

Onderbouwing van de effecten van een variabele plantafstand bij pootaardappelen

Ing. R.D. Timmer & ir. R. Wustman

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Projectnummer: 32500613

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit AGV

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

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING	4
1 AANLEIDING ONDERZOEK	5
2 INLEIDING.....	6
3 RESULTATEN ONDERZOEK NAAR PLANTAFSTANDEN.....	7
3.1 De Kandelaar en De Waag 1966-1968.....	7
3.2 Ebelsheerd 1979 t/m 1981.....	9
3.3 Feddemaheerd 1980 t/m 1982	11
3.4 Feddemaheerd 1984 t/m 1986	12
3.5 De Kandelaar en De Waag 1983-1985.....	14
4 BEÏNVLOEDING VAN AANTAL STENGELS PER M ²	17
4.1 Plantaantal en potermaat.....	17
4.2 Plantaantal en ras	19
4.3 Plantaantal en zwaarte van de grond	20
5 VOORSTEL VERVOLGONDERZOEK.....	22
6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	23
LITERATUUR.....	24

Samenvatting

De afgelopen jaren hebben GIS/GPS-technieken hun intrede in de landbouw gedaan. Deze technieken staan volop in de belangstelling vanwege de vele mogelijkheden die ze de landbouw te bieden hebben. Zo is het in technische zin ook mogelijk geworden om de plantafstand van aardappelen plaats specifiek aan te passen aan de hand van de bodemeigenschappen. Om de toepassing van een variabele pootafstand zowel technisch als economisch goed te benutten is een goed onderbouwde relatie nodig tussen bodemeigenschappen en de daarbij behorende optimale pootafstand.

In opdracht van HPA is door PPO-AGV in 2007 een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de optimale plantaantallen bij pootaardappelen op lichtere en zwaardere zavel- en kleigronden in Nederland. De literatuurstudie naar het effect van plantafstanden bij pootaardappelen heeft zich gericht op in Nederland uitgevoerd onderzoek gedurende de periode 1960-2007. Over deze periode waren 23 rapportages met pootaardappelteeltonderzoek beschikbaar.

Uit de onderzoeken en aanvullende literatuur komt naar voren dat het productieniveau van pootaardappelen nauw samenhangt met het aantal stengels per m². Tot een zeker aantal neemt de totale opbrengst toe bij een groter aantal stengels per m². Het aantal gevormde knollen per m² houdt eveneens verband met het stengelaantal. Een groter aantal stengels per m² levert een groter aantal knollen, hoewel het aantal knollen per stengel wel afneemt. De gemiddelde knolgrootte neemt af bij een groter aantal knollen per m². Met een toename van het aantal stengels en daardoor een toename van het aantal knollen, verschuift derhalve de sortering in de richting van de kleinere maten. Bij de teelt van pootaardappelen moet daarom niet het plantgetal (pootafstand) het uitgangspunt zijn maar het verkrijgen van een bepaald aantal stengels per m². Om ervoor te zorgen dat er zoveel mogelijk poters in de goed afzetbare, duurdere maten worden geoogst is het nodig te zorgen voor voldoende stengels per m². Bij een te laag aantal stengels en daardoor een te laag aantal knollen, zullen de poters eerder "uit de maat groeien" en zal het gewas al vóór de gestelde datum doodgespoten moeten worden. Hierdoor worden minder productiedagen benut en dit kost opbrengst.

Op percelen met een sterke variatie in de zwaarte van de grond ontwikkelt het gewas zich op de zwaardere plekken anders dan op de lichtere plekken. Op de zwaardere delen blijft vooral het aantal stengels per m² achter met als gevolg het risico van uit de maat groeien. Door het plantgetal te variëren en te laten afhangen van de zwaarte van de grond is dit te compenseren. Hoeveel planten er op de zwaardere delen meer moeten staan dan op de lichtere, was onderdeel van de uitgevoerde literatuurstudie.

De (beperkte) onderzoeksresultaten wijzen erop dat de momenteel gehanteerde rekenregel bij het variabel poten van "max. 10% meer planten op de zwaardere delen van het perceel en max. 10% minder op de lichtere delen" te algemeen is en onvoldoende effect zal hebben. Met effect wordt bedoeld een groter aantal knollen in de meest gewenste maatsortering. Het aantal stengels dat zich ontwikkelt is namelijk niet alleen afhankelijk van de grondsoort en de hoeveelheid van het uitgangsmateriaal, maar ook van o.a. het ras, de potermaat, de pootgoedleeftijd (het vermogen tot het maken van stengels), de structuur van de grond en de vochtvoorziening. Deze factoren dienen in de rekenregel te worden opgenomen. Ook dient de regel gekoppeld te worden aan absolute lutumgehalten. De omschrijvingen "zwaardere" en "lichtere" delen van het perceel zijn te weinig concreet.

Om tot een onderbouwde rekenregel te komen die ook werkelijk het beoogde effect zal kunnen hebben dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd. Bij dit onderzoek zal in eerste instantie aandacht moeten zijn voor de invloed van: ras, potermaat, aantal stengels per pot, groeiomstandigheden tijdens de teelt en zwaarte van de grond.

1 Aanleiding onderzoek

De afgelopen jaren hebben GIS/GPS-technieken hun intrede in de landbouw gedaan en staan volop in de belangstelling vanwege de vele mogelijkheden die ze de landbouw te bieden hebben. Naast het zgn. "recht rijden" is het vooral de mogelijkheid van het plaatsspecifiek behandelen van grond en gewas die de technieken zo perspectiefvol maakt. Door teeltmaatregelen aan te passen aan de plaatselijke omstandigheden op een perceel zijn hogere opbrengsten, een homogener kwaliteit en een besparing van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen mogelijk.

Zo is het in technische zin ook mogelijk geworden om de plantafstand van aardappelen plaatsspecifiek aan te passen aan de hand van de bodemeigenschappen. Bekend is dat een aardappelgewas zich op zwaardere grond anders ontwikkelt dan op een lichtere grond. Het optimale plantgetal op een zwaardere grond is dan ook anders (hoger) dan op een lichtere. Op percelen met grote verschillen in lutumgehalte ontwikkelt een aardappelgewas zich ook verschillend in afhankelijkheid van de zwaarte van de grond. Aardappelgewassen vormen meer stengels op lichtere gronden en minder stengels op zwaardere gronden. Door het plantgetal aan te passen aan de zwaarte van de grond zou een homogener gewas en eindproduct kunnen worden verkregen. Met behulp van GPS, bodemkaarten en een daartoe aangepaste pootmachine wordt momenteel getracht dit te realiseren.

Enkele pootgoedtelersgroepen, met name in Noord Nederland, zijn al met deze techniek aan het experimenteren. Hoeveel meer en minder er geplant moet worden in afhankelijkheid van de zwaarte van de grond is niet bekend. Over het algemeen wordt de pootmachine dusdanig ingesteld dat op de lichtere delen (maximaal) 10% minder pootgoed wordt gebruikt en op de zwaardere delen (maximaal) 10% meer. Dit is echter een zelfgekozen uitgangspunt en is niet gebaseerd op onderzoek. Er bestaat geen onderbouwing van deze gebruikte rekenregel.

Om de toepassing van een variabele pootafstand zowel technisch als economisch goed te benutten is een goed onderbouwde relatie nodig tussen bodemeigenschappen en de daarbij behorende optimale pootafstand.

In opdracht van HPA is door PPO-AGV in 2007 een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de optimale plantaantallen bij pootaardappelen op lichtere en zwaardere zavel- en kleigronden. Daarbij is nagegaan of er op basis van deze informatie een rekenregel is te formuleren voor het variëren van de plantafstand op basis van de zwaarte van de grond.

2 Inleiding

De ervaring van pootgoedtelers is dat de ontwikkeling van een aardappelgewas op een zwaardere kleigrond anders verloopt dan op een lichtere grond. Met name de ontwikkeling van het aantal stengels per m^2 is, bij een gelijk aantal planten per m^2 , op zwaardere grond minder dan op een lichtere. Het aantal stengels per m^2 houdt nauw verband met het aantal knollen per m^2 . Het aantal knollen per stengel is vaak ras bepaald. Op een zwaardere grond zullen derhalve ook minder knollen geproduceerd worden en deze knollen lopen eerder het risico "uit de maat te groeien". Op een zwaardere grond is het optimale plantgetal daarom ook hoger dan op een lichtere grond. Hoeveel hoger dit is, is moeilijk te zeggen aangezien de ontwikkeling van het aantal stengels afhankelijk is van meer factoren dan alleen het plantgetal.

Er zijn gebieden in Nederland (o.a. Noord Friesland en Noord Groningen) waar percelen een sterke variatie vertonen (of een sterk verloop hebben) in de zwaarte van de grond. Op deze percelen ontwikkelt het gewas zich op de zwaardere plekken anders dan op de lichtere plekken. Vooral de ontwikkeling op de zwaardere plekken (minder stengels, minder knollen, risico van uit de maat groeien) bepaalt in sterke mate de doodspuitdatum. Door het plantgetal aan te passen aan de zwaarte van de grond (dichter poten op de zwaardere stukken) is dit gedeeltelijk te voorkomen. Probleem is echter dat niet bekend is hoeveel dichter er gepoot moet worden en hoe de verdeling van de zwaarte van de grond over het perceel er precies uitziet.

Door het (laten) maken van een bodemkaart van het perceel is het laatstgenoemde op te lossen. Met behulp van GPS technieken en een aangepaste pootmachine is het reeds mogelijk de plantdichtheid aan te passen aan de zwaarte van de grond. Hoe groot deze aanpassing moet zijn is echter volledig onbekend. De "rekenregels" die op dit moment door telers worden gebruikt zijn daarom te beschouwen als "een slag in de lucht". Deze telers hopen een stapje verder te komen door te experimenteren.

In dit rapport zijn de resultaten van onderzoek met plantaantallen bij pootaardappelen en hun conclusies vermeld uit de periode 1960-2007. Met behulp van deze informatie is getracht een analyse te maken met het doel een relatie te formuleren tussen de zwaarte van de grond en het optimale plantgetal.

3 Resultaten onderzoek naar plantafstanden

De literatuurstudie naar het effect van plantafstanden bij pootaardappelen heeft zich gericht op in Nederland uitgevoerd onderzoek gedurende de periode 1960-2007. Hiervoor zijn de verslagen van diverse regionale proefboerderijen geraadpleegd. Het betrof de jaarboekjes van de akkerbouwproefboerderijen in het Noorden van Nederland (Ebelsheerd en Feddemaheerd/Kollumerwaard), in het Zuidwesten (Westmaas en de Rusthoeve), en in het centrale deel (Van Bemmelenhoeve, De Kandelaar, De Waag en het PPO-proefbedrijf in Lelystad).

Hoewel in deze periode bijzonder veel aardappelonderzoek is gebeurd aan diverse onderwerpen bleek het aantal onderzoeken naar het plantgetal bij pootaardappelen beperkt. In tabel 1 is weergegeven welke onderzoeken in de betreffende boekjes en verslagen zijn aangetroffen.

Tabel 1. **Overzicht onderzoek in Nederland naar optimale plantgetal bij pootaardappelen; 1960-2007.**

proefboerderij	ras	jaren	locatie	grondsoort	%-slib
De Kandelaar	Bintje	1966-1968	Marknesse (N.O. polder)	zware zavel	20-30
De Waag	Bintje	1966-1968	Creil (N.O. polder)	lichte zavel	ca. 10
Ebelsheerd	Ostara	1979-1981	Nieuw Beerta (Oldambt)	zware klei	54-64
Feddemaheerd	Désirée	1980-1982	Kloosterburen (N. Groningen)	lichte zavel tot lichte klei	23-24
Feddemaheerd	Désirée/Jaerla	1984-1986	Kloosterburen (N. Groningen)	lichte zavel tot lichte klei	??
De Kandelaar	Bintje	1983-1985	Biddinghuizen (O. Flevoland)	zware klei	48-55
De Waag	Alpha	1983-1985	Creil (Noordoostpolder)	lichte zavel	8
De Waag	Bintje	1984-1985	Creil (Noordoostpolder)	lichte zavel	8

In de volgende paragrafen zullen de in tabel 1 genoemde onderzoeken kort worden toegelicht en de belangrijkste resultaten worden weergegeven.

De jaarboekjes rapporteren over plantdichtheden (pootafstanden), stengeldichtheden, opbrengsten en knolaantallen.

3.1 De Kandelaar en De Waag 1966-1968

In de jaren 1966, 1967 en 1968 werden op de voormalige proefboerderijen De Waag (lichtere grond) en De Kandelaar (zwaardere grond) proeven met plantdichtheden uitgevoerd bij pootaardappelen. Beide proefboerderijen lagen indertijd in de Noordoostpolder, De Waag op een lichte zavelgrond met ca. 10% afslibbaar, De Kandelaar op een zware zavelgrond met 20-30% afslibbaar. Het specifieke %-afslibbaar van de betreffende proefpercelen in deze jaren was niet in de proefverslagen terug te vinden. De opzet en uitvoering van de proeven was identiek op beide locaties. Deze serie proeven maakt enigszins een vergelijking mogelijk (niet betrouwbaar, alleen tendens) tussen het optimale plantgetal op zware en op lichte grond. De voor de proeven bestemde pootaardappelen werden ieder jaar voorgekiemd en afgehard. Het ras was Bintje en de aardappelen werden met de hand gepoot. Er werden drie potmaten gebruikt (35/40, 40/45, 45/50) en de plantaantallen varieerden van 40.000 tot 80.000.

Ieder jaar kwamen de grotere poters het eerste op. Deze voorsprong in ontwikkeling zette zich elk jaar door tot ver in het seizoen. Het loofdodingstijdstip was meestal gelijk aan de E-datum die door de NAK voor pootaardappelen werd vastgesteld.

Tabel 2. Opbrengstgegevens De Kandelaar, ras Bintje; gemiddelde cijfers 1966-1968.

potermaat	planten per ha	stengels per m ²	kg-opbrengst		sortering 28/45	
			totaal ton/ha*	relatief	ton/ha*	relatief
35/40	50.000	23,3		95		62
	60.000	27,1		96		66
	70.000	30,4		100		74
	80.000	33,3		100		77
40/45	45.000	25,6		99		69
	55.000	30,7		100		74
	65.000	33,6		102		68
	75.000	39,3		104		82
45/50	40.000	24,3		99		68
	50.000	31,4		99		74
	60.000	38,1		100		76
	70.000	41,5		103		82

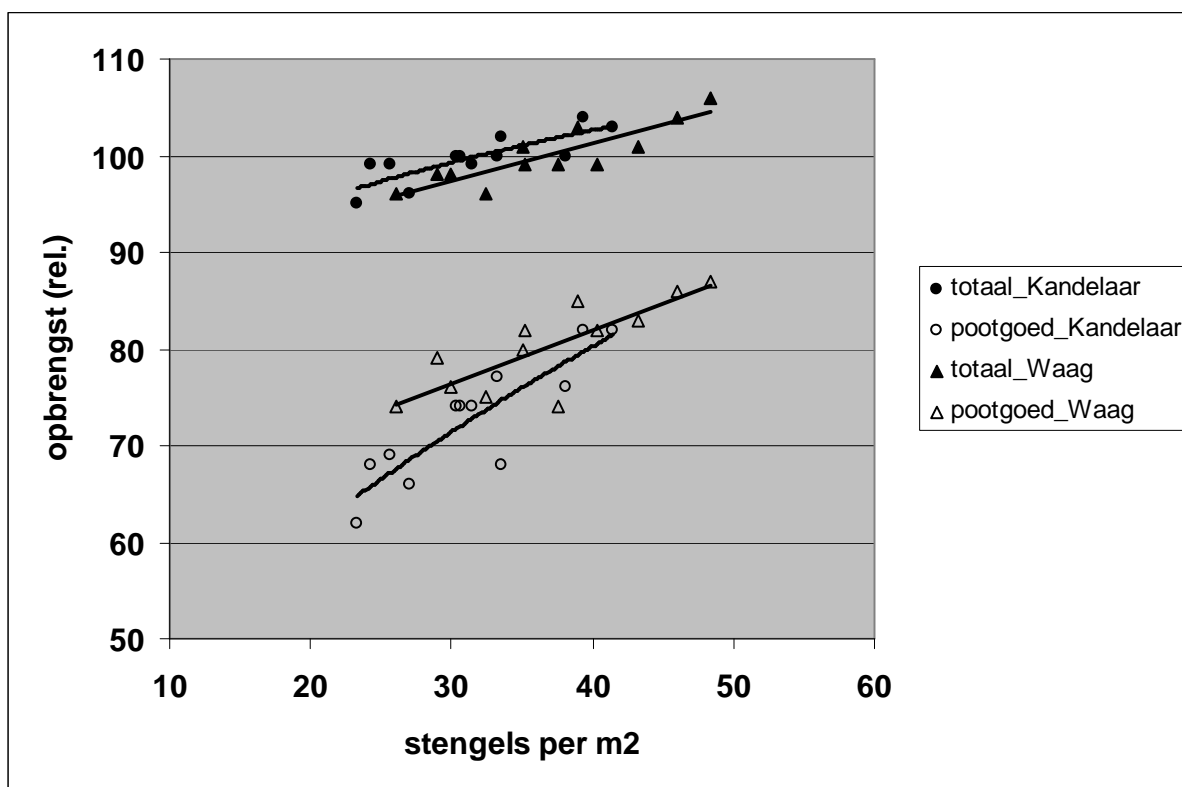
Tabel 3. Opbrengstgegevens De Waag, ras Bintje; gemiddelde cijfers 1966-1968.

potermaat	planten per ha	stengels per m ²	kg-opbrengst		sortering 28/45	
			totaal ton/ha*	relatief	ton/ha*	relatief
35/40	50.000	26,0		96		74
	60.000	32,4		96		75
	70.000	37,6		99		74
	80.000	43,2		101		83
40/45	45.000	29,0		98		79
	55.000	35,2		99		82
	65.000	40,3		99		82
	75.000	46,0		104		86
45/50	40.000	30,0		98		76
	50.000	35,1		101		80
	60.000	39,0		103		85
	70.000	48,3		106		87

* niet vermeld in de betreffende rapportage

Vooraf het aantal stengels per m² bleek een belangrijk gegeven te zijn. Het aantal stengels varieerde van 26 tot ruim 48 per m². Door het vergroten van het plantaantal per ha werd bij elke potermaat een hogere opbrengst verkregen; vooral de toename in de gewenste sortering 28/45 was groot. Er was dus sprake van een betere sortering bij de hoogste standdichtheid (tabellen 2 en 3).

In figuur 1 zijn de resultaten uit tabel 2 grafisch uitgezet. Per locatie zijn alle resultaten van potermaten en standdichtheden samengevoegd. Het aantal stengels per m² is uitgezet tegen de totale opbrengst en de pootgoedopbrengst. Uit figuur 1 wordt duidelijk dat op beide locaties de opbrengst, met name de pootgoedopbrengst, toenam met de stengeldichtheid. Het lijkt erop dat op beide locaties de hoogst mogelijke opbrengst niet bereikt is. Het hiervoor benodigde aantal stengels lag boven de 50 per m². Bij een gelijk aantal stengels per m² was de totale opbrengst op beide locaties vrijwel gelijk, de pootgoedopbrengst echter iets verschillend. Bij lagere stengeldichtheden was de pootgoedopbrengst op de lichtere grond van De Waag hoger dan op de zwaardere grond van De Kandelaar. Dit zou erop kunnen duiden dat bij eenzelfde aantal stengels, er op zwaardere grond minder knollen werden gevormd welke sneller uit de maat groeiden.



Figuur 1. Effect van aantal stengels op de (relatieve) totale opbrengst en (relatieve) pootgoedopbrengst van pootaardappelen; ras Bintje; elke lijn is een totaal van 3 potermaten en 4 plantdichtheden; De Kandelaar en De Waag 1966-1968.

3.2 Ebelsheerd 1979 t/m 1981

De proeven in deze jaren op de zware klei van Ebelsheerd werden uitgevoerd met het ras Ostara. Ostara is een grof groeiend ras en vormt over het algemeen minder stengels dan een ras als Bintje.

Het pootgoed ontving in alle jaren in februari een warmtestoot van circa vier dagen bij 20°C. Na het verschijnen van de kiemen is het pootgoed onder koele omstandigheden bij kunstlicht in de schuur bewaard. Zodra de weersomstandigheden dit toelieten zijn de bakjes buiten geplaatst, voor het afharderen van de kiemen, tot de pootdatum. De proeven werden aangelegd op percelen met een afslibbaarheid van 64% (1979), 54% (1980) en 60% (1981). Het loof is vernietigd op de E-adviesdatum die voor het betreffende ras is vastgesteld. Bij dit onderzoek zijn twee potermaten (35/40 en 45/50) en drie plantdichtheden (45.000, 60.000 en 75.000) vergeleken.

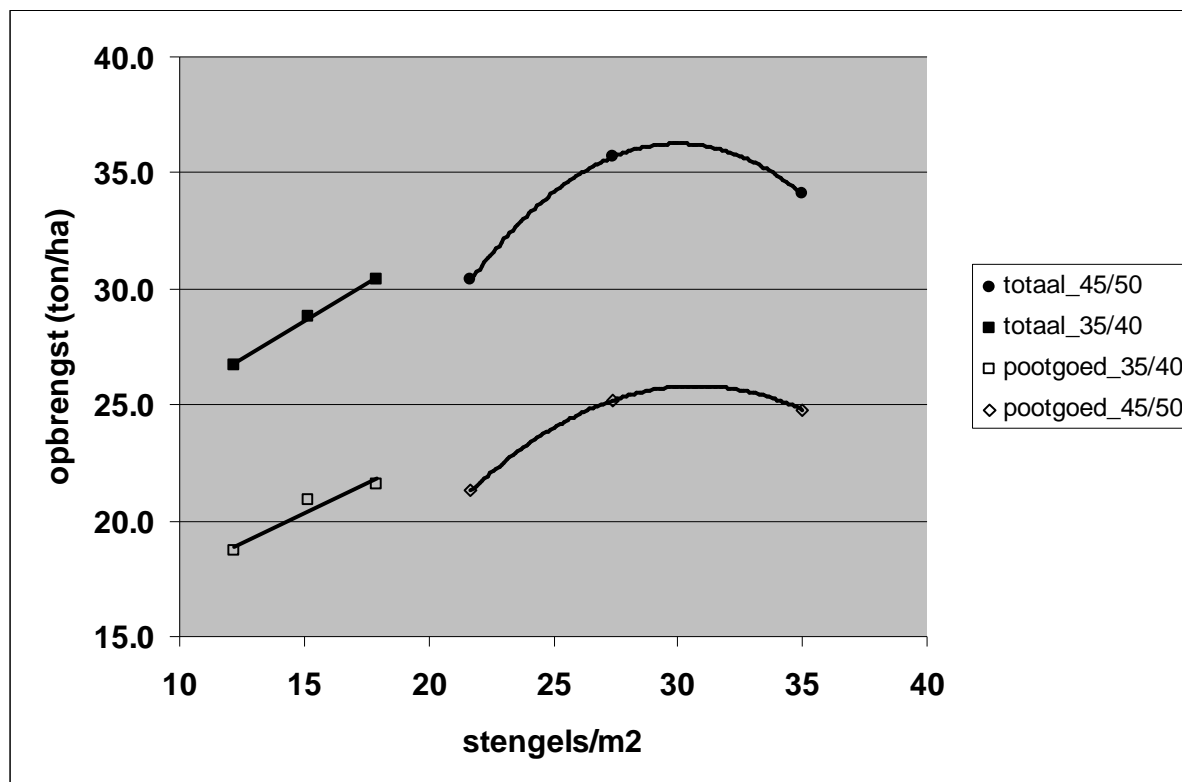
De opkomst van de grote maat poters was vlotter dan die van de maat 35/40. De voorsprong bedroeg gemiddeld een week in de drie jaren. Bij de verdere ontwikkeling bleven de grote poters hun voorsprong behouden, hetgeen ook in de mate van bodembedekking tot uiting kwam. De bodembedekking van de maat 35/40 was in alle drie de jaren nauwelijks volledig. Behalve door de tragere loofontwikkeling werd dit ook veroorzaakt door het geringere aantal stengels. Ook bij het hoogste plantaantal was het aantal stengels per m² bij de maat 35/40 (17,9) nog lager dan bij dat bij het laagste plantgetal bij de maat 45/50 (21,7) (tabel 4).

Tabel 4. Opbrengstgegevens Ebelsheerd, ras Ostara; gemiddelde cijfers 1979-1981.

planten per ha	potermaat	stengels per m ²	kg-opbrengst			
			totaal		sortering 35/55	
			ton/ha	relatief	ton/ha	relatief
45.000	35/40	12,2	26,7	78	18,7	75
	45/50	21,7	30,4	89	21,3	86
60.000	35/40	15,2	28,8	84	20,9	85
	45/50	27,4	35,7	105	25,2	102
75.000	35/40	17,9	30,4	89	21,6	87
	45/50	35,0	34,1	100	24,8	100

Bij dezelfde plantdichtheid gaf de grotere poter een flink hogere totaalopbrengst en pootgoedopbrengst dan bij de kleinere poter. Boven de 60.000 planten nam de opbrengst bij de maat 45/50 niet meer toe, terwijl bij de maat 35/40 het hoogste plantgetal (75.000) ook de hoogste opbrengst gaf. Deze opbrengst was echter lager dan bij 60.000 planten van de maat 45/50. De hoogste opbrengst, zowel totaal als in de gewenste maat (35/55), werd gemiddeld behaald bij 60.000 planten van de grote potermaat 45/50 (tabel 4).

In figuur 2 zijn de resultaten uit tabel 4 grafisch uitgezet. Per potermaat zijn alle resultaten van de standdichtheden samengevoegd, en het aantal stengels per m² uitgezet tegen de totale opbrengst en de pootgoedopbrengst.



Figuur 2. Effect van aantal stengels per m² op de totale opbrengst en de pootgoedopbrengst van pootaardappelen; ras Ostara, 2 potermaten; Ebelsheerd 1979-1981.

Uit deze proeven van 1979 t/m 1981 op Ebelsheerd bleek dat het verhogen van de stengeldichtheid het resultaat van de (pootgoed)opbrengst gunstig heeft beïnvloed (figuur 2). Het optimale aantal stengels lag bij ca. 30 per m². Dit aantal stengels werd echter alleen bereikt met de grotere potermaat. Ook bij de hoogste plantdichtheid werden bij de kleine potermaat (35/40) niet meer dan 18 stengels per m² gevormd.

3.3 Feddemaheerd 1980 t/m 1982

De proeven in deze jaren op de zavel van Feddemaheerd werden uitgevoerd met het ras Désirée. Désirée is een grof groeiend ras dat over het algemeen minder stengels vormt dan een ras als Bintje.

Het pootgoed ontving in alle jaren in februari een warmtestoot van circa vier dagen bij 20°C. Na het verschijnen van de kiemen is het pootgoed onder koele omstandigheden, bij kunstlicht in de schuur bewaard. Zodra de weersomstandigheden dit toelieten zijn de bakjes buiten geplaatst, voor het afharden van de kiemen, tot de pootdatum. De proeven werden aangelegd op percelen met een afslibbaarheid van 23% (1982) en 24% (1980 en 1981). Het loof is vernietigd op de E-adviesdatum die voor het betreffende ras is vastgesteld. Bij dit onderzoek zijn twee potermaten (35/40 en 45/50) en drie plantdichtheden (50.000, 60.000 en 70.000) vergeleken.

De grote pots (45/50) hadden bij opkomst en beginontwikkeling een voorsprong op de maat 35/40. Dit verschil is mogelijk mede beïnvloed door de weersomstandigheden. In de periode na het potten en tijdens de beginontwikkeling was het namelijk, vooral in 1980 en 1981, droog en schraal weer.

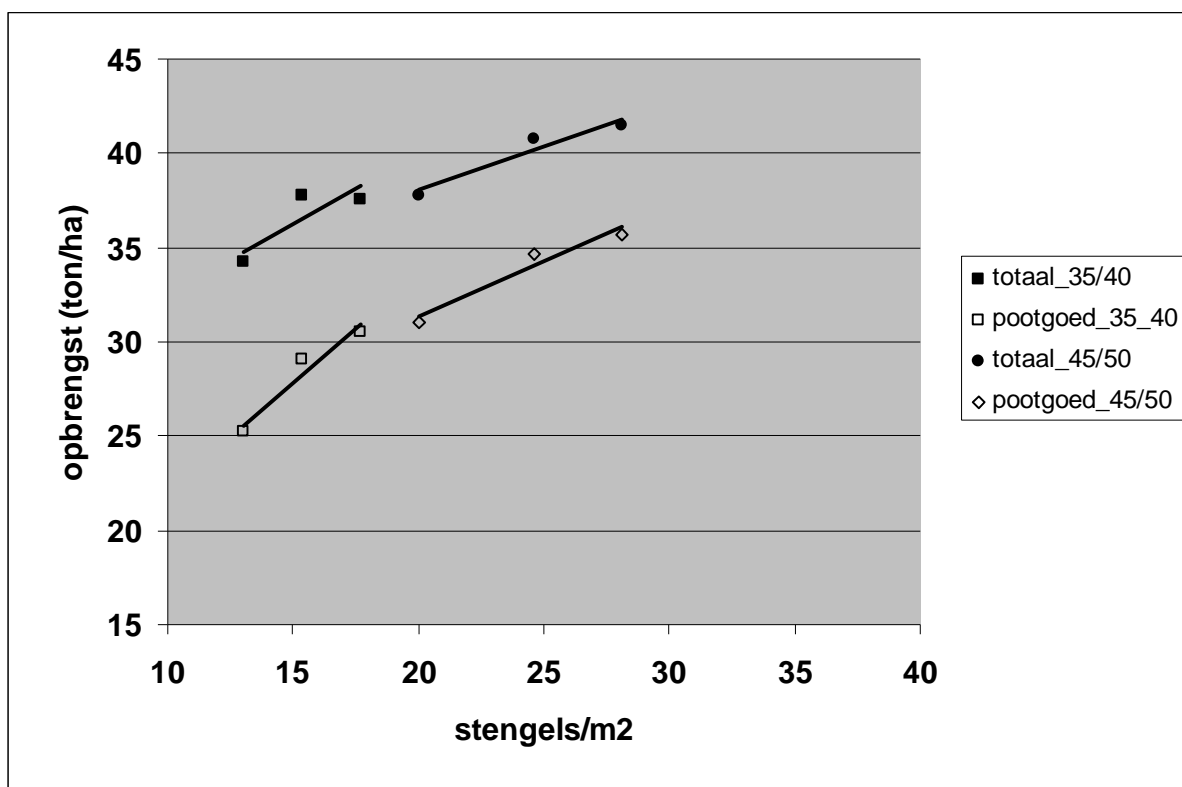
In 1980 werd een volledige bodembedekking bereikt, ook bij de objecten met 50.000 planten per ha. In 1981 waren grondbedekking en loofmassa veel minder dan in 1981. Bij de potermaat 35/40 was bij geen van de objecten sprake van een volledige bodembedekking. Hoewel 1982 voor de aardappelteelt een groeizaam jaar was met een vlotte opkomst en beginontwikkeling, liet de grondbedekking bij de potermaat 35/40 bij 50.000 en 60.000 planten wat te wensen over.

Tabel 5. Opbrengstgegevens Feddemaheerd, ras Désirée; gemiddelde cijfers 1980-1982.

planten per ha	potermaat	stengels per m ²	kg-opbrengst			
			totaal		sortering 35/55	
			ton/ha	relatief	ton/ha	relatief
50.000	35/40	13,0	34,2	82	25,2	71
	45/50	20,0	37,8	91	31,0	87
60.000	35/40	15,4	37,8	91	29,1	82
	45/50	24,6	40,8	98	34,7	97
70.000	35/40	17,7	37,6	91	30,5	85
	45/50	28,1	41,5	100	35,7	100

Het stengelaantal van de maat 35/40 bleef in alle jaren beduidend beneden dat van de maat 45/50 (tabel 5). De grotere pots gaven in deze proeven, bij dezelfde plantdichtheid, ook een hogere opbrengst dan de maat 35/40. Dit was vooral een gevolg van het hogere aantal stengels per m². De stengeldichtheid in de proeven was erg laag, kenmerkend voor het ras Désirée.

In figuur 3 zijn de resultaten uit tabel 5 grafisch uitgezet. Per potermaat zijn de resultaten van de standdichtheden samengevoegd, en het aantal stengels per m² uitgezet tegen de totale opbrengst en de pootgoedopbrengst.



Figuur 3. Effect van aantal stengels op totale opbrengst en pootgoedopbrengst van poot aardappelen; ras Désirée, 2 potermaten; Feddemaheerd 1980-1982.

Uit deze proeven van 1980 t/m 1982 op Feddemaheerd bleek dat het verhogen van de stengeldichtheid van 13 tot ruim 28 per m² de (pootgoed)opbrengst gunstig heeft beïnvloed (figuur 3). Het optimale aantal stengels leek echter (ruim?) boven de 28 per m² te liggen. Alleen met de grotere potermaat konden de hogere stengelaantallen bereikt worden. Ook bij de hoogste plantdichtheid werden bij de kleine potermaat niet meer dan 18 stengels per m² gevormd.

3.4 Feddemaheerd 1984 t/m 1986

De proeven in deze jaren op de zavel van Feddemaheerd werden uitgevoerd met de rassen Désirée en Jaerla. Désirée en Jaerla zijn grof groeiende rassen die over het algemeen minder stengels vormen dan een ras als Bintje. Het pootgoed ontving in alle jaren in februari een warmtestoot van circa vier dagen bij 20°C.

Na het verschijnen van de kiemen is het pootgoed onder koele omstandigheden bij kunstlicht in de schuur bewaard. Zodra de weersomstandigheden dit toelieten zijn de bakjes buiten geplaatst, voor het afharderen van de kiemen, tot de pootdatum. Het percentage afslibbaar was alleen voor de proef in 1984 terug te vinden (13%). Voor beide andere jaren is dit in de jaarverslagen niet vermeld. Het percentage afslibbaar varieerde op de Feddemaheerd indertijd van 12% tot 36%. Het loof is vernietigd op de E-adviesdatum die voor het betreffende ras is vastgesteld. Bij dit onderzoek zijn drie potermaten (28/35, 35/40 en 45/50) en vier plantdichtheden (60.000, 80.000, 100.000 en 120.000) vergeleken. Deze plantdichtheden werden echter alleen vergeleken bij de kleinste potermaat. De drie potermaten werden alleen vergeleken bij een plantgetal van 60.000.

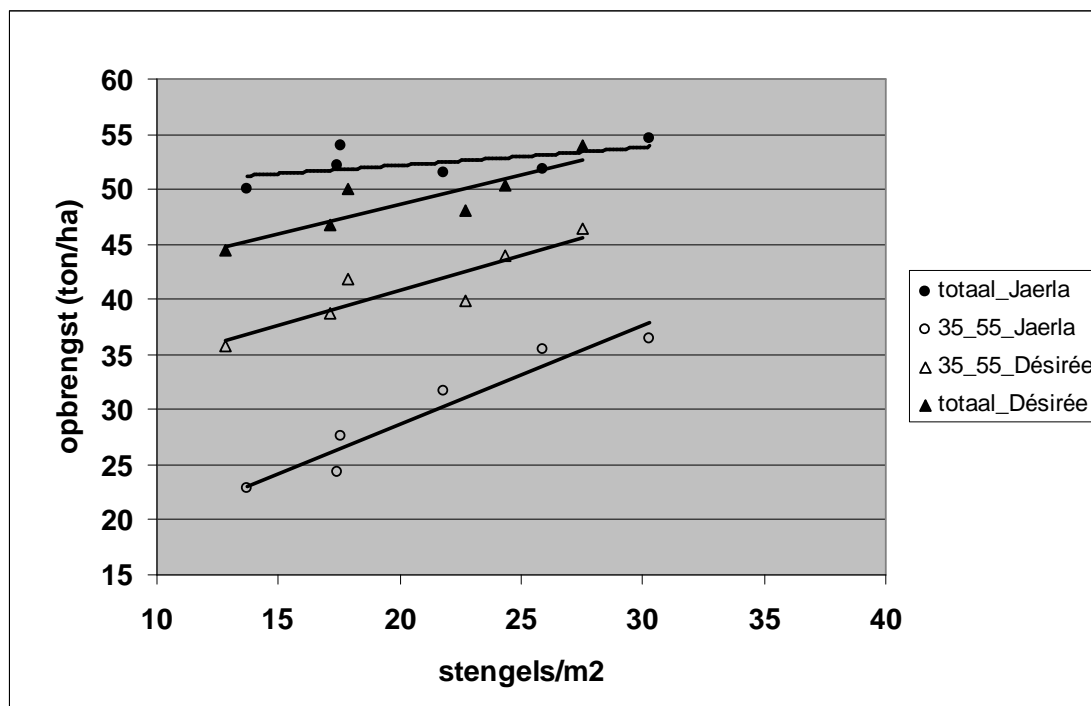
De groeiomstandigheden in deze onderzoeksjaren waren gunstig. De gewassen kwamen vlot op en vertoonden een goede loofontwikkeling. De vlotheid in opkomst was mede afhankelijk van de potergrootte: de maat 28/35 kwam circa één week later boven dan de maat 45/50. Alle objecten bereikten een volledige bodembedekking, ofschoon de loofmassa bij 60.000 planten bij de kleinste potermaat niet overdadig was.

Het ras Jaerla bleef in 1985 en 1986 (en ook gemiddeld) ook met de hoogste plantdichtheid bij een potermaat van 28/35 in aantal stengels achter bij 60.000 planten van de maat 45/50 (tabel 6). Bij het ras Désirée was dit zelfs in alle jaren het geval.

Tabel 6. Opbrengstgegevens Feddemaheerd; gemiddelde cijfers 1984-1986.

planten per ha	potermaat	stengels per m ²	kg-opbrengst			
			totaal		sortering 35/55	
			ton/ha	relatief	ton/ha	relatief
Jaerla						
60.000	28/35	13,7	50,0	92	22,8	62
80.000	28/35	17,4	52,2	96	24,3	67
100.000	28/35	21,8	51,5	94	31,7	87
120.000	28/35	25,9	51,9	95	35,4	97
60.000	28/35	13,7	50,0	92	22,8	62
60.000	35/40	17,6	54,0	99	27,6	76
60.000	45/50	30,3	54,6	100	36,5	100
Désirée						
60.000	28/35	12,8	44,4	82	35,7	77
80.000	28/35	17,1	46,7	87	38,8	83
100.000	28/35	22,7	48,1	89	39,9	86
120.000	28/35	24,3	50,3	93	43,9	94
60.000	28/35	12,8	44,4	82	35,7	77
60.000	35/40	17,9	50,0	93	41,8	90
60.000	45/50	27,5	53,9	100	46,5	100

De totale opbrengst was bij Jaerla met 80.000 planten maximaal. De pootgoedopbrengst nam toe met het plantgetal maar bleef echter ver achter bij de totale opbrengst. Blijkbaar groeide het ras snel uit de maat en waren veel knollen nodig (hoge plantdichtheid) om de sortering klein te houden. De hoogste pootgoedopbrengst bij 60.000 planten werd bereikt bij de grootste potermaat.



Figuur 4. Effect van aantal stengels op de totale opbrengst en de pootgoedopbrengst van poot aardappelen bij 2 rassen en 2 potermaten; Feddemaheerd 1984-1986.

In figuur 4 zijn de resultaten uit tabel 6 grafisch uitgezet. Voor beide rassen zijn de resultaten van potermaten en standdichtheden samengevoegd, en het aantal stengels per m² uitgezet tegen de totale opbrengst en de pootgoedopbrengst. Zowel een groter aantal planten als een grotere potermaat hadden een toename van het aantal stengels per m² tot gevolg. Het aantal stengels per m² was in hoge mate bepalend voor de pootgoedopbrengst (figuur 4). Bij het ras Désirée nam zowel de totale als de pootgoedopbrengst toe met een toename van het plantgetal. Ook het gebruik van een grotere potermaat deed de opbrengst sterk toenemen. Ook bij dit ras was het aantal stengels per m² in hoge mate bepalend voor de (pootgoed)opbrengst.

Uit deze proeven van 1984 t/m 1986 op Feddemaheerd bleek dat de (pootgoed)opbrengst sterk verband hield met het aantal stengels per m². Dit aantal stengels kon worden verhoogd via een verhoging van het plantgetal of via het gebruik van een grotere potermaat. Bij beide rassen werd bij ca. 30 stengels per m² de hoogste pootgoedopbrengst nog niet bereikt.

3.5 De Kandelaar en De Waag 1983-1985

In de jaren 1983 t/m 1985 zijn er op de voormalige proefboerderijen De Kandelaar en De Waag enkele onderzoeken uitgevoerd met plantaantallen bij poot aardappelen. De Kandelaar was in die periode gevestigd in Biddinghuizen op de zware klei (afslibbaar 55%, 48% en 49% in de betreffende jaren) en De Waag was nog steeds gesitueerd in Creil op een lichte zavelgrond (alle jaren 8% afslibbaar).

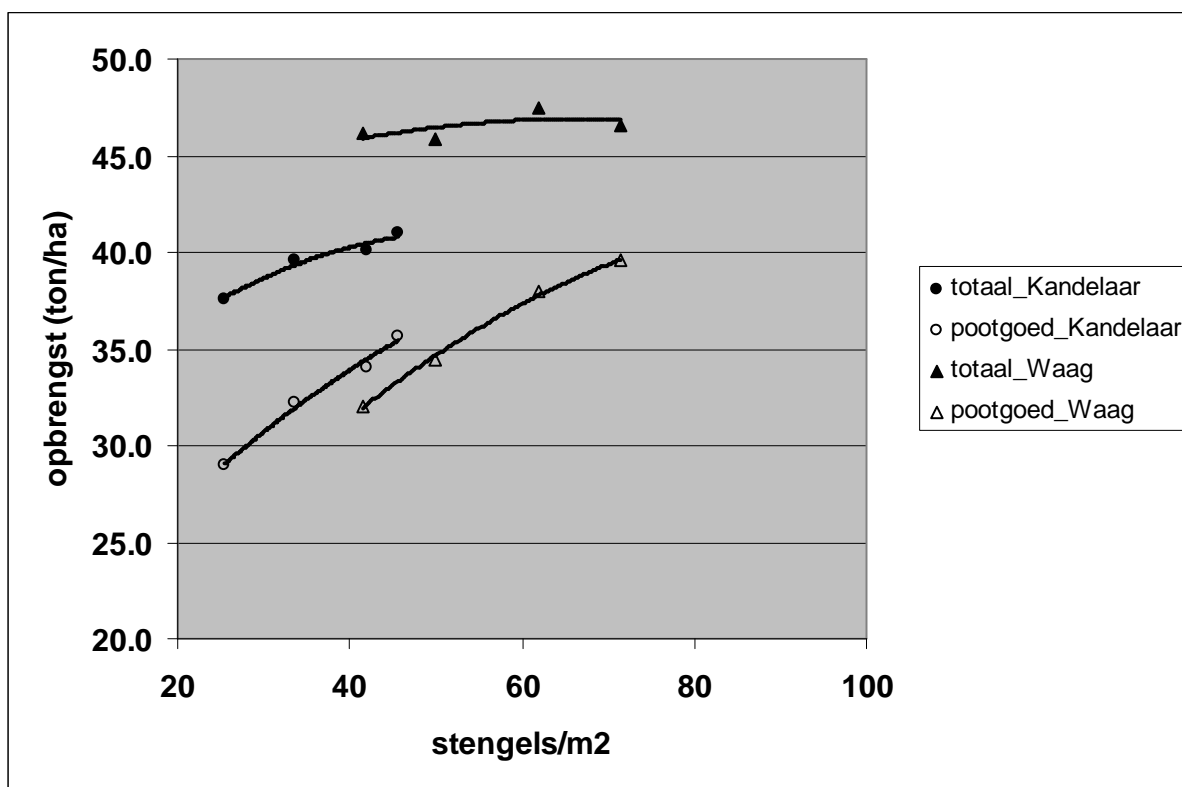
De volgende proeven werden aangelegd:

- Bintje, potermaat 35/45 bij 4 plantgetallen (De Kandelaar en De Waag)
- Alpha, potermaten 35/40 en 50/55 bij 4 plantgetallen (alleen De Waag).

Het eerstgenoemde onderzoek lag op beide locaties en de opzet en uitvoering kwamen grotendeels overeen. Deze proeven maken een vergelijk mogelijk (niet betrouwbaar, alleen tendens) over de jaren 1984 en 1985 tussen het optimale plantgetal op zware en op lichte grond. In tabel 7 zijn de gemiddelde resultaten weergegeven.

Tabel 7. Opbrengstgegevens De Kandelaar en De Waag, ras Bintje, potermaat 35/45; gemiddelde cijfers 1984-1985.

locatie	planten per ha	stengels per m ²	knollen per m ²	kg-opbrengst	
				totaal	sortering 28/45
				ton/ha	ton/ha
Kandelaar	50.000	26	93	37.6	29.0
	70.000	34	102	39.6	32.2
	90.000	42	111	40.1	34.0
	110.000	46	122	41.0	35.7
Waag	50.000	42	101	46.2	32.1
	70.000	50	112	45.9	34.5
	90.000	62	126	47.5	38.0
	110.000	72	137	46.6	39.6



Figuur 5. Effect van aantal stengels per m² op totale opbrengst en pootgoedopbrengst van poot aardappelen (ras Bintje; potermaat 35/45); De Kandelaar en De Waag 1984-1985.

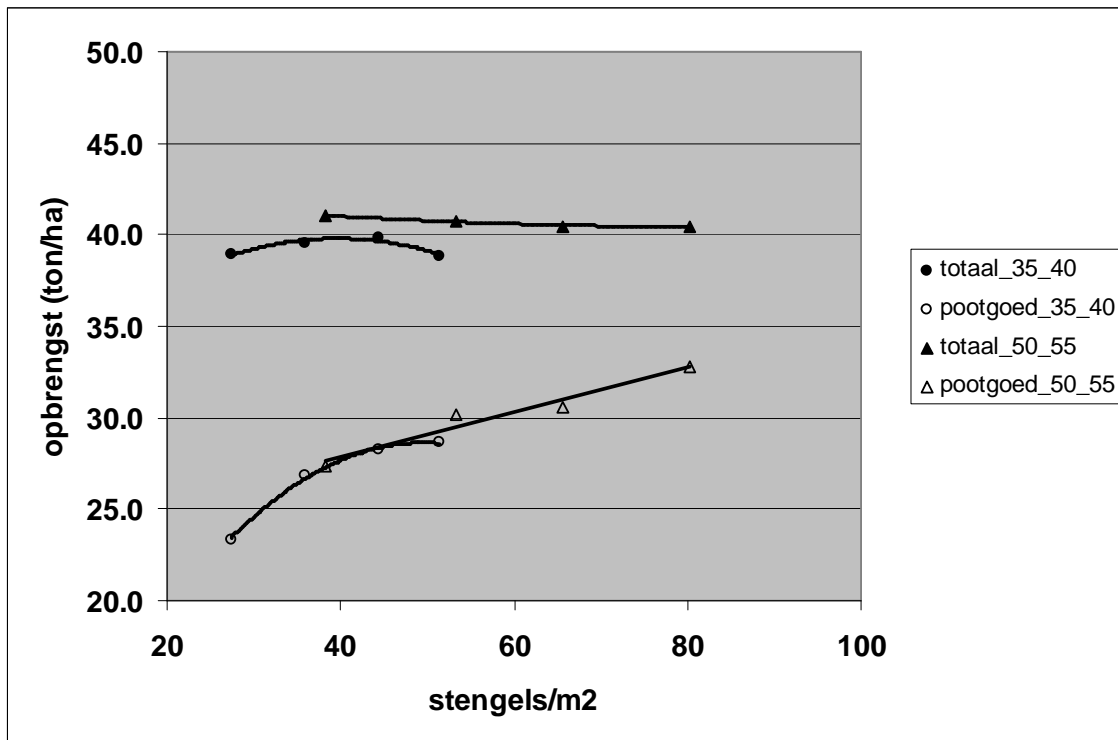
Het aantal stengels per plant was in de proef op De Waag aanzienlijk hoger dan op De Kandelaar (tabel 7). Aangezien de opbrengst sterk verband hield met het aantal stengels (figuur 5) was de opbrengst in de proef op De Waag ook hoger. Het verband tussen het aantal stengels per m² en de pootgoedopbrengst was tussen de beide locaties weinig verschillend. Op de zware klei van de Kandelaar waren wel meer planten per ha nodig om hetzelfde aantal stengels te verkrijgen. De hoogste pootgoedopbrengst werd verkregen bij het hoogste aantal stengels per m², rond 70 per m², maar de hoogste mogelijke opbrengst werd niet bereikt. Hiervoor waren in de proef op De Waag meer dan 110.000 planten per m² nodig, op De Kandelaar nog (veel) meer.

Het tweede onderzoek werd alleen op De Waag uitgevoerd en betrof een vergelijking van 2 potermaten bij Alpha's met verschillende plantafstanden.

Tabel 8. Opbrengstgegevens De Waag, ras Alpha; potermaat 35/45; gemiddelde cijfers 1984-1985.

potermaat	planten per ha	stengels per m ²	knollen per m ²	kg-opbrengst	
				totaal	sortering 28/45
				ton/ha	ton/ha
35/40	70.000	27	84	38.9	23.4
	90.000	36	93	39.5	26.8
	110.000	44	99	39.9	28.2
	130.000	51	101	38.9	28.6
50/55	50.000	38	95	41.0	27.3
	70.000	53	104	40.8	30.1
	90.000	66	113	40.5	30.5
	110.000	80	126	40.4	32.8

Bij beide potermaten werd de hoogste totale opbrengst bereikt bij het laagste plantaantal. De pootgoedopbrengst nam echter wel toe met een hoger plantgetal door het toenemende aantal stengels (tabel 8).



Figuur 6. Effect van aantal stengels per m² op totale opbrengst en pootgoedopbrengst van pootaardappelen (ras Alpha; 2 potermaten); De Waag 1983-1985.

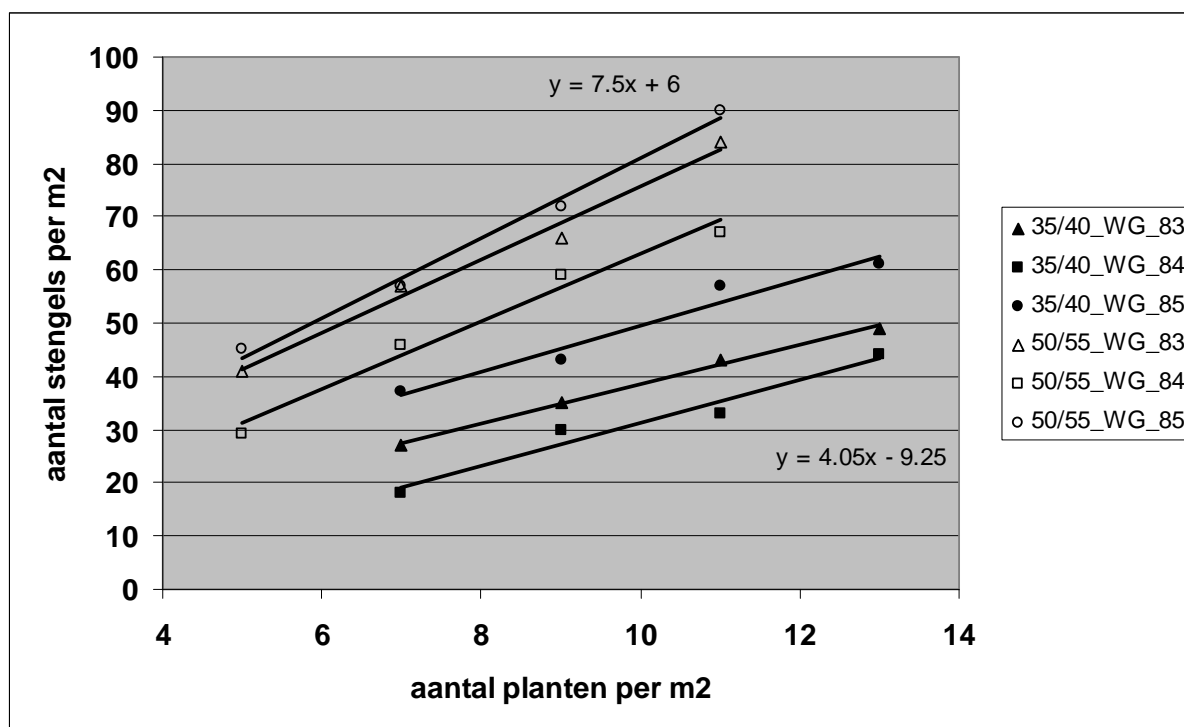
Het aantal stengels kon worden verhoogd via het aantal planten en door een grotere potmaat. Ook bij het hoogste aantal stengels van 80 per m² echter leek de hoogst mogelijke pootgoedopbrengst nog niet bereikt te zijn. Hoge aantallen stengels (boven de 50 per m²) werden alleen bereikt bij de grotere potmaat (figuur 6).

4 Beïnvloeding van aantal stengels per m²

De resultaten van de proeven die bij deze literatuurstudie zijn gebruikt gaven aan dat op alle grondsoorten (voor zover aanwezig in de proeven) en alle rassen (voor zover gebruikt in de proeven) het aantal stengels per m² bepalend was voor de hoogte van de pootgoedopbrengst. Ook zijn er aanwijzingen in welke mate het aantal stengels per m² kan worden beïnvloed cq worden verhoogd. Behalve het plantgetal spelen het ras, de gebruikte potermaat, de grondsoort en de groeiomstandigheden een belangrijke rol bij de ontwikkeling van het aantal stengels per m². Bij het gedifferentieerd poten dient met deze factoren rekening te worden gehouden.

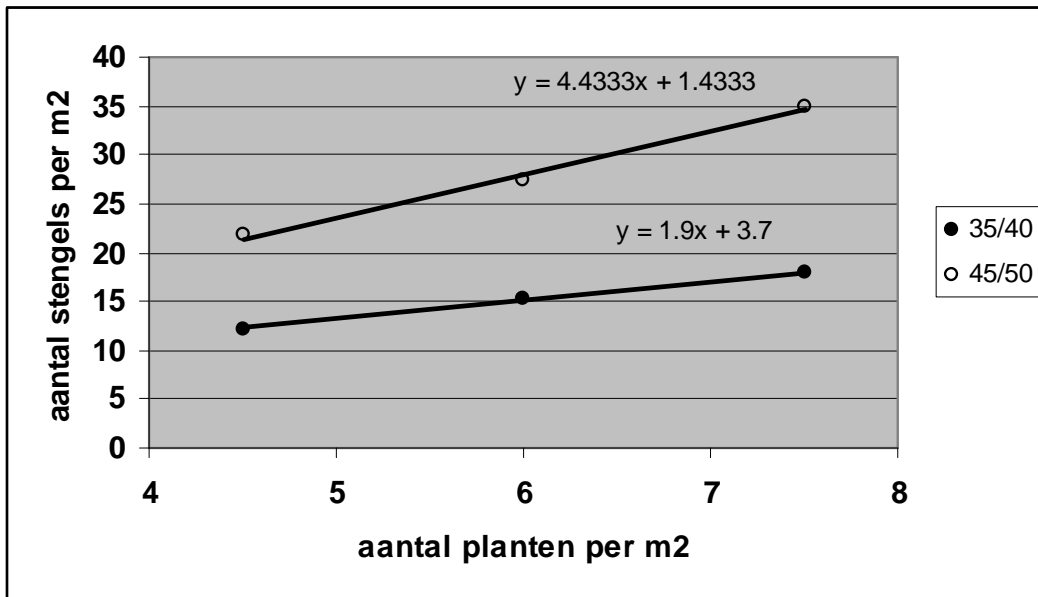
4.1 Plantaantal en potermaat

De proeven van 1983 t/m 1985 (paragraaf 3.5) op De Waag werden uitgevoerd met 4 plantdichtheden en 2 potermaten. De resultaten geven enig inzicht in de mate waarin plantdichtheid en potermaat (en de interactie) het aantal stengels beïnvloeden (ras Alpha). De toename van het aantal stengels als gevolg van een hoger plantgetal verliep in alle drie de jaren en bij beide potermaten vrijwel volgens een rechte lijn (figuur 7). Als gevolg van verschillen in groeiomstandigheden was de toename van het aantal stengels per seizoen iets verschillend. Het effect van de potermaat was echter veel groter. Bij de potermaat 35/40 was de toename ca. 4 stengels per knol terwijl deze bij de grotere potermaat (50/55) meer dan 7 stengels per knol was.

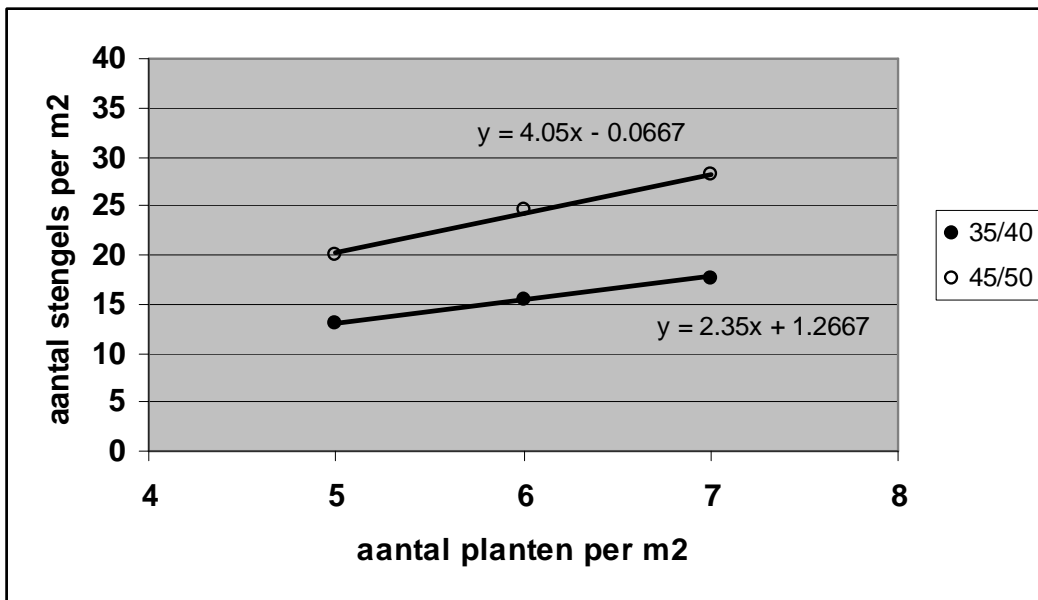


Figuur 7. Effect van het aantal planten per m² op het aantal stengels per m² bij poot aardappelen (ras Alpha; 2 potermaten); De Waag 1983-1985.

Ook in de proeven op Ebelsheerd (paragraaf 3.2) en Feddemaheerd (paragraaf 3.3) zijn zowel het plantgetal als de potermaat gevarieerd. Op Ebelsheerd (ras Ostara) nam het aantal stengels bij een grotere potermaat sneller toe (4,4 per knol) dan bij een kleinere potermaat (1,9 per knol) (figuur 8). Dit was ook het geval met het ras Désirée op Feddemaheerd (figuur 9).



Figuur 8. Effect van het aantal planten per m² op het aantal stengels per m² bij pootaardappelen (ras Ostara; 2 potermaten); Ebelsheerd 1979-1981.



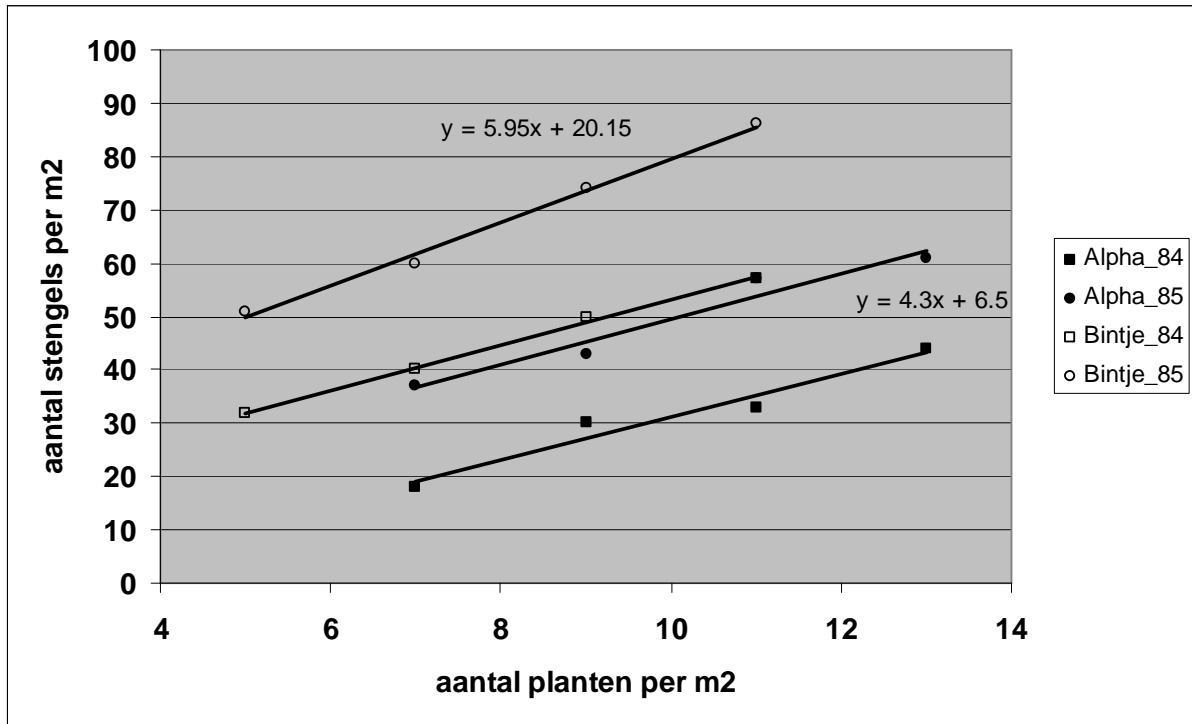
Figuur 9. Effect van het aantal planten per m² op het aantal stengels per m² bij pootaardappelen (ras Désirée; 2 potermaten); Feddemaheerd 1980-1982.

Wanneer dus overwogen wordt om op zwaardere delen van een perceel meer knollen per m² te potten om het aantal stengels te verhogen dan zal de mate van verhoging o.a. afhangen van de potermaat. Bij een kleinere potermaat zal de verhoging groter moeten zijn dan bij het gebruik van een grotere potermaat. De rekenregel bij het variabel potten zal dus gedifferentieerd moeten worden naar de grootte van het uitgangsmateriaal.

4.2 Plantaantal en ras

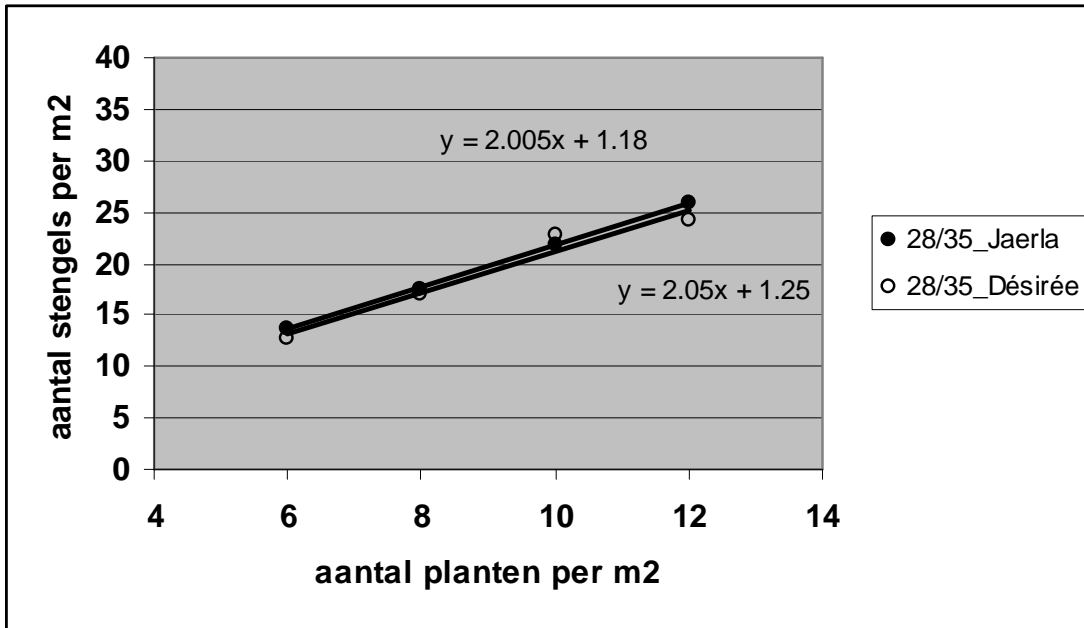
Rassen kunnen sterk verschillen in de ontwikkeling van het aantal stengels per knol. De proeven op De Waag in 1984 en 1985 (paragraaf 3.5) werden uitgevoerd met twee rassen, Bintje en Alpha, en de resultaten geven enige informatie over aanwezige rasverschillen.

Bij eenzelfde plantgetal produceerden de Bintjes meer stengels per m² dan de Alpha's (figuur 10). Vooral in 1985 was ook de toename van het aantal stengels bij Bintje sterker (bijna 6 per knol) dan bij Alpha (ruim 4 per knol).



Figuur 10. Effect van het aantal planten per m² op het aantal stengels per m² bij 2 pootaardappelryassen; potermaat 35/40; De Waag 1984-1985.

In de proefserie op de Feddemaheerd van 1984 t/m 1986 (paragraaf 3.4) werden twee rassen vergeleken, Jaerla en Désirée, beide grof groeiende rassen die minder stengels vormen dan Bintje. Beide rassen produceerden in deze jaren bij de potermaat 28/35 vrijwel evenveel stengels, slechts 2 per knol (figuur 11).

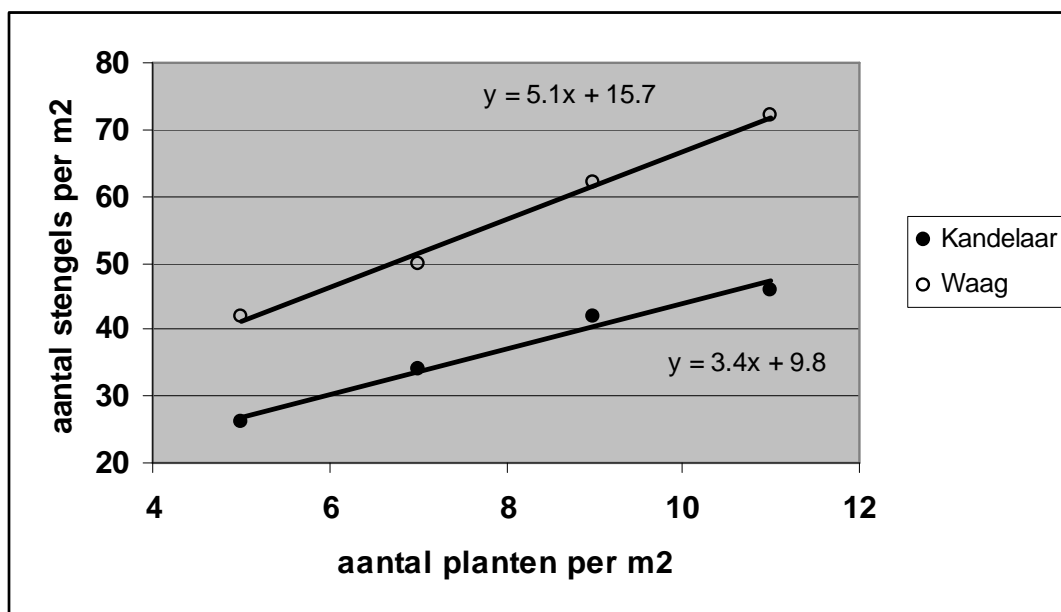


Figuur 11. Effect van het aantal planten per m² op het aantal stengels per m² bij 2 pootaardappelrassen; potermaat 28/35; De Waag 1983-1985.

Wanneer overwogen wordt om op zwaardere delen van een perceel meer knollen per m² te poten om het aantal stengels te verhogen dan zal de mate van verhoging o.a. afhangen van het ras. De rekenregel bij het variabel poten zal dus gedifferentieerd moeten worden naar het ras.

4.3 Plantaantal en zwaarte van de grond

Alleen de proefserie op De Waag en De Kandelaar van 1983 t/m 1985 maakt het enigszins mogelijk de ontwikkeling van een aardappelgewas op verschillende grondsoorten te vergelijken. In paragraaf 3.5 is al ingegaan op de opbrengst op beide locaties in deze jaren en de invloed van het aantal stengels per m² hierop. Door verhoging van het plantgetal is het mogelijk het aantal stengels per m² te verhogen en de sortering te sturen in de richting van een fijnere sortering. Op de zware klei van De Kandelaar ontwikkelden zich veel minder stengels per m², bij een gelijk aantal planten per m², dan op de lichte grond van De Waag (figuur 12). De toename van het aantal stengels bij een verhoging van het plantgetal was op De Kandelaar ook minder sterk (3,4 stengels per plant) dan op De Waag (5,1 stengels per plant). Voor de hoogst mogelijke pootgoedopbrengst waren minstens 70 stengels per m² nodig (zie 3.5). Op dit te bereiken waren op De Waag 11 planten per m² nodig (110.000 per ha). Op De Kandelaar leek dit aantal zelfs bij zeer hoge plantgetallen niet haalbaar. Om 40 stengels per m² te verkrijgen was op De Waag een plantgetal van 5 per m² nodig en op De Kandelaar een plantgetal van 9, bijna een verdubbeling van de hoeveelheid pootgoed. Dit staat nogal in contrast met de huidige rekenregel van maximaal 10% meer op de zwaardere delen van een perceel en maximaal 10% minder op de lichtere.



Figuur 12. Effect van het aantal planten per m² op het aantal stengels per m² op De Kandelaar (zware grond) en De Waag (lichte grond); ras Bintje, potmaat 35/45, 1984-1985.

De resultaten van deze proeven in 1984 en 1985 lijken de ervaringen in de praktijk over een verschil in ontwikkeling op lichtere en zwaardere grond te bevestigen.

Als deze proeven representatief zouden zijn voor de ontwikkeling op "zware" en "lichte" grond dient het verschil in meer en minder poten op basis van de zwaarte van de grond veel groter te zijn dan de huidige max. +/- 10%. Er zijn echter (veel) te weinig gegevens om deze gevolgtrekking verder te kunnen onderbouwen.

5 Voorstel vervolgonderzoek

Uit de literatuurstudie blijkt een vijftal factoren belangrijk te zijn:

- Ras
- Potermaat
- Aantal stengels per poter
- Groeiomstandigheden in perceel
- Zwaarte van de grond in perceel

De Nederlandse pootaardappeltelers vermeerderen jaarlijks meer dan 250 aardappelrassen. Het lijkt niet gewenst (en ook niet haalbaar) om een 'GPS' regime per ras te ontwikkelen. Het lijkt meer relevant om rassen te groeperen in clusters van rassen met soortgelijke eigenschappen ten aanzien van: grof groeiend en aantal stengels per poter. Een dataset met zulke informatie moet worden opgebouwd om een 'GPS' regime per ras te kunnen formuleren.

De Nederlandse aardappelhandelshuizen beschikken over een deel van de informatie om een dataset per ras te kunnen samenstellen. Additioneel onderzoek zal echter nodig zijn om de dataset compleet te maken.

De factor zwaarte van de grond zal onderzocht moeten worden op praktijkpercelen die sterk variëren in lutumgehalte.

De combinatie van beschikbaar stellen van informatie (actie handelshuizen) gecombineerd met aanvullend onderzoek (met name op zwaarte van de grond) zal een betere onderbouwing van de huidige rekenregel ten gevolg hebben.

6 Conclusies en aanbevelingen

- De rekenregel die in de Nederlandse akkerbouwpraktijk wordt gebruikt voor het variabel poten bij de pootaardappelteelt in afhankelijk van de zwaarte van de grond blijkt geen onderbouwing te hebben. Op basis van “trial en error” experimenteren enkele telersgroepen hiermee. De resultaten van Nederlands onderzoek in de periode 1960-2007 naar het effect van plantgetallen bij de pootaardappelteelt, zijn zeer beperkt en volstrekt onvoldoende om een bruikbare rekenregel voor de praktijk op te leveren.
- Wel is duidelijk geworden dat er bij het opstellen van een dergelijke rekenregel met diverse factoren rekening dient te worden gehouden. Niet alleen de zwaarte van de grond maar ook ras, potermaat en groeiomstandigheden zijn van invloed op de ontwikkeling van het gewas. Bij de gewasontwikkeling gaat het vooral om het aantal stengels per m². Het aantal stengels per m² is de belangrijkste factor bij het sturen van de opbrengst en vooral de sortering. Om de hoogst mogelijk pootgoedopbrengst te behalen dient er gestreefd te worden naar een bepaald aantal stengels per m².
- De momenteel gehanteerde rekenregel bij het variabel poten van “max. 10% meer planten op de zwaardere delen van het perceel en max. 10% minder op de lichtere delen” lijkt te algemeen te zijn en onvoldoende effect te kunnen hebben ten aanzien van verhoging van de pootgoedopbrengst. De regel dient gedifferentieerd te worden naar ras en potermaat en de marge van +/- 10% dient vermoedelijk veel ruimer te worden.
- Ook dient de regel gekoppeld te worden aan absolute lutumgehalten. De omschrijvingen “zwaardere” en “lichtere” delen van het perceel zijn te weinig concreet. Op een perceel dat varieert van 20% tot 30% afslibbaar zijn “lichtere” en “zwaardere” delen te vinden evenals op een perceel dat varieert van 15% tot 40%. Op het laatstgenoemde perceel zal de variatie in plantgetal groter moeten zijn dan op het eerstgenoemde.
- Om tot een onderbouwde rekenregel te komen die ook werkelijk het beoogde effect van verhoging van de pootgoedopbrengst zal kunnen hebben, dient aanvullend onderzoek uitgevoerd te worden.
- Bij dit onderzoek zal er aandacht moeten zijn voor meerdere factoren:
 - ras
 - potermaat
 - aantal stengels per poter
 - groeiomstandigheden
 - zwaarte van de grond.

Literatuur

Jaarboekjes proefboerderijen

- Landbouwkundig onderzoek in de IJsselmeerpolders 1966 pag. 61-62
- Landbouwkundig onderzoek in de IJsselmeerpolders 1968 pag. 39-44

- Proefveldverslag voor de kleiakkerbouw in Groningen en Friesland 1979 pag. 58-59
- Proefveldverslag voor de kleiakkerbouw in Groningen en Friesland 1980 pag. 53-54 + 56-57
- Proefveldverslag voor de kleiakkerbouw in Groningen en Friesland 1981 pag. 50-51 + 52-53
- Proefveldverslag voor de kleiakkerbouw in Groningen en Friesland 1982 pag. 58-59
- Proefveldverslag voor de kleiakkerbouw in Groningen en Friesland 1984 pag. 44-45
- Proefveldverslag voor de kleiakkerbouw in Groningen en Friesland 1985 pag. 32-33
- Proefveldverslag voor de kleiakkerbouw in Groningen en Friesland 1986 pag. 31-32

- Landbouwkundig onderzoek in de IJsselmeerpolders en Noord Holland 1983 pag. 33-35
- Landbouwkundig onderzoek in de IJsselmeerpolders en Noord Holland 1984 pag. 36-38
- Landbouwkundig onderzoek in de IJsselmeerpolders en Noord Holland 1985 pag. 37-39
- Landbouwkundig onderzoek in de IJsselmeerpolders en Noord Holland 1986 pag. 137-140

Onderzoeksrapportages

- Invloed van plantaantal en potermaat op de opbrengst en de sortering van pootaardappelen. J.K. Ridder in: PAGV Jaarboek Afgesloten onderzoek 1986, p. 21-25.
- De invloed van potermaten en plantaantallen op de opbrengst van pootaardappelen. A. Schepers e.a. in: De pootaardappelwereld 1984 nr 8 p. 3-5.
- Potermaten en plantafstanden voor poot- en consumptieaardappelen. J. Schreuder in: Landbouwkundig onderzoek in de IJsselmeerpolders 1968
- Verband tussen verschillende factoren in de pootaardappelteelt en de sortering van pootaardappelen; R.J. Werkman; Bachelorafsluiting Agrotechnologie WUR; april 2007.

Vakbladen

- Jonkheer, E. ; Precisielandbouw krijgt vorm. Pootgoedtelers aan de slag met variabele pootafstand. Oogst landbouw, 7 mei 2004, p.32.
- Meijering, L. ; Al winst bij 3 % extra opbrengst; Boerderij/Akkerbouw 92 nr. 21 (10 oktober 2006), p.14-15.

Websites

- www.gpslandbouw.nl (Stichting Precisie landbouw in Noord Friesland, Spinof)
- www.miedema.com
- www.futurefarming.nl
- www.precisielandbouwhethogeland.nl
- Sturen van de sortering van aardappelen. K. Bus, P.C. Struik en A. Veerman (2004) op: www.kennisakker.nl