstige tijdstip voor de start van de schotelcultuur van het weer afhangt. In een donkere koude periode kan iets later starten van de schotelcultuur aan te bevelen zijn.

TABEL 34. Opbrengsten aan loof en peen (vers gewicht en bijbehorende Sx) bij drie bemestingsniveaus, twee methoden van watergeven en drie starttijden voor de schotelcultuur.

TABLE 34. Total yield of carrot (fresh weight, g per pot, with standard deviation). See legend to figure 46.

Gewasdeel	Methode van watergeven		Bemesting		
			laag	midden	hoog
loof	starttijd 1	meth. SV	185,6 (16,14)	260,0 (14,15)	302,3 (73,67)
	starttijd 2	meth. SV	218,7* (5,76)	312,7 (41,42)	344,8 (18,81)
	starttijd 3	meth. SV	230,5* (17,21)	315,2 (42,77)	326,2 (49,51)
	methode WW		194,7 (24,99)	226,1 (16,22)	249,0 (32,94)
peen	starttijd 1	meth. SV	405,4 (80,27)	451,8 (83,65)	553,0 (66,36)
	starttijd 2	meth. SV	429,4 (32,41)	527,5 (24,63)	639,7 (52,69)
	starttijd 3	meth. SV	414,3 (70,95)	549,5 (48,52)	589,8 (38,27)
	methode WW		467,6 (42,12)	469,7 (23,65)	513,5 (40,22)

5.4. Onregelmatige groei op vroeg gevulde potten

Voor de werkspreiding is het van belang dat de proefpotten zoveel mogelijk in de minder drukke periode gevuld worden. De gevulde en bemeste potten worden afgedekt met schotels bewaard tot het moment dat de proef moet starten. Op deze vroeg gevulde potten kwam het nogal eens voor dat het gewas een onregelmatige opkomst gaf met soms een grillig patroon. Daar dit verschijnsel zich niet steeds in dezelfde mate voordeed, en soms helemaal niet optrad, werd aan verschillende mogelijke oorzaken gedacht.

Uit gedetailleerd grondonderzoek bleek dat de grond waar het gewas niet groeide een hoge EC-waarde had, terwijl voor de plaatsen waar het gewas goed groeide een veel lagere EC-waarde werd gemeten.

De verklaring voor de verschijnselen is dat de schotel op de pot geen volledige afdekking geeft. Het water uit de vulvochtige potgrond gaat hierdoor aan het oppervlak van de potgrond verdampen, waardoor zouten aan het grondoppervlak uitkristalliseren. Naarmate zich meer voedingszouten in de grond bevinden, vormt zich een dikkere zoutkorst over het gehele oppervlak van de pot. In koelere perioden (nacht) condenseert waterdamp tegen de op de pot liggende deksel en drupt, soms erg plaatselijk, terug op het grondoppervlak. De zoutkorst spoelt daardoor ook plaatselijk in meer of mindere mate weg en er ontstaan grote verschillen in zoutconcentratie aan het oppervlak van de grond in de potten.

5.4.1. Aanpak van het probleem

Het kort voor het zaaien of planten van het gewas opnieuw mengen van de grond is een goede, doch erg arbeidsintensieve methode om het probleem op te lossen. Daar dit werk ook nog valt in de drukke voorjaarsperiode werd gezocht naar een minder arbeidsintensieve methode.

In de winterperiode van 1982-1983 werd hiervoor een oriënterende proef gestart met de volgende proefobjecten:

- a. controle (potten normaal bewaren),
- b. potten bewaren met in de grond gedrukte schotels,
- c. potten in bewaarperiode met isolerend folie afdekken,
- d. potten afdekken met reflecterend "black and white" folie,
- e. potten afdekken met polyethyleen zeil,
- f. potten voor tweederde deel vullen met de rest van de grond in ruime zak op de potten,
- g. als f, doch de potten voor viervijfde deel gevuld, en
- h. potten omgekeerd bewaren.

Twee maanden na het vullen van de potten werden grondmonsters genomen in verschillende lagen, gerekend vanaf de bovenkant van de potten 0-2, 2-11 en 11-20 cm. In deze monsters werd de zoutconcentratie (EC) bepaald. In tabel 35 is het resultaat van deze meting weergegeven.

De EC bij de objecten f en h is het laagst (tabel 35).

Om de opkomst en groei van het gewas op deze objecten na te gaan werd een aanvullende proef gestart.

TABEL 35. Geleidingsvermogen in extractievloeistof van grondlagen in potten na twee maanden bewaren volgens methode a-h (EC in mS).
TABLE 35. Electrical conductivity (mS/s) of a 1:2 soil:water extract in the indicated layers in pots after a period of two months of storage before planting or sowing as affected by storage method.

Object	Grondlaag in cm		
	0-2	2-11	11-20
a	1,94	1,78	1,52
b	1,98	1,56	1,50
c	2,30	1,70	1,56
d	1,88	1,68	1,62
e	2,10	1,78	1,70
f	1,66	1,68	1,69
g	1,78	1,68	1,61
h	1,64	1,64	1,52

5.4.2. Aanvullende proef

De aanvullende proef werd gedaan op 10-1 potten met twee gewassen (sla en peen) op twee grondsoorten (zand en RHP-potgrond). Als onderzoekobjecten werden a, f en g gekozen (a als controle, f en h als meest belovende methoden). Daar het slechts een oriënterend onderzoek betrof, werd de proef in duplo uitgevoerd (voor proefschemata zie bijlage VIII). Drie maanden na het vullen van de proef werden de gewassen gezaaid en grondmonsters genomen voor de EC-bepaling. Door een fout werd slechts een deel van de monsters onderzocht, waardoor onvoldoende inzicht in de EC in de verschillende lagen verkregen werd. De opkomst van de gewassen werd beoordeeld. In tabel 36 is het resultaat van deze beoordeling weergegeven (hoog cijfer is een goede opkomst). Uit tabel 36 blijkt dat, hoewel de opkomst van het controle-object niet slecht was, de alternatieve methoden f en h een betere opkomst van het gewas gaven. In de praktijk is bij sommige proeven een veel slechtere opkomst verkregen, waarschijnlijk doordat de totale hoeveelheid zout in deze potten hoger was.

In tabel 37 zijn de gewasopbrengsten, in g vers gewas per pot weergegeven.

TABEL 36. Opkomstcijfers van sla en peen op twee grondsoorten en op drie manieren bewaarde potten.

TABLE 36. Visual rating of germination (%) of seed of lettuce and carrot as affected by method of storing the pots before sowing.

Object	Sla		Peen	
	RHP-grond	zand	RHP-grond	zand
a. controle (normaal)	8	8	7½	6
b. 2/3 gevuld, rest in zak	9½	9+	8	4+
c. omgekeerd bewaren	9	9	8½	7

TABEL 37. Opbrengsten van de gewassen in g vers gewicht per pot bij twee grondsoorten, op drie manieren bewaarde potten.

TABLE 37. Yield of carrot and lettuce (fresh weight, g per pot) grown on two soils stored in three different ways (see legend to table 36).

Object	Sla		Peen	
	RHP-grond	zand	RHP-grond	zand
a. controle (normaal)	813	123	299	177
b. 2/3 gevuld, rest in zak	1092	321	298	255
c. omgekeerd bewaren	1082	410	821	200

De opbrengsten van de beide alternatieve bewaarmethoden f en h brengen gemiddeld genomen aanzienlijk meer op dan het controle-object (tot dusver toegepaste bewaarmethode). De veel betere groei van peen op RHP-grond in potten die omgekeerd bewaard zijn is niet te verklaren. Daar de proef slechts in duplo aangezet was door het oriënterend karakter, kan geen grote waarde gehecht worden aan de proefresultaten.

5.4.3. Conclusies

De beide alternatieve bewaarmethoden van gevulde potten gaven, vergeleken met de gangbare methode, een lagere EC bovenin de pot en een betere opkomst en groei van de geteelde gewassen. Ondanks het oriënterende karakter van de proeven geven de resultaten toch aan dat een oplossing voor het probleem van een onregelmatige opkomst mogelijk is.

Daar de methode f (potten voor tweederde deel vullen en de rest van de grond in een ruime zak op de potten) meer werk geeft dan methode k (omgekeerd bewaren) is de methode k voor algemene toepassing gekozen.

6. SAMENVATTING

Van 1981-1983 deed de tweede Commissie voor Werkverbetering bij de uitvoering van Potproeven (CWP-II) aanvullend onderzoek om de in 1978 ingevoerde watergeefmethode voor potproeven, de zgn. schotelcultuurmethode (IB-rapport 13-78) te toetsen en te verbeteren, waarbij bovendien nog een aantal technische problemen tot een oplossing gebracht werd.

Om inzicht te krijgen in factoren die de vochtverdeling en de beschikbaarheid van voedingsstoffen in de pot beïnvloeden werden de volgende onderwerpen experimenteel aangepakt:

- * de relatie tussen de vochttoestand in de pot en de groei van gewassen op verschillende gronden,
- * watergeefmethoden,
- * oppervlakbehandeling van proefpotten,
- * terugspoelen en aanvullend bemesten,
- * starttijd schotelcultuur en
- * kiemproblemen op vroeg gevulde potten.

Er werd bij het onderzoek niet alleen gestreefd naar het vinden van een werkmethode waarmee de proeven op verantwoorde wijze efficiënt van water voorzien kunnen worden, maar er is ook getracht inzicht te krijgen in de manier waarop verschil in de wijze van watergeven de groei van het gewas op potten beïnvloedt. Daarvoor werden naast de opbrengst ook de beworteling, het vochtgehalte en de zoutconcentratie in de potten laagsgewijs gemeten en in de tijd vervolgd.

Hoewel het verkrijgen van een hogere opbrengst aan gewas bij dit onderzoek geen doel op zichzelf is, geeft een relatief hoge opbrengst toch wel aan dat de groeiomstandigheden gunstig zijn. Bij de beoordeling van de proefresultaten werd daarom naast de spreiding van de opbrengsten, vooral gelet op de hoogte van de opbrengst. Onderzoek naar de beworteling, vochtverdeling en zoutconcentratie en de verdeling hiervan in de pot vervulde een ondersteunende rol.

Het onderzoek naar de relatie tussen de vochttoestand in de potkluit en de groei van gewassen op verschillende grondsoorten werd bestudeerd in een buizenproef met grondkolommen van verschillende hoogte. In een grondkolom van 33 cm bleek de vochttoestand ongeveer overeen te komen met die in een proefpot van 10 l, met een grondkolom van 22,5 cm. Groeiremming op

een kolomhoogte van 42 cm wordt niet veroorzaakt doordat de planten onvoldoende water krijgen, maar doordat de bovenste grondlagen bij een snelgroeiend gewas te droog worden, waardoor de planten niet of in onvoldoende mate de daar opgehoopte voedingsstoffen kunnen opnemen.

Verschillende watergeefmethoden werden op uitgebreide wijze vergeleken bij verschillende gewassen en grondsoorten. Potten op schotelcultuur, met steeds gevulde schotels, geven de meest stabiele vochtcondities. De schotelcultuurmethode gaf op alle grondsoorten met alle beproefde gewassen nagenoeg even goede of hogere gewasopbrengsten dan de arbeidsintensieve methode van wegen en watergeven.

Hoewel de grond bij schotelcultuur onderin de potten veel natter is dan deze voor het gevoel zou moeten zijn, ontwikkelen zich hier relatief veel wortels op kleigrond en RHP-potgrond. Voor zavelgrond geldt dit wat minder en bij zandgrond wordt de beworteling in de onderste laag wat afgeremd.

Van de beproefde gewassen bleken de wortels van boon het gevoeligst voor natte omstandigheden te zijn. Mais vormt op schotelcultuur meer wortels in de onderlaag, hetgeen verklaard kan worden uit de vorming van luchtkanalen in de wortels.

Bij de geteste gewassen en grondsoorten kwam op schotelcultuur wortelrot niet voor, ook niet bij wortel- en knolgewassen.

Behandeling van het oppervlak van proefpotten. Homogeen door de grond gemengde, oplosbare voedingsstoffen gaan, door het opwaartse massatransport (evaporatie aan het grondoppervlak), snel (soms binnen een week) naar het grondoppervlak. Deze voedingsstoffen kunnen hierdoor zeer slecht bereikbaar worden voor de plantewortels. Een drastische beperking van dit ophopen van zouten valt te bereiken door de grond af te dekken met alkathene-korrels. Afdekken stimuleert de relatieve wortelmassa in de bovenste laag. Dit gaat gepaard met een iets geringere wortelmassa in diepere lagen.

Het afdekken komt ook de groei van de gewassen zeer ten goede.

Het periodiek losmaken van de bovenlaag op potten (loskrabben) kost veel tijd en heeft geen of negatieve groeireacties tot gevolg. Ook kan het loskrabben het ophopen van zouten in de bewuste grondlaag niet tegengaan.

Terugspoelen en bijbemesten. Een deel van de zouten in de bovenste grondlagen kan worden teruggespoeld door af en toe water bovenop de pot te geven. Het effect van het terugspoelen was groter naarmate de frequentie (tot één keer per week) groter was. Terugspoelen stimuleert de relatieve wortelmassa in de toplaag.

Indien de potten zijn afgedekt met alkathene-korrels, is het effect van terugspoelen veel minder groot en kan volstaan worden met een frequentie van één keer per twee weken terugspoelen.

Een aanvullende of bijbemesting bij schotelcultuur kan het beste op de potten worden toegediend in combinatie met (voor) het terugspoelen.

Starttijd wortelcultuur. Het tijdstip waarop de schotels onder de potten met water gevuld worden (starttijd schotelcultuur) is van belang. Te vroeg starten kan groeiremming tot gevolg hebben. Het beste tijdstip is wanneer het gewas drie echte bladeren heeft en flink aan de groei is.

Kiemproblemen op vroeg gevulde potten. Voor de spreiding van het werk is het zeer gewenst dat de proefpotten zoveel mogelijk gedurende de winter en vroege voorjaarsperiode gevuld worden voordat het komende proefseizoen is begonnen.

Op de vroeg gevulde potten kan door verdamping van het in de grond aanwezige vocht een zoutkorst ontstaan. Deze zoutkorst kan door het terugdruppen van condensatiewater plaatselijk weer wegspoelen. Het gewas kan hierdoor een grillig opkomstpatroon vertonen. Overvullen en opnieuw mengen van de grond kort voor het zaaien of planten heft dit probleem op, maar is erg bewerkelijk.

Uit het onderzoek bleek o.a. dat omgekeerd bewaren of voor tweederde deel vullen met de rest van de grond in een ruime zak op de pot de vorming van een zoutkorst verhindert. Omdat het omgekeerd bewaren van de potten minder werk vraagt is deze methode het meest geschikt voor algemene toepassing.

7. SLOTCONCLUSIES

Vergeleken met de traditionele manier van verzorging door wegen en watergeven en de schotelcultuurmethode met droogstand (zie IB-rapport 13-78) bleek de schotelcultuurmethode, waarbij de schotels steeds met water gevuld zijn, een zeer goed alternatief voor proefpotten met een inhoud van 6 l en meer. Het voordeel van deze methode is dat ze gemakkelijk te standaardiseren is en de kans op het maken van fouten bij het watergeven vrijwel uitsluit. Verder vraagt deze methode weinig tijd voor de verzorging en is ze gemakkelijk te automatiseren. Het periodiek losmaken van de bovenste grondlaag op proefpotten geeft geen verbetering van de groei en kan dus beter nagelaten worden.

Het afdekken van de potten met een ca. 1-cm dik laagje alkathene-korrels is bevorderlijk voor een goede groei van het gewas.

Hoewel het terugspoelen van zout voor afgedekte potten geen grote betekenis heeft, wordt ter verkrijging van een maximale gewasgroei toch geadviseerd om eens in de twee weken een gift van ca. 450 ml water op een 10-1 pot toe te dienen.

Een aanvullende bemesting kan het beste op de grond worden toegediend, kort voor het terugspoelen.

Het beste tijdstip voor het starten van de schotelcultuur (schotels met water vullen) is wanneer het gewas drie echte bladeren heeft en flink gaat groeien. Meestal is dit ca. drie weken na het zaaien of poten en ca. een week na het planten van het gewas.

8. KORTE OMSCHRIJVING VAN DE AANBEVOLEN SCHOTELCULTUURMETHODE VOOR POTTEN VAN 6 L EN GROTER

De proefpotten vullen en, wanneer het nog enige tijd zal duren voordat het gewas gezaaid of geplant wordt, de potten omgekeerd bewaren op de schotel.

Na het zaaien, poten of planten de grond afdekken met een laagje alkathene-korrels. De potten worden hierna af en toe met de gieter, of slang met broes bevochtigd. Pas wanneer het gewas meer water gaat gebruiken en flink gaat groeien (drieblad-stadium) de schotels met water vullen en dagelijks bijvullen.

Eens per twee weken de schotels droog laten trekken en ca. 45 ml water per liter pot-inhoud bovenop de grond toedienen om te voorkomen dat zich een zoutkorstje bovenop de grond vormt.

Een aanvullende bemesting wordt in combinatie met, en voorafgaand aan, deze watergift op de pot gegeven.

De omschreven methode is niet geschikt voor potten die onoverdekt buiten staan. Bij zware regenval zullen de potten dan nl. door gaan lekken als de schotels geheel of bijna geheel met water gevuld zijn. De voedingsstoffen kunnen hierdoor uit de pot en schotels spoelen, hetgeen voor bemestingsproeven zeer ongewenst is.

10. SUMMARY

Introduction

During the period 1981-1983 a special committee conducted a series of experiments to establish an unbiased, workable and reproducible method of watering pots in pot experiments. The immediate reason for this project were practical problems associated with the method of watering introduced in 1978. In this method water was supplied in a tray supporting the pot, which was replenished only after a dry period of one day, on average. In this method it is assumed that alternately wetting and drying is favourable. The method gave problems, because even within one treatment, different pots dry at different rates. Thus a very complicated book-keeping system was necessary which, in practice, was replaced by personal judgement of the service staff. This situation was deemed undesirable.

In a number of experiments detailed measurements (at different times and distinguishing between different layers) of water, salt and root distribution were made to explain the effect of the different treatments on plant growth measured in terms of dry weight (sometimes including the roots) and by frequent visual ratings.

The treatments generally consisted of different combinations of the following factors:

- plant species (maize, French bean, barley, potato, carrot);
- type of soil (sand, loam, clay and a peat-based potting soil);
- method of watering; (1) continuously water in the tray, (2) watering based on measured loss of water (by weighing) or (3) (occasionally) refilling the tray after a dry period of about one day;
- flushing with water to wash accumulated salts back into the soil (only when supplying water in the tray);
- soil surface treatment; (1) loosening the surface layer and (2) covering the surface with polyethylene granules to minimize evaporation and accumulation of salts;
- level of nutrition;
- split-nutrition; supplying supplementary nutrition (instead of giving the complete dose at once) either in the tray or on top of the pot.

1981 EXPERIMENTS

Column-height experiment

To obtain different soil moisture contents, soil columns of 25, 33 and 42 cm height were placed in trays continuously filled with water. Each column consisted of a 5-l pot filled with soil which was placed on a sand column of 7, 15 or 24 cm thickness. The diameter of the PVC tubes was 19,2 cm. Maize and French bean were grown at two levels of N ($N_1 = 0,25$ and $N_2 = 1,0$ g N per 5 l soil).

Visual rating indicated that both maize and French bean grew best at the lowest column height (figures 1 and 3). Yield data (tables 2 and 3) show that dry matter production of maize was lowest for the highest column at N_1 . There was no significant difference due to column height at N_2 . French beans gave the highest dry-matter production at the lowest column height (N_2). Drying of upper layers may hinder uptake of nutrients in an increasing portion of the soil.

For both plant species the gravimetric water content at any depth was lowest in the highest column while the difference between top and bottom of the pot ranged from 3 to 7% in the lowest column and from 10 to 13% in the highest column (figures 2 and 4). Differences due to different N-levels were small.

The conductivity of the soil solution (mS/cm, table 4) calculated from measured conductivity in a 1:2 soil:water extract and moisture content, and the relative distribution of salts over the profile (table 5) show that at the end of the experiment most of the remaining salts accumulated in the 0-5 cm layer. At the high N level N salts can be expected to contribute much more to the total salt content than at the lower N level where all inorganic N will have been taken up.

Pot experiments

On a sand soil, three methods of supplying water were compared in combinations of two crops (maize and French bean) and two levels of N-supply (0.5 and 2.0 g N per pot of 10 l), in combination with either (a) topsoil-loosening or (b) covering the soil surface (with polyethylene granules) or (c) flushing. The methods of watering were (1) measuring loss of water by weighing and replacing lost water (WW), (2) supplying water in the tray after leaving it empty for one day (SD) and (3) supplying water continuously in the tray (SV).

a. Comparison of different watering methods

Visual rating and yield (figures 5 and 8, and tables 6 and 7) indicate that method SV is certainly not inferior to the other methods with regard to growth of maize and French bean. At the high N level water content (% gravimetric) (figures 7 and 10) was highest for method SV and lowest for method WW, especially in the 0-5 cm layer. At the low N-level differences among methods of watering were very small, presumably due to relatively poor plant growth (and thus low transpiration). Conductivity of the soil solution (table 8) was highest in the 0-5 cm layer, especially in method WW, despite watering on top of the pots. Salt accumulation in the top layer was especially high when the rate of nutrient application exceeded the demand of the plant (beans, 10 l, N₂)

b. Effect of soil surface treatment

In watering treatment SV, covering the soil surface with polyethylene granules (treatment A) had a marked positive effect on growth of maize and French bean as indicated by the results of visual ratings (figures 11 and 13) and yield of dry matter (tables 9 and 11). At the same time loosening of the topsoil (which has been a standard procedure for years) (treatment 1) appears to be no better than leaving the surface layer untreated (0). Differences in water content (figures 12 and 14) were related only to the N level, and only in maize. Presumably root density, and consequently water extraction, was higher in the topsoil of treatment A.

In a sub-unit of the experiment plants of the treatments 0, A and T (flushed every two weeks) were harvested at four times and roots were washed and weighed fresh and dry. Total plant weight (figure 15) and shoot-to-root ratio (figure 16) were highest in treatment A after the first harvest as compared with the untreated (0) and at the end of the experiment $A + T > 0$. Apparently covering the soil surface affects plant growth and this effect can, at least in part, be attributed to a better availability of nutrients to roots.

Conductivity of the soil solution (figure 19) and distributions of salts in the pot (figure 20) were calculated as a function of time in the same pots in which root weight was measured (see preceding paragraph). Conductivity was highest early in the experiment, especially in the untreated pots. At the end of the experiment the values were low and differences among the treatments had disappeared indicating that differences in availability of nutrients among the treatments are erased

in time (assuming congruency between conductivity and total salt content). Differences in the relative distribution of salts in the pot were surprisingly small, among treatments as well as in time. The results show that transport of salts with evaporating water to the soil surface is a relatively quick process, also in the covered-soil-surface treatment. Thus better accessibility of salts in this treatment may be mainly a matter of better root development in the 0-5 cm layer.

c. Frequency of flushing

The effect of frequency of flushing was determined only in pots with maize, with the soil surface uncovered and not loosened. T1, T2, T3 and 0 represent flushing once per one, two and three weeks with 450 ml of water and the blank, respectively. Visual ratings (figure 17) and yield (table 12) point to a positive effect of increasing the frequency of flushing up to a rate of once a week. Water content (figure 18) was increased by this treatment, although this was probably partly counteracted by increased root density; the effect may be a result of better accessibility of salts ("synlocalization" of salts and roots).

1982 EXPERIMENTS

Starting from the general conclusion that growth of maize and bean in pots with a sand soil and the trays continuously filled with water (SV) was at least as good as in pots with traditional watering treatments (SD and WW), more information was needed on the responses of a wider range of crops in combination with a wider range of soil types. Therefore, as a third test species barley was chosen and in addition to sand we also used clay, loam and a potting soil based on peat. Their physico-chemical characterization is shown in table 14. In addition to the effects of soil-covering and flushing, we studied the method of supplemental application of nutrients (on top or in the tray) when splitting the fertilizer dose.

Since salts accumulated rapidly in the 0-5 cm layer, we decided to further distinguish between the layers 0-1, 1-3 and 3-5 cm and to harvest at different times in a different experiment. Root distribution was measured at the same intervals and times (experiment 2).

Experiment 1

In the following experiments treatment SV was compared only with WW (replenishing lost water).

a. Comparison of watering methods (SV and WW) for different crops and soils

A gross comparison between the two methods of watering, SV and WW shows that yield levels (table 15) were about the same (SV > WW in 13 cases out of 28). Only in three treatments were statistically significant differences observed, in two of them in favour of method SV. Standard deviation of the mean was a little lower in SV (7.9%) in comparison with WW (9.4%). Visual rating of growth (figures 21, 22 and 23) also indicated that differences between the two methods of watering were small, while differences between N levels were large except in the case of French bean on clay and barley on sand. The former (bean/clay) indicates either that in this soil N fixation was higher (favourable pH?) or(/and) that the initial N content of the soil was higher. The latter (barley/sand) may have been due to a much lower N requirement of barley compared with that of maize and French bean.

Water content in the pot as a function of distance to the soil surface (figure 24) was for each watering method almost the same in clay, loam and sand, but much higher in the peat-based potting soil. In this experiment differences among different layers were very small, at least in watering method WW. The pots filled with sand on which maize was grown had a lower content than those grown to barley and French beans. In method WW, a water loss record was kept. Except for the beginning of the experiment this water loss can be attributed mainly to transpiration.

Table 18 shows that **root distribution** in the pot, measured in 5 cm increments, in method SV was different from that in method WW, the relative amount in the bottom layer being smaller, especially in sand. This can be attributed to the relatively wet conditions in that layer, restricting root growth of sensitive species like French bean. However, this effect was apparent not only in French bean but also in barley (not explicitly shown). Since roots of barley can form aerenchyma, the smaller amount of barley roots cannot easily be explained. The relatively small amount of roots of maize in the bottom layer may be due to continuous formation of new crown roots, which should occur also in barley. The fact that French bean and barley nevertheless form roots at the bottom of the pot in clay, loam and the peat-based potting soil points to the existence of very large pores in these soils, probably resulting from the soil's pretreatment before filling the pots with clay and loam, favouring the formation of granule-like particles. The existence of large air spaces in peaty soils is well known.

b. Flushing and supplementary fertilizer application

The effect of flushing (T) in pots in which the soil surface was covered with polyethylene granules was studied in part of this experiment. At the same time two methods of applying supplementary fertilizer were compared, namely addition on top (AFTP, combined with the flushing treatment) and addition in the tray (AFTR). In the latter treatment care was taken to fill the tray with water after it had almost fallen dry, in order to prevent excessive growth of algae. This part of the experiment was conducted with French bean on clay, sand and the peaty soil with watering method SV only.

Plant growth in these experiments judged by visual rating (figure 27) and yield (tables 16 and 17) was not affected by flushing, once every two weeks, the pots in which the soil surface was covered with polyethylene granules (T2 compared with -T, pot flushed). Split application of fertilizer did not improve plant growth significantly, but a choice in favour of supplementary addition in the tray was supported slightly by the experimental results.

Experiment 2

Covering the soil surface had the strongest effect on conductivity of the soil solution (figure 30) and salt distribution (figure 32), both in cropped and uncropped pots. Flushing had only a very small additional effect. On the other hand, flushing only had not changed salt distribution at the time of measurement, indicating that salts re-accumulate very fast. Very high salt concentrations occurred especially in the 0-1 cm layer (an EC of up to 40 mS/cm₃).

In general, root density (mg/cm³) in the 0-1 cm layer, was higher than in the 1-3 and 3-5 cm layers only when the soil surface was covered (figure 34). Contrary to expectation the treatment with loosened surface layer showed a different picture in that root density was relatively high in the 0-1 cm layer. A higher root density in the top layer coincided with a slightly lower root density at a greater depth (figure 36). The influence of flushing on root distribution (figure 38) was negligible. The shoot-to-root ratio (figure 35) indicated once more that covering the soil surface has a favourable effect on plant growth provided that a higher shoot-to-root ratio is interpreted as an indication of favourable root environment.

1983 EXPERIMENTS

The experimental results of the preceding years clearly show that, in different soils and for a few important crop species, water application in the tray is certainly not inferior to other more traditional methods. Some questions, however, were still unanswered. These were:

- is flushing really unprofitable in pots with the soil surface covered?
- at what time can water application on the tray best be started?
- if pots are filled and nutrients are applied to the soil several weeks before starting the experiments (e.g. during the relatively quiet winter period), then what is the best way to store the pots?
- can the results be generalized to include other crops?

Flushing experiments

Results of **visual rating** (figures 40 and 41) and **yield** (table 27) show a tendency to a positive effect of flushing in clay, but also a tendency to negative effects in sand (only two soil types and two plant species were tested; for the characterization, see table 26). In combination with the results shown in table 16, it should be concluded either that pots with the soil surface covered should not be flushed, or that flushing should be limited to clay soils.

Testing a broader range of crops

On a sandy soil, watering methods SV and WW were compared for four new crops (carrot, lettuce, potato and spinach) at high (H), intermediate (I) and low (L) N-levels, the absolute level depending on crop demand.

According to the results of **visual rating** and **crop yield**, carrot grew much better with method SV except at the lowest N-level. Visual quality, but not mean length of the taproots, was affected negatively, however (table 29). Lettuce (figure 43 and table 30) also showed better growth with method SV, compared to method WW. Potato (figure 45 and table 32) resembled carrot in that growth with method SV was clearly better at the high N level only. The number of tubers and their quality were not different in the two watering treatments (table 33). In method SV, however, tubers were positioned nearer to the soil surface. In spinach (figure 44 and table 31) there was a slight tendency to a negative influence of method SV compared with method WW.

Time to start water application in the tray

As a standard, water was introduced into the tray when the plants had three normally expanded leaves at a normal growth rate. The "starting" time was varied by advancing or delaying this moment by one week, and the resulting three treatments (SV1, SV2 and SV3, in which SV2 indicates the standard, SV1 the advanced and SV3 the delayed variant) were compared for carrot with method WW at three N levels.

Results of **visual rating** (figure 46) and of **crop yield** (table 34) showed that advancing the time of introducing water into the tray influenced growth negatively. The difference between the two other times was negligible.

Storage of fertilized pots before planting or sowing

To minimize accumulation of salts in the top layer during storage of the filled pots, resulting in increased risk of inhibition of germination, especially of spinach, a number of treatments and storage methods were studied. These methods were:

- a. blank (traditional method: filling and storing upright but covered by the matching tray);
- b. as a., but trays pushed into the soil;
- c. as a., but the soil covered with transparent insulating plastic foil;
- d. as c., but with reflecting black-and-white foil (the white side up);
- e. as c., but with black polyethylene foil;
- f. filling the pots with two thirds of the soil and storing the rest in a plastic bag on top of the pot;
- g. as f. but filling the pot to four fifths of the volume;
- h. storing the pots upside down after covering the soil surface with the tray.

EC-values in the soil extract (soil:water = 1:2) in the 0-2 cm layer, were lowest in methods f, g and h (table 35). Since method h is easier to use, it is recommended. Results of an additional germination experiment with lettuce and carrot (table 36) also indicate that method h is a good choice.

DESCRIPTION OF THE RECOMMENDED METHOD OF WATERING POTS

The general conclusion can be drawn that, in controlled warehouse experiments, continuously supplying water in the tray is at least not inferior to other traditional methods of supplying water to pots. Also this method is much simpler to use and is objective.

The recommended procedure is as follows:

1. If pots are filled a few weeks before the start of the experiment, they should be stored upside down, resting on the downside of the matching tray.
2. After sowing or planting, the soil surface is covered with a layer of black polyethylene granules ("Alkathene") and is initially moistened by hand on top.
3. When the plants show expanded third leaves and are growing well the trays are filled with water. Water is added to the tray frequently enough to prevent the occurrence of dry trays except in the case of flushing.
4. The effect of flushing in this system is very small. If nevertheless the pots are to be flushed, then the trays should just be dry.
5. If the fertilizer dose is to be split (which reduces the extent of salt movement before and after planting and the risk of salt damage), then the supplementary fertilizer can be applied either in the tray or (in combination with flushing) on top of the pot.

10. BIJLAGEN

- I. Proefschema IB 6406
- II. Proefschema IB 6407
- III. Beschrijving metingsmethode zoutconcentratie in het bodemvocht en de toegepaste berekeningen
- IV. Proefschema IB 6434
- V. Proefschema IB 6442
- VI. Proefschema IB 6478
- VII. Proefschema IB 6481
- VIII. Proefschema IB 6452B
- IX. Proefschema IB 6435

BIJLAGE I. Proefschemata IB 6406 (1981).

IB 6406

Obj.	Stpl.nrs	Soort pot	N-bemesting	Verz.methode	Afdekken	Terugspoelen							
1	7 - 59 - 85 - 103	10	1	1	0	1							
2	22 - 42 - 81 - 120	10	2	1	0	1							
3	6 - 62 - 83 - 106	10	1	1	0	2							
4	18 - 44 - 79 - 119	10	2	1	0	2							
5	1 - 64 - 96 - 101	10	1	2	0	2							
6	31 - 39 - 76 - 114	10	2	2	0	2							
7	3 - 63 - 84 - 102	6	1	1	0	2							
8	20 - 40 - 78 - 116	6	2	1	0	2							
9	2 - 65 - 95 - 100	6	1	2	0	2							
10	30 - 38 - 77 - 115	6	2	2	0	2							
11	9 - 17 - 53 - 68 - 93 - 109 - 111	10	1	3	0	2							
12	27 - 33 - 47 - 49 - 70 - 122 - 129	10	2	3	0	2							
13	4 - 61 - 86 - 104	10	1	1	0	3							
14	19 - 43 - 80 - 117	10	2	1	0	3							
15	8 - 15 - 52 - 67 - 94 - 108 - 112	10	1	3	0	0							
16	28 - 34 - 46 - 50 - 71 - 121 - 128	10	2	3	0	0							
17	10 - 16 - 55 - 66 - 92 - 110 - 113	10	1	3	1	0							
18	29 - 32 - 48 - 51 - 69 - 124 - 130	10	2	3	1	0							
19	13 - 56 - 88 - 98	B 25	1	3	1	0							
20	14 - 57 - 90 - 99	B 33	1	3	1	0							
21	12 - 58 - 89 - 97	B 42	1	3	1	0							
22	24 - 35 - 73 - 126	B 25	2	3	1	0							
23	23 - 36 - 75 - 127	B 33	2	3	1	0							
24	25 - 37 - 74 - 125	B 42	2	3	1	0							
25	5 - 60 - 87 - 105	10	1	1	2	0							
26	21 - 41 - 82 - 118	10	2	1	2	0							
27	11 - 54 - 91 - 107	10	1	3	2	0							
28	26 - 45 - 72 - 123	10	2	3	2	0							
R A N D P O T T E N													

Soort potten: 6 en 10 = 6 en 10 l.potten, B = buis 25, 33 en 42 (hoogte in cm)

N-bemesting: 1= 0,5 g N/pot 2= 2,0 g N/pot bij 10 l.potten; 1= 0,33 g N/pot 2= 1,33 g N/pot bij 6 l.potten;

1= 0,25 g N/buis 2= 1,0 g N/buis

Verzorgingsmethoden: 1= niet wegen; 2= wegen; 3= buis of 10 l.pot in water

Afdekken: 0= niet afdekken 1= afdekken met alkathenokorrels 2= loskrabben

Terugspoelen: 1= eens per week terugspoelen 2= eens per twee weken terugspoelen 3= eens per drie weken terugspoelen.

Bij het terugspoelen wordt bovenop resp. 450 cc en 300 cc water gegeven op 10 l.potten en 6 l.potten; op de buizen wordt 225cc water gegeven.

BIJLAGE II. Proefschemata IB 6407 (1981).

IB 6407

Obj.	Stpl.nrs	Soort potten	N-bemesting	Verzorgingsmethode	Afdekken	Terugspoelen						
3	8 - 39 - 71 - 82	10	1	1	0	2						
4	28 - 50 - 58 - 105	10	2	1	0	2						
5	10 - 32 - 78 - 91	10	1	2	0	2						
6	25 - 56 - 62 - 97	10	2	2	0	2						
7	7 - 38 - 72 - 83	6	1	1	0	2						
8	27 - 51 - 57 - 106	6	2	1	0	2						
9	9 - 33 - 77 - 92	6	1	2	0	2						
10	26 - 55 - 63 - 96	6	2	2	0	2						
11	2 - 13 - 30 - 36 - 75 - 80 - 87	10	1	3	0	2						
12	15 - 22 - 45 - 47 - 64 - 95 - 100	10	2	3	0	2						
15	1 - 11 - 31 - 34 - 74 - 79 - 88	10	1	3	0	0						
16	16 - 24 - 43 - 48 - 67 - 94 - 98	10	2	3	0	0						
17	3 - 14 - 29 - 35 - 73 - 81 - 90	10	1	3	1	0						
18	17 - 33 - 44 - 49 - 65 - 93 - 99	10	2	3	1	0						
19	5 - 41 - 70 - 85	B 25	1	3	1	0						
20	6 - 40 - 68 - 86	B 33	1	3	1	0						
21	4 - 42 - 69 - 84	B 42	1	3	1	0						
22	19 - 54 - 59 - 104	B 25	2	3	1	0						
23	18 - 52 - 61 - 102	B 33	2	3	1	0						
24	20 - 53 - 60 - 103	B 42	2	3	1	0						
27	12 - 37 - 76 - 89	10	1	3	2	0						
28	21 - 46 - 66 - 101	10	2	3	2	0						
R A N D P O T T E N												

Soort potten: 6 en 10 = 6 en 10 l., B = buis 25, 33 en 42 (hoogte in cm)

N-bemesting: 1= 0,5 g N/pot 2= 2,0 g N/pot bij 10 l.potten; 1= 0,33 g N/pot 2 = 1,33 g N/pot bij 6 l.potten;
1= 0,25 g N/buis 2= 1,0 g N/buis

Verzorgingsmethoden: 1= niet vegen; 2= vegen; 3= buis of 10 l.pot in water

Afdekken: 0= niet afdekken 1= afdekken met alkathenekorrels 2= loskrabben

Terugspoelen: 2= eens per twee weken met 440 cc en 320 cc water, resp. op 10 l.potten en op 6 l.potten.

BIJLAGE III. Beschrijving metingsmethode zoutconcentratie in het bodemvocht en de toegepaste berekeningen.

Het volumepercentage vocht in de grond is berekend uit het gewichtspercentage. Er is hierbij aangenomen dat de zandgrond een poriënvolume heeft van 50% en een droog-volumegewicht van 1,3 kg per liter.

Uitgaande van 1 liter grond met daarin x g bodemvocht, wordt het gewichtspercentage water op de droge grond berekend als $(x / 1,300) \times 100$. Het volumepercentage water is dan $(x / 1000) \times 100$, zodat door vermenigvuldiging van een bekend gewichtspercentage met de factor 1,3, een onbekend volumepercentage kan worden berekend.

Berekening van EC_b , het geleidingsvermogen van het bodemvocht, uit de in de schudvloei-stof gemeten waarde EC_s .

Bij het 1:2 volume-extract wordt aan twee volumedelen water, een volume-deel grond + bodemvocht toegevoegd. Stel dat er v volumeprocent vocht in de grond aanwezig is, dan is, bij een poriënvolume van 50 volumeprocent, van het toegediende volume aan grond en bodemvocht $v / v + 50$ bodemvocht. Daarmee wordt het volgende verband vastgesteld:

$$EC_s = (a / b) EC_b, \text{ waarin}$$

$$a = v / (v + 50)$$

$$b = 2 + (v / (v + 50))$$

EC_s en v zijn gemeten, en dus valt EC_b te berekenen.

Berekening van de zoutverdeling over de verschillende bodemlagen

EC_b is zonder meer een goede maatstaf voor de hoeveelheid zout die aanwezig is, omdat de waarde ervan mede wordt bepaald door de vochtigheid van de grond. Voor de vergelijking van de hoeveelheid zout in monsters van verschillende behandelingen en lagen, is EC_b omgerekend naar het geleidingsvermogen bij een voor alle monsters gelijk vochtgehalte.

Arbitrair is $EC_{v(\text{erzadiging})}$ berekend, het geleidingsvermogen in een met water verzadigde grond, volgens $(v / 50) EC_b$. Bij ongelijke laagdikten is er vermenigvuldigd met de laagdikte. Daarna is voor elke laag de verkregen waarde uitgedrukt als percentage van de som van de waarden van de aanwezige lagen. Hierbij wordt opgemerkt dat eigenlijk op het volume van de laag zou moeten worden gecorrigeerd, omdat de gebruikte emmers

iets taps toe lopen. Zouthoeveelheden bovenin de pot worden met de gevolgde wijze van berekenen iets onderschat, en zouthoeveelheden onderin de pot iets overschat, maar globaal gezien wordt wel een vrij juist beeld verkregen.

BIJLAGE IV. Proefschema IB 6434 (1982).

IB 6434

Obj.	Stpl. nrs.					
	Stambonen	Gerst	Mais			
111	1- 9- 35- (13)	76-81-110- (12)	136-140-166- (70)			
112	2-11- 40- (44)	78-80-108- (11)	135-142-165- (68)			
121	5- 8- 34- (1)	75-82-107- (1)	137-139-164- (69)			
122	6-10- 37- (42)	77-79-109- (14)	138-141-163- (67)			
123	7-36					
124	3-39					
125	4-38					
211	14-16- (47)- 50	84-90-117- (20)	144-149-173- (75)			
212	15-22- (46)- 52	85-87-115- (12)	146-150-174- (76)			
221	13-17- (45)- 54	83-89-116- (19)	143-147-172- (77)			
222	12-20- (48)- 49	86-88-118- (22)	145-148-171- (78)			
223	19-53					
224	21-55					
225	18-51					
311	26-32- 61- (66)	93-95-125- (28)	152-158-181- (84)			
312	28-31- 58- (64)	94-96-123- (29)	151-155-179- (86)			
321	23-33- 56- (63)	92-97-124- (27)	153-157-182- (83)			
322	24-30- 62- (65)	91-98-126- (30)	154-156-180- (85)			
323	27-60					
324	25-59					
325	29-57					
421	67-70-101- (02)	71-74-104- (05)	133-134-159- (60)			
422	68-69- 99- (00)	72-73-103- (08)	131-132-161- (62)			

1^e cijfer:

- 1= R.H.P. potgrond
- 2= kleigrond grond n. 1022
- 3= zandgrond grond n. 1097
- 4= zavelgrond grond 1019

2^e cijfer:

- 1= 0,25 g/pot N
- 2= 2,- g/pot N of 1,- g/pot N bij he vullen en 4 x 0,25 g/pot N als overbem.

○= potten bestemd voor grondonderzoek

3^e cijfer:

- 1= schotelculture
- 2= wegen en opgieten
- 3= als 1, terugspoelen 1 x per 2 weken
- 4= als 1, overbem. in schotel
- 5= als 1, overbem. bovenop

BIJLAGE V. Proefschema IB 6442 (1982).

IB 6442

Obj.	Stpl. nrs						
110	8-19-34						
111	7-20-33						
120	12-18-27						
121	11-17-28						
210	1-21-24-44-B						
211	2-22-23-43-A						
220	4-15-35						
221	3-16-36						
230	9-32-38						
231	10-31-37						
240	6-29-42						
241	5-30-41						
250	14-26-40						
251	13-25-39						
Randpotten							

1^o cijfer:

- 1= 0,25 g/pot N
2= 2,- " N

2^o cijfer:

- 1= schotelculture
2= wegen en opgieten
3= als 1 terugspoelen 1 x per 2 weken
4= als 1 overbemesting in schotel
5= als 1 " " bovenop

3^o cijfer:

- 0= niet afdekken
1= wel afdekken

A + B zonder gewas

BIJLAGE VI. Proefschema IB 6478 (1983).

r.p	r.p
24	32
2.2	1.1
23	31
2.1	1.2
22	30
2.1	1.2
21	29
2.2	1.1
20	28
2.1	1.2
19	27
2.2	1.1
18	26
2.2	1.1
17	25
2.1	1.2
r.p	r.p
r.p	r.p
8	16
1.2	2.2
7	15
1.1	2.1
6	14
1.1	2.1
5	13
1.2	2.2
4	12
1.1	2.2
3	11
1.2	2.1
2	10
1.2	2.2
1	9
1.1	2.1
r.p	r.p
r.p	r.p

Gewas	Object code	Potnummers
Bonen	1.1	1, 4, 6, 7
	1.2	2, 3, 5, 8
	2.1	9, 11, 14, 15
	2.2	10, 12, 13, 16
	7	zandpotten
Mais	1.1	26, 27, 29, 32
	1.2	25, 28, 30, 31
	2.1	17, 20, 21, 23
	2.2.	18, 19, 22, 24 randpotten

Verklaring code:

- 1. zandgrond
- 2. kleigrond
- .1 terugspoelen
- .2 niet terugspoelen

Alle potten afdekken met alkathenekorrels.
Terugspoelen eens per twee weken met 300 cc water als schotels droog zijn.

jaar van aanleg: 1983
grond : zand/klei
onderzoeker : C.W.P.
project : 800

mais

onen

BIJLAGE VII. Proefschema IB 6481 (1983).

IB 6481

Gewe	Obj.			Stpl. nr.
	Bereiding	Water geven	Start schotelcultuur	
1	1	1	1	6 - 17 - 45
1	1	1	2	12 - 38 - 52
1	1	1	3	1 - 48 - 53
1	1	2	1	2 - 44 - 49
1	2	1	1	10 - 42 - 54
1	2	1	2	5 - 47 - 51
1	2	1	3	3 - 13 - 46
1	2	2	1	7 - 18 - 41
1	3	1	1	4 - 15 - 43
1	3	1	2	9 - 40 - 50
1	3	1	3	8 - 14 - 39
1	3	2	1	11 - 16 - 37
2	1	1	1	19 - 24 - 57
2	1	2	1	20 - 22 - 59
2	2	1	1	23 - 56 - 58
2	2	2	1	21 - 55 - 60
3	1	1	1	28 - 61 - 65
3	1	2	1	26 - 29 - 63
3	2	1	1	27 - 62 - 66
3	2	2	1	25 - 30 - 64
4	1	1	1	32 - 36 - 69
4	1	2	1	34 - 68 - 71
4	2	1	1	31 - 35 - 70
4	2	2	1	33 - 67 - 72

Cijfer:

1= start schotelcultuur
2= water geven en water geven

Cijfer:

1= start schotelcultuur als gewas meer water gaat gebruiken
2= 1 week later
3= 2 weken later

1e Cijfer:

1= wasneen
2= sla
3= spinazie
4= aardappelen

2e Cijfer:

1= 1 g/d N, 1 g/d P₂O₅, 1,3 g/d K₂O, 1,5 g/d MgSO₄ · 7H₂O
2= 2 " " 2 " " 2,6 " " 3, " " 4, " "
3= 3 " " 3 " " 3,9 " " 4,5 " " "

BIJLAGE VIII. Proefschema IB 6452B (1983).

Doel: Voorkomen van kiemschade
op vroeg gevulde potten

IB 6452^B

Jaar van aanleg: 1983
Plan : 1983
Gewas : geen en
sla/peen
Onderzoeker : C.W.P.^{II}
Project : 800
Potten : 10L

RP	RP
121	222
321	122
221	322
321	222
121	322
221	122
311	112
111	212
211	312
311	212
211	112
111	312
RP	RP

1e Cijfer:

- 1= Potten met deksel afdekken zoals gebruikelijk is
2= Potten voor 2/3 vullen en rest grond in ruime zak op pot
3= Potten afdekken met noppenfolie en omgekeerd op schotel plaatsen

2e Cijfer:

- 1= R.H.P. grond
2= zandgrond no: 1108

3e Cijfer:

- 1= bestemd voor grondonderzoek
2= zaaien + 15 april sla en peen op één pot

Potgrond mag niet erg droog zijn bij het vullen
Potten bewaren op verwarmde plaats
Grondonderzoek vlak voor het inzaaien van 2 potten per object in lagen van 0-2, 2-10, 10-18 en 18-20 cm op Ec

Obj.	Stpl.nrs.						
111	1 - 5						
211	2 - 4						
311	3 - 6						
121	8 - 12						
221	7 - 10						
321	9 - 11						
112	14 - 18						
212	15 - 17						
312	13 - 16						
122	19 - 23						
222	21 - 24						
322	20 - 22						
Randpotten							

BIJLAGE IX. Proefschem IB 6435 (1982).

IB 6435

Ge- was	Code	Bemonsteringslijdstip					
	123456
B O N E N	0000	6-10	44-52	33-66	73-86	113-117	104-135
	0100	5-17	37-49		77-82	108-121	
	0110	4-11	42-51	34-69	79-85	111-118	106-138
	1000	2- 8-16	41-45-48	31-35-68	72-78-84	110-114-122	105-136-139
	0010	9-13	39-47	30-70	76-83	115-123	100-141
	1100	7-12	40-53	36-71	74-87	107-116	101-140
	1001	3-14	43-46	29-67	80-88	112-119	102-142
	1002	1-15	38-50	32-65	75-81	109-120	103-137
	0000	21-23	55-60	27-64	91-96	124-129	97-133
	0100	19-22	54-61		90-95	127-128	
B R A A K	1000	18-25	57-59	26-63	89-93	126-130	99-132
	1100	20-24	56-58	28-62	92-94	125-131	98-134

Jaar van aanleg: 1982
 Plan : 1982
 Gewas : **Stambonen**
 Grondsoort : Zand
 Grond no. : 1097
 Onderzoeker : C.W.P.
 Project : 800

Verklaring Code:

- 0.... niet afdekken
 - 1.... wel afdekken
 - 0.... niet terugspoelen
 - 1.... wel terugspoelen
 - 0... niet loskrabben
 - 1... wel loskrabben
 - ...0. niet overbemessten
 - ...1. overbem. in schotel
 - ...2. overbem. op pot
 -1 bemonsteren 0 =
 -2 bemonsteren 1 =
 -3 bemonsteren 2 =
 -4 bemonsteren 4 =
 -5 bemonsteren 6 =
 -6 bemonsteren 9 =
-
- vullen van de schotels met water. (Gewas ca. 7 cm hoog)