

ZIJN CELLEN MET MEERDERE TEELTLAGEN
EEN GOED ALTERNATIEF VOOR KASSEN?

Een technisch-economische analyse ten
behoefte van de tuinbouw in Nederland

door: Ir. J.J. Laurs
Ing. J.P.G. Huys

Ir. J.J. Laurs, plv. directeur
Ing. J.P.G. Huys, stafmedewerker onderzoek-evaluatie

INHOUD

	<u>Blz.</u>
1 Inleiding	1
2 De moderne kas	2
2.1 Algemeen	2
2.2 Potplantenteelt	3
3 De energiedichte kweekcel	4
3.1 Algemeen	4
3.2 Het energieverbruik	4
3.3 De combinatie met glastuinbouw	6
3.4 De investeringen en jaarkosten	7
3.5 Belichtingsintensiteit c.q. opbrengstverwachting	9
3.6 De invloed van andere uitvoeringskeuzen	12
4 Toekomstige ontwikkelingen in de kas	13
5 Samenvatting en conclusies	14
6 Referenties	18

1 INLEIDING

De aanhoudende stroom publikaties in kranten, vakbladen en populair wetenschappelijke bladen, alsmede de symposia en televisie-uitzending, enz. gewijd aan de teelt van tuinbouwgewassen in energiedichte cellen, willen ons doen geloven dat de kassen het daglicht niet meer kunnen verdragen. De Nederlandse glastuinbouw zou een "energiemoordenaar" zijn, de kas een accommodatie "uit het stenen tijdperk", respectievelijk "het ergste wat je kunt uitvinden", enz., enz.

Het als revolutionair gepresenteerde nieuwe teeltsysteem met de daarbij ondervonden belangstelling en ondersteuning staat in tegenstelling tot de door "landbouw", zowel vanuit het departement als het praktizerend bedrijfsleven, uitgestippelde lijnen voor de plantenteelt in beschermde ruimten.

Het IMAG verricht onderzoek ten aanzien van de problematiek van de middellange en lange termijn en heeft taken ten aanzien van het leveren van een bijdrage in de ontwikkeling van duurzame technische produktiemiddelen, inclusief een efficiënt energieverbruik, de doelmatige arbeidsbesteding en mechanisatie, de gebouw-, respectievelijk kasontwikkeling met de klimaatbeheersing daarin.

Gezien de bovengenoemde belangstelling voor de cellenteelt en de vele vragen die bij voorlichting, praktijk en onderzoek hieromtrent leven, heeft het IMAG een vergelijkende analyse op haar werkterrein gemaakt. Hiermede kan een beoordeling worden gegeven over een moderne kas in vergelijking met de cellenteelt als een commerciële rendabel produktiemiddel voor algemene toepassing door de Nederlandse tuinder. Buiten beschouwing is gelaten de toepassing van het cellenteeltsysteem als proefaccommodatie.

De vergelijking is toegespitst op de aspecten: kosten van technische middelen, het energieverbruik, de belichting met opbrengstverwachting en de praktische combinatie met glasteelt. Van de glasteelt is zeer veel cijfermateriaal beschikbaar; van de cellenteelt in zijn gepresenteerde combinatie minder. Omdat het echter gaat om een unieke combinatie van bekende deeltechnieken, over welke onderdelen reeds vele studies zijn verricht, achten wij ons in staat om de technische vergelijking te kunnen trekken. Hierbij kan niet worden voorkomen dat de lezer zal worden belast met veel technische begrippen en cijfermateriaal, noodzakelijk voor het verkrijgen van een inzicht in het geheel.

2 DE MODERNE KAS

2.1 Algemeen

Voor de goede orde moet allereerst worden stilgestaan bij het principe van de glazen kas als teeltruimte. Ze is namelijk als een grote zonnecollector, waarop jaarlijks gemiddeld in Nederland (De Bilt) 3,5 GJ of ca. 1.000 kWh per m² zonne-energie instraalt. In het glasteeltconcentratiegebied Westland is zelfs gemiddeld 5 à 10% meer te verwachten (ref. 2). Van deze hoeveelheid gratis energie komt in de kas, bij een gemiddelde doorlaatfactor van 0,7 (70%), 700 kWh per m² teeltoppervlak ter beschikking, waarvan 45% of 315 kWh (1.134 MJ) bestaat uit zichtbaar licht (400-700 nm), van belang voor de assimilatie of groei van de planten. Door het broeikas-effect wordt de energie zo goed en zo kwaad mogelijk vastgehouden door gewas, grond, betonvloer en andere teeltuitrusting. Om puur bedrijfseconomische redenen wordt in Nederland jaarlijks gemiddeld per m² teeltoppervlak 35 m³ aardgas verbruikt voor bijverwarming, overeenkomend met een hoeveelheid omgezette energie van 1,1 GJ of 308 kWh. De kunstmatig toegevoegde hoeveelheid energie bedraagt in glasteelten gemiddeld per jaar "slechts" ca. 30% van de totaal betrokken energie. Voor de periode september t/m april is dit 50%. Het merendeel is dus uit natuurlijke bron.

Als punt van kritiek op de glastuinbouwkas ten opzichte van de teelt in cellen wordt de hoogte van de kas genoemd. Naast het feit dat de 2,5 à 3 m hoge zijgevel ook licht doorlaat, maakt deze slechts ca. 15% van het warmte-transmissie-oppervlak uit. Door isolatie (dubbelglas) is hiermede slechts ca. 8% van het energieverbruik in het geding. Een noodzaak voor deze kashoogte is de hoogte van vele gewassen, zoals tomaten, komkommers, paprika's, rozen, chrysanten, anjers, enz., die ca. 75% van de gehele glasteelt uitmaken. De hoogte geeft de tuinder tevens de flexibiliteit deze gewassen ook te telen. Verder is een bepaalde ruimte boven het gewas een voordeel bij de klimaatbeheersing.

Voor een vergelijking van nieuwe alternatieve teeltsystemen met de glasteelt dienen voor de kas ook de laatste technische inzichten en resultaten, wat isolatie-, teeltuitrusting- en mechanisatie-aspecten betreft, in de beschouwing te worden betrokken.

Een aantal globale kengetallen voor een moderne kasteelt, betrokken per m² teeltoppervlak, is (ref. 1):

- investering in duurzame produktiemiddelen van ca. f 100,- tot f 175,-;
- opbrengstverwachting per jaar van ca. f 50,- tot f 80,- (groenten en snijbloemen) en f 100,- tot f 175,- (potplanten);
- geïnstalleerde verwarmingscapaciteit ca. 200 W/m²;
- gemiddeld jaarlijks gasverbruik glasteelten ca. 35 m³ aardgas/m²;
- jaarlijks gasverbruik voor een potplantenteeltbedrijf ca. 45 m³ aardgas/m².

2.2 Potplantenteelt

Voor de kostenvergelijking met het cellenteeltsysteem wordt gekozen voor een potplantenbedrijf van 15.000 m² met de volgende inrichting:

- breedkapper met enkel breed glas en doorlopende nokluchting;
- geïsoleerde gevels (dubbelglas);
- scherminstallatie;
- buizenet 5 x 51 mm/3,20 m;
- ketelhuis met verwarmingsketel op aardgas;
- combicondensor;
- centrale CO₂-dosering;
- verrolbare tafels;
- klimaatcomputer;
- schuur, inclusief kantine en sanitaire voorzieningen;
- waterbassin.

De investeringen en jaarkosten voor de genoemde duurzame produktiemiddelen geven het volgende beeld (zie ref. 1).

Totale investering voor genoemde duurzame produktiemiddelen	f 2.600.000,-
Investering per m ² teeltoppervlak	f 173,-
Jaarkosten: 15,05% annuïteit (8,63% afschrijving, 5% rente en 1,42% onderhoud)	f 391.500,-
Jaarkosten per m ² teeltoppervlak	f 26,10

3 DE ENERGIEDICHTE KWEEKCEL (Closed-energy system)

3.1 Algemeen

De kweekcelcultuur voor bloemisterij- en groentegewassen gaat als systeem uit van belichting door middel van TL-lampen van het te betelen oppervlak en is mogelijk in vele lagen (5 tot 20) boven elkaar in energiedichte cellen, waarbij de vrijkomende energie zoveel mogelijk wordt teruggewonnen en omgevormd in een bruikbare vorm via koeling en een warmtepomp.

De benodigde elektrische energie voor belichting en aandrijving van ventilatoren, pompen en de warmtepomp wordt opgewekt door een TE-installatie, waarbij de warmteverliezen van de aandrijvende gas- (of diesel-)motor wederom zoveel mogelijk worden teruggewonnen in een goed te gebruiken vorm. Alle onderdelen van het systeem zijn technisch bekende zaken. De toepassing in een bepaalde combinatie, met hierbij de doelstelling van een commercieel systeem, is nieuw. Door rangschikking, analyse en berekening van de onderdelen van het systeem kan een verantwoorde beoordeling van het systeem worden gegeven.

De analyse is gebaseerd op de uitgangspunten zoals deze door een firma, die dit systeem propageert, zijn gepresenteerd (ref. 3 en 4).

3.2 Het energieverbruik

De dimensionering van de apparatuur en de energiestromen wordt in hoofdzaak bepaald door de keuze van belichtingsniveau op het teeltoppervlak, zowel naar intensiteit als duur. De analyse van het totale systeem wordt energetisch benaderd per m² celteeltoppervlak, zie ook het schema op pag. 5a.

De installatie van 8 lampen TL-D 58 W/33 (van Philips) per 3 m² resulteert in een opgenomen vermogen van $(8 \times 58 \text{ W}) : 3 \text{ m}^2 \times 1,2 = 186 \text{ W/m}^2$. De factor 1,2 staat voor de verhoging van de nominale waarde door de vereiste voorschakelweerstand.

Voor assimilatie van de planten ($\pm 5\%$ van de lichthoeveelheid tussen 400 - 700 nm) en als warmtetransmissieverlies (K-waarde van de cel = 0,15 W/m²K) zal ca. 3 W/m² worden gebruikt.

Voor koeling van de cel zal $\pm 5 \text{ W/m}^2$ teeltoppervlak nodig zijn voor ventilatorenergie (2 ventilatoren van 0,75 kW per 300 m² netto-teeltoppervlak of

per cel van 6 x 10 x 6 m hoog). Deze energie zal vrijwel volledig als warmte beschikbaar komen in de cel. Per saldo bedraagt dan het te koelen vermogen van de kweekcel $(186 - 3 + 5) = 188 \text{ W/m}^2$.

Voor het interne warmtepomp-circuit aan de verdamperzijde is $1,5 \text{ W/m}^2$ aandrijfvermogen vereist. Ongeveer 1 W/m^2 hiervan zal als warmte door het circuit worden opgenomen.

Indien het koelen van de cellen plaatsvindt met een elektrisch aangedreven warmtepomp met een energetisch rendement of COP van 2,65, dan bedraagt het aandrijfvermogen $(188 + 1) \text{ W/m}^2 : (2,65 - 1) = 114 \text{ W/m}^2$.

Bij een rendement van 0,95 van de elektromotor moet $114 \text{ W/m}^2 : 0,95 = 121 \text{ W/m}^2$ elektrische energie worden toegevoerd. De theoretische warmtecapaciteit in het condensorgedeelte bedraagt nu $2,65 \times 114 \text{ W/m}^2 = 303 \text{ W/m}^2$. In de berekening wordt verder niet met warmteverliezen rekening gehouden; verondersteld wordt een ideale isolatie. Voor de elektrische pompenergie in het condensorcircuit wordt een gebruik van $1,5 \text{ W/m}^2$ toegerekend. Ook hiervan wordt ongeveer 1 W/m^2 als warmte door het circuit opgenomen.

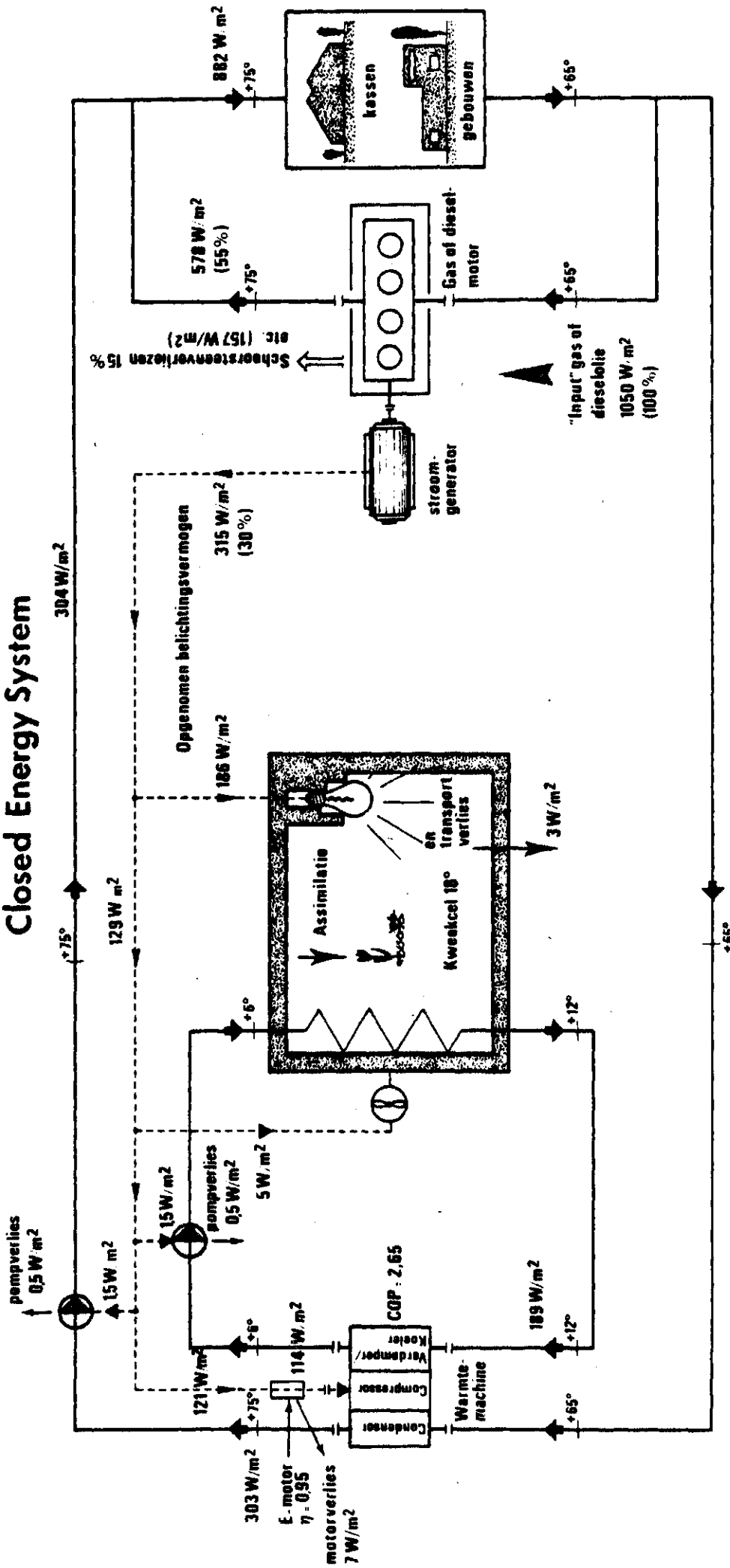
Totaal moet dus per belichte m^2 teeltoppervlak door de generator van de TE-installatie een elektrische energie worden opgewekt van 315 W/m^2 .

Het rendement van praktische TE-installaties kan worden gesteld op 85% van de onderste verbrandingswaarde van de brandstof (ref. 5). Van de 100% wordt 30% omgezet in elektrische energie, 55% in bruikbare verwarmingsenergie en 15% gaat verloren in verband met het generatorrendement, niet terugwinbare motorverliezen, straling, en via schoorsteenverliezen. De berekende hoeveelheden komen dan neer op een "input"-energie van 1.050 W/m^2 en een verwarmingsenergie van de TE van 578 W/m^2 .

Met de teruggewonnen energie uit de kweekcel komt dus in totaal $304 \text{ W/m}^2 + 578 \text{ W/m}^2 = 882 \text{ W/m}^2$ vrij voor verwarming met een aanvoertemperatuur van 75°C . Hiermede komt het totaal-rendement voor energie-omvorming van het closed-energie systeem op $882 \text{ W/m}^2 : 1.050 \text{ W/m}^2 = 0,84$ of 84% van de onderste verbrandingswaarde van de brandstof.

Omdat een moderne verwarmingsketel (dus met retarders en een combicondensor) de onderste verbrandingswaarde van de brandstof met een rendement van 100% (zelfs tot 105%!) omzet (ref. 6), moet het verschil tussen input en nuttig teruggewonnen warmte, het verlies dus of $1.050 \text{ W/m}^2 - 882 \text{ W/m}^2 = 168 \text{ W/m}^2$ aan energieverbruik voor de cellenteelt per m^2 worden toegerekend.

Closed Energy System



Schema van het telen onder kunstlicht in kweekcellen en het terugwinnen van warmte uit de kweekcel

Bij een belichtingsduur van 3.500 uren per jaar (belichtingsstrategie 12 uren/dag, teeltduur 7.000 uren of 9,5 maanden/jaar) betekent dit een jaarverbruik van 3.500 uren x 168 W/m² = 588 kWh/m² jaar.

Dit komt overeen met een aardgasverbruik per m² teeltoppervlak per jaar in het closed-energie systeem van 588 kWh : 8,8 kWh/m³ aardgas = 66,8 m³ aardgas. In dit rekenvoorbeeld betekent het dat de cellenteelt bijna tweemaal zoveel energie verbruikt als de glastuinbouw gemiddeld momenteel (2,4 miljard m³ aardgas + 0,3 miljard liter olie op ca. 8.000 hectaren verwarmde glasteelt, betekent 35 m³ aardgaseq./m²).

Ondanks verbeteringen van het rendement van de TE-installatie door condensatie van de rookgassen (met consequenties voor verdere investeringen en verlaging van de verwarmingswatertemperatuur) zal de energiebehoefte naar onze berekeningen minstens het niveau van de glasteelt hebben. Dit vanwege de benodigde hoge belichtingsintensiteit, de niet terug te winnen elektrische rendementsverliezen en de vele altijd met verlies gepaard gaande energie-omvormingen.

3.3 De combinatie met glastuinbouw

Uitgangspunt voor een bedrijfsmatige opzet van de cellencultuur bij een tuinbouwbedrijf is, dat de volledige bruikbare warmteproductie in eigen bedrijf wordt toegepast, dus in combinatie met glastuinbouw. Wanneer de belichtingsduur 12 uren per etmaal is en de cellen intermitterend worden belicht, komt dus continu 50% van de verwarmingscapaciteit van 882 W/m² teeltoppervlak beschikbaar, gelijk aan 441 W/m².

De geïnstalleerde maximale verwarmingscapaciteit van een moderne kas is 200 W/m². Wanneer men redelijke zekerheid wil hebben dat voor de continue basislast ook gemiddeld behoefte is, mag men voor een glasteelt deze basislast niet hoger kiezen dan 40 à 50 W/m² (20 à 25% van de max. capaciteit).

Bestudering van jaarbelastingduurkrommen (ref. 2) geven een geldigheid van ca. 5.000 uren per jaar. Dit betekent dat er bij de gekozen belichtingsintensiteit per m² celteeltoppervlak een combinatie moet zijn met minstens 441 : 50 = 8,8 m² glasteelt. De warmtebehoefte boven de basislast dient via een standaardverwarmingsetel te worden aangevuld.

Tijdens de zomermaanden, maar ook tijdens warme/zonnige voor- en najaarsdagen, zal het niet mogelijk zijn deze basislast direct aan kasverwarming te besteden. Rekening moet worden gehouden met afstemmingsverliezen, de noodzaak voor

een omvangrijke warmtebuffer en/of een grotere verhouding glas- op cellenteelt. Bij de economische vergelijking zijn deze aspecten buiten beschouwing gebleven.

Een combinatie voor een potplantenbedrijf zou kunnen zijn:

de keuze van zes kweekcellen 6 m x 10 m, 6 m hoog, waardoor met 8 lagen hoog en een stapelrekbezetting van 62,5% in de cel, een celteeltoppervlak wordt bereikt van $6 \times 10 \times 8 \times 0,625 = 300 \text{ m}^2$ per cel. Op een bedrijf met zes cellen (1.800 m^2) is gedurende elke periode van 12 uur de helft hiervan (900 m^2) qua belichting in bedrijf.

Totale grootte van het bedrijf is dan: $1.800 \text{ m}^2 + 9 \times 1.800 \text{ m}^2 = 18.000 \text{ m}^2$.

De capaciteit van de TE-installatie wordt $900 \text{ m}^2 \times 315 \text{ W/m}^2 = 284 \text{ kW}$ (de standaardeenheid is 300 KVA).

De capaciteit van de warmtepomp is $900 \text{ m}^2 \times 121 \text{ W/m}^2 = 109 \text{ kW}$.

3.4 De investeringen en jaarkosten

Voor een kostenvergelijk zal de bedrijfsgrootte van het potplantenbedrijf uit § 3.3 worden gehanteerd. Het cijfermateriaal voor de kosten van de diverse onderdelen is deels uit literatuurbronnen, deels door calculatie tot stand gekomen.

a) TE-installatie (ref. 5)

Investeringen: f 1.400,-/kW →	300 kW x f 1.400,-/kW = f 420.000,-
(geïnstalleerd, inclusief gebouw en aansluitingen)	
Jaarkosten: 17% annuïteit →	f 71.400,-
(10 jaar afschrijving, 5% rente, 2% onderhoud)	
Jaarkosten/m ² teeltoppervlak = f 71.400,- : 1.800 =	f 39,70

b) Koel-warmtepompmachines (ref. 7)

Investeringen: warmtepomp f 1.200,-/kW →	
110 kW x f 1.200,-/kW	= f 132.000,-
(geïnstalleerd, inclusief gebouw en aansluitingen)	
6 koelinrichtingen in de cellen: 6 x f 10.000,-	= f 60.000,-
6 ventilatie- + klimaatregelingen 6 x f 10.000,-	= f 60.000,-
	<hr/>
Totaal	f 252.000,-
Jaarkosten: annuïteit 17% →	f 42.800,-
Jaarkosten per m ² teeltoppervlak →	f 23,80

c) Kweekcellen

6 stuks cellen 6 m x 10 m x 6 m hoog

Constructie: geïsoleerde betonnen vloer, zenzimir
verzinkt damwandprofiel geïsoleerd 15 cm
steenwiel voor de wanden, dak
idem met afwatering, enz.

Investering: f 825,- à f 850,-/m² grondoppervlak
resp. f 140,-/m²

→ 6 x 60 x f 833,- = f 300.000,-

Jaarkosten: annuïteit 13% f 39.000,-
(15 jaar afschrijving, 5% rente, 1,4% onderhoud)

Jaarkosten per m² teeltoppervlak

→ 8 lagen (1.800 m²) f 21,70

→ 16 lagen (3.600 m²) f 10,80

d) Verwerkingsruimte (320 m²)

Investering: 320 m² à f 300,- f 96.000,-

Jaarkosten: annuïteit 13% f 12.500,-

Jaarkosten per m² (1.800 m²) f 6,90

(3.600 m²) f 3,50

e) Stellingen met teeltbakken

(zie ook Philips lichtcatalogi)

Investeringen per m² teeltoppervlak

- stellingen + bakken + reflectieplafond f 50,-

- lamphouders + aansluitapparatuur f 75,-

- TL-lampen 8 stuks/3 m² f 25,-

f 150,-

Investering: 1.800 m² x f 150,- f 270.000,-

Jaarkosten: 17% annuïteit (exclusief lampen) f 38.300,-

Jaarkosten lampen (10.000 branduren) f 15.800,-

Jaarkosten per m² teeltoppervlak
(exclusief lampen) f 21,30

Jaarkosten lampen per m² f 8,80

f 30,10

f) Mechanisatie

Investerings:

- ontstapelaar/stapelaar + 12 m bewerkingslijn	f 50.000,-
Heftruc p.m.	
Jaarkosten: 17% annuïteit	f 8.500,-
Jaarkosten per m ² teeltoppervlak	f 4,70

Totalen voor duurzame produktiemiddelen van 1.800 m² cellenteelt:
(exclusief vervangen van de lampen)

- totaal investeringen	f 1.388.000,-
- totaal investeringen per m ² teeltoppervlak	f 770,-
- totaal jaarkosten	f 228.300,-
- totaal jaarkosten per m ² teeltoppervlak	f 126,90

Uit het bovenstaande blijkt dat bij de gekozen uitgangspunten zowel de investeringen als de jaarkosten per m² teeltoppervlak voor de duurzame produktiemiddelen bij de cellenteelt ongeveer het 5-voudige bedragen van de teelt in een kas volgens het voorbeeld uit § 2.2, waarvan de investeringen f 173,- en de jaarkosten f 26,10 bedragen.

3.5 Belichtingsintensiteit c.q. opbrengstverwachting

Naast de reeds gedane uitspraken over energetische aspecten en kosteneffecten zal vervolgens de opbrengstverwachting bij kunstbelichting door TL-lampen worden aangegeven. In deze beschouwing zal alleen kwalitatief en kwantitatief de kunstbelichting zelf vergeleken worden met die van daglicht in Nederland en van daaruit in grote lijnen uitspraken worden gedaan ten aanzien van de fysieke opbrengst.

Het is te eenvoudig om uit te gaan van een proportionele lineaire relatie tussen lichtdosis en plantengroei. Het is bekend dat uitspraken als 1% minder of meer licht, geven 1% minder of meer opbrengst te grof zijn, respectievelijk dat absolute lichtniveaus in het geding zijn voor groei en dat bij een bepaald niveau de groei maar zeer weinig toeneemt bij verhoging van de lichtintensiteit.

Het Philips Natuurkundig Laboratorium heeft ter beoordeling van de relatie licht- en plantenproduktie een model (ref. 8) opgebouwd dat in het volgende ter toetsing van het cellenteeltsysteem zal worden gehanteerd. In dit model

wordt de voor de assimilatie van belang zijnde belichtingsenergie (het zichtbaar licht tussen 400 - 700 nm), in verband met de relatie assimilatiesnelheid en lichtintensiteit (fig. 1A) gecorrigeerd door een effectiviteitsfactor

$$\eta = \frac{I_m}{I + I_m} \quad (\text{fig. 1B})$$

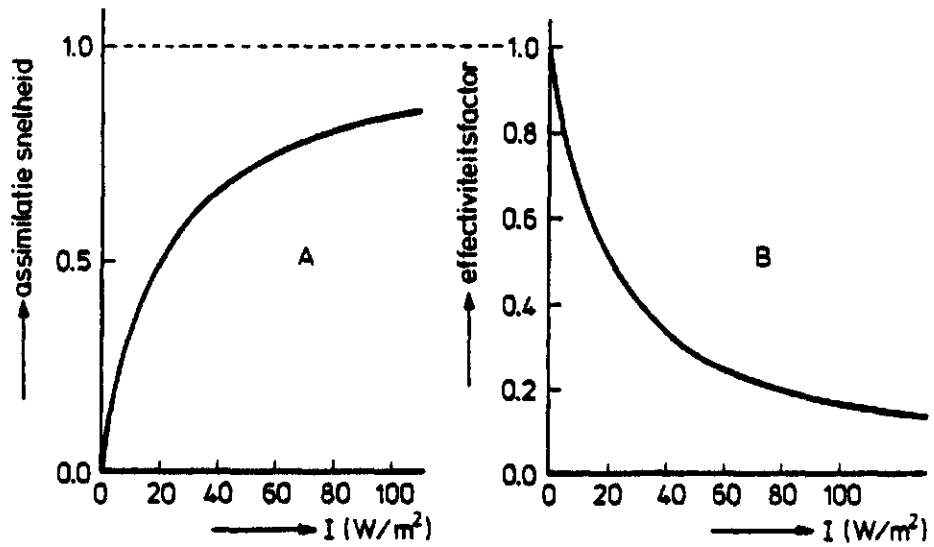


Fig. 1 - De assimilatiesnelheid en effectiviteitsfactor als functie van de lichtintensiteit in W/m^2 . De maximale assimilatiesnelheid is op 1.0 gesteld.

A. Assimilatiesnelheid

B. Effectiviteitsfactor

$$\eta = I_m / (I + I_m), \quad I_m = 20 \text{ W/m}^2$$

Het gemiddelde lichtniveau in een kas in december is 20 W/m^2 en in juni 100 W/m^2 .

Bron: ref. 8

$$I = \frac{0.45 \cdot 0.70 \cdot 10^4}{3600} \frac{\text{GDS}}{t_d} = 0.875 \frac{\text{GDS}}{t_d}$$

GDS = globale dagsom (J/cm^2)

t_d = daglengte in uren

Hierbij is I de gemiddelde lichtintensiteit over een bepaalde periode en I_m die intensiteit die juist de helft geeft van de maximale assimilatiesnelheid. De waarden van I_m voor verschillende plantensoorten variëren van 15 tot 30 W/m^2 . De meeste hebben een waarde in de buurt van 20 W/m^2 .

In tabel I is de gecorrigeerde hoeveelheid instralingsenergie op een kas in Nederland omgerekend tot een bruto-effectieve lichtsom gemiddeld per dag. Het begrip bruto-effectieve dagsom voor assimilatie wordt gehanteerd, omdat deze hoeveelheid nog moet worden gecorrigeerd met de lichtenergie die de plant via het proces van respiratie of ademhaling zelf consumeert. Voor de totale (jonge) planten zijn hiervoor waarden aannemelijk van 2 tot 4 W/m² afhankelijk van de behoefte aan weinig of veel licht. Vanaf dit zogenaamde compensatiepunt (I_c) kan de plant pas groeien, wanneer de lichtintensiteit gemiddeld er boven ligt.

Tabel I (Bron: ref. 8)

Maand	Gem. globale dagsom in J/cm ²	Gemiddelde daglengte in uren	Gemiddelde intensiteit in W/m ²	Effectiviteitsfactor	Bruto effectieve dagsom in MJ/m ²
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
jan.	229	8.2	24.4	0.450	0.325
feb.	452	9.8	40.4	0.331	0.471
mrt.	825	11.7	61.7	0.245	0.637
apr.	1306	13.6	84.0	0.192	0.790
mei	1644	15.4	93.4	0.176	0.911
juni	1776	16.3	95.3	0.173	0.968
juli	1583	15.8	87.7	0.186	0.927
aug.	1376	14.2	84.8	0.191	0.828
sep.	1011	12.3	71.9	0.218	0.694
okt.	582	10.3	49.4	0.288	0.528
nov.	277	8.6	28.2	0.415	0.362
dec.	175	7.7	19.9	0.501	0.276
jaar	939	12.0	68.5	0.241	0.644

De respiratie-energie afgetrokken van de bruto-effectieve dagsom geeft de netto-effectieve dagsom voor een aantal voorbeelden weergegeven in tabel II.

Tabel II (Bron: ref. 8)

Maand	Weinig-lichtbehoefstig $I_c=2.4$ W/m ²		Veel-lichtbehoefstig $I_c=4.3$ W/m ²	
	Netto effectieve dagsom in MJ/m ²	Procent prod. vermindering per % lichtvermindering	Netto effectieve dagsom in MJ/m ²	Procent prod. vermindering per % lichtvermindering
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
jan.	0.140	1.045	0.019	7.699
feb.	0.286	0.545	0.165	0.945
mrt.	0.452	0.345	0.331	0.471
apr.	0.605	0.251	0.484	0.313
mei	0.726	0.221	0.605	0.265
juni	0.783	0.214	0.662	0.253
juli	0.742	0.232	0.621	0.278
aug.	0.643	0.246	0.522	0.303
sep.	0.509	0.297	0.388	0.390
okt.	0.343	0.443	0.222	0.685
nov.	0.177	0.849	0.056	2.683
dec.	0.091	1.520	-0.030	
jaar	0.459	0.337	0.338	0.458

De opstelling van 186 W/m^2 opgenomen vermogen door kunstbelichting via TL-lampen in het rekenvoorbeeld, geeft ca. 20% lichtenergie af in het zichtbare gebied van 400 - 700 nm. Door spreiding en reflectieverliezen (tempex i.p.v. reflectoren) zal hiervan ca. 50% op planthoogte effectief tot een lichtintensiteit resulteren van $0,2 \times 0,5 \times 186 \text{ W/m}^2 \approx 18,6 \text{ W/m}^2$.

Door depreciatie van de lampen moet nog met een vermindering van 30 à 40% rekening worden gehouden. De genoemde depreciatie is in de berekening buiten beschouwing gebleven.

$$\text{De effectiviteitsfactor } \eta = \frac{I_m}{I + I_m} = \frac{20}{18,6 + 20} = 0,518$$

De bruto-effectieve dagsom wordt dan bij 12 uren belichting:
 $12 \times 3600 \times 0,518 \times 18,6 \times 10^{-6} = 0,416 \text{ MJ/m}^2$ per dag.

De effectiviteitsfactor voor de respiratie-energie bedraagt:

$$\eta = \frac{20}{2,4 + 20} = 0,893$$

De respiratie-energie bedraagt: $24 \times 3600 \times 0,893 \times 2,4 \times 10^{-6} = 0,185 \text{ MJ/m}^2$ per dag.

De netto-effectieve dagsom wordt dan: $0,416 - 0,185 = 0,231 \text{ MJ/m}^2$ per dag. Dit komt overeen met de netto-effectieve dagsom in kassen voor weinig licht-behoefelige planten omstreeks half februari respectievelijk eind oktober en maakt ca. 50% uit van het jaargemiddelde.

De conclusie kan worden getrokken dat op jaarbasis bij deze belichtingsintensiteit per m^2 cellenteelt globaal ongeveer de helft van de fysieke opbrengst per m^2 kasteelt mag worden verwacht. Aangenomen mag worden dat deze lagere opbrengst financieel niet gecompenseerd kan worden door hogere marktprijzen in de winter.

3.6 De invloed van andere uitvoeringskeuzen

In navolging van de rekenmethode uit ons voorbeeld zijn andere keuzen gemaakt voor de belichtingsintensiteit en het aantal lagen in de cel. Alleen de eindcijfers zijn weergegeven (weinig lichtbehoefelige gewassen):

- 1) - Belichting: 8 lampen 30 W per 3 m²;
- 16 lagen per celstapeling.
 - a) Belichting: - opgenomen vermogen: 96 W/m²;
- lichtintensiteit: 9,6 W/m²;
- netto-effectieve lichtdagsom: 0,095 MJ/m²;
- fysieke opbrengst: ca. 21% van glasteelt jaarlijks.
 - b) Gasverbruik per m² cellenteelt = 36,2 m³ aardgas \approx gelijk glasteelt.
 - c) Investering per m² cellenteelt = f 466,- \approx 2,7 x potplantenteelt.
 - d) Jaarkosten per m² cellenteelt = f 79,60 \approx 3 x potplantenteelt.
(voor duurzame produktiemiddelen)
 - e) Verhouding teeltoppervlak cel - kas is 1 : 4,7.
- 2) - Belichting: 12 lampen 65 W per 3 m².
- 8 lagen per celstapeling.
 - a) Belichting: - opgenomen vermogen: 312 W/m²;
- lichtintensiteit: 31,2 W/m²;
- netto-effectieve lichtdagsom: 0,342 MJ/m² (0,221 MJ/m²)*;
- fysieke opbrengst: ca. 75% (65%)* van glasteelt jaarlijks.
 - b) Gasverbruik per m² cellenteelt = 109 m³ aardgas \approx 3,1 x glasteelt.
 - c) Investering per m² cellenteelt = f 1.037,- \approx 6 x potplantenteelt.
 - d) Jaarkosten D.P.M. per m² cellenteelt = f 174,20 \approx 6,7 x potplantenteelt.
 - e) Verhouding teeltoppervlak cel - kas is 1 : 14,6.

Uit deze cijfers kan de conclusie worden getrokken dat alternatieve keuzen van uitvoering van het cellensysteem ook niet tot een positief resultaat in vergelijking tot de glasteelt zullen leiden.

4. TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN IN DE KAS

Het vergelijken van het duurzaam produktiemiddel kas met kweekcellen geeft ons inziens voor de tuinder voldoende zekerheid om de voorkeur te geven aan een moderne kas. Dit neemt niet weg dat er nog voldoende perspectieven aanwezig zijn voor een technische optimalisering van deze kas en de produktie. Het landbouwkundig onderzoek en de praktijk heeft hiervoor de richting aangegeven. Daarbij moet worden gedacht aan:

* Variant voor veel lichtbehoefte gewassen. $I_m = 20 \text{ W/m}^2$ $I_c = 4,3 \text{ W/m}^2$

- Optimalisering van de toepassing van energieschermen:
 - nieuwe schermdoekmaterialen voor meer energiebesparing en minder lichtverlies; materiaal- en gebruikswaarde-onderzoek;
 - klimaat- en regelonderzoek ten behoeve van een doelmatiger teeltstrategie in het gebruik van schermen.
- Optimalisering van de bezetting van de kas via verhoging van de produktie per m² door technische hulpmiddelen, maar vooral door betere bedrijfsvoering en arbeidsorganisatie.
- Onderzoek met betrekking tot de toepassing van bestaande (industriële) restwarmte- of lage-temperatuur-energiebronnen.
- De mogelijkheden om de computer beter te benutten ten behoeve van een doelmatiger klimaatregeling en stookgedrag, gericht op energiebesparing, waar wellicht een extra besparingsperspectief zonder veel investeringen van ca. 20% mee te behalen is.
- Belichting als extra op de zoninstraling in bijv. twee-lagenteelten bij zeer toegespitste bedrijfssituaties.
- In de combinatie van andere teeltwijzen (substraatteelten op vloeren of tafels) met bijv. restwarmte lijkt het zinvol om mede ten behoeve van een centrale CO₂-dosering en een betere ventilatie (met luchtontvochtiging en regeneratie van de warmte) de toepassingsmogelijkheden van luchtverwarming te onderzoeken.
- Onderzoek naar verbetering van kassen met betrekking tot de constructie en bedekkingsmaterialen (goede lichtdoorlating, gering warmteverlies).
- Alternatieve energiebronnen, waaronder de toepassing van warmtepompen, total energy, kolenstook en windenergie.

Bij het een en ander zal de computer als geavanceerd hulpmiddel voor complexe regelingen en voor de informatievoorziening onmisbaar zijn.

5 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

1. De teelt in energiedichte cellen vraagt bij eigen opwekking van de elektrische energie, door niet benutbare omvormingsverliezen een behoorlijke hoeveelheid energie. Deze is afhankelijk van de belichtingsintensiteit en de -duur, resulterend in een fysieke gewasopbrengstverwachting. Wanneer deze opbrengstverwachting wordt gerelateerd aan de glasteelt (100%), dan is het energieverbruik

per jaar per m² teeltoppervlak:

- bij 21% fysieke opbrengst : 36 m³ aardgas;
- bij 50% " " : 67 m³ aardgas;
- bij 75% " " : 109 m³ aardgas.

Hier staat tegenover het gemiddeld jaarverbruik in de glastuinbouw per m² van 35 m³ aardgas en dat van zwaar gestookte teelten van 45 à 50 m³ aardgas.

2. De jaarkosten voor duurzame produktiemiddelen (D.P.M.) bij de cellenteelt bedragen een veelvoud van die bij glasteelten en variëren vooral door de keuze van wel of niet eigen elektriciteitsopwekking, de belichtingsintensiteit en het aantal teeltlagen in de cel. Voor een potplantencellenteelt met een 50% fysieke opbrengstverwachting ten opzichte van de glasteelt zijn de jaarkosten voor D.P.M. berekend op f 112,60/m² (16 lagen) en f 126,90/m² (8 lagen), terwijl deze voor een modern glasteeltpotplantenbedrijf, incl. teelttafels, op f 26,10/m² liggen.

Algemeen zullen bij toepassing van "total energy"-opwekking de jaarkosten voor D.P.M. bij de cellenteelt het 3- tot 7-voudige bedragen ten opzichte van glasteelten, afhankelijk van de gekozen uitgangspunten.

3. Voor de benutting van de restwarmte, ontstaan bij de opwekking van elektrische energie voor belichting, aandrijvingen en koeling van de cellen, is bij een combinatie-tuinderij een veelvoud aan teeltoppervlak in kassen ten opzichte van cellen vereist.

Afhankelijk van de belichtingsintensiteit bedraagt deze verhouding:

Opgenomen vermogen TL-lampen	Bestralingsintensiteit	Verhouding teelt- oppervlak kas/cel
96 W/m ²	9,6 W/m ²	4,7 : 1
186 W/m ²	18,6 W/m ²	8,8 : 1
312 W/m ²	31,2 W/m ²	14,6 : 1

4. De basiswarmtecapaciteit, als restwarmte uit de cellen, wordt continu geleverd naar het glasbedrijf en is onafhankelijk van de buitenklimaatomstandigheden, dus niet regelbaar op de behoefte. Er moet rekening worden gehouden met

afstemmingsverliezen en/of de noodzaak voor grote warmtebuffering.

5. De conclusies 1 t/m 4 in aanmerking nemende, kan worden gesteld dat de cellenteelt geen verantwoord economisch alternatief is voor de Nederlandse glastuinbouw in het algemeen.
In vergelijking met kasteelten is de te realiseren fysieke opbrengst op jaarbasis bij de teelt in cellen lager, het energieverbruik minstens even hoog, terwijl bovendien de jaarkosten van dit systeem aanzienlijk hoger zijn.
De te verwachten fysieke opbrengstverhoging, alsmede de hogere productprijs gedurende enkele wintermaanden, zullen zeker niet toereikend zijn om genoemde nadelen te kunnen compenseren.
6. Het gevaar voor de Nederlandse tuinbouw vanuit landen met zeer lage elektriciteitskosten (bijv. 5 ct per kWh) is niet groot. Zonder eigen opwekking maar wel met volledige benutting van de restwarmte bedragen de jaarkosten (D.P.M.) + brandstof per m² cellenteeltoppervlak ca. f 89,- tegenover ca. f 40,- per m² kasoppervlak (D.P.M. + brandstof) bij een potplantenbedrijf.
7. De marge van investeringen voor energiebesparing zal nog kleiner worden, indien het huidige niveau van het energieverbruik in kassen van 35 à 50 m³ aardgas/m² per jaar in de toekomst nog verder zal dalen. Indien de jaarkosten voor energiebesparende maatregelen de stookkosten van resp. f 14,35 tot f 20,50 te boven gaan, moet het energieverbruik bij een aardgasprijs van f 0,41/m³ reeds nul zijn en is een opbrengstverhoging vereist.
8. Niet interessant voor de tuinder is welke technische teeltsystemen eventueel mogelijk zijn, maar wel met welke technische hulpmiddelen hij perspectief heeft op een beter bedrijfsresultaat en vooral welke risico's hij daarbij loopt. Vooral bij complexe technische systemen moet de teler meer zekerheid hebben over het rendement van zijn investering, die door zorgvuldig onderzoek en met keiharde garanties van de leverancier kunnen worden verkregen.
9. De moderne kas is een uitstekend bedrijfsmiddel voor de teelt van tuinbouwproducten in de Europese concurrentiepositie met een economisch verantwoord energieverbruik.
De Nederlandse glastuinbouw is daar zelf het beste bewijs van. De zon levert daaraan als waardevolle- en goedkope energieleverancier een onmisbare bijdrage.

10. De totaaluitkomsten van de behandelde aspecten zullen ons inziens dusdanig duidelijk zijn, dat in grote lijnen een antwoord is gegeven op de vraag naar "harde cijfers" vanuit het bedrijfsleven (ref. 9) en de voorlichting (ref. 10) en verder voldaan is aan het verzoek van beleidsinstanties om een beoordeling.

Wageningen, januari 1984

6 REFERENTIES

1. "Kwantitatieve informatie voor de glastuinbouw '83/'84" uitgegeven door proefstations te Aalsmeer en Naaldwijk.
2. "Rekenmodel energiebehoefte in kassen", van Ing. J.J.G. Breuer. Rapport 49, deel II, IMAG.
3. "Mogelijkheden van teelt in daglichtloze cellen", door J.W. Lestraden, Schulten en Lestraden Beheer BV, Roermond, NVTL-bijeenkomst 12.10.1982.
4. "Een nieuwe dimensie toegevoegd aan ons vakgebied", Klimaatbeheersing 12 (1983) nr. 10 (oktober).
5. "Electriciteitsplan Naaldwijk", door Ir. E.W. Schieke, GEB, Naaldwijk, NVTL-bijeenkomst 12.10.1982.
6. Artikelen over de rookgascondensor, door Ing. J. Meijndert, Consulentschap voor de Tuinbouw, Naaldwijk, Vakblad voor de Bloemisterij -6/1981; Groenten en Fruit, maart 1976; de Tuinderij Nr. 2 van januari 1976.
7. "Kleine en middelgrote warmte-krachtinstallaties", door Nederlandse Gasunie, oktober 1982.
8. "Randvoorwaarden voor een energetisch en economisch verantwoorde toepassing van kunstlicht in de glastuinbouw, alleen of tezamen met total-energy", door Drs. O. Elgersma, publikatie van Philips Natuurkundig Laboratorium, november 1980.
9. "Commentaar" Vakblad voor de Bloemisterij - 20 (1983).
10. "Actueel" Vakblad voor de Bloemisterij - 21, blz. 19 (1983).

Aanvulling I.M.A.G. nota nr. 99.

Mede naar aanleiding van gesprekken met lichttechnici zijn een aantal uitgangspunten in de nota gewijzigd.

Teneinde de invloed op de beoordeling van het cellenteeltsysteem te kunnen nagaan, zijn de effecten voortvloeiend uit deze wijzigingen gekwantificeerd.

Belichting

- Dankzij de zeer goede reflectie van tempex wordt verwacht, dat in de gekozen opstelling ongeveer 70% (i.p.v. 50%) van de hoeveelheid licht op planhoogte effectief kan worden benut.
- Ten gevolge van depreciatie en vervuiling van de lampen zal de efficiency gemiddeld ongeveer 15% lager liggen. (In de nota is de depreciatie wel genoemd, doch niet in de beoordeling opgenomen).
- Indien een afgifte van 20% in het zichtbare gebied (400 - 700 nm) wordt verondersteld, resulteert e.e.a. in een effectieve lichtintensiteit van $0,2 \times 0,7 \times 0,85 = 11,9\%$ van de hoeveelheid opgenomen energie. (I.M.A.G. metingen komen uit op $\pm 8\%$).
- Gekozen wordt nu voor een belichting van 4 lampen 58 W TLD/33 per 3 m^2 teeltoppervlakte. De lampen branden gedurende 20 uur per etmaal. (De nota gaat uit van 8 lampen en een belichtingsduur van 12 uur per etmaal).

De opgenomen energie bedraagt $\frac{4 \times 58 \times 1,2}{3} = 93 \text{ W/m}^2$

De lichtintensiteit bedraagt $0,119 \times 93 \text{ W} = 11 \text{ W/m}^2$

De effectiviteitsfactor $\eta = \frac{20}{11 + 20} = 0,645$

De bruto effectieve dagsom bij 20 uur belichting bedraagt:

$20 \times 3600 \times 0,645 \times 11 \times 10^6 = 0,511 \text{ MJ/m}^2$

Respiratie-energie $\frac{0,185 \text{ MJ/m}^2}{}$

Netto effectieve dagsom $0,326 \text{ MJ/m}^2$

Dit komt overeen met 71% van het jaargemiddelde in kassen (niveau begin maart en half oktober).

Energieverbruik

Verandering: 50% van de 8 lampen, doch 20 uur i.p.v. 12 uur.

$$\rightarrow \text{Verbruik } 0,5 \times \frac{20}{12} \times 66,8 \text{ m}^3 = 56 \text{ m}^3 \text{ aardgas/m}^2.$$

Cel/kas oppervlakte

De 6 teeltcellen worden 20 uur per etmaal belicht. Gemiddeld worden dan $6 \times \frac{20}{24} = 5$ cellen continu belicht.

Vrijkomende warmte per m^2 cellenteelt.

$$0,5 \times 882 \text{ W/m}^2 \times 5/6 = 367 \text{ W/m}^2.$$

$$\text{Benodigde opp. kas } 367 : 50 = 7,3 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow \text{Verhouding cel: kas} = 1 : 7,3$$

Cellen en inrichting

6 cellen met 8 teeltlagen.

Uitgegaan wordt van 75% benutting van grondopp. van de cel. (In de nota is dit percentage op 62,5 gesteld).

$$\text{Teeltoppervlakte per cel: } 6 \times 10 \times 8 \times 0,75 = 360 \text{ m}^2$$

$$\text{Totale opp. cellenteelt } 6 \times 360 = 2160 \text{ m}^2$$

De benodigde hoeveelheid elektriciteit bedraagt $5 \times 360 \times \frac{315}{2} = 283,5 \text{ kW}$
300 KVA.

De vermogens voor de warmtepomp en T.E. zoals in de nota gekozen gelden dus ook voor deze situatie.

Jaarkosten en investeringen

	gulden per m^2 teeltopp. cellenteelt.	
	Investing	Jaarkosten
T.E.	f 194,--	f 33,10
Warmtepomp	" 117,--	" 19,80
Kweekcellen	" 139,--	" 18,10
Verwerkingsruimte	" 44,--	" 5,80
Stellingen + installatie arm	" 87,50	" 14,90
Lampen	" 12,50	" 6,30
Mechanisatie	" 23,--	" 3,90
Totaal	f 617,--	f 101,90

Ruimtebenutting en kosten kas

Voor de kas (potplantenteelt) wordt een ruimtebenutting van 85% verondersteld. (In de nota is uitgegaan van 100% benutting).

De jaarkosten per m² teeltopp. kas bedragen dan $\frac{100}{85} \times f26,10 = f 30,70$.

De investering per m² teeltopp. kas bedraagt nu $\frac{100}{85} \times f173,-- = f204,--$.

Samenvatting en conclusies

Na invoering van een aantal veranderingen in de uitgangspunten ontstaat het volgende overzicht:

- Belichting: 4 lampen 58 W/3 m².
8 lagen per celstapeling.

- a Belichting: - opgenomen vermogen 93 W/m²
- lichtintensiteit 11 W/m²
- netto effectieve lichtdagsom 0,326 MJ/m²
- fysieke opbrengst: ca. 71% van de glasteelt jaarlijks.
- b Gasverbruik per m² cellenteelt = 56 m³ aardgas = 1,6 x glasteelt.
- c Investering per m² cellenteelt = f 617,-- = 3 x potplantenteelt.
- d Jaarkosten per m² cellenteelt = f 101,90 = 3,3 x potplantenteelt.
(voor duurzame produktiemiddelen).
- e Verhouding teeltopp. cel - kas is 1 : 7,3

Niet gekwantificeerd zijn o.a.:

- Afstemmingsverliezen met betrekking tot warmteproductie cellenteelt en warmtebehoefte kasteelten 10% afstemmingsverlies → ± 30 m³ aardgas extra per m² cellenteelt.
- Arbeidskosten. Verwacht mag worden, dat de arbeidskosten voor het cellenteeltsysteem per m² teeltopp. hoger zullen zijn dan voor de teelt in kassen. Het gecompliceerde en moeilijk te stroomlijnen transportsysteem zal de teelt- en oogsthandelingen minder efficiënt doen verlopen.

De aan- en afvoer van de teeltunits zal discontinu verlopen, waardoor een grote buffervoorraad in de verwerkingsruimte ontstaat. Aan afstemmingsverliezen met betrekking tot de arbeidshandelingen zal dan ook vrijwel zeker

niet te ontkomen zijn.

- Opbrengsten

In het voorafgaande is de fysieke opbrengst berekend op 71%. Dit geldt echter slechts bij jaarrond gebruik van het cellenteeltsysteem.

Indien echter slechts 7.000 uur per jaar het cellenteeltsysteem in bedrijf is, zal daardoor de fysieke opbrengst dalen tot 57% van de teelt in kassen.

Indien, als voorbeeld, wordt uitgegaan van de prijzen 1982 voor Saint Paulia (gemengd) zoals vermeld in "Statistische overzichten snijbloemen, kamerplanten/trimplanten 1982" van de V.B.A. te Aalsmeer kan het volgende opbrengstenoverzicht worden samengesteld.

Gewas Saint Paulia

Maand	kasteelt			cellenteelt		
	fysieke opbrengst factor (netto effectieve dagsom)	prijfsfactor (stuksprijs in guldens)	opbrengst factor	fysieke opbrengst factor (netto effectieve dagsom)	prijfsfactor (stuksprijs in guldens)	opbrengst factor
januari	0,140	f 1,01	0,141	0,326	f 1,01	0,329
februari	0,286	" 1,29	0,369	0,326	" 1,29	0,421
maart	0,452	" 1,24	0,560	0,326	" 1,24	0,404
april	0,605	" 1,26	0,762	0,326	" 1,26	0,411
mei	0,726	" 1,27	0,922	0,326	" 1,27	0,414
juni	0,783	" 0,79	0,618	0,326	" 0,79	0,258
juli	0,742	" 0,64	0,475			
augustus	0,643	" 0,79	0,508			
september	0,509	" 1,09	0,555	0,326	" 1,09	0,355
oktober	0,343	" 0,84	0,288	0,326	" 0,84	0,274
november	0,177	" 0,92	0,163	0,326	" 0,92	0,300
december	0,091	" 0,92	0,084	0,326	" 0,92	0,300
			<u>5,445</u>			<u>3,466</u>

De geldelijke opbrengst per m² cellenteelt bedraagt dan:

$$\frac{3,466}{5,445} \times 100\% = 64\% \text{ van de kasteelt.}$$

Uit het bovenstaande kan worden afgeleid, dat ook indien gedurende de wintermaanden de produktieprijzen op een aanzienlijk hoger niveau zouden liggen, de geldelijke opbrengst van de kasteelt nauwelijks haalbaar zal zijn voor het cellenteeltsysteem.

Uit deze aanvulling kan worden geconcludeerd, dat de strekking van de conclusies zoals weergegeven in I.M.A.G. nota nr. 99 volledig gehandhaafd blijft.

I.M.A.G., 6 februari 1984

Mansholtlaan 10-12
Postadres: Postbus 43
6700 AA Wageningen - Nederland
Telefoon 08370-4949 94911
Telegramadres: IMAG RESEARCH WAGENINGEN
Telex 45330 CTWAG
Bankrelatie: Algemene Bank Nederland
rekeningnummer 53.92.27.501
Postrekeningnummer 3514771

Aan geadresseerde

Bereikbaar met buslijnen 83 en 84
vanaf NS-station Ede-Wageningen

Uw kenmerk: _____ Uw brief van: _____
Onderwerp: Nota teelt in energiedichte
cellen versus glasteelt

Ons kenmerk: 4195/Laurs/Jo

Datum: 1984-07-26

Bijgaand treft u aan een rapport, IMAG-nota no. 99 met aanvulling, waarin een technisch economisch vergelijk is gemaakt van de produktiesystemen voor de energiedichte cellenteelt en de kasteelt.

De ontwikkeling van de cellenteelt heeft de laatste tijd grote aandacht gekregen, waarbij vele vragen en discussies zijn opgeworpen over dit systeem in vergelijk met de kasteelt. Voor het leveren van een bijdrage in de vaktechnische ondersteuning van de kennis van collega-onderzoekinstellingen, voorlichting, tuinbouwpraktijk en beleid, om het perspectief van de cellenteelt te kunnen beoordelen, is deze nota gemaakt.

Sinds de samenstelling van deze nota is inmiddels al weer een half jaar verstreken. Gedurende deze tijd is de inhoud op verschillende wijze onderwerp van behandeling geweest. Dit heeft ertoe geleid dat ten aanzien van de conclusies uit deze nota wij de opmerking willen maken dat deze conclusies niet te absoluut moeten worden geïnterpreteerd.

In afhankelijkheid van o.a. de keuze van gewassen, de strategie van het gebruik van cellenteelt en de verdere kwantificering van bepaalde effecten zal een verschuiving zowel positief als negatief het resultaat zijn ten aanzien van de kosten-baten verhoudingen.

Deze nuancering en toespitsing zal eventueel in vervolgnotities van het IMAG over deze ontwikkeling worden behandeld.

De plv. directeur,


Ir. J.J. Laurs

Bijl.: IMAG-nota no. 99
met aanvulling