

ONDERZOEK NAAR DE MOGELIJKHEDEN VAN FLEXIBELE SUBSTRAATSYSTEMEN
VOOR BLADGEWASSEN, IN HET BIJZONDER VOOR KROPSLA

Verslag van de werkgroep 'Flexibele substraatsystemen' ingesteld binnen de
werkgroep Bedrijfssystemen van het Landelijk Onderzoekprogramma
Substraatteelt (LOPS)

E. van Os (IMAG)
G.W.H. Welles (PTG)

mei 1989

Intern verslag no. 35

2243714

Inhoudsopgave

pag

1.	Inleiding	1
1.1.	Probleemstelling	1
1.2.	Doelstelling en samenstelling van de werkgroep	1
1.3.	Gevolgde werkwijze	2
2.	Overzicht van verschillende systemen in binnen- en buitenland	3
2.1.	Samenvatting van de systemen	3
2.2.	Conclusies	4
3.	Teelttechnische en technische randvoorwaarden voor jaarrondteelt van bladgewassen in een flexibel substraatsysteem	5
3.1.	Conclusies van een vorige studie (1985)	5
3.2.	Teelttechnische en technische randvoorwaarden bij de teelt in een flexibel gotensysteem	6
3.3.	Conclusies	6
4.	Ruimtebenutting bij een jaarrondteelt van kropsla in goten met wijderzetten (flexibel systeem)	7
4.1.	Inleiding	7
4.2.	Wijderzetten van planten in één richting	8
4.2.1.	Een, twee of driemaal wijderzetten met 16 planten per m ² in de kropvormingsfase	8
4.2.2.	Vergelijking van de ruimtebenutting bij eindplantdichtheden van 16 en 25 planten per m ² bij driemaal wijderzetten	10
4.2.3.	Verkorting van de verblijftijd in de kropvormingsfase bij driemaal wijderzetten	11
4.2.4.	Teeltduurverkorting door assimilatiebelichting	12
4.3.	Wijderzetten van planten in twee richtingen	13
4.3.1.	Driemaal wijderzetten met 16 planten per m ² bij de oogst	13
4.3.2.	Vergelijking tussen driemaal wijderzetten in een of twee richtingen al of niet in combinatie met teeltduurverkorting	14
4.4.	Betere ruimtebenutting van de ruimte in de wijderzetfase	15
4.5.	De mogelijkheden van continu planten en oogsten	15
4.6.	Discussie	16
4.7.	Conclusies	18
5.	Enkele gevolgen voor de bedrijfsinrichting bij de verschillende teeltsystemen	19
5.1.	Driemaal wijderzetten in een richting	19
5.2.	Optimalisering van de ruimtebenutting in de wijderzetfase	19
5.3.	Continu planten en oogsten	20
5.4.	Discussie	20
5.5.	Conclusies	20
6.	Bedrijfseconomische aspecten van jaarrondteelt van kropsla	21
6.1.	Begrotingen voor de jaarrondteelt van kropsla	21
6.2.	De rentabiliteit van de jaarrondteelt	22
6.3.	Bedrijfseconomische evaluatie van een flexibel substraat-systeem	22
6.4.	Conclusies	22
7.	Discussie	23

8.	Conclusies en aanbevelingen	24
8.1.	Conclusies	24
8.2.	Aanbevelingen	25
9.	Literatuur	26
10.	Bijlagen:	
	1. Literatuurstudie systemen	
	2. Randvoorwaarden Teelt	
	3. Literatuurstudie assimilatiebelichting	
	4. Ruimtebenutting sla volgens berekeningen Hendrix (1985)	
	5. Relatie tussen plantdatum, grondbedekking en oogsttijdstip	
	6. Basis teeltschema voor het driemaal wijderzetten in een richting bij een normale teeltduur	
	7. Schematisch overzicht van de ruimtebenutting in een jaar bij vier verschillende systemen	
	8. Voorbeeld van een berekening van de ruimtebenutting	
	9. Plantschema in nazomer bij continu planten en oogsten	
	10. Plantschema in het voorjaar bij continu planten en oogsten	
	11. Saldobegroting van lichte en zware sla	

1. INLEIDING

1.1. Probleemstelling

Door de overschakeling van de 'hoofdgewassen' naar substraat dreigt er verarming van het sortiment. Veel van de eenmalig oogstbare gewassen die als tussenteelt(en) van de hoofdgewassen worden gebruikt, kunnen niet economisch verantwoord in substraat geteeld worden.

Vanaf 1984 tot eind 1985 heeft een werkgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van I.M.A.G., L.E.I. en P.T.G. zich beziggehouden met de vraag of er systemen ontwikkeld kunnen worden waarmee het mogelijk wordt meerdere gewassen in het teeltplan op te nemen en of teeltplan aanpassen mogelijk en wenselijk zijn. Hierbij zijn op grond van een aantal marktkundige en produktietechnische criteria 6 gewassen gekozen om te onderzoeken.

De bedrijfseconomische beoordeling van de systemen gaf aan dat de winst door een betere ruimtebenutting (aanpassing plantafstand aan het groeistadium) bij de onderzochte gewassen kropsla, ijsbergsla, koolrabi, radijs, veldsla₂ en paksoi zo groot lijkt dat een investering tot $\pm f 100,-$ per m² kas in bepaalde situaties verantwoord is. Met name in die situaties, waar op een rendabele wijze jaarrond in substraat geproduceerd kan worden, lijken mogelijkheden aanwezig te zijn (Ammerlaan, 1986). Voor kropsla was dit zowel voor de teelt in grond als in goten niet het geval. Alleen de situatie van een jaarrondteelt van ijsbergsla met kropsla in de winterperiode, bleek economisch interessant.

Vanaf juni 1987 is een nieuwe werkgroep gestart met het bestuderen van de teelttechnische en technische aspecten van jaarrondteelt van genoemde gewassen in substraat. Uitgangspunt vormde hierbij de teelt in een flexibel substraatsysteem, bestaande uit goten. Substraatsystemen als beton, steenwolmatten en roltabletten zijn voor jaarrondteelt van bladgewassen economisch niet verantwoord (de Visser en Ammerlaan, 1986). Over de teelt van ijsbergsla in flexibele systemen (goten) was weinig technische en teelttechnische ervaring en kennis (literatuur) voorhanden. De werkgroep heeft zich daarom uiteindelijk beperkt tot bestudering van de mogelijkheden met een flexibel substraatsysteem bij kropsla.

1.2. Doelstelling

Kwantificering van de technische en bedrijfsorganisatorische consequenties van jaarrondteelt van bladgewassen, met name van kropsla, in een flexibel substraatsysteem bestaande uit goten.

Samenstelling

De werkgroep bestond uit 6 personen, nl.:

J. Ammerlaan (PTG), voorzitter
R. Maaswinkel (PTG),
G. Welles (PTG),
V. Koch, (IMAG),
E. v. Os (IMAG),
A. de Visser (LEI).

1.3. Gevolgde werkwijze

In dit rapport wordt uitsluitend gesproken over de mogelijkheden van een flexibel substraatsysteem. Andere mogelijkheden om tot een rendabele jaarrondteelt te komen zoals kostenverlaging (door bijvoorbeeld verdergaande mechanisatie bij de huidige teeltwijze) en verbetering van de rassen worden niet besproken.

Gekozen is voor de volgende werkwijze (in volgorde):

1. Verrichten van een literatuurstudie naar de mogelijkheden van (flexibele) substraatsystemen bij kropsla.
2. Opstellen van teeltkundige en technische randvoorwaarden voor de inrichting van een bedrijf met jaarrondproduktie van kropsla in een flexibel substraatsysteem (goten).
3. Inventarisatie en begroting van de technische en bedrijfsorganisatorische consequenties van jaarrondteelt van kropsla als pilot-gewas in een flexibel substraatsysteem.
4. Evaluatie van de verkregen informatie en het doen van aanbevelingen voor verder onderzoek.

2. OVERZICHT VAN VERSCHILLENDE SYSTEMEN IN BINNEN- EN BUITENLAND

2.1 Samenvatting van de systemen

In een literatuurstudie (Bijlage 1) is getracht de in onderzoek en praktijk gebruikte systemen te inventariseren. Bovendien zijn enkele voor andere gewassen dan kropsla ontwikkelde systemen bekeken welke ook voor de slateelt van nut kunnen zijn.

Flexibele substraatsystemen zijn in de afgelopen tien jaar in meer dan 10 landen voor kropsla onderzocht of zijn op beperkte schaal in de praktijk geïntroduceerd. Het accent ligt hierbij op de teelt in (smalle) goten in één laag.

De systemen zijn onder te verdelen in vaste en beweegbare systemen.

1. Vaste systemen

1a. Teelt in één laag

Hieronder vallen het ons meest bekende IMAG-systeem en vergelijkbaar hiermee de systemen bij Crop King in de USA, Swegro in Zweden en Dokken in Noorwegen. Bij de laatste twee wordt echter niet machinaal geoogst, maar worden de kroppen met pot en al op de markt gebracht. Variaties hierop zijn Dingemans met goten van beton, Vestergaard met potten met veel inhoud en een dikke laag water, Suzuki met de sheet-cultuur en Nir en Soffer (Ein Gedi) met aeroponics. Eb/vloed op een vlakke vloer (Os) is een andere variatie. Daarnaast wordt door Suzuki in zand geteeld.

1b. Teelt in meerdere lagen

Hieronder vallen in het algemeen systemen die de verticale ruimte benutten.

Tropea hangt zakken met substraat op vaste afstand van elkaar, waarbij de planten onder elkaar in de zakken geplant worden. Massantini gebruikt potten en geen substraat (aeroponics) en Janowski PVC buizen.

Door Massantini zijn nog enkele systemen beschreven waarbij planten in platen zijn geplaatst met een bepaalde hellingshoek. Voedingsoplossing wordt door middel van aeroponics gegeven.

2. Beweegbare systemen

2a. Teelt op of boven de grond in één laag op tabletten of in beweegbare goten.

Yamamoto beschrijft een systeem met roltabletten, Weyerhouser heeft een systeem met transporttabletten. De hoogste ruimtewinst is echter te behalen door de rijen planten afzonderlijk dichter bij elkaar te zetten. Hiervan maken Schippers en Priva gebruik en met enkele variaties ook Brooker, Prince en Giacomelli. Agri-systems beweegt wel de planten in de goot maar zet niet wijder. Van Os, waaiersysteem, laat de planten in twee richtingen uit elkaar bewegen in goten. Dit is ook mogelijk op een vlakke vloer met eb/vloed systeem. In Epcot wordt ook in twee richtingen wijder gezet maar hier drijven de kroppen op het water en duwen elkaar in de goede richting door middel van stroming van het voedingswater. Massantini teelt in goten en zet de goten alleen 's nachts tegen elkaar ten behoeve van energiebesparing.

2b. Teelt in meerdere lagen waarbij de planten door de kasruimte bewegen.

Het oudste systeem is van Ruthner waarbij meer of minder brede tabletten aan een eindloze ketting verticaal door de ruimte bewegen en op dezelfde plaats terug komen. De systemen van Olofsson en Dokken zijn ongeveer hetzelfde, namelijk een tweelagenteelt, waarbij op de onderste laag de smalle goten drie maal wijder gezet worden en vervolgens op de bovenste laag de planten op eindafstand komen te staan. Giacomelli past een sla-teelt toe onder een tomaten gewas en op Epcot is voor de ruimtevaart een draaiende trommel ontwikkeld om sla in te telen bij gewichtloosheid.

2.2. Conclusies

- Vaste systemen maken onvoldoende gebruik van de beschikbare ruimte. Het zijn geen flexibele systemen waarbij de planten in het begin van de teelt minder ruimte innemen dan aan het einde van de teelt.
- Bij beweegbare systemen in meerdere lagen is assimilatiebelichting noodzakelijk in combinatie met een zeer ingewikkeld technisch systeem.
- Het (teelt)technisch meest eenvoudige flexibel teeltsysteem is een beweegbaar systeem in één laag met gebruikmaking van smalle goten (≤ 10 cm). Zowel (teelt)technisch als economisch lijkt dit systeem in de Nederlandse situatie het meest haalbaar.
In deze studie is vanuit de bestaande markt van het Nederlandse product gekeken, d.w.z. nagegaan is wat de mogelijkheden zijn van een flexibel systeem waarin kroppende sla is geoogst met een gewicht van minimaal 20 kg/100 stuks.
Toepassing van tabletten beperkt de flexibiliteit of vergroot de benodigde technische uitrusting. Daarom is in het vervolg van deze studie alleen met het beweegbare systeem in één laag met smalle goten gerekend.

3. TEELTTECHNISCHE EN TECHNISCHE RANDVOORWAARDEN VAN JAARRONDETELT VAN BLADGEWASSEN IN EEN FLEXIBEL SUBSTRAATSYSTEEM

3.1. Conclusies van een vorige studie (Ammerlaan e.a., 1985)

In een in 1985 gehouden inventarisatie zijn de volgende conclusies getrokken:

- Zowel de teelt in goten als op beton (eb-vloedsysteem) is goed uitvoerbaar. Voor de teelt in smalle goten, max. 10 cm breed, met slechts één rij planten per goot, geldt de beperking dat mechanisatie van planten en oogsten moeilijk uitvoerbaar is (slappere goten, minder sturingsmogelijkheden van machines) en dat de goten torsie kunnen vertonen. Teelt op beton levert zeer waarschijnlijk extra mechanisatieproblemen op in vergelijking met mechanisatie bij potplanten.
- De teelt in vast substraat is bij een jaarronde teelt moeilijk uitvoerbaar (ontsmetting, regeling watergift en voeding), vergroot de milieu-problematiek (steenwolafval en lozing meststoffen) en geeft grote problemen t.a.v. de mechanisatie van planten en oogsten.
- Ervan uitgaande dat het technisch uitvoerbaar is om smalle goten (maximaal 10 cm breed) te gebruiken, dan is voor de onderzochte gewassen paksoi, koolrabi, veldsla, ijsbergsla en kropsla de maximale organisatorische ruimtebenutting resp. 150, 115, 170, 150 en 160% mogelijk. Genoemde percentages zijn afgeleid van gegevens over de mate van grondbedekking gedurende de groeiperiode.

Op grond van deze aanbevelingen is gekozen voor een nadere studie naar de mogelijkheden van flexibele substraatsystemen, voor de genoemde gewassen. Hierbij is, gelet op de internationale ervaringen in onderzoek (zie Hoofdstuk 2) en praktijk, gekozen voor een systeem met smalle goten (10 cm breed) in één laag geteeld (zie Hoofdstuk 2.2).

Flexibele systemen, gebaseerd op verschuifbare smalle goten, vragen bij een technisch verantwoorde uitvoering (d.w.z. aluminium goten) een investering van f 11,- tot f 13,- per m². Hierbij is niet inbegrepen de kosten voor het schuifstelsel, de voedingsunits, leidingen en de verschillende deksels op de goten.

Zoals reeds in Hoofdstuk 1 vermeld, heeft de werkgroep gekozen voor een studie van de mogelijkheden van kropsla in een flexibel gotensysteem. Dit, omdat van de andere gewassen slechts weinig teelttechnische informatie m.b.t. substraatteelt voorhanden is. Bovendien is internationaal de meeste ervaring met kropsla opgedaan.

Een zinvolle analyse van de mogelijkheden van de teelt van kropsla in een flexibel gotensysteem is echter pas mogelijk als randvoorwaarden worden geformuleerd, waaraan een dergelijk systeem op bedrijfsniveau moet voldoen. Hoewel de werkgroep in haar studie zich beperkt heeft tot kropsla, is voor de volledigheid een overzicht van teelttechnische en technische randvoorwaarden gemaakt voor alle genoemde gewassen.

3.2. Teelttechnische en technische randvoorwaarden bij de teelt in een flexibel gotensysteem

In Bijlage 2 zijn de belangrijkste randvoorwaarden samengevat. Zoals blijkt uit Bijlage 2 wordt behalve bij veldsla en paksoi uitgegaan van minimaal twee benodigde regelingen voor verwarming op het bedrijf, zowel bovengronds als van de wortels.

T.a.v. het aantal benodigde voedings- en watergeefsystemen zijn bij krop- en ijsbergsla minimaal drie units op het bedrijf noodzakelijk. Dit heeft te maken met enerzijds de afhankelijk van de aan het groeistadium aan te passen kalium-concentratie anderzijds aan het einde van de teelt te verlagen stikstof-aanbod (i.v.m. verlaging van het nitraatgehalte). Daarnaast moet de voedingsconcentratie (EC) apart kunnen worden geregeld. Voor de andere vermelde randvoorwaarden zijn voor kropsla geen specifieke aspecten van belang, welke consequenties kunnen hebben voor de inrichting van het bedrijf. Ondersteuning van kropsla tijdens de teelt is niet noodzakelijk, doch voorkomen moet worden dat de onderste bladeren in contact komen met het water.

Het effect van periodieke beweging van planten op de groei is van de onderzochte gewassen alleen bij kropsla onderzocht. Uit een proef in de zomer van 1988 (Van Os, 1989) leek op het IMAG naar voren te komen dat als de planten op een later tijdstip in de goot worden wijdergezet (grote planten in goten) er tengevolge van blad- en wortelbreuk groeistagnatie op kan treden. Gewasbescherming levert in een flexibel systeem geen problemen op, zolang de groeistadia apart behandeld kunnen worden. In de eerste weken na uitplanten zal preventieve chemische bestrijding nodig zijn; wanneer alle groeistadia in één ruimte voorkomen of wanneer alle stadia op eenzelfde voedingssysteem zijn aangesloten is uitvoering van gewasbeschermingsmaatregelen onmogelijk.

In Bijlage 3 is een literatuurstudie van de mogelijkheden van assimilatiebelichting bij kropsla opgenomen. Een eenduidige relatie tussen lichtintensiteit en groei kon niet worden gevonden. Het bleek uitermate moeilijk om op korte termijn deze relatie in de winterperiode te voorspellen op grond van verkregen modellen bij andere gewassen.

In deze studie is ervan uitgegaan dat een teeltduur van maximaal 55-60 dagen haalbaar is.

3.3. Conclusies

- Voor kropsla zijn voor een optimale sturing van de teelt minimaal twee wortel- en twee bovengrondse regelkringen nodig, terwijl uit kwaliteitsoogpunt minimaal drie voedings- en watergiftunits op het bedrijf noodzakelijk zijn.
- Het wijderzetten van de plant in de goot kan wortelbreuk opleveren. Bij de verdere bespreking van de mogelijkheden van het wijderzetten is hiermee geen rekening gehouden.
- De mogelijkheden van assimilatiebelichting kunnen niet voldoende nauwkeurig worden ingeschat. In deze studie is uitgegaan van een maximale teeltduur in de winter van ca. 55-60 dagen. Dit komt overeen met een teeltduur - zonder belichting - rond 10 februari.

4. RUIMTEBENUTTING BIJ EEN JAARRONDTEELT VAN KROPSLA IN GOTEN MET WIJDERZETTEN (FLEXIBEL SYSTEEM)

4.1. Inleiding

Uitgaande van een situatie met één rij planten per goot en in totaal 3x wijderzetten van de goot (aanpassen van de afstand tussen de goten) is door Hendrix in 1985 een theoretische ruimtebenutting berekend van 180 % (Bijlage 4).

De organisatorische ruimtebenutting is gesteld op 90 % van de theoretische en bedraagt ca. 160 %. De schattingen waren gebaseerd op gegevens van praktijkwaarnemingen door v.d. Burg (PTG) en Hamaker (ICW) gedurende het winterhalfjaar.

In de afgelopen jaren zijn op het proefstation te Naaldwijk aanvullende gegevens verzameld. Gedurende het jaar is bij verschillende teelten de mate van grondbedekking vastgelegd. De resultaten zijn in een figuur in Bijlage 5 weergegeven. Uit deze figuur kan afgeleid worden wanneer de goten wijdergezet moeten worden (het moment dat de planten elkaar raken). Dit is in Bijlage 6 weergegeven als basis teeltschema. Hiervan uitgaande heeft een student van de Agrarische Hogeschool Utrecht voor een aantal situaties de theoretische en de organisatorische ruimtebenutting berekend en heeft hij tevens gekeken naar de bedrijfsorganisatorische gevolgen hiervan (Stokman, 1988).

De vergelijking tussen de verschillende systemen en opties gebeurt op basis van de theoretische te behalen en de feitelijk behaalde produktie en ruimtebenutting en het percentage leegstand. De theoretische en organisatorische ruimtebenutting en de leegstand worden als volgt berekend (Bleijenberg, 1984) :

theoretische produktie in st. = $\frac{\text{beschikb. opp.} \times \text{beschikb. aant. weken/jaar}}{\text{ruimtebehoefte/plant in weekm}^2}$

te behalen produktie in st. =

aant. teelten x aant. plant./teelt x $\frac{\text{bedrijfsopp.}}{\text{opp./teelt}}$

leegstand = $1 - \frac{\text{te behalen produktie in stuks}}{\text{theoretische produktie in stuks}} \times 100 \%$

theoretische ruimtebenutting = $\frac{\text{theor. produktie in stuks bij wijderzetten}}{\text{prod. normale jaarrondteelt (7 teelten)}}$

organisatorische ruimtebenut. = $\frac{\text{te behalen produktie in stuks bij wijderzetten}}{\text{produktie bij normale jaarrondteelt (7 teelten)}}$

Bij de berekeningen is uitgegaan van een bedrijf van 10.000 m² en 10.000 planten per teelt. Dit houdt in dat bij het wijderzetten telkens de hele partij van 10.000 planten wordt wijdergezet. Dit houdt tevens in dat pas kan worden wijdergezet als de volgende afdeling (met een ruimere plant-afstand) leeg is.

Met de studie van Stokman als basis zijn daarna de volgende opties onderzocht:

- Drie, twee of eenmaal wijderzetten in een richting zonder teeltduurverkortening bij 16 planten per m^2 als eindplantdichtheid in vergelijking met niet wijderzetten;
- Drie, twee of eenmaal wijderzetten in twee richtingen zonder teeltduurverkortening bij 16 planten per m^2 als eindplantdichtheid in vergelijking met niet wijderzetten;
- Vergelijking tussen 16 en 25 planten/ m^2 bij de oogst bij driemaal wijderzetten;
- Vergelijking van de effecten van teeltduurverkortening door assimilatiebelichting en in een of twee richtingen wijderzetten;
- Optimalisering van de ruimtebenutting in de wijderzetfase;
- De mogelijkheden van continu planten en oogsten.

Het aantal malen wijderzetten geeft een indruk over de produktiemogelijkheden bij het wijderzetten en wat dus in het vervolg als basis kan dienen voor verdere berekeningen. De eerste berekeningen zijn uitgevoerd voor 16 planten/ m^2 als eindplantdichtheid bij de oogst en vergeleken met de mogelijkheden bij 25 planten/ m^2 . De keuze voor 16 en 25 planten per m^2 komt voort uit de praktijk waar plantdichtheden variërend tussen 16 en 25 planten/ m^2 voorkomen. Op geen enkel bedrijf worden het gehele jaar 16 of 25 planten/ m^2 geteeld, maar deze twee plantdichtheden geven een goede indicatie van wat minimaal en maximaal haalbaar is qua ruimtebenutting. In Bijlage 8 is een voorbeeld uitgewerkt.

Bij het wijderzetten in één richting is uitgegaan van goten van 10 cm, waarbij de planten in de goot op eindafstand staan. Een goot van 10 cm is de kleinste breedte om de voedingsoplossing nog een goede doorstroming te geven bij een potmaat van 4,2 cm. Dit betekent dat bij 25 planten per m^2 de nauwste plantafstand 20 x 10 cm (50 planten per m^2) en bij 16 planten per m^2 25 x 10 cm (40 planten per m^2) is. Bij de berekening voor het wijderzetten in twee richtingen is de nauwste plantafstand 10 x 10 cm (100 planten per m^2).

In het onderzoek bleek (zie ook Bijlage 6 en 7) dat de kropvormingsfase (d.w.z. de groeiperiode dat de planten op eindafstand moeten staan) produktiebepalend was. Naar aanleiding hiervan zijn enkele opties onderzocht om het verblijf in deze fase te verkorten.

Ook bleek dat de wisselende lengte van de teeltduur (tussen 35 en 90 dagen) problemen gaf. Onderzocht is in hoeverre met assimilatiebelichting de teeltduur te verkorten is zodat minder afstemmingsverliezen ontstaan.

De eerste berekeningen van de produkties bij het wijderzetten toonden een grote leegstand aan. Deze ontstaat voornamelijk in de fasen voordat de planten op eindafstand komen, in het vervolg de wijderzetfasen genoemd. Deze lege ruimte moet beter benut kunnen worden en met een optimaliseringsprogramma is geprobeerd hier meer zicht op te krijgen. Als laatste is onderzocht in hoeverre het mogelijk is om zodra er geoogst is direkt er na weer te planten. De ruimtebenutting wordt dan geoptimaliseerd.

4.2. Wijderzetten van planten in een richting

4.2.1. Een, twee of driemaal wijderzetten met 16 planten per m^2 in de kropvormingsfase

Het moment van wijderzetten wordt bepaald door het moment dat planten elkaar raken. Stokman (1988) berekende uit de figuur in Bijlage 5 het

moment van wijderzetten op 20, 40 en 59% van de groeiperiode bij drie-maal wijderzetten bij een plantdichtheid van respectievelijk 40, 32, 24 en 16 planten per m².

Hendrix (Bijlage 4) ging uit van wijderzetten op 20, 35 en 50% van de groeiperiode bij een plantdichtheid van respectievelijk 64, 32, 21 en 16 planten per m². In de tabel in Bijlage 4 is te zien dat de verschillen in de berekeningsmethoden nihil zijn. In de hierna volgende berekeningen zal steeds op 20, 40 en 59% van de groeiperiode worden wijdergezet aangezien dit is gebaseerd op metingen gedurende het gehele jaar.

Uit Bijlage 5 blijkt dat uitgaande van een bepaalde plantdatum de planten na een bepaald aantal dagen de omvang hebben gekregen waarop ze elkaar gaan raken.

Als de plantdichtheid groter is, wordt het moment van wijderzetten eerder bereikt. Bij 40 planten per m² duurt het in de zomer ongeveer 15 dagen en in de winter ongeveer 30 dagen totdat de planten elkaar raken en moeten worden wijdergezet (plantdoorsnede 16 cm). Vervolgens hangt het af van de volgende plantdichtheid hoelang de planten op die plantdichtheid kunnen blijven staan.

Wel staat vast dat de planten bij het begin van de kropvormingsfase op eindafstand moeten staan (16 pl./m², plantdoorsnede 25 cm). In de zomer is dit na 21 en in de winter na 52 dagen. Tot de oogst, respectievelijk 35 en 90 dagen na planten, staan de planten op eindafstand. De periode tot de planten een doorsnede van 25 cm hebben is in een, twee of drie gelijke stappen verdeeld (Bijlage 6), dit om na te gaan wat de effecten zijn van een verschillend aantal malen wijderzetten. Hierbij wordt uitgegaan van de veronderstelling dat de toename van de grondbedekking in deze fase lineair verloopt. Uitgaande van een partij van 10.000 planten zal er voor de verschillende teeltfasen ruimte moeten zijn :

- Systeem 1, 3x wijderzetten, plantdichtheid respectievelijk 40, 32, 24 en 16 planten per m²; ruimtebehoefte in m² respectievelijk 250, 313, 417 en 625;
- Systeem 2, 2x wijderzetten, plantdichtheid respectievelijk 40, 28 en 16 planten per m²; ruimtebehoefte in m² respectievelijk 250, 360 en 625;
- Systeem 3, 1x wijderzetten, plantdichtheid respectievelijk 40 en 16 planten per m²; ruimtebehoefte in m² respectievelijk 250 en 625;
- Systeem 4, niet wijderzetten, plantdichtheid is 16 planten per m²; ruimtebehoefte 625 m².

In Bijlage 7 is in een figuur weergegeven wat er in de kas gebeurt bij nul, één, twee of drie keer wijderzetten. Duidelijk zijn de lege plekken in de verschillende afdelingen te zien, met name in de wijderzetfase. In de kropvormingsfase (16 pl./m²) is die afdeling voor praktisch 100 % benut. Ook is goed te zien dat deze fase de langste teeltduur heeft en dat de planten in de andere fasen moeten wachten totdat deze afdeling leeg is. Dit is trouwens onafhankelijk van de partijgrootte, ook bij partijen van 100 of 1000 planten treden deze afstemmingsproblemen op. De oorzaak ligt vooral bij de wisselende teeltduur in zomer en winter en de lange kropvormingsfase. In Tabel 1 zijn de produktiecijfers en de ruimtebenutting weergegeven bij nul, een, twee of drie keer wijderzetten. In Bijlage 8 is een rekenvoorbeeld gegeven over de wijze waarop de cijfers in Tabel 1 verkregen worden voor systeem 1 waarbij driemaal wordt wijdergezet. Het percentage leegstand neemt toe bij een toename van het aantal malen wijderzetten. In Bijlage 7 is die leegstand goed te zien.

Tabel 1. : Wijderzetten in één richting bij een eindplantdichtheid van 16 planten per m².

Omschrijving	Systemen			
	1	2	3	4
Aant. keer wijderzetten	3	2	1	0
Diameter plant bij laatste keer wijderzetten in cm	21	19	16	--
Teelten per jaar	18	14	10	7
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,60	1,45	1,12
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,13	1,14	1,12
Theoretische ruimtebenutting	152	143	129	100
Organisatorische ruimtebenutting	100	101	102	100
Leegstand in %	34	29	21	0

De theoretische ruimtebenutting blijkt bij driemaal wijderzetten het hoogst, meer keren wijderzetten geeft dus potentieel de beste mogelijkheden. In de volgende hoofdstukken zullen de verschillende opties dan ook steeds vergeleken worden met driemaal wijderzetten. De verschillende opties zijn er op gericht om de leegstand te verminderen en dus de theoretische en organisatorische ruimtebenutting zo dicht mogelijk bij elkaar te brengen, waarvoor de organisatorische ruimtebenutting zo hoog mogelijk moet zijn.

4.2.2. Vergelijking van de ruimtebenutting bij eindplantdichtheden van 16 en 25 planten per m² bij driemaal wijderzetten

Bij 25 planten per m² als eindplantdichtheid staan de planten in de goot dichter bij elkaar dan wanneer 16 planten per m² de eindplantdichtheid is: 20 in plaats van 25 cm. Dit geeft in alle wijderzetfasen andere plantdichtheden en andere momenten waarop moet worden wijdergezet. In Tabel 2 is een overzicht gegeven wanneer driemaal wordt wijdergezet.

Tabel 2. : Vergelijking tussen 16 en 25 planten per m2 als eindplantdichtheid bij driemaal wijderzetten

Omschrijving Aant. keer wijderzetten	16 pl./m2		25 pl./m2	
	3	0	3	0
Plantdichtheid in stuks/m2	40 32 24 16	16	50 42,5 32,5 25	25
Diameter plant bij laatste keer wijderzetten in cm	21	--	18	--
Teelten per jaar	18	7	15	7
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,12	2,37	1,75
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,12	1,31	1,75
Theoretische ruimtebenutting	152	100	135	100
Organisatorische ruimtebenutting	100	100	75	100
Leegstand in %	34	0	45	0

In de praktijk wisselt de plantdichtheid gedurende het jaar tussen 16 en 25 planten per m2. De resultaten bij deze beide plantdichtheden geven dus de uiterste grenzen aan. In het vervolg zal alleen met 16 planten per m2 gerekend worden, zodat alleen de uit organisatorische ruimtebenuttingsoogpunt meest gunstige situatie wordt berekend.

4.2.3. Verkorting van de verblijftijd in de kropvormingsfase bij driemaal wijderzetten

In voorgaande berekeningen bleek telkens een grote invloed van de kropvormingsfase, de fase waarin de planten op eindafstand staan. De planten komen al in deze fase na 59 % van de groeiperiode. Er zijn twee alternatieven doorgerekend waarin de kropvormingsfase wordt verkort. Het eerste (A) is zuiver theoretisch, het tweede (B) is naar aanleiding van een proef op het IMAG met een keer wijderzetten gedurende de teelt (van Os, 1989).

Theoretisch kan gesteld worden dat het mogelijk is om de planten drie dagen langer in de wijderzetfase te houden met als gevolg dat de planten drie dagen korter in de kropvormingsfase verblijven. Door deze berekening kan een inschatting gemaakt worden van het effect van verkorting van de kropvormingsfase op het uiteindelijke resultaat (zie Tabel 3, systeem A).

Uit een proef op het IMAG in het voorjaar van 1988 bleek dat er in het moment van wijderzetten enige flexibiliteit zit. Bij eenmaal wijderzetten gedurende de teelt konden de planten 6 dagen langer in de wijderzetfase gehouden worden. De planten worden dan niet wijdergezet op het moment dat de bladeren elkaar raken, maar op het moment dat de bladeren al iets over elkaar liggen of rechtop gaan staan. Om toch hetzelfde oogstgewicht te bereiken moesten de planten langer blijven staan. De teeltduur in de kropvormingsfase nam niet af met 6 dagen maar met slechts 4 dagen. De totale teeltduur neemt dus met 2 dagen toe.

In de herfstteelt bleek een dergelijk effect weer meetbaar. Met het uitgangspunt dat een verblijf van zes dagen langer in de wijderzetfase een teeltduurverlenging van twee dagen geeft, is een berekening gemaakt voor het driemaal wijderzetten (Tabel 3, systeem B).

Tabel 3. : Verkorting van de verblijftijd in de kropvormingsfase bij driemaal wijderzetten.

Omschrijving	Systemen		
	Normaal	A	B
Aant. keer wijderzetten	3	3	3
Teelten per jaar	18	22	24
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,79	1,93
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,37	1,50
Theoretische ruimtebenutting	152	160	172
Organisatorische ruimtebenutting	100	122	134
Leegstand in %	34	24	23

Het effect van een minder lange groeiperiode van de planten in de kropvormingsfase (16 planten/m²) uit zich vooral in een toename van de organisatorische ruimtebenutting en dus door een afname van de leegstand.

4.2.4. Teeltduurverkorting door assimilatiebelichting

In Hoofdstuk 3 is gebleken dat er weinig bekend is over effecten van assimilatiebelichting op de groei van slapplanten onder Nederlandse omstandigheden. De in deze paragraaf getoonde berekeningen zijn dan ook nog enigszins theoretisch. Op grond van ervaringen uit onderzoek met andere gewassen kan afgeleid worden dat met assimilatiebelichting het lichtniveau van 10 februari gehaald kan worden. Dit kan vervolgens inhouden dat de maximale teeltduur verkort kan worden tot die van 10 februari, dat is 58 dagen. Afhankelijk van de buitenomstandigheden kan deze teeltduur wisselen tussen de 55 en 60 dagen, voor de berekeningen is echter 58 dagen gekozen. De ruimtebenutting bij driemaal wijderzetten is vergeleken met de normale teeltduur (Tabel 4).

Tabel 4. : Verkorting van de teeltduur door assimilatiebelichting tot max. 58 dagen bij driemaal wijderzetten.

Omschrijving	Systemen	
	Normaal	58 dagen
Aant. keer wijderzetten	3	3
Teelten per jaar	18	20
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,79
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,25
Theoretische ruimtebenutting	152	160
Organisatorische ruimtebenutting	100	112
Leegstand in %	34	31

Het verkorten van de teeltduur heeft maar een klein effect op de organisatorische ruimtebenutting (12%). Dit komt omdat het grootste deel van de produktie in de zomer valt. Efficiency verbetering in de winter heeft dan een relatief klein effect.

4.3. Wijderzetten van planten in twee richtingen

In twee richtingen wijderzetten houdt in dat het principe van de smalle goot waarin de planten op eindafstand staan wordt losgelaten. De plantdichtheid kan dan toenemen. Voor een aantal opties zijn berekeningen uitgevoerd.

4.3.1. Driemaal wijderzetten met 16 planten per m² bij de oogst

Voor het driemaal wijderzetten is onderzocht wat de effecten zijn op produktie en leegstand als niet in een maar ook in twee richtingen wordt wijdergezet. Er is gerekend met 16 planten per m² in de kropvormingsfase, terwijl wordt wijdergezet op 20, 40 en 59 % van de groeiperiode. Als in een richting wordt wijdergezet staan de planten respektievelijk op 40, 32, 24 en 16 planten per m², als in twee richtingen wordt wijdergezet hebben de planten een dichtheid van 100, 44, 25 en 16 planten per m². In Tabel 5 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 5. : Theoretische en organisatorische ruimtebenutting bij het driemaal wijderzetten in één en twee richtingen

Omschrijving	Systemen	
	Normaal 1 richt.	Normaal 2 richt.
Aant. keer wijderzetten	3	3
Teelten per jaar	18	18
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,87
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,33
Theoretische ruimtebenutting	152	167
Organisatorische ruimtebenutting	100	119
Leegstand in %	34	29

Uit Tabel 5 blijkt dat het percentage leegstand slechts in geringe mate daalt wanneer in twee richtingen i.p.v. één richting wordt wijdergezet.

4.3.2. Vergelijking tussen driemaal wijderzetten in één of twee richtingen al of niet in combinatie met teeltduurverkorting door assimilatiebelichting

In de Tabellen 4 en 5 zijn de afzonderlijke effecten berekend van het al of niet toepassen van assimilatiebelichting en van het wijderzetten in een of twee richtingen. Vervolgens is ook berekend wat het gezamenlijk effect is van het wijderzetten in twee richtingen en het toepassen van assimilatiebelichting. In Tabel 6 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 6. : Theoretische en organisatorische ruimtebenutting bij het driemaal wijderzetten in één en twee richtingen, met én zonder teeltduur verkorting door assimilatiebelichting

Omschrijving	Systemen			
	Normaal 1 richt.	Normaal 2 richt.	58 dagen 1 richt.	58 dagen 2 richt.
Aant. keer wijderzetten	3	3	3	3
Teelten per jaar	18	18	20	20
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,87	1,79	1,97
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,33	1,25	1,48
Theoretische ruimtebenutting	152	167	160	176
Organisatorische ruimtebenutting	100	119	112	132
Leegstand in %	34	29	31	25

Het gecombineerde effect van teeltduurverkorting en in twee richtingen wijderzetten is de som van de afzonderlijke effecten (berekend in Tabel 4 en 5). Daardoor is de organisatorische ruimtebenutting aanzienlijk verhoogd en is de leegstand afgenomen.

4.4. Betere benutting van de ruimte in de wijderzetfase

In de voorgaande paragrafen behalve 4.3, is steeds uitgegaan van planten die in de goten op eindafstand staan en waarbij de goten wijdergezet worden. Bij driemaal wijderzetten zijn er vier afdelingen, de totale groep planten schuift bij het wijderzetten van de ene naar de andere afdeling. Met het rekenprogramma van Annevelink (IMAG A&O) kan een verdere optimalisatie berekend worden door niet in vaste afdelingen te telen. Dit houdt in dat partijen planten her en der verdeeld over de totale ruimte kunnen staan ("opvullen"). Er zijn twee alternatieven doorgerekend. Het ene alternatief (A) gaat uit van een afdelingsgrootte zo groot als in de laatste wijderzetfase (417 m², zie Hoofdstuk 4.2.1.). Het andere alternatief (B) gaat uit van twee even grote afdelingen (de wijderzetfasen en de kropvormingsfase beide 625 m²). De ruimtebenutting wordt dan wel geoptimaliseerd, maar de vraag is of het teeltkundig, technisch en economisch wel haalbaar c.q. optimaal is. In Tabel 7 staan de cijfers weergegeven.

Tabel 7. : Optimalisering van de ruimtebenutting in de wijderzetfase bij het in één richting wijderzetten

Omschrijving	Systemen		
	Normaal	A	B
Aant. keer wijderzetten	3	3	3
Teelten per jaar	18	15	17
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,64	1,62
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,44	1,36
Theoretische ruimtebenutting	152	147	144
Organisatorische ruimtebenutting	100	129	121
Leegstand in %	34	14	19

In Tabel 7 is goed te zien dat de behaalde produktie toeneemt ondanks een geringer aantal teelten per jaar. Tevens neemt de leegstand af.

4.5. De mogelijkheden van continu planten en oogsten

De verschillen tussen theoretische en organisatorische ruimtebenutting in de hiervoor berekende systemen kunnen verdwijnen door op het moment van oogsten ook weer gelijk te planten. Dit houdt in dat als er elke dag geoogst wordt er ook elke dag geplant wordt en dat alle planten van plaats veranderen. Er wordt weer vanuit gegaan dat de planten in 10 cm brede goten staan en in de goot op eindafstand en dat in een richting wordt wijdergezet. De kortst durende teelt in de zomer is 35 dagen. Als elke dag geoogst wordt moeten er 35 posities zijn waar de planten kunnen staan.

De afstand tussen de posities wisselt, in het begin staan de planten dicht bij elkaar. Op 59 % van de groeiperiode (in dit geval positie 22) moet de eindafstand bereikt worden.

Hierna worden de planten niet meer wijdergezet, maar alleen nog verplaatst (van positie 22 naar positie 35). In Bijlage 9 is een deel van het teeltplan weergegeven voor het vroege najaar wanneer de groeiduur toeneemt. In Bijlage 10 is een ander deel weergegeven voor het voorjaar als de teeltduur afneemt. Hieruit blijkt dat teelten elkaar gaan "inhalen": er komen twee groepen planten voor een positie. Dit kan niet en daarom is het nodig om of de ruimte van een positie extra aan te houden of om een dag te wachten met planten of planten van minder gewicht te oogsten.

Het eerste (een extra positie op eindplantdichtheid) is het meest aantrekkelijke alternatief, reden om hiermee verder te rekenen.

Op een dergelijke wijze is het aantal teelten en de theoretische en organisatorische ruimtebenutting te berekenen (Tabel 8).

Tabel 8. : Continu planten en oogsten

Omschrijving	Systemen	
	Normaal	Continu
Aant. keer wijderzetten	3	21 (+14 verplaatsingen)
Teelten per jaar	18	272
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,54
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,54
Theoretische ruimtebenutting	152	138
Organisatorische ruimtebenutting	100	138
Leegstand in %	34	0

Opvallend in Tabel 8 is de daling in de theoretische ruimtebenutting en de forse stijging van de organisatorische ruimtebenutting. Het dalen van de eerste wordt veroorzaakt door de toch noodzakelijk wachttijd om de planten op het gewenste oogstgewicht te krijgen, daardoor kunnen ook de andere planten niet opschuiven (worden wijdergezet). Dat de leegstand tot nul afneemt komt logischerwijze voort uit de uitgangspunten (planten direct nadat geoogst is).

4.6. Discussie

Vergelijking van de verschillende produktiemogelijkheden in een flexibel teeltsysteem kan het best gebeuren aan de hand van de theoretische ruimtebenutting (TR), de organisatorische ruimtebenutting (OR) en het percentage leegstand.

Essentieel bij het een, twee of drie keer wijderzetten is dat er in 10 cm brede goten geteeld wordt waarin de planten in de goot op eindafstand staan en die afhankelijk van het aantal malen wijderzetten door de kas bewegen. De planten schuiven op naar de volgende plaats als die leeg is gekomen. Hierdoor en door het groeipatroon van een slakrop bepaalt de lengte van de kropvormingsfase (die relatief lang is) de produktiemogelijkheden.

Daarnaast zorgt de wisselende teeltduur dat er afstemmingsverliezen ontstaan (Bijlage 5 en 7).

Bovenstaande zaken vallen al gelijk op bij de vergelijking van een, twee of drie keer wijderzetten. Driemaal wijderzetten geeft een hogere TR (152 %) dan minder vaak wijderzetten maar de OR verbetert niet (Tabel 2). Dit komt omdat de kropvormingsfase niet wezenlijk korter wordt, terwijl er door het grotere aantal afdelingen waar steeds op de volgende afdeling gewacht moet worden tot dat deze leeg is, de leegstand toeneemt. Hierbij is gerekend met een relatief klein aantal planten per m² (16 planten). Komen er meer planten per m² (tot 25 stuks) dan betekent dit dat de planten elkaar eerder gaan raken en eerder op eindafstand moeten staan. De TR en de OR worden daardoor ongunstiger (Tabel 4). In feite wordt de kropvormingsfase hier verlengd.

Hetzelfde gebeurt eigenlijk bij de verschillende berekeningsmethoden van Stokman en Hendrix (Bijlage 4). Bij de berekeningsmethode van Hendrix staan de planten eerder op eindafstand (na 50 % van de groeiperiode) dan bij Stokman (na 59 %). Het grotere aantal planten per m² in de beginfase kan dit nauwelijks compenseren.

Dat verkorting van de kropvormingsfase wezenlijk effect heeft, toont Tabel 3. Als de kropvormingsfase met drie dagen afneemt en de wijderzetfase met drie dagen toeneemt, neemt niet alleen de TR toe (van 152 naar 160 %) maar ook in aanzienlijke mate de OR (van 100 naar 122 %).

Hetzelfde beeld komt in de IMAG-proef naar voren waar de wijderzetfase zes dagen langer duurt en de kropvormingsfase vier dagen korter. De groei vermindert eerst wat, maar de achterstand is na twee dagen alweer ingehaald: de TR stijgt naar 172 % en de OR naar 134 %. De totale teeltduur blijft niet gelijk maar neemt toe met twee dagen.

In Bijlage 5 blijkt duidelijk een grote piek in de teeltduur in de winter. Afvlakking hiervan door toepassing van assimilatiebelichting zou minder problemen geven met afstemmingsverliezen door de wisselende teeltduur. Ervaringen met assimilatiebelichting in deze fase van de teelt is er in Nederland niet. De uitkomsten zijn dan ook theoretisch. In Tabel 4 blijkt dat het effect echter klein is. De TR stijgt naar 160 en de OR naar 112 %.

De goten zijn de beperkende faktor om niet in twee richtingen wijder te kunnen zetten. Wijderzetten in de goot is technisch namelijk een moeilijke zaak. Door de slapplanten als potplanten te behandelen (elke plant is een eenheid) kan echter in twee richtingen worden wijdergezet. Dit heeft als gevolg dat de planten in het begin van de wijderzetfase dicht tegen elkaar kunnen staan. De TR kan dan toenemen tot 167 % en de OR tot 119 % terwijl de leegstand vermindert (Tabel 5). Een verdere toename van de TR en de OR kan verwacht worden door zowel in twee richtingen wijder te zetten als toepassing van assimilatiebelichting. In Tabel 6 blijkt een maximale verhoging van de TR tot 176 % en van de OR tot 132 % mogelijk te zijn, terwijl de leegstand toch nog aanzienlijk blijft. Een leegstand van 25 % is toch altijd nog erg veel. Om die verder te verminderen is onderzocht in hoeverre optimalisatie in de wijderzetfase een beter resultaat oplevert. In de kropvormingsfase is de ruimtebenutting toch al bijna 100 %, dus is hier niet veel meer te verbeteren. Met een simulatie programma dat bij de planning in de potplantenteelt wordt gebruikt, zijn in de wijderzetfase de afdelingen samengevoegd. In plaats van het opschuiven van de planten (goten) vindt er nu een opvulling plaats voor zover dat mogelijk is.

Het blijkt dat de TR vermindert, maar dat de OR fors toeneemt (tot 129 %) en dat de leegstand fors afneemt (minder dan 20 %). Probleem hierbij is echter dat het bijbehorend wijderzetsysteem nog niet ontwikkeld is.

Bovendien moeten aan teeltkundige randvoorwaarden concessies gedaan worden. Vooral bij de toepassing van gewasbescherming zijn er moeilijkheden te verwachten. In 5.2. wordt hier nog op terug gekomen.

De leegstand is verder te verminderen door na het oogsten gelijk te planten. De kas staat dan altijd helemaal vol planten op een min of meer ideale plantafstand. Door de hele teelt speelt echter de wisselende teeltduur waardoor planten soms moeten wachten op de oogstplek omdat het vereiste gewicht nog niet is bereikt, terwijl aan de andere kant planten elkaar gaan "inhalen" als de teeltduur terugloopt. Het gevolg is dat de TR afneemt (Tabel 8), maar de OR fors toeneemt tot 138 %.

Waarschijnlijk kan met deze methode van continu planten en oogsten de OR nog wel verder toenemen door toepassing van assimilatiebelichting of verkorten van de kropvormingsfase. Meer dan 10 % zal dit echter niet opleveren. Een organisatorische ruimtebenutting van 150 % lijkt dan ook het maximaal haalbare.

4.7. Conclusies

- De theoretische en organisatorische ruimtebenutting kan belangrijk worden verhoogd door tijdens de groeiperiode de planten wijder te zetten. Het in 2 richtingen wijderzetten van de planten levert slechts een geringe verhoging van de organisatorische ruimtebenutting op t.o.v. het in één richting wijder zetten.
- Leegstand ontstaat door de gedurende het jaar variërende teeltduur en de lange duur van de kropvormingsfase.
- Een hogere organisatorische ruimtebenutting is mogelijk door:
 - a. toepassing van assimilatiebelichting in de winterperiode;
 - b. de planten in de wijderzetzfase dichter en langer bij elkaar te houden;
 - c. te planten zodra er ruimte in de kas voorhanden is.Toepassing van assimilatiebelichting levert met inachtneming van de gehanteerde uitgangspunten van de genoemde mogelijkheden de geringste winst in organisatorische ruimtebenutting.
- De teelttechnische randvoorwaarden t.a.v. het aantal afdelingen en voedingsunits zijn technisch goed realiseerbaar, doch beperken een optimale ruimtebenutting.

5. ENKELE GEVOLGEN VOOR DE BEDRIJFSINRICHTING BIJ DE VERSCHILLENDE TEELT-SYSTEMEN

Enkele aspecten van de toepassing van een flexibel teeltsysteem zullen nader worden toegelicht voor zover een aanpassing van het bedrijf is vereist.

Behalve de aanleg van het systeem moet ook worden voldaan aan de randvoorwaarden die de teelt stelt. Binnen een teelt moeten twee klimaatafdelingen gerealiseerd kunnen worden en drie verschillende voedingsoplossing gegeven kunnen worden (zie Hoofdstuk 3).

5.1. Driemaal wijderzetten in één richting

In Hoofdstuk 4 is al uiteengezet dat bij het wijderzetten in een richting de planten door de kas bewegen en telkens op een nieuwe plaats komen te staan. De hoogste ruimtebenutting wordt verkregen door op het middenpad zowel te planten als te oogsten. Gebruik van twee hoofdpaden langs de gevel veroorzaakt extra ruimteverlies, waarbij bovendien de transportlijnen langer worden.

Planten en oogsten op een pad houdt in dat bij de gevel, het einde van de kap, een overzetmachine moet komen om de planten (goten) in een andere kap te plattsen voor transport terug naar het hoofdpad. Afhankelijk van de lengte van de kap moet de grootte van elke wijderzetafdeling bepaald worden. Daarnaast moet de personeelssituatie in ogenschouw genomen worden, voornamelijk voor wat betreft de hoeveelheid sla die per dag geoogst wordt. Meerdere cycli moeten aangehouden worden op een bedrijf van een hectare. Dit betekent dat in meerdere kappen geplant wordt en in meerdere kappen geoogst wordt.

Transport en wijderzetten in de kap kan met kettingen gebeuren waaraan nokjes zitten die de goten meenemen. Als er wijdergezet wordt neemt een andere ketting met nokjes op een wijdere afstand het transport over. Een andere mogelijkheid is om met een transportwagen boven het gewas te werken, die elke goot transporteert naar de volgende plaats.

Klimaatafdelingen zijn moeilijk te realiseren, als de verschillende wijderzetafdelingen en de kropvormingsfase dicht bij elkaar liggen. Er wordt vanuit gegaan dat een klimaatafdeling in de eerste drie fasen nodig is en dat de andere klimaatsinstelling nodig is in de kropvormingsfase. De grens tussen de beide klimaatafdelingen kan praktisch alleen per kap gerealiseerd worden.

Een betere mogelijkheid is om de kappen voor de wijderzetfasen en de kropvormingsfase zodanig te scheiden dat grote compartimenten ontstaan waarin beide klimaatsinstellingen gerealiseerd kunnen worden. De overzetmachine moet hierop aangepast worden. Niet alleen transport van de ene kap naar de volgende, maar over langere afstand (tientallen meters). Het creëren van drie voedingsniveaus is geen probleem, omdat elke goot vaste plaatsen heeft in de kas. Per goot kan bij de aanleg een andere aansluiting voor de voedingsoplossing aangebracht worden.

5.2. Optimalisering van de ruimtebenutting in de wijderzetfase

In Hoofdstuk 4.4 is aangegeven dat de ruimtebenutting in de wijderzetfase te verbeteren is door de ruimte beter op te vullen. Dit houdt echter in dat de goten met planten in verschillende groeifasen door elkaar staan. De klimaatinstelling hoeft pas bij de kropvormingsfase te veranderen, dus daarmee zijn geen problemen. Hetzelfde geldt voor de verschillende voedingsniveau's.

In de wijderzetfase zijn geen aparte voedingsniveau's mogelijk maar ook niet nodig, in de kropvormingsfase kunnen een of meer niveau's aangebracht worden. Wel moeten hierbij alle planten uit een partij tegelijk van voedingsoplossing veranderen.

Het grote probleem zit echter bij de gewasbescherming. Ziekten en plagen mogen alleen in het eerste wijderzetstadium bestreden worden in verband met de residutolerantie bij de oogst. In de huidige teeltwijze wordt daarvoor gespoten of wordt een ruimtebehandeling gegeven. Dit is bij dit systeem niet meer mogelijk omdat alle groeistadia door elkaar staan. Ook dosering via de voedingsoplossing is niet mogelijk.

Het "opvullen" in de wijderzetfase kan om technische redenen dus (nog) geen toepassing vinden.

5.3. Continu planten en oogsten

Het verschil met het wijderzetten per afdeling (Hoofdstuk 5.1) is niet groot. Alle goten doorlopen een deel van de kas en kunnen vanaf een bepaalde plaats een ander klimaatsinstelling of een ander voedingsniveau krijgen. Er zijn echter bepaalde fasen waarin de planten moeten wachten, het is realistisch dat er goten met planten zijn die gedurende een of meer dagen een verkeerde klimaatsinstelling of voedingsniveau krijgen.

5.4. Discussie

Het realiseren van een optimale bedrijfsopzet is sterk afhankelijk van de randvoorwaarden. Liggen de grenzen scherp (op de overgang van wijderzetfasen naar de kropvormingsfase) dan kan bij de verschillende manieren van wijderzetten goed aan de randvoorwaarden worden voldaan. Is dit niet het geval of moet er in de wijderzetfase ook een ander klimaat worden ingesteld dan is dit bij optimalisering in de wijderzetfase ("opvullen") niet mogelijk.

Om de twee klimaatafdelingen zo groot mogelijk te krijgen, om randeffekten zo klein mogelijk te houden, is een uitgebreide overzetmachine met transportsysteem noodzakelijk. Slechts per bedrijf kan een nauwkeurige inschatting en afstemming worden gemaakt van de grootte van de verschillende afdelingen.

5.5. Conclusies

- Voldoen aan de randvoorwaarden van twee klimaatafdelingen en drie voedingsniveaus is bij toepassing van een flexibel teeltsysteem geen probleem.
- Voldoen aan de randvoorwaarde voor gewasbescherming is met het "opvul"-systeem (Hoofdstuk 5.2) niet mogelijk.
- Verplaatsen van de goten met planten van de wijderzetfase naar de kropvormingsfase vereist een overzetmachine met transportmogelijkheden over langere afstand.

6. BEDRIJFSECONOMISCHE ASPECTEN VAN JAARRONDTEELT VAN KROPSLA

6.1. Begrotingen voor de jaarrondteelt van kassla

Uitgangspunten:

Voor een grondteelt zijn 5₂ teelten per jaar mogelijk, de jaarproduktie bedraagt 100 kroppen per m². Voor een vaste gotenteelt zijn 7 teelten per jaar mogelijk met respectievelijk 16 en 25 planten per m², de produktie bedraagt inclusief 5% uitval respectievelijk 107 en 167 kroppen per m², uitgaande van een percentage uitval van ongeveer 5%.

De opbrengstprijis was voor het winterhalfjaar van oktober tot en met maart in de jaren 1986 tot en met 1988 45 ct. per krop (zie tabel 9) en voor het zomerhalfjaar van april tot en met september 28 ct. per krop in de jaren 1983 tot en met 1988.

Tabel 9. : Berekening van de gemiddelde slaprijis in het winterhalfjaar (oktober tot en met maart)

Maand	Produktieaandeel in procenten	Slaprijis in ct. per krop	Opbrengst in guldens
oktober	25	40	10,00
november	15	49	7,35
december	10	52	5,20
januari	10	58	5,80
februari	15	53	7,95
maart	25	34	<u>8,50</u>
		Totaal	44,80
		Afgerond	45 ct. per krop

Deze zesjarige periode is genomen, omdat in twee jaren de prijs erg laag was (1984: 20 ct. en 1988: 22 ct.) en in 1987 erg hoog, nl. 40 ct. per krop. De gemiddelde jaarprijis is 34 ct. per krop ervan uitgaande dat de zomerproduktie tweemaal zo groot is als de winterproduktie.

De totale kosten zijn voor de grondteelt begroot op 25 + 26,5 = 51,5 ct. per krop. Voor de gotenteelt zijn de kosten bij 25 planten per m²:

25 + 20,4 = 45,4 ct. per krop, bij 16 planten per m² zijn de kosten 25 + 31,8 = 56,8 ct. per krop (tabellen 10 en 11).

Tabel 10. : Begroting variabele kosten kropsla in centen per krop

Arbeid	15
Plantmateriaal	5
Mest, water etc.	2
Afl. kosten	<u>3</u>
Totaal	25

Tabel 11. : Begroting van vaste kosten voor een jaarrondteelt in goten, in guldens per m²

Kosten kas + grond	16,50
Alg. kosten	3,50
Substraat + installatie	7,50
Brandstof	4,--
Arbeid ondernemer voor 2 ha	<u>2,50</u>

Totaal vaste kosten 34,--
 of 20,4 ct. per krop bij 25 planten per m² en een produktie van 167 kropen per jaar
 of 31,8 ct. per krop bij 16 planten per m² en een produktie van 107 kropen per jaar

De totale vaste kosten van een grondteelt bedragen f 26,50 per m² of 26,5 ct. per krop.

6.2. De rentabiliteit van de jaarrondteelt

Voor de grondteelt ontstaat een verlies van $51,5 - 34 = 17,5$ ct. per krop. Dit is 34% van de kosten.

Voor de gotenteelt is het verlies $45,4 - 34 = 11,4$ ct. per krop, bij 25 planten per m². Dit is 25% van de kosten.

Voor de gotenteelt met 16 planten per m² mag van een hogere opbrengstprijs worden uitgegaan aangezien zwaardere kropen worden geoogst. In het winterhalfjaar max. 14 ct. per krop en in het zomerhalfjaar 4 ct. per krop, dit is 7 ct. per krop voor een jaarrondteelt; de opbrengst is dan $34 + 7 = 41$ ct. per krop.

Het verlies voor de gotenteelt met 16 planten per m² is nu:

$56,8 - (34 + 7) = 15,8$ ct. per krop. Dit is 28% van de kosten.

6.3. Bedrijfseconomische evaluatie van een flexibel substraatsysteem

Bij een ruimtebenutting van maximaal 150% (zie Hoofdstuk 4) is de produktie bij 16 planten per m² $150 \times 107 = 160$ kropen per m² in een flexibel substraatsysteem.

De vaste kosten zijn begroot op f 26,50 per m², exclusief kosten substraatinstallatie (zie tabel 11).

Teneinde voldoende investeringsruimte te hebben moet, voor een investering van f 100,-- per m² voor de aanleg van een flexibel systeem, voor de jaarkosten van dit systeem f 25,-- per m², dit is 25% van de investering, beschikbaar zijn.

Tezamen met de vaste kosten moet f 25,-- + f 26,50 = f 51,50 per m² beschikbaar zijn als saldo van opbrengst verminderd met de directe kosten.

Bij een produktie van 160 kropen moet dan het saldo per krop $\frac{1}{160} \times 51,50 = 32$ ct. bedragen. De opbrengstprijz moet dan $32 + 25$ (directe kosten) = 57 ct. per krop bedragen. In vergelijking met de gemiddelde prijs van 34 ct. per krop is het verschil met de minimaal benodigde opbrengstprijz wel erg groot, namelijk 23 ct. per krop. Dit is 26% van de kosten.

6.4. Conclusies

De jaarrondteelt van kassla, zowel in de grond als in vaste goten, is zeer verliesgevend.

De jaarrondteelt van kassla in een flexibel substraatsysteem bij een ruimtebenutting van 150% is iets minder verliesgevend dan in een systeem met vaste goten bij de gekozen uitgangspunten.

7. DISCUSSIE

Analyse van de produktiemogelijkheden van kropsla op bedrijfsniveau in een flexibel systeem toont aan dat de verschillen in teeltduur en vooral de lengte van de kropvormingsfase de organisatorische ruimtebenutting beperkt. Het aantal keren wijderzetten heeft dan ook geen grote invloed op de organisatorische ruimtebenutting vanwege de afstemmingsverliezen. Verkorting van de kropvormingsfase via het langer in de wijderzetfase houden levert, ondanks de langere totale teeltduur, een aanzienlijke verbetering van de organisatorische ruimtebenutting op.

Door assimilatiebelichting toe te passen is slechts een beperkte verbetering van de ruimtebenutting mogelijk, aangezien de plantkundige effecten beperkt zijn in de winterperiode. Een verkorting van de teeltduur met maximaal 4 weken, tezamen met het beperkte aantal teelten in deze periode, levert onvoldoende winst op jaarbasis. Beperking van de afstemmingsverliezen door in één afdeling alle groeistadia gelijktijdig te telen en het opvullen van de open plaatsen is mogelijk. Vanuit plantenziektkundig oogpunt is dit echter niet gewenst.

Ook een systeem waarbij wel wordt wijdergezet en steeds wordt bijgeplant levert een duidelijke verbetering van de organisatorische ruimtebenutting en daarmee van de produktiemogelijkheden op. Bovendien kan aan alle teeltkundige eisen (klimaat, verschillende voedingsoplossingen) voldaan worden. Wil een flexibel teeltsysteem een toekomst hebben dan zal in deze richting verder gezocht moeten worden.

De ontwikkelingen in de markt van kropsla gaan steeds meer in de richting van een hoger kropgewicht. Teneinde de concurrentie van met name Zuid-Frankrijk en Spanje m.b.t. ijsbergsla het hoofd te kunnen bieden is een kropgewicht van minimaal 30kg/100st. noodzakelijk. Aangezien een hoger kropgewicht betekent dat ruimer geplant zal moeten worden en bovendien de kropvormingsfase dan aanzienlijk langer duurt, mag verwacht worden dat de organisatorische ruimtebenutting - en daarmee de produktiemogelijkheden - voor teelt van zware sla in een flexibel substraat-systeem aanzienlijk ongunstiger zal uitpakken dan hierboven berekend.

Meer mogelijkheden zijn er wellicht voor de teelt van lichtere sla (gewicht tot maximaal 100 gram), zoals in Noorwegen plaatsvindt. Door de korte kropvormingsfase zou theoretisch een veel hogere mate van ruimtebenutting mogelijk moeten zijn. Ook voor sla-typen die na de fase van 100% grondbedekking vrij snel geoogst kunnen worden zijn er wellicht mogelijkheden. Te denken valt hierbij aan krulsla, lollo rossa en mogelijk ook eikenbladsla.

Jaarrondteelt van kropsla blijkt zeer verliesgevend in een flexibel systeem te zijn (verlies ca. 12 cent per krop). Het telen van zware sla maakt de jaarrondteelt nog verliesgevender (zie Bijlage 11). Als de prijsvorming van kropsla aanzienlijk verbetert en/of de variabele kosten omlaag gaan, kan er een situatie ontstaan waarbij jaarrondteelt economisch aantrekkelijk wordt.

8. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

8.1. Conclusies

Op grond van de in dit rapport beschreven studie zijn - met inachtneming van de gehanteerde teelttechnische en technische uitgangspunten c.q. randvoorwaarden - de volgende conclusies te trekken:

1. Verbetering van de produktie van een jaarrondteelt van kropsla is haalbaar door de kasruimte beter te benutten en de planten afhankelijk van het groeistadium wijder te zetten. Zowel de theoretische als de organisatorische ruimtebenutting nemen toe. Twee klimaatafdelingen en drie voedingsunits zijn bij een dergelijk flexibel systeem technisch goed realiseerbaar.
2. Verhoging van de ruimtebenutting is verder mogelijk door toepassing van assimilatiebelichting en door de planten in de wijderzetfase dichter en langer bij elkaar te houden. De tweede mogelijkheid levert de hoogste winst in ruimtebenutting op, aangezien bij assimilatiebelichting alleen in de winter een - beperkte - verkorting van de kropvormingsfase mogelijk is.
3. Zowel de - gedurende het jaar - variërende teeltduur als de lange periode van de kropvormingsfase van kropsla verhogen sterk het percentage leegstand op het bedrijf.
De leegstand is zowel bij het in één als in twee richtingen wijder zetten hoog; wanneer bovendien dicht wordt geplant (25 planten per m^2) ontstaat een leegstand van ca. 45%.
Door de planten continu op te schuiven én door de lege ruimtes na de oogst met nieuwe planten op te vullen kan een maximale ruimtebenutting van 150% worden gehaald.
In het opschuifstelsel kan de kropvormingsfase steeds gescheiden worden gehouden van de wijderzetfase, bijvoorbeeld door middel van flexibele scheidingswanden. Aan de teelttechnische randvoorwaarden t.a.v. klimaat, voeding en gewasbescherming kan dan ook worden voldaan. Bij het opvulstelsel is het noodzakelijk veel teelttechnische compromissen te sluiten (klimaat, voeding, gewasbescherming). Een dergelijk systeem is voor kropsla dan ook niet realiseerbaar.
4. Gelet op de maximaal haalbare ruimtebenutting van ongeveer 150% zal de opbrengstprijz van kropsla (gemiddeld 41 cent per krop) bij een plantdichtheid van 16 planten per m^2 sterk omhoog moeten, nl. met 17 ct. per krop bij een investering van minimaal f 60,- per m^2 en met 23 ct. per krop bij een investering van maximaal f 100,- per m^2 , om een rendabele produktie mogelijk te maken.
5. Elke verhoging van de opbrengstprijz met 1 ct. per krop doet de investeringsruimte voor een flexibel systeem met f 6,50 per m^2 toenemen.

8.2. Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

1. Onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om de concurrentiepositie van kropsla in zomer- en winterperiode te verbeteren. Verbetering van de prijsvorming zou mogelijk kunnen worden bereikt door een van de concurrent onderscheidbaar produkt te telen, bijvoorbeeld zonder residu van bestrijdingsmiddelen.
2. Onderzoeken of een jaarrond afzet met goede prijsvorming van lichte kropsla (max. 100g) tot de mogelijkheden behoort. De korte kropvormingsfase van lichte sla vergroot de mogelijkheden voor een flexibel substraatsysteem. Bovengenoemde houdt ook in dat een teelt van zware sla (> 30 kg/100 stuks) in een flexibel systeem nog minder rendabel is dan in deze situatie voor de gangbare sla (20-25 kg/100 stuks) is berekend.
3. Onderzoeken of andere sla-typen, met name typen die slechts gedurende een korte teeltperiode het grondoppervlak 100% bedekken, rendabel op jaarrondbasis in een flexibel systeem geteeld kunnen worden. Gedacht kan worden aan bijvoorbeeld Lollo rossa en mogelijk ook krulsla.
4. Onderzoeken of combinaties van bladgewassen welke momenteel rendabel kunnen worden geteeld, op jaarrondbasis in een flexibel systeem technisch en bedrijfseconomische mogelijkheden bieden. Hierbij kan worden gedacht aan de teelt van crispsla (winterperiode) in combinatie met ijsbergsla.

9. LITERATUUR

1. Ammerlaan, J.A., e.a., (1985). Bedrijfssynthese substraatteelt op groentebedrijven. Intern verslag nr. 56. Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk 1985.
2. Ammerlaan, J.A. (1986). Teelt na juli heeft meeste kans op succes. Tuinderij 66(7):32-33.
3. Anonymous, (1985). Channel your lettuce growing efforts. American Vegetable Grower, mei 1985, 38-40.
4. Bensink, J., (1971). An morphogenesis of lettuce leaves in relation to light and temperature. Meded. Landb. Hogesch. Wageningen 71-15.
5. Bierhuizen, J.F., Ebbens, J.L. and Koomen, N.C.A., (1973). Effects of temperature and radiation on lettuce growing. Netl. J. Agric. Sci: (1973) 110-116.
6. Bleyenbergh, P., (1984). Stap voor stap naar beter management, deel 1; IMAG.
7. Brooker, P.C., (1974). Notes on an idea for "factory" production of lettuce; april 1974.
8. Dennis, D.J. and Dulforce, W.M., (1975). The response of the heated glasshouse lettuce crop to in situ supplements of low illuminance fluorescent light. Acta Hort. 51: 185-200, 1975.
9. Dulforce, Winifred M., (1971). The growth of winter glasshouse lettuce with artificial light. Acta Hort. 22: 199-210, 1972.
10. Durieux, A., (1984). Invloed van lichtintensiteit en temperatuur op de kropvorming van botersla en ijsbergsla onder kunstmatige omstandigheden. Philips: Interne mededeling.
11. Fransen, J., (1986). Commercial NFT lettuce growing in Holland. Acta Horticulturae 98: 241-242, 1980.
12. Giacomelli, e.a., (1987). Lettuce and tomato intercropping system with supplemental lighting; Soilless Culture, Vol. 3, no. 1., 1987.
13. Holsteijn, van H., (1979). Groeianalyse m.b.v. de snelheid van de bedekking van het grondoppervlak bij slarassen; onderdeel promotie-onderzoek, september 1979.
14. Janowski, G., (1980). A vertical soilless system of lettuce cultivation; ISOSC-proceedings 493-499, 1980.
15. Jensen, M.H., (1980). Tomorrow's agriculture today; American Vegetable Grower, 16-19, nov 1980.
16. Koontz, H.V. and Prince, R.P., (1986). Effect of 16 and 24. Hours daily Radiation (light) on lettuce Growth. Hortscience 21 (1) 123-124.

17. Lugt, van der G.G., (1984). Het effect van licht op de bolvorming van ijssla.
18. Massantini, F., Magnani, S., (1984). Commercial and movable structure of hydroponic equipment on modular basis. Energy requirement research; ISOSC-proceedings 365-375, 1984.
19. Massantini, F., (1985). The light and dark sides of aeroponics; soilless Culture, Vol. 1, No. 1, 85-96, 1985.
20. Nir, I., (1981). Growing plants in aeroponics growth system; Acta Horticulturae 126, 435-448, 1981.
21. Os, van E.A. en Kuiken J.C.J., (1984). Mechanisation of lettuce growing in nutrient film technique; ISOSC proceedings, 483-492, 1984.
22. Os, van E.A., (1985). Sla in goten volgens waaiersysteem; interne notitie, 30-05-1985.
23. Os, van E.A., (1985a). Reisverslag Noorwegen, juni 1985.
24. Os, van E.A., (1985b). Mondelinge informatie.
25. Os, van E.A., (1989). Onderzoek naar de optimalisatie van de ruimtebenutting bij kropsla. IMAG-nota 412 (Mech), Xnr.: 12070.
26. Rogers, H.T. (1982). Agri-systems develops a 'vegetable factory'. American Vegetable Grower, december 1982, 30-33.
27. Ruthner, E., (1980). All-year-round continuous crop production; ISOSC-proceedings, 501-511, 1980.
28. Schippers, (1979). Tuinderij 19 (1979)-nr. 8 (17 april), 26-27.
29. Soffer, H. and Levinger, D., (1980). The Ein-Gedi-system, research and development of a hydroponic system; ISOSC-proceedings, 241-252, 1980.
30. Stoffert, (1985). Der Kopfsalat ist in Bewegung geraten; Deutscher Gartenbau 9, 442-446, 1985.
31. Stokman, J., (1988). Sla in beweging: Jaarrondteelt m.b.v. flexibele systemen. Afstudeerverslag Agrarische Hogeschool Utrecht.
32. Suzuki, H., (1984). The sandponics cultivation system; ISOSC-proceedings, 651-660, 1984.
33. Tropea, M., (1980). The control of strawberry plant nutrition in the sack culture; ISOSC-proceedings 477-484, 1980.
34. Vestergaard, B., (1984). Oxygen supply to the roots in different hydroponic systems; ISOSC-proceedings, 723-738, 1984.

35. Vicenzoni, A., (1980). Research problems concerning flower and vegetable cultivation in a cold greenhouse using the "Colonna di Coltura"; *Acto Horticulturae* 98, 263-268, 1980.
36. Vicenzoni, A., (1980). Research on pepper cultivation with the "Colonna di Coltura" technique, to find the optimum plant distance; *ISOSC-proceedings*, 477-484, 1980.
37. Visser, A.J. de en Ammerlaan, J.C.J. (1986). Perspectieven van kleine gewassen (4). Kosten en opbrengsten van teeltcombinaties. *Tuinderij* 66(6):52-54.
38. Vlcek, F. and J. Frydrych, (1961). Príspevek K presve thovanc rgelenageh salatu (A contribution to the suppelementary illumination of forced lettuce) *Ved Prace vyzk. Cost. zelin. CSAZUU Glomouci*, 1961, 1: 187-99, *Acta Hort.* 32:3013.

Bijlage 1. Literatuurstudie systemen

Onderzochte systemen in de diverse landen

DENEMARKEN

1. Vestergaard. Zuurstofvoorziening in waterteelten
Deep-Flow-Technique (DFT) is gebaseerd op het idee om in de voedingsoplossing opgeloste zuurstof naar de wortels te brengen via circulatie van de oplossing. Hiervoor hangen de planten in een diepe bak (inhoud 7 l per plant) waarin op de bodem een buis ligt waaruit water in de bakken gepompt wordt. Door de opwaartse stroming en het volume is het wortelpakket goed verdeeld en goed in staat om de benodigde zuurstof op te nemen. (Vestergaard, B., 1984).

ISRAEL

2. Nir. aeroponics
Beschrijving van de teelt van vele gewassen in een aeroponic systeem. Het systeem bestaat uit een aantal grote bakken die aan de bovenkant zijn afgesloten met een polystyreen plaat die ook dient om de planten vast te houden. Voor sla wordt eens per 7-8 minuten een mist geproduceerd gedurende 10-15 s door middel van een compressor. Men teelt er circa 30 planten/m² die 6-8 weken na planten oogstbaar zijn, 5 teelten per jaar zijn dan mogelijk. (Nir, I., 1981).
3. Soffer. Ein-Gedi-systeem
Goten van 20 cm breed en 10 cm hoog van polypropreen worden gebruikt voor het telen van vele gewassen. Water en voeding worden gegeven door middel van het spuiten van een nevel in de goot. Overtollig water stroomt door de goot naar een centrale opvangbak. Oorspronkelijk zijn de planten zonder substraat vermeerderd, voor Nederlandse omstandigheden zijn steenwolkpotten gebruikt. (Soffer, H., and Levinger, D., 1980).

ITALIE

4. Vincenzono. Colonna di Coltura
Polystyreen bakken zijn op verschillende hoogte draaibaar aan een verticale buis gemonteerd. In de bakken wordt d.v.m. verneveling (aeroponics) water en mest gegeven aan substraatloze planten die worden gesteund in een polystyreen deksel. Vele soorten gewassen zijn hierop geteeld. Elke "Colonna's" bevat 3 groeibakken van 1 m². In 1000 m² kunnen 200 "Colonna's" worden geplaatst met het gewas paprika. In een "Colonna" stonden 4,8 paprika-planten welke 56 kg produceerden met een gemiddeld vruchtgewicht van 200 g. Alles met elkaar 3,5 keer zoveel als in de grond! (Vincenzoni, A., 1980).
5. Tropea. verticaal zaksysteem
Een teeltmethode voor de teelt van lage gewassen in zakken van 1,8 m lengte en 10, 12,5 en 15 cm in diameter. De zakken, gemaakt van 0,15 mm polyetheen folie, hangen in de rij op 80 cm en tussen de rijen is een afstand van 1,2 m. Ze zijn gevuld met een luchtig substraat en worden van bovenaf met een capillair slangetje van water en mest voorzien. Per zak zijn er 20 aardbeienplanten geplaatst. Er was geen verschil tussen

boven en onder in de zak wat betreft voedingsoplossing, wel qua opbrengst veroorzaakt door verschil in licht. Bovendien is een opbrengstvermeerdering geconstateerd bij de zakken met een grotere diameter ten opzichte van die met een kleinere inhoud. (Tropea, M., 1980).

6. Massantini, aeroponics

a. Verticale aeroponics

PVC-potten zijn zodanig gemaakt dat ze op elkaar gestapeld kunnen worden tot kolommen van 220 cm (15 stuks). De kolommen worden in rijen geplaatst (80 cm tussen de rijen en 140 cm in de rij). Onder elke rij ligt een goot op lichte helling om het overtollige water te recirculeren. De plantdichtheid bedraagt 50 pl/m². Elke pot is 20 cm breed en 14 cm hoog en taps toelopend, er zit een gaasbodem in de pot om het water goed te verdelen. Aan twee tegenoverliggende zijanten zijn gaten gemaakt voor het plaatsen van aardbeiplanten. Door elke volgende pot een kwartslag te draaien worden de planten regelmatig over de kolom verdeeld. De voedingsoplossing wordt aan de top gedoseerd. De planten worden met verschillende typen houders vastgehouden.

b. Aeroponics op een sterk hellend oppervlak

Door middel van een gelijkzijdige driehoek met een lengte van 1 m is een driehoek gekonstrueerd waarvan de basis op de grond ligt en de twee andere zijden het teeltoppervlak vormen. Het teeltoppervlak is gemaakt van polystyreen en is ook 1 m lang en is 3 cm dik. De 15 mm gaten zijn gemaakt voor het plaatsen van (aardbei)planten in rijen op 15 cm; 228 planten per 3 planten resulterend in een plantdichtheid van 38 pl/m² plaat of 72 pl/m² kasruimte. Binnen in de driehoek is het donker gemaakt en zijn sproeidoppen aangebracht voor het doseren van de voedingsoplossing. Overtollige oplossing stroomt terug naar een opvangbak.

c. Verticale aeroponics in platen

Twee polystyreen platen zijn verticaal geplaatst op 10 cm van elkaar, hiertussen wordt de voedingsoplossing over de wortels gespoten. In de platen zijn aardbeiplanten geplaatst met de wortels in het nauwe gedeelte. In totaal zijn er 4 rijen van 10 platen geplaatst, resulterend in een verticaal oppervlak van 10 m² per rij en totaal 40 m². Plantdichtheid was 16 pl/m² plaat en 32 pl/m² kasruimte. Oogst per m² plaat was laag, maar per m² grondoppervlak hoog. Hoe hoger de planten zich op de ps-plaat bevonden hoe hoger de opbrengst. (Massantini, F., 1985).

7. Massantini, ruimtebenutting met beweegbare goten

Het gotensysteem is gebruikt om tot energiebesparing te komen. Overdag staan de goten met planten in de gehele kasruimte op optimale plantafstand. 's Nachts worden de goten automatisch tegen elkaar aangeschoven in slechts een klein deel van de kas. Bij gebruik van lage gewassen is het ook mogelijk om de goten op een tweede of zelfs derde laag op te slaan. Op deze manier is een energiebesparing berekend van 55 % (één laag). (Massantini, F., Magnani, G., 1984).

JAPAN

8. Y. Yamamoto, Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI)
Teelt van spinazie, bladsla en aardbeien in goten op roltabletten met extra hulp van assimilatieverlichting.
9. Suzuki, sandponics
Zand wordt niet alleen gebruikt om de wortels steun te geven maar ook voor zuurstof en een deel van de bemesting. Verschillende typen zand zijn uitgetest. Het meest praktische systeem is om zandbedden te maken, vrij van de grond ten behoeve van drainage, van wisselende breedte en 7 cm hoogte.
Verschillende gewassen zijn er met succes op gekweekt. Watergeven via druppelbevloeiing is geautomatiseerd. (Suzuki, H., 1984).
10. Suzuki, Japanse ontwikkelingen in substraatteelten
Na de oorlog zijn vele systemen ontwikkeld. In eerste instantie de gravel cultuur, later circulatie systemen met een dikke laag water (10 cm) al of niet met een zeer snelle doorstroming of toevoeging van extra zuurstof. Recent is het "sheet-culture-system" ontwikkeld. Een hoge (10-15 cm) en brede (60-70 cm) goot is afgedekt met een golfplaat waarop planten in pot staan. Op een plaats wordt er water gegeven, dit stroomt over de golfplaat en wordt aan het eind van de goot in het onderliggende reservoir opgevangen en hergebruikt. Ook NFT en steenwol worden momenteel getest. (Suzuki Y.e.a., 1984).

NEDERLAND

11. Priva
Sla telen in goten die vervolgens wijder worden gezet.
De goten zijn van zelfdragend PVC en zijn 8 cm breed, 4 cm hoog en 2,95 m lang. De lengte was zo gekozen dat er 2 goten in elkaars verlengde in de breedte van een 6,4 m kap pasten. De twee goten lagen op een helling van 1,5 % naar het midden toe waar een gezamenlijke afvoer was. De stroomsnelheid was 0,2 l/min per goot. De helling was gerealiseerd door de goten op in hoogte verschillende verwarmingsbuizen te leggen. Het wijderzetten gebeurde met de hand. (Fransen, J., 1980).
12. Van Os, mechanisatie van de slaooogst in goten
IMAG SYSTEEM (E.A. van Os en J.C.J. Kuiken, 1984).
13. Van Os, waaiersysteem
Bedrijf heeft twee hoofdpaden, aan beide zijden wordt geplant en geoogst. Teelt vindt plaats in goten, die bij het planten een afstand van 10 cm hebben en bij de oogst 22 cm. De planten worden in de goot tegen elkaar aan geplant en vervolgens mechanisch wijdergezet (bv. 1 cm per dag). Door het uit elkaar trekken van de planten en het uit elkaar lopen van de goten is altijd een optimaal plantverband te realiseren.
Problemen zijn de wisselende teeltduur (40-90 dagen), de oppervlaktebenutting is al 100 % op 75 % van de groeitijd, teeltmaatregelen (jong/oud gewas in zelfde afdeling), verlies aan ruimtebenutting door twee hoofdpaden, extra transport door oogsten en planten over gehele lengte van het bedrijf, hindernissen in de kas (poten), organisatie van het systeem. (Van Os, E.A., 1985).

NOORWEGEN

14. H. Dokken. Stokke. gotenteelt
Bedrijf van 2500 m², waarvan 900 m² met sla in goten gedurende 11 maanden per jaar. Er wordt geteeld op roltabletten (7,5x1,5 m), die dwars op de kap staan. De kas is 16 m breed met in het midden een pad van 1 m. De tabletten liggen op 1 % helling waarop een damwandgoot ligt welke is afgedekt met polypropreen deksels. Per tablet zijn er 12 goten en 3 deksels van elk 50 cm. Een deksel is 0,7 mm dik en kost f 2,40/ml (= 4,8 ct/cm.ml). Er staan 40 planten per m² in gaten van 5 cm doorsnee. De plantjes worden opgekweekt in 5 cm potjes met een rand gevuld met turf. Na zaaien en kiemen wordt een voor ons idee kleine plant in de goot gezet. In de zomer duurt een teelt 3 weken, in de winter 6 weken (na uitplanten). Er worden kroppen van 130 g geoogst en met pot en al verkocht. De onder uit de pot komende wortels worden er af gedraaid. In de zomer krijgt de tuinder hiervoor ca. f 0,60/krop, in de winter f 1,10. Deze prijs is bijna het dubbele van gesneden sla. (Van Os, E.A., 1985a).
15. H. Dokken. Tweelagenteelt met wijder zetten
In vierkante elektriciteitskokers zijn gaten gestanst waarin potjes met rand gevuld met turf geplaatst worden. De goot is 7 m lang, 6 cm breed en 4 cm hoog. In eerste instantie worden de goten op de onderste laag tegen elkaar geplaatst om vervolgens drie keer wijder gezet te worden. Na twee keer wijder zetten komen de goten aan het eind van het systeem bij een lift die ze naar de bovenste laag takelt. Hier groeien de planten op eindafstand gedurende het laatste deel van de teelt. Het wijder zetten geschiedt d.m.v. kettingen met nokjes die de goten meenemen. De verschillende kettingen draaien met verschillende plantafstanden in de 4 groeistadia zijn resp. 90, 70, 60 en 40 planten/m². Boven de onderste laag zijn TL-buizen over de lengte van de goot, 4 armaturen over de breedte van de installatie. De investering werd geschat op f 200,-/m² kas. (Van Os, E.A., 1985a).

OOSTENRIJK

16. Ruthner. een meerlagenteelt in substraat met kunstlicht
Het systeem bestaat uit een opkweek en twee productie afdelingen, de laatste met twee verschillende afmetingen (een voor lage en een voor hoge planten): 6 m lang, 4 of 10 m breed en 8 m hoog. De planten groeien in beweegbare tabletten van 5,5 m lang en 30 cm breed. De tabletten zijn opgehangen aan een verticale eindloze lopende band, op een plaats wordt er water gegeven en ook de werkzaamheden gebeuren op een plaats. In totaal is aan kunstlicht 110 W/m² teeltoppervlak geïnstalleerd, overeenkomend met 20.000 lux. Daglicht wordt buiten gehouden, de CO₂ concentratie is ongeveer 1800 ppm gedurende de licht periode. De maximumlengte van de planten is 1,25 m.
Tomaten zijn geteeld bij een lichtintensiteit van 20.000 lux, 27° C en een RV van 60 % en een plantafstand van 30x25 cm. Water en mest worden gegeven door het 4x per dag dompelen van een tablet in een iets grotere goot met oplossing. De teelt is doorgegaan tot en met de vijfde tros (3 kg/plant). De teelt van sla is op een ander maar vergelijkbaar bedrijf uitgevoerd. De teeltruimte is 2,5x6x20 m hoog. De kettinglengte van de lopende band is 100 m, waarop 100 tabletten (1,8x0,25 m) zijn geïnstal-

leerd. Per tablet staan er 2 rijen, in de rij is de afstand 12,5 cm. De afstand van elke dubbele rij tot het volgende tablet is m, het licht-niveau is 20.000 lum. Na 28 dagen opkweek komen de planten in de productie afdeling en zijn na 33 dagen oogstbaar (120-160 g). (Ruthner, E., 1980).

POLEN

17. Janowski, sla in een verticaal systeem
PVC buizen van 2 m lengte zijn aan drie kanten op acht verschillende hoogten geperforeerd met gaten van 20 mm doorsnede (24 planten per buis), 4 buizen per m² kas. Er zijn drie buisdiameters geprobeerd: 7,5, 10 en 15 cm. De 15 cm buis gaf gevuld met turf de hoogste opbrengst, maar ook met NFT is een goede opbrengst mogelijk. De opbrengsten per krop varieerden tussen 50 en 100 g, terwijl de opbrengst per m² varieerde tussen 2,2 en 3,2 kg/m². (Janowski, G., 1980).

UK

18. Dingemans
Teelt van kropsla in betonnen goten. Er liggen 14 goten van 10 cm breed per 3,2 m kap onder een lichte helling.
Momenteel worden er 11 teelten per jaar uitgevoerd. Voor het planten en oogsten zijn wagens ontwikkeld waarop een man kan zitten om te planten of om te oogsten en verpakken.

USA

19. Crop King Inc., Medina, Ohio
Teelt van sla in smalle goten (<10cm). Opkweek in plugs, afkweek in de goten al of niet met dekstels. Opkweek in 18 dagen (hoge plantdichtheid). Teeltduur gemiddeld 36 dagen (26 tot 50). Goten zijn van PVC met UV stabilisatoren. (Anonymous, 1985).
20. Agri-Systems, Somis, Californie
Teelt van sla in smalle goten, waarbij de slaplanten, opgekweekt in speedlings, aan de korte zijde in een tape worden geplant welke door de goot getrokken wordt. Elke dag schuiven de planten een eindje op. Aan de andere eind van de goot wordt er geoogst. Planten oogsten moeten dus gelijktijdig plaatsvinden. De oogst gebeurt machinaal, maar de kropen worden wel met de hand geschoond en ingepakt. De tape waar de planten instaan wordt na de oogst weer aan de plantzijde aangekoppeld. (Rogers, 1982).
21. Schippers, Cornell Univ., New York
Teelt van sla in 9 cm goten van 3 m lang met wisselende plantafstanden. Goten zijn 2,5 cm hoog en liggen op 3 % helling.

Plantafstand in de goot 22 cm.

Schema :

Zaai : 7 november

Planten : 1 december, na 23 dagen, de goten liggen tegen elkaar.

Wijder zetten: 19 december, 19 dagen later, de gootafstand is 12,5 cm

30 december, 11 dagen later, de gootafstand is 15 cm

9 januari, 10 dagen later, de gootafstand is 19 cm

Elke keer dat er wijder gezet werd, werd er ook een nieuw zaaisel geplant. Er zijn, bij gelijkblijvende teeltduur nu continu 4 sekties x 22 goten x 22 planten per goot = 1936 kroppen sla op lengte van 12 m.

Bij direkt op 19 cm (eindafstand) planten waren er op deze lengte 64 i.p.v. 88 rijen ofwel 1408 planten. Dit betekent 37,5 % opbrengstverhoging.

Overwogen is ook om de gootafstanden 8,75- 12,5- 15- en 19 cm te maken, dan is maar 11,3 m nodig, hetgeen resulteert in een toename van 49,1 % (Schippers, 1979).

22. Weyerhouser, transporttabletten

Sla in goten op tabletten worden in de werkruimte vol geplant en vervolgens naar de teeltruimte getransporteerd. Voor de oogst worden de tabletten weer naar de geklimatiseerde werkruimte vervoerd. Oogsten gebeurt met de hand. (Van Os, E.A., 1985b).

23. Giacomelli, Rutgers Univ., sla onder tomaten

Een combinatieteelt van tomaten in aan kabels hangende goten met eronder een slateelt. De sla werd al dan niet belicht en stond in goten op tabletten. De gootbreedte was 5 cm, er stonden 42 planten per m². Het gemiddelde kropgewicht was 125 g. Er werd intermitterend water gegeven: 5 minuten per kwartier. De stroomsnelheid was 1 l/min.goot, de EC 2,0 mS/cm.

Sla telen zonder belichting onder tomaten bleek niet mogelijk. De teelt van sla zonder tomaten en met belichting ging het beste in vergelijking met sla zonder tomaten en zonder belichting en sla onder tomaten en met belichting. (Giacomelli e.a., 1987).

24. Toekomstige systemen in EPCOT

a. Drijvende sla.

Sla in polystyreen houders drijft gedurende de teelt van een kant van een vijver waar het geplant is naar de andere kant waar de oogst plaatsvindt. Ondertussen wordt de afstand tussen twee planten steeds groter.

b. Draaiende trommel.

T.b.v. de ruimtevaart is een slateeltsysteem ontwikkeld waarbij in het midden van de trommel een lamp is gemonteerd. De trommel draait kontinu i.v.m. de zwaartekracht. De bladeren zijn kontinu in het licht, de wortels in het donker tussen twee lagen van de trommel in waarin ook water en voeding circuleert. (Jensen, M.H., 1980).

c. Brooker, wijderzetten m.b.v. dragers

Planten hangen in dragers die over een tablet rijden en m.b.v. vijzel of kettingen wijder gezet kunnen worden. Aan de dragers zijn in verband planthouders gemonteerd. De minimale afstand tussen de dragers is 15 cm, de afstand van de houders op een drager is 20 cm. Door het tegen elkaar plaatsen van de houders is een minimale plantafstand van 10 cm mogelijk. (Brooker, P.C., 1974).

ZWEDEN

25. Swegro AB, Stenhamra, Stockholm

In 5,5 cm potjes met een rand gevuld met substraat wordt sla gezaaid. Er staan 54 potjes in een kunststof plaat en er is een speciale vork ontwikkeld om drie platen met (162) potjes op te pakken. Met de vork kunnen 18 x 3 platen met nog niet gekiemde zaden op een transportwagen geplaatst worden of 7 x 3 platen met jonge planten. De transportwagen brengt de plantklare planten naar de 20 m brede kas met een middenpad van 2 m. Aan beide zijden is er 9 m ruimte waarin de goten liggen waarin geplant wordt. Per 6 goten worden twee polypropreen deksels van elk 90 cm breed door een machine uitgerold over de goten. In de deksels zitten 5,5 cm gaten gestanst waarin de planten met hun potje met de hand gehangen worden. Het planten gebeurt op werkhogte. Bij de oogst worden de deksels weer teruggetrokken en worden de planten eruit gehaald en verpakt inclusief de pot. Op deze wijze zijn 11 teelten per jaar te halen. (Stoffert, 1985).

26. Olofsson, Vrena

Sla wordt gezaaid in kunststofpotjes gevuld met substraat. De potjes zijn 5,5 cm in doorsnede en hebben een rand. Na het zaaien gaan de potjes direkt naar een kiemkamer om na twee dagen verplaatst te worden naar de jonge plantenafdeling. Hier staan de potjes in platen op een etagewagen met 60 cm tussen de etages gedurende drie weken.

Na deze periode gaan de planten naar de voor deze teeltmethode gebouwde kas van 21,4 m breed en 76 m lang. Aan de korte zijde van de kas worden de planten in goten geplaatst welke van vierkante buizen zijn gemaakt. De goot is 9 m lang, 7 cm breed en 5,5 cm hoog. In de bovenkant zijn 52 gaten gemaakt voor de planten. De goten staan in eerste instantie tegen elkaar en worden gedurende de teelt door een computer gestuurde machine uit elkaar getrokken.

De eerste twee weken staan de planten in de onderste teeltlaag om vervolgens nog een week in de bovenste teeltlaag door te brengen. In de onderste laag staan 600 goten, in de bovenste 300 goten. Er is een automatische lift om de goten naar boven te takelen. Dagelijks worden er 5000 potten geplant en geoogst. Bij de oogst is de afstand tussen de goten 21 cm. Plant en pot worden geoogst en verpakt.

De teeltduur in de zomer is 21 dagen, in de winter 28 dagen. Hierdoor zijn er 15 teelten per jaar mogelijk. Dit is alleen mogelijk met extra belichting van beide lagen. Op de onderste laag hangt 150 W/m^2 , op de bovenste 55 W/m^2 . De warmte productie van de lampen is zodanig groot dat bij een buitentemperatuur van -15°C er in de kas nog altijd een temperatuur is van 15°C . Er wordt geregeld op een dagtemperatuur van 20 en een nachttemperatuur van 15°C bij een RV van 70 %. CO_2 wordt alleen in de winter gedoseerd. In totaal is er 2400 m^2 teeltoppervlak op 1500 m^2 grondoppervlak. (Stoffert, 1985).

Bijlage 2. Randvoorwaarden voor teelt in een flexibel substraatsysteem van diverse bladgewassen

Randvoorwaarde	Gewas				
	Kropsla	IJsbergsla	Veldsla	Koolrabi	Paksoi
* Klimaatregeling (aantal regel- kringen)					
- bovengronds	≥ 2	≥ 2	1	≥ 2	1
- wortels	≥ 2	≥ 2	1	1	1
* Voeding- en water- gift (aantal units)	≥ 3	≥ 3	≥ 2 (nitraat)	≥ 2	≥ 2 (nitraat)
* Eisen wortelmedium	luchtig inert medium	luchtig inert medium	?	?	?
* Gewasbescherming	1e teelt- fase	1e teelt- fase	1e teelt- fase	1e teelt- fase	1e teelt- fase
* Effect beweging op groei	?	?	?	?	?
* Eisen ondersteu- ning	geen*	geen*	geen*	geen*	ja (2e teelt- fase)
* Assimilatiebe- lichting	?	?	?	?	?
* Gewashandelingen	controle op afwij- kingen	controle op afwij- kingen	controle op afwij- kingen	controle op afwij- kingen	controle op afwij- kingen
* Afvoer van produkt (oogst)	1 x	1 x	1 x	≥ 2 x	1 x
* Waterkwaliteit (NaCl-tolerantie)	4-8 mmol/l	4-8 mmol/l	4-8 mmol/l	4-8 mmol/l	4-8 mmol/l

* ondersteuning wellicht nodig i.v.m. bladeren die in het water kunnen liggen.

Bijlage 3. Literatuurstudie assimilatiebelichting

Op praktijkschaal en in het toegepast onderzoek is weinig of geen kennis aanwezig over de effecten van de lichtintensiteit op de groei van kropsla en van de andere genoemde gewassen.

Teneinde de kennis m.b.t. eventuele mogelijkheden van toepassing van assimilatiebelichting te kunnen samenvatten is door het PTG een literatuurstudie over de effecten van de lichtintensiteit op de groei(-duur) van krop- en ijsbergsla uitgevoerd.

Er zijn slechts een beperkt aantal artikelen en verslagen gevonden.

Glenn en Edward (1984) vonden een positieve correlatie tussen het kropgewicht van 3 slarassen en de ontvangen instraling, gegroeid onder zeer hoge lichtintensiteiten (2310 J/cm^2). Tevens bleek er een positieve correlatie tussen de luchttemperatuur en de groeisnelheid te bestaan. Vanwege de in het onderzoek opgetreden interacties tussen temperatuur en instraling is een eenduidig verband tussen instraling niet te leggen. Dulforce en Winfred (1971) vergeleken een reeks van lichtintensiteiten (variërend van 699 tot 6990 lux ($\approx 3^{\text{e}}$ decade januari in Nederland) in klimaatkamers bij 16 uur daglengte en 3 temperatuurniveaus ($13-21^{\circ}\text{C}$). Het botersla ras Cheshant 5.6 vertoonde alleen kropvorming bij de hoogste lichtintensiteit en bij 21°C , terwijl bij 16 en 13°C alleen bij lagere lichtintensiteiten kropvorming optrad (resp. niveau 2^{e} decade december in Nederland en bij een intensiteit van ongeveer $8.2 \text{ jcal.cm}^2.\text{dag}^{-1}$). Door de gehanteerde zeer lage lichtintensiteiten zijn de resultaten niet bruikbaar. Anonymous (1981) verkreeg op Fairfield EHS (Engeland) met een aanvullende belichting met MA/H lampen gedurende 12 uur overdag tijdens de opkweek vanaf 29 november, een teeltduur-verkorting van 9 dagen. De belichte planten waren echter meer gevoelig voor rand en botrytis dan de controle. Ook Vlcek en Frydryck (1961) vonden 7-10 dagen teeltduurverkorting door aanvullende bijbelichting tijdens de opkweek. Dennis en Dulforce (1975) gaven met TL-lampen ongeveer 4.2 W per m^2 extra licht bij het ras Southdown 5.6 in de winterperiode met lage lichtintensiteiten. Alle behandelingen ontvingen dezelfde hoeveelheid licht gedurende verschillende tijdstippen tijdens het etmaal (dezelfde tijdsduur). Uit de resultaten kwam naar voren dat bij een gelijke lichtsom de lichtefficiëntie van de planten 0.5 % hoger was dan bij de onbelichte planten. Belichting van 21.00 tot 5.00 uur gaf het hoogste drooggewicht. Planten die aanvullend belicht waren, waren ongeveer 7 dagen eerder oogstbaar dan onbelicht.

Bierhuizen, Ebbens en Koomen (1973) vonden in een voorjaarsteelt in kassen dat de temperatuursom bepalend is voor de snelheid van grondbedekking en daarna de lichtsom. Ook Bensink (1971) vond dat de groeisnelheid van sla eerst temperatuur-afhankelijk is en in de kropvormingsfase vooral bepaald wordt door de hoeveelheid licht. Jammer is dat beide auteurs geen melding maken van de effecten op kropkwaliteit bij de oogst.

Durieux (1984) vergeleek 2 lichtintensiteiten (20 en 40 W per m^2 , daglengte 16 uur), bij 3 temperatuursregimes (9°C (Nacht), 21°C (Dag)). Bij een lichtintensiteit van 40 W per m^2 en 21°C was de groeisnelheid ruim 115 % hoger dan bij een lichtintensiteit van 20 W per m^2 .

Bij ijsbergsla waren de effecten iets kleiner.

Ook in dit onderzoek bleek het lichteffect in dit lage lichttraject afhankelijk te zijn van de temperatuur.

Van der Lugt (1984) vergeleek 4 lichtniveaus (100, 73 en 54 en 39 %) bij een temperatuursinstelling in klimaatkasten van 17°C (D) en 13°C (N); 12 uur daglengte.

De kropgewichten waren resp. 100, 74, 63 en 48 % en resp. 100, 51, 40 en

27% in een 2^e teelt. Deze teelt verliep aanzienlijk beter, dus deze cijfers zijn betrouwbaarder. In 4 opeenvolgende kasexperimenten in het voorjaar vergeleek hij 3 lichtniveaus d.m.v. schermen. De effecten van de lichtniveaus op de groeisnelheid waren sterk verschillend, afhankelijk van het natuurlijke lichtniveau (seizoen) en de gerealiseerde kastemperatuur. Koontz, H.V. and Prince, R., (1986) verlengden de fotoperiode van 16 tot 24 uur bij blad- en ijsbergsla. De gewichten van drie bladslarassen werden verdubbeld bij een toename van 50 % aan instraling, terwijl bij kropsla het effect veel minder groot was. Genoemd effect werd ook gevonden bij eenzelfde hoeveelheid instraling doch verschillende daglengte. Eenduidige licht-groei relaties zijn dus niet te geven.

Op grond van deze literatuurgegevens kan een eenduidige relatie tussen lichtintensiteit en groei niet worden verkregen. Vaak zijn de gegevens niet bruikbaar voor Nederlandse omstandigheden. Er zal daarom worden gerekend met een teeltduur bij een lichtintensiteit van ongeveer 10 februari, als zijnde maximaal haalbaar in de winterperiode. Deze bedraagt dan ongeveer 58 dagen.

Bijlage 4. Ruimtebenutting sla volgens berekeningen van Hendrix (1985). (Naar gegevens van van der Burg (PTG) en Hamaker (ICW).)

Groeitijd in %	Oppervlakte in %
10	16
20	27
25	36
35	52
40	62
45	67
50	75
55	82
60	86
70	92
75	100

Tot 20 % van de groeiperiode	27 % bedekking	-	1 : 4
„ 35 % „ „ „ „	52 % „ „	-	1 : 2
„ 50 % „ „ „ „	75 % „ „	-	1 : 1,3

Daarna 100 % bedekking

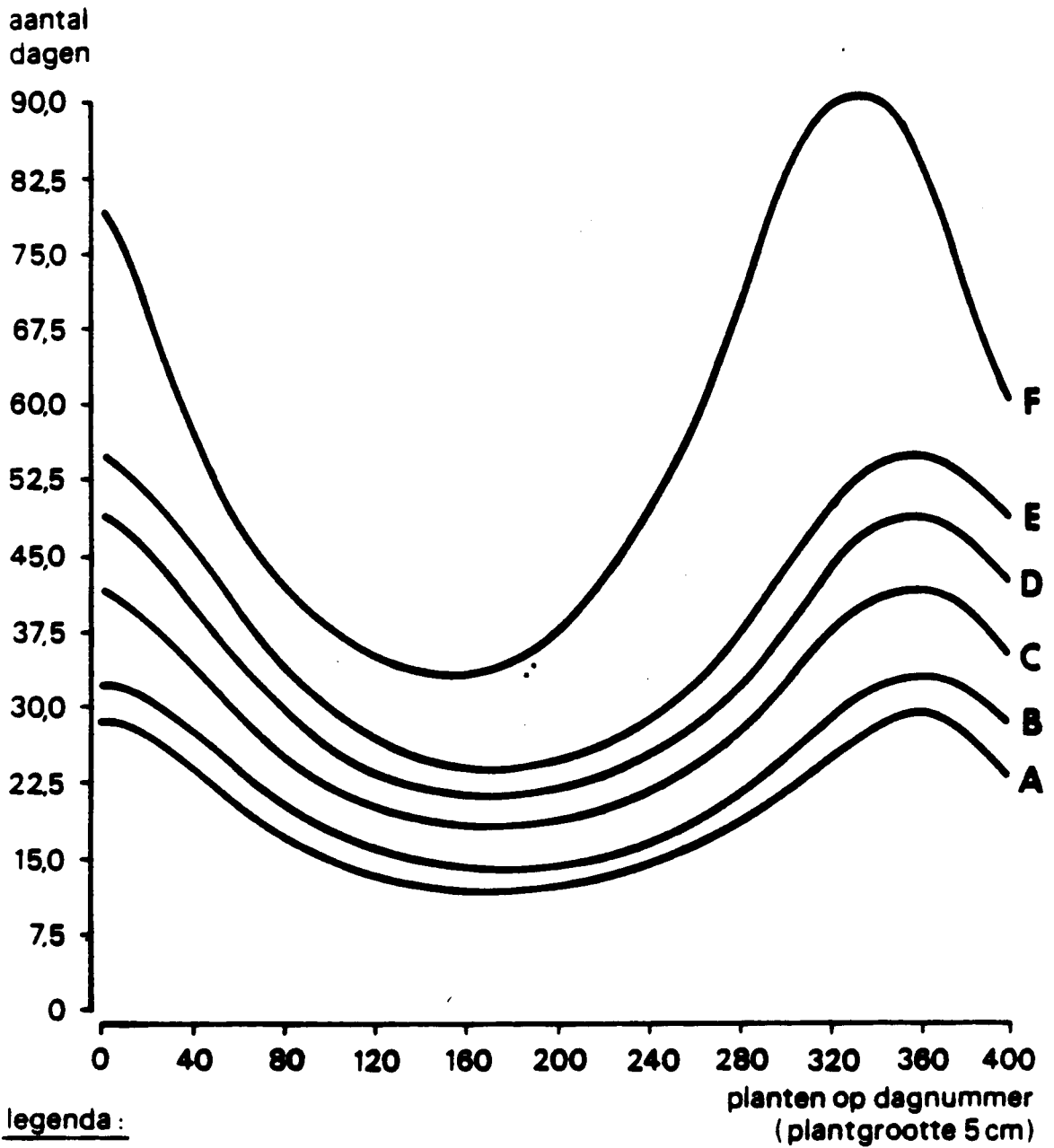
$$\begin{array}{rclclclclcl}
 (20 \times 4) & + & (15 \times 2) & + & (15 \times 1,3) & + & (50 \times 1) & = & \\
 80 & + & 30 & + & 30 & + & 50 & = & 180 \% \text{ benutting}
 \end{array}$$

Organisatorische ruimtebenutting 90 % van 180 % = 160 %.

Tabel 4b. : Driemaal wijderzetten op verschillende tijdstippen.

Omschrijving	Berekeningsmethode	
	Stokman	Hendrix
Aant. keer wijderzetten	3	3
Teelten per jaar	18	18
Theoretische produktie in milj. stuks	1,70	1,66
Behaalde produktie in milj. stuks	1,12	1,15
Theoretische ruimtebenutting	152	148
Organisatorische ruimtebenutting	100	103
Leegstand in %	34	31

Bijlage 5 : Relatie tussen plantdatum, grondbedekking en oogsttijdstip



A = aantal dagen na planttijdstip tot 14 cm Ø
B = " " " " " 16 cm Ø
C = " " " " " 20 cm Ø
D = " " " " " 22,5 cm Ø
E = " " " " " 25 cm Ø
F = " " " " " de oogst

**Bijlage 6 : Basis teeltschema voor het driemaal wijderzetten in een richting
bij een normale teeltduur**

Planten op Dagnr.	Teeltduur in dagen	Aantal dagen bij driemaal wijderzetten bij			
		40 pl./m2	32 pl./m2	24 pl./m2	16 pl./m2
0	83	16	16	15	36
14	71	13	13	13	32
28	63	12	12	11	28
42	57	11	11	11	24
56	50	10	10	10	20
70	45	9	9	9	18
84	41	8	8	8	17
98	38	8	8	8	14
112	37	8	8	7	14
126	36	8	7	7	14
140	35	7	7	7	14
154	35	7	7	7	14
168	35	7	7	7	14
182	36	8	7	7	14
196	37	8	8	7	14
210	38	8	8	8	14
224	42	9	9	8	16
238	46	10	9	9	18
252	53	11	10	10	22
266	60	12	11	11	26
280	68	13	13	12	30
294	75	14	14	13	34
308	82	16	15	15	36
322	90	18	17	17	38
336	88	17	17	16	38
350	86	17	16	16	37
364	83	16	16	15	36

Bijlage 7 : Schematisch overzicht van de ruimtebenutting in een jaar bij vier verschillende systemen

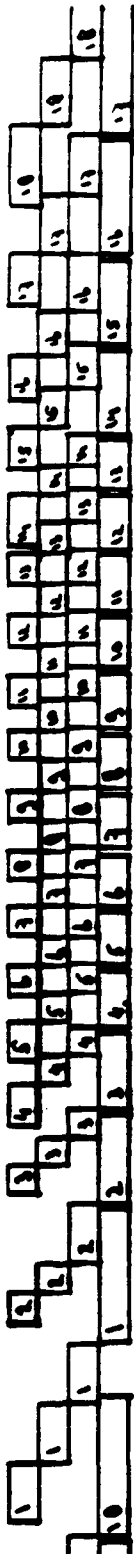
Toelichting :

Systeem 4 geeft de ruimtebenutting in het jaar aan als er niet wordt verwijderd. Tussen de teelten 1 t/m 7 is een dag ruimte voor werkzaamheden.

Bij Systeem 3 wordt eenmaal, bij Systeem 2 wordt tweemaal en bij Systeem 1 wordt driemaal verwijderd. Om de ruimtebenutting in de kropvormingsfase te maximaliseren kan berekend worden vanaf wanneer en hoelang de planten in de verschillende wijderzettingen moeten staan. Hierdoor ontstaan in deze fasen afstemingsverliezen (leegstand).

Systeem 1

- Wijderzetting 1, 250 m2
- Wijderzetting 2, 313 m2
- Wijderzetting 3, 417 m2
- Kropvormingsfase, 625 m2



Systeem 2

- Wijderzetting 1, 250 m2
- Wijderzetting 2, 360 m2
- Kropvormingsfase, 625 m2



Systeem 3

- Wijderzetting 1, 250 m2
- Kropvormingsfase, 625 m2



Systeem 4



Bijlage 8 : Voorbeeld van een berekening van de theoretische en organisatorische ruimtebenutting bij driemaal wijderzetten en 16 planten per m2 bij de oogst.

Teeltplan:

Teelt nr.	Aantal dagen bij een plantdichtheid van :				
	40 pl./m2	32 pl./m2	24 pl./m2	16 pl./m2	
1	14	13	13	34	
2	10	10	10	20	
3	8	8	7	16	
4	8	8	8	14	
5	8	8	7	14	
6	8	7	7	14	
7	7	7	7	14	
8	7	7	7	14	
9	7	7	7	14	
10	8	7	7	14	
11	8	8	7	14	
12	8	8	8	14	
13	9	9	8	16	
14	10	9	9	18	
15	11	10	10	22	
16	12	11	11	26	
17	14	14	13	34	
18	18	17	17	38	
	175	168	163	350	→ totaal aantal dagen in betreffende wijderzetfase
Ruimtebehoefte per partij van 10.000 planten in m2	250	313	417	625	→ totaal 1605 m2

Berekening van de ruimtebehoefte per plant in weekm2 :

Per wijderzetfase :

$(175 \text{ d/ } 7 \text{ d/week} \times 250\text{m}^2) / 18 \text{ tlc/jr} \times 10.000 \text{ pl/partij} = 0,035 \text{ weekm}^2/\text{pl.}$
 $(168 \text{ d/ } 7 \text{ d/week} \times 313\text{m}^2) / 18 \text{ tlc/jr} \times 10.000 \text{ pl/partij} = 0,042 \text{ weekm}^2/\text{pl.}$
 $(163 \text{ d/ } 7 \text{ d/week} \times 417\text{m}^2) / 18 \text{ tlc/jr} \times 10.000 \text{ pl/partij} = 0,054 \text{ weekm}^2/\text{pl.}$
 $(350 \text{ d/ } 7 \text{ d/week} \times 625\text{m}^2) / 18 \text{ tlc/jr} \times 10.000 \text{ pl/partij} = 0,174 \text{ weekm}^2/\text{pl.}$

Totaal 0,305 weekm2/pl.

beschikbaar opp. in m2 x aantal weken
 Theoretische produktie = -
 weekm2/pl.

10.000×52
 $= = 1,70 \text{ miljoen stuks}$
 0,305

Te behalen produktie - aantal teelten x aantal pl./teelt x beschikb. opp.
opp. per teelt
10.000
 = 18 x 10.000 x ----- = 1,12 miljoen stuks
1605 m2

theoretische produktie bij wijderzetten
 Theoretische ruimtebenutting = ----- x 100% =
theoret. prod. bij niet wijderzetten
1,70 milj. st.
 = ----- x 100% = 152 %
1,12 milj. st.

Te behalen produktie
 Organisatorische ruimtebenutt. = ----- x 100% =
Behaalde prod. bij niet wijderzetten
1,12 milj. st.
 = ----- x 100% = 100 %
1,12 milj. st.

Te behalen produktie 1,12
 Leegstand = (1 - -----) x 100 % = (1 - -----) x 100 % = 34 %
Theoretische produktie 1,70

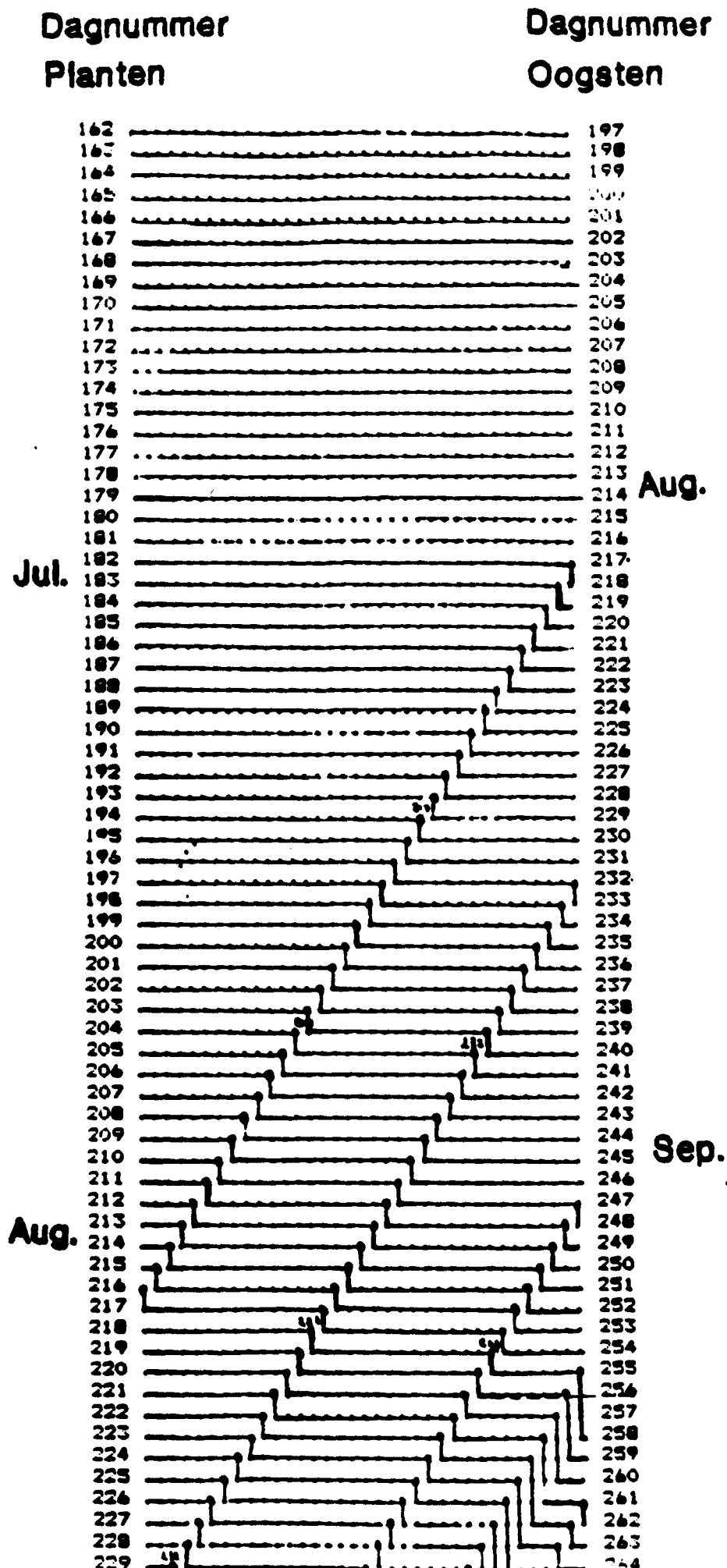
:

+

Bijlage 9 : Plantschema in nazomer bij continu planten en oogsten

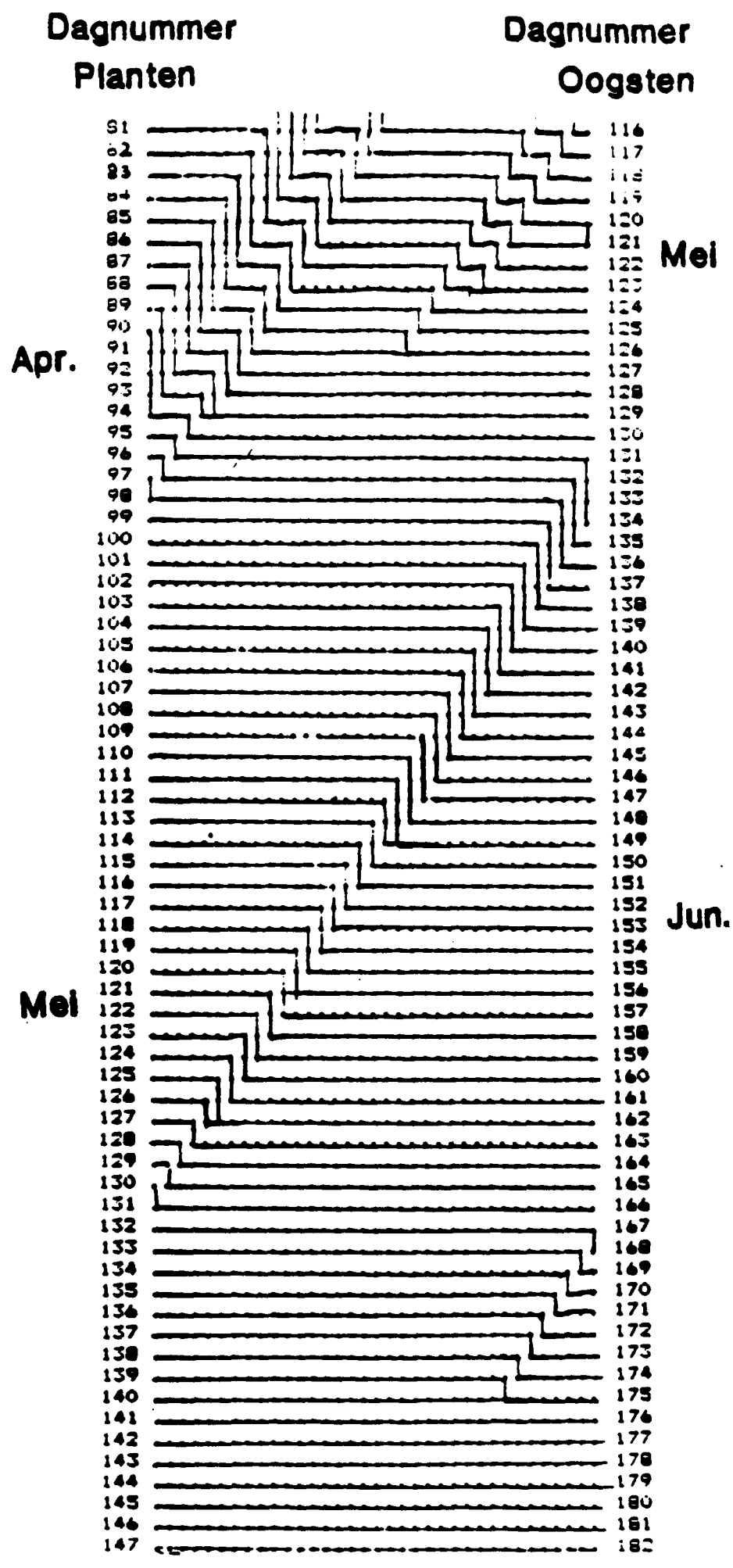
Toelichting :

In het schema geeft elke stip een plantpositie aan. In de zomer is de teeltduur het kortst en elke dag vanaf het planten schuiven de planten een positie op. Wordt er op Dagnummer 170 geplant dan kan er 35 dagen (35 posities) later geoogst worden (Dagnummer 205). Later in het jaar neemt de teeltduur toe tot 36 dagen (vanaf Dagnummer 182) en vervolgens tot maximaal 90 dagen. De planten moeten dan een of meerdere dagen wechten voordat ze verder geschoven kunnen worden. De benutting van de 35 plantposities is 100 %.



Bijlage 10 : Plantschema in het voorjaar bij continu planten en oogsten

Toelichting :
In het voorjaar neemt de teeltduur af. Planten gaan elkaar "inhalen" (zie planten op Dagnummers 111 en 112). 35 posities is dan niet voldoende en een extra positie is noodzakelijk (deze is niet in het schema aangegeven).



Bijlage 11 : Saldobegroting van lichte en zware sla (> 30kg/100 stuks)

Er wordt vanuit gegaan, dat één plant minder per m2 wordt geoogst dan er geplant wordt.

Teeltwijze: grondteelt.

Omschrijving:	"lichte sla"	"zware sla"
Plantdatum	week 35	week 35
Oogstperiode	week 40	week 42
Teeltduur	5 weken	8 weken
Aantal pl/m2 (geplant)	18	15
Gemiddelde kostprijs per krop	f 0,43	f 0,57
Plantdatum	week 41	week 41
Oogstperiode	week 52/1	week 3/4
Teeltduur	12 weken	15 weken
Aantal pl.m2 (geplant)	19	15
Gemiddelde kostprijs per krop	f 0,69	f.0,98
Plantdatum	week 52	week 52
Oogstperiode	week 10	week 13
Teeltduur	10 weken	13 weken
Aantal pl.m2 (geplant)	24	15
Gemiddelde kostprijs per krop	f 0,58	f 0,90
Plantdatum	week 43	week 43
Oogstperiode	week 3/4	week 6/7
Teeltduur	12 weken	15 weken
Aantal pl.m2 (geplant)	21	15
Gemiddelde kostprijs per krop	f 0,68	f 1,05
Plantdatum	week 17	week 17
Oogstperiode	week 23	week 24
Teeltduur	6 weken	7 weken
Aantal pl.m2 (geplant)	21	15
Gemiddelde kostprijs per krop	f 0,43	f 0,53

Toelichting :

Opbouw gemiddelde kostprijs per krop:

 Gemiddelde kostprijs/krop = var.k. + aant.wk x vast.k./m2/wk + br.st/kr.

 aan. geoogste kroppen

var.k. - variabele kosten/krop
 aant.wk. - aantal weken teeltduur
 vast.k./m2/wk - vaste kosten/m2/week
 br.st.kr. - brandstofkosten/krop

Info brandstofkosten: KWIN

Opbouw variabele kosten/krop:

 Arbeid : f 0,15
 Plantmateriaal : f 0,05
 Div.materialen : f 0,02
 Afleveringsk.+veil.: f 0,06

 Totaal f 0,28/krop

Opbouw vaste kosten:

 Kas : f 16,50/jaar
 Alg.kosten : f 4,50/jaar
 Arbeid ondern. : f 5,00/jaar

 Totaal f 26,00/jaar
 f 0,50/week

Belangrijkste bron: KWIN