



PRAKTIJKONDERZOEK  
PLANT & OMGEVING

WAGENINGEN UR

# Optimalisering belichting bij komkommer

Onderzoek 2003-2004

Jan Janse, René van Paassen en Boris Berkhout.



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Glastuinbouw  
oktober 2004  
PPO nr. 417.17020

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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

Dit project is voor het grootste gedeelte gefinancierd door:

Productschap Tuinbouw  
Louis Pasteurlaan 6  
Postbus 280  
2700 AG Zoetermeer



Projectnummer PPO: 417.17020  
Projectnummer PT: 11652

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

**Business Unit Glastuinbouw**

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk  
: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk  
Tel. : 0174 – 63 67 00  
Fax : 0174 – 63 68 35  
E-mail : [infoglastuinbouw.ppo@wur.nl](mailto:infoglastuinbouw.ppo@wur.nl)  
Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

Pagina

VOORWOORD .....	5
SAMENVATTING.....	6
INLEIDING .....	7
1 MATERIAAL EN METHODEN .....	8
1.1 Proefopzet .....	8
1.2 Overige proefgegevens .....	9
1.3 Waarnemingen.....	10
2 RESULTATEN .....	11
2.1 Eerste teelt .....	11
2.1.1 Verloop teelt.....	11
2.1.2 Productie en kwaliteit .....	12
2.1.2.1 Belichtingswijze .....	12
2.1.2.2 Teeltsysteem.....	14
2.1.2.3 Plantdichtheid .....	14
2.1.2.4 Plantbelasting .....	15
2.1.2.5 Combinatie van optimale behandelingen.....	16
2.1.3 Aantal bladeren.....	17
2.1.4 Bladoppervlak.....	18
2.1.5 Plantlengte .....	18
2.1.6 Abortie.....	18
2.1.7 Aantal bladeren per vrucht.....	19
2.2 Tweede teelt .....	19
2.2.1 Verloop teelt.....	19
2.2.2 Productie en kwaliteit .....	20
2.2.2.1 Belichtingswijze .....	21
2.2.2.2 Teeltsysteem.....	22
2.2.2.3 Plant/stengeldichtheid.....	23
2.2.2.4 Plantbelasting .....	24
2.2.2.5 Combinatie van optimale behandelingen.....	25
2.2.3 Vruchtkwaliteit .....	26
2.2.4 Aantal bladeren.....	28
2.2.5 Plantlengte .....	28
2.2.6 Abortie.....	28
2.2.7 Aantal bladeren per vrucht.....	29
2.3 Stralingsom en productie beide teelten .....	29
2.4 Jaarproductie .....	32
2.5 Economische evaluatie belichting .....	33
2.5.1 Combinaties van behandelingen .....	33
2.5.2 Uitgangspunten .....	34
2.5.3 Kostprijs .....	35
2.5.4 Energieverbruik .....	37
2.5.5 Fictief bedrijf: éénderde belicht, tweederde onbelicht.....	38

3	DISCUSSIE .....	40
4	CONCLUSIES .....	43
	LITERATUUR.....	45
	BIJLAGE 1 KLIMAATINSTELLINGEN .....	46
	BIJLAGE 2 GEREALISEERD KLIMAAT PER WEEK .....	47
	BIJLAGE 3 PERCENTAGE GEREALISEERDE DRAIN, EC EN PH BIJ DE EERSTE TEELT .....	48
	BIJLAGE 4 PERCENTAGE GEREALISEERDE DRAIN, EC EN PH BIJ DE TWEEDE TEELT .....	49

# Voorwoord

Dit belichtingsproject van komkommers is grotendeels gefinancierd door het Productschap Tuinbouw. Een belangrijke bijdrage is ook geleverd door Lights Interaction Agro B.V. Deze onderneming heeft de armaturen ontwikkeld voor de tussenbelichting. Zij leverden de lichtarmaturen en financierde de installatie van de tussen- en bovenbelichting in de proefkassen. Rijk Zwaan verstrekke het zaad en Plantenkwekerij Van der Lugt in Bergschenhoek zorgde voor de plantopkweek. Pellikaan leverde de Qlipr hogedraadhaken. Al deze bedrijven of instellingen willen we bedanken voor hun financiële en/of andere bijdrage aan dit onderzoek.

Ook de personen in de Begeleidings Commissie Onderzoek (BCO) bedanken we voor de goede en frequente begeleiding en advisering in deze proef.

# Samenvatting

In een belichtingsonderzoek uitgevoerd op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO Glastuinbouw) is in het seizoen 2003-2004 gewerkt aan een verdere optimalisering van de belichte komkommerteelt. In het onderzoek waren verschillende teeltsystemen, belichtingswijzen, plant- en of stengeldichtheden en plantbelastingen opgenomen. De eerste teelt startte begin november en de tweede teelt begin februari en liep tot begin mei.

In één kas werd geteeld volgens het traditionele systeem en in de andere kas volgens het hogedraadsysteem. De helft van elke kas was voorzien van uitsluitend bovenbelichting en de andere helft van een combinatie van 50% tussenbelichting met TL-buizen en 50% bovenbelichting. Het vermogen van beide systemen was gelijk. Bij de combinatie met tussenverlichting was de berekende lichtintensiteit echter zo'n 12% lager dan de 220 micromol/m<sup>2</sup>/s bij uitsluitend bovenbelichting. In de TL-armaturen werden speciale reflectoren toegepast om het licht beter te richten. De belichtingsduur was maximaal 20 uur per dag.

Over beide teelten is er in de proefperiode ruim 2800 uur belicht. In de eerste en tweede teelt komt de belichtingsduur uit op respectievelijk 16,5 en 14,6 uur per dag. Het relatieve aandeel van de lampen in de totale hoeveelheid licht bedraagt in de eerste en tweede teelt respectievelijk ruim 80 en 40%. De gemiddelde stralingssom per dag van het natuurlijke en kunstlicht komt in de eerste en tweede teeltperiode uit op rond de 1200 en 1700 J/cm<sup>2</sup>. Dit is vergelijkbaar met een normale stralingssom in respectievelijk eind maart/begin april en eind april/begin mei. De gemiddeld gerealiseerde kastemperatuur in beide teelten was respectievelijk 22 en 23 °C.

Bij de beste behandelingen zijn er in totaal over beide traditionele en hogedraadteelten in de zes donkerste maanden van het jaar respectievelijk 165 en 212 komkommers/m<sup>2</sup> ofwel zo'n 67 en 81 kg/m<sup>2</sup> geoogst. Per oogstweek was de productie bij de beste behandelingen in de traditionele eerste en tweede teelt respectievelijk 7,7 en 9,1 vruchten/m<sup>2</sup> en in de hogedraadteelt 9,2 en 12,1 vruchten/m<sup>2</sup>. De kiloproductie kwam in de hogedraadteelt zo'n 20% hoger uit en de vruchtkwaliteit was in de tweede teelt veel beter dan in de traditionele teelt. Per kilo komkommers was er in de traditionele en hogedraadteelt respectievelijk ongeveer 4100 en 3400 Joules licht benodigd. De lichtefficiëntie was in de februariplanting minder dan in de novemberplanting.

Bij de tussenbelichting was de productie iets lager dan bij alleen bovenbelichting. In de eerste traditionele teelt leverde een plantdichtheid van 2,6 in plaats van 2,0 planten/m<sup>2</sup> geen productievoordeel op, maar in de tweede teelt steeg de productie hierdoor met 10%. Meer stengels per vierkante meter tot maximaal 4 stengels/m<sup>2</sup>, gaf bij de hogedraadteelt in beide teelten ongeveer rechtevenredig veel meer productie. Bij tussenbelichting was deze invloed sterker dan bij alleen bovenbelichting. Het effect van het aantal vruchten aanhouden is afhankelijk van de teeltperiode. In de eerste traditionele teelt gaf meer stamvruchten aanhouden een hogere productie, maar in de tweede teelt juist een lagere productie. Bij de hogedraadteelt gaf een hoge plantbelasting in de eerste teelt een meerproductie van ruim 10%. In de tweede teelt had de plantbelasting nauwelijks invloed op de productie.

Door belichting toe te passen stijgt het energiegebruik per kilo product. Het meergebruik is echter afhankelijk van het aandeel van de stroomopwekking via de WKK en of het overschot aan warmte nuttig kan worden gebruikt. Indien in verband met het warmteoverschot slechts een derde van het bedrijf wordt belicht, dan is de gemiddeld berekende kostprijs over het gehele bedrijf € 0,68 per kilo. Deze berekening is uitgevoerd op bedrijfseconomische basis. Als ter vergelijking dezelfde berekeningsmethode wordt toegepast bij een onbelichte teelt met extra oogsten in verband met het streven naar een bepaalde gewichtssortering, dan komt de kostprijs uit op € 0,61 per kilo. Enkele belangrijke voordelen van belichting in combinatie met de hogedraadteelt zijn de betere arbeidsfilm en de jaarrond levering van product.

# Inleiding

Door de geringe hoeveelheid licht in combinatie met hoge stookkosten is het in Nederland normaal gesproken niet mogelijk om in de wintermaanden komkommers te produceren. De komkommer is dus nog geen jaarrond product, terwijl afnemers wel steeds meer een jaarrond levering van vruchtgroenten met een uitstekende kwaliteit wensen. Om een betere arbeidsfilm op de bedrijven te realiseren, zou een continue productie gedurende het gehele jaar ook aantrekkelijk zijn. In belichtingsonderzoek op het PPO in het seizoen 2002-2003 bleek dat een winterteelt van komkommers wel perspectieven biedt, maar dat de belichte teelt nog verder moet worden geoptimaliseerd om de productie te verhogen en de kostprijs te drukken (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2003).

In Finland en Noorwegen is al behoorlijk wat ervaring met belichting van vruchtgroenten. Bij komkommers wordt belichting in deze landen meestal toegepast bij de hogedraadteelt. Dit betekent echter wel een meerarbeid ten opzichte van het traditionele teeltsysteem. Een nieuwe ontwikkeling in de Scandinavische landen is ook het gebruik van tussenbelichting bij komkommer waardoor er een meerproductie mogelijk is (Anonymus, 2003).

Ook zou een nauwere plantafstand of grotere stengeldichtheid de productie nog verder kunnen verhogen. In vorig onderzoek bleek namelijk dat de nauwste plantafstand steeds de hoogste productie en laagste kostprijs gaf (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2003). Er waren dus voldoende redenen om na te gaan of de teelt van belichte komkommers nog verder kan worden verbeterd.

In een belichtingsonderzoek uitgevoerd op het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO Glastuinbouw) is in het seizoen 2003-2004 gewerkt aan verdere optimalisering van de belichte komkommerteelt. In dit rapport wordt hiervan verslag gedaan.

# 1 Materiaal en methoden

## 1.1 Proefopzet

De behandelingen in de proef zijn in overleg met de Begeleidingscommissie Onderzoek (BCO) van de belichtingsproef bepaald. De proefperiode was begin november 2003 tot begin mei 2004, in totaal 26 weken. Binnen deze periode zijn er twee teelten in twee kasafdelingen uitgevoerd.

In het onderzoek zijn behandelingen opgenomen met verschillende belichtingswijzen, teeltsystemen, plant- en/of stengeldichtheden en plantbelastingen. Alle combinaties van behandelingen kwamen voor. Hieronder volgen de verschillende behandelingen:

### *Belichtingswijze:*

- **Bovenbelichting.** Uitsluitend bovenbelichting met een berekende lichtintensiteit van 220 micromol/m<sup>2</sup>/s. Dit is enigszins vergelijkbaar met 15.000 Lux. De armaturen waren van het type Papillon 270 (Lights Interaction) met daarin 600 W lampen SON-T Green Power (Philips). Het systeemvermogen was 134 W/m<sup>2</sup>.
- **Tussenbelichting.** Combinatie van bovenbelichting met SON-T lampen en tussenbelichting met TL-buizen (Philips kleur 840 TLD, 58 W, 4000K) in speciaal door Lights Interaction ontwikkelde armaturen met witte reflectoren. De verdeling was circa 50% boven- en 50% tussenbelichting. Door de reflectoren werd het licht beter naar de planten gericht. Er is gestreefd naar hetzelfde systeemvermogen als bij alleen bovenbelichting en dit kwam uiteindelijk uit op 136 W/m<sup>2</sup>. Omdat TL-lampen een lagere lichtefficiëntie hebben, kwam de berekende lichtintensiteit van het totale systeem van de boven- en tussenbelichting uit op 194 micromol/m<sup>2</sup>/s.

### *Teeltsysteem:*

- **Traditioneel.** Min of meer traditioneel paraplusstelsel met een draadhoogte van 2,10 m.
- **Hogedraad.** Teelt aan de hogedraad met behulp van het Qlipper-systeem (Pellikaan) met een draadhoogte van 3,40 m.

### *Plant/stengeldichtheid:*

Traditioneel systeem:

- **Lage plantdichtheid.** Zowel in eerste als tweede teelt 2,0 planten/m<sup>2</sup>.
- **Hoge plantdichtheid.** Zowel in eerste als tweede teelt 2,6 planten/m<sup>2</sup>.

Hogedraad systeem:

- **Lage stengeldichtheid.** Eerste teelt 2,4 planten/m<sup>2</sup>, tweede teelt 3,0 stengels/m<sup>2</sup>. In de tweede teelt was de plantdichtheid in eerste instantie 1,5 planten/m<sup>2</sup>, maar later is het aantal stengels verdubbeld door in circa het 9<sup>e</sup> oksel een extra scheut aan te houden.
- **Hoge stengeldichtheid.** Eerste teelt 3,0 planten/m<sup>2</sup>, tweede teelt 4,0 stengels/m<sup>2</sup>. In de tweede teelt was de plantdichtheid 2,0 planten/m<sup>2</sup>, maar later is het aantal stengels verdubbeld door in circa het 9<sup>e</sup> oksel een extra scheut aan te houden.

### *Plantbelasting:*

Traditioneel systeem:

- **Lage plantbelasting.** In eerste en tweede teelt respectievelijk circa 8 en 9 stamvruchten.
- **Hoge plantbelasting.** In eerste en tweede teelt respectievelijk circa 14 en 16 stamvruchten.

Hogedraad systeem:

- **Lage plantbelasting.** Zowel in eerste als tweede teelt om en om dunnen.
- **Hoge plantbelasting.** Zowel in eerste als tweede teelt één op drie dunnen.



De helft van een kas werd belicht met alleen bovenbelichting (=bovenbelichting) en de andere helft met combinatie boven- en tussenbelichting (=tussenbelichting). Per belichtingswijze waren er per combinatie van plantdichtheid en plantbelasting twee veldjes, zodat de proef in tweevoud stond.

## 1.2 Overige proefgegevens

Hieronder worden een aantal proefgegevens vermeld:

Kas:	PPO-kas 303, afdeling 2 en 6, locatie Naaldwijk
Kasgrootte:	Circa 250 m <sup>2</sup>
Poothoogte tot goot:	4,25 m
Bodem:	Betonvloer
Bevochtiging:	Via bevoeiingsmatten op betonvloer, welke regelmatig werden natgemaakt
Ras	Aviance (Rijk Zwaan)
Zaai- en plantdata:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste teelt respectievelijk 10 oktober en 4 november 2003</li> <li>- Tweede teelt respectievelijk 30 december 2003 en 3 februari 2004</li> </ul>
Plantleeftijd:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste teelt 24-daagse plant</li> <li>- Tweede teelt 34-daagse plant + extra belichting tijdens opkweek</li> </ul>
Laatste oogstdatum:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste teelt 2 februari 2004</li> <li>- Tweede teelt 3 mei 2004</li> </ul>
Oogstfrequentie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste teelt tot begin januari dagelijks, daarna meestal om de twee dagen</li> <li>- Tweede teelt traditioneel en hogedraad respectievelijk meestal en altijd dagelijks</li> </ul>
Aanhouden eerste vrucht:	In vijfde à zesde oksel
Aanbinden bij hogedraad:	Er is gebruik gemaakt van de Qlipr (Pellikaan). De planten zijn direct schuin omhoog geleid om kans op knakken van de stengels te minimaliseren
Koppen traditioneel:	Kop door laten groeien en enkele malen rond draad winden tot bij volgende plant, daarna toppen als plant halverwege van de draad naar de grond is. Scheut onder draad aanhouden en in eerst teelt naar andere kant leiden. In tweede teelt deze scheut naar beneden laten hangen. Scheuten rondom draad toppen op één blad.
Toppen plant hogedraad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste teelt op 21 januari (12 dagen voor einde teelt)</li> <li>- Tweede teelt op 14 april (19 dagen voor einde teelt)</li> </ul>
Streefoogstgewicht:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste teelt 360 – 400 g</li> <li>- Tweede teelt 410 – 450 g</li> </ul>
Lamphoogte bovenbelichting	- Bij hogedraad 3,60 m van de grond tot onderkant armatuur
Lamphoogte TL hogedraad:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerste teelt dubbele armatuur in verticale stand (lengte 1,50 m) dwars op de rij met onderkant armatuur op circa 1,10 m hoogte</li> <li>- Tweede teelt dubbele armatuur in twee rijen in horizontale stand met onderkant onderste en bovenste armatuur op circa 1,10 en 1,55 m hoogte</li> </ul>
Lamphoogte TL traditioneel:	Eerste en tweede teelt enkele armaturen in 3 rijen op een hoogte van onderkant armatuur op circa 95, 1,35 en 1,70 m
Belichtingsduur:	Steeds in overleg met BCO. In principe meestal 20 uur, maar lampen mochten uit bij instraling boven de 200 à 300 W/m <sup>2</sup>
Hoogte teeltgoot:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditioneel goot op de grond</li> <li>- Hogedraad onderkant goot op 0,60 m</li> </ul>
Energiescherm:	Beweegbaar scherm van LS-10 Ultra, tegen gevels vast PE-folie
Veldgrootte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traditioneel 10 planten</li> <li>- Hogedraad 10 stengels</li> </ul>

Aantal veldjes:	16 veldjes per afdeling
Klimaatsinstellingen:	In overleg met BCO, die wekelijks à tweewekelijks de proef bezocht
Watergeven:	Via een door het PPO ontwikkelde weegoot met krachtopnemers waarmee continu het matgewicht en de hoeveelheid drain wordt gemeten
CO <sub>2</sub> -dosering:	Overdag via centrale CO <sub>2</sub> -dosering, als de ketel 's nachts niet brandde dosering met zuivere CO <sub>2</sub> .

## 1.3 Waarnemingen

In de proef werden de volgende waarnemingen verricht:

- Aantal vruchten, gewicht, klasse II en stek bij de oogst.
- Bij hogedraad wekelijks het aantal ontwikkelde bladeren aan de hoofdstengel. Het kleinste blad dat werd meegenomen had een bladschijflengte van circa 4 cm. Waarnemingen bij de hoogste plant/stengeldichtheid bij zowel boven- als tussenbelichting bij lage en lage en hoge plantbelasting.
- Bij hogedraad aan het einde van beide teelten de totale plantlengte aan dezelfde planten als waar de bladwaarnemingen aan waren verricht.
- In eerste hogedraadteelt in week 2 meting van het bladoppervlak van het 15<sup>e</sup> blad vanaf de top met behulp van een bladoppervlaktemeter (alleen vergelijking boven- met tussenbelichting).
- In de tweede teelt in week 11 (10 en 11 maart) en 14/15 (3, 4 en 9 april) beoordeling op de kwaliteitseigenschappen vorm, kleur, lengte en algemeen oordeel. Een hoger cijfer betekent meer van die eigenschap.

## 2 Resultaten

### 2.1 Eerste teelt

#### 2.1.1 Verloop teelt

##### ***Klimaatinstellingen***

In Bijlage 1 in tabel 38 zijn de klimaatinstellingen weergegeven tijdens de eerste teelt. Deze instellingen zijn steeds gedaan in overleg met de BCO-leden, die zeer frequent de proef hebben bezocht. Tegen het einde van de teelt zijn extra hoge temperaturen en CO<sub>2</sub>-gehalten aangehouden om de laatste vruchten zo goed mogelijk uit te laten groeien. Er is geprobeerd zo weinig mogelijk te luchten om een beter klimaat te realiseren en de CO<sub>2</sub> in de kas te houden.

Er is steeds gestreefd naar een belichtingsduur van 20 uur. In de eerste twee en een halve week was de belichtingsintensiteit minder, omdat de tussenbelichting nog niet functioneerde. Om geen verschillen te maken tussen de beide belichtingsbehandelingen, is de helft van de lampen uitgedaan bij de behandeling met uitsluitend bovenbelichting. In de eerste weken was de belichtingsintensiteit in beide behandelingen dus rond de 100 micromol/m<sup>2</sup>/s.

##### ***Gerealiseerd klimaat***

In Bijlage 2 tabel 40 is het gerealiseerde klimaat per week weergegeven. Gemiddeld over de gehele teeltperiode kwam de etmaaltemperatuur in beide kassen uit op 22,1 °C. Ook de gerealiseerde RV en het CO<sub>2</sub>-gehalte kwamen in de twee kassen op een vrijwel gelijk niveau uit. De gemiddelde RV was 78 à 79%. Het CO<sub>2</sub>-gehalte tijdens de uren met licht was gemiddeld 980 ppm. Het aantal uren belichting kwam in de eerste teelt uit op ruim 1500 uur, ofwel 16,5 uur per teeltweek. Tijdens en na bespuitingen tegen echte meeldauw zijn de lampen uitgedaan in verband met de betere werking van de middelen.

##### ***Ziekten en plagen***

Begin december zijn in de kas met de traditionele teelt bij de tussenbelichting de eerste meeldauwplekjes geconstateerd. Er is daarna een cyclus van drie bespuitingen met Baycor uitgevoerd. Eind december/begin januari is drie maal gespoten met Rocket omdat het wit na de eerste bespuitingen toch weer de kop opstak. Mede door de keuze voor een partieel resistent ras tegen echte meeldauw was meeldauw echter goed onder controle te houden. Hoewel er in de hogedraadteelt nooit meeldauw is gevonden, is deze kas wel steeds meegenomen bij de bespuitingen.

Met behulp van biologische bestrijding kon de wittevlieg en trips goed onder controle worden gehouden. Tegen het einde van de teelt namen beide plagen wel toe. Trips werd vooral gevonden in de kas met de traditionele teelt en wittevlieg wat meer in de hogedraadteelt. Dit kwam mede door het verwijderen van de balderen in de hogedraad, waardoor er onvoldoende sluipwespen vrijkwamen. In verband met de volgende teelt zijn beide kassen eind januari gespoten met Aseptacarex.

##### ***Bemesting en watergeven***

Bij het watergeven werd gebruik gemaakt van een weeggoet met krachtopnemers. Het systeem functioneerde bij de traditionele teelt uitstekend en bij de hogedraadteelt iets minder. Dit kwam mede omdat de planten door de groei tijdens de teelt aan de draad verschuiven en de gewichten veranderen. Het heeft echter niet tot grote problemen geleid.

In Bijlage 3 zijn enkele gegevens voor wat betreft het watergeven en voeding vermeld. Bij de traditionele teelt was het gemiddelde drainpercentage met circa 35% bij de boven- en tussenbelichting vrijwel gelijk. Bij de hogedraad kwam het percentage drain bij de boven- en tussenbelichting op gemiddeld 23 en 30%. Dat betekent dat er voor de verdamping + gewasgroei bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk 77 en 70% van de totale gift is gebruikt. Bij de tussenbelichting in de hogedraad is het waterverbruik (verdamping + groei) relatief gezien dus zo'n 10% lager geweest.

Gemiddeld over de gehele periode was de mat-EC bij de traditionele en hogedraadteelt respectievelijk 2,3 en 2,1 mS/cm en de pH was bij beide teeltsystemen 6,8. In verband met het optreden van bladchlorose is steeds extra ijzer en mangaan gedoseerd.

### **Gewasstand**

*Traditionele teelt:* begin december stond er met name bij de combinatie hoge plantdichtheid en lage plantbelasting een vrij vol gewas. Later in december stond het gewas bij alle behandelingen echter goed in evenwicht. Bij de bovenbelichting leken de koppen iets sterker te zijn, maar trad er ook wat meer chlorotisch blad op. Bij de bovenbelichting begon het blad aan de stam eerder te vergelen dan bij de tussenbelichting. Vanaf half januari stond het gewas er wat afgedragen bij. Tegen het einde van de teelt werden er relatief veel gestekelde waterschotvruchten geoogst. Een teeltperiode van 13 weken was de traditionele teelt eigenlijk te lang.

*Hogedraadteelt:* de hogedraadteelt bleef qua bloei en vruchtuigroei in het begin iets achter ten opzichte van de traditionele teelt. Dit kwam hoogstwaarschijnlijk omdat de eerste bloemen en vruchtjes minder straling van de verwarmingsbuizen kregen dan bij de traditionele teelt. Door de hangende goten was de afstand van de bloemen tot de buis immers groter. Half november waren er gelige vlekken te zien op de bladeren. Bij het ouder worden leken deze vlekken echter weer grotendeels weg te trekken. Half december begon de kop wat zwakker te worden. Bij de tussenbelichting was het gewas duidelijk opener en stond het blad meer bol en getrokken.

Vanaf eind december werden de koppen sterker. Half januari werden de vruchten langer en werd ook de kwaliteit beter. Twaalf dagen voor het einde van de teelt is de kop eruit gehaald. Op de laatste oogstdag hingen er nog veel vruchtjes aan de plant die nog niet oogstbaar waren. Achteraf gezien had de hogedraadteelt langer aangehouden kunnen worden.

## 2.1.2 Productie en kwaliteit

De eerste vruchten bij de traditionele en hogedraadteelt werden geoogst op 27 november. Dat is 23 dagen na het planten ofwel 47 dagen na het zaaien.

In de volgende paragrafen worden van zowel de eerste traditionele als hogedraadteelt achtereenvolgens de productie en kwaliteit per belichtingswijze, plantdichtheid en plantbelasting en de combinatie van de beste behandelingen weergegeven.

### 2.1.2.1 Belichtingswijze

In tabel 1 en 2 is gemiddeld over alle behandelingen met een verschillende plantdichtheid de productie en kwaliteit per belichtingswijze weergegeven vroeg (per 21 december 2003) en aan het einde van de teelt (2 februari 2004).

*Tabel 1:* Productie en kwaliteit gemiddeld over alle behandelingen in de eerste **traditionele teelt** bij de boven- en tussenbelichting tot en met respectievelijk week 51 (na circa 3,5 oogstweek = vroeg) en week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Belichtingswijze	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Bovenbelichting	25,6	70,7	9,9	26,2	388	371	0,1	6,9	0,0	0,4
Tussenbelichting	24,1	69,1	8,9	24,9	371	361	0,2	5,7	0,0	0,5

- Zowel vroeg als aan het einde van de eerste teelt ligt de productie in stuks en kilos bij de tussenbelichting iets achter op die van de bovenbelichting. Na 10 oogstweken is het verschil respectievelijk 2 en 5%.
- Het grotere relatieve verschil in kilos tussen de tussenbelichting en bovenbelichting komt mede door het lagere vruchtgewicht bij de tussenbelichting.
- Bij de tussenbelichting is het percentage klasse 2 vruchten iets lager dan bij bovenbelichting.

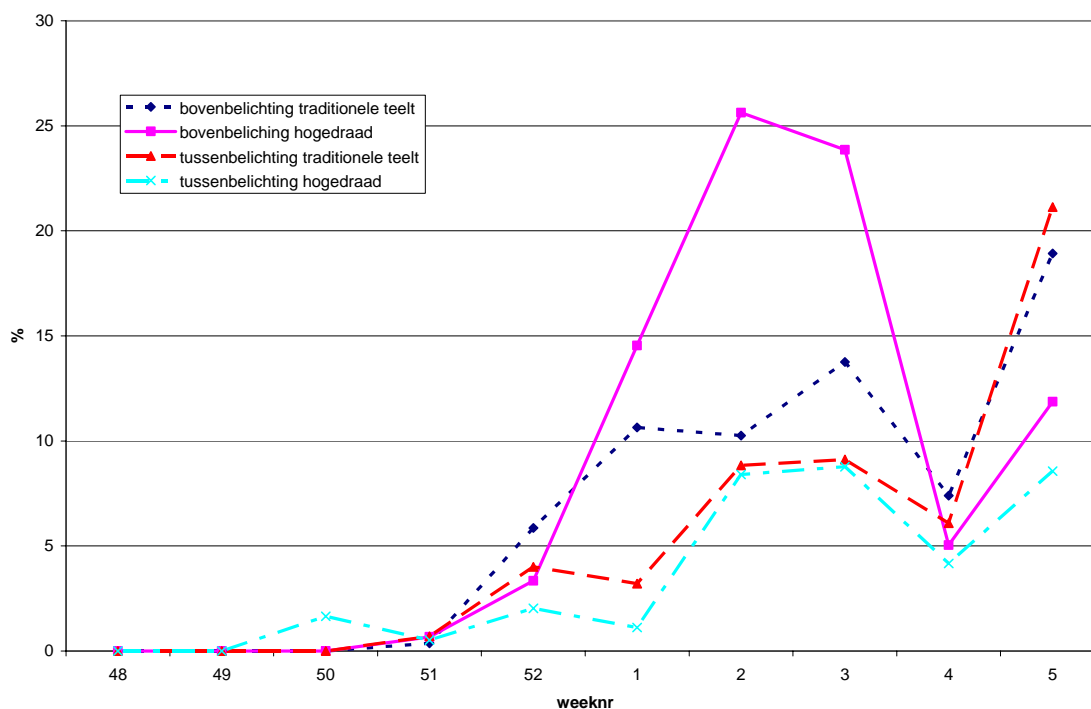
Tabel 2: Productie en kwaliteit gemiddeld over alle behandelingen in de eerste **hogedraadteelt** bij de boven- en tussenbelichting tot en met respectievelijk week 51 (na circa 3,5 oogstweek = vroeg) en week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Belichtingswijze	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Bovenbelichting	27,7	74,5	10,5	28,1	380	377	0,2	8,3	0,0	0,1
Tussenbelichting	20,4	61,0	7,4	21,6	362	354	0,2	3,7	0,0	0,1

- Zowel vroeg als aan het einde van de teelt ligt de productie in stuks en kilos bij de tussenbelichting fors achter op die van de bovenbelichting. Na 3,5 oogstweek is het verschil respectievelijk 26 en 30%. Aan het einde van de teelt is dit nog respectievelijk 19 en 23%.
- Bij de tussenbelichting zijn de vruchten ongeveer 20 g lichter in gewicht dan bij de bovenbelichting.
- Het percentage klasse 2 vruchten is bij de tussenbelichting veel lager dan bij de bovenbelichting.

Bij de hogedraadteelt is het verschil in productie tussen de beide belichtingswijzen dus veel groter dan bij de traditionele teelt. Dit heeft waarschijnlijk grotendeels te maken met de verticale stand van de TL-armaturen bij de hogedraad.

In figuur 1 is het percentage klasse 2-vruchten weergegeven bij de boven- en tussenbelichting bij zowel de traditionele als hogedraadteelt.



Figuur 1: Het verloop van het percentage klasse 2 vruchten in de tijd in de eerste traditionele en hogedraadteelt bij zowel de boven- als tussenbelichting.

- In de eerste vier oogstweken worden er bij alle behandelingen praktisch alleen klasse 1-vruchten geoogst.
- Bij de bovenbelichting in de traditionele teelt is er in de weken 1 en 3 duidelijk meer klasse 2 dan bij de tussenbelichting.
- De bovenbelichting in de hogedraadteelt geeft vooral in week 1 tot en met 3 veel meer klasse 2-vruchten dan de tussenbelichting.
- In de laatste oogstweek is het percentage klasse 2-vruchten in de traditionele teelt hoog.

### 2.1.2.2 Teeltsysteem

In de volgende tabel is de productie en kwaliteit per teeltsysteem weergegeven bij de bovenbelichting gemiddeld over alle behandelingen zowel vroeg (per 21 december 2003) als aan het einde van de teelt (2 februari 2004).

Tabel 3: Productie en kwaliteit bij de traditionele en hogedraadteelt bij de bovenbelichting tot en met respectievelijk week 51 (na circa 3,5 oogstweek = vroeg) en week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Teeltsysteem	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Traditioneel	25,6	70,7	9,9	26,2	388	371	0,1	6,9	0,0	0,4
Hogedraad	27,7	74,9	10,5	28,1	380	377	0,2	8,3	0,0	0,1

- Zowel vroeg als aan het einde van de eerste teelt is de productie in stuks en kilos hoger bij de hogedraadteelt dan bij de traditionele teelt. Op het eind is het productieverval in kilos 7% in het voordeel van de hogedraad.
- Vroeg zijn de vruchten in de traditionele teelt wat zwaarder. Aan het eind zijn ze juist zwaarder bij de hogedraadteelt.
- Er wordt iets meer klasse 2 geoogst bij de hogedraad, maar minder stek.

### 2.1.2.3 Plantdichtheid

In tabel 4 en 5 is gemiddeld over de plantbelastingsbehandelingen bij de bovenbelichting de productie en kwaliteit per plantdichtheid weergegeven zowel vroeg (per 21 december 2003) als aan het einde van de teelt (2 februari 2004).

Tabel 4: Productie en kwaliteit per plantdichtheid bij de eerste **traditionele teelt** bij de bovenbelichting tot en met respectievelijk week 51 (na circa 3,5 oogstweek = vroeg) en week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Plantdichtheid	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
2,0 planten/m <sup>2</sup>	23,8	69,0	9,5	26,3	397	382	0,0	7,0	0,0	0,3
2,6 planten/m <sup>2</sup>	27,4	72,3	10,4	26,2	378	364	0,3	6,7	0,0	0,4

- Bij een hoge plantdichtheid worden er ruim 3 vruchten/m<sup>2</sup> meer geoogst dan bij een lage plantdichtheid. Uiteindelijk geeft 30% nauwer planten 5% meer vruchten.
- Na ruim 3 oogstweken is er nog een productievoorsprong van de hoge plantdichtheid van bijna 1 kilo per m<sup>2</sup>. Aan het einde van de teelt is deze productievoorsprong in kilos totaal verdwenen.
- Door een hogere plantdichtheid worden de vruchten minder zwaar. Het verschil is bijna 20 g ofwel zo'n 4%.
- De verschillen in kwaliteit tussen de twee plantdichtheden zijn te verwaarlozen.

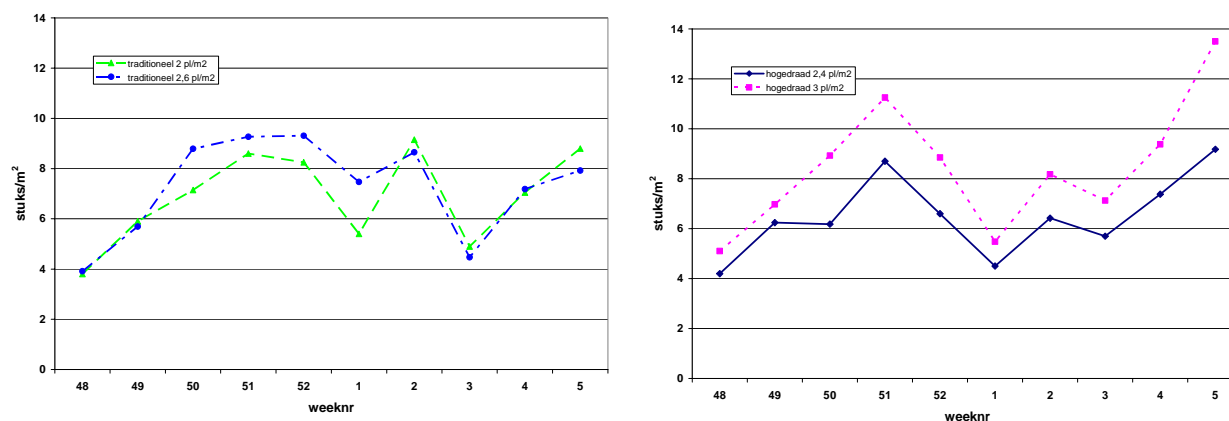
Tabel 5: Productie en kwaliteit per plantdichtheid bij de eerste **hogedraadteelt** bij de bovenbelichting tot en met respectievelijk week 51 (na circa 3,5 oogstweek = vroeg) en week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Plantdichtheid	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
2,4 planten/m <sup>2</sup>	24,1	65,1	9,2	25,0	381	384	0,0	8,5	0,0	0,1
3,0 planten/m <sup>2</sup>	31,2	84,8	11,8	31,3	380	370	0,5	8,1	0,0	0,1

- Door 25% meer planten per m<sup>2</sup> te zetten, stijgt de productie in stuks vroeg en aan het einde van de teelt met zo'n 30%.
- Bij de hoge plantdichtheid neemt het aantal kilos aan het einde van de teelt met ruim 25% toe.
- In de tweede helft van de teelt worden er bij de hogere plantdichtheid fijnere vruchten geoogst.

- De plantdichtheid heeft nauwelijks effect op de kwaliteit. Mogelijk is deze vroeg iets minder.

In de volgende figuur is de productie in de eerste teelt bij de twee plantdichtheden bij de traditionele en hogedraadteelt weergegeven.



*Figuur 2:* Weekproductie in stuks/m<sup>2</sup> per plantdichtheid bij de bovenbelichting en gemiddeld over de beide plantbelastingsbehandelingen bij de traditionele teelt (links) en de hogedraadteelt (rechts)

- De productievoorsprong bij de hoge plantdichtheid ontstaat in de derde tot en met de zesde oogstweek (week 50 tot en met 1). In de rest van de oogstweken ligt de productie bij deze behandeling iets lager dan of is gelijk aan de lage plantdichtheid.
- Bij de hogedraad ligt de stuksproductie elke week hoger bij de hoogste plantdichtheid.

Er lijkt een interactie te zijn tussen de belichtingswijze en de plantdichtheid. Dit wordt in tabel 6 weergegeven.

*Tabel 6:* De productie in stuks en kilos per **plantdichtheid bij de boven- en tussenbelichting** bij beide teeltsystemen aan het einde van de eerste teelt.

Plantdichtheid	Stuks/m <sup>2</sup>				Kg/m <sup>2</sup>			
	Traditioneel		Hogedraad		Traditioneel		Hogedraad	
	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen
Laag	69,0	62,2	65,1	52,0	26,3	22,8	25,0	18,3
Hoog	72,3	76,1	84,8	70,0	26,2	27,0	31,3	24,9
% verschil	+5	+22	+30	+35	-0	+18	+25	+36

- Vooral bij de traditionele teelt en in mindere mate bij de hogedraadteelt wordt de productie bij de tussenbelichting door nauwer te planten meer verhoogd dan bij de bovenbelichting.

#### 2.1.2.4 Plantbelasting

In tabel 7 en 8 is gemiddeld over de twee behandelingen met plantdichtheid bij alleen de bovenbelichting de productie en kwaliteit per plantbelasting weergegeven zowel vroeg (per 21 december 2003) als aan het einde van de teelt (2 februari 2004).

Tabel 7: Productie en kwaliteit per plantbelasting bij de eerste **traditionele teelt** bij de bovenbelichting tot en met respectievelijk week 51 (na circa 3,5 oogstweek = vroeg) en week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Plantbelasting	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
8 stamvruchten	22,7	68,6	8,4	25,6	395	374	0,3	7,2	0,0	0,3
14 stamvruchten	28,5	72,7	9,6	26,8	380	370	0,0	6,5	0,0	0,4

- Door meer stamvruchten aan te houden ontstaat er vooral vroeg een hogere stuksproductie. Aan het einde van de eerste teelt is de meerproductie nog 4 vruchten, dat is 6%.
- Zowel vroeg als aan het einde van de teelt bedraagt de meerproductie 1,2 kg/m<sup>2</sup>.
- Bij veel stamvruchten aanhouden blijven de vruchten vooral in de stamvruchtenperiode wat lichter in gewicht.
- Meer stamvruchten aanhouden vermindert de kwaliteit niet.

Tabel 8: Productie en kwaliteit per plantbelasting bij de eerste **hogedraadteelt** bij de bovenbelichting tot en met respectievelijk week 51 (na circa 3,5 oogstweek = vroeg) en week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Plantbelasting	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Een op twee eruit	26,0	69,1	10,1	26,6	388	387	0,2	7,8	0,0	0,1
Een op drie eruit	29,3	80,8	10,9	29,6	372	368	0,2	8,8	0,0	0,1

- Meer vruchten aanhouden ofwel minder dunnen leidt tot meer geogste vruchten en meer kilos. Bij de hoogste plantbelasting worden er aan het einde 17% meer vruchten en 11% meer kilos (=3 kilo/m<sup>2</sup>) geogst.
- Bij een hogere plantbelasting blijven de vruchten wel fijner.
- Aan het einde van de eerste teelt is er bij de hoge plantbelasting 1% meer binnenland geogst.

### 2.1.2.5 Combinatie van optimale behandelingen

In de vorige paragrafen kwam naar voren dat de beste producties werden gehaald bij een hogere plantdichtheid en plantbelasting. Dit was ook meestal het geval bij uitsluitend bovenbelichting. Door de beste behandelingen met elkaar te combineren, ontstaat een combinatie van optimale behandelingen. In de volgende tabel zijn de producties van de optimale behandelingen weergegeven.

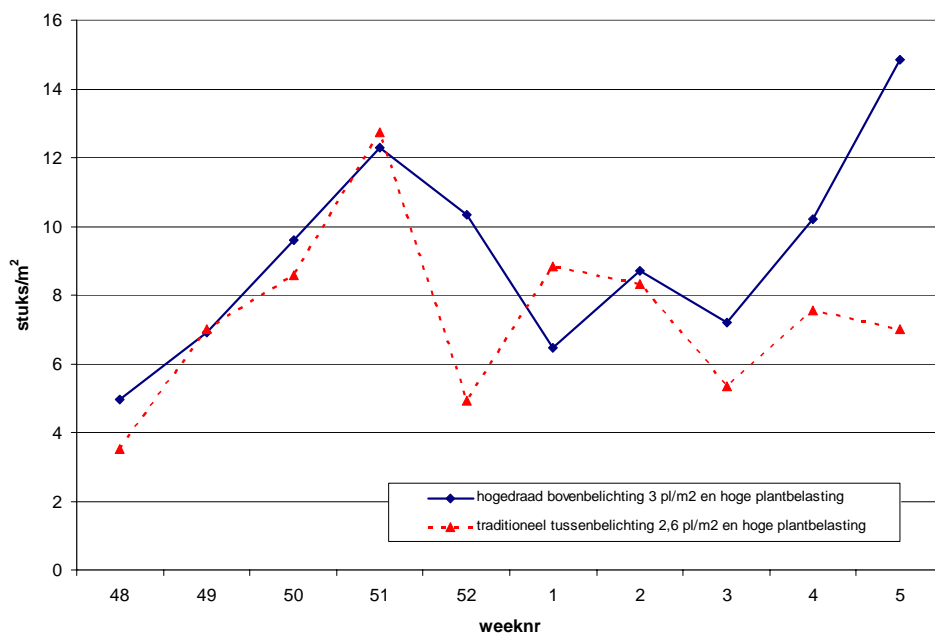
Tabel 9: Eindproductie bij de optimale combinatie van behandelingen in de eerste traditionele en hogedraadteelt tot en met week 5 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Optimale behandeling	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% klasse II/m <sup>2</sup>	Kg stek/m <sup>2</sup>
Traditioneel: tussenbelichting, 2,6 pl/m <sup>2</sup> en 14 stamvruchten	77,0	27,8	361	5,1	0,7
Hogedraad: bovenbelichting, 3,0 pl/m <sup>2</sup> en 1 op 3 eruit	91,5	33,3	364	9,2	0,0

- Bij de optimale combinatie van behandelingen is de productie bij de hogedraad ruim 14 vruchten en 5,5 kilo per vierkante meter hoger dan bij de traditionele teelt. Het procentuele verschil in meerproductie van de hogedraad ten opzichte van de traditionele teelt qua aantal vruchten en kilos bedraagt circa 20%.
- Bij de beste behandeling in de hogedraadteelt wordt meer klasse 2-vruchten geogst, maar veel minder stek dan bij de beste behandeling in de traditionele teelt.



In figuur 3 wordt de weekproductie bij de optimale behandeling bij de traditionele en hogedraadteelt weergegeven.

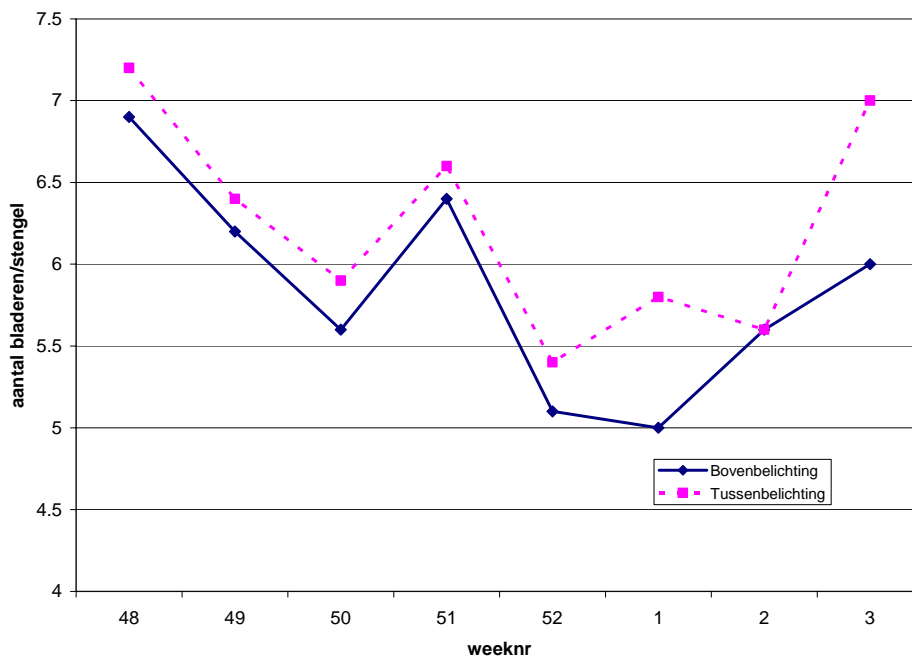


Figuur 3: De weekproductie bij de combinatie van optimale behandelingen bij de eerste traditionele en hogedraadteelt.

In de eerste vier oogstweken loopt de stuksproductie bij de traditionele en hogedraadteelt vrij gelijk op. In de vijfde oogstweek (week 52) valt de productie bij de traditionele teelt sterk terug. In de laatste oogstweken is de productie bij de hogedraadteelt duidelijk hoger dan bij de traditionele teelt.

### 2.1.3 Aantal bladeren

Vanaf week 48 is wekelijks in de hogedraadteelt het aantal gevormde bladeren waargenomen. In de figuur 4 is het verloop per week weergegeven.



Figuur 4: Aantal gevormde bladeren per week bij de boven- en tussenbelichting in de eerste hogedraadteelt.

Vrijwel elke week ligt het aantal gevormde bladeren bij de tussenbelichting iets boven die van de bovenbelichting. Tijdens de waarnemingsweken zijn er bij de boven- en tussenbelichting gemiddeld respectievelijk 5,8 en 6,1 bladeren per week gevormd. Bij de start van de waarnemingen in week 47 waren er bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk in totaal 22,8 en 21,6 bladeren gevormd. In week 4 is de plant getopt. In deze week zijn er nog circa 4 bladeren gevormd. Uiteindelijk waren er in totaal bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk zo'n 73 en 75 bladeren gevormd.

#### 2.1.4 Bladoppervlak

In week 2 is van het vijftiende blad van de top van de plant bij de hogedraadteelt het bladoppervlak gemeten.

Het oppervlak per blad bedroeg bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk 614 en 549 cm<sup>2</sup>. Bij de tussenbelichting waren de bladeren dus 10,6% kleiner. Ook stond het blad hier boller en meer getrokken (zie ook paragraaf 3.1.1). In werkelijkheid zal het bladoppervlak dat licht op kan vangen nog kleiner zijn geweest als gemeten. Het blad was ook donkerder dan bij alleen de bovenbelichting.

#### 2.1.5 Plantlengte

De plantlengte aan het einde van de teelt was bij de boven- en tussenbelichting vrijwel gelijk en kwam uit op respectievelijk 5,98 en 6,09 m per stengel. Omdat er bij de tussenbelichting wat meer bladeren waren gevormd, was de internodielengte bij deze tussenbelichting iets kleiner. De lengte van de internodiën was bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk 8,24 en 8,08 cm.

#### 2.1.6 Abortie

Het aantal geaborteerde vruchten is niet waargenomen, maar op basis van het aantal waargenomen bladeren en het aantal geoogste vruchten (klasse 1 en 2) kan het totale percentage geaborteerde vruchten wel worden berekend. Hierbij zijn de stekvruchten ook gerekend tot de geaborteerde vruchten. De waarnemingen van de bladeren zijn verricht bij de hoogste plantdichtheid (3 planten/m<sup>2</sup>). Als wordt aangenomen dat het aantal gevormde bladeren per stengel bij de lage plantdichtheid (2,4 planten/m<sup>2</sup>) gelijk is geweest aan die bij de hoge plantbelasting, dan kan ook bij deze plantdichtheid een inschatting worden gemaakt van de abortie.

In de volgende tabel is het berekende percentage geaborteerde vruchten weergegeven bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met een lage en hoge plantbelasting bij de twee plantdichtheden.

*Tabel 10:* De abortie in procenten per plantdichtheid bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met de twee snoeibehandelingen.

Plantbelasting	2,4 planten/m <sup>2</sup>		3,0 planten/m <sup>2</sup>	
	Bovenbelichting	Tussenbelichting	Bovenbelichting	Tussenbelichting
Een op twee eruit	28	42	25	38
Een op drie eruit	16	37	34	47
<i>Gemiddeld</i>	<i>22</i>	<i>40</i>	<i>30</i>	<i>43</i>

- Bij de tussenbelichting aborteren er duidelijk meer vruchtjes dan bij de bovenbelichting. Het gemiddeld abortiepercentage bij de boven- en tussenbelichting is respectievelijk circa 25 en 40%.
- Bij een hoge plantdichtheid is er meer abortie bij een hoge plantbelasting (=minder vruchtsnoei) dan bij een lage plantbelasting (=veel vruchtsnoei).
- Gemiddeld over alle behandelingen heeft de manier van dunnen weinig invloed op de hoeveelheid abortie.

### 2.1.7 Aantal bladeren per vrucht

Omdat het aantal bladeren en de geogste vruchten bekend zijn, kan het aantal bladeren per vrucht worden berekend. Dit gegeven is min of meer een maat voor de efficiëntie van de plant. In de volgende tabel is dit weergegeven.

Tabel 11: Aantal bladeren per geogste vrucht per stengeldichtheid in combinatie met de twee plantbelastingen en belichtingswijzen.

Plantbelasting	2,4 planten/m <sup>2</sup>		3,0 planten/m <sup>2</sup>		Gemiddeld	
	Bovenbelichting	Tussenbelichting	Bovenbelichting	Tussenbelichting	Bovenbelichting	Tussenbelichting
Een op twee eruit	2,77	3,24	2,67	3,42	2,72	3,33
Een op drie eruit	2,37	3,11	2,27	2,82	2,32	2,97
<i>Gemiddeld</i>	<i>2,57</i>	<i>3,18</i>	<i>2,47</i>	<i>3,12</i>	<i>2,52</i>	<i>3,15</i>

- Bij de boven- en tussenbelichting zijn er gemiddeld respectievelijk 2,5 en 3,2 bladeren per vrucht aanwezig.
- Zowel bij de boven- als tussenbelichting zijn er bij de hogere plantbelasting (= minder dunnen) minder bladeren per vrucht. Zo is bij de bovenbelichting het aantal bladeren per vrucht bij de lage en hoge plantbelasting respectievelijk gemiddeld 2,7 en 2,3.
- De verschillen tussen de plantdichtheden in aantal bladeren per vrucht zijn gering.

## 2.2 Tweede teelt

### 2.2.1 Verloop teelt

#### **Klimaatinstellingen**

In Bijlage 1 in tabel 39 zijn de klimaatinstellingen weergegeven gedurende de tweede teelt. Evenals in de eerste teelt zijn deze instellingen in de meeste gevallen gedaan in overleg met de BCO-leden.

Om zo snel mogelijk in productie te zijn, zijn in het begin hoge stook- en ventilatietemperaturen ingesteld. Deze zijn aangehouden tot eind februari/begin maart. Door in de laatste oogstweken een hoge ventilatietemperatuur in te stellen, kon de kastemperatuur ook hoog oplopen. In principe is er steeds 20 uur belicht, maar de lampen in zowel de boven- als tussenbelichting gingen uit boven de 200 of 300 W/m<sup>2</sup>. Vanaf circa twee weken na het planten zijn vrij hoge CO<sub>2</sub>-gehalten aangehouden, namelijk 1000 à 1200 ppm.

#### **Gerealiseerd klimaat**

In Bijlage 2 tabel 41 is het gerealiseerde klimaat per week weergegeven. Gemiddeld over de gehele teeltperiode kwam de etmaaltemperatuur in de kas met de traditionele en hogedraadteelt uit op respectievelijk 23,0 en 22,9 °C. De gerealiseerde RV was in beide kassen gemiddeld 80%. Het CO<sub>2</sub>-gehalte tijdens de uren met licht was bij de traditionele en hogedraadteelt gemiddeld 980 ppm. Het aantal uren belichting met zo'n 200 µmol/m<sup>2</sup>/s kwam in de tweede teelt uit op 1305 uur, ofwel 14,6 uur per teeltweek.

#### **Ziekten en plagen**

Echte meeldauw is in deze teelt totaal niet opgetreden. Er is geen enkele keer preventief of curatief een bestrijding tegen uitgevoerd.

In de laatste weken van de hogedraadteelt zijn er enkele botrytis-plekjes op de stengels geconstateerd bij de bovenbelichting, maar er zijn nauwelijks stengels uitgevallen als gevolg van deze schimmel. Bij de tussenbelichting was er totaal geen aantasting.

Half februari zijn er enkele Pythium-planten in de hogedraadteelt. Hiertegen is twee maal Aaterra toegepast. Vanwege zwakke wortels in de traditionele teelt is eind februari en begin maart een keer Previcur bij de planten gegoten.

Omdat er nog wat trips van de eerste teelt in de kas met de traditionele teelt was overgebleven, is er in

februari twee maal gespoten met Vertimec. Mede door het uitzetten van roofmijt is de trips daarna goed onder controle gebleven. Eind maart/begin april was er in de hogedraadteelt vrij veel witte vlieg aanwezig. In april is hiertegen drie maal met Plenum gespoten. Bij de hogedraadteelt worden met het weghalen van de bladeren ook de geparasiteerde wittevliegpoppen uit de kas meegenomen, waardoor het moeilijk is om een evenwichtssituatie te bereiken.

### ***Bemesting en watergeven***

In de tweede teelt is er extra op gelet dat de planten in de hogedraadteelt met behulp van de weegoot ruim voldoende water kregen.

In Bijlage 4 in tabel 44, zijn een aantal gegevens over het watergeven en voeding vermeld.

Bij de traditionele teelt kwam het gemiddelde drainpercentage uit op 33 à 35%. Bij de hogedraad was het percentage drain bij de boven- en tussenbelichting gemiddeld zo'n 40%.

Over de gehele periode was de gemiddelde druppel-EC bij de hogedraad met 3,0 mS/cm iets hoger dan bij de traditionele teelt. Bij de traditionele teelt lag de mat-EC bij de tussenbelichting gemiddeld 1 mS/cm hoger dan bij de bovenbelichting (respectievelijk 2,9 en 1,9 mS/cm). Dit kan nog een gevolg zijn van de eerste teelt, maar de matten zijn toen niet apart gemeten. Bij de hogedraadteelt was de mat-EC bij de tussenbelichting ook iets hoger, namelijk 0,4 mS/cm hoger (respectievelijk 2,0 en 2,4 mS/cm). De gemiddelde pH was 6,0 à 6,2. Dit was iets lager dan in de eerste teelt. In verband met het optreden van bladchlorose is ook steeds extra ijzer en mangaan gedoseerd.

### ***Gewasstand***

*Traditionele teelt:* Bij het uitplanten waren de planten groot, maar kwalitatief goed. Het waren 35-daagse planten met 8 à 9 bladeren. Half februari was te zien dat de planten bij de tussenbelichting meer gekrulde bladeren vertoonden en meer gedrongen groeiden dan bij de bovenbelichting. Bij de groei naar de draad moest er goed op worden gelet worden dat de koppen niet verbrandden, omdat ze de neiging hebben naar het licht ofwel de TL-buizen toe te groeien. Evenals in de eerste teelt lag de bloei in de traditionele teelt door de buisinvloed iets voor op die van de planten in de de hogedraadteelt. Begin maart vertoonden de planten vooral bij veel stamvruchten aanhouden weinig scheutgroei en bloemen. Omdat het gewas in de tweede helft van maart en april een sterke groei vertoonde is er zeer regelmatig veel blad verwijderd en zijn de scheuten getopt. De plant was niet goed in evenwicht en de productie verliep in hozen.

*Hogedraadteelt:* In ongeveer het negende oksel is een extra scheut aangehouden. Door al snel de hoofdstengel flink te laten zakken kwamen beide koppen ongeveer op gelijke hoogte. Spoedig was er weinig verschil meer te zien in zwaarte van de koppen. Evenals bij de traditionele teelt waren de bladeren bij de tussenbelichting meer gekruld dan bij de bovenbelichting.

Begin maart was de kop wat dun, maar de plant stond goed in evenwicht. Half maart was de kop weer zwaarder geworden, maar was er ongeveer een meter onder de kop vrij veel abortie. Een aantal planten hadden vlekkelig/chlorotisch of necrotisch blad. Eind maart was de kop prima qua zwaarte en waren de vruchten vrij lang, hoogstwaarschijnlijk door de wat lagere vruchtdracht. In de tweede helft van april stond het gewas er sterk op, vooral bij de behandeling met 4 stengels/m<sup>2</sup>. Bij deze stengeldichtheid was er op dat moment ook minder abortie.

Bij de tussenbelichting leken de paden ruimer. Dit kwam hoogstwaarschijnlijk doordat de bladeren minder gestrekt waren en zich meer richtten naar de tussenbelichting. Ruim twee en een halve week voor het einde van de teelt zijn de planten getopt.

## **2.2.2 Productie en kwaliteit**

De eerste vruchten bij de traditionele en hogedraadteelt werden geoogst op respectievelijk 21 februari en 23 februari 2004. Dat is respectievelijk 18 en 20 dagen na het planten ofwel 53 en 55 dagen na het zaaien.

In de volgende paragrafen worden van de tweede traditionele en hogedraadteelt achtereenvolgens de productie en kwaliteit per belichtingswijze, plantdichtheid, plantbelasting en de combinatie van de beste behandelingen weergegeven.

### 2.2.2.1 Belichtingswijze

In tabel 12 en 13 is gemiddeld over alle behandelingen met een verschillende plantdichtheid de productie en kwaliteit per belichtingswijze weergegeven vroeg (per 14 maart 2004) en aan het einde van de teelt (3 mei 2004).

Tabel 12: Productie en kwaliteit gemiddeld over alle behandelingen in de tweede **traditionele teelt** bij de boven- en tussenbelichting tot en met respectievelijk week 11 (na circa 3 oogstweken = vroeg) en week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Belichtingswijze	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Bovenbelichting	31,5	82,2	12,7	34,6	409	421	6,2	14,7	0,3	1,7
Tussenbelichting	30,4	80,7	11,7	33,7	390	418	3,5	13,1	0,1	1,2

- Zowel vroeg als aan het einde van de eerste teelt ligt de productie in stuks en kilos bij de tussenbelichting iets achter op die van de bovenbelichting. Het verschil is zowel vroeg als laat ruim één vrucht en één kilo per vierkante meter. Na 10 oogstweken is het verschil procentueel gezien respectievelijk 2 en 3%.
- In de eerste oogstweken zijn de vruchten bij de tussenbelichting zo'n 20 g lichter dan bij de bovenbelichting.
- Het percentage klasse 2 vruchten en de hoeveelheid stek is relatief hoog. Het percentage klasse 2 en de hoeveelheid stek is lager bij de tussenbelichting.

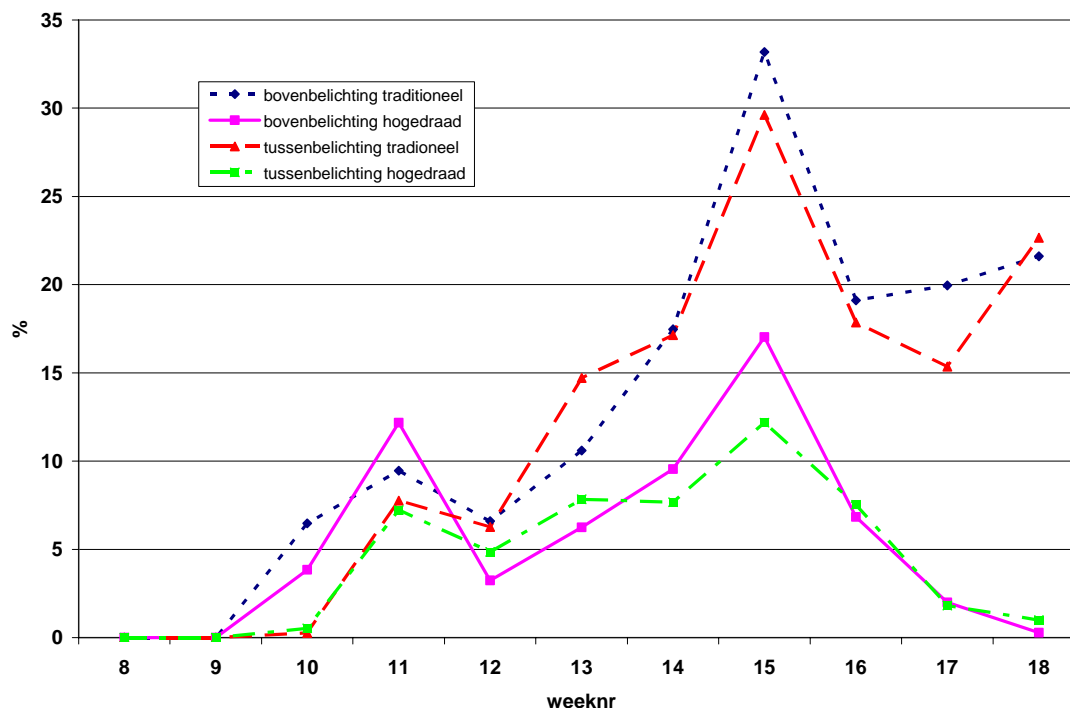
Tabel 13: Productie en kwaliteit gemiddeld over alle behandelingen in de tweede **hogedraadteelt** bij de boven- en tussenbelichting tot en met respectievelijk week 11 (na circa 3 oogstweken = vroeg) en week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Belichtingswijze	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Bovenbelichting	26,6	102,1	10,5	42,0	398	414	6,5	5,8	0,1	0,3
Tussenbelichting	25,4	101,1	9,8	41,0	390	308	3,1	4,8	0,2	0,4

- Zowel vroeg als aan het einde van de teelt ligt de productie in stuks en kilos bij de tussenbelichting circa één vrucht en één kilo achter op die van de bovenbelichting. Het verschil is dus niet groot. In procenten uitgedrukt is dit bij de stuks en kilos respectievelijk 1 en 2%.
- De vruchten zijn bij de tussenbelichting iets minder zwaar dan bij de bovenbelichting.
- Het percentage klasse 2 vruchten is bij de tussenbelichting vroeg fors lager en laat iets lager dan bij de bovenbelichting.
- De totale hoeveelheid stek is gering. Dit geldt ook voor de verschillen tussen beide belichtingswijzen.

Zowel bij de traditionele als hogedraadteelt is de productie bij de tussenbelichting dus iets lager.

In figuur 5 is het percentage klasse 2-vruchten weergegeven bij de boven- en tussenbelichting bij zowel de traditionele als hogedraadteelt.



Figuur 5: Het percentage klasse 2 vruchten per week bij de tweede traditionele en hogedraadteelt bij zowel de boven- als tussenbelichting.

- Vooral in week 10 en 11 en ook later nog is het percentage klasse 2 vruchten zowel bij de traditionele als hogedraadteelt lager bij de tussenbelichting dan bij de bovenbelichting.
- Bij de traditionele teelt loopt het percentage klasse 2 vruchten tot week 15 sterk op en blijft daarna met rond de 20% op een hoog niveau.
- Bij de hogedraadteelt zijn er twee weken met een percentage klasse 2 hoger dan 10%, namelijk in week 11 en week 15. In tegenstelling tot de traditionele teelt neemt het percentage daarna fors af tot bijna 0% in de laatste oogstweek.

### 2.2.2.2 Teeltsysteem

In tabel 14 is de productie en kwaliteit per teeltsysteem weergegeven bij de boven- en tussenbelichting gemiddeld over alle behandelingen zowel vroeg (14 maart 2004) als aan het einde van de teelt (3 mei 2004).

Tabel 14: Productie en kwaliteit bij de traditionele en hogedraadteelt gemiddeld over alle behandelingen tot en met respectievelijk week 11 (na circa 3 oogstweken = vroeg) en week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Teeltsysteem	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Traditioneel	31,0	81,4	12,3	34,2	400	420	4,9	13,7	0,2	1,5
Hogedraad	26,0	101,6	10,2	41,5	394	411	4,8	5,3	0,2	0,4

- Vroeg is de productie in stuks en kilos hoger bij de traditionele teelt dan bij de hogedraadteelt. Op het einde van de teelt is de productie bij de hogedraad echter duidelijk het hoogst. De meerproductie in stuks en kilos bedraagt gemiddeld respectievelijk 20 stuks en ruim 7 kilo per vierkante meter. In percentages uitgedrukt is dit respectievelijk 25 en 21%.
- Zowel vroeg als aan het einde van de teelt zijn de vruchten in de traditionele teelt iets zwaarder.
- In de hogedraadteelt wordt er veel minder klasse 2 en stek geoogst.

### 2.2.2.3 Plant/stengeldichtheid

In tabel 15 en 16 is gemiddeld over de plantbelastingsbehandelingen en belichtingswijzen de productie en kwaliteit per plant/stengeldichtheid weergegeven zowel vroeg (per 14 maart 2004) als aan het einde van de teelt (3 mei 2004).

Tabel 15: Productie en kwaliteit per plantdichtheid bij de tweede **traditionele teelt** gemiddeld over alle behandelingen tot en met respectievelijk week 11 (na circa 3 oogstweken = vroeg) en week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Plantdichtheid	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
2,0 planten/m <sup>2</sup>	29,1	76,9	11,7	32,4	405	423	5,3	14,9	0,1	1,2
2,6 planten/m <sup>2</sup>	32,9	86,2	12,8	35,9	394	416	4,5	13,0	0,4	1,8

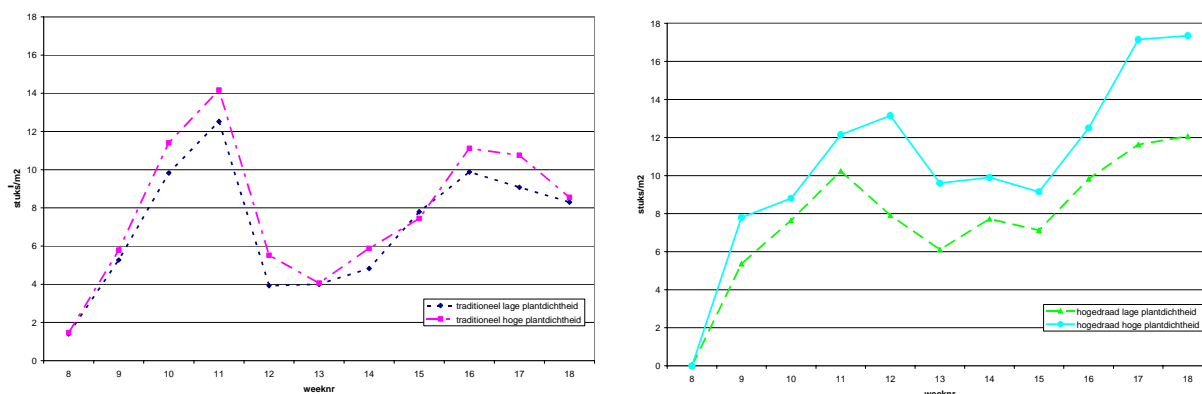
- Bij een hoge plantdichtheid worden er vroeg bijna 4 vruchten/m<sup>2</sup> ofwel ruim 1 kilo/m<sup>2</sup> meer geoogst. Aan het einde van de tweede teelt bedraagt de meerproductie bij de hoogste plantdichtheid in stuks en kilos respectievelijk ruim 9 vruchten en 3,5 kilo/m<sup>2</sup>. In procenten uitgedrukt is het verschil 11 à 12%.
- Bij een hogere plantdichtheid worden de vruchten wat minder zwaar.
- Een hogere plantdichtheid geeft zeker niet meer klasse 2 vruchten.
- De hoeveelheid stek neemt bij een hogere plantdichtheid zowel vroeg als laat wat toe.

Tabel 16: Productie en kwaliteit per stengeldichtheid bij de tweede **hogedraadteelt** gemiddeld over alle behandelingen tot en met respectievelijk week 11 (na circa 3 oogstweken = vroeg) en week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Stengeldichtheid	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
3,0 stengels/m <sup>2</sup>	23,3	85,7	9,3	36,3	402	423	2,8	5,0	0,1	0,2
4,0 stengels/m <sup>2</sup>	28,8	117,6	11,0	46,8	386	399	6,9	5,6	0,4	0,6

- Door eenderde meer stengels per m<sup>2</sup> aan te houden, stijgt de vroege productie in stuks met 24% en aan het eind met 37%.
- Bij de hoge stengeldichtheid neemt het aantal kilos vroeg en aan het einde van de teelt met respectievelijk 18 en 29% toe.
- De iets geringere relatieve toename in kilos ten opzichte van in stuks, wordt veroorzaakt door een circa 20 g lager vruchtgewicht bij de hoge stengeldichtheid.
- Vroeg wordt er meer klasse 2 geoogst bij de hoogste stengeldichtheid. Ook is het gewicht aan stek wat hoger. Aan het einde van de teelt is het verschil in klasse 2 gering.

In de volgende figuur is de productie in de tweede teelt bij twee plantdichtheden bij de traditionele en hogedraadteelt weergegeven.



Figuur 6: Verloop van de stuksproductie bij een plantdichtheid van 2,0 en 2,6 planten/m<sup>2</sup> bij de traditionele teelt (links) en een stengeldichtheid van 3,0 en 4,0 stengels/m<sup>2</sup> bij de hogedraadteelt in de tweede teelt (rechts).

- Bij de traditionele teelt is vrijwel elke week de productie hoger bij de hogere plantdichtheid.
- Bij de hogedraad ligt de stuksproductie bij de hoogste stengeldichtheid elke week hoger. Met name in de laatste twee teeltweken zijn de verschillen groot. De productie ligt dan zo'n vijf vruchten per m<sup>2</sup> hoger bij een stengeldichtheid van 4,0 in vergelijking met 3,0 stengels/m<sup>2</sup>.

Evenals in de eerste teelt (=novemberplanting) lijkt een interactie te zijn tussen de belichtingswijze en de plantdichtheid. Dit wordt in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 17: De productie in stuks en kilos per **plant/stengeldichtheid bij de boven- en tussenbelichting** bij beide teeltsystemen aan het einde van de tweede teelt.

Plant/stengeldichtheid	Stuks/m <sup>2</sup>				Kg/m <sup>2</sup>			
	Traditioneel		Hogedraad		Traditioneel		Hogedraad	
	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen
Laag	79,0	74,7	86,8	84,5	33,5	31,4	37,0	35,5
Hoog	85,5	86,8	117,4	117,7	35,7	36,0	47,0	46,6
% verschil	+8	+16	+35	+39	+2	+15	+27	+31

- Vooral bij de traditionele teelt en in mindere mate bij de hogedraadteelt wordt de productie extra verhoogd door nauwer te planten.

#### 2.2.2.4 Plantbelasting

In tabel 18 en 19 is gemiddeld over de twee behandelingen met een verschillende plantdichtheid en belichtingswijze de productie en kwaliteit per plantbelasting weergegeven zowel vroeg (per 14 maart 2004) als aan het einde van de teelt (3 mei 2004).

Tabel 18: Productie en kwaliteit per plantbelasting bij de tweede **traditionele teelt** gemiddeld over de belichtings- en plantdichtheidsbehandelingen tot en met respectievelijk week 11 (na circa 3 oogstweken = vroeg) en week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Plantbelasting	Stuks/m <sup>2</sup>		Kg/m <sup>2</sup>		Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>		
	(klasse I + II)		(klasse I + II)			Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind						
9 stamvruchten	28,3	82,8	11,7	35,8	414	432	4,7	14,3	0,1	1,1
16 stamvruchten	33,6	80,1	12,8	32,5	385	407	5,1	13,4	0,4	1,8

- Op de vroege peildatum ligt de productie hoger bij meer stamvruchten aanhouden.
- Aan het einde van de teelt is de productievoorsprong omgedraaid in een productieachterstand van zo'n 9% (kilos) bij een hoge plantbelasting.



- Bij veel stamvruchten aanhouden blijven de vruchten gemiddeld zo'n 25 g kleiner.
- Bij een hoge plantbelasting wordt er zowel vroeg als laat meer stek geoogst.

Tabel 19: Productie en kwaliteit per plantbelasting bij de tweede **hogedraadteelt** gemiddeld over de belichtings- en plantdichtheidsbehandelingen tot en met respectievelijk week 11 (na circa 3 oogstweken = vroeg) en week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Plantbelasting	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% klasse II/m <sup>2</sup>		Kg stek/m <sup>2</sup>	
	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind	Vroeg	Eind
Een op twee eruit	26,1	101,2	10,3	41,9	399	416	4,3	5,4	0,1	0,2
Een op drie eruit	26,0	102,0	10,0	41,2	389	407	5,4	5,1	0,3	0,5

- In de tweede teelt biedt meer vruchten aanhouden zowel vroeg als aan het eind gemiddeld geen voordeel op qua aantal vruchten of kilos.
- Bij een hogere plantbelasting blijven de vruchten fijner. Het verschil is circa 10 g per vrucht.
- Het verschil in kwaliteit tussen de behandelingen is gering.

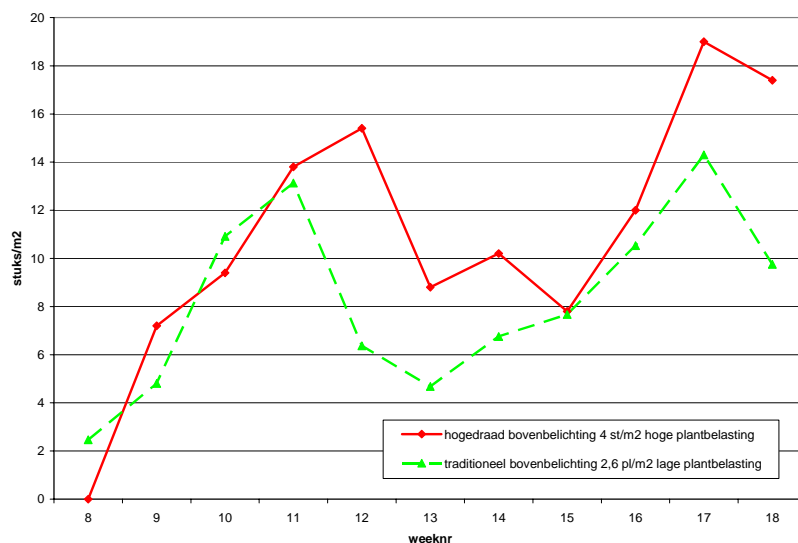
### 2.2.2.5 Combinatie van optimale behandelingen

In de volgende tabel en figuur zijn de producties van de optimale behandelingen weergegeven.

Tabel 20: Eindproductie bij de optimale combinatie van behandelingen in de tweede traditionele en hogedraadteelt tot en met week 18 (na zo'n 10 oogstweken = einde teelt).

Optimale behandeling	Stuks/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Kg/m <sup>2</sup> (klasse I + II)	Gemiddeld vruchtgewicht (g)	% klasse II/m <sup>2</sup>	Kg stek/m <sup>2</sup>
Traditioneel: bovenbelichting, 2,6 pl/m <sup>2</sup> en 9 stamvruchten	91,4	39,5	432	13,8	1,8
Hogedraad: bovenbelichting, 4,0 st/m <sup>2</sup> en 1 op 3 eruit	121,0	47,5	392	5,6	0,7

- De optimale combinatie van behandelingen heeft bij de hogedraad circa 30 vruchten ofwel 8 kilo per vierkante meter meer gegeven dan de traditionele teelt. Het procentuele verschil in vruchten en kilos bedraagt respectievelijk 32 en 25%.
- De vruchten in de traditonele teelt zijn 30 g zwaarder.
- Bij de beste behandeling in de hogedraadteelt wordt veel minder klasse 2 en stek geoogst.



Figuur 7: De weekproductie in stuks/m<sup>2</sup> bij de optimale behandeling in de hogedraad en traditionele teelt.

In de eerste vier oogstweken is er niet zoveel verschil in stuksproductie tussen de traditionele en hogedraadteelt. In de vijfde oogstweek (week 12) valt de productie bij de traditionele teelt sterk terug en blijft een aantal weken op een relatief laag niveau. Bij de hogedraadteelt zakt de productie veel minder sterk terug. In de laatste oogstweken is de productie in de hogedraadteelt met rond de 18 vruchten/m<sup>2</sup> duidelijk hoger dan in de traditionele teelt.

### 2.2.3 Vruchtkwaliteit

In de tabellen 21, 22, 23 en 24 is respectievelijk de invloed van het teeltsysteem, belichtingswijze, plant/stengeldichtheid en plantbelasting op de kwaliteit in twee beoordelingsperiodes weergegeven.

*Tabel 21:* De invloed van het teeltsysteem op de verschillende kwaliteitsaspecten zoals beoordeeld in week 11 en 14/15 gemiddeld over de verschillende behandelingen.

Teeltsysteem	Vorm			Kleur			Lengte			Algemeen oordeel		
	Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.
Traditioneel	7,3	6,9	7,2	7,6	6,8	7,2	6,9	7,1	7,0	7,4	6,8	7,1
Hogedraad	6,6	7,7	7,2	6,8	7,1	6,9	6,9	7,9	7,4	6,7	7,3	7,0

- De vorm is in de traditionele teelt in week 11 beter en in week 14/15 slechter dan bij de hogedraadteelt.
- De kleur is in week 11 in de traditionele teelt duidelijk beter, maar 3 weken later is deze iets minder dan in de hogedraadteelt.
- De komkommers uit de hogedraadteelt zijn in week 14/15 duidelijk langer.
- Qua algemeen oordeel scoort de traditionele teelt in week 11 beter en later in de tijd juist slechter. Gemiddeld is er over de betreffende beoordelingsweken nauwelijks verschil.

*Tabel 22:* De invloed van de belichtingswijze per teeltsysteem op de verschillende kwaliteitsaspecten zoals beoordeeld in week 11 en 14/15 gemiddeld over de plant/stengeldichtheden en plantbelastingen.

Teelt-systeem	Wijze van belichten	Vorm			Kleur			Lengte			Algemeen oordeel		
		Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.
Traditioneel	Boven	7,0	6,7	6,8	6,8	6,2	6,5	7,1	7,1	7,1	6,9	6,4	6,7
	Tussen	7,5	7,1	7,3	8,3	7,3	7,8	6,7	7,1	6,9	7,9	7,2	7,6
Hogedraad	Boven	6,4	7,6	7,0	5,9	6,3	6,1	6,8	7,8	7,3	6,1	6,8	6,5
	Tussen	6,8	7,7	7,3	7,6	7,9	7,8	6,9	8,0	7,4	7,2	7,8	7,6
Gemiddeld	Boven	6,7	7,1	6,9	6,4	6,3	6,3	7,0	7,5	7,2	6,5	6,6	6,6
	Tussen	7,2	7,4	7,3	8,0	7,6	7,8	6,8	7,6	7,2	7,6	7,6	7,6

- In beide beoordelingsweken is zowel bij de traditionele als hogedraadteelt de vorm beter bij de tussenbelichting dan bij de bovenbelichting.
- De komkommers hebben een veel betere kleur bij tussenbelichting dan bij bovenbelichting. Het verschil is 1,5 punt.
- De belichtingswijze heeft weinig invloed op de vruchtlengte.

*Tabel 23:* De invloed van de plant/stengeldichtheid per teeltsysteem op de verschillende kwaliteitsaspecten zoals beoordeeld in week 11 en 14/15 gemiddeld over de belichtingswijzen en plantbelastingen.

Teelt-systeem	Plant/stengel-dichtheid	Vorm			Kleur			Lengte			Algemeen oordeel		
		Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.	Week 11	Week 14/15	Gem.
Traditioneel	Laag	7,3	7,0	7,1	7,7	6,9	7,3	6,9	7,3	7,1	7,6	6,9	7,2
	Hoog	7,2	6,8	7,0	7,4	6,7	7,0	6,9	6,9	6,9	7,3	6,7	7,0
Hogedraad	Laag	7,1	7,6	7,4	7,2	7,4	7,3	7,0	7,9	7,5	7,2	7,5	7,3
	Hoog	6,2	7,7	6,9	6,4	6,8	6,6	6,7	7,9	7,3	6,2	7,2	6,7
Gemiddeld	Laag	7,2	7,3	7,3	7,5	7,2	7,3	7,0	7,6	7,3	7,4	7,2	7,3
	Hoog	6,7	7,2	7,0	6,9	6,8	6,8	6,8	7,4	7,1	6,7	7,0	6,8

- Bij de hogedraadteelt in week 11 is de vorm bij een hoge stengeldichtheid duidelijk het minst. Zo'n drie weken later zijn er geen verschillen meer. De plantdichtheid heeft bij de traditionele teelt weinig effect op de vorm.
- Een hoge plant/stengeldichtheid geeft bij de traditionele teelt een iets minder gekleurde vrucht. Bij de hogedraadteelt is het verschil tussen beide stengeldichtheden groter: een lichtere kleur bij meer stengels.
- Bij een hogere plant- of stengeldichtheid lijken de vruchten in het algemeen iets korter te zijn.
- Vooral in de eerste beoordelingsperiode is het algemeen oordeel bij de hogedraadteelt bij de hoogste stengeldichtheid het laagst. Bij de traditionele teelt is er ook iets verschil ten nadele van de hoogste plantdichtheid.

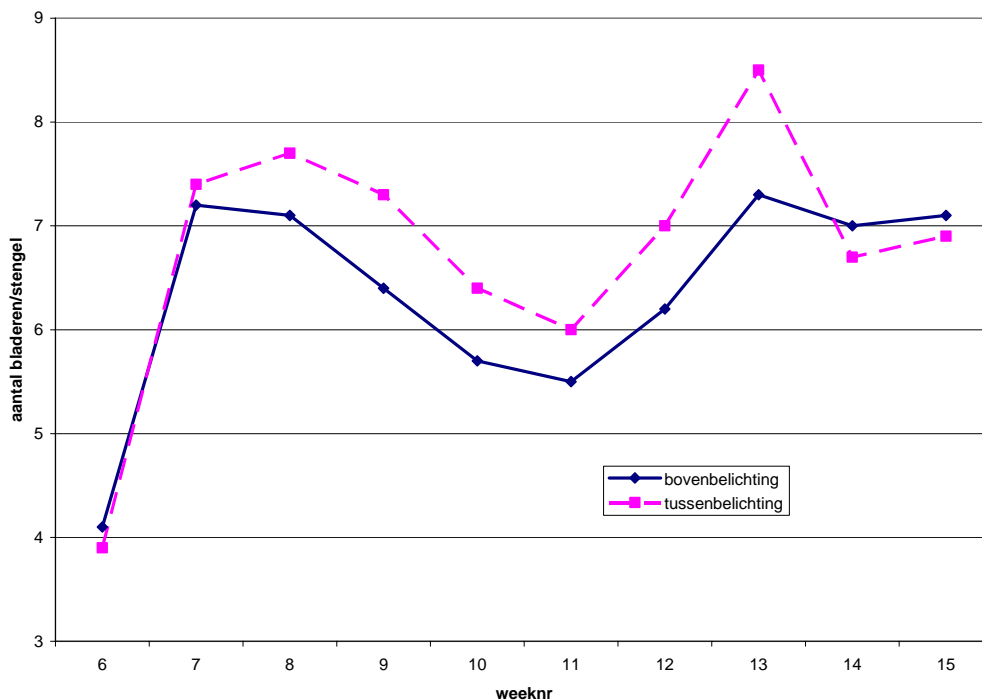
*Tabel 24:* De invloed van de plantbelasting per teeltsysteem op de verschillende kwaliteitsaspecten zoals beoordeeld in week 11 en 14/15 gemiddeld over de belichtingswijzen en plant/stengeldichtheden.

Teelt-systeem	Plantbelasting	Vorm			Kleur			Lengte			Algemeen oordeel		
		Wk 11	Wk 14/15	Gem	Wk 11	Wk 14/15	Gem	Wk 11	Wk 14/15	Gem	Wk 11	Wk 14/15	Gem
Traditioneel	Laag	7,6	6,7	7,2	7,6	6,9	7,3	7,1	7,0	7,1	7,6	6,8	7,2
	Hoog	6,9	7,0	7,0	7,5	6,7	7,1	6,7	7,2	6,9	7,2	6,8	7,0
Hogedraad	Laag	7,0	7,6	7,3	6,9	7,0	6,9	7,1	7,9	7,5	6,9	7,2	7,1
	Hoog	6,3	7,7	7,0	6,7	7,2	7,0	6,7	8,0	7,3	6,5	7,5	7,0
Gemiddeld	Laag	7,3	7,2	7,2	7,2	7,0	7,1	7,1	7,5	7,3	7,2	7,0	7,1
	Hoog	6,6	7,4	7,0	7,1	7,0	7,0	6,7	7,6	7,1	6,9	7,2	7,0

- Een hoge plantbelasting leidt in week 11 zowel bij de traditionele als hogedraadteelt tot een mindere vruchtvorm. Enkele weken later is dit effect niet meer zichtbaar.
- De plantbelasting heeft weinig effect op de vruchtkleur.
- De vruchten zijn in week 11 bij een hoge plantbelasting iets korter.
- In week 11 is het algemeen oordeel bij een hoge plantbelasting bij beide teeltsystemen iets lager.

## 2.2.4 Aantal bladeren

In de volgende figuur is het verloop van het aantal bladeren per week bij de boven- en tussenbelichting weergegeven.



Figuur 8: Aantal gevormde bladeren per stengel per week bij de boven- en tussenbelichting in de tweede hogedraadteelt.

Van week 7 tot en met week 13 ligt het aantal gevormde bladeren bij de tussenbelichting boven het aantal bladeren bij de bovenbelichting. Dit resulteert in een gemiddeld aantal bladeren gedurende de waarnemingsweken bij de boven- en tussenbelichting van respectievelijk 6,4 en 6,8 bladeren per week. Bij het planten was het aantal bladeren respectievelijk 7,9 en 8,8. De plant is in week 17 getopt. In totaal waren er gedurende de gehele teelt bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk zo'n 71 en 76 bladeren per hoofdstengel gevormd.

## 2.2.5 Plantlengte

In de traditionele teelt was de internodielengte kleiner bij de tussenbelichting dan bij de bovenbelichting. Dit was te zien aan het aantal bladeren onder de gewasdraad. Bij de boven- en tussenbelichting waren er respectievelijk circa 21 en 23 bladeren onder de draad.

Ook in de hogedraadteelt waren de planten bij de bovenbelichting langer. De plantlengte aan het einde van de teelt was bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk 8,07 en 7,64 m per stengel. Bij de tussenbelichting waren er zo'n 7,5% meer bladeren gevormd (zie vorige paragraaf). De internodielengte bij de boven- en tussenbelichting kwam hierdoor uit op respectievelijk 11,3 en 10,0 cm. Dit is een paar centimeters meer dan in de eerste teelt.

## 2.2.6 Abortie

Evenals in de eerste teelt is op basis van het aantal waargenomen bladeren en het aantal geogoste vruchten (klasse 1 en 2), het totale percentage geaborteerde vruchten berekend. Hierbij zijn de stekvruchten ook gerekend tot de geaborteerde vruchten. De waarnemingen van de bladeren zijn verricht bij de hoogste stengeldichtheid (4 stengels/m<sup>2</sup>). Door ervan uit te gaan dat het aantal gevormde bladeren

per stengel bij de lage stengeldichtheid (3,0 stengels/m<sup>2</sup>) gelijk was aan die bij de hoge plantdichtheid, is de abortie bij de lage stengeldichtheid ingeschat.

In tabel 25 is het berekende percentage geaborteerde vruchten weergegeven bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met een lage en hoge plantbelasting bij de twee plantdichtheden.

Tabel 25: De abortie in procenten per stengeldichtheid bij de boven- en tussenbelichting in combinatie met de twee snoeibehandelingen.

Plantbelasting	3,0 stengels/m <sup>2</sup>		4,0 stengels/m <sup>2</sup>	
	Bovenbelichting	Tussenbelichting	Bovenbelichting	Tussenbelichting
Een op twee eruit	1	20	6	12
Een op drie eruit	32	33	26	33
<i>Gemiddeld</i>	<i>17</i>	<i>27</i>	<i>16</i>	<i>23</i>

- Bij de tussenbelichting aborteren er meer vruchtjes dan bij de bovenbelichting. Gemiddeld is het abortiepercentage bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk zo'n 17 en 25%.
- Het effect van de stengeldichtheid op de abortie varieert.
- Minder dunnen geeft duidelijk meer abortie. Gemiddeld over alle behandelingen is het abortiepercentage bij weinig en veel dunnen respectievelijk circa 10 en 30%.
- Vooral bij de combinatie bovenbelichting en lage plantbelasting (om en om dunnen) treedt er bij beide stengeldichtheden weinig abortie op.

### 2.2.7 Aantal bladeren per vrucht

Omdat het aantal bladeren en geogste vruchten bekend zijn, kan het aantal bladeren per vrucht worden berekend. In de volgende tabel is dit weergegeven.

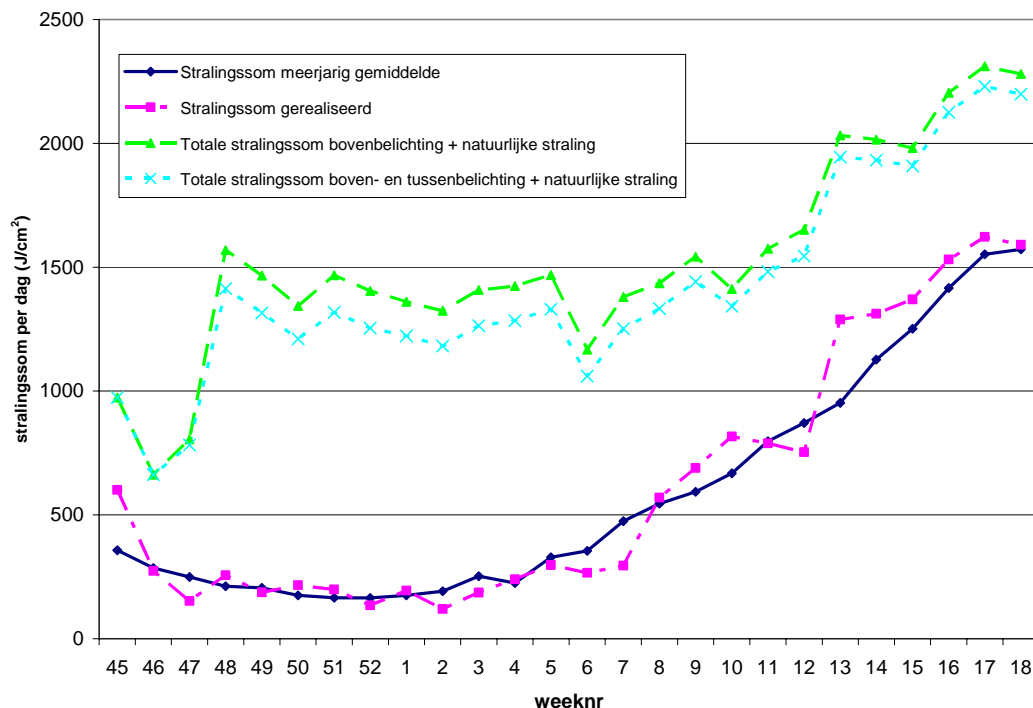
Tabel 26: Aantal bladeren per geogste vrucht per stengeldichtheid in combinatie met de twee plantbelastingen en belichtingswijzen.

Plantbelasting	3,0 stengels/m <sup>2</sup>		4,0 stengels/m <sup>2</sup>		Gemiddeld	
	Bovenbelichting	Tussenbelichting	Bovenbelichting	Tussenbelichting	Bovenbelichting	Tussenbelichting
Een op twee eruit	2,02	2,48	2,13	2,28	2,08	2,38
Een op drie eruit	2,21	2,24	2,24	2,24	2,23	2,24
<i>Gemiddeld</i>	<i>2,12</i>	<i>2,36</i>	<i>2,19</i>	<i>2,26</i>	<i>2,16</i>	<i>2,31</i>

- Bij de tussenbelichting zijn er voor dezelfde hoeveelheid vruchten iets meer bladeren nodig dan bij de bovenbelichting. Het aantal bladeren per vrucht bij de boven- en tussenbelichting is gemiddeld respectievelijk 2,2 en 2,3 bladeren per vrucht. De verschillen zijn echter veel minder groot dan in de eerste teelt.
- Gemiddeld zijn er geen verschillen bij de beide plantbelastingen in aantal bladeren per vrucht. Bij beide behandelingen komt het gemiddeld uit op 2,2 bladeren per vrucht.
- De plantdichtheid heeft geen effect op het aantal bladeren per vrucht.

## 2.3 Stralingsom en productie beide teelten

Voor beide teelten is berekend wat de hoeveelheid licht is geweest van de lampen omgerekend naar de buitenomstandigheden. Het verloop van de gerealiseerde natuurlijke instraling, het meerjarig gemiddelde en de totale stralingsom van de lampen en de natuurlijke instraling is weergegeven in figuur 9.



Figuur 9: Het verloop van de gemiddelde stralingsom per dag van de natuurlijke instraling, het meerjarig gemiddelde van de instraling en de totale stralingsom van beide belichtingswijzen in combinatie met de natuurlijke instraling per week weergeven.

- Weken met relatief weinig natuurlijke instraling waren de week 47, 2, 3, 6, 7 en 12. Relatief veel instraling ten opzichte van het gemiddelde was er in week 45, 9, 10 en 13 tot en met 15.
- In de eerste drie weken van de eerste teelt hebben de lampen maar deels gebrand (zie paragraaf 3.1.1). De totale stralingsom is dan ook laag. Er is in deze periode dan ook geen verschil in stralingsom tussen de boven- en tussenbelichting.
- In de weken erna is de stralingsom relatief stabiel en schommelt rond de 1300 à 1400 J/cm<sup>2</sup>/dag.
- In week 6 is gestart met een nieuwe teelt. Direct na het planten is toen iets minder belicht, wat tot uiting komt in de stralingsom voor de betreffende week.
- Naarmate de tijd vordert, neemt het relatieve aandeel van de lampen in de totale straling af. Er is immers steeds meer natuurlijke instraling en de lampen gaan eerder uit. Hierdoor wordt ook het absolute verschil in stralingsom tussen de boven- en tussenbelichting kleiner.

De gemiddelde stralingsom per dag in de eerste teelt komt bij de boven- en tussenbelichting uit op respectievelijk 12494 en 1177 J/cm<sup>2</sup>. Deze stralingsom komt ongeveer overeen met de normale instraling in respectievelijk week 15 en 14. Het relatieve aandeel van de lampen in de totale straling komt in de eerste teelt uit op zo'n 82%.

In de tweede teelt is de gemiddelde stralingsom per dag bij beide belichtingswijzen respectievelijk 1742 en 1653 J/cm<sup>2</sup>. Dit komt globaal overeen met de normale instraling in respectievelijk week 19 en 18. Het relatieve aandeel van de lampen in de totale straling komt in de tweede teelt uit op ongeveer 42%.

In tabel 27 is voor beide teelten de hoeveelheid licht welke benodigd is voor één kilo komkommers bij de beste behandelingen per teeltsysteem en belichtingswijze weergegeven.

Tabel 27: Berekening per teelt van de benodigde hoeveelheid licht omgerekend naar straling **buiten de kas** in J/cm<sup>2</sup> voor de productie van één kilo komkommers bij de beste behandelingen per teeltsysteem en belichtingswijze.

Teelt	Productie in kg/m <sup>2</sup> beste behandeling traditioneel		Productie in kg/m <sup>2</sup> beste behandeling hogedraad		Stralingssom per kilo traditioneel (J/cm <sup>2</sup> )		Stralingssom per kilo hogedraad (J/cm <sup>2</sup> )	
	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen
1 <sup>e</sup> teelt	27,3	27,8	33,3	(25,0)	4312	3853	3535	(4284)
2 <sup>e</sup> teelt	39,5	36,7	47,5	47,1	4014	4099	3338	3194

- Vooral de lage productie en daarmee de relatief grote hoeveelheid straling die benodigd is voor één kilo komkommers bij de tussenbelichting hogedraad in de eerste teelt is opvallend. Dit heeft te maken met de verticale stand van de TL-buizen in de eerste teelt. In de tweede teelt hingen deze horizontaal.
- Als de hogedraadbehandeling met tussenbelichting er uit wordt gelaten, dan is te zien dat in beide hogedraadteelten veel efficiënter met het licht wordt omgegaan dan in de traditionele teelt. Bij de hogedraad ligt het aantal Joules benodigd voor één kilo komkommers gemiddeld rond de 3400 en bij de traditionele teelt rond de 4100 J/cm<sup>2</sup>.

Beter is om de instraling uit te drukken in hoeveel mol lichtdeeltjes (fotonen) per vierkante meter welke nodig is voor één kilo komkommers. De hoeveelheid licht is nu omgerekend naar de straling **in** de kas. De totale hoeveelheid licht uitgedrukt in PAR (fotosynthetisch actieve straling) in de kas komt bij de boven- en tussenbelichting in de eerste teelt uit op in totaal respectievelijk 1452 en 1323 mol PAR/m<sup>2</sup> PAR. Bij de tweede teelt is de hoeveelheid PAR-licht in de kas bij beide belichtingswijzen respectievelijk 2378 en 2258 mol PAR/m<sup>2</sup>. Het verschil in PAR tussen de boven- en tussenbelichting komt in de eerste en tweede teelt daarmee uit op respectievelijk 9 en 5%. Het lagere percentage in de tweede teelt heeft te maken met het geringere aandeel van de belichting in de totale straling in deze teelt.

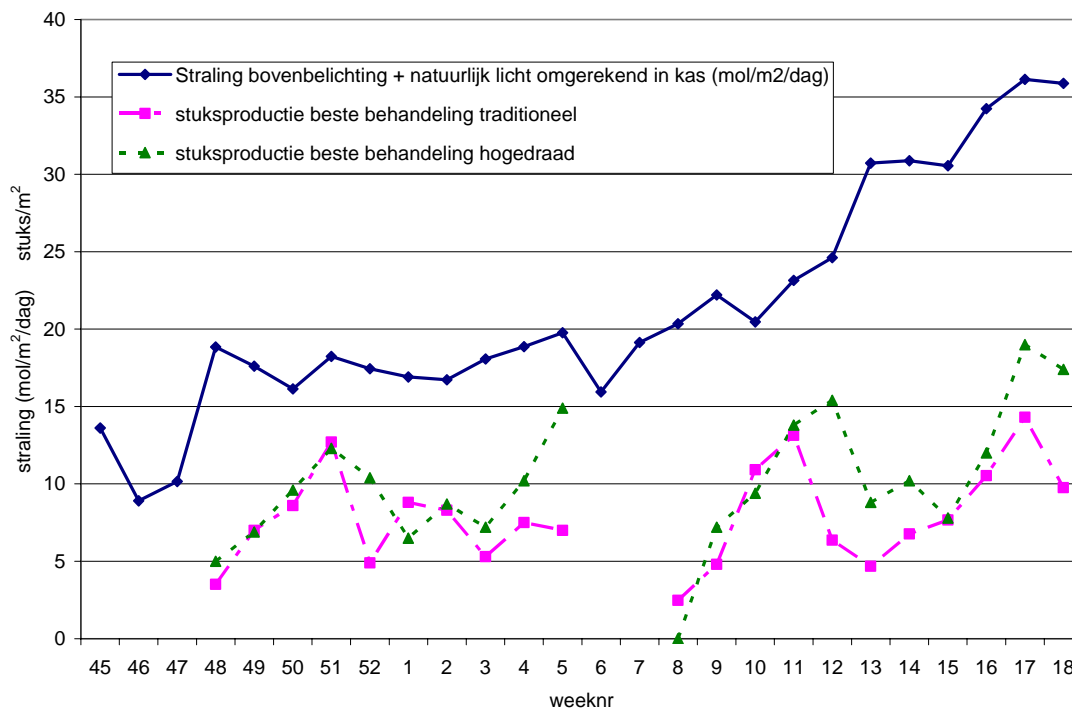
In de volgende tabel is voor beide teelten de hoeveelheid PAR-licht in de kas weergegeven die benodigd is voor één kilo komkommers bij de beste behandelingen per teeltsysteem en belichtingswijze.

Tabel 28: Berekening per teelt van de benodigde hoeveelheid licht omgerekend naar mol/m<sup>2</sup> PAR **in de kas** die nodig is voor de productie van één kilo komkommers bij de beste behandelingen per teeltsysteem en belichtingswijze.

Teelt	Productie in kg/m <sup>2</sup> beste behandeling traditioneel		Productie in kg/m <sup>2</sup> beste behandeling hogedraad		Stralingssom per kilo traditioneel (mol/m <sup>2</sup> )		Stralingssom per kilo hogedraad (mol/m <sup>2</sup> )	
	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen	Boven	Tussen
1 <sup>e</sup> teelt	27,3	27,8	33,3	(25,0)	53,2	47,6	43,6	(52,29)
2 <sup>e</sup> teelt	39,5	36,7	47,5	47,1	60,2	61,5	50,1	47,9

- Met uitzondering van de tussenbelichting in de eerste teelt, is er per kilo meer PAR-licht nodig in de traditionele dan in de hogedraadteelt. Gemiddeld komt de hoeveelheid PAR per kilo in de traditionele en hogedraadteelt uit op respectievelijk circa 58 en 47 mol/m<sup>2</sup>. Bij deze berekening is de tussenbelichting in de eerste teelt niet meegenomen. De lichtefficiëntie in de hogedraad is circa 19% beter dan in de traditionele teelt.
- In de tweede teelt gaat de plant minder efficiënt om met de hoeveelheid licht dan in de eerste teelt. Gemiddeld bedraagt de hoeveelheid PAR per kilo komkommers in de eerste en tweede teelt respectievelijk 48 en 55 mol/m<sup>2</sup>. Relatief gezien is het verschil 14%.

In de volgende figuur is van de beste behandelingen van de traditionele en hogedraadteelt in beide teelten de productie in stuks per week uitgezet in combinatie met de gemiddelde stralingssom per dag in de kas.



Figuur 10: Stuksproductie van de beste behandelingen per teeltsysteem in de eerste en tweede teelt en de gemiddelde stralingsom per dag.

Er lijkt enige relatie te zijn tussen de stuksproductie en de totale instraling. In de tweede teelt ligt de productie veelal op een hoger niveau dan in de eerste teelt. Opvallend is wel dat er in beide teelten na zo'n vier weken bij de twee teeltsystemen een terugval ontstaat in de productie. Bij de hogedraad duurt deze terugval ongeveer drie weken.

## 2.4 Jaarproductie

Mede op basis van de gerealiseerde producties bij de beste behandelingen in de proef, kan een inschatting worden gemaakt van de productie die er in een geheel jaar mogelijk zou moeten zijn. Hierbij wordt uitgegaan van in totaal drie teelten. De derde teelt zou dan lopen van week 19 tot en met 44.

Door te extrapoleren kwam een teler op grond van een door hem gerealiseerde productie in een kortere periode met een teelt aan de hogedraad tot een productieniveau van 63,2 kilo ofwel 141 komkommers/m<sup>2</sup>. Het gemiddelde vruchtgewicht was 450 g.

Omdat de lampen er toch hangen kan hiervan in deze periode ook gebruik gemaakt worden onder bijvoorbeeld donkere weersomstandigheden. Stel dat in deze periode nog 200 uur wordt belicht. Uit de hoeveelheid benodigde stralingsom per kilo komkommers (zie paragraaf 3.3), kan worden afgeleid dat de extra productie door deze belichting circa 3 kilo/m<sup>2</sup> bedraagt. De productie in de derde teelt komt dan uit op ruim 66 kilo ofwel 147 stuks/m<sup>2</sup>. In de volgende tabel wordt de productie in de verschillende teelten weergegeven.



Tabel 29: Gerealiseerde productie in de eerste en tweede teelt (respectievelijk herfst/winter en voorjaar) bij de beste behandeling in de hogedraadteelt en de deels ingeschatte productie in een vervolgteelt inclusief 200 uur belichten.

Teeltperiode	Plantweek	Week einde teelt	Totaalproductie (stuks/m <sup>2</sup> )	Weekproductie (stuks/m <sup>2</sup> )	Kiloproductie (kilo/m <sup>2</sup> )	Gemiddeld vruchtgew. (g)
Herfst/winter	45	5	92	9,1	33,3	365
Voorjaar	6	18	121	12,1	47,5	393
Zomer	19	44	147	6,4	66,2	450
<i>Totaal/gem.</i>			<i>360</i>	<i>8,4</i>	<i>147</i>	<i>408</i>

- In drie hogedraadteelten met zo'n 3000 uur belichten zou het mogelijk moeten zijn om een jaarproductie te realiseren van 360 komkommers ofwel 147 kilo per vierkante meter.
- De gemiddelde weekproductie in de weken dat er geoogst wordt, zou dan komen op bijna 8,5 vrucht/m<sup>2</sup>.

## 2.5 Economische evaluatie belichting

### 2.5.1 Combinaties van behandelingen

Zoals hiervoor is beschreven, zijn in de proef variaties aangebracht in teeltsysteem (traditioneel, hogedraad), plantbelasting, plantdichtheid en wijze van belichting (bovenbelichting of boven- en tussenbelichting). Bij de bovenbelichting is uitgegaan van een lichtintensiteit van 210 micromol/m<sup>2</sup>/s. In de behandeling met boven- en tussenbelichting is uitgegaan van een even groot geïnstalleerd vermogen, wat neerkomt op een lichtintensiteit van 194 micromol/m<sup>2</sup>/s.

Van de onderstaande combinaties van behandelingen zijn de kostprijzen berekend. Bij de plantbelasting is steeds de beste behandeling genomen. In de eerste teelt was dit vrijwel steeds de hoogste plantbelasting, in de tweede teelt meestal de lage plantbelasting.

Eerste teelt:

- Traditionele teelt, bovenbelichting, 2,0 planten per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Traditionele teelt, bovenbelichting, 2,6 planten per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Traditionele teelt, tussen- en bovenbelichting, 2,0 planten per m<sup>2</sup>, lage plantbelasting
- Traditionele teelt, tussen- en bovenbelichting, 2,6 planten per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Hogedraad teelt, bovenbelichting, 2,4 planten per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Hogedraad teelt, bovenbelichting, 3,0 planten per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Hogedraad teelt, tussen- en bovenbelichting, 2,4 planten per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Hogedraad teelt, tussen- en bovenbelichting, 3,0 planten per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting

Tweede teelt:

- Traditionele teelt, bovenbelichting, 2,0 planten per m<sup>2</sup>, lage plantbelasting
- Traditionele teelt, bovenbelichting, 2,6 planten per m<sup>2</sup>, lage plantbelasting
- Traditionele teelt, tussen- en bovenbelichting, 2,0 planten per m<sup>2</sup>, lage plantbelasting
- Traditionele teelt, tussen- en bovenbelichting, 2,6 planten per m<sup>2</sup>, lage plantbelasting
- Hogedraad teelt, bovenbelichting, 3,0 stengels per m<sup>2</sup>, lage plantbelasting
- Hogedraad teelt, bovenbelichting, 4,0 stengels per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Hogedraad teelt, tussen- en bovenbelichting, 3,0 stengels per m<sup>2</sup>, hoge plantbelasting
- Hogedraad teelt, tussen- en bovenbelichting, 4,0 stengels per m<sup>2</sup>, lage plantbelasting

Om een kostprijsberekening op jaarbasis te kunnen maken is een inschatting gemaakt van de productie voor een derde teelt van week 19 tot en met week 44. Zie ook paragraaf 3.4.

## 2.5.2 Uitgangspunten

### *Energie*

- Gerekend is met 50% en 100% eigen elektriciteitsopwekking
- Geen teruglevering van elektriciteit aan het net (wel bij fictief bedrijf, zie paragraaf 3.5.5)
- Kosten elektriciteit: € 0,044/kWh
- Kosten gas (berekend met CDS-module van het PT):
  - Onbelicht € 0,1601/m<sup>3</sup>
  - 50% WKK € 0,1651/m<sup>3</sup>
  - 100% WKK € 0,1609/m<sup>3</sup>

### *Belichting*

- Prijs SON-T lamp: € 29,50
- Prijs armatuur, bekabeling, installatie € 200
- Levensduur SON-T lamp 10.000 uur
- Vermogen lamp inclusief voorschakel, bekabeling, etc. 645 W/armatuur
- Prijs TL lamp: € 7,00
- Prijs armatuur, bekabeling, installatie € 55,00
- Levensduur TL lamp 12.000 uur
- Vermogen lamp inclusief voorschakel, bekabeling, etc. 55 W/armatuur
- Afschrijvingsduur belichtingsinstallatie 5 jaar
- Afschrijving naar individuele teelten op basis van uren belichting per teelt
  - Uren belichting 1<sup>e</sup> teelt 1500 uur
  - Uren belichting 2<sup>e</sup> teelt 1300 uur
  - Uren belichting 3<sup>e</sup> teelt 200 uur

### *Arbeid*

Voor de arbeidskosten is uitgegaan van een uurloon van € 16, gemiddeld over de vaste en losse werknemers. Ook het ondernemersloon is meegenomen in de berekeningen. De arbeidsbehoefte is berekend met het arbeidsbegrotingsmodel van het PPO. Voor de belichte teelten is uitgegaan van dagelijks oogsten om zoveel mogelijk 35- en 40-ers te oogsten. Iedere vijf dagen wordt er ingedraaid, scheutjes weggebroken en vruchtjes gesnoeid. Bij de hogedraadteelt wordt er van uitgegaan dat men iedere vijf dagen laat zakken en blad breekt. De laatste 2,5 weken van iedere teelt wordt de kop eruit gehaald en niet meer blad geplukt of ingedraaid. Voor de onbelichte referentieteelt wordt er voor de stookteelt van uitgegaan dat er vier maal per week wordt geoogst tot week 12, en daarna drie maal per week. Voor de zomer- en herfstteelt wordt er van uitgegaan dat er drie weken lang iedere dag, en daarna vier maal per week wordt geoogst. Men streeft ook bij de onbelichte teelt zoveel mogelijk naar één of twee sorteringen.

### *Toegerekende kosten*

De toegerekende kosten bestaan onder andere uit plantkosten, energiekosten, bemestingskosten, gewasbeschermingskosten, afzetkosten, enzovoorts. Voor de plantkosten is voor de eerste en tweede belichte teelt uitgegaan van € 1,50/plant. Voor de derde teelt was dat € 0,86/plant.

### *Berekeningswijze*

De kostprijs is berekend op bedrijfseconomische basis en is daardoor hoger dan wanneer deze op fiscale grondslag zou worden berekend. Het is echter wel een zuiverder berekening omdat hierbij rekening wordt gehouden met de continuïteit van het bedrijf en reserveringen worden aangelegd voor vervangingen. In de praktijk zal de toepassing van belichting per bedrijf maatwerk vereisen en worden afgestemd op de financiële en fysieke randvoorwaarden van een bedrijf.

### 2.5.3 Kostprijs

In tabel 30 en 31 zijn de kostprijzen voor de verschillende combinaties van behandelingen weergegeven voor respectievelijk de eerste en tweede teelt.

Tabel 30: Productie en kostprijs per behandeling bij 100 en 50% van de stroomopwekking via de WKK in de eerste teelt.

	Productie (kg/m <sup>2</sup> )	100% WKK Kostprijs (€/kg)	50% WKK Kostprijs (€/kg)
Traditionele teelt bovenbelichting, 2 pl/m <sup>2</sup>	27,3	1,32	1,20
Traditionele teelt bovenbelichting, 2,6 pl/m <sup>2</sup>	26,4	1,41	1,29
Traditionele teelt tussen- en bovenbelichting, 2 pl/m <sup>2</sup>	23,2	1,64	1,51
Traditionele teelt tussen- en bovenbelichting, 2,6 pl/m <sup>2</sup>	27,8	1,44	1,33
Hogedraad bovenbelichting, 2,4 pl/m <sup>2</sup>	26,0	1,45	1,33
Hogedraad bovenbelichting, 3 pl/m <sup>2</sup>	33,3	1,20	1,11
Hogedraad tussen- en bovenbelichting, 2,4 pl/m <sup>2</sup>	18,4	2,14	1,97
Hogedraad tussen- en bovenbelichting, 3 pl/m <sup>2</sup>	25,0	1,66	1,54

De laagste kostprijs is bereikt bij de behandeling in de hogedraad met bovenbelichting, een hoge plantdichtheid en een hoge plantbelasting. Wanneer alle benodigde elektriciteit voor de belichting met WKK wordt opgewekt, is de berekende kostprijs € 1,20 per kg. Hierbij kan een deel van de opgewekte warmte niet nuttig worden gebruikt. Wanneer 50% van de benodigde elektriciteit met WKK wordt opgewekt en de overige elektriciteit wordt ingekocht van het elektriciteitsbedrijf, dan daalt het warmteoverschot. De kostprijs voor de eerste teelt daalt dan tot € 1,11 per kg.

Tabel 31: Productie en kostprijs per behandeling bij 100 en 50% van de stroomopwekking via de WKK in de tweede teelt.

	Productie (kg/m <sup>2</sup> )	100% WKK Kostprijs (€/kg)	50% WKK Kostprijs (€/kg)
Traditionele teelt bovenbelichting, 2 pl/m <sup>2</sup>	35,3	0,97	0,90
Traditionele teelt bovenbelichting, 2,6 pl/m <sup>2</sup>	39,5	0,92	0,85
Traditionele teelt tussen- en bovenbelichting, 2 pl/m <sup>2</sup>	31,6	1,14	1,06
Traditionele teelt tussen- en bovenbelichting, 2,6 pl/m <sup>2</sup>	36,7	1,04	0,97
Hogedraad bovenbelichting, 3 st/m <sup>2</sup>	39,2	0,91	0,84
Hogedraad bovenbelichting, 4 st/m <sup>2</sup>	47,5	0,80	0,75
Hogedraad tussen- en bovenbelichting, 3 st/m <sup>2</sup>	36,5	1,03	0,96
Hogedraad tussen- en bovenbelichting, 4 st/m <sup>2</sup>	47,1	0,86	0,80

Ook voor de tweede teelt wordt de laagste kostprijs bereikt bij de hogedraadbehandeling met bovenbelichting, 3 planten per m<sup>2</sup> en een hoge plantbelasting. Wanneer alle benodigde elektriciteit voor de belichting met WKK wordt opgewekt, is de berekende kostprijs € 0,80 per kg. Wanneer 50% van de benodigde elektriciteit met WKK wordt opgewekt, dan daalt de kostprijs voor de tweede teelt tot € 0,75 per kg.

Om een kostprijs op jaarbasis te kunnen maken, is voor de optimale behandelingen een inschatting gemaakt voor de derde teelt. De berekende productie voor de derde teelt bedraagt 66,2 kg/m<sup>2</sup>, op basis van praktijkervaringen en gebaseerd op een gebruik van de assimilatiebelichting van 200 uur gedurende de zomer teelt. In de volgende tabel is de berekende kostprijs voor de derde teelt weergegeven.

*Tabel 32:* Berekende kostprijs voor derde teelt aan de hoge draad van week 19 tot en met 44, inclusief 200 uur belichting.

	Productie (kg/m <sup>2</sup> )	100% WKK Kostprijs (€/kg)	50% WKK Kostprijs (€/kg)
Hogedraad, bovenbelichting 4 st/m <sup>2</sup>	66,15	0,50	0,50
Hogedraad, tussen- en bovenbelichting 4 st/m <sup>2</sup>	66,15	0,50	0,50

De berekende kostprijs voor de derde teelt bedraagt € 0,50 per kg.

Op basis van de bovenstaande gegevens, is een inschatting gemaakt van de bedrijfseconomische kostprijs op jaarbasis. Dit is weergegeven in tabel 33.

*Tabel 33:* Inschatting van de bedrijfseconomische kostprijs op jaarbasis bij een hogedraadteelt met hoge plantdichtheid en hoge plantbelasting bij zowel bovenbelichting als tussenbelichting.

	Productie (kg/m <sup>2</sup> )	100% WKK Kostprijs (€/kg)	50% WKK Kostprijs (€/kg)
Hogedraad, bovenbelichting	146,95	0,76	0,72
Hogedraad, tussen- en bovenbelichting	138,25	0,84	0,79

De laagste kostprijs (€ 0,72 per kg) wordt bereikt bij het hogedraadsysteem met bovenbelichting en een hoge plantbelasting. Mede door de lagere productie, komt de tussenbelichting hoger uit qua kostprijs.

In tabel 34 is de uitsplitsing gegeven van de behandeling met de laagste kostprijs. Ter vergelijking is een kostprijsbegroting van in totaal drie onbelichte traditionele teelten weergegeven op basis van de KWIN 2003/2004 (Van Woerden, 2003). Alle algemene arbeid is in de onderstaande berekening toegerekend aan de derde teelt.

Tabel 34: Uitsplitsing van de kostprijs per teelt bij de beste behandeling aan de hogedraad (bovenbelichting, hoge plantdichtheid, hoge plantbelasting en 50% stroomopwekking via WKK) in vergelijking met een jaarrond onbelichte traditionele teelt.

	Teelt 1	Teelt 2	Teelt 3 (inschatting)	Jaarrond belicht	Jaarrond onbelicht
Productie (kg)	33,30	47,50	66,20	147,00	81,00
Plantmateriaal	4,50	3,00	1,72	9,22	5,06
Gas	5,63	5,45	1,80	12,89	7,27
Elektriciteit (inkoop)	4,49	3,83	0,62	8,93	0,00
Elektriciteit (verkoop)					
Overige toegerekende kosten	<u>3,37</u>	<u>3,65</u>	<u>4,89</u>	<u>11,91</u>	<u>7,60</u>
	17,99	15,93	9,03	42,95	19,93
Duurzame productie middelen	3,18	2,95	5,68	11,82	11,82
Belichtingsinstallatie	5,95	5,15	0,74	11,84	0,00
WKK	<u>2,30</u>	<u>1,99</u>	<u>0,29</u>	<u>4,58</u>	<u>0,00</u>
	11,43	10,10	6,71	28,24	11,82
Arbeid	7,04	9,02	16,30	32,36	15,87
Algemene kosten	0,46	0,43	0,82	1,70	1,70
Kostprijs/m <sup>2</sup>	36,92	35,48	32,85	105,25	49,31
Kostprijs/kg	1,11	0,75	0,50	0,72	0,61

De kostprijs op bedrijfseconomische basis komt bij drie traditionele onbelichte teelten uit op € 0,61 en bij drie belichte hogedraadteelten op gemiddeld € 0,72. Per teelt aan de hogedraad is dit respectievelijk € 1,11, € 0,75 en € 0,50.

#### 2.5.4 Energieverbruik

In de volgende tabel is het jaarlijkse energieverbruik aan gas en elektriciteit bij een belichte teelt met respectievelijk 50 en 100% stroomopwekking en een onbelichte jaarrondteelt.

Tabel 35: Het jaarlijkse energieverbruik bij een belichte teelt met respectievelijk 50 en 100% stroomopwekking en een onbelichte traditionele jaarrondteelt.

	Belicht, 50% WKK	Belicht, 100% WKK	Onbelicht
Energieverbruik			
Gas (m <sup>3</sup> )	80,1	145,3	45,4
Elektriciteit (kWh)	203	0	0
Productie	147,0	147,0	81,0
MJ/kg	31,6	34,8	19,7
Warmteoverschot (m <sup>3</sup> gas-equivalenten)	25,1	58,5	0,0
MJ/kg bij nuttig gebruik warmte	25,6	20,8	19,7

Bij 100% stroomopwekking via de WKK wordt per kilo de meeste energie gebruikt, namelijk 34,8 MJ/kg. Dit komt voornamelijk door het grote warmteoverschot bij 100% stroomopwekking. Indien deze warmte nuttig gebruikt zou kunnen worden, bijvoorbeeld in een ander kasgedeelte, dan neemt het energiegebruik per kilo bij 100% stroomopwekking fors af en is maar iets hoger dan bij een onbelichte jaarrondteelt volgens het traditionele teeltsysteem.

### 2.5.5 Fictief bedrijf: éénderde belicht, tweederde onbelicht

Bij een belichtingsniveau van 210 micromol/m<sup>2</sup>/s blijkt al snel een warmteoverschot te ontstaan (zie paragraaf 3.5.4). Om het warmteoverschot te beperken is in de volgende berekening uitgegaan van een fictief bedrijf van 6 hectare. Hiervan is twee hectare belicht met 210 micromol/m<sup>2</sup>/s. In deze verhouding kan het warmteoverschot vrijwel volledig worden benut voor de verwarming van het onbelichte deel van het bedrijf.

Hierbij is gerekend met de optimale behandeling zoals deze in de voorgaande berekeningen naar voren is gekomen, namelijk een hogedraadteelt met bovenbelichting, een hoge plantdichtheid en een hoge plantbelasting. Als referentie is in de berekeningen een onbelichte teelt weergegeven, die is gebaseerd op een bovengemiddeld komkommerbedrijf met een productie van 81 kilo per m<sup>2</sup> (Van Woerden, 2003). De productie van de belichte teelt is 33,3 kg/m<sup>2</sup> in de eerste en 47,5 kg/m<sup>2</sup> in de tweede teelt. In de eerste teelt is 1500 uur belicht, in de tweede teelt ongeveer 1300 uur. In de derde teelt wordt er vanuit gegaan dat er nog circa 200 uur wordt belicht.

De productie voor de derde teelt is op basis van ervaringscijfers ingeschat op 66,2 kg/m<sup>2</sup>, waarvan circa 3 kg extra door belichting (zie paragraaf 3.4). Op jaarbasis komt de totale productie in een volledig belichte kas dan uit op 147 kg/m<sup>2</sup>. Gemiddeld over het belichte en het onbelichte deel van de kas komt de productie voor het fictieve bedrijf uit op 103 kilo/m<sup>2</sup>.

De toegerekende kosten bestaan o.a. uit plantkosten, energiekosten, bemestingskosten, gewasbeschermingskosten, afzetkosten, etc. Voor de plantkosten is voor de eerste en tweede belichte teelt uitgegaan van € 1,50/plant. Voor de derde teelt is uitgegaan van € 0,86/plant. Het gasverbruik bedraagt over het gehele bedrijf gemiddeld circa 68,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Voor de berekening van de gasprijzen is gebruik gemaakt van de CDS-module op [www.tuinbouw.nl](http://www.tuinbouw.nl). Hierbij is uitgegaan van een commodity van 12 cent per m<sup>3</sup> gas. Voor de onbelichte teelt is een gasprijs berekend van 16 cent/m<sup>3</sup>, voor de belichte teelt bedraagt deze ruim 14 cent/m<sup>3</sup>. Bij de belichte teelt is de gasprijs lager doordat hier een vlakker afnamepatroon wordt gerealiseerd. Dit effect wordt nog eens versterkt doordat er in de berekening van is uitgegaan dat er elektriciteit wordt teruggeleverd aan het energiebedrijf. Dit is in tegenstelling tot de eerdere berekeningen in paragraaf 3.5.3. Voor zowel de inkoop als de verkoop van elektriciteit is uitgegaan van een tarief van 5 eurocent per kWh. De ingekochte elektriciteit wordt voor een relatief groot deel ingekocht tegen het daltarief. De levering van elektriciteit gebeurt echter met name tegen het plateautarief.

De kosten voor duurzame productiemiddelen bestaan uit afschrijvingskosten, onderhoudskosten en rentekosten van o.a. de kasopstanden, schermen, verwarmingsinstallatie, inventaris, etc. Hiernaast bevat deze post de rentekosten over de grond.

De totale jaarkosten voor de duurzame productiemiddelen bedragen op bedrijfseconomische basis (vervangingswaarde) circa € 12,- per m<sup>2</sup>. Dit komt overeen met beschikbare accountantsgegevens. Hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke subsidies, zoals bijvoorbeeld GMO. Bij berekeningen op basis van vervangingswaarde wordt vanuit oogpunt van continuïteit ervan uitgegaan dat er reserveringen worden opgebouwd voor vervanging van duurzame productiemiddelen.

De kosten voor de belichtingsinstallatie bedragen circa € 12 per belichte m<sup>2</sup>. Op het fictieve bedrijf van 6 hectare is dit circa € 4, gemiddeld over het belichte en het onbelichte deel van het bedrijf. Hierbij is uitgegaan van 2083 SON-T lampen per hectare. De kosten per lamp bedragen € 29,50 en per geïnstalleerde armatuur € 200 (inclusief bekabeling). De lampen hebben een levensduur van 10.000 uur, de armaturen worden afgeschreven in 5 jaar. In de eerste teelt is 1500 uur belicht, in de tweede teelt ongeveer 1300 uur. Er is van uitgegaan dat de lampen in de derde teelt nog circa 200 uur worden gebruikt. De kosten voor de WKK bedragen gemiddeld over het gehele bedrijf circa € 1,50 per m<sup>2</sup>.

Voor de arbeidskosten is uitgegaan van een uurloon van € 16, gemiddeld over de vaste en losse werknemers. Ook ondernemersloon is meegenomen in de berekeningen. De arbeidsbehoefte is berekend met het arbeidsbegrotingsmodel van PPO.

Voor de belichte teelten is uitgegaan van dagelijks oogsten om zoveel mogelijk 35- en 40-ers te oogsten. Iedere 5 dagen wordt er ingedraaid, scheutjes weggebroken en vruchtjes gesnoeid. Bij de hogedraadteelt wordt er van uitgegaan dat men het gewas iedere vijf dagen laat zakken en blad breekt. De laatste 2,5 weken van iedere teelt wordt er niet meer bladgeplukt of ingedraaid.

Voor de onbelichte referentieteelt wordt er voor de stookteelt van uitgegaan dat er vier maal per week wordt geoogst tot week 12 en daarna drie maal per week. Voor de zomerteelt en de herfstteelt wordt er van uitgegaan dat er 3 weken lang iedere dag, en daarna vier maal per week wordt geoogst. Men streeft ook bij de onbelichte teelt zoveel mogelijk naar één of twee sorteringen.

In tabel 36 is de kostprijsberekening weergegeven voor een traditioneel onbelicht bedrijf en een bedrijf met een derde van het oppervlak met hogedraadteelt belicht.

*Tabel 36:* Kostprijs bij een onbelichte traditionele teelt en een bedrijf met een derde van het oppervlak met belichting in combinatie met hogedraadteelt.

	Onbelicht Traditioneel	Scenario 33,3% belicht, hogedraad 66,6% onbelicht, traditioneel + teruglevering van elektriciteit
Productie (kg)	81,00	103,00
Plantmateriaal	5,06	6,45
Gas	7,27	9,84
Elektriciteit (inkoop)	0,00	6,77
Elektriciteit (verkoop)		- 2,77
Overige toegerekende kosten	<u>7,60</u>	<u>9,04</u>
	19,93	29,32
Duurzame productie middelen	11,82	11,82
Belichtingsinstallatie	0,00	3,95
WKK	<u>0,00</u>	<u>1,53</u>
	11,82	17,29
Arbeid	15,87	21,36
Algemene kosten	1,70	1,70
<b>Kostprijs/m<sup>2</sup></b>	<b>49,31</b>	<b>69,68</b>
<b>Kostprijs/kg</b>	<b>0,61</b>	<b>0,68</b>

De berekende kostprijs per kilo bij een onbelichte traditionele jaarrondteelt is € 0,61. Bij een jaarrondteelt aan de hogedraad en een derde van het kasoppervlakte belicht, komt de berekende kostprijs uit op € 0,68 per kilo.

### 3 Discussie

Opvallend is de sterke productiestijging bij de belichte hogedraadteelt door meer planten of stengels aan te houden. In beide teelten gaf 1% meer stengels ook circa 1% meer kilos of vruchten. Omdat de vruchten bij een hogere stengeldichtheid iets lichter in gewicht waren, was de meerproductie in stuks iets groter dan in kilos. De duidelijke productiestijging bij het aanhouden van meer stengels, komt globaal overeen met resultaten uit onderzoek met extra stengels aanmaken in een jaarrondteelt aan de hogedraad op de proeftuin in Horst (Van Gurp, 1996). In een lange teelt waarin niet werd belicht, steeg de totaalproductie in kilos in dat onderzoek gemiddeld met 15% door vier in plaats van drie stengels aan te houden. Hoe eerder dit gebeurde, hoe hoger de productie was. Zo steeg de totaalproductie met 6% door in plaats van op 1 april al op 1 februari extra stengels aan te houden. Wel nam het percentage klasse 2 vruchten bij een grotere stengeldichtheid licht toe. In de belichtingsproef was deze tendens alleen in de tweede teelt en dan met name bij de vroege productie zichtbaar. Dit betekent dat de stengeldichtheid niet ongestraft steeds hoger mag worden, maar dat de vruchtkwaliteit goed in de gaten gehouden moet worden. Vervolgonderzoek zal uit moeten wijzen tot welke stengeldichtheid men kan gaan uit oogpunt van productie, kwaliteit en rentabiliteit.

Een hogere stengeldichtheid betekent ook meer arbeid. In de belichtingsproef bleek, ondanks de meerarbeid, de kostprijs bij de hogere stengeldichtheid in de hogedraadteelt steeds lager te zijn dan bij de lage stengeldichtheid. Dit kwam grotendeels door de extra productie bij hogere stengeldichtheden. Bij de combinatie tussen- met bovenbelichting was de meerproductie in beide teelten bij hogere plant- of stengeldichtheden relatief groter dan bij uitsluitend bovenbelichting. Dit was het sterkst te zien bij de traditionele teelt. Dit heeft hoogstwaarschijnlijk te maken met een verbeterde lichtopvang bij hoge plant- of stengeldichtheden. Het licht afkomstig van de TL-lampen zal daardoor minder op de grond terecht komen.

Gemiddeld over alle behandelingen was de totale meerproductie in kilos over beide teelten van de hogedraadteelt ten opzichte van de traditionele teelt 15%. Bij de combinatie van optimale behandelingen was dit zelfs 20%. Over alle behandelingen gezien, deed de hogedraad het vooral in de tweede teelt veel beter dan de traditionele teelt. De tweede traditionele teelt was zeer moeilijk in balans te krijgen. Door het aanhouden van hoge temperaturen, plantdichtheden en plantbelastingen is in de belichtingsproef geprobeerd om grenzen op te zoeken van wat maximaal haalbaar is. Door waarschijnlijk de combinatie van hoge belasting aan stamvruchten en hoge temperaturen lijkt deze grens overschreden te zijn geweest. In tegenstelling tot in de eerste teelt heeft de hoogste plantbelasting namelijk de laagste opbrengst gegeven. Enige weken na de stamvruchtenperiode ontstond een enorme groeiexplosie van het gewas. Door veel scheuten te toppen en veel blad te snoeien is getracht dit in te dammen, maar de plant bleef flink uit balans. Daarentegen was het gewas in de hogedraadteelt veel beter in evenwicht en bleef een goede productie geven. Als komkommers worden belicht, kan het beste voor het hogedraadteeltsysteem worden gekozen. Ondanks de meerarbeid, blijkt een hogedraadteelt het meest rendabel te zijn. Ook in het buitenland (Noorwegen, Finland en Engeland) is men al tot deze conclusie gekomen of komt men inmiddels tot deze conclusie. Momenteel zijn veel kassen in de praktijk echter niet hoog genoeg om belichting bij komkommers aan de hogedraad toe te passen.

TL-lampen hebben een lager lichtrendement, namelijk circa 30% minder PAR-licht per Watt dan SON-T lampen. Omdat het vermogen in beide belichtingssystemen gelijk is gehouden, produceerde het systeem met de helft tussen- en de helft bovenbelichting minder PAR-licht dan bij uitsluitend bovenbelichting. Omdat het licht dat op de planten komt tot nog toe niet goed is te meten, is de hoeveelheid licht berekend welke de lampen produceren in combinatie met de natuurlijke instraling. Uit de berekeningen blijkt dat de totale hoeveelheid PAR-licht in de kas in de eerste en tweede teelt bij de tussenbelichting respectievelijk 9 en 5% lager is geweest dan bij alleen bovenbelichting. Als naar de productie wordt gekeken, dan blijkt tussenbelichting in de eerste en tweede teelt respectievelijk 5 en 3% minder kilos komkommers te hebben gegeven. Het geringere verschil in productie dan op grond van de lichtberekeningen mag worden verwacht, komt waarschijnlijk grotendeels doordat het licht door de speciaal geconstrueerde reflectoren



beter op de planten werd gericht. Ook kan de andere lichtkleur van een TL-lamp in vergelijking met een SON-T lamp een rol hebben gespeeld. Als tussenbelichting wordt toegepast, zal echter het lichtrendement van de lampen omhoog moeten. Dan komt men tot nog toe automatisch terecht bij SON-T lampen. Om dit type lampen tussen het gewas toe te kunnen passen, moet er echter een oplossing worden gevonden voor de minder goede lichtverdeling en plaatselijk hoge warmteproductie van deze lampen. De lampen van de tussenbelichting zouden bijvoorbeeld gemaakt kunnen worden.

Toepassing van tussenbelichting blijft aantrekkelijk, omdat het licht beter op de planten wordt gericht en ook de bladeren onderin nog licht op kunnen vangen en een positieve bijdrage kunnen leveren aan de assimilatie. De vruchtkwaliteit, met name de kleur, wordt veel beter zoals bleek uit deze proef. Eveneens bestaat de mogelijkheid om tussenbelichting langer aan te laten als er bijvoorbeeld een behoorlijke instraling is. Dit kan de productie extra positief beïnvloeden, maar de kostenkant zal ook goed in de gaten moeten worden gehouden.

Voor één kilo komkommers was in de traditionele teelt een stralingssom van rond de 4100 J/cm<sup>2</sup> nodig. Dit komt ongeveer overeen met de benodigde hoeveelheid Joules in voorgaand belichtingsonderzoek (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2003). In de hogedraadteelt is per kilo circa 3400 J/cm<sup>2</sup> nodig. Dit teeltsysteem gaat dus veel efficiënter met de hoeveelheid licht om.

Omdat het percentage geaborteerde vruchten in de hogedraadteelt van de novemberplanting bij veel of weinig dunnen ongeveer gelijk was, zijn er uiteindelijk meer vruchten geoogst bij weinig dunnen. Waarschijnlijk kon de plant de hogere plantbelasting in deze periode goed aan, mogelijk mede omdat de plantdichtheid in deze teelt achteraf gezien wat aan de lage kant is geweest. In de februariplanting gaf veel en weinig dunnen gemiddeld respectievelijk 10 en 30% geaborteerde vruchten. Dit resulteerde in deze teelt in ongeveer evenveel geoogste vruchten bij beide vruchtsnoeibehandelingen. In de tweede planting zijn er echter ook meer stengels aangehouden dan in de eerste planting, maar procentueel gezien was er geen verschil in abortie tussen 3 of 4 stengels/m<sup>2</sup>. Vervolgonderzoek moet uitwijzen waar de grens ligt qua stengeldichtheid en plantbelasting voor een optimale productie en goede kwaliteit.

De belichting heeft nauwelijks tot problemen met ziekten en plagen geleid. In eerder onderzoek bleek dat de planten onder belichting veel gevoeliger waren voor echte meeldauw (Janse, Van Paassen en Berkhout, 2003). Door het gebruik van een partieel resistent ras (Aviance) kon de meeldauw goed onder controle worden gehouden. In de februariplanting is er geen enkele keer preventief of curatief meeldauwmiddelen toegepast. Toch trad in het geheel geen meeldauw in het gewas op. In de hogedraadteelt vraagt de bestrijding van wittevlieg wel veel aandacht. Door bladeren te plukken, worden ook de geparasiteerde poppen uit de kas weggenomen, waardoor het moeilijk is om een biologisch evenwicht te bereiken. Hoogstwaarschijnlijk kan de nieuwe roofmijt *Typhlodromips swirskii* de moeilijke bestrijding van witte vlieg grotendeels oplossen.

De kostprijs is berekend op bedrijfseconomische basis en is daardoor hoger dan wanneer deze op fiscale grondslag zou worden berekend. Het is echter wel een zuiverder berekening omdat hierbij rekening wordt gehouden met de continuïteit van het bedrijf en reserveringen worden aangelegd voor vervangingen. In de praktijk zal de toepassing van belichting per bedrijf maatwerk vereisen en worden afgestemd op de financiële en fysieke randvoorwaarden van een bedrijf. In de praktijk kunnen er bijvoorbeeld subsidiemogelijkheden zijn. Afhankelijk van de bedrijfssituatie kan het fiscaal aantrekkelijk zijn om te investeren in belichting.

De berekende kostprijs per kilo op bedrijfseconomische basis bij een onbelichte traditionele jaarrondteelt is € 0,61. Bij een jaarrondteelt aan de hogedraad en een derde van het areaal belicht, komt de berekende kostprijs uit op € 0,68. De kostprijs per kilo is in de belichte situatie dus hoger dan in de onbelichte situatie. In de praktijk zal het teeltplan echter anders zijn dan in de proeven is aangehouden. De belichte hogedraadteelten zullen dan namelijk langer duren dan in de proeven. Hier is dus nog een verbetering mogelijk. Bovendien kan de kostprijs in de belichte teelt hoger zijn, omdat er ook productie is in de winterperiode, wanneer de opbrengstprijzen hoger liggen. Hiernaast zal er ook een betere kwaliteit en uniformiteit worden behaald. Door belichting toe te passen, zal ook de arbeidsfilm vlakker zijn, wat zeer aantrekkelijk kan zijn. Ook kunnen er betere afspraken worden gemaakt met de afnemer.

Bij de berekening van de kostprijs is uitgegaan van de situatie dat de stroom voor 50 of 100% wordt opgewekt via de WKK. Dit kan echter nog verder worden geoptimaliseerd. Bij nuttige aanwending van het warmte-overschot zal 100% opwekking via de WKK een lagere kostprijs geven.

Milieuorganisaties en burgers komen steeds meer in opstand tegen de lichtuitstoot van kassen. Om de lichthinder zoveel mogelijk te beperken, is in begin oktober 2004 een convenant afgesloten tussen de LTO en de Stichting Natuur en Milieu. Hierin is ondermeer vastgelegd dat via een bovenscherm minimaal 85% van de lichtuitstoot zal moeten worden gereduceerd. Naast de extra kosten, zou toepassing van zo'n scherm ook meer problemen in de teelt op kunnen leveren. In een vervolgprouf op het PPO zal met zo'n lichtreductiescherm worden geteeld.

Ook via tussenbelichting zou de lichtuitstoot gedeeltelijk kunnen worden gereduceerd, omdat de lampen zich tussen het gewas bevinden en er minder uitstoot naar boven toe zal plaatsvinden. Lichtmetingen moeten uitwijzen in hoeverre dit inderdaad het geval is.

## 4 Conclusies

- Gedurende de zes maanden durende onderzoeksperiode is in totaal ruim 2800 uur belicht met een berekende lichtintensiteit van 194 en 220 micromol/m<sup>2</sup>/s. In de eerste teelt (novemberplanting) ligt het aantal belichte uren op circa 1500 en in de tweede teelt (februari-planting) op zo'n 1300 uur. Per teeltperiode betekent dit respectievelijk 16,5 en ruim 14,5 uur belichting per dag.
- Het relatieve aandeel van de lampen in de totale hoeveelheid licht bedraagt in de eerste en tweede teelt respectievelijk ruim 80 en 40%.
- Omgerekend naar het buitenlicht ligt de gemiddelde stralingssom per dag van het natuurlijke- en kunstlicht in de eerste teeltperiode bij de boven- en tussenbelichting respectievelijk op 1294 en 1177 J/cm<sup>2</sup> en in de tweede teelt op 1742 en 1653 J/cm<sup>2</sup>. Dit is in de eerste teelt vergelijkbaar met een gemiddelde stralingssom per dag eind maart/begin april en in de tweede teelt met eind april/begin mei.
- In de beide teelten zijn vrij hoge temperaturen en CO<sub>2</sub>-gehaltes aangehouden. De gemiddeld gerealiseerde temperatuur is in de eerste en tweede teelt respectievelijk 22 en 23 °C; het gerealiseerde CO<sub>2</sub>-gehalte ligt gemiddeld rond de 1000 ppm.
- In de traditionele teelt is de productie per oogstweek bij de combinatie van optimale behandelingen in de eerste en tweede teelt respectievelijk 7,7 en 9,1 vruchten/m<sup>2</sup> ofwel 2,8 en 3,9 kg/m<sup>2</sup>.
- In de hogedraadteelt is de productie per oogstweek bij de combinatie van optimale behandelingen in de eerste en tweede teelt respectievelijk 9,2 en 12,1 vruchten/m<sup>2</sup> ofwel 3,3 en 4,7 kg/m<sup>2</sup>.
- In totaal zijn er over beide teelten bij de beste behandelingen bij de traditionele en hogedraadteelt respectievelijk 165 en 212 komkommers/m<sup>2</sup> ofwel zo'n 67 en 81 kg/m<sup>2</sup> geoogst. De productie is in de hogedraadteelt zo'n 20% hoger.
- Over de gehele periode gezien, ligt het aantal benodigde Joules per kilo komkommers bij de traditionele en hogedraadteelt op respectievelijk rond de 4100 en 3400 J.
- Als de straling wordt uitgedrukt in groeilicht (PAR) in de kas, gaan de planten in de tweede teelt 14% minder efficiënt om met het licht dan in de eerste teelt.
- In drie hogedraadteelten met een totale belichtingsduur van zo'n 3000 uur met een lichtintensiteit van 210 micromol/m<sup>2</sup>/s, zou het mogelijk moeten zijn om een jaarproductie te realiseren van 360 stuks/m<sup>2</sup> of 147 kilo/m<sup>2</sup>. Dat is bijna 8,5 vruchten/m<sup>2</sup> per oogstweek.
- De tussenbelichting heeft een lagere productie gegeven dan alleen bovenbelichting, maar minder dan op grond van het berekende lichtverschil mag worden verwacht. Vooral de vruchtkleur is echter veel beter.
- De hogedraadteelt geeft 15 à 20% meer productie dan de traditionele teelt. In de tweede hogedraadteelt is het percentage klasse 2-vruchten en de hoeveelheid stek veel minder dan in de vergelijkbare traditionele teelt.
- In de eerste traditionele teelt levert een plantdichtheid van 2,6 in plaats van 2,0 planten/m<sup>2</sup> geen productievoordeel op, maar in de tweede teelt stijgt de productie hierdoor met 10%.
- Meer stengels per vierkante meter tot maximaal 4 stengels/m<sup>2</sup> geeft bij de hogedraad in beide teelten ongeveer rechtevenredig veel meer productie. Bij tussenbelichting is dit effect sterker dan bij alleen bovenbelichting.
- Het effect van het aantal vruchten aanhouden is afhankelijk van de teeltperiode. In de eerste traditionele teelt geeft meer stamvruchten aanhouden meer productie, maar in de tweede teelt juist minder. Bij de hogedraadteelt geeft een hoge plantbelasting in de eerste teelt een meerproductie van ruim 10%, in de tweede teelt heeft de plantbelasting nauwelijks invloed.
- In de tweede teelt zijn de planten bijna 2 meter langer dan in de eerste teelt, namelijk zo'n 8 meter ten opzichte van 6 meter. Dit komt door langere internodiën, namelijk 2 à 3 cm langer dan in de eerste teelt.
- Bij tussenbelichting worden er iets meer bladeren per week gevormd dan bij bovenbelichting, maar de internodiën zijn korter. Dit resulteert in de tweede teelt in kortere planten bij de tussenbelichting.
- Het aantal gevormde bladeren per stengel ligt rond de 6 à 6,5 per week. Het aantal bladeren per

- vrucht komt in de eerste en tweede teelt uit op gemiddeld respectievelijk 2,5 en 2,2 bladeren.
- Bij nuttig gebruik van de geproduceerde warmte stijgt het berekende energiegebruik per kilo komkommers in de belichte teelt ( $210 \text{ micromol/m}^2/\text{s}$ ) bij 50 en 100% stroomopwekking via de WKK met respectievelijk 30 en 6% ten opzichte van een onbelichte teelt. Als de warmte niet nuttig kan worden gebruikt is dit respectievelijk 60 en 77%.
  - Als het gehele bedrijf zou worden belicht, zou de kostprijs berekend op bedrijfseconomische basis voor de eerste, tweede en derde teelt respectievelijk € 1,11 0,75 en 0,50 per kilo bedragen. Gemiddeld is dit € 0,72.
  - Indien in verband met het warmteoverschot slechts een derde van het bedrijf wordt belicht, dan is de berekende kostprijs € 0,68 per kilo. Op basis van KWIN-gegevens, inclusief extra vaak oogsten in verband met het streven naar een bepaalde sortering, komt de kostprijs in een onbelichte teelt uit op € 0,61 per kilo.

# Literatuur

- Anonymus, 2003. Nieuwe belichtingsmethode belooft hogere productie. Groenten & Fruit, week 4, p. 16.
- Gurp, H.A.J.M. van, 1996. Onderzoek komkommer 1996. Proeftuin Zuid-Nederland, Rapport Z-3.
- Janse, J., R. van Paassen en B. Berkhout, 2003. Belichting bij komkommer. Onderzoek 2003-2004. Rapport PPO project 417.04355, pp. 57.
- Woerden, S.C. van, 2003. Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2003-2004. Groenten-Snijbloemen-Potplanten. PPO 580, pp. 154+.

Naar aanleiding van dit onderzoek zijn de volgende artikelen verschenen:

- Anonymus, 2004. Grote stappen voorwaarts in belichtingsonderzoek komkommer. Onder glas 1(5):37.
- Anonymus, 2004. Lamp helpt traditionele teelt niet. Oogst Tuinbouw, 2 juli 2004, p. 25.
- Anonymus, 2004. Liever meer licht dan meer lampen. Oogst Tuinbouw, 27 augustus 2004, p. 35.
- Anonymus, 2004. Belichte hogedraadteelt biedt komkommerteelt nieuwe perspectieven. RZ Seeds & Services, komkommer, oktober 2004, p. 8-9.
- Boonekamp, G., 2004. Rendabel belichten in komkommer stuk dichterbij. Groenten & Fruit, 1 juli 2004, p. 32-33.
- Janse, 2003. Nieuw belichtingsonderzoek van start. Gewasnieuws komkommer LTO-Groeiservice, 6(5): 3.
- Janse, J., 2004. Veel belangstelling open middag komkommer en belichtingsdag voorjaar 2004. Gewasnieuws komkommer LTO-Groeiservice, 7(1): 3.
- Janse, J., 2004. Belichting van komkommer: De toekomst? Gewasnieuws komkommer LTO-Groeiservice, 7(3): 1.
- Janse, J. en R. van Paassen, 2004. Met belichting naar 350 komkommers per jaar? Groenten & Fruit, 1 juli 2004, p. 24-35.
- Jakupaj - de Snoo, E., 2003. Komkommer met licht. Belichtingsproef PPO veelbelovend. Tuinbouw Oogst, 12 december 2003, p. 26.
- Mol, C., 2004. Veel meer vruchten met belichte teelt. Agrarisch Dagblad, 3 april 2004, 21.
- Paassen, R. van, 2004. Rendabel belichten komkommer komt dichterbij. Groenten & Fruit, 26 augustus 2004, p. 24-25.
- Vale, S., 2004. Cues give positive reaction to high light levels. The Commercial Greenhouse Grower, October 2004, p. 26-28.

## Bijlage 1 Klimaatinstellingen

Tabel 37: Klimaatinstellingen voor de kasafdelingen met traditionele en hogedraadteelt tijdens de eerste teeltperiode (3 november 2003 tot 2 februari 2004).

Datum	Stooktemperatuur (°C)				Ventilatietemperatuur (°C)				Periode belichting (uur)		CO <sub>2</sub> (ppm)	
	Traditioneel		Hogedraad		Traditioneel		Hogedraad		Traditioneel	Hogedraad	Traditioneel	Hogedraad
	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag				
3/11	22	22	22	22	28	28	28	28	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	900	900
13/11	19	22	19	22	26	26	26	26	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	900	900
22/11	19	23	19	23	27	27	27	27	0 - 20	0 - 20	900	900
10/12	19	22	19	22	27	27	27	27	0 - 20	0 - 20	900	900
17/12	19	22	17	22,5	27	27	27	27	0 - 20	0 - 20	900	900
6/01	19	22,5	17	22,5	27	27	27	27	0 - 20	0 - 20	1000	1000
12/01	19	22,5	20	22,5	27	27	27	27	0 - 20	0 - 20	1000	1000
19/01	23,5	23,5	23,5	23,5	27	27	27	27	0 - 20	0 - 20	1500	1500

<sup>1)</sup> tot en met 21 november slechts 1/2 van volledige belichtingscapaciteit gebruikt

Tabel 38: Klimaatinstellingen voor de kasafdelingen met traditionele en hogedraadteelt tijdens de tweede teeltperiode (3 februari 2003 tot 3 mei 2004).

Datum	Stooktemperatuur (°C)				Ventilatietemperatuur (°C)				Periode belichting (uur)		CO <sub>2</sub> (ppm)	
	Traditioneel		Hogedraad		Traditioneel		Hogedraad		Traditioneel	Hogedraad	Traditioneel	Hogedraad
	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag	Nacht	Dag				
3/2	23	23	23	23	27	27	27	27	0 - 20	0 - 20	600	600
5/2	23	24	23	24	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	800	800
10/2	21	25	21	25	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	0 - 20	0 - 20	900	900
15/2	21	25	21	25	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	0 - 20	0 - 20	1000	1000
16/2	21	25	21	25	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	28 <sup>2)</sup>	0 - 20 <sup>3)</sup>	0 - 20 <sup>3)</sup>	1000	1200
20/2	21	25	20	24	28	28	28	28	0 - 20 <sup>3)</sup>	0 - 20 <sup>3)</sup>	1000	1200
25/2	20	23	20	24	28	28	28	28	0 - 20 <sup>3)</sup>	0 - 20 <sup>3)</sup>	1000	1200
2/3	19	22	19	22,5	27	26 <sup>4)</sup>	27	26 <sup>4)</sup>	3 - 20 <sup>3)</sup>	3 - 20 <sup>3)</sup>	1000	1200
9/3	19	22	19	22,5	27	26 <sup>4)</sup>	27	26 <sup>4)</sup>	0 - 20 <sup>3)</sup>	0 - 20 <sup>3)</sup>	1000	1200
12/3	19	22	19	22,5	26	26 <sup>5)</sup>	26	26 <sup>5)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1000	1200
16/3	21	22	18	21,5	26	26	25	26 <sup>5)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1000	1200
20/3	18,5	22	18	21,5	26	26	25	26 <sup>5)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1000	1200
22/3	18,5	22	19	22	26	26 <sup>5)</sup>	26	26 <sup>5)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1000	1200
30/3	17 <sup>6)</sup>	22	17 <sup>6)</sup>	22	26	26 <sup>5)</sup>	26	26 <sup>5)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1200	1200
19/4	17	22	17 <sup>6)</sup>	22	26	26 <sup>5)</sup>	26	26 <sup>5)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1200	1200
21/4	19	22	17	22	26	28 <sup>7)</sup>	26	26 <sup>5)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1200	1200
27/4	19	22	19	22	26	28	26	26	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1200	1200
29/4	19	22	19	22	26	28	26	27	0 - 20 <sup>1)</sup>	0 - 20 <sup>1)</sup>	1200	1200

<sup>1)</sup> belichting uit bij instraling > 300 W/m<sup>2</sup>, dode zone van 25 W/m<sup>2</sup>

<sup>2)</sup> maximum lucht 5%

<sup>3)</sup> belichting uit bij instraling > 200 W/m<sup>2</sup>, dode zone van 25 W/m<sup>2</sup>

<sup>4)</sup> voor 12.00 uur minimumventilatie maximaal 4% afhankelijk van instraling

<sup>5)</sup> voor 12.00 uur ventilatietemperatuur 25°C en minimumventilatie maximaal 4% afhankelijk van instraling

<sup>6)</sup> nachttemperatuur van 20.00 tot 4.00 uur

<sup>7)</sup> voor 12.00 uur ventilatietemperatuur op 26°C

## Bijlage 2 Gerealiseerd klimaat per week

Tabel 39: Gerealiseerd klimaat per week in de eerste belichte komkommerteelt (teeltperiode 3 november 2003 tot 2 februari 2004) in de afdeling met respectievelijk traditionele teelt en hogedraadteelt.

Week-nummer	Etmaaltemperatuur (°C)		Etmaal RV (%)		Buistemperatuur (°C)		CO <sub>2</sub> dag (lichtperiode) (ppm)		Belichtingsduur /dag (uur)	
	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.
45	22,4	22,6	76	77	44,4	43,7	758	734	4,7 <sup>2)</sup>	4,7 <sup>2)</sup>
46	21,9	21,9	78	77	43,7	42,8	827	796	6,6 <sup>2)</sup>	6,6 <sup>2)</sup>
47	21,7	21,7	83	81	42,5	30,9 <sup>1)</sup>	778	869	10,4 <sup>2)</sup>	10,4 <sup>2)</sup>
48	22,4	22,4	80	80	42,0	37,9 <sup>1)</sup>	764	895	19,9	19,9
49	22,2	22,2	79	80	42,5	41,8	929	927	19,4	19,4
50	21,8	21,8	77	79	47,5	47,4	934	912	17,1	17,1
51	21,5	21,6	78	80	42,5	41,1	928	896	19,9	19,9
52	21,4	21,6	78	79	42,9	41,5	920	904	19,9	19,9
1	21,4	21,4	75	76	49,4	45,9	946	938	18,3	18,3
2	21,7	21,6	79	79	44,0	40,4	1024	1009	19,2	19,2
3	21,9	22,0	77	78	46,7	46,0	1020	1007	19,8	19,8
4	23,3	23,1	75	78	49,3	48,5	1452	1443	19,8	19,8
5	23,5	23,4	75	78	49,6	49,9	1456	1446	19,9	19,9
<i>Gemiddeld</i>	<i>22,1</i>	<i>22,1</i>	<i>78</i>	<i>79</i>	<i>45,2</i>	<i>42,9</i>	<i>980</i>	<i>983</i>	<i>16,5</i>	<i>16,5</i>

<sup>1)</sup> Tijdelijk groeibuis als eerste net gebruikt

<sup>2)</sup> Tot en met gedeelte week 47 slechts de helft van lampen bovenbelichting gebruikt

Tabel 40: Gerealiseerd klimaat per week in de tweede belichte komkommerteelt (teeltperiode 3 februari 2004 tot 3 mei 2004) in de afdeling met respectievelijk traditionele teelt en hogedraadteelt.

Week-nummer	Etmaaltemperatuur (°C)		Etmaal RV (%)		Buistemperatuur (°C)		CO <sub>2</sub> dag (lichtperiode) (ppm)		Belichtingsduur /dag (uur)	
	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.	Trad.	Hogedr.
6	23,5	22,9	72	73	44,2	39,3	1019	996	18,1 <sup>1)</sup>	18,1 <sup>1)</sup>
7	24,2	24,3	77	73	45,1	43,9	849	848	19,0	19,0
8	24,1	23,9	78	76	51,0	48,3	1010	998	15,5	15,5
9	23,5	23,7	75	76	50,3	50,3	1006	1136	15,5	15,5
10	22,0	22,4	82	83	39,3	38,9	939	1108	10,9	10,9
11	21,8	22,1	81	83	39,6	38,7	971	1118	14,6	14,6
12	23,0	22,2	77	82	39,9	35,0	924	1070	16,9	16,9
13	22,7	22,8	83	82	34,2	32,8	968	1084	14,2	14,2
14	22,6	22,8	85	81	30,3	28,8	985	1024	13,6	13,6
15	21,5	21,9	82	81	36,3	33,2	1084	1126	11,9	11,9
16	22,2	22,4	81	82	31,9	29,4	976	1019	13,2	13,2
17	23,7	22,8	83	82	32,9	29,5	1021	1019	13,6	13,6
18	24,4	23,8	88	84	29,6	28,2	1044	1035	13,7	13,7
<i>Gemiddeld</i>	<i>23,0</i>	<i>22,9</i>	<i>80</i>	<i>80</i>	<i>38,8</i>	<i>36,6</i>	<i>971</i>	<i>1045</i>	<i>14,6</i>	<i>14,6</i>

<sup>1)</sup> Slechts gedeelte week (5 dagen)

## Bijlage 3 Percentage gerealiseerde drain, EC en pH bij de eerste teelt

*Tabel 41:* Percentage gerealiseerde drain bij boven- en tussenbelichting, EC en pH van het druppel- en drainwater en in de mat gemiddeld over beide belichtingsbehandelingen bij de **eerste traditionele teelt**.

Week	% drain		Druppelwater		Drain		Mat	
	Boven	Tussen	EC	pH	EC	pH	EC	pH
45	.	.	.	.	.	.	3,6	6,9
46	.	.	.	.	.	.	2,6	6,8
47	33	46	2,8	6,7	1,5	6,9	2,1	6,9
48	29	46	3,0	6,4	2,0	6,6	2,0	6,9
49	26	21	3,3	6,2	1,9	7,1	1,7	7,1
50	24	29	2,8	6,1	2,2	7,1	2,6	6,8
51	41	38	2,4	6,6	2,0	6,9	2,6	6,9
52	36	37	2,0	6,8	1,5	7,1	1,9	7,0
1	41	42	2,4	6,2	1,9	6,6	1,9	6,8
2	41	43	2,2	6,0	2,1	6,4	2,4	6,7
3	32	34	1,9	6,0	1,9	6,2	2,0	6,6
4	34	34	2,5	5,7	2,1	6,4	2,0	6,9
5	34	31	2,8	5,7	2,3	5,3	2,5	6,4
<i>Gem.</i>	<i>34</i>	<i>36</i>	<i>2,6</i>	<i>6,2</i>	<i>1,9</i>	<i>6,6</i>	<i>2,3</i>	<i>6,8</i>

*Tabel 42:* Percentage gerealiseerde drain bij boven- en tussenbelichting, EC en pH van het druppel- en drainwater en in de mat gemiddeld over beide belichtingsbehandelingen bij de **eerste hogedraadteelt**.

Week	% drain		Druppelwater		Drain		Mat	
	Boven	Tussen	EC	pH	EC	pH	EC	pH
45	.	.	.	.	.	.	2,9	6,5
46	.	.	.	.	.	.	2,7	6,8
47	20	26	3,1	6,9	1,9	6,9	2,2	6,9
48	22	32	3,1	6,2	1,8	6,5	1,9	6,9
49	33	21	3,2	6,4	1,6	6,7	1,8	7,1
50	26	32	2,7	6,1	1,8	6,6	2,3	6,7
51	16	35	2,3	6,5	2,1	6,7	2,2	6,7
52	19	26	2,4	6,2	1,7	6,6	1,8	6,8
1	26	30	2,4	6,4	1,7	6,8	1,7	7,1
2	25	29	2,5	6,1	1,6	6,9	1,6	7,2
3	18	29	2,6	5,9	1,7	6,2	1,8	6,6
4	22	33	3,0	5,6	2,1	6,0	1,6	6,9
5	27	40	3,6	5,5	2,7	5,9	2,5	6,5
<i>Gem.</i>	<i>23</i>	<i>30</i>	<i>2,8</i>	<i>6,2</i>	<i>1,9</i>	<i>6,5</i>	<i>2,1</i>	<i>6,8</i>



## Bijlage 4 Percentage gerealiseerde drain, EC en pH bij de tweede teelt

Tabel 43: Percentage gerealiseerde drain, EC en pH van het druppel- en drainwater en EC en pH in de mat bij zowel de boven- als de tussenbelichting bij de **tweede traditionele teelt**.

Week	% drain		Druppelwater boven- + tussenbelichting		Drain boven- + tussenbelichting		Mat bovenbelichting		Mat tussenbelichting	
	Boven	Tussen	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH
6	36	48	.	.	.	.	.	.	.	.
7	29	29	3,0	5,5	2,6	6,1	2,9	6,3	2,9	6,8
8	27	30	3,4	5,5	2,2	6,5	1,8	6,6	2,4	6,4
9	31	35	3,1	5,3	2,3	6,7	2,4	6,4	3,4	6,6
10	37	37	2,1	5,3	2,0	6,4	2,2	6,6	4,0	6,2
11	36	36	2,0	5,7	0,8	6,0	1,5	6,3	2,8	5,5
12	33	34	3,3	5,3	1,9	5,5	0,9	5,3	1,8	6,3
13	34	39	3,3	5,4	1,6	5,3	2,0	6,7	3,0	6,5
14	31	31	2,6	4,7	1,8	6,7	2,0	6,7	2,3	6,1
15	30	32	2,8	4,3	2,0	6,0	2,0	6,0	4,3	6,1
16	31	31	2,3	5,1	1,5	5,9	1,6	5,9	2,1	5,9
17	38	35	2,7	4,8	.	.	1,3	5,9	3,1	5,1
18	35	35	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gem.</i>	<i>33</i>	<i>35</i>	<i>2,8</i>	<i>5,2</i>	<i>1,9</i>	<i>6,1</i>	<i>1,9</i>	<i>6,2</i>	<i>2,9</i>	<i>6,0</i>

Tabel 44: Percentage gerealiseerde drain, EC en pH van het druppel- en drainwater en EC en pH in de mat bij zowel de boven- als de tussenbelichting bij de **tweede hogedradteelt**.

Week	% drain		Druppelwater boven- + tussenbelichting		Drain boven- + tussenbelichting		Mat bovenbelichting		Mat tussenbelichting	
	Boven	Tussen	EC	pH	EC	pH	EC	pH	EC	pH
6	32	40	.	.	.	.	.	.	.	.
7	30	38	3,0	5,4	2,1	6,5	1,8	6,4	2,5	6,8
8	42	42	3,6	5,4	2,1	6,6	1,9	6,5	2,7	6,4
9	34	40	3,1	5,5	3,1	6,0	2,2	5,7	3,1	5,6
10	27	42	2,6	5,6	1,8	6,1	1,8	6,0	2,5	5,9
11	39	40	2,2	5,5	1,3	6,0	1,8	4,7	1,6	6,2
12	31	29	3,3	5,3	2,3	6,2	1,5	6,5	2,1	6,3
13	37	37	3,2	5,4	2,7	6,6	2,0	6,5	2,7	6,5
14	46	47	2,9	5,2	2,5	5,9	2,2	6,2	2,7	6,4
15	32	38	2,9	4,9	2,3	5,8	1,8	6,4	2,1	6,5
16	53	52	3,3	4,9	3,3	5,0	2,8	5,6	2,7	6,1
17	42	43	2,6	4,5	2,0	5,7	2,0	5,6	2,1	5,7
18	46	37	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gem.</i>	<i>38</i>	<i>40</i>	<i>3,0</i>	<i>5,2</i>	<i>1,9</i>	<i>6,0</i>	<i>2,0</i>	<i>6,0</i>	<i>2,4</i>	<i>6,2</i>