

Mr. E. van Ryssel

STOKEN MET VOORBEDACHTEN RADE

Verslag van een onderzoek naar de oorzaken van verschillen
in brandstofverbruik bij de teelt van vroege stooktomaten

Onderzoekverslag nr. 3



SIGN: L28-3
EX. NO: A
MLV: 2347137

Oktober 1983

Landbouw-Economisch Instituut
Afdeling Tuinbouw
Conradkade 175 - 2517 CL Den Haag
Postbus 29703 - 2502 LS Den Haag
Telefoon 070 - 614161

Prijs f 13,50

REFERAAT

STOKEN MET VOORBEDACHTEN RADE

Verslag van een onderzoek naar de oorzaken van verschillen in brandstofverbruik bij de teelt van vroege stooktomaten

— Rijssel, Ir. E. van

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut, 1983

55 pag., tab., fig.

Een onderzoek naar de samenhang tussen gasverbruik en bedrijfskenmerken, uitgevoerd op 44 bedrijven in het Zuidhollands Glasdistrict. De geselecteerde bedrijven werden gekenmerkt door uniformiteit over de gehele teeltoppervlakte en door de teelt van ronde tomaten (sonatine).

De verschillen in gasverbruik liepen op tot 30% van het gemiddelde verbruik. De helft van de verschillen bleek samen te hangen met verschil in teeltemperatuur en het gebruik van rookgascondensoren. Verschil in gasverbruik bleek ook samenhang te vertonen met verschil in bedrijfs grootte, kashoogte (= geveloppervlak per m² kas), wijze waarop de teeltruimte verdeeld was in stookgroepen en de nokorientatie t.o.v. de zonnestand. Slechts 15% van de verschillen in gasverbruik kan niet worden gerelateerd aan bestudeerde bedrijfskenmerken.

De verschillen in gasverbruik hingen niet samen met verschillen in productie of vroegheid.

Energie onderzoek/Gasverbruik/Tomaat/Condensor/Geveloppervlak/Teeltemperatuur

INHOUD

Blz.

WOORD VOORAF	5
1. INLEIDING	7
2. OPZET VAN HET ONDERZOEK	8
2.1 Kiezen van te verzamelen bedrijfsgegevens	8
2.2 Kiezen van bedrijven	8
2.3 Selectie van de deelnemende bedrijven	10
3. BESCHRIJVING VAN DE DEELNEMENDE BEDRIJVEN	12
4. DE WEERSOMSTANDIGHEDEN EN HUN INVLOED	13
5. BEDRIJFSGEGEVENS TER VERKLARING VAN HET GASVERBRUIK	14
5.1 Bedrijfsligging en inrichting	14
5.2 De teeltgegevens	14
6. CORRECTIES EN VERWERKINGSMETHODE	17
6.1 Temperatuursinstelling en kasklimaat	17
6.2 De rookgascondensor	17
6.3 Verwerking van de gegevens	19
7. DE INVLOED VAN ZESTIEN RELEVANTE ASPECTEN OP GASVERBRUIK EN PRODUKTIE	21
7.1 De onderscheiden aspecten	21
7.2 Zaaidatum en groeiduur van zaai tot bloei	21
7.3 Gebruik van reflectiemateriaal	23
7.4 De oogst van kleine vruchten	25
7.5 Lengte en breedte van de stookgroepen	25
7.6 De gevel	25
7.7 De gevelverwarming	27
7.8 De gevelisolatie	28
7.9 Een meer of minder beschutte ligging	29
7.10 De nokrichting	29
7.11 De ketelcapaciteit en het modulerend vermogen van de brander	32
7.12 De nokhoogte	32
7.13 Kieren in het kasdek, signaleren, meten en hun invloed	33
7.14 De buisligging	33
7.15 De ruimtetemperatuur	35
7.16 De minimum buistemperatuur	36
8. BIJDRAGE VAN DE BESPROKEN ASPECTEN AAN DE VERSCHILLEN IN TOTAALGASVERBRUIK TUSSEN DE BEDRIJVEN	37
9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	40
9.1 Conclusies	40
9.2 Aanbevelingen	40
10. SUGGESTIES VOOR NADER ONDERZOEK	43
BIJLAGEN	

De glastuinbouw gebruikt een grote hoeveelheid energie in de vorm van aardgas voor verwarming van kassen ten behoeve van de "jaarrond" produktie. De snelle prijsstijging van energiedragers heeft de rentabiliteit van de glastuinbouwbedrijven sterk aangetast. Met een gezamenlijke inzet van de ondernemers, de toeleveringsbedrijven en het onderzoek wordt geprobeerd het energieverbruik bij de produktie terug te dringen.

In deze publikatie wordt verslag gedaan van een bedrijfsvergelijkend onderzoek. De bedrijven hadden een volkomen vergelijkbaar teeltplan en geen speciale energiebesparende investeringen in de kasruimte: Door deze keuze vormt dit onderzoek een onderdeel van het veel breder opgezet onderzoek naar besparingsmogelijkheden t.a.v. het energiegebruik in de land- en tuinbouw.

Het basismateriaal voor het onderzoek is verkregen op 46 bedrijven in het Zuidhollands Glasdistrict.

Aan de ondernemers van de bedrijven, aan de diverse medewerkers van de voorlichting en van de Proefstations te Aalsmeer en Naaldwijk alsook aan de stagiaires van de Hogere Tuinbouwscholen zijn wij veel dank verschuldigd voor hun inzet om dit onderzoek te kunnen realiseren. Aan de leden van de stuurgroep zijn wij dank verschuldigd voor hun bijdrage aan de vormgeving van de onderzoeksopzet en aan de rapportage. De analyse en de rapportage is uitgevoerd door Ir. E. van Rijssel van de afdeling Tuinbouw.

De directeur,



(J. de Veer)

Den Haag, oktober 1983

1. INLEIDING

Prijsstijgingen van produktiemiddelen stellen de bedrijven voor het probleem zich daaraan aan te passen. De druk tot aanpassing is groter naarmate de totale produktiekosten, onder invloed van prijsstijging van één der produktiemiddelen, sterker toenemen. Grote kostenstijgingen zijn in de zeventiger jaren opgetreden onder invloed van een sterke verhoging van de prijs voor arbeid en energie.

Met name op glastuinbouwbedrijven zijn de energiekosten van belang; ze bedroegen in 1980 gemiddeld ongeveer f 100.000,- per bedrijf (van Noort). De energieprijzen voor verwarmingsdoeleinden steeg van f 1,70 per 1000 MJ in 1970, via f 7,20 in 1980 tot f 13,25 per 1000 MJ voor het stookseizoen 1982/83 (tuinbouwcijfers). De stookkosten zijn tussen 1970 en 1980 niet in gelijke verhouding mee gestegen met de energieprijzen; Uit LEI cijfers blijkt dat er meer dan 30% is bespaard op het verbruik (van Noort). Doordat de opbrengsten niet in dezelfde mate meestijgen als de kosten zijn veel bedrijven in liquiditeitsproblemen gekomen. De druk tot bedrijfsaanpassing blijkt op dit moment zeer groot te zijn.

De glastuinbouwbedrijven zijn er redelijk in geslaagd om de gestegen uurlonen, vooral uit de begin zeventiger jaren, te verwerken. De arbeidsplaatsen zijn gebleven doch het glasoppervlak per bedrijf is toegenomen waardoor de arbeidskosten per m² met ruim 30% daalden (van Noort). Daarnaast werd de produktie geïntensiveerd zodat de produktie per manjaar niet met dertig doch met 55% steeg (tuinbouwcijfers). De aanpassingen bestonden o.a. uit mechanisatie en automatisering, waardoor de kosten van rente en afschrijving toenamen. De investeringen maken een minder intensief gebruik van de kas vrijwel onmogelijk. Dit heeft grote consequenties voor de aanpassingsmogelijkheden aan de gestegen energieprijzen.

Dat er op het gebied van energie aanpassingsmogelijkheden overblijven blijkt o.a. uit de opbrengstadministraties van het LEI. Op bedrijven met een zelfde teeltplan verschilt het gasverbruik van bedrijf tot bedrijf aanzienlijk. De teelttemperatuur zal tussen de bedrijven niet sterk verschillen, hetgeen blijkt uit het feit dat er geen of nauwelijks binding bestaat tussen de opbrengst en het gasverbruik. Het gasverbruik wordt wellicht mede bepaald door de bedrijfsstructuur en de -inrichting. Inzicht in de oorzaken van verschillen in gasverbruik zou aangrijpingspunten kunnen bieden om tot verdere besparingen te komen.

Dit onderzoek is bedoeld om zulk inzicht te verkrijgen. Het is een bedrijfsvergelijkend onderzoek, gehouden onder 44 bedrijven met vroege stooktomaten. De beperking tot de tomatenteelt is ingegeven door de wenselijkheid van een vergelijkbaar kasklimaat (gewas) op alle bedrijven.

Het verslag geeft een beschrijving van de opbouw van het onderzoek en van de analyse uitgevoerd op gegevens, verzameld in het stookseizoen 1980/81. De conclusies verklaren in principe niet meer dan de verschillen die hierbij zijn geconstateerd. Het temperatuurregime echter dat in de tomatenteelt wordt nagestreefd is niet specifiek voor het gewas tomaat. Het gewas dat reeds snel zo hoog is dat het de kasruimte voor het grootste deel vult, is wel specifiek voor hoog opgaande gewassen en heeft consequenties met name ten aanzien van de luchtbeweging in de kas. Rekening houdend hiermee zullen waarschijnlijk een aantal conclusies een meer algemene geldigheid bezitten.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Bij een verschil in gasverbruik per m² glas tussen twee bedrijven geeft een verschil in stooktemperatuur vaak geen volledige verklaring. Andere invloeden worden ook genoemd waaronder de lengte-breedte van de kas, het kastype, de buisligging enz. Een bevredigende verklaring is echter zelden te geven, mede omdat de invloed van elk van de factoren niet of slechts bij benadering bekend is.

In dit onderzoek is begonnen met het opstellen van een warmtebalans voor een glastuinbouwbedrijf. Vervolgens is nagegaan welke elementen daarin bij een groep bedrijven de verklaring kan geven voor opgetreden verschillen in gasverbruik. De analyse van gegevens verzameld op een groep van 44 bedrijven, is gebaseerd op bedrijfsvergelijking met behulp van factoranalyse, die zowel kwalitatief als kwantitatief inzicht geeft in de samenhang van gegevens.

2.1 Kiezen van te verzamelen bedrijfsgegevens

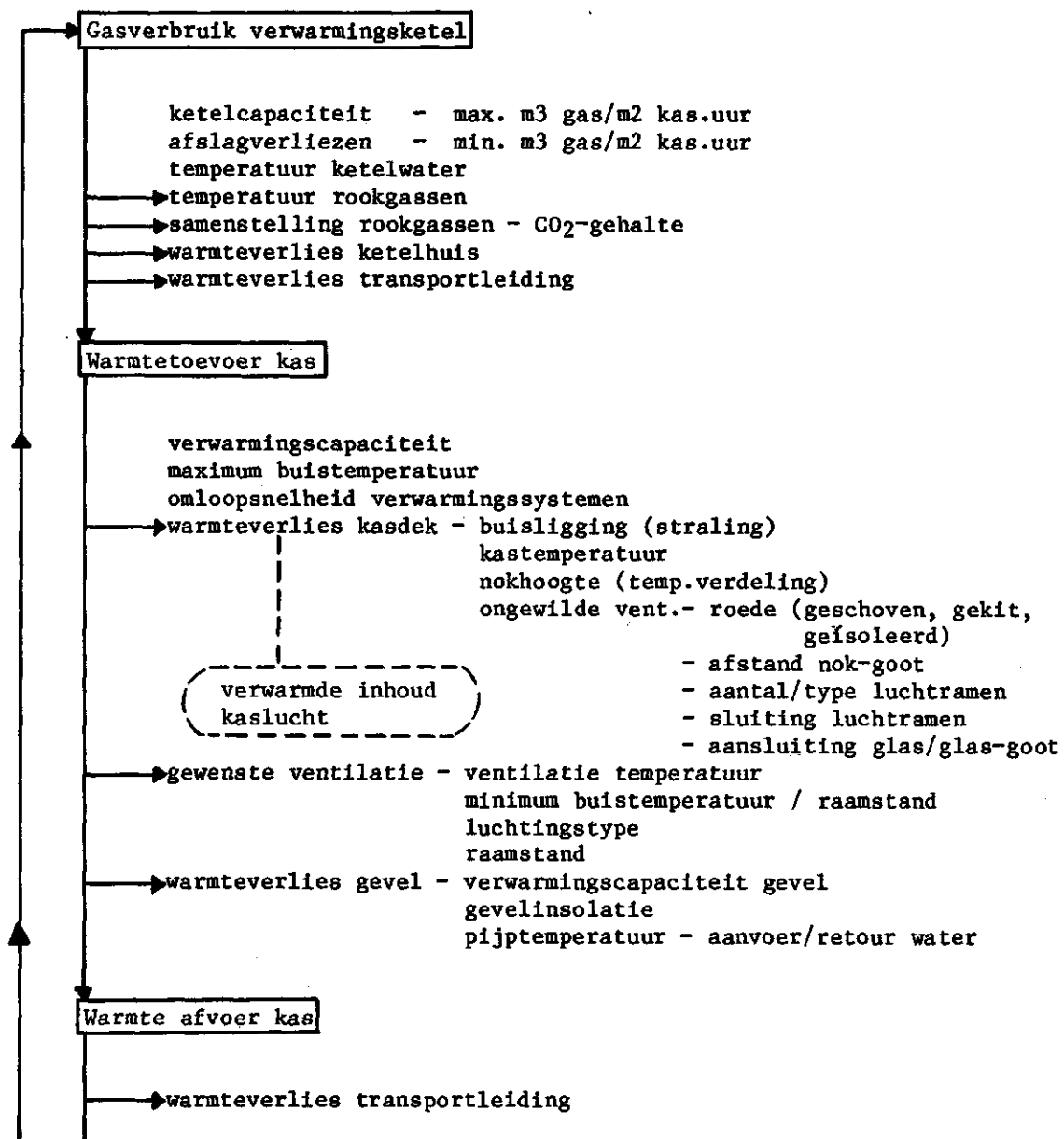
In een bedrijfsvergelijkende studie worden de te verklaren verschillen (gasverbruik) gerelateerd aan andere bedrijfsgegevens. Om een zo volledig mogelijke verklaring te kunnen geven moeten de gegevens inzicht geven in alle relevante bedrijfsonderdelen. Men kan naar keuze meer of minder in detail treden bij het inzicht verwerven in elk bedrijfs onderdeel afzonderlijk. Voorgaande bedrijfsvergelijkende studie's (factoranalyse) zijn soms gebaseerd geweest op min of meer willekeurig verzameld cijfermateriaal, en de resultaten ervan zijn daardoor menig maal als te beperkt ervaren. De keuzen van de te verzamelen gegevens is voor dit project gebaseerd geweest op een schematische benadering van de opwekking en afgifte van warmte (zie figuur 2.1).

Op een glastuinbouwbedrijf wordt aardgas verbrand om de kas op de gewenste temperatuur te houden. Hierbij gaat op allerlei plaatsen warmte verloren. Op de deelnemende bedrijven zijn al deze plaatsen beschreven om de verschillen naar voren te kunnen halen. De beschikbare tijd en de beschikbare meetapparatuur hebben bepaald welke gegevens uiteindelijk zijn verzameld. Het geheel moet een betrouwbaar beeld geven van de energiezijden van het glastuinbouwbedrijf. Wanneer er binnen een zelfde bedrijf verschillen voorkomen, bijvoorbeeld in kas-hoogte of constructie van luchtramen, en dit aandeel moet uit oogpunt van onderlinge vergelijkbaarheid van de bedrijven, toch in één cijfer per bedrijf worden beschreven, dan geeft dat cijfer in dat geval geen waarheidsgetrouw beeld van de bedrijfssituatie. Het project is dan ook beperkt tot bedrijven die wel uniform zijn over het gehele glasoppervlak.

2.2 Kiezen van bedrijven

De invloed van het kasklimaat, temperatuur en vochtigheid, op het gasverbruik is groot. Bij gelijkblijvend teeltplan kan de teler het kasklimaat echter niet sterk beïnvloeden zonder risico voor opbrengstverlies. Bedrijven met energiebesparende maatregelen die ook het kasklimaat sterk beïnvloeden (energieschermen en dubbele dekken) zijn buiten het onderzoek gehouden, om te zien of met andere maatregelen, die wellicht minder diep ingrijpen in de bedrijfsvoering, eveneens resultaten zijn te behalen. Het is dus voor degenen die hun teeltplan niet wensen te wijzigen van belang dat andere ingangen worden gevonden waarmee het gasverbruik wordt beïnvloed c.q. kan worden beperkt. Om dit te bereiken kunnen bedrijven worden vergeleken met een zelfde teelt en teelttemperatuur. Van de Nederlandse glastuinbouwgewassen zijn er slechts enkele, die bij een vrijwel vaststaande temperatuur worden geteeld, en die dus voor dit onderzoek geschikt zijn. De keuze is gevallen op de tomaat, waarbij alleen be-

Figuur 2.1 Gasverbruik en warmteafgifte op glasbedrijven



N.B. warmteverlies via de bodem is verwaarloosd.

drijven in aanmerking zijn gekomen met een planttijd tussen 15 december en 5 januari.

De tomaat werd vrijwel alleen geteeld in venlo-kassen van 3.20 m. kapbreedte (met of zonder tralieligger) en onder een dek van enkel glas zonder schermdoek. In een bedrijfsvergelijkend onderzoek geven één of twee afwijkende bedrijven geen aanvullende informatie, zodat het onderzoek zich heeft beperkt tot bedrijven met venlo-kassen en enkel glas in het dek.

Naast de klimaatsomstandigheden in de kas is ook de buitentemperatuur en de instraling belangrijk voor het gasverbruik. Om de verschillen hierin tot een minimum te beperken zijn alleen bedrijven gezocht binnen een regionaal beperkt gebied, het Zuidhollands Glasdistrict. Bedrijven in de kuststrook (5 km) zijn vanwege afwijkingen in zonuren en windsnelheid buiten het onderzoek gehouden. De verschillen in buitenklimaat tussen de bedrijven zijn door de toegepaste bedrijfskeuze zoveel mogelijk beperkt. De mate waarin het buitenklimaat vat heeft op het bedrijf is echter ook van belang. Met opzet zijn zowel bedrijven in de aaneengesloten glasgebieden alsook geheel vrijliggende bedrijven in het onderzoek betrokken. Diverse elementen die te zamen het weer bepalen zullen waarschijnlijk elk een eigen invloed op het gasverbruik van de bedrijven hebben. Om de invloeden van zon, wind en regen e.d. afzonderlijk te kunnen bepalen is het gasverbruik wekelijks vastgelegd.

2.3 Selectie van de deelnemers

Voor dit project is een aantal van 40 à 50 deelnemers gezocht. Een eenvoudige bedrijfsindeling moest het mogelijk maken om een betrouwbare beschrijving te maken van het bedrijf (zie 2.1). De onderlinge vergelijkbaarheid moest gewaarborgd zijn, waarbij zowel beschut liggende bedrijven als vrijliggende bedrijven gewenst waren (zie 2.2). Om dit te verwezenlijken is aan de voorlichters in het gebied Westland en de Kring gevraagd een lijst op te stellen van bedrijven die voldeden aan de onderstaande criteria:

1. Tomatenbedrijven met planttijd van 15 december tot 10 januari;
2. Per bedrijf alle planten gelijk gezaaid;
3. Per bedrijf geen verschil in kashoogte, luchting, aantal en ligging van de verwarmingsbuizen;
4. Bedrijf rechthoekig van vorm (verwarmingsspiralen overal van dezelfde lengte);
5. Klimaatregeling automatisch;
6. Alleen bedrijven met venlo-kassen;
7. Afstand tot de kust groter dan 5 km;
8. Zowel ingesloten als vrijliggende bedrijven.

Er is een lijst opgesteld van ruim 80 bedrijven, waarvan slechts 46 uiteindelijk aan alle eisen bleken te voldoen. Vele bedrijven waren niet uniform, hadden planten laten zaaien op uiteenlopende data of plantten voor of na de aangegeven data. Er waren geen bedrijven die van medewerking afzagen.

Binnen de groep glastuinbouwbedrijven is dus een strenge selectie toegepast om aan het doel van het onderzoek te kunnen beantwoorden. Het verslag zal zicht geven op bedrijfsomstandigheden waardoor verschillen in gasverbruik ontstaan, doch dit behoeft niet representatief te zijn voor andere groepen glasbedrijven. Het is echter opgevallen dat desondanks het gemiddelde gasverbruik bij deze bedrijven overeen kwam met de norm die gesteld is voor vroege stooktomaten.

2.4 Keuze van de analysemethode

Dit project is opgezet om inzicht te krijgen op die facetten van het glastuinbouwbedrijf die het gasverbruik bepalen. Een open vraagstelling dus zonder

hypothese, zonder toetsing. Het gasverbruik kan zowel worden beïnvloed door vloed door grote bedrijfsverschillen op een gebied dat voor het energieverbruik minder relevant is, evenals door kleine verschillen tussen de bedrijven van de energiebepalende factoren zoals bijvoorbeeld de teelttemperatuur. De gekozen analysemethode (factoranalyse) is gebaseerd op het optreden van correlatie, waardoor zowel aan spreiding als aan invloed waarde wordt toegekend. Niet alleen de enkelvoudige relatie tussen variabelen maar de samenhang tussen alle onderzochte bedrijfsgegevens wordt in factoren (veelal aspecten genoemd) zichtbaar gemaakt. Hiermee wordt in veel gevallen voorkomen dat onterecht waarde wordt gehecht aan schijnrelaties.

3. BESCHRIJVING VAN DE DEELNEMENDE BEDRIJVEN

Van de oorspronkelijk 46 aangezochte bedrijven zijn er 2 afgefallen, één bedrijf weigerde verdere medewerking toen bij een andere deelnemer een zeer beperkte uitval van planten optrad; het tweede bedrijf bleek een wat afwijkende teeltmethode te hanteren. De resterende bedrijven lagen min of meer verspreid over het gehele Zuidhollands Glasdistrict, met een accent op enkele nieuwe vestigingsgebieden:

Nieuwvestiging rondom Honselersdijk	11
Overig Westland	7
Nieuwvestiging rondom Bleiswijk	11
Overige in de Kring	15

Op de meeste bedrijven (29) waren de kassen in de afgelopen 5 jaar gebouwd. In 3 gevallen betrof het een geheel nieuw bedrijf waar voor het eerst werd geteeld. Oudere bedrijven kwamen in het onderzoek nauwelijks voor, slechts op 4 bedrijven waren de kassen meer dan 10 jaar oud. Het systeem van luchten hield hiermede nauw verband; algemeen werd het schommelmechaniek gehanteerd en slechts op 7 bedrijven werden de luchtramen nog met trekdraden bediend.

De teeltoppervlakte op de deelnemende bedrijven varieerde sterk en wel van ruim 4000 tot 20.000 m² bruto kas, gemiddeld was bijna 11.500 m² teeltruimte beschikbaar. Het oppervlak aan gevels per 100 m² bruto kas wordt sterk bepaald door de afmetingen van het kascomplex. Hogere kassen (3.15 m. goothoogte) hadden gemiddeld niet meer geveloppervlak dan lagere kassen (goothoogte 2.10 boven de grond). Dit kwam doordat de verschillen in goothoogte vrij klein waren (st.afw. = 8%) ten opzichte van de verschillen in gevellengete (st.afw. = 21%) en bovendien de hogere kassen in het algemeen op grotere-bredere bedrijven voorkwamen. Met name de breedte van de kas was van belang voor de geveloppervlakte omdat bij deze 44 bedrijven de kavelbreedte beperkt was ten opzichte van de totale perceelsoppervlakte. Gemiddeld bedroeg het geveloppervlak ruim 14 m² glas voor elke 100 m² teeltoppervlakte.

Het verwarmingssysteem bestond op alle bedrijven uit een centrale ketel met verwarmingsbuizen met een doorsnee van 51 mm in de kassen. De aan- en afvoerleidingen waren volgens het Tichelman-systeem bij elkaar geplaatst, met verwarmingsspiralen haaks hierop werd dan de kas verwarmd. De spiralen waren laag bij de grond vertikaal (2 pijpen boven elkaar) of horizontaal opgehangen aan de kasconstructie op resp. 25 en 9 bedrijven. De spiralen zelf lagen goed verdeeld door de kasruimte, steeds één onder de goot en één onder de nok van de kassen. Op de overige 10 bedrijven werden de verwarmingsspiralen tevens gebruikt als buisrail transportsysteem, ze lagen hiertoe vrijwel op de grond, ondersteund door balkjes, met een onderlinge afstand tussen 2 pijpen van $\pm$ 50 cm. Naast dit primaire net dat 4 pijpen met een doorsnee van 51 mm per kap van 3.20 omvatte, was er op 27 bedrijven nog een afsluitbare 5^e pijp aanwezig, bovenin de kas.

Aan energiebesparing was aandacht besteed. Gevelisolatie werd vrij algemeen toegepast, slechts op 11 bedrijven werd geen isolatie van betekenis aangetroffen, terwijl op 8 bedrijven de gevels van dubbel glas waren voorzien ofwel het bedrijf was vastgebouwd tegen de burens. Het luchten werd zo veel mogelijk beperkt en aan een uitgebreide klimaatregeling werd veel waarde gehecht, op bijna de helft van de bedrijven was een regelcomputer aanwezig. Van de overige investeringen ter besparing op de verwarmingskosten kan de condensor worden genoemd (18x) en de substraatteelt (1x). Energieschermen werden in de tomatenteelt in 1981 nauwelijks toegepast.

De kastemperatuur voor de teelt van tomaten is vrij nauwkeurig omschreven 's nachts 15-16°C, overdag 19-20°C met enkele graden licht afhankelijke verhoging tot eind maart. De deelnemers hielden zich vrij goed aan dit advies waardoor de verschillen in ingestelde temperatuur beperkt bleven tot maximaal 1,5°C. De gerealiseerde temperatuur week niet noemenswaardig af van de ingestelde temperatuur, ook niet in de koudste periode met buitentemperaturen tot ongeveer -10°C 's nachts.

4. DE WEERSOMSTANDIGHEDEN EN HUN INVLOED

Het klimaat in Nederland is wisselvallig en het voorjaar van 1981 vormde daarop geen uitzondering. In de maanden januari en februari was het weer vrij normaal, een echter kwakkelwinter. In maart en begin april waren de temperaturen hoog voor de tijd van het jaar, met een weekgemiddelde tot soms 5°C boven normaal. Het was zacht maar ook erg donker weer, met in enkele weken nog geen 50% van de normale lichthoeveelheid. Na de eerste week van april keerde de zon terug maar daalde ook de temperatuur en werd het alsnog een koud voorjaar (zie bijlage 1).

De weersomstandigheden hadden vanzelfsprekend invloed op het gasverbruik. In de kas werd een vrij constante temperatuur gehandhaafd van ruim 15°C in de nacht, oplopend tot 19 à 20°C overdag, afhankelijk van de instraling. De invloed van een wisselende buitentemperatuur kan onmiskenbaar in het gasverbruik van de afzonderlijke weken worden teruggevonden (zie figuur 4.1). Om het temperatuursverschil met buiten te overbruggen was per week, per 1°C een hoeveelheid van 14,7 m³ gas nodig voor elke 100 m² kas.

In weken met veel instraling, met name in april, werd opvallend minder verstookt dan op basis van de buitentemperatuur kon worden verwacht. Bij nader onderzoek kon worden vastgesteld dat de instraling in een deel van de warmtebehoefte had voorzien, doch ook dat daarvoor gemiddeld slechts 15% van de straling werd benut. Dit lage rendement stemt overeen met onderzoeksresultaten uit andere bronnen. De bladtemperatuur stijgt namelijk onder invloed van instraling slechts weinig (v.d. Berg). De verdamping echter neemt onder invloed van zonnestraling wel enorm toe (de Graaf). Straling die op een gewas valt wordt dus slechts voor een klein deel in voelbare warmte omgezet.

In weken met veel wind werd een hoog gasverbruikesignaleerd, terwijl in een "windstille" week weinig werd verstookt (zie fig. 4.1). Gezien het winderige klimaat in Nederland waren de verschillen in windsnelheid niet groot. De invloed van de wind kan mede hierdoor slechts vrij ruw worden geschat en kwam uit op + extra 8 m³ gas per 100 m² kas per week voor elke toename van de gemiddelde windsnelheid met 1 meter per seconde.

De verschillen in buitentemperatuur, instraling en windsnelheid te zamen vormden een zeer goede verklaring (93%) van de verschillen in gasverbruik tussen de waargenomen weken. Het gasverbruik kon goed worden geschat met de volgende formule.

$$\text{gasverbruik/week m}^2 = 0,147 \Delta T + 0,086 W - 0,050 I$$

T = gemiddeld verschil in temperatuur kas-buiten in °C

W = gemiddelde windsnelheid in meter/seconde

I = totale instraling in Kjoule/cm²

5. BEDRIJFSGEGEVENS TER VERKLARING VAN HET GASVERBRUIK

Tussen de deelnemende bedrijven treden verschillen op in gasverbruik, ondanks een gelijk teeltplan. De oorzaak wordt gezocht in de wijze waarop elk bedrijf is gelegen en ingericht en in de manier waarop het teeltplan wordt uitgevoerd. Planmatig is van elk bedrijf een beschrijving gemaakt (zie par. 2.1) om te kunnen bestuderen welke bedrijfsverschillen gerelateerd zijn aan de verschillen in gasverbruik.

5.1 Bedrijfsligging en inrichting

Van elk bedrijf is een plattegrond getekend waarin is opgenomen de noordrichting en de nokrichting van de kassen. Ook de situering ten opzichte van opstanden en begroeiing in de directe omgeving staat daarbij opgetekend. Een ligging in het open veld met de nok van de kas Noord-Zuid is ongunstig voor het energieverbruik, vanwege respectievelijk de windinvloed en reflectie van zonlicht. Uit onderzoek in de fruitteelt naar de brekingsinvloed van windsingels is bekend dat deze invloed zich uitstrekt tot ongeveer 20 maal de hoogte van de windkering. Analooq hiermee zijn glasopstanden op begroeiing analoog of eigen opstallen als: schuur, ketelhuis en woonhuis - op een afstand van 20 m vanaf de eigen glasopstand gewaardeerd als beschuttende opstanden. In de hoogte waarover een beschuttende invloed werd ondervonden en de afstand tot de beschutting is berekend in welke mate het bedrijf beschuttinge ondervond. Omdat met name van - winddichte - opstallen beschutting werd ondervonden, is een afstand van minder dan 10 meter extra zwaar gewaardeerd. Beschutting van 100 tot 50 procent beschutting. Bij de nokrichting is elke stand ten opzichte van de Noord-Zuid oriëntatie positief gewaardeerd, omdat dan de wind van de Noordoost (naar het zuiden afkomstig) wordt opgevangen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een gunstiger ligging ten opzichte van de oost en zuiden van van de avondzon.

Op de bedrijven werd in een aaneengesloten keurtocht getoerd. Alle maten van de kas zijn vastgelegd en de wijze van luchten is opgetekend. De plaats van de verwarmingsbuizen is opgenomen, zowel in de kas, langs de gemetselde op het hoofdpad. Er is een schets gemaakt van het verwarmingscircuit, met alle afvoerleidingen, verdeelleidingen en de aansluitingen daarvan. De gegevens omtrent de ketel, de brander en eventueel de condensor zijn opgenomen. Hierbij is niet alleen gelet op de capaciteit, doch ook op het rendement, de afgegeven vlamstand en op het opgenomen ventilatorvermogen (zie bijlage 1).

5.2 De teeltgegevens

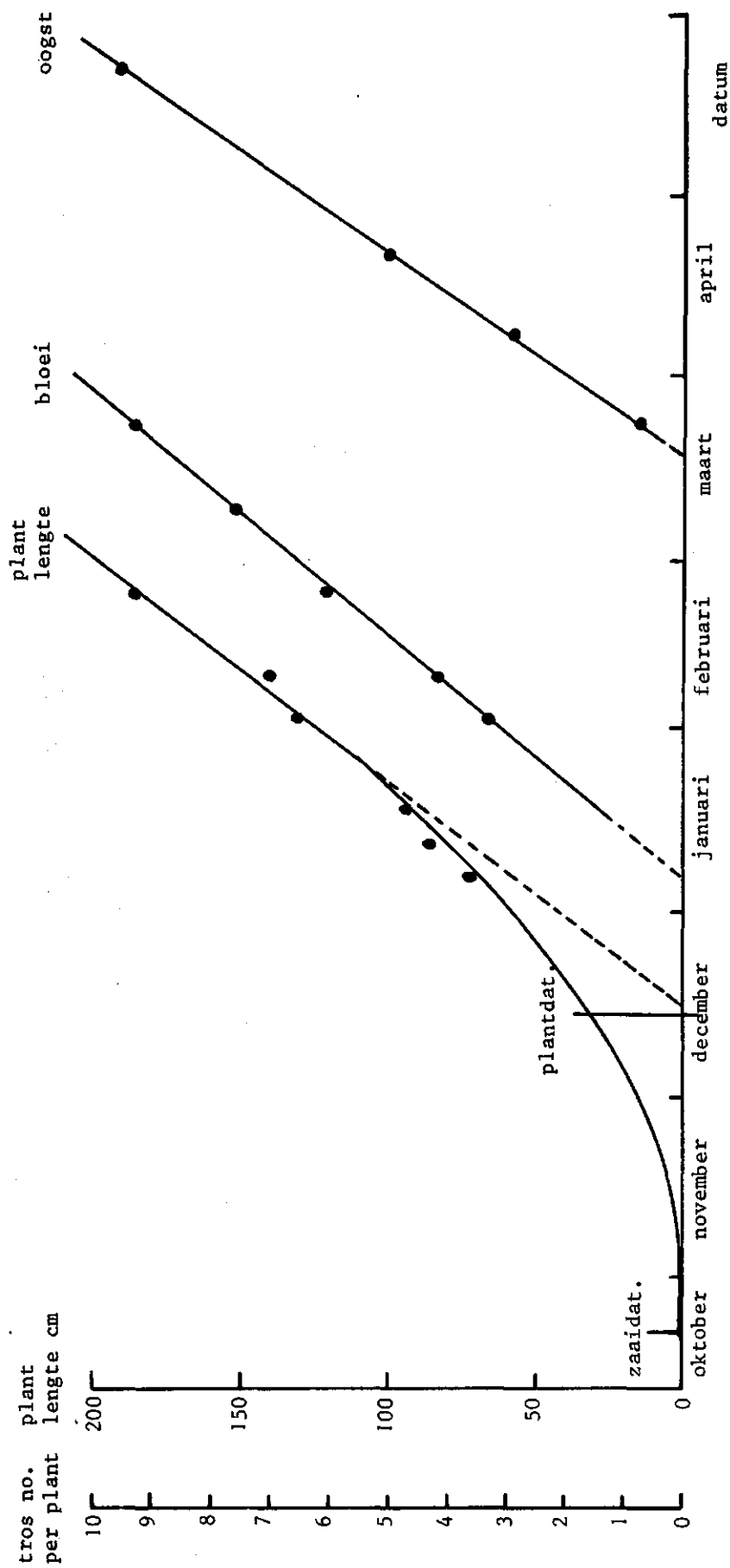
Aan de deelnemers is opgedragen om van het eigen dagritje in de teeltomstandigheden notities bij te houden. Op een verstrekte lijst werd de klimaatinstelling genoteerd en veranderingen daarin werden direct bijgeschreven met vermelding van datum. Daarnaast is vanaf 5 januari wekelijks op maandag vóór 12 uur de gasmeterstand genoteerd. Elke maand werd op grond daarvan (onder meer) een overzicht gegeven van het gasverbruik per m² bruto kas van elk bedrijf.

Vanaf 15 januari kwam registratieapparatuur ter beschikking waarmee de ruimte- en buistemperatuur alsook de raamstand kon worden vastgesteld. Deze apparatuur is tussen half januari en half februari geplaatst en aangesloten. Elke periode van 14 dagen werden de bedrijven bezocht waarbij een wandtoegesien dat registratie tijdig plaatsvond. Bij de controle werd tenen de stand van het gewas bekeken om de ontwikkeling te volgen. Hierbij werden de plantstadien in de kas als representatief beschouwd. In eerste instantie werd de plantlengte gemeten, later werd ook de bloei en oogst bekeken. Daarbij werd het eerste tros-

Figuur 5.1 Werkblad plantgegevens

Naam :

Bedr.no.: 10



nummer genoteerd waarvan de eerste bloem open, resp. de eerste vrucht geplukt was. De gegevens werden bijgeschreven op een werkblad waarop de ontwikkeling zichtbaar werd (zie figuur 5.1). Bij twee ontwikkelingsstadia is volgroeid blad geplukt en het gewicht genomen als maat voor de weligheid van het gewas op dat moment. Tot slot is ook het aantal vruchten geteld dat van de trossen 1 t/m 5 was geoogst.

6. CORRECTIES EN VERWERKINGSMETHODE

6.1 Temperatuursinstelling en kasklimaat

Plaatsen van registratieapparatuur op tuinbouwbedrijven biedt mogelijkheden om te controleren. Elke teler maakte daarvan dankbaar gebruik door de instelling van de klimaatregelapparatuur te vergelijken met de uitkomsten van de registratie. De verschillen die tijdens de nachturen optraden waren meestal heel klein (verschillend geplaatste opnemers b.v.). De oorzaak van grote verschillen was gelegen in een foutieve afstelling van de registratieapparatuur (onvoldoende tijd voor het ijken vooraf). Overdag werden wel verschillen geconstateerd wat het gevolg was van het meten met (afgeschermd) ongeventileerde opnemers, terwijl de telers zeer algemeen gebruik maakten van geventileerde meetboxen (40 van de 44) en zij als gevolg daarvan lagere temperaturen vaststelden. De klimaatsinstelling zoals die door de deelnemers werd ingesteld was dus onderling goed te vergelijken ondanks enig verschil met gegevens uit de registratie.

De verwerking van de registratiestroken is beperkt tot vijf karakteristieke weken (zie tabel 6.1). Het etmaal is daarbij gescheiden in een aaneengesloten dag- en nachtperiode van elk 12 uur. Van elke periode is de gemiddelde temperatuur bepaald en de gegevens van 7 opvolgende etmaten zijn gebruikt voor de berekenen van de gemiddelde dag en nachttemperatuur. Met deze gegevens kon niet worden aangegeven met welk verloop van ruimte- en buistemperatuur het zuinigst wordt gestookt. In dit verslag zullen alleen de gevolgen van verschillen in ingestelde temperaturen worden besproken.

Tabel 6.1 Ingestelde en gerealiseerde temperatuur van vijf sterk verschillende weken

Datum	Buistemp. 1) oC		Luchttemperatuur 2) oC		Buiten- temp. oC	Instraling J/cm ²	
	nacht	dag	nacht	dag			
2- 8 februari	43,7	50,9	15,4/15,4	19,9/19,4	6,5	2327	nat
16-22 februari	57,4	55,6	15,6/15,4	20,0/20,0	0,3	3797	koud
16-22 maart	44,3	43,3	15,4/15,4	19,9/21,1	7,3	6403	wind
30 mrt.-5 apr.	39,1	43,3	15,4/15,6	19,8/20,1	8,7	3831	donker
13-19 april	44,4	34,6	15,4/15,5	19,8/22,6	9,0	13653	zonnig

1) Gerealiseerde buistemperatuur.

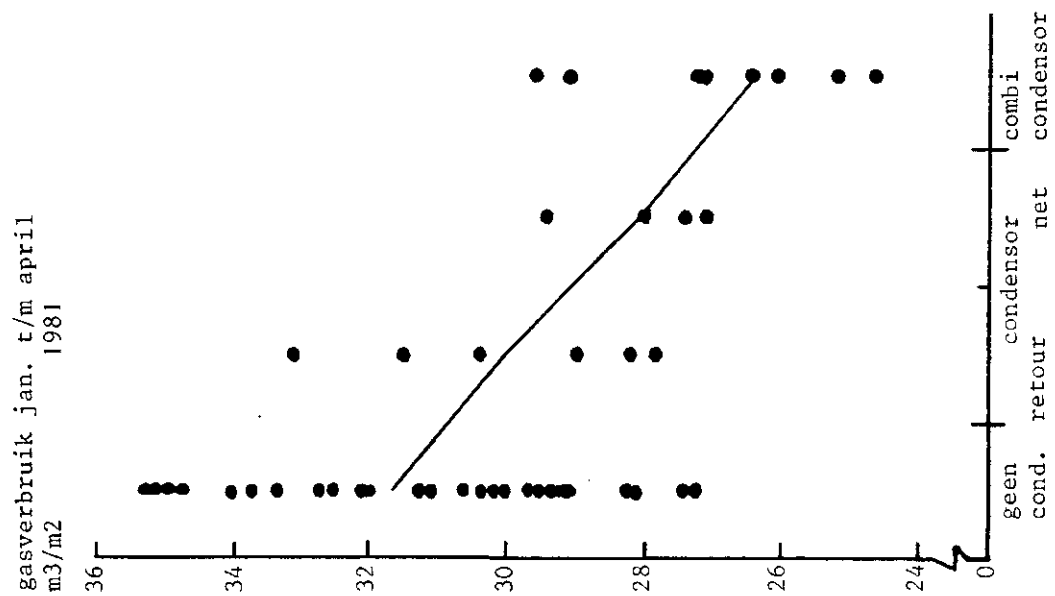
2) Temperatuurinstelling/gerealiseerde temperatuur.

6.2 De rookgascondensor

Een belangrijke beïnvloeding van het gasverbruik werd geconstateerd door het gebruik van rookgascondensoren. Op iets minder dan de helft van de bedrijven was een condensor aanwezig. Er waren drie te onderscheiden wijzen waarop de condensoren waren ingepast in het verwarmingssysteem. Met factoranalyse zou het verband tussen het gebruik van een condensor en het gasverbruik niet goed tot uiting komen, door het beperkt aantal bedrijven waarop een condensor voorkomt en de geringe variatie in aansluitingsmogelijkheden. Om er zeker van te zijn dat factoranalyse zinvol zou kunnen worden toegepast voor verdere bestudering van de gegevens, moest het gasverbruik voor de invloed van de condensor worden gecorrigeerd.

Het gasverbruik gemiddeld voor de bedrijven zonder condensor lag hoger dan het gasverbruik gemiddeld voor de bedrijven met een condensor, aangesloten op

Figuur 6.1 Het gasverbruik op bedrijven zonder condensor en met condensor in diverse toepassingen



respectievelijk de retourleiding uit de kas; op de 5^e pijp ofwel de gewasverwarming en op een combinatie van retour en 5^e pijp (zie figuur 6.1). De mogelijkheid tot besparing zoals die uit de illustratie blijkt van 5, 11 resp. 15% komt vrijwel overeen met gegevens die eerder gepubliceerd zijn, (J. Meijndert). De correctie toegepast voor het gasverbruik van de betreffende bedrijven is dan ook gebaseerd op de invloed die hier gevonden is.

De invloed bij het gebruik van condensors zoals deze gevonden is, past alleen in deze bedrijfssituatie. Bij toepassingen op bedrijven met veel lagere buistemperaturen (bijvoorbeeld ten gevolge van het gebruik van schermdoeken, grond- of tabletverwarming) zal het rendement van een condensor, aangesloten op de retour van dit verwarmingssysteem, boven de 5 à 7% uitstijgen. Wanneer de rookgassen duidelijk minder dan 10% CO₂ bevatten (bijvoorbeeld doordat de ketel meestal op heel kleine vlamstanden brandt) daalt het rendement van de condensor. Bij de overweging om een condensor aan te schaffen zal men dus de bedrijfssituatie, nu en in de nabije toekomst, moeten bezien om te weten welke besparing bij diverse aansluitingen haalbaar is.

6.3 Verwerking van de gegevens

Uit de gegevens over het gasverbruik blijkt, ook na correctie voor de condensorinvloed, een groot verschil van week tot week en van bedrijf tot bedrijf. Voor de verschillen die van week tot week optreden, zijn in hoofdstuk 4 al enige belangrijke invloeden besproken. (Het gasverbruik per week, gemiddeld voor alle deelnemende bedrijven, werd vrijwel geheel bepaald door de buitentemperatuur, de instraling en de windsnelheid.) De verschillen die optreden van bedrijf tot bedrijf zijn vervolgens geanalyseerd met behulp van factoranalyse. Deze methode tracht variabelen zodanig te ordenen dat groepjes variabelen die onderling relatie vertonen in één factor of aspect bijéén worden gebracht en afgescheiden van andere groepjes variabelen waarmee geen relatie bestaat. Uiteindelijk blijven een aantal groepjes variabelen over die aspecten worden genoemd en waarvan de invloed op de te onderzoeken kenmerken als gasverbruik en produktie onafhankelijk is van het optreden van de overige variabelen. De onderzoeker tracht binnen elke groep variabelen binnen 1 aspect onderscheid te maken tussen oorzakelijke en niet oorzakelijke (of schijn) relaties. Daarmee geeft hij aan de aspectentabel een vorm waaruit bruikbare conclusies kunnen worden getrokken.

Tabel 6.2 Bedrijfsindeling naar beschutting van naastliggende bedrijven

Variabele	Groepsindeling aantal bedrijven per groep		
	17	14	13
Beschutting	28% vrijliggende bedr.	46% gedeeltelijk ingesloten bedr.	65% vrijwel ingesloten bedrijven
Gasverbruik per m ²	31,9	31,8	30,2
Produktie kg/m ²	11,4	11,5	11,3
Begin oogst	27/3	24/3	26/3
Ingestelde T nacht	15,4	15,6	15,4
" dag	19,8	19,8	20,0
Poothoogte	274	276	278

Vervolgens zijn de bedrijven voor elk afzonderlijk aspect in groepen ingedeeld naar de hoogte van de score op dat aspect. Bedrijven die op basis van een aspect, bijvoorbeeld bedrijfsligging (het groepje variabelen waarbij bedrijfs-

ligging centraal staat) bij elkaar horen (de vrijliggende bedrijven $\longleftrightarrow$ de ingesloten bedrijven), zijn elk in één groep bijeen gebracht. Berekening van het gemiddelde van elk bedrijfsgegeven per groep, maakt de verschillen tussen de groepen zichtbaar. Men kan dan aflezen hoe groot het verschil is in gasverbruik en produktie tussen de groep vrijliggende en de groep ingesloten bedrijven (zie tabel 6.2). Ook leest men af dat voor bedrijfsgegevens die geen verband houden met de bedrijfsligging, zoals bijvoorbeeld de teelttemperatuur, het gemiddelde voor elke groep nagenoeg gelijk is. Dit gegeven kan dus geen verklaring vormen voor verschil in gasverbruik tussen de groepen.

Voor telers is met name de groepsindeling van belang omdat daaruit conclusies te trekken zijn of het bedrijfsbeleid aanpassing behoeft of niet (kostenbaten analyse). De beschrijving van de onderzoeksresultaten vindt dan ook geheel plaats aan de hand van bedrijfsillustraties. Hierin staan de groepsgemiddelden van alle interessante gegevens vermeld.

Voor de onderscheiden aspecten waaraan een verschil in gasverbruik werd toegeschreven is erop gelet of de invloed elke week even groot was. Wanneer er duidelijke verschillen werden geconstateerd tussen de weken, dan is nagegaan wat daarvan de oorzaak kon zijn. Soms lag de oorzaak van een grote invloed in de ene week en een kleine in de volgende, in het buitenklimaat (windinvloed). In andere gevallen, waar dit niet het geval was een poging is gedaan om de oorzaak van de verschillen op een andere wijze te verklaren (gewijzigde omstandigheden binnen de kas).

7. DE INVLOED VAN ZESTIEN RELEVANTE ASPECTEN OP GASVERBRUIK EN PRODUCTIE

7.1 De onderscheiden aspecten

Binnen de groep van 44 bedrijven konden vele oorzaken voor verschil in gasverbruik en opbrengst als goeddeels op zichzelf staand worden onderscheiden. Bij 18 van de 20 aspecten kon het aspect verëenzelvigd worden met één van de bedrijfsvariabelen en werd het dan ook als zodanig benoemd. De onderscheiden aspecten waarmee de verschillen in gasverbruik en produktie samenhangen waren:

- 1 zaaidatum;
- 2 aantal dagen tussen zaai en bloei;
- 3 reflectiemateriaal op de grond van de kas;
- 4 hoeveelheid gevelde kleine vruchten;
- 5¹⁾ lengte-breedte verhouding van de stookgroep;
- 6¹⁾ geveloppervlak per 1000 m² kas;
- 7¹⁾ capaciteit gevelverwarming;
- 8 gevelisolatie;
- 9¹⁾ bedrijfsoriëntatie - beschutting;
- 10 - nokrichting van de kas;
- 11 maximum verbruik van de ketel per m² kas per uur;
- 12 minimum idem;
- 13 nokhoogte van de kas;
- 14 kier tussen glas en goot;
- 15 buisligging;
- 16¹⁾ ingestelde nachttemperatuur;
- 17¹⁾ ingestelde dagtemperatuur;
- 18¹⁾ ingestelde minimum buistemperatuur;

- 1) Aspecten die voor het gasverbruik van essentieel belang zijn.

In de aspectentabel zijn enkele onmiskenbare samenhangen opgevallen die een bevestiging vormen van bestaande ideeën (bijlage 3):

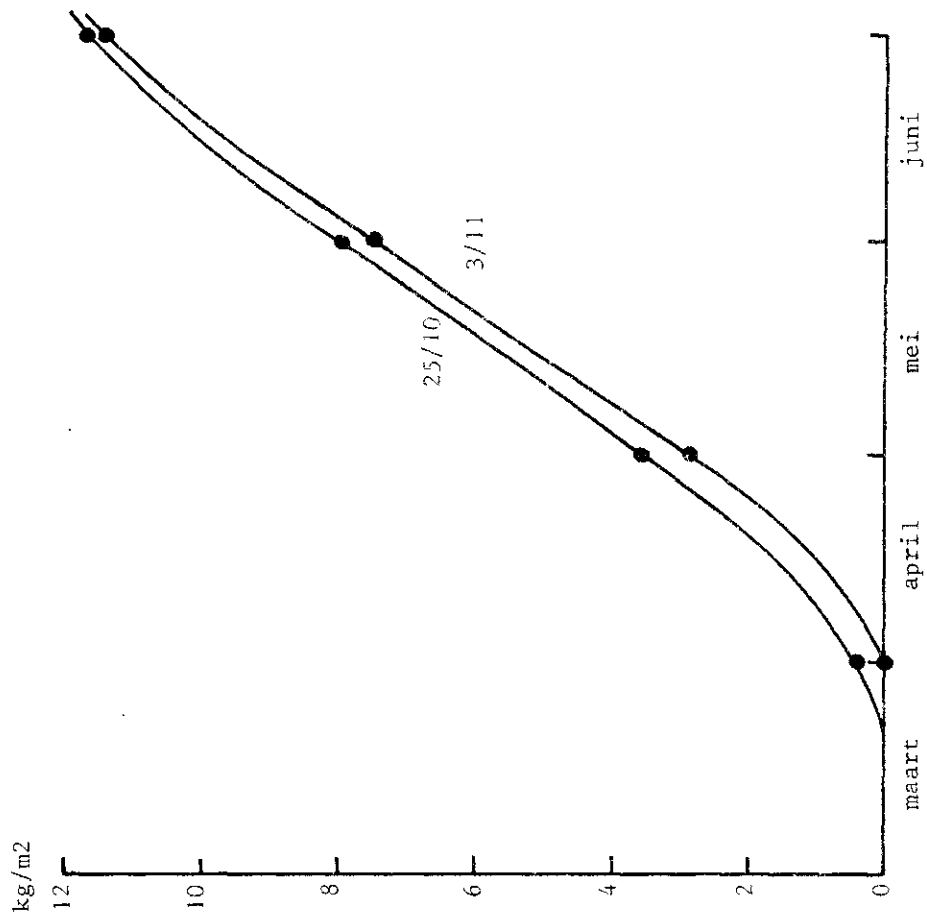
- Op bedrijven waar het gewas relatief snel na het zaaien in bloei kwam, zat de 1^e tros lager aan de plant en was het blad tussen de 1^e en 2^e tros lichter van gewicht (kleiner).
- De vroegheid had nauwelijks invloed op de aantallen vruchten aan de onderste vijf trossen (het aantal vruchten was overigens niet beperkend voor de produktie op deze 44 bedrijven).
- Een groot geveloppervlak kwam relatief vaak voor op bedrijven met kleinere ketels, kleinere stookgroepen en met een wat oudere stookinstallatie, vaak op de kleinere bedrijven met een verouderde structuur (waarbij de kassen al dan niet vervangen zijn).
- Een goed geïsoleerde gevel komt vaak voor in samenhang met veel transportleidingen op het bedrijf.
- Hoge kassen zijn vooral in de laatste jaren gebouwd.

De overige samenhangen binnen de bestudeerde aspecten met name met gasverbruik en produktie, die ook uit de aspecten tabel is af te lezen, wordt in het hiernavolgende, per aspect beschreven aan de hand van bedrijfsillustraties (zie 6.3).

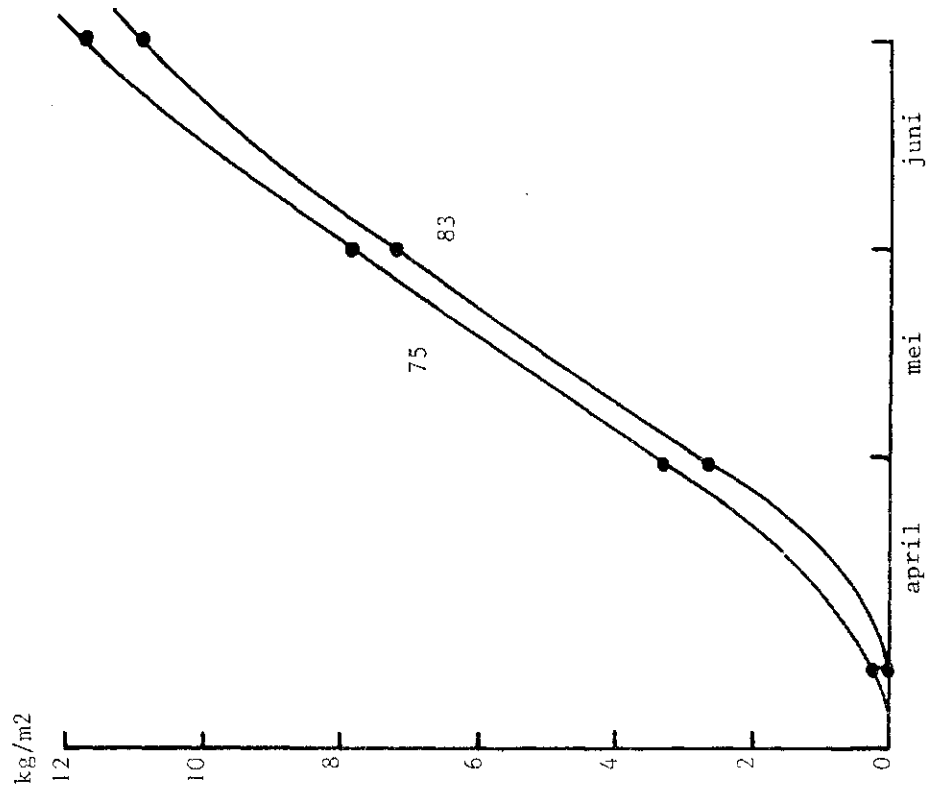
7.2 Zaaidatum en de groeiduur van zaai tot bloei

Bij de werving van de bedrijven is geselecteerd op plantdatum. Naar verwachting zijn de verschillen in zaaidatum dus niet groot, doch tussen de groep vroege en de groep late zaaiers is toch een verschil aanwezig van 9 dagen. Na het zaaien staan de planten ongeveer 8 weken in een opkweekruimte, daarna verhuizen ze naar de teeltruimte en worden daar direct op eindafstand gezet. Onge-

Figuur 7.1 Het produktieverloop bij verschillende zaaidata



Figuur 7.2 Het produktieverloop bij 2 groepen bedrijven met verschil in aantal dagen tussen zaai en bloei



veer 11 weken na het zaaien komt de eerste tros in bloei. In de periode van zaai tot bloei ontstond, onafhankelijk van de zaaidatum, een verschil van 8 dagen tussen de groep met vroeg resp. laat in bloei komende gewassen. Bij gewassen die relatief snel in bloei kwamen zat de 1^e tros lager bij de grond en was het blad tussen de 1^e en 2^e tros relatief licht van gewicht (klein). Dit duidt op een lage plaatsing van de tros aan de plant (zie bijlage 4 en 5).

De bloeiwaarneming is verricht aan duidelijk zichtbare trossen, waardoor het mogelijk is dat een vroege abortie van de 1^e tros niet is opgemerkt. Een heel vroege trosaanleg in de herfst van 1980 behoort tot de mogelijkheden door een koude periode begin november, kort na het zaaien.

In de groeiduur van bloei tot oogst treedt nauwelijks meer spreiding op zodat de bloeidatum de vroegheid van de produktie bepaalde. De produktie in maart werd vrijwel geheel bepaald door de vroegheid, de produktie in april nog voor een klein gedeelte. In totaal werd er door verschil in vroegheid een voorsprong opgebouwd van ruim 1 kg tomaten per m² kas. De telers die vroeg hadden laten zaaien moesten na half mei weer een deel van de voorsprong inleveren; dit was niet het geval bij telers die hun vroegheid te danken hadden aan een relatief snel in bloei gekomen gewas (zie fig. 7.1 en 7.2).

Tussen de vroegheid en het gasverbruik werd geen relatie gevonden, noch in januari noch later. Gezien de verschillen in gewashoogte, die samenhangen met vroegheid, was dit opmerkelijk. Om te verifiëren dat de gewasmassa het gasverbruik weinig beïnvloedt, is specifiek naar de relatie gezocht tussen gasverbruik en gewashoogte resp. gasverbruik en bladgewicht. Er werd geen betrouwbare relatie gevonden. Alleen in de 2^e helft van maart werd de correlatiecoëfficiënt tussen het bladgewicht (tussen tros 5 en 6) en het gasverbruik betrouwbaar (groter dan 0,3). Gezien de gewasmassa in die tijd betekende dit dat de telers met zware gewassen een hogere temperatuur zijn gaan stoken om de vegetatieve en de generatieve groei met elkaar in evenwicht te brengen. Het betekende eveneens dat zware gewassen niet meer energie vroegen dan lichte gewassen, bij gelijke teelttemperatuur.

Samengevat mag worden geconcludeerd dat vroegheid niet sterk werd bepaald door het gasverbruik (teelttemperatuur) doch dat zaai- en bloeidatum daarvoor bepalend waren. Voorts dat de gewasmassa in de maanden januari en februari (met weinig instraling), geen sterke invloed had op het gasverbruik.

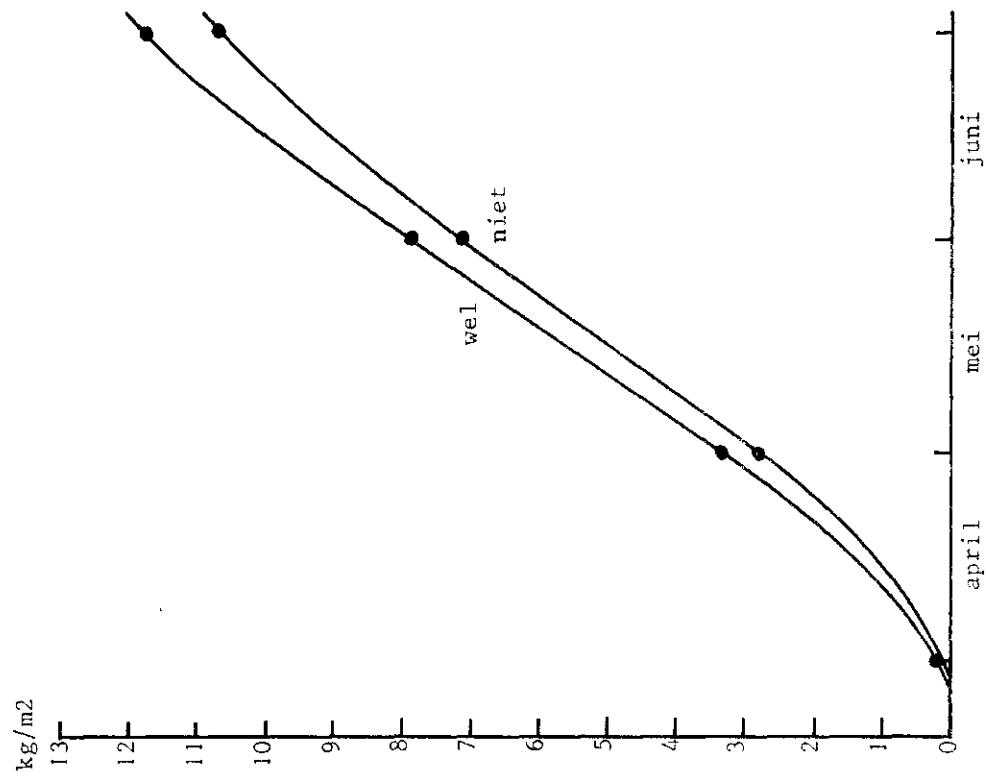
7.3 Gebruik van reflectiemateriaal

Op het merendeel van de bedrijven (32) werd de grond met wit materiaal bedekt. Op vier bedrijven gebruikte de teler banen wit plastic folie, op de overige 28 strooide men styromulkorrels uit waarmee de grond volledig werd bedekt. Ondanks het feit dat het reflectiemateriaal snel na het uitzetten van de planten werd aangebracht had het geen effect op het aanvangstijdstip van de oogst. Eind maart, na enkele dagen plukken, lag de produktie op beide groepen bedrijven, met en zonder bodembedekking nagenoeg gelijk. In april evenwel werd ruim 0,5 kg/m² meer geplukt op bedrijven met styromul op de grond (zie fig. 7.3). Na april neemt de produktie per week nog toe, terwijl het effect van styromul afneemt, waardoor niet meer van een betrouwbaar effect mag worden gesproken. Per 1 juli bedraagt het produktieverschil tussen de groepen ruim 1 kg per m² kas.

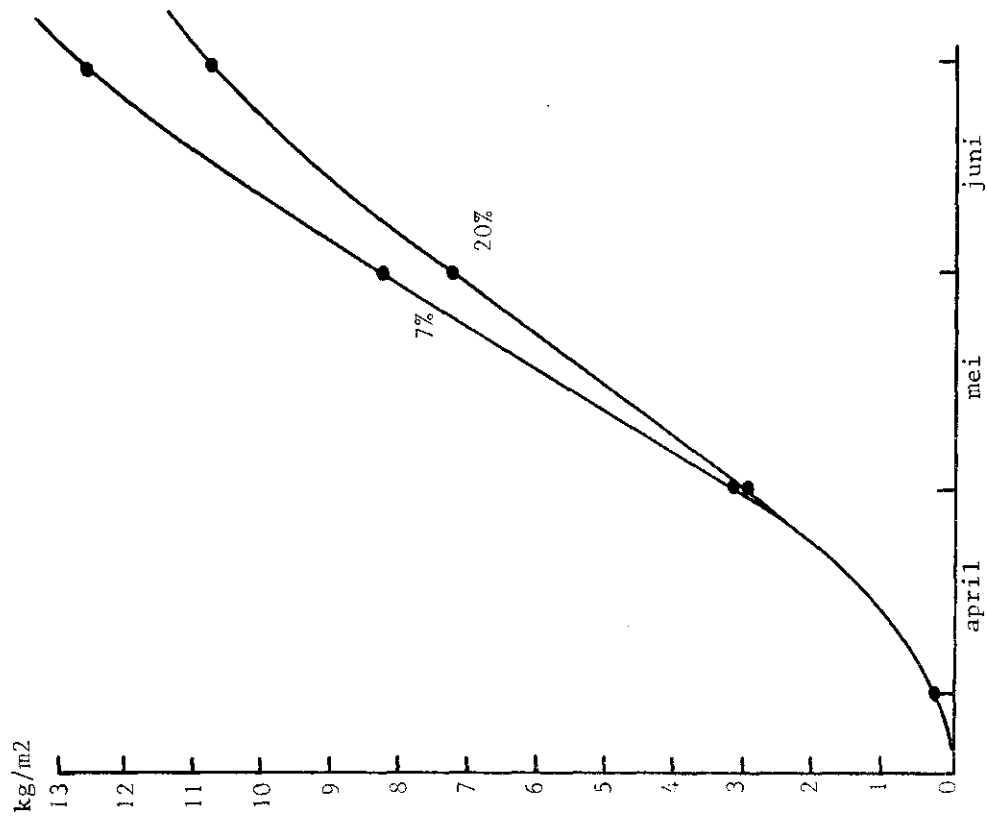
Het gasverbruik op de bedrijven met styromul op de bodem week gemiddeld nauwelijks af van het algeheel gemiddelde. Bij de groep bedrijven zonder bodembedekking hadden enkele bedrijven een hoog gasverbruik, doch de oorzaak daarvan was gelegen in de bedrijfsstructuur.

Op de vier bedrijven waar wit folie werd gebruikt om de grond wit te maken wezen de bedrijfsresultaten in dezelfde richting als met styromulgebruik. De groep is echter te klein om betrouwbaar te mogen onderscheiden (zie bijlage 6). Gebruik van styromul als reflectiemateriaal heeft dus geen effect gehad op het gasverbruik, noch op de aanvangsdatum van de produktie. Op een witte bodem lag de produktie wel hoger dan op "zwarte" grond, met name in de eerste vier weken van de oogstperiode: economisch gezien is toepassing van reflectiemateriaal aantrekkelijk.

Figuur 7.3 Invloed van reflectiemateriaal op het verloop van de produktie



Figuur 7.4 Invloed samenhangende met produktie van kleine vruchten op het verloop van de produktie



7.4 De oogst van kleine vruchten

Tomaten worden gesorteerd op vruchtgrootte, waarbij de kleinere vruchten terecht komen in de categoriën C en CC. De hoeveelheid aangevoerde C + CC tomaten is vastgelegd als negatief kwaliteitskenmerk, niet zozeer omdat de kg-prijs van deze sortering lager zou zijn, doch vooral omdat deze sortering onder andere vanwege de arbeidsbehoefte niet gewenst is. Al snel bleek dat de produktie op bedrijven waar veel C en CC tomaten werden geoogst opvallend achterbleef. Uit de beschikbare bedrijfsgegevens bleek niet waar de oorzaak voor het optreden van kleine tomaten kon liggen. Bedrijven met veel C + CC vruchten onderscheiden zich van de andere bedrijven doordat ze vrijwel onafhankelijk van zaaidatum en tijdsduur tussen zaai en bloei, lijken te werken op vroegheid. Op deze groep bedrijven zet men de planten 2 à 3 dagen eerder uit, het aantal dagen tussen bloei en oogst is 1 à 2 dagen minder, men begint 2 à 3 dagen eerder te oogsten en stookt harder in de maand april, waardoor het gasverbruik + 10% hoger ligt.

Het effect van de vervroegende maatregelen is een nauwelijks onderscheidbare verhoging van de (kleine) produktie in maart, geen produktieverhoging in april en een sterk achterblijvende produktie in mei en juni (bijna 2 kg per m² kas) (zie figuur 7.4). Van de produktie is een relatief groot deel (5 à 10%) als binnenlandse kwaliteit verkocht (zie bijlage 7).

7.5 Lengte en breedte van de stookgroepen

De deelnemers beschikten in de regel over een aanéengesloten kasruimte, zonder tussengevels. Alleen op heel brede percelen had men de glasopstand als "dubbel bedrijf", met een tussengevel van voor tot achter, ingericht. Voor verwarming werd de kas gesplitst in enkele gedeelten/groepen, in de regel een groep vóór, resp. achter op het bedrijf en 0 tot 2 tussengroepen. De verwarming werd gesplitst om op eventuele temperatuursverschillen te kunnen reageren en om een afzonderlijke opweekruimte te kunnen creëren.

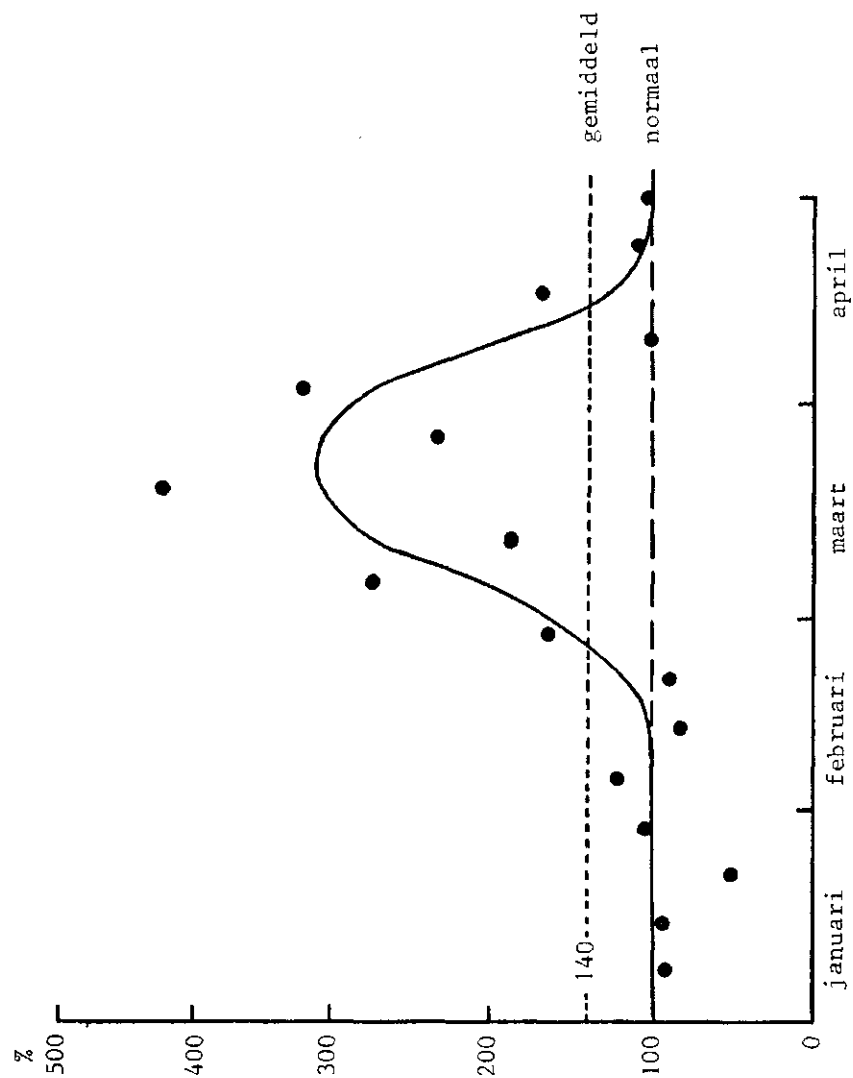
Tussen de bedrijven kwamen grote verschillen voor in de afmetingen van de stookgroepen. Een grote stookgroep zou iets minder voordelig kunnen stoken, doch op de onderzochte groep van bedrijven was dit niet te beoordelen omdat bedrijven met grotere stookgroepen in 't algemeen een kleiner geveleppervlak hadden (grotere bedrijven). De andere mogelijkheid om te beoordelen of splitsen in stookgroep zin heeft, lag in vergelijking van min of meer vierkante stookgroepen met lange smalle stookgroepen. Resultaat hiervan was dat bedrijven met stookgroepen die dubbel zo lang waren als breed gemiddeld 1,5 m³ hoger lagen in gasverbruik (5%) dan bedrijven met vrijwel vierkante stookgroepen. De helft van het verschil werd reeds in de eerste zes weken van het jaar gerealiseerd (zie tabel 7.1). De verklaring van een kleiner wordend effect in de tijd is toegeschreven aan de toenemende gewasomvang. De tomatenteelt in venlo-kassen vult ongeveer 8 weken na het planten het grootste deel van de kasinhoud zodat de luchtverplaatsing dan sterk gehinderd wordt.

Binnen de groep bedrijven met ongunstig gedimensioneerde stookgroepen miste men gemiddeld enkele vruchten aan de onderste trossen en was het blad tussen trosnr. 5 en 6 gemiddeld zwaarder (groter). Of deze samenhang te verklaren is, werd in dit kader niet nader onderzocht, te meer niet omdat het aantal vruchten aan de onderste trossen, ook hier, geen merkbare invloed had op de produktie.

7.6 De gevel

De spreiding in geveleppervlak was ondanks de selectie groot. Het geveleppervlak per 100 m² bruto kas wordt beïnvloed door de kasafmetingen, waarbij in dit geval met name de breedte van het bedrijf van belang was (zie hoofdstuk 3). Bij de groep bedrijven met een groot geveleppervlak, 18 m² per 100 m² kas, waren de meeste bedrijven meer dan 10 jaar oud. Dit viel niet af te leiden uit de

Figuur 7.5 Verloop van het energieverlies langs de gevel (enkel glas + folie) in het stookseizoen bij tomaat. In de meeste weken is dit 100% hetgeen overeenkomt met een energieverlies per m2 gevel van 80% van het gasverbruik per m2 kasoppervlakte



Tabel 7.1 Aspect 5

Invloed verhouding lengte-breedte van de stookgroep op gasverbruik en produktie

Variabele	gem. st.afw.		Aantal bedr./groep			eenheden
			16	15	14	
Verhouding 1/br. stookgroep	1,7	0,6	1,3	1,5	2,2	m3 /m2
Gasverbruik 5/1 - 15/2	12,9		12,5	12,9	13,3	m3 /m2
" 16/2 - 4/5	18,5		18,1	18,5	18,9	m3 /m2
Produktie tot 1/7	11,5		11,6	11,4	11,3	kg./m2
Aantal vr. tros 1-3	21,0		21,9	22,6	18,5	st./plant
Bladgewicht tros 5-6	40,8	6,7	38,0	40,1	44,6	gr./blad

leeftijd van de glasopstand (reeds vernieuwd), wel uit het bouwjaar van de verwarmingsketel (zie bijlage 8). De invloed van de oude bedrijfsstructuur (smalle percelen) wordt hier duidelijk zichtbaar.

Het verschil in glasoppervlak tussen de groepen bedrijven met een klein resp. groot geveloppervlak per 100 m² kas bedroeg ruim 4%. De verschillen in gasverbruik tussen dezelfde groepen bedroegen ruim 5%. De invloed van de geveloppervlakte op het gasverbruik was echter niet elke week even groot. Om meer inzicht te krijgen in de verschillen per week is met behulp van regressie-analyse per week berekend hoeveel warmte (= gas) gemiddeld door het dek verdwijnt en hoeveel door de gevel. In de meeste weken was voor elke m² gevel ± 80% nodig van het gasverbruik per m² kas (normale energiebehoefte). In de periode vanaf eind februari tot half april liep dit echter op tot 250% (zie fig. 7.5 en evt. bijlage 11). De oorzaak voor afwijkingen in die periode kon niet worden gevonden in het buitenklimaat (zon, wind of regen). Mogelijk biedt het feit dat er in die periode ruimte ontstond onder het bladpakket (door bladplukken) een verklaring (warme lucht van onder het bladpakket vond mogelijk een weg naar het koude kasdek langs de gevel of via het hoofdpad). Dit zou betekenen dat een ongestoorde luchtbeweging langs de pijpen naar het kasdek, rechtstreeks of via een omweg, het energieverbruik van kassen sterk doet toenemen.

Een relatief groot geveloppervlak op een bedrijf kostte merkbaar meer energie. Deze extra kosten kunnen worden gecompenseerd door een hogere produktie (meer licht, met name door op het zuiden georiënteerde gevels), doch dit was niet te zien aan de produktiegegevens van deze bedrijven. Dit hoeft geen verwondering te wekken omdat zelfs een 20% hogere produktie in de eerste poot achter de gevel aanleiding geeft tot hooguit 1,5 à 2% totaal produktieverschil tussen bedrijven uit dit onderzoek. Dit kleine doch zeer belangrijke verschil kan niet zichtbaar worden in een dergelijk onderzoek. Uit de gewaswaarnemingen op proefplekken bleek wel een kortere periode van bloei tot oogst (5 dagen op 66) op de groep bedrijven met grotere geveloppervlakte.

7.7 De gevelverwarming

Langs de gevel hingen gemiddeld 3,1 verwarmingsbuizen met diameter 51 mm, dit is ongeveer 1 m buis per m² gevel. De kas werd verwarmd met de 4 buizen (51 mm) per 3.20 m onder of tussen het gewas, dit betekende per m² kasdek slechts iets meer dan 1 m buis. De verwarming langs de gevel is dus gemiddeld vrijwel even zwaar als die in de kas. De capaciteit van de verwarming langs de gevel verschilde van bedrijf tot bedrijf maar bleek niet aangepast te zijn aan de bestaande (later aangebrachte) gevelisolatie.

De capaciteit van de gevelverwarming is berekend door alle verwarmingselementen tot op een afstand van 3 m vanaf de gevel te combineren (verdeelteiding = 3 x "51"). De verwarmingscapaciteit van de groepen bedrijven met een lichte

resp. zware gevelverwarming bedroeg 2,7 en 3,8 buizen 51 mm. Dit verschil van 1,1 buis langs de gevel vormde een verschil van 4% van het totale verwarmingsoppervlak. Het verschil in gasverbruik tussen de groepen bedrijven bedroeg ruim 5% (zie tabel 7.2). De warmteafgifte van gevelpijpen is dus wellicht iets hoger dan van pijpen onder in de kas, mogelijk door een sterkere uitstraling.

Tabel 7.2 Aspect 7

Invloed van de hoeveelheid gevelverwarming op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			18	15	11	
Aantal gevelpijpen	3,1	0,6	2,7	3,1	3,8	pijpen Ø 51
Gevelisolatie	41	18	41	42	37	%
Gasverbruik 5/1 - 4/5	31,4	2,1	30,4	31,7	32,5	m ³ /m ²
Produktie maart - mei	7,6		7,4	7,8	7,7	kg /m ²
juni	3,8	0,6	4,1	3,9	3,3	kg /m ²
Aanvang produktie	26/3	6,0	27/3	25/3	26/3	datum
Aantal vr. tros 1-2	12,7		12,4	13,5	12,2	st./plant
" tros 3-5	26,7		27,1	27,1	25,4	st./plant

Bij de groep bedrijven met een relatief zware gevelverwarming viel de produktie in juni wat tegen. In de eerste maanden was nog geen produktieverlies geconstateerd, mogelijk hangt dit samen met een kleiner aantal vruchten per tros, zoals reeds aan de trossen 3 t/m 5 op te merken was (temperatuurverschil in de kas → verschil in relatieve luchtvochtigheid?, zie ook 7.5).

7.8 De gevelisolatie

Gevels worden veelvuldig geïsoleerd om energie te besparen en de warmte binnen de kas te houden. Hierbij kwamen onvoorzienbare consequenties aan het licht, zoals een hoger gewas langs de gevels, hetgeen geweten werd aan een hogere kastemperatuur daar ter plaatse. De gevelverwarming dient nl. te worden aangepast aan de nieuwe situatie en dat was op deze bedrijven nog maar zelden gebeurd.

Bij de groep bedrijven met de minste isolatie langs de gevels had men langs het enkel glas zelfs geen folie gespannen. De enige isolatie die aanwezig was bestond uit een aangebouwde schuur en/of een naastliggend kasje voor hobbydoeleinden. Bij de groep bedrijven met goed geïsoleerde gevels had men een gevel gemeenschappelijk met het naastliggende bedrijf, dubbel glas in de gevel of men had noppenfolie gespannen tot boven in de kas. Op deze bedrijven kwamen tevens opvallend veel aanvoer- en retourleidingen voor (zie tabel 7.3).

Tabel 7.3 Aspect 8

Invloed van de gevelisolatie op het gasverbruik en de produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			12	16	16	
Gevelisolatie	41	18	17	44	55	%
Aantal gevelpijpen	3,1	0,6	3,0	3,2	3,1	pijpen Ø 51
Gasverbruik 5/1 - 4/5	31,4	2,1	31,0	31,6	31,3	m ³ /m ²
Meter transportleiding	30	17	20	26	42	m /1000 m ²
Produktie maart - mei	7,6		7,6	7,7	7,6	kg/m ²
" juni	3,8	0,6	3,6	3,8	4,1	kg/m ²

Het waren gemiddeld de iets grotere bedrijven met wat kleinere stookgroepen. Mogelijk waren de ondernemers op deze groep bedrijven (bij de bouw) meer energiebewust, wat zich niet alleen in gevelisolatie uitte, doch ook in aandacht voor verschil in kasttemperatuur.

Het effect van gevelisolatie op het gasverbruik is niet zichtbaar geworden. Elke groep van bedrijven, zonder en met gevelisolatie, stookte gemiddeld vrijwel evenveel. De oorzaak hiervan valt wellicht te vinden in de gevelverwarming, die bij elke groep vrijwel evenveel capaciteit had; hete pijpen kosten energie ongeacht of ze langs een warme of koude gevel hangen.

De produktie op alle groepen bedrijven, met meer of minder zwaar geïsoleerde gevels, was tot eind mei gelijk. In juni werden verschillen zichtbaar; op de groep bedrijven met beter geïsoleerde gevels was de produktie hoger. Achter dubbel glas, of daarmee vergelijkbare gevels, was de produktie gemiddeld 0,5 kg hoger dan op bedrijven zonder gevelisolatie. Mogelijk was ook hier de oorzaak gelegen in een meer gelijkmatig kasklimaat.

7.9 Een meer of minder beschutte ligging

Binnen het deelnemersbestand waren zowel geheel ingesloten als geheel vrijliggende bedrijven te vinden. Aangenomen werd dat bedrijven een beschutting ondervinden van nabij gelegen gebouwen (ook dijken en hagen voor zover deze voorkwamen) binnen een afstand van 60 m (zie par. 5).

In de groep bedrijven die zeer beschut lagen, stonden de kassen op een afstand van 3-5 meter vanaf de burens. Bedrijven die geheel vastgebouwd waren, kwamen niet veel voor en dan meestal slechts vastgebouwd aan één zijde. Als gevolg van deze beschutting was de gerealiseerde kasttemperatuur overdag op deze groep van bedrijven gemiddeld 0,5°C hoger, wat tot uiting kwam in een kortere vruchtgroeiperiode van gemiddeld 2-3 dagen. Tegenover de kortere groeiduur staat een gemiddeld iets lager aantal vruchten per tros, de produktie is gemiddeld niet hoger dan op vrijliggende bedrijven (zie bijlage 9).

Op de groep zeer beschut liggende bedrijven is het gasverbruik gemiddeld duidelijk lager dan bij de groep vrijliggende bedrijven. Het verschil in gasverbruik was de ene week groter dan de andere. Het bleek dat dit effect voornamelijk aan de windsnelheid kan worden toegeschreven. In de weken met windsnelheden boven de 5m/sec. bedroeg het verschil in gasverbruik ruim 8%, in de overige weken slechts 4%. De groep bedrijven die gedeeltelijk beschut lag, (de tussengroep) had alleen in de windiger weken een lager gemiddeld gasverbruik dan de groep vrijliggende bedrijven (zie bijlage 9).

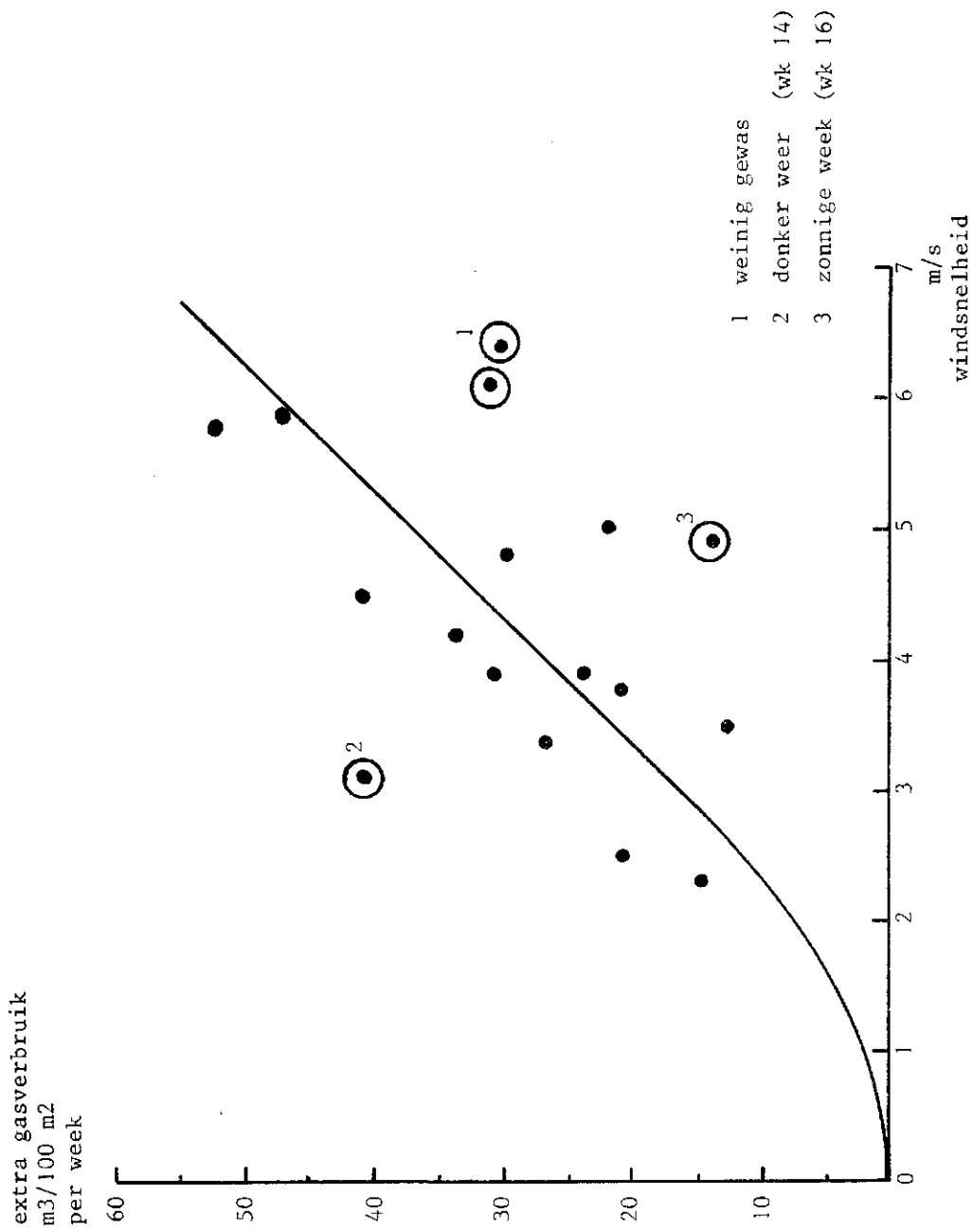
Om een beter inzicht te krijgen in de invloed van de wind op het extra gasverbruik op vrijliggende bedrijven, is per week het verschil tussen geheel vrijliggende en volledig ingebouwde bedrijven bepaald met regressie-analyse. Deze verschillen, uitgezet tegen de gemiddelde windsnelheid in de betreffende week, geven een duidelijk lineair verband aan (zie fig 7.6). Enkele weken met uitzonderlijke weers- of kasomstandigheden zorgen voor sterk afwijkende cijfers.

7.10 De nokrichting

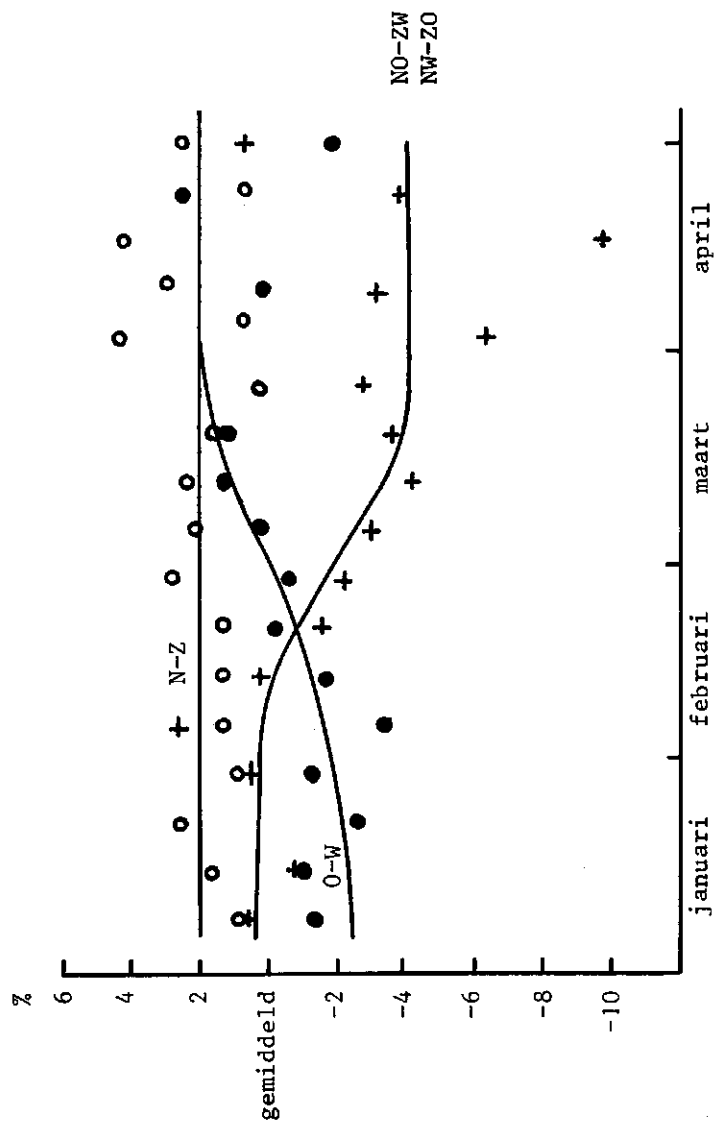
Licht is een vorm van energie die van buitenaf de kas inkomt en daar wordt omgezet in voelbare of latende warmte (waterdamp). De beste lichtinval vindt plaats wanneer het glas in het kasdek zoveel mogelijk loodrecht staat op de (grootste) lichtstroom. Om deze reden is verondersteld dat een nokoriëntatie Oost-West (haaks op de zuidrichting), energetisch gezien, het beste zou zijn.

Het was mogelijk om drie evenwichtige groepen bedrijven te formeren, waarbij in één groep de kassen met de nok min of meer Noord-Zuid lagen, in een andere groep min of meer Oost-West. De kassen van de overige bedrijven namen wat nokoriëntatie betreft een tussenpositie in. Het gasverbruik over de gehele periode lag voor alle groepen vrij dicht bij elkaar en er was slechts 1 week in januari waarin het gasverbruik systematisch afnam van Noord-Zuid naar Oost-West

Figuur 7.6 Windinvloed op het gasverbruik van geheel vrijliggende
bedrijven ten opzichte van ingesloten bedrijven



Figuur 7.7 Invloed nokoriëntatie op het gasverbruik



georiënteerde kassen. Tussen de groepen traden echter over kortere perioden wel verschillen op. In kassen met een N-Z oriëntatie lag het gasverbruik systematisch iets boven het gemiddelde. In kassen met een O-W oriëntatie lag het gasverbruik aanvankelijk wat lager (+ 4%) doch dit verschil verdween na half februari. In kassen met een tussenliggende oriëntatie werd in eerste instantie een gemiddelde hoeveelheid gas verbruikt doch dit ging na half februari dalen en in maart en april lag het verbruik + 6% lager dan op de andere bedrijven (zie fig. 7.7).

Het genoemde verloop doet de veronderstelling rijzen dat alleen bij lage zonnestanden een zeer goede lichtinval zinvol is voor besparing op het gasverbruik. In de maanden maart-april staat de zon midden op de dag reeds zo hoog dat het lichtverlies door reflectie beperkt is. Dit wordt nog versterkt door het feit dat er bij hoge instraling niet meer gestookt behoeft te worden (zie hoofdstuk 4) en er dus geen besparing te realiseren is.

Op de groep bedrijven met de nokoriëntatie van de kas N-Z lag de produktie gemiddeld iets beneden het gemiddelde. Naast een lagere produktie werd geconstateerd dat de eerste tros op deze bedrijven erg laag zat, terwijl meer met het hoge draadsysteem werd gewerkt. Gezien deze verstoring niet typisch is voor N-Z oriëntatie van de kas lijkt het niet verantwoord om uit het bovenstaande te concluderen dat een N-Z oriëntatie leidt tot opbrengstreductie (zie bijlage 10).

7.11 De ketelcapaciteit en het modulerend vermogen van de brander

De capaciteit van de verwarmingsketel werd gemeten aan de maximale hoeveelheid gas die kon worden verbrand, weergegeven per 1000 m² kasoppervlakte. De ketel was wat capaciteit betreft niet altijd precies afgestemd op de bedrijfsoppervlakte (uitbreidingsplannen), terwijl ook met de wensen van de teler rekening gehouden is (financiën $\longleftrightarrow$ risico). De verschillen in ketelcapaciteit die hierdoor optraden hadden in de betreffende winter geen invloed op de gerealiseerde temperatuur (voldoende capaciteit en niet al te lage buitentemperatuur). Het wekte dan ook geen verwondering dat er geen invloed gevonden werd op het gasverbruik (zie aspectentabel, bijlage 3).

De ketels op de deelnemende bedrijven hadden branders met meerdere standen, het overgrote deel was modulerend terug te regelen tot een laag gasverbruik per 1000 m² kas per uur. Door de verschillende grootte van de ketel en bedrijf en het verschil in merk brander was er geen verband tussen de maximale en minimale hoeveelheid verbrand gas per uur. De mogelijkheid om ver terug te kunnen regelen (hetgeen met name bij branders van het merk Hamworthy en T.B.Z. voorkwam) heeft mogelijk in enkele koude weken enig negatief effect gehad op het gasverbruik.

De produktie werd niet merkbaar beïnvloed door de beschikbare ketelcapaciteit, noch door het modulerend vermogen van de brander.

7.12 De kashoogte

De hoogte van de kas was bij de deelnemers sterk gekoppeld aan het bouwjaar, men is in de loop der jaren steeds hoger gaan bouwen. Bij de groep bedrijven met de hoogste glasopstanden lag de goot op 3 m boven de grond. De geveloppervlakte per 100 m²/kas was vrijwel gelijk aan het algeheel gemiddelde (zie par. 7.5).

De kashoogte had in het begin van het teeltseizoen mogelijk gevolgen voor de zetting, bij de groep bedrijven met de laagste kassen (2.50 m onder de goot) miste men aan de eerste 3 trossen bijna 4 tomaten. Dit had echter geen consequenties voor de (vroege) produktie (zie tabel 7.4).

Het gasverbruik werd enigszins beïnvloed door de kashoogte in de periode januari tot half februari. Er was bij de groep bedrijven met de hoogste kassen gemiddeld 0,4 m³ gas meer nodig dan bij de groep met de laagste kassen. Toen de kassen eenmaal waren volgegroeid met gewas waren er tussen de groepen geen verschillen meer in gasverbruik.

Tabel 7.4 Aspect 13

Invloed van de nokhoogte op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			15	14	15	
Nokhoogte	351	25	327	353	373	cm
Bouwjaar kas	1976	4	1973	1976	1977	jaartal
Draadhoogte	216	11	212	219	216	cm
Geveloppervlakte	145	29	139	154	141	m ² /1000m ²
Gasverbruik 5/1 - 15/2	12,9		12,7	12,9	13,1	m ³ /m ²
" 16/2 - 4/5	18,5		18,6	18,8	18,1	m ³ /m ²
Produktie tot 1/7	11,5		11,4	11,6	11,4	kg/m ²
Aantal vr. tros 1-3	21,0		18,4	22,7	22,1	st./plant

7.13 Kieren in het kasdek, signaleren, meten en hun invloed

Kieren in het kasdek maken luchtuitwisseling tussen buitenlucht en kaslucht mogelijk, waarbij warmte en vocht "verloren" gaan. Kieren komen voor bij de luchtramen, daar waar de constructiedelen niet goed op elkaar aansluiten en tussen het raam en het kasdek wanneer het raam niet in het kasdek valt of over de kasconstructie heen afsluit maar bovenop de roeden blijft liggen. De telers blijken hierop in uiteenlopende mate attent te zijn; bij een enkel bedrijf vielen sommige luchtramen niet uit zichzelf geheel dicht (draadluchtig) en werd dit ook niet gecorrigeerd. Ook kunnen door een minder nauwkeurige afstelling van de ramen op de trekstang (bij schommelmechaniek) diverse ramen op een kier blijven staan. Dit laatste bleek op geen enkel bedrijf in sterke mate voor te komen. Wel trok een enkele teler voor de zekerheid de ramen elke avond extra dicht. Op de goot sluiten de ramen minder goed aan doordat ze hier meestal niet "afgesloten" liggen. Door enige verdraaiing van de glasroeden en de goot kunnen er grote kieren ontstaan (tot ruim 2 mm).

Signaleren van kieren in het kasdek was één der opgaves in dit onderzoek, het samenvoegen van alle kieren tot een maat voor lekkage via het dek een andere. Dit laatste probleem werd niet opgelost. Er is een poging gedaan om 2 belangrijke kieren vrij nauwkeurig op te meten, namelijk de kier tussen glas en goot en de kier bij slecht sluitende luchtramen (verschil in raamopening bij schommelmechaniek, zie boven).

De kier tussen glas en goot is gemeten aan ramen boven het betonpad, waarbij bleek dat de kier bij de ene roede resp. goot veel groter was dan bij de andere. Ook bleek dat de kier vol vuil en algen kon zitten. De uitkomst van de meting betrof per bedrijf een gemiddelde van 10 à 15 ramen, waarbij de invloed van vuil werd verwaarloosd. Waarschijnlijk gaf dit slechts een grove indruk.

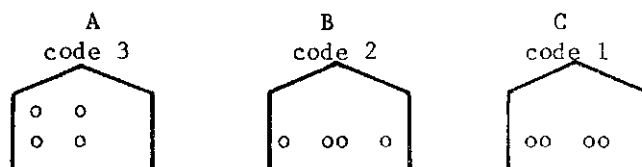
De metingen bevestigen dat er grote kieren in het kasdek aanwezig kunnen zijn, maar dat er verschillen bestaan van kas tot kas. Meten om een representatief beeld te krijgen van een bedrijf bleek een moeilijk probleem. Het is niet gelukt om een relatie te vinden tussen de grootte van kieren in het kasdek en het gasverbruik van het bedrijf. Men mag echter niet concluderen dat er geen relatie is, te meer daar niet alle verschillen in gasverbruik konden worden verklaard.

7.14 De buisligging

In de tomatenkassen waren drie manieren te onderscheiden waarop de verwarmingsbuizen over de ruimte zijn verdeeld. Voorheen hing men de buizen aan de poten van de kas, bij zwaar verwarmde kassen per kap van 3.20 m 4 buizen (51 m) bij elkaar. Voor een betere warmteverdeling werden later 2 pijpen per kap van 3.20 m zwenkbaar gemaakt, zodat deze tijdens de teelt onder de nok van de kas

konden worden opgehangen. De 2 buizen liggen dan nog boven elkaar met een tussenruimte van ± 50 cm (zie figuur 7.8 systeem A). Op een aantal bedrijven heeft men thans de buizen naast elkaar liggen, bij de poten van de kas aan elke zijde van de poot één en onder de nok eveneens twee naast elkaar (systeem B). De onderlinge afstand is dan klein ± 10 cm, doch de buizen liggen beide laag (30-40 cm boven de grond). De laatste jaren is men de buizen ook gaan gebruiken als transportrail, men legt ze met een tussenruimte van ± 50 cm op liggers (veelal balkjes) om ze vrij te houden van de grond (± 10 cm).

Figuur 7.8 Onderscheiden systemen voor plaatsing van verwarmingsbuizen



De groep bedrijven waarop het buis-rail systeem veelal werd toegepast, bleek gemiddeld iets minder gas te verstoken, met name in maart-april. Tevens werd het systeem benut om de draad waaraan de planten werden opgebonden, hoger aan te brengen. (Door op een karretje te gaan staan kan men ook op grotere hoogte gemakkelijk werken.) De groepen bedrijven met de andere systemen verstookten gemiddeld 1 m³ gas meer (3%) dan de bedrijven met buis-rail. Bij gemiddeld dezelfde zaaidatum begon men echter op de groep bedrijven met de pijpen boven elkaar gemiddeld 3 à 4 dagen later met plukken (zie tabel 7.5), terwijl het blad zwaarder was. De langere rijpingstijd en het hogere bladgewicht wijzen wellicht op lagere temperaturen (en hogere relatieve luchtvochtigheid) onder in de kas. De conclusie uit een voorgaand onderzoek (v. Rijssel, intern) dat men op de bedrijven zonder verschil in vroegheid voordeliger stookte (3%) met pijpen naast elkaar in vergelijking tot pijpen boven elkaar zou dan in dit onderzoek bevestigd zijn.

Tabel 7.5 Aspect 15
Invloed van de buisligging op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			11	13	20	
Code buisligging	2,3	0,8	1,4	2,1	3,0	code
Hoogste pijp	50	29	22	34	75	cm
Draadhoogte	216	11	222	215	213	cm
Gasverbruik 5/1 - 4/5	31,4	2,1	30,6	31,6	31,6	m ³ /m ²
Produktie maart	0,16		0,23	0,22	0,09	kg/m ²
april - mei	7,5		7,7	7,3	7,5	kg/m ²
juni	3,8		4,0	3,8	3,8	kg/m ²
Zaaidatum	31/20	4	30/10	30/10	1/11	datum
Aanvang oogst	26/ 3	6	25/ 3	24/ 3	28/ 3	datum
Bladgewicht	40,8	6,7	35,4	40,3	43,5	gr./blad

7.15 De ruimtetemperatuur

De ingestelde temperatuur voor de klimaatsregeling zijn omgerekend naar een ingestelde nacht- en dagtemperatuur (zie par. 5.2). De verschillen in ingestelde temperatuur bleven zeer beperkt zoals te verwachten was. Het bleek dat de deelnemers de hoogte van de dagtemperatuur instelden onafhankelijk van de hoogte van de nachttemperatuur. In de groep deelnemers kwamen dus bedrijven voor met (relatief) grote temperatuursverschillen; lage nacht - hoge dag; en met kleine temperatuursverschillen; hoge nacht - lage dag. Ook kwamen er bedrijven voor met (relatief) lage temperaturen; lage nacht - lage dag, en met hoge temperaturen; hoge nacht - hoge dag.

Bij de groep bedrijven met lage nachttemperaturen werd gemiddeld bijna 1°C lager gestookt dan bij de groep met hoge temperaturen. Door de lagere nachttemperatuur werd door de bedrijven in de groep gemiddeld 1,7 m³ gas bespaard per m² kas. De besparing per week en per 1°C bedroeg in dit geval ongeveer 12 m³ per 100 m² kas. De totale produktie week bij deze groep bedrijven niet af van de overige bedrijven en ook de vroegheid werd niet merkbaar beïnvloed (zie tabel 7.6).

Tabel 7.6 Aspect 16
Invloed van de ingestelde nachttemperatuur op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			17	13	14	
Ingestelde nachttemperatuur						
1/1 - 15/2	15,4	0,6	15,3	15,3	15,6	°C
16/2 - 15/3	15,6	0,6	15,1	15,5	16,3	°C
16/3 - 30/4	15,4	0,6	15,0	15,4	16,0	°C
Ingestelde dagtemperatuur	19,9	0,8	19,9	19,8	20,0	°C
Gasverbruik 5/1 - 15/2	12,9		12,7	12,9	13,1	m ³ /m ²
16/2 - 15/3	10,8		10,4	10,8	11,2	m ³ /m ²
16/3 - 4/5	7,7		7,5	7,7	8,0	m ³ /m ²
Produktie tot 1/7	11,5		11,5	11,2	11,7	kg/m ²
Aanvang produktie	26/3	6	27/3	26/3	25/3	datum

Door de bedrijven met de lagere dagtemperatuur werd gemiddeld ruim 1,5 °C lager gestookt dan door de groep bedrijven met de hoogste dagtemperaturen. Dit leverde een besparing op van 1,6 m³ per m², waarmee kon worden bepaald dat er in dit geval per week en per 1°C een besparing optrad van 6 m³ per 100 m² kas. De gemiddelde produktie per groep lag voor elke groep ongeveer op het gemiddelde, terwijl de groep bedrijven met gemiddeld de hoogste dagtemperatuur, zeker niet eerder begon te plukken (zie tabel 7.7).

De besparing aan aardgas over het etmaal gezien, ten gevolge van 1 °C lagere temperatuur bedroeg dus 18 m³ gas per 100 m² kas per week. Dit resultaat van het rekenwerk gebaseerd op sterk afgeronde getallen, week niet sterk af van de invloed die de buitentemperatuur had op het gasverbruik. In hoofdstuk 4 werd berekend dat bij 1 °C hogere buitentemperatuur het gasverbruik daalde met 14,7 m³ gas per 100 m² kas per week. Het verschil in gasverbruik als gevolg van verschillen in ingestelde kastemperaturen vormt dan ook een bevestiging van de resultaten uit hoofdstuk 4, dat het temperatuursverschil tussen buiten en binnen vrijwel geheel bepalend is voor het gasverbruik, elke graad verschil even veel.

Tabel 7.7 Aspect 17

Invloed van de ingestelde dagtemperatuur op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedrijven/groep				eenheden
			9	12	13	10	
Ingestelde dagtemperatuur							
1/1 - 15/2	19,9	0,8	18,9	19,5	20,1	20,7	°C
16/2 - 15/3	20,0	0,6	19,2	19,8	20,3	20,7	°C
16/3 - 30/4	19,8	1,0	18,9	19,5	20,4	20,3	°C
Ingestelde nachttemperatuur	15,5	0,6	15,3	15,4	15,5	15,6	°C
Gasverbruik 5/1 - 4/5	31,4		30,2	31,0	32,2	31,8	m ³ /m ²
Produktie tot 1/7	11,5		11,5	11,2	11,4	11,9	kg/m ²
Aanvang produktie	26/3	6	24/3	24/3	29/3	26/3	datum

7.16 De minimumbuis temperatuur

Na de energiecrisis is men energiebewust geworden en als gevolg hiervan is op diverse bedrijven een minimumbuis temperatuur afgeschaft. Tot half februari past vrijwel elke teler een minimum buis temperatuur toe, ingesteld tussen 30 en 40 °C. In deze tijd had men die buis temperatuur echter ook nodig om de gewenste kastemperatuur te bereiken. Na half februari waren er reeds diverse deelnemers die geen minimum buis temperatuur meer aanhielden. In het seizoen 1981 was de buitentemperatuur en de instraling zodanig dat de benodigd buis temperatuur vaak boven de 40 °C lag (zie ook tabel 6.1) Pas in april kan men ook zonder stoken de gewenste dagtemperatuur bereiken.

Bij de groep bedrijven die ook na 15 maart nog een minimum buis hadden ingesteld op 35 à 40 °C verstookte men gemiddeld bijna 1 m³ gas meer per m² kas dan bij de groep zonder. De gemiddelde produktie van de groepen bedrijven met en zonder minimum buis lag volkomen gelijk zowel in april als in mei-juni (zie tabel 7.8).

Tabel 7.8 Aspect 18

Invloed van minimum buis temperatuur op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			12	15	17	
Ingestelde min.						
buis temp. 1/1 - 15/2	35	12	30	39	35	°C
16/2 - 15/3	33	13	geen	35	39	°C
16/3 - 4/5	27	15	geen	27	37	°C
Gasverbruik 5/1 - 15/2	12,9		12,9	12,6	13,1	m ³ /m ²
16/2 - 29/3	12,0		12,0	11,8	12,1	m ³ /m ²
30/3 - 4/5	6,5		6,1	6,3	7,0	m ³ /m ²
Produktie maart - april	3,1		3,2	2,9	3,2	kg/m ²
mei - juni	8,4		8,2	8,6	8,2	kg/m ²

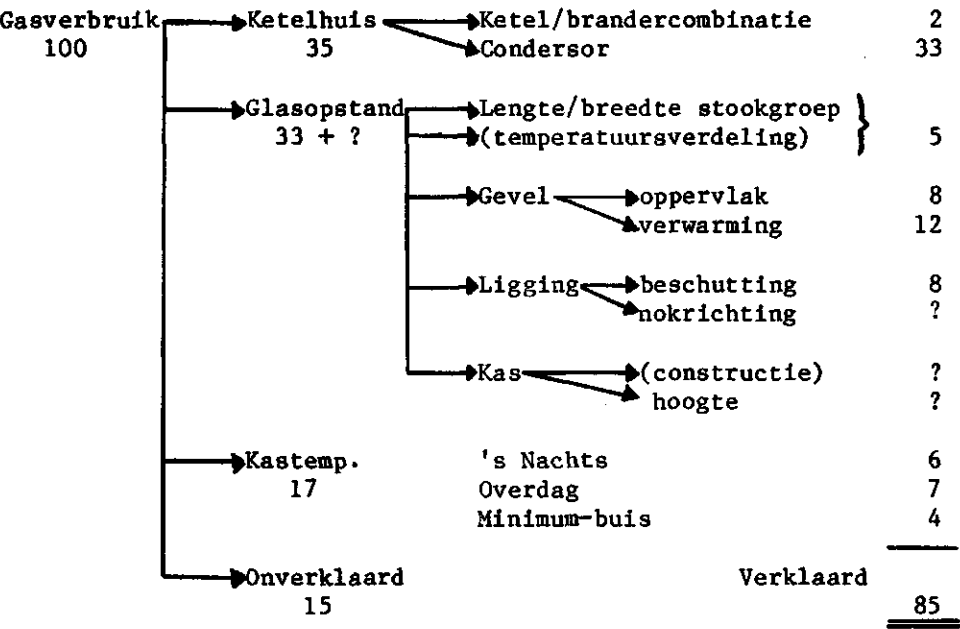
In een jaar met hoge buitentemperaturen en zon in februari-maart is een minimum buis temperatuur wellicht wel zinvol. In par. 7.14 bleek immers al een verlating van de produktie op bedrijven met buizen die boven elkaar gelegen waren; wellicht als gevolg van een lagere temperatuur onder in de kas. Dit zou betekenen dat pas bij een duidelijk overschot aan zonnearmte de minimum buis zonder consequenties kan vervallen.

8. BIJDRAGE VAN DE BESPROKEN ASPECTEN AAN DE VERSCHILLEN IN GASVERBRUIK TUSSEN DE BEDRIJVEN

In de periode van januari tot mei werd gemiddeld 30,2 m3 gas verstookt per m2 kas. Tussen de bedrijven ontstonden verschillen die opgelopen zijn tot 10,7 m3. Op het gasverbruik van een aantal bedrijven zijn correcties aangebracht vanwege het gebruik van een rookgascondensor. De correctie liep uiteen van 1,5 tot 4,7 m3 per m2 kas afhankelijk van het type condensor en de inpassing in het verwarmingssysteem.

Het gasverbruik van de bedrijven zonder condensor varieerde tussen 27,3 en 35,3 m3 per m2 kas, een verschil van 8 m3. (Wanneer op het bedrijf met 27,3 m3/m2 een combicondensor zou worden geïnstalleerd kan wellicht nog 15% besparing optreden tot een gasverbruik van 23,2 m3, 1,5 m3 lager dan het laagste verbruik dat nu geregistreerd werd!) Voor het ontstaan van deze verschillen is de invloed van 20 onafhankelijke aspecten bestudeerd, waarvan er 9 een merkbare invloed hadden op het gasverbruik. Met alle invloed te zamen kan 85% van de verschillen worden verklaard (zie figuur 8.1; aspectentabel bijlage 3). De invloeden zijn in hoofdstuk 2 uitgebreid besproken.

Figuur 8.1 Opsplitsing van de oorzaken van verschillen in gasverbruik (100%) naar diverse factoren



De vroegheid van de produktie werd niet beïnvloed door het gasverbruik na januari. (Vroeg planten o.a. door vroege zaaidatum kost natuurlijk wel meer energie dan laat planten - langere stookperiode.) Voor de vroege produktie zijn 3 aspecten gevonden die te zamen 68% van de verschillen verklaren, nl. de zaai-datum; het aantal dagen van zaai tot bloei en de buisligging (zie tabel 8.1).

Tabel 8.1 Aspecten die bijdragen aan de vroegheid van de produktie

Aspecten	Percentages
Zaaidatum	29
Dagen van zaai tot bloei	23
Ligging van de verwarmingsbuizen	<u>16</u>
Totaal	68

De kwantitatieve invloed van elk aspect is beschreven met behulp van bedrijfsgegevens. De deelnemers werden daartoe steeds opnieuw verdeeld over 3, in een enkel geval 4 groepen (zie par. 6.3).

Per aspect zijn voor alle 3 (4) groepen gemiddelden bepaald van de aspectvariabele (b.v. gemiddelde zaaidatum, gemiddeld geveleppervlak, enz.). In tabel 8.2 zijn 2 groepen per aspect met elkaar vergeleken en wel die groepen met het hoogste en laagste gemiddelde (c.q. hoogste en laagste gasverbruik). In tabel 8.2 staan dezelfde aspecten als in figuur 8.1, maar daarbij is aangegeven wat vergeleken is (b.v. een geveleppervlak van gemiddeld 122 resp. 179 m² per 1000 m² bruto kas en hoe groot het verschil in gasverbruik daarbij was (168 m³ per 100 m² kas). Wanneer men de gevonden verschillen in gasverbruik van alle aspecten bij elkaar optelt krijgt men een verschil van ruim 1700 m³ per 100 m² bruto kas. Zulke grote verschillen zijn niet opgetreden doordat geen enkel bedrijf voor alle aspecten altijd een gunstige resp. ongunstige plaats inneemt. Hiermee is echter wel een schatting te maken hoe hoog het gasverbruik op een ideaal bedrijf zou zijn. Deze schatting komt uit op 24 m³ per m² bruto kas in de periode januari tot en met april. Met een combicondensor is dit nog terug te brengen tot 20,4 m³.

Tabel 8.2 Invloed van de gevonden aspecten op gasverbruik (m3) en kg produktie; verschillen per 100 m2 kas van steeds 2 groepen van bedrijven, elk 10-15 bedrijven groot

Aspect	Aspectwaarde		Verschillen in gasverbruik		Verschillen in produktie	
	laag	hoog	totaal gedeel- te	toelichting	to- taal	mrt. apr. mei juni
1. zaaidatum	25/10	4/11	20		- 18	-40 20 30
2. dagen zaai-bloei	75	83	10		- 77	-31 1 -23
3. gebruik styromul	0	100	-100 1)		108	51 23 29
4. % C + CC vruchten	7	22	96	78 pas na 22/3	-170	2 -25 -71 -76
5. lengte-breedte verh. stookgroep	1,3	2,2	152	78 reeds voor 8/2	- 31	2 -26 - 2 - 5
6. gevelopp./1000 m2	122	179	168	90 tussen 16/2 en 22/3	25	- 3 8 10 10
7. gevelverw. ø 51 mm	2,7	3,8	217		- 56	2 26 0 -84
8. gevelisolatie %	17	55	33		48	6 -10 8 44
9. beschutting van bureu %	28	65	-179 1)	- 99 in 7 weken met wind	18	7 - 9 7 13
10. nokrichting afw. N-Z	24	43	-117 1)	-103 pas na 15/2	42	- 3 23 19 3
11. ketelcapaciteit (kcal/m2)	230	340	34		- 67	5 -16 -23 -33
13. nokhoogte (cm)	327	373	- 12 1)		- 11	- 2 19 -19 - 9
15. buisligging (hoogte)	21	75	40		- 47	-13 - 5 - 3 -26
16. nachttemperatuur instelling	15,0	16,1	171		17	6 -14 14 11
17. dagtemperatuur instelling	19,1	20,7	161		35	- 7 -40 - 6 8
18. min. buistemperatuur instelling	30,0 2)	37	111	75 pas na 5/4	- 4	2 - 4 2 - 4
Opgetreden verschillen (3 x st.afw.)			632		53	144 125 183

1) - betekent: de hoogste groep heeft het laagste gasverbruik.
2) Januari-februari 30oC, maart-april 0oC.

9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

9.1 Conclusies

1. De verschillen in gasverbruik tussen bedrijven zijn voor een zeer groot deel te verklaren.
2. De stooktemperatuur heeft zeer veel invloed op het gasverbruik, hierbij is niet de kastemperatuur maar het temperatuursverschil tussen kas- en buitenlucht relevant. Elke graad temperatuursverschil ter overbrugging kost evenveel energie, waarbij de bedrijfstoerusting bepaalt welk temperatuursverschil maximaal te overbruggen is. Voor het gemiddelde bedrijf bedroeg de energiebehoefte 14,7 m³ per 100 m² kas per 1°C per week.
3. De kastemperatuur was op de onderzochte groep bedrijven ingesteld op 15,5°C 's nachts en 20°C overdag. De buitentemperatuur was in de onderzochte periode gemiddeld 10°C lager. De verschillen in ingestelde temperatuur tussen de bedrijven bedroegen ruim 1°C, hetgeen een verschil in gasverbruik veroorzaakte van ruim 10%.
4. Een ingestelde minimum buistemperatuur van 35 à 40°C gaf alleen in april met zeer zonnig weer aanleiding tot een hoger gasverbruik, bijna 1 m³/m² gas extra over een periode van 4 weken. Het wegvallen van de buistemperatuur had in het voorjaar van 1981 geen consequenties voor de vroegheid of voor de produktie (donkere weken in maart).
5. Met een condensor werd 5 tot 15% bespaard op het gasverbruik. De besparing was afhankelijk van de hoeveelheid condensorwarmte die men in de kas kwijt kan, mits het CO₂-gehalte in de rookgassen hoog was (+ 10%).
6. Een m² gevel (enkel glas met folie bespannen) vergde globaal 80% van de warmte die per bruto m² kas werd verstookt.
7. De verschillen in warmteverlies langs de gevel werden veroorzaakt door verschillen in de extra verwarmingscapaciteit daar ter plaatse.
8. Gevelisolatie biedt de mogelijkheid met minder gevelverwarming te volstaan. Deze mogelijkheid werd zelden benut (geen besparing op het gasverbruik).
9. Open ruimten in de kas (mogelijkheid tot luchtverplaatsing) geven aanleiding tot hogere gasverbruiken, onafhankelijk of de ruimte gecreëerd werd door een grote lengte/breedte van de kas, de hoogte van de kas of door bladplukken onder in het gewas. Bij een aangepaste reactie, b.v. met gescheiden stookgroepen, kan een verhoogd gasverbruik worden voorkomen.
10. De buisligging veroorzaakte 3 tot 6% verschil in gasverbruik (bij gelijke bloeidatum en vroegheid). Buis-rail stookte het voordeligste, pijpen boven elkaar het minst voordelig.
11. Beschutting door naastliggende bedrijven leverde een besparing op, die afhankelijk was van de windsnelheid en opliep tot 30 m³ per 100 m² per week.
12. Beter invangen van direct zonlicht (nok Oost-West) levert alleen een besparing op (gasverbruik) bij lage zonnestanden. De besparingen bedraagt 5 à 6% doch slechts over een periode van 1 à 2 maanden.
13. De invloed van zonnestraling op de warmtebehoefte van de kas was, bij een volgroeid gewas, beperkt. (Een zeer groot deel van de stralingsenergie wordt omgezet in verdamping!).

9.2 Aanbevelingen

1. Een kritische instelling is gewenst ten aanzien van de temperatuursbehoefte van het gewas.
2. Ga na of een combi-condensor voor het bedrijf economisch verantwoord is. Vaak zijn verwarmingsbuizen beschikbaar die slechts weinig gebruikt worden.

3. Ga geregeld na of het CO₂-gehalte in de rookgassen nog voldoende hoog is (+ 10%), speciaal wanneer over een condensor wordt beschikt.
4. Gebruik het zonlicht zo goed mogelijk door te zorgen voor:
 - zo veel mogelijk een droog grondoppervlak;
 - zo weinig mogelijk condensatievlakken in het kasdek;
 - uitschakelen van de minimum buistemperatuur voor men in het voorjaar gaat luchten.
5. Wanneer er met wind aanzienlijk meer gas wordt verbruikt dan op windstille dagen, ga dan na of het mogelijk is om voor meer beschutting te zorgen.
6. Besteed aandacht aan gevelisolatie. Is de gevel geheel winddicht? Maak bij gevelisolatie de volgende afweging:
 - kosten van isoleren;
 - besparing op de stookkosten;
 - lichtverlies: met name bij zuidgevels.Pas de gevelverwarming aan aan de nieuwe situatie!
7. Besteed aandacht aan temperatuursverschillen binnen de kas. Is de warmtebehoefte groot, vang dit dan op door het splitsen van stookgroepen, door plaatselijk pijpen te isoleren, door extra pijpen te plaatsen, of voorkom een horizontale luchtbeweging door het plaatsen van (plastic) tussengevels.

Is de warmtebehoefte klein, plaats dan ventilatoren om de horizontale luchtbeweging te vergroten (alleen mogelijk wanneer er voldoende ruimte is boven het gewas).
8. Plaats de verwarmingsbuizen zo goed mogelijk verspreid en zo laag mogelijk (min. 10 cm boven het grondoppervlak). Plaats de buizen zo mogelijk in het bed en houd de grond onder de buis zo droog mogelijk.

10. SUGGESTIES VOOR NADER ONDERZOEK

1. Het bepalen van de energiebehoefte van de kas in een regressiemodel (het gasverbruik afhankelijk van Δt , instraling en windsnelheid per dag of week) voor en na het aanbrengen van een wijziging (b.v. gevelisolatie, scherm, enz.) kan bijdragen tot inzicht in de gerealiseerde besparing (evaluatie).
2. Dit zelfde model kan per bedrijf aanwijzingen geven om verbeteringen aan te brengen: windsingel, betere vochtbeheersing, e.d.
3. Onderzoek naar de omstandigheden waaronder een minimum buistemperatuur nuttig is (lagere temperatuur onder in het gewas) kan aangeven wanneer er zonder risico bespaard kan worden.
4. Bij isolatie van verwarmingsbuizen langs de gevel is onderzoek naar de temperatuursverdeling zinvol.
5. Onderzoek naar de horizontale luchtverplaatsing in de kas biedt wellicht mogelijkheden/aanwijzingen hoe deze kan worden beheerst. Een gelijkmatige kastemperatuur voorkomt problemen en biedt mogelijkheden tot temperatuursverlaging.
6. Meten van temperatuursverdeling bij diverse buisliggingen resp. verschillen gevormde buizen kan aanleiding geven tot plaatsing waar de warmte nodig is. (Fysiologisch onderzoek naar temperatuursbehoefte van plantendelen is daarbij onmisbaar!).
7. Beperking van de verdamping biedt de mogelijkheid om de stralingsenergie van de zon voor verwarming aan te wenden. Dit zal echter geen nadelige consequenties voor de plant mogen hebben (geen lagere luchtvochtigheid!?).

Bijlage 1 Weersgegevens 1981; Naaldwijk periode januari tot mei

Week no.	Datum	Etmaal temp.		Straling J/cm ²	Neerslag dg.	Windsnelheid		tot 10 m/s
		kas	buiten			m/s	7-10 m/s	
		°C		normaal	mm.			
2	5 - 11 januari	17,5	3,5	2,9	7	16,4	42	1
3	12 - 18 "	17,5	3,3	2,7	6	47,5	61	5
4	19 - 25 "	17,5	4,6	3,3	5	10,0	37	1
5	26 - 1 februari	17,5	5,0	3,0	3	7,8	23	0
6	2 - 8 "	17,5	6,5	3,2	4	15,5	64	7 Z-ZW
7	9 - 15 "	17,7	2,5	2,7	4	7,2	35	7 W-NW
8	16 - 22 "	17,7	0,3	2,6	2	0,2	34	0
9	23 - 1 maart	17,7	2,0	3,7	2	10,3	39	0
10	2 - 8 "	17,5	6,4	4,0	7	17,3	45	4 Z-ZW
11	9 - 15 "	17,5	8,4	5,0	7	81,3	58	14 ZW-W
12	16 - 22 "	18,3	7,3	5,3	3	5,1	59	17 Z-ZW
13	23 - 29 "	18,3	11,4	6,5	6	18,6	50	12 Z-ZW
14	30 - 5 april	17,9	8,7	6,4	3	0,9	31	0
15	6 - 12 "	19,0	11,7	7,5	1	1,9	25	0
16	13 - 19 "	19,0	9,0	8,4	1	0,4	49	0
17	20 - 26 "	19,0	6,6	9,0	5	5,4	38	0
18	27 - 3 mei	19,0	7,8	9,5	5	17,5	48	0

Gemiddeld gasverbruik/100 m² kas = -2 + 14,70 x t - 0,0050 xJ/cm²-week + 8,63 xm/s
 van 44 bedrijven per week correlatiecoëfficiënt = 0,97

46 Bijlage 2 Verzamelde bedrijfsgegevens

Resultaten per 100 m2 kas

Variabele		Gemiddeld	St.afw.	Uitersten (absoluut)		H-1	hoogste
				laagste	L-1		
1	gasverbruik week	2	227,8	15,4	198	199	257
2	"	3	257,8	16,8	223	229	293
3	"	4	199,1	15,1	168	172	221
4	"	5	169,5	13,1	137	152	196
5	"	6	198,3	18,7	165	166	237
6	"	7	235,4	14,0	206	208	261
7	"	8	278,7	18,4	242	245	311
8	"	9	259,7	21,4	220	221	301
9	"	10	197,8	19,6	146	164	237
10	"	11	173,6	18,1	147	148	210
11	"	12	167,8	18,5	131	136	206
12	"	13	117,4	14,6	35	86	141
13	"	14	144,3	19,1	105	106	182
14	"	15	96,8	14,7	65	69	129
15	"	16	131,4	16,7	105	106	167
16	"	17	141,9	17,4	110	115	177
17	"	18	136,1	15,9	110	111	167
18	gasverbruik totaal		3135,3	210,6	2729	2744	3491
19	kg-opbrengst maart		16,0	17,5	0	0	59
20	" april		295,9	48,0	185	205	400
21	" mei		452,0	41,8	369	375	527
22	" juni		383,6	61,1	227	268	483
23	% binnenland maart-april		2,6	3,4	0	0	12
24	" mei-juni		5,8	4,7	0	1	18
25	% C + CC maart-april		14,1	8,0	1	2	30
26	" mei-juni		12,4	6,0	1	3	24

Bijlage 2 Verzamelde bedrijfsgegevens (le vervolg)

Resultaten per 100 m2 kas

Variabele	Gemiddeld	St. afw.	Uitersten (absoluut)		
			laagste	L-1	H-1

Gewasvariabelen					
27 zaai-datum oktober	31,1	4,1	20	23	38
28 bloeidatum 1e tros januari	17,3	6,6	4	6	28
29 datum begin oogst maart	26,0	6,0	14	15	35
30 dagen zaai-planten	55,3	4,6	46	48	64
31 dagen zaai-bloei	78,2	3,9	71	73	86
32 groeisnelheid trossen/30 dagen (100 pl.)	360,7	25,1	310	320	410
33 dagen bloei 28/1-oogst	66,5	2,8	61	61	72
34 dagen bloei 11/3-oogst	61,8	3,3	53	55	67
35 plantlengte bloei 1e tros	67,3	8,7	45	48	83
36 trosafstand cm	24,3	2,3	21	21	29
37 vruchten aan tros 1 (100 pl.)	531,3	207,8	71	83	788
38 "	742,5	127,1	450	471	933
39 "	830,8	102,4	554	571	967
40 "	901,0	96,5	638	675	1058
41 "	933,9	98,5	671	708	1088
42 bladgewicht tussen tros 2-3 (32 bl.)	1149,7	227,7	680	690	1550
43 " 5-6 "	1304,8	213,0	880	890	1630
44 plantafstand mm	644,0	53,6	550	600	750
45 draadhoogte cm	215,6	11,4	200	200	245
46 gebruik reflectie materiaal	67,6	44,5	0	0	100

Bedrijfsvariabelen

47 grootte stoekgroep	4160,4	1202,5	2250	2333	7243	7365
48 l/br. verhouding stoekgroep x 100	165,8	56,9	101	102	328	344
49 geveloppervlak/1000m2 glas	144,6	29,4	98	100	208	221
50 kier glas-glas gevel	2,6	5,2	0	0	14	20
51 gevelverwarmingscapaciteit pijp 51 x 100	686,1	62,8	592	594	843	849
52 isolatie verdeelheid	1,0	1,0	0	0	2	2

Bijlage 2 Verzamelde bedrijfsgegevens (2e vervolg)

Resultaten per 100 m2 kas

Variabele	Gemiddeld	St.afw.	Uitersten (absoluut)		
			laagste	L-1	H-1 hoogste
53 gevelisolatie %	40,5	18,4	3	4	68
54 beschutting %	44,6	19,6	7	10	80
55 nokrichting kas afw. N-Z	43,9	21,2	0	10	80
56 ketelcapaciteit mln. kcal. x 10	29,3	11,0	11	12	60
57 ketelcapaciteit/100 m2 kas	281,3	53,8	152	186	409
58 max. verbruik ketel/m2 kas	388,3	66,3	222	278	523
59 min. " /m2 kas	62,2	23,2	23	26	103
60 retarders	,5	,5	0	0	1
61 ketelwatertemperatuur week 6	90,6	5,6	80	80	100
62 condensorgebruik	,9	1,2	0	0	3
63 bouwjaar ketel	1972,7	5,8	1963	1963	1983
64 bouwjaar brander	1975,0	3,7	1969	1970	1980
65 brander modulerend	1,8	,4	1	1	2
66 ventilatorvermogen grote vlam	13,3	3,9	7	7	22
67 ventilatorvermogen kleine vlam	79,4	33,0	29	38	158
68 laatste afstelling brander	1977,3	3,4	1971	1972	1981
69 bouwjaar kas	1975,5	3,8	1964	1967	1980
70 nokhoogte	351,1	25,3	295	300	410
71 glasdikte	39,5	1,4	37	37	42
72 kier glas-goot	10,2	4,0	0	4	22
73 luchtramen/stang	17,6	5,3	6	6	26
74 sluiting luchtramen	7,3	1,4	3	3	9
75 pompcapaciteit/m2 glas	431,4	125,3	212	218	681
76 automatische pompafslag	,6	,5	0	0	1
77 m.transportleiding/m2 kas	30,1	17,1	0	3	57
78 buisligging code	23,4	8,1	10	10	30
79 hoogte bovenbuis ondernet	49,7	28,6	8	8	95
80 gebruik bovennet	,3	,5	0	0	1

Bijlage 2 Verzamelde bedrijfsgegevens (3e vervolg)

Resultaten per 100 m2 kas

Variabele	Gemiddeld	St.afw.	Uitersten (absoluut)		
			laagste	L-1	H-1
Klimaatvariabele					
81 ingestelde nachttemperatuur	154,0	5,7	140	145	170
82	156,1	6,3	145	150	170
83	154,2	5,9	140	145	165
84 ingestelde dagtemperatuur	198,5	8,2	176	179	210
85	200,2	6,1	185	188	210
86	198,3	9,9	175	185	228
87 ingesteld min. buistemperatuur	34,7	11,8	0	0	45
88	32,6	12,9	0	0	45
89	26,5	15,4	0	0	45

Procentuele verdeling van de variantie van elk der variabelen over de aspecten

[illegible]

Bijlage 3 Aspectentabel:
Procentuele verdeling van de variantie van elk der variabelen over de aspecten (1e vervolg)

Variabele	Aspectnummer																				Som
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
31 dagen zaai-bloei	-75																				84
32 groeisnelheid tros/30 dagen	-8				5		8		-14	-23					6						81
33 dagen bloei 28/1-oogst	7	-6	-7		-19				15											-8	81
34 dagen bloei 11/3-oogst	7						-5		20					-7	-7						70
35 plantlengte bloei 1e tros	-17	-5								15	-8			5		-7					67
36 troesafstand																	5	5	5	6	46
37 vruchten aan tros 1	-5				-20					5		6	11								80
38 " 2	-6				-14					5	6	5	24								83
39 " 3					-14					15	8	8	16								86
40 " 4							-5														88
41 " 5	-7	5					-10		15	7				-15		-5			12	7	86
42 bladgewicht tussen tros 2-3	-28				5		-16		10	11				-20	5						78
43 5-6					18				8					-6	-11						68
44 plantafstand	5				8					7				-8	13				-5		71
45 draadhoogte	8													-12	-6	6					65
46 gebruik reflectie matt.									-20					6	-10				9		75
47 grootte stookgroep																					75
48 l/br. stookgroep					-27				-6	8	-8								11		42
49 geveloppervlak/m2 kas																					82
50 gevelverw. capaciteit																			6		41
51 gevelisolatie																					74
52 beschutting																					64
53 nokrichting kas																					69
54 ketelcapaciteit																					79
55 max. verbruik ketel/m2					-10	-24		9		5	-7	8				-5					79
56 min. " /m2																					70
57 bouwjaar ketel																					82
58 bouwjaar brander					-5	-24		6		-5	9					-6					67
59 laatste afstelling brander						-13		6		-7			13			6	-8		6		56
60 bouwjaar kas								6					17				-5				80
61 nokhoogte								5		-7			40			15	-6				77
62 kler glas-goot																					72

Bijlage 3 Aspectentabel:
Procentuele verdeling van de variantie van elk der variabelen over de aspecten (2e vervolg)

Variabele	Aspectnummer																				Som
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
63 aantal luchtramen/stang						- 5						12				27			- 7	72	
64 sluiting luchtramen							14		9			5		- 8		5		16		73	
65 m.transportleiding/m2				- 7			5	23		-13										63	
66 buisligging							- 7								61					90	
67 hoogte buizen							- 9								66					88	
68 ingestelde „ nachtemp. 1					- 5						11						17	- 7		62	
69 " 2									- 5								65			81	
70 " 3																	50			81	
71 ingestelde dagtemp. 1																	52			65	
72 " 2																	68			80	
73 " 3						- 9											6			79	
74 ingesteld min buis. 1		- 9					5												- 5	60	
75 " 2		-14	- 7						- 9								-10	5	- 5	69	
76 " 3			- 8															35		64	
																		49			

: variabele(n) waarop binnen elk aspect de meeste aandacht is gericht.

Bijlage 4 Aspect 1

Invloed zaaidatum op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheid
			9	13	22	
Zaaidatum	31/10	4	25/10	31/10	3/11	datum
Dagen zaai-bloei	78	4	76	78	79	dag
Bloei 1 ^e tros	17/ 1	7	10/ 1	16/ 1	21/ 1	datum
Plantafstand	64	5	66	66	62	cm
Gasverbruik 5/1 - 4/5	31,4	2,1	31,1	31,7	31,3	m ³ /m ²
Produktie maart	16	18	34	21	6	kg/100m ²
april	296	48	322	301	281	"
mei	452	42	439	450	458	"
juni	383	61	367	371	394	"
Totaal produktie						
% binnenland maart-april	3	3	5	2	2	kg %
mei - juni	6	5	8	6	5	kg %

Bijlage 5 Aspect 2

Invloed aantal dagen van zaai tot bloei op gasverbruik en produktie

Aantal bedr./groep						
Variabele	Gem. st.afw.		18	13	13	eenheid
Dagen zaai-bloei	78	4	75	78	83	dag
Zaaidatum	31/10	4	30/10	30/10	2/11	datum
Bloei 1 ^e tros	17/ 1	7	13/ 1	16/ 1	25/ 1	datum
Plantlengte bij bl. 1 ^e tros	67	9	62	72	71	cm
Bladgewicht tr. 2-3	36	7	32	37	41	gram
Gasverbruik 5/1 - 4/5			31,4	31,2	31,5	m3/m2
Produktie maart			24	18	2	kg/100m2
april			307	309	267	"
mei			453	448	454	"
juni			392	388	368	"
Totaal produktie			1176	1163	1091	"

Bijlage 6 Aspect 3

Invloed van reflectiemateriaal op gasverbruik en produktie

Variabele	gem. st.afw.		Aantal bedr./groep			eenheden
			12	4*	28	
Bodembedekking met wit materiaal	68	45	0	50	100	% opp.
Gasverbruik 5/1 - 4/5	31,4	2,1	32,2	30,1	31,2	m3/m2
Produktie maart	16	18	15	6	18	kg/100m2
april	296	48	261	288	312	"
mei	452	42	435	464	458	"
juni	384	61	356	454	385	"
Totaal produktie			1067	1212	1173	"

* Aantal bedrijven te klein voor betrouwbare cijfers.

Bijlage 7 Aspect 4

Invloed van kleine vruchten op gasverbruik en produktie

Variabele	gem. st.afw.		Aantal bedr./groep			eenheden
			12	18	14	
C + CC tom maart - april	14	8	7	13	22	kg %
C + CC tom mei - juni	12	6	7	13	17	kg %
Gasverbruik 5/1 - 22/3	23,7		23,8	23,4	24,0	m3/m2
" 22/3 - 4/5	7,7		7,2	7,7	8,0	m3/m2
Produktie maart	16	18	16	14	18	kg/100m2
april	296	48	310	296	284	"
mei	452	42	497	443	425	"
juni	384	61	424	384	349	"
Totaal produktie			1247	1137	1076	"
Binnenland maart - april	3	3	2	1	4	kg %
" mei - juni	6	5	4	4	9	kg %

Bijlage 8 Aspect 6

Invloed geveloppervlakte op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			16	15	13	
Geveloppervlakte	14,5	2,9	12,2	13,9	17,9	m2/100m2
Grootte stookgroep	4160	1203	4685	4456	3175	m2
Nokhoogte	351	25	351	351	351	cm
Ketelgrootte	2,9	1,1	3,4	3,0	2,3	mln. k.cal.
Bouwjaar	1973	6	1975	1973	1969	jaartal
Gasverbruik 5/1 - 4/5	31,4	2,1	30,7	31,3	32,3	m3/100m2
" 16/2 - 22/3	10,8		10,4	10,7	11,3	m3/100m2
Begin oogst	26/3	6	27/3	26/3	25/3	datum
Produktie tot 1/7	11,5		11,3	11,6	11,5	kg/m2
Vruchtgroeiduur bloei op 28/1	66	3	69	66	64	dagen

Bijlage 9 Aspect 9

Invloed van naastliggende bedrijven op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st. afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			17	14	13	
Mate van beschutting (afst. tot burenen)	45 10	20	28 32	46 15	65 85	% meter
Aantal gevelpijpen	3,1	0,6	3,2	3,4	2,7	pijpen ø 51
Gasverbruik 7 weken wind	12,6		13,0	12,6	12,0	m3/m2
" 10 weken overig	18,8		18,9	19,2	18,0	m3/m2
Produktie tot 1/7	11,5		11,5	11,6	11,3	kg/m2
Groeisnelheid tros/30 dagen	3,6	0,3	3,5	3,6	3,7	tros/plant
Rijpingssn. dagen bloei-oogst	67	3	68	67	65	dagen
(bloei resp. 28/1 en 11/3)	62	3	63	62	60	dagen
Aantal vr. tros 1-5	39,4		40,7	39,2	37,9	st./plant

Bijlage 10 Aspect 10

Invloed van de nokrichting op gasverbruik en produktie

Variabele	gem.	st.afw.	Aantal bedr./groep			eenheden
			15	13	16	
Nokoriëntatie afw. van N-Z	44	21	24	42	64	graden
Geveloppervlakte	145	29	147	137	149	m2/1000m2
Gasverbruik 5/1 - 15/2	12,9		13,1	12,9	12,7	m3/m2
" 16/2 - 4/5	18,5		18,9	17,8	18,6	m3/m2
Produktie	11,5		11,2	11,6	11,6	kg/m2
Groeisnelheid tros/30 dagen	3,6	0,3	3,7	3,7	3,5	tros/pl.
Planth. bloei 1 ^e tros	67	9	63	67	72	cm
Draadhoogte	216	11	222	215	210	cm