

S P R E N G E R I N S T I T U U T  
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen  
Tel.: 08370-19013

*(Publikatie uitsluitend met  
toestemming van de directeur)*

RAPPORT NO. 2248

H.A.M. Boerrigter, Ing. W.H. Molenaar  
en Ir. G.H. van Nieuwenhuizen

KOELEN VAN SNIJBLOEMEN IN KUNSTSTOF-  
KRATTEN

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut  
Project no. 443 (augustus 1983)

Samenvatting/Summary

1. Inleiding	1
2. Koelen tijdens vervoer van snijbloemen in een kunststof bloemenkrat	2
2.1. Inleiding en proefopzet	2
2.2. Uitvoering van de proef	3
2.2.1. Route en tijdschema	3
2.2.2. Samenstelling van de lading	3
2.2.3. Meetapparatuur	4
2.2.4. Het begrip halfkoeltijd	5
2.3. Meetresultaten	5
2.3.1. Draaiuren koelmachine	5
2.3.2. Gewichtsmetingen	6
2.3.3. Vochtigheidsmetingen	7
2.3.4. Ethyleen en koolzuurgasmetingen	7
2.3.5. Temperatuurmetingen	9
2.4. Afmetingen van de kunststofverpakking	9
2.5. Samenvatting en conclusies	12
3. Vervolg proef 1: Thermische eigenschappen van de kunststof bloemenkrat	12
3.1. Inleiding	12
3.2. Proefopzet	13
3.3. Uitvoering van de proef	13
3.4. Meetresultaten	15
3.4.1. Koelcelsimulatie	15
3.4.2. Gekoeld transportsimulatie	17
3.4.3. Opwarming in groothandel- c.q. veilingsituatie	18

	blz.
3.5. Bespreking van de resultaten	19
3.6. Conclusie en samenvatting	21
4. Voorkoelen	23
4.1. Inleiding	23
4.2. Proefopzet	23
4.3. Resultaten temperatuurmetingen	24
4.4. Samenvatting en conclusie	28
5. Voorkoelproef met kunststof transportkrat in de praktijk	28
5.1. Inleiding	28
5.2. Proefopzet	30
5.3. Beschrijving produkt in de verpakkingen	31
5.4. Meetresultaten	31
5.5. Bespreking van de resultaten	34
5.6. Samenvatting en conclusies	35
6. Eindconclusie	36

## SAMENVATTING

In dit rapport zijn de proefresultaten beschreven van een 4-tal afkoelproeven uitgevoerd met een meermalige kunststof bloemenverpakking van Curver B.V. te Rijen.

Behalve een inventarisatie van het thermische gedrag van een bloemenlading tijdens vervoer naar Italië zijn ook de afkoeleigenschappen van genoemd fust onder ideale omstandigheden gemeten. Hierbij is uitgegaan van het zgn. langsstroomkoelprincipe.

Nadat gebleken was dat met doorstroomkoeling het koelresultaat sterk verbeterd werd zijn met de kunststofkrat nog 2 proeven uitgevoerd om de voorkoeleigenschappen vast te stellen.

De belangrijkste resultaten zijn:

Door toepassing van vormvaste conische verpakkingen in een compact gestapelde bloemenlading ontstaan luchtspleten.

Zonder verdere maatregelen kan een conventionele luchtverdeling worden bereikt, zodat de lading door de transportkoelmachine kan worden afgekoeld.

Uit eerdere metingen tijdens gekoeld transport is gebleken dat geen afkoeling soms zelfs opwarming verkregen wordt voornamelijk als gevolg van een geblokkeerde luchtcirculatie.

De afkoelsnelheid van de lading en van de verpakking is echter te lang om het koeleffect van voorgekoelde bloemen te overtreffen. Bij toepassing van een zgn. centrale voorkoelwand blijkt het mogelijk te zijn door geringe aanpassingen van zowel de verpakking (deksel!) als het koelsysteem (voorgevormde afdichtingsstroken) een snelle voorkoeling te verkrijgen.

Voor lange afstandstransporten (langer dan 24 uur) verdient de vormvaste kunststofverpakking de voorkeur boven een AA-doos.

Het verzenden van voorgekoeld produkt verdient de voorkeur t.o.v. niet voor-koelen in een kunststofverpakking. De kunststofverpakking is te prefereren boven AA-dozen bij gekoeld transport waarbij geen voorkoeling wordt toegepast. In dit verband is het slap worden van kartonnen dozen door een hoge luchtvochtigheid tijdens transport ook nog een factor bij de eventuele overweging tussen karton en kunststofverpakkingen, bij vervoer over langere afstanden, bv. zee-transport naar de V.S.

## SUMMARY

This report describes the results of cool down tests in 4 different set ups with a re-usable plastic flower crate made by Curver B.V. in Rijen.

The first test mainly consisted of temperature measurements during a transport trial with a mixed load of flowers in cartons and the special plastic crates. During this refrigerated transport from Holland to Italy the flowers cooled down in the crates as well as in the boxes to a reasonable extend. This result was unexpected because earlier measurements with boxes only did not show good cooling down.

The explanation, that both boxes and crates profiled by the special wedged shaped cross section of the crate could be accepted partially. Also the type of flowers in the boxes and crates were different and so the thermal inertia of the contents. Therefore additional cool down experiments have been carried out in the laboratory with different air velocities alongside the boxes and crates.

At last the precool properties of the plastic crate have been measured in two ways; at first in a laboratory set up and secondly in a real scale precooler in an auction.

The plastic crates are preferable during transportation in comparison with conventional transports because of their shape and percentage of openings. Even a stacking pattern is allowable with the crate.

The plastic crate shows a similar or faster cool down at low air velocities and a much faster cool down at 2 to 3 m/s air velocity.

Precooling of the crate appeared to be possible with some special measures with respect to existing precoolers.

A second type of the crate with closed side walls and less vent holes in the short sides seems to have no advantages.

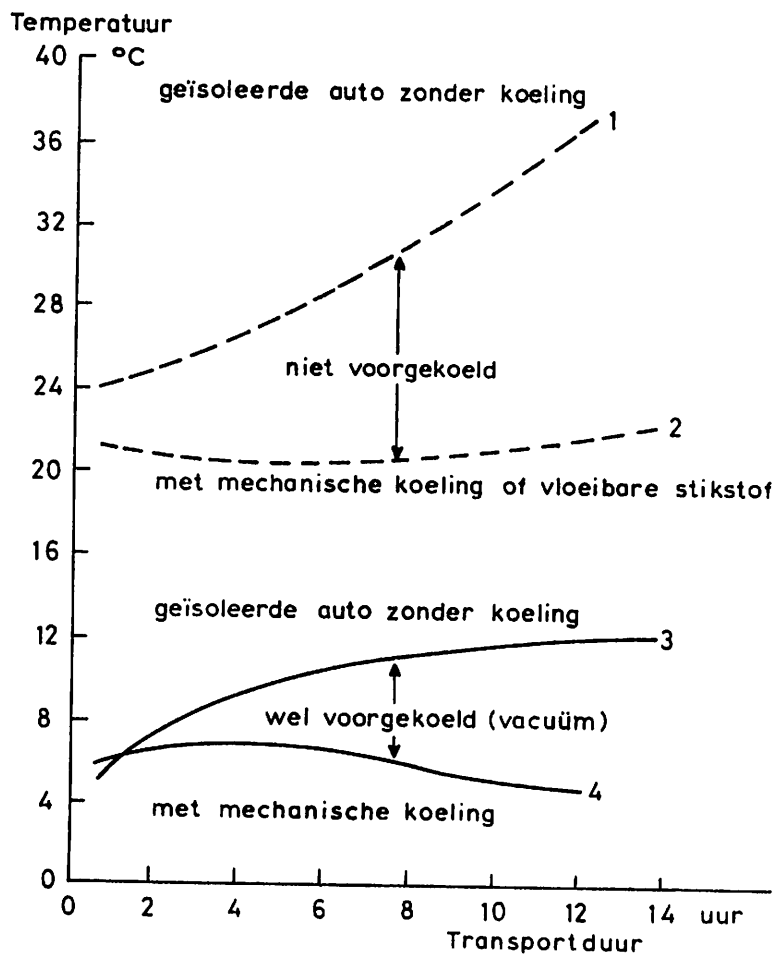
Although the crate has no direct advantages with a view to climate in case of precooling followed by isothermal short distance transportation, there will be an application for refrigerated transportation.

In case the precooling is insufficiently done the crate will be preferable during transportation. Furthermore secondary aspects beyond the scope of this research may be of importance like the stiffness and solidity of the shape.

## 1. Inleiding

Vanaf 1970 zijn door het Sprenger Instituut regelmatig snijbloementransporten begeleid, teneinde het temperatuurverloop te meten van het produkt tijdens deze transporten.

De meetresultaten kunnen worden samengevat volgens figuur 1.



Figuur 1. Temperatuurverloop van rozen in een geïsoleerde vrachtauto tijdens het vervoer naar West-Duitsland, buitentemperatuur 20°C.

De conclusie is dat afkoeling tijdens het transport niet plaatsvindt. De reden hiervoor is de gebrekkige luchtverdeling. Door de compacte lading komt de koellucht niet in aanraking met het af te koelen produkt.

In gunstige situaties (lijn 2) kan de begintemperatuur nog net gehandhaafd worden. Naar aanleiding van deze metingen worden exporteurs geadviseerd te investeren in voorkeelsystemen, waardoor een klimaat volgens lijn 3 en 4 gerealiseerd kan worden tijdens transport.

Curver B.V. uit Gilze-Rijen ontwikkelde een meermalige kunststof snijbloemenkrat, welke zowel nestbaar als stapelbaar is.

Als gevolg van de conische vorm van de kratten (nestbaarheid) en een uitstekende rand aan de bovenkant van de krat ontstaan bij het stapelen aan de zij-, voor- en achterkant van de krat luchtspleten. Aangezien aan alle kanten de krat van openingen is voorzien is afkoeling tijdens transport van het produkt door warme en koude luchtuitwisseling in principe nu wel mogelijk.

De luchtverdeling wordt door de vormvastheid van de krat gegarandeerd. Afvoer van de veldwarmte van het produkt via de koellucht kan leiden tot de gewenste afkoeling tijdens het transport. Bij een gemiddeld lagere temperatuur wordt de knopontwikkeling geremd, ethyleengevoeligheid- ethyleenproduktie en warmteproduktie nemen af en het kwaliteitsverlies tijdens de distributie wordt tot een minimum beperkt.

Om deze veronderstellingen na te gaan zijn enkele metingen met de curverkrat uitgevoerd die in dit rapport zijn samengevat.

Als eerste werd een meting onder praktijkomstandigheden uitgevoerd in samenwerking met Olsthoorn transportbedrijf b.v. en Sardoflor bloemenexportbedrijf. Gekozen werd voor een transportbegeleiding naar Italië.

Door omstandigheden konden afspraken betreffende de proefopzet zoals b.v. laadpatroon, belading e.d. niet helemaal nagekomen worden waardoor een tweede proef noodzakelijk was om de thermische eigenschappen onder "beheerste" omstandigheden te bepalen.

Een derde proef is uitgevoerd om de voorkeelmogelijkheden van de kunststofkrat na te gaan. Na een oriënterende proef op het Sprenger Instituut werd een praktijkvoorkeelproef uitgevoerd bij Gemaflor, exportbedrijf voor snijbloemen en potplanten.

Een geringe aanpassing (oplijmen van voorgevormde schuimrubber strips) van het Nijssen voorkeelsysteem met centrale koelwand was nodig om lucht lekkages te voorkomen.

## 2. Koelen tijdens vervoer van snijbloemen in een kunststof krat

### 2.1. Inleiding en proefopzet

Voor de beoordeling van het temperatuurgedrag van de kunststof krat tijdens vervoer t.o.v. het temperatuurgedrag van een kartonnen verpakking werd in overleg met betrokkenen gekozen voor begeleiding van een transport naar Italië.

Behalve temperatuur- en gewichtsmetingen werden ook gasconcentraties gemeten.

De opzet was om een voorwagen te laden met kunststof fust en een achterwagen met kartonnen dozen.

Deze opzet bleek op het moment van beladen niet haalbaar; reden waarom 2 fustsoorten links en rechts in de voorwagen zijn gestapeld om toch te proberen vast te stellen wat de verschillen tussen beide fustsoorten zijn tijdens gekoeld transport.

## 2.2. Uitvoering van de proef

### 2.2.1. *Route en tijdschema*

Het transport had als eindbestemming Treviso in Noord-Italië nabij Venetië. De route leidde via de Nederlandse, Duitse en Zwitserse autosnelwegen naar Italië. Tot Noord-Italië bleef de wagen gesloten. Het tijdschema en de stopplaatsen was als volgt.

#### Dinsdag 24-8-1982

Honselersdijk	15.00-18.30 uur	laden
	19.00 uur	1 <sup>e</sup> meting, vertrek
Heerlen (douane)	21.00-21.30 uur	2 <sup>e</sup> meting.

#### Woensdag 25-8-1982

Baden-Baden	1.30- 1.45 uur	3 <sup>e</sup> meting
Basel (douane)	4.30- 4.45 uur	4 <sup>e</sup> meting
Chiasso (douane)	8.00-12.30 uur	5 <sup>e</sup> meting
Angera	14.30-15.30 uur	6 <sup>e</sup> meting
Bergamo	16.00 uur	1 <sup>e</sup> maal lossen (meetwagen)
Treviso	22.00 uur	5 <sup>e</sup> maal lossen

#### Donderdag 26-8-1982

Treviso	00.30 uur	7 <sup>e</sup> en tevens laatste meting
---------	-----------	---

Tijdens de 1<sup>e</sup> t/m 6<sup>e</sup> meting was de gehele lading nog compleet. Bij de 7<sup>e</sup> meting was ongeveer nog een kwart van de lading aanwezig.

De deuren van de vrachtauto waren vanaf 17.00 uur dicht gebleven.

Door het zeer krappe tijdschema was het technisch niet mogelijk van de 1<sup>e</sup> t/m 5<sup>e</sup> meting betrouwbare waarnemingen te doen.

Het krappe tijdschema werd veroorzaakt door het zeer late vertrek uit de veiling, waardoor het op tijd bereiken van de Gotthardtunnel (voor 7.00 uur) nog maar net haalbaar was.

Ondanks deze handicap zijn toch een groot aantal temperatuurmetingen verricht door een op batterijen werkend instrument (Grant datalogger).

Ethyleen en koolzuurgasmetingen konden door het verzamelen van luchtmonsters direct na het transport in Italië nog worden uitgevoerd.

### 2.2.2. *Samenstelling van de lading*

Van de vrachtwagencombinatie is een technische omschrijving in bijlage 1 vermeld.



De aanhanger was met potplanten geladen; de voorwagen (gekoeld) met snijbloemen. De snijbloemenlading was verpakt in 241 colli te verdelen in 138 plastic kratten en 103 kartonnen dozen van diverse afmetingen. Het gewicht was 1295 kg netto en 1634 kg bruto (opgave volgens vrachtbrief).

Het oorspronkelijke plan om voorwagen en aanhanger met snijbloemen te vullen, kon op het laatste moment vanwege de potplantenlading geen doorgang vinden. Potplanten worden niet gekoeld, zodat metingen in de aanhanger zinloos waren.

De vergelijking tussen 2 snijbloemenladingen met de verpakking als variabele is nu uitgevoerd alleen in de voorwagen. De kartonnen dozen zijn zoveel mogelijk links en de kratten zoveel mogelijk rechts gestapeld i.v.m. luchtspletten van voor naar achter.

De vulling van de verpakkingen:

plastic kratten	: chrysant en lelie
eenmalig karton	: gerbera, cymbidium, anthurium
diverse kartonnen dozen:	roos, nerine, allium, ornithogalum, brodea, alstroemeria, iris, gladiool.

### 2.2.3. Meetapparatuur

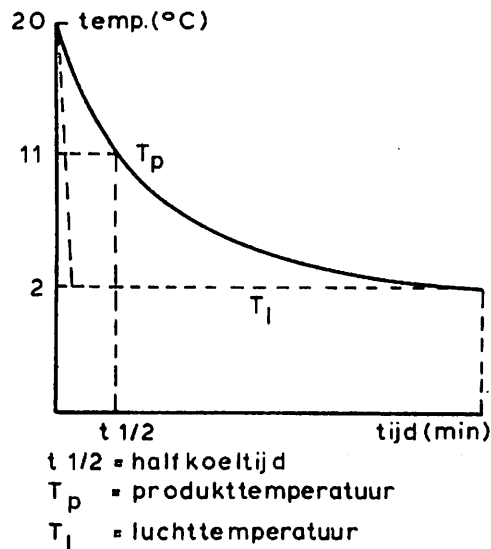
- Voor de temperatuurmetingen waren thermokoppels verdeeld over 3 dwarsdoorsneden in de lading:
  - a. voorste rij rondom de koeler;
  - b. middelste rij van de lading;
  - c. achterste rij bij de deur.Voor de zekerheid zijn dubbele koppels aangebracht (Fluke en Grant meetsysteem). De Grant datalogger is tijdens de rit niet te controleren:
  - a. door gegevens weg te zetten op magneetband;
  - b. door de verzegelde deuren.Voor zowel Fluke als Grant zijn in principe dezelfde schema's gehanteerd (zie bijlage 2 en 3).
- De gewichtsmetingen zijn uitgevoerd met een Mettler balans PK 36 met een meetnauwkeurigheid van 1 gram.
- De koolzuurgasmetingen zijn uitgevoerd met een ADC infra-rood analysator met een nauwkeurigheid van 0,1%.
- De ethyleenmetingen zijn uitgevoerd met een Carle gaschromatograaf; type 211, die door speciale opbouw transportabel is. De laagst detecteerbare hoeveelheid ethyleen is 0,01 ppm.
- De r.v.-metingen werden verricht met haarhygrometers. Door een thermohygrograaf in de lading te plaatsen werd een continue registratie verkregen.

#### 2.2.4. Het begrip halfkoeltijd

Vaak is in praktijkproeven de temperatuur bij iedere geplaatste thermokoppel verschillend; ook de luchttemperatuur is in de tijd variërend.

Door invoering van het begrip halfkoeltijd is het mogelijk het afkoelgedrag bij iedere thermokoppel met een getalswaarde vast te leggen om zodoende vergelijkingen mogelijk te kunnen maken.

Onderstaande figuur geeft grafisch weer wat onder halfkoeltijd wordt verstaan.



De halfkoeltijd is de tijd waarin de helft van het temperatuurverschil tussen koellucht en produkt is doorlopen.

In afkoelproeven kan de grafische methode vaak niet worden toegepast omdat de luchttemperatuur niet constant is.

Een speciaal voor dit doel geschreven computerprogramma geeft ons echter toch de mogelijkheid om het afkoelgedrag in halfkoeltijden weer te geven.

Wat voor afkoeling geldt, gaat ook op voor opwarming. Bij de bepaling van de opwarmsnelheid hanteren we daarom de "halfopwarmtijd".

### 2.3. Meetresultaten

#### 2.3.1. Draaiuren koelmachine

De urenteller op de koelmachine van de voorwagen had de volgende aanwijzingen.

Tabel 1.

tijd	plaats	stand	draaiuren	%
18.00 h 24-8-'82	Veiling CCWS	4334,8	-	-
9.00 h 25-8-'82	Chiasso, Italiaanse grens	4349,7	14,9	100
14.00 h 25-8-'82	Angera, 1 <sup>e</sup> losplaats	4353,5	3,8	76

Uit deze gegevens blijkt dat de koelmachine permanent draait. Het ontbreken van 1 uur draaitijd in de tabel is waarschijnlijk veroorzaakt door het stopzetten van de koelmachine bij de douanecontrole. Tijdens deze controle met geopende deuren heeft de chauffeur de koelmachine wellicht gestopt om het koelproces zo min mogelijk te verstoren. Een 2<sup>e</sup> mogelijkheid voor dit uur is een registratiefout. Uit de thermohygrograafstrook (bijlage 5) blijkt dat de koelluchttemperatuur 15 keer per uur pendelt van hoog naar laag. De zeer grote spreiding ( $\pm 6$  K) van de uit de verdamper blazende koelluchttemperatuur (bijlage 6) bevestigt dit. De frequentie van deze temperatuurschommeling wordt bepaald door de mate van kortsluiting van de luchtcirculatie en door de toegepaste temperatuurregeling. De luchtkortsluiting van de verdamper, veroorzaakt door te compact stapelen, heeft tot gevolg dat de thermostaat reeds kort na het begin van het koelen een lage temperatuur signaleert en omschakelt op verwarmen. Deze temperatuurregeling wordt toegepast omdat deze technisch het eenvoudigst realiseerbaar is in combinatie met een aandrijving door een dieselmotor.

### 2.3.2. Gewichtsmetingen

In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven van enkele gewichtsmetingen. Door tijdgebrek zijn krat 3 en 4 aan het eind (30 uur na aanvang) van de rit niet teruggewogen.

Tabel 2.

verpakking	begin (CCWS)	eind (Treviso)	verlies
kunststof krat 1 voorin	19365 g	19280 g	0,44%
krat 2 voorin	19720 g	19644 g	0,39%
karton 1 voorin	11402 g	11376 g	0,23%
krat 3 midden	19903 g	-	-
krat 4 midden	20085 g	-	-

Een lege plastic krat weegt 5,5 kg. De netto belading per krat is dus ca. 14 kg afhankelijk ook van de bloemsoort. Volgens de vrachtbrief was de wagen beladen met 1630 kg bruto gewicht. Deze opgave is twijfelachtig want het plastic fust alleen al weegt  $138 \times 5,5 \text{ kg} = 759 \text{ kg}$ .

Het netto bloemengewicht in dit fust is naar schatting  $138 \times 14 = 1932 \text{ kg}$ .

De bloemen verpakt in karton waren zeer licht in gewicht (Gerbera, orchideeën, anthurium e.d.).

Dit grote verschil in massa per fustsoort bemoeilijkt een vergelijking tussen karton en plastic fust, omdat "zware" producten veel moeilijker afkoelen dan "lichte" producten.

In de tabel zijn van de gemeten verpakkingen de gewichtsverliezen om praktische redenen inclusief het fust gemeten.

Omdat karton vocht kan opnemen en plastic fust niet is een vergelijking op basis van het nettoverlies niet mogelijk.

Desondanks is een waarde-oordeel over de gewichtsverliezen mogelijk: De gemeten indroging is gering en op het latere vaasleven van geen betekenis.

In de plastic krat waren alle bloemen gehoed, op zich ook een belangrijke beschermingsfactor tegen uitdroging.

Gewichtsverliezen van 0,4% zijn vergelijkbaar met de mate van indroging die optreedt in praktijkvoorkoelsystemen.

### 2.3.3. *Vochtigheidsmetingen*

Een voor in de lading geplaatste r.v.-meter had een aanwijzing van ca. 100% (zie bijlage 5).

De achterin geplaatste meter bleek te zijn omgevallen en heeft daarom niet naar behoren gefunctioneerd.

Op de papierstrook van de r.v.-meter (vlekkerig geworden door trillingen tijdens het rijden) is na te gaan dat tijdens stilstand de koelmachine 15 x per uur inschakelt op de thermostaat. Het functioneren van de koelmachine wordt waargenomen door de vochtigheidsmeter, omdat tijdens de koelperiode in het algemeen de vochtigheid daalt.

### 2.3.4. *Ethyleen en koolzuurgasmetingen*

Tijdens de rit zijn luchtmonsters verzameld in glasbuizen en onmiddellijk na de rit op ethyleen- en koolzuurgasgehalte geanalyseerd.

Luchtmonsters zijn genomen t/m de eerste losplaats: Angera.

In tabel 3 zijn de resultaten vermeld van luchtmonsters uit de lading (monster 1 t/m 3) en uit de omgeving (4 en 5).

Tabel 3.

monster	datum	tijd	plaats	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -conc. (ppm)	CO <sub>2</sub> -conc. %
1	25/8	2.00 u	Baden-Baden (BRD)	0,06	0,3
2	25/8	10.00 u	Chiasso (I)	0,36	0,2
3	25/8	14.00 u	Angera (I)	0,11	0,4
4	27/8	10.00 u	Pontresina (CH)	< 0,01	-
5	27/8	22.00 u	Tunnel met file (CH)	0,9	-

Monster 4 en 5 zijn weergegeven als referentiewaarde (4) en als waarschuwing (5) voor hoog oplopende concentraties in zo'n situatie. Bij wat hogere bloemtemperaturen is een concentratie van 0,9 ppm voor gevoelige soorten desastreus bij een langere blootstellingsduur.

Monster 1, 2 en 3 geven geen verontrustend hoge concentraties alhoewel 0,36 ppm aan de grenswaarde raakt. Het schade-effect aan de bloemen zal bij deze produkttemperatuur (12°C) zeer gering zijn.

De geringe verhoging van de CO<sub>2</sub>-concentratie geeft aan dat de wagen niet bepaald luchtdicht is geweest.

Een zeer dichte wagen zou een sterk verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie tot gevolg hebben gehad.

Een gemiddelde bloem produceert ca. 80 l CO<sub>2</sub>/ton·h bij 15°C. Deze waarde is ontleend aan een warmteproduktie van 480 W/ton.

Bij een luchtdichte wagen zou na 20 uur de volgende CO<sub>2</sub>-concentratie ontstaan zijn:

$$\text{concentratie} = \frac{\text{produktie}}{\text{volume}} \cdot 100\%$$

Deze lading: 2 ton bloemen

$$\text{concentratie} = \frac{80 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{38,5} = 8,3\%$$

De ventilatiehoeveelheid in deze wagen is bij benadering als volgt

$$\dot{v}_{\text{vent.}} = \frac{\text{CO}_2 \text{ prod. massa}}{\text{conc. uit} - \text{conc. in}} = \frac{0,08 \cdot 2}{0,004 - 0,0003} = 43 \text{ m}^3/\text{h}$$

Gezien deze mate van luchtverversing is het waarschijnlijk dat of de ventilatieuiken toch geopend waren (tegen de afspraak) of dat de wagen zeer lek was.

### 2.3.5. *Temperatuurmetingen*

In tabel 4 zijn een aantal temperatuurmetingen weergegeven op verschillende plaatsen in de lading. In bijlage 3 zijn deze plaatsen verder aangeduid.

Uit tabel 4 blijkt dat het thermische gedrag van de lading afwijkt van de in figuur 1 geschetste situatie nl. dat bij een compacte belading geen afkoeling plaatsvindt. Er vindt nu wel afkoeling plaats.

Alle meetpunten geven lagere temperaturen t.o.v. de meting op de CCWS op 24-8-'82 om 18.02 uur.

Dit afkoeleffect moet dus toegeschreven worden aan de luchtverdeling die ontstaat door de luchtspleten van het kunststoffust.

In bijlage 4 t/m 9 zijn alle temperatuurmetingen samengevat waarbij door het grote aantal meetpunten en metingen een goed inzicht van het temperatuurgedrag wordt verkregen.

Dat ook de kartonnen dozen afkoelen kan worden verklaard uit het feit dat alleen "lichte" produkten in karton verpakt waren. Deze produkten koelen veel sneller af dan "zware" bloemen zoals lelie, chrysant e.d.

We kunnen door deze waarnemingen dus stellen dat de verbeterde luchtverdeling als gevolg van gemengd gebruik van kunststof kratten en kartonnen dozen de mogelijkheden tot handhaving c.q. verlaging van de temperatuur tijdens vervoer verbeterd worden.

Uit de temperatuurgrafieken volgt verder;

- De afkoeling onderin is slechter dan bovenin de lading.
- Koppel 2 bevond zich in voorgekoeld produkt.
- De spreiding van de temperatuur is groot binnen een verpakking.
- In de achterste rij onderin vindt opwarming plaats.

### 2.4. Afmetingen van de kunststofverpakking

De afmetingen van de huidige bloemenverpakkingen zijn gebaseerd op de volgende maten:

Binnenwerks: ca. 100 cm

Buitenwerks: maximaal 126 cm c.q. 104 cm.

De tendens in alle pogingen tot standaardisatie is 120 cm c.q. 40, 60 of 100 cm uitwendig maximaal.

Voor onvervormbare verpakkingen dienen de buitenafmetingen slechts enkele mm kleiner te zijn, terwijl voor de buitenafmetingen van vervormbare verpakkingen in het algemeen een grotere tolerantie t.o.v. de nominale afmeting vereist is.

Tabel 4. Temperatuurmetingen snijbloementransport (Westland-Venetië)  
Meetapparaat "Fluke" 24-8 t/m 26-8-1982

meet- punten	C.C.W.S. 24-8-'82 18.00 u	Angera (Italië) 25-8-'82 14.20 u	Treviso (Italië) 26-8-'82 0,30 u	positie meetpunten	
0	18,1	14,6	16,1	krat	VOORIN VRACHT- AUTO
1	19,0	11,8	12,5	lucht	
2	13,4	11,1	11,2	krat	
3	19,1	7,6	12,8	lucht	
4	19,9	10,0	11,1	krat	
5	19,4	3,6	12,8	verdamper uit	
6	18,2	7,8	13,0	verdamper in	
7	18,6	14,5	16,6	doos	
8	19,1	9,9	11,9	doos	
9	19,6	8,6	12,8	doos	
10	18,8	12,8	13,6	krat	MIDDENIN VRACHT- AUTO
11	18,9	11,8	12,9	lucht	
12	18,2	10,5	-	krat	
13	19,3	10,0	13,1	krat	
14	19,5	7,0	12,6	lucht	
15	-	-	-	krat	
16	18,9	12,8	12,7	doos	
17	19,7	-	-	doos	
18	19,5	8,3	13,0	doos	
19	19,5	9,3	12,4	doos	
20	20,3	11,0	13,1	lucht	ACHTERIN VRACHT- AUTO
21	17,0	11,6	13,4	doos	
22	19,7	12,4	13,9	lucht	
23	19,7	13,7	13,2	doos	
24	19,8	11,9	13,3	lucht	
25	20,4	12,1	13,2	doos	
26	19,5	10,8	13,1	lucht	
27	21,1	10,0	13,2	doos	
28	20,0	9,8	13,1	doos	
29	19,2	8,8	13,1	doos	

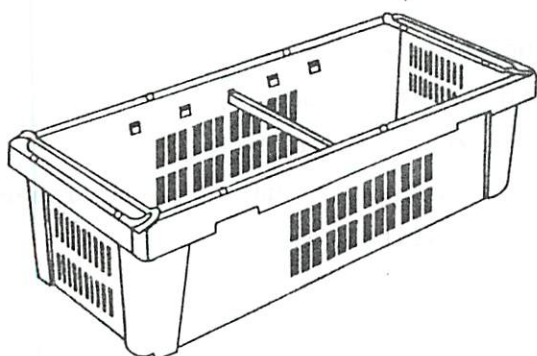
N.B. Meting C.C.W.S.; kolom 1, begintemperatuur  
Meting Angera; kolom 2, lading tot dat tijdstip intact  
Meting Treviso; kolom 3, lading alleen voorin de wagen nog aanwezig,  
overige dozen en kratten gelost.

De nominale afmetingen voor de curverkrat: 113 cm x 45 cm beweegt zich tussen de bestaande en gewenste afmetingen.

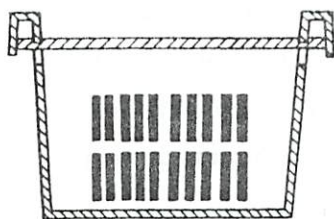
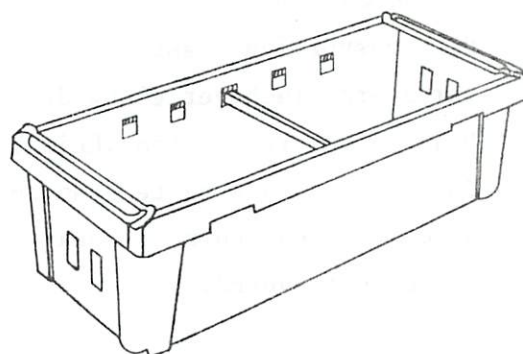
Door normalisering van afmetingen van voertuigen naar internationale standaarden is het in de toekomst wellicht gewenst om deze buitenafmetingen nog eens kritisch te beschouwen om tot modulaire\* ladingeenheden te kunnen komen.

enkele afmetingen	binnenwerks	buitenwerks
bodem	40.5 103 x 35 cm 17.8	104 x 37,5 cm
boven	108 x 40,5 cm 15.9	112 x 45 cm
lengte	42.5 29 cm 11.4	30 cm

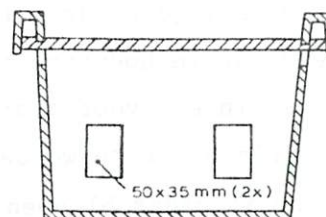
CURVER - KRAT (standaardtype)



CURVER - KRAT (voor koelmodel)



■ • luchtopening



\* Modulair systeem bestaat uit onderling afhankelijke componenten waarvan de nominale afmetingen een veelvoud zijn van de basisunit 100 x 120 cm geselecteerd voor algemene toepassing.



## 2.5. Samenvatting en conclusies

Het meten van het thermisch gedrag van een snijbloemenlading met verschillende omverpakkingen tijdens gekoeld transport van het Westland naar Noord-Italië heeft niet direct geleid tot voldoende inzicht in de verpakkingseigenschappen van de plastic krat om een gebruikswaarde aan te kunnen geven.

Met name door het feit dat een exporteur (c.q. expeditie) van te voren geen zicht op de samenstelling van de lading heeft, belemmert het uitvoeren van een zuivere praktijkproef temeer als er voor een gewenst meetschema met het oog op de tijd geen ruimte is.

De inventarisatie van het thermisch gedrag van de gehele lading tijdens dit transport is tamelijk verrassend. Bij een vergelijkbare stapelwijze uitgevoerd met alleen kartonnen dozen direct op de vloer gezet wordt de koelluchtstroom bijna volledig geblokkeerd waardoor de lading niet afkoelt vaak zelfs opwarmt (fig. 1). In dit geval was er wel sprake van een zekere mate van afkoeling tijdens transport, nochtans onvoldoende, ondanks de ongunstige omstandigheden zoals:

- compacte stapelen
- geen vloerprofiel of pallets
- geen kopschot bij de verdamper.

De conusvormige plastic krat heeft kennelijk luchtspleten gecreëerd waardoor de verbeterde luchtverdeling de mogelijkheid opende om af te koelen.

Bij een hogere luchtsnelheid lijkt een snellere afkoeltijd haalbaar.

Om deze gedachte na te gaan en tevens de afkoeleigenschappen onder geconditioneerde omstandigheden na te gaan zijn op het Sprenger Instituut enkele vervolgmetingen uitgevoerd.

## 3. Thermische eigenschappen van de kunststof bloemenkrat

### 3.1. Inleiding

De metingen tijdens de rit naar Italië geven geen bevredigend antwoord op de gestelde vraag in hoeverre transportkoeling op zinnige wijze benut wordt door verpakken in een voorgevormde kunststof krat, zonder dat er bij de exporteur voorgekoeld hoeft te worden. Voor koelen kost tijd die in beperkte mate ter beschikking is nadat bloemen bij de exporteur zijn omgepakt.

Door onder "beheerste" omstandigheden enkele veel voorkomende klimaatcondities te simuleren kan dit antwoord wel worden verkregen. Met name het begrip halfkoeltijd zal hiervoor worden gehanteerd.

Verder wordt er van uitgegaan dat koelen van bloemen zinvol is en dat de gewenste temperatuur lager dan 10°C moet zijn i.v.m. knopontwikkeling, ethyleengevoeligheid, ethyleenproductie, warmteproductie en vochtgifte.

### 3.2. Proefopzet

In de distributiefase van snijbloemen kunnen een viertal veel voorkomende klimaatomstandigheden worden gedefinieerd waaraan exportverpakkingen blootgesteld worden.

Tabel 5. Conditie gedurende verschillende fasen in de transportketen

	omschrijving	temp. (°C)	luchtsnelheid (m/s) (langsstroomkoeling)	R.V. %
A	afkoelen in koelcel	5	0,1	85-95%
B	opwarmen bij groothandel c.q. veiling	18	0,1	60%
C	gekoeld transport	8 <sup>1)</sup>	0-3 <sup>2)</sup>	≥ 95%
D	voorkoelen in koelcel met voorkoel- inrichting	2-4	doorstroomkoeling	99%

1) compromis tussen de optimale produkttemperatuur en de temperatuur die met de huidige mechanische transportkoelmachines zonder risico van bevriezing kan worden ingesteld

2) 0 m/s komt voor bij geblokkeerde luchtverdeling in compacte stapelingen. 3 m/s kan voorkomen onder ideale omstandigheden d.w.z. luchtspletten door de gehele lading volgens vaste patronen.

Situatie A, B en C worden in een proefopstelling met 2 bloemsoorten, iris en chrysant, nagebootst.

Het voorkoelen wordt in hoofdstuk 4 en 5 beschreven. De eigenschappen van de krat m.b.t. de temperatuur zijn in dit hoofdstuk beschreven.

### 3.3. Uitvoering van de proef

Drie verpakkingstypes zijn in een koelcel geplaatst op het Sprenger Instituut. Achtereenvolgens zijn klimaatomstandigheden gesimuleerd zoals deze voorkomen bij:

- a. koelcel;
- b. gekoeld transport;
- c. opwarming (groothandel of veiling).

De verpakkingen zijn:

1. AA-doos: afmetingen 1,20 x 0,3 x 0,45 m.

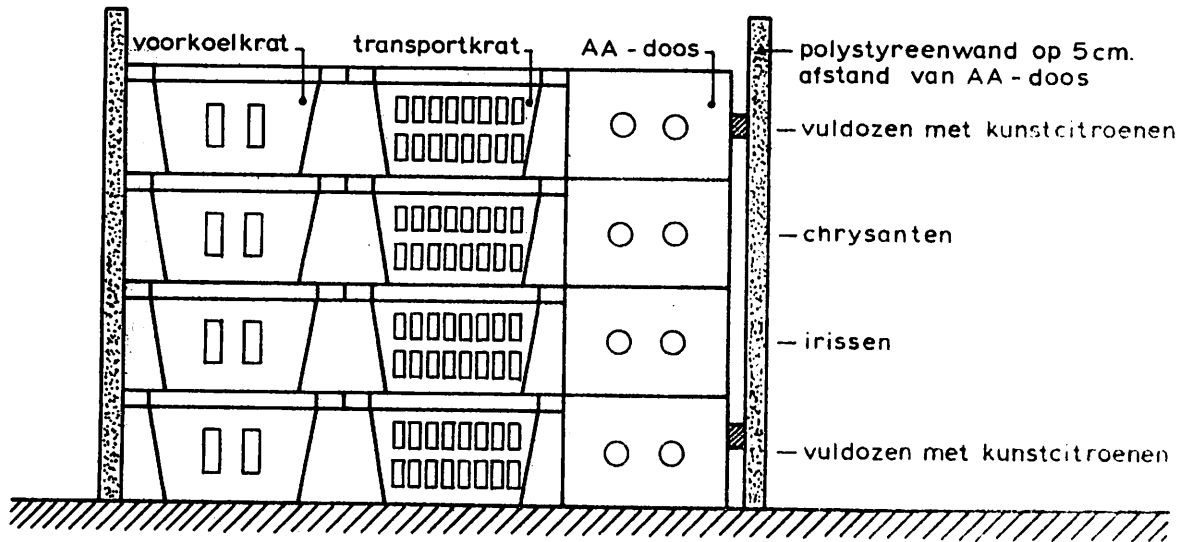
In de kopse kanten 2 voorkoelgaten  $\phi$  6 cm.

2. Kunststof transportkrat: afmetingen 1,13 x 0,45 x 0,3 m.

Standaardtype met ventilatiegaten in iedere zijde.

3. Kunststof voorkoelkrat: afmetingen 1,13 x 0,45 x 0,3 m.

Prototype: alleen 2 openingen in kopse kant terwijl een speciaal deksel is bijgeleverd; dit type wordt getest om voorkoelingsmogelijkheden na te gaan.



De fustsoorten staan in een opstelling zoals bovenstaande tekening aangeeft.

De middelste verpakkingen zijn met bloemen gevuld.

De randdozen c.q. kratten met kunstcitroenen voor vullading. De bloemsoort en de hoeveelheden in de verpakkingen staan in onderstaande tabel 6 weergegeven.

Tabel 6.

	aantal	fusttype
chrysant, gehoed	34 bos	transportkrat
chrysant, gehoed	34 bos	voorkoelkrat
chrysant, gehoed	40 bos	AA-doos
iris, ongehoed	80 bos	transportkrat
iris, ongehoed	80 bos	voorkoelkrat
iris, ongehoed	100 bos	AA-doos

Tussen het produkt zijn thermokoppels aangebracht en wel volgens onderstaand schema:

Tabel 7.

fust produkt	voorkoelkrat	transportkrat	AA-doos
iris (ongehoesd)	voor* centrum zijkant achter*	voor centrum zijkant achter	voor centrum zijkant/zijkant achter
chry sant (gehoesd)	voor centrum zijkant achter	voor centruk zijkant achter	voor centrum zijkant links zijkant rechts

\* Met voor wordt bedoeld: die kopse kant van de stapel waartegen de circulerende luchtstroom aangeblazen wordt. De "luwzijde" heet derhalve achter.

De gewenste luchtsnelheid langs de stapel (0,1 en 2 m/s) i.v.m. langsstroomkoeling werd ingesteld met regelbare ventilatoren en luchtgeleiding d.m.v. boardplaten.

Een controle van deze luchtsnelheid werd uitgevoerd met een Wallac luchtsnelheidsmeter.

### 3.4. Meetresultaten

#### 3.4.1. Koelcelsimulatie

De resultaten van iedere thermokoppel zijn zo dat een bepaalde temperatuurlijn in de tijd kan worden opgetekend. Deze veelheid van grafieken wordt hier om praktische redenen en voor de leesbaarheid niet weergegeven.

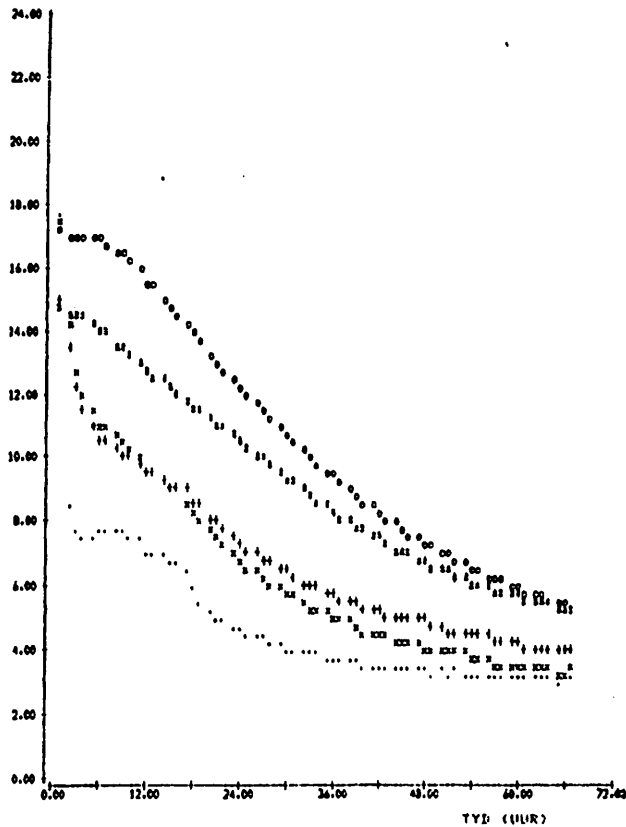
Iedere afkoelkromme wordt samengevat met het begrip halfkoeltijd evenzo de opwarming.

Bij de koelcelsimulatie is per thermokoppel gedurende een periode van 70 uur ieder uur een waarneming verricht. Voor 8 thermokoppels in 3 verpakkingstypes dus een totaal van 1680 waarnemingen.

De volgende grafiek 1 is een voorbeeld van de figuren waarop de halfkoeltijden zijn gebaseerd die in de volgende tabel 8 zijn weergegeven.

Tabel 8. Halfkoeltijden in uren van snijbloemenfust bij langsstroomkoeling (0,1 m/s) koelcelsimulatie

produkt	plaats thermokoppel in de omverpakking (produkttemperatuur)	voorkoelkrat	transport krat	AA-doos
iris ongehoesd	voor	17,7	14,0	11,2
	centrum	32,2	22,0	23,6
	zijkant (2x)	14,7	8,2	9,5/4,8
	achter	16,6	11,1	5,6
chrysant gehoesd	voor	10,4	9,5	8,1
	centrum	20,2	13,9	20,6
	zijkant (2x)	6,8	6,0	12,9/6,2
	achter	13,7	12,3	11,1



AFKOELPROEF KOELCEL  
 TRANSPORTKRAT VS AA DOOS  
 \*\*\*\*\* IRIS CENTRUM 1  
 ++++++ IRIS ZYKANT 1  
 oooooo IRIS CENTRUM AA  
 hhhhhh IRIS ZYKANT AA  
 ..... ILUCHTTEMP. DER.

Grafiek 1.

Afkoeling van AA-doos en kunststof krat in een koelcel waarbij enkelvoudige stapels zijn gemeten.

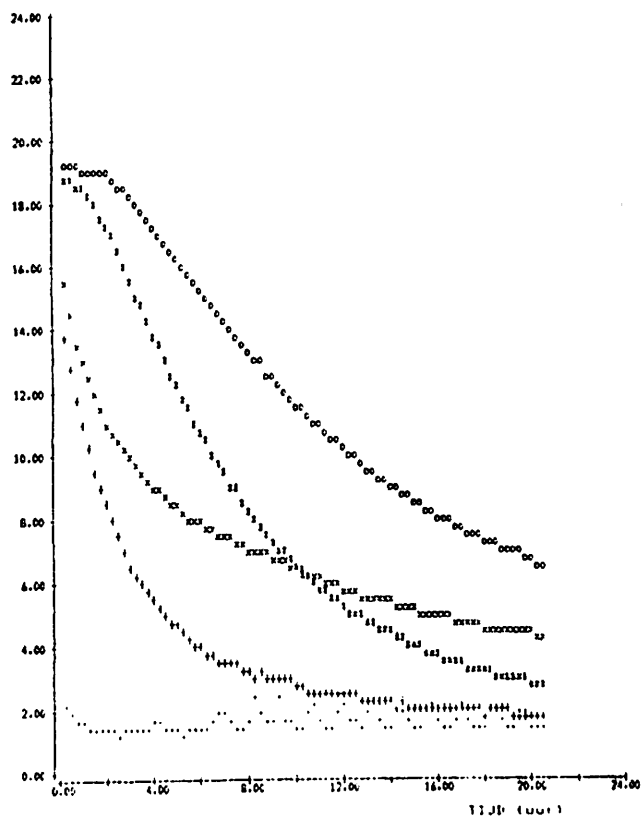
3.4.2. Gekoeld transportsimulatie

De resultaten van deze proef zijn wederom samengevat in onderstaande tabel 9 met halfkoeltijden.

Daaronder is in grafiek 2 aangegeven op welke wijze de halfwaardetijd van iedere thermokoppel bepaald is oftewel welke temperaturniveaus zijn gebruikt

Tabel 9. Halfkoeltijden in uren van snijbloemenfust bij langsstroomkoeling (2-3 m/s) transportsimulatie

produkt	plaats thermokoppel in de omverpakking (produkttemperaturen)	voorkoel krat	transport krat	AA-doos
iris (ongehoed)	voor	0,5	0,5	5,8
	centrum	1,9	1,7	24,3
	zijkant (2x)	2,6	1,5	11,3/11,0
	achter	3,5	3,5	23,7
chrysent (gehoed)	voor	4,0	1,0	2,3
	centrum	9,6	6,8	13,2
	zijkant (2x)	5,1	2,1	8,8/4,8
	achter	11,7	8,3	-



Grafiek 2.

De afkoeling van chrysanten in 2 verpakkingstypen.

In deze situatie is sprake van langsstroomkoeling (2 m/s) en enkelvoudige stapels.

TRANSPORTSIMULATIE  
 TRANSPORTKRAT VS AA DOOS  
 #####:CHRYSEN. CENTRUM 1  
 ++++:CHRYSEN. ZYKANT 1  
 #####:CHRYSEN. CENTRUM AA  
 \*\*\*\*\*:CHRYSEN. ZYKANT AA  
 .....:LUCHTEMP. GEM.

3.4.3. *Opwarming in groothandel c.q. veilingsituatie*

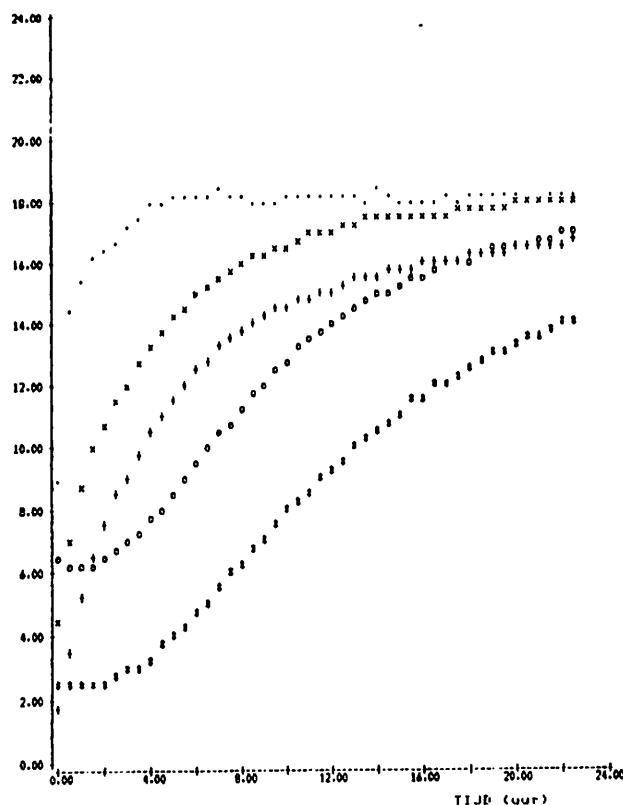
Ook bij opwarming is de luchtsnelheid langs de verpakking bepalend voor de snelheid waarmee het produkt opwarmt. De halfopwarmtijd is ook een thermische eigenschap waarmee voorspellingen m.b.t. de temperatuur gedaan kunnen worden in situaties waar niet gekoeld wordt.

Tabel.10. Halfopwarmtijden in uren van snijbloemenfust in een omgeving van ca. 18°C

produkt	plaats thermokoppel in de omverpakking (produkttemperaturen)	voorkoel- krat	transport- krat	AA-doos
iris	voor	11,0	8,7	10,1
	centrum	27,9	19,1	25,8
	zijkant (2x)	9,7	6,6	9,9/8,6
	achter	10,3	8,7	11,0
chry sant	voor	11,5	6,7	7,5
	centrum	16,9	14,0	8,8
	zijkant (2x)	12,2	3,5	6,8/1,9
	achter	10,6	8,5	-

Van een "onoverzichtelijke" grote hoeveelheid temperatuurgrafieken is grafiek 3 hierna afgedrukt.

Van iedere thermokoppel zijn deze grafieken gemaakt waarmee vervolgens de krommes dus zijn vertaald in halfkoeltijden.



OPWARMEN  
TRANSPORTKRAT VS AA DOOS

#####:CHRYB. CENTRUM I  
+++++:CHRYB. ZYKANT I  
ooooo:CHRYB. CENTRUM AA  
xxxxx:CHRYB. ZYKANT AA  
.....:LUCHTTMP. GEN.

Grafiek 3.

Opwarming van chrysanten in 2 bloemenverpakkingen. In deze situatie is sprake van langsstroomkoeling met een lichtsnelheid van  $\pm 0,1$  m/s.

### 3.5. Bespreking van de resultaten

Elk fusttype heeft een grote spreiding in afkoelsnelheid per meetpunt.

In onderstaande tabel 11 zijn de gemiddelde halfkoeltijden van alle proeven berekend.

Tabel 11. Halfwaardetijden in uren van 3 bloemenverpakkingen

produkt	koelcel	gekoeld transport	groothandel opwarming	rangorde totaal
<u>iris (ongehoed)</u>				
voorkoelkrat	20,3 (3)	3,1 (2)	14,7 (1)	3
transportkrat	13,9 (2)	1,8 (1)	10,8 (3)	1
AA-doos	10,9 (1)	15,2 (3)	13,1 (2)	2
<u>chrysant (gehoed)</u>				
voorkoelkrat	12,8 (3)	7,6 (3)	12,8 (1)	3
transportkrat	10,4 (1)	4,6 (1)	8,2 (2)	1
AA-doos	11,8 (2)	7,3 (2)	6,3 (3)	2

N.B. ( ) rangordecijfers, de rangorde totaal is tot stand gekomen na weging van de halfwaardetijdsverschillen



Behalve bij de koelcelsimulatie bij de irissen is de transportkrat het type fust met de beste warmte-overdracht waarbij er kleine verschillen zijn tussen de verpakkingen bij lage luchtsnelheden; bij hoge luchtsnelheid treedt er een duidelijk effect op van het grote openingspercentage in de transportkrat t.o.v. de beide andere verpakkingen.

De voorkoelkrat is de verpakking met de slechtste warmte-overdracht.

Een belangrijk effect bij deze proeven wordt veroorzaakt door de manier van stapelen (zie figuur 3).

Deze stapelwijze is bepaald door de volgende beperkingen:

- a. hoeveelheid bloemen;
- b. hoeveelheid beschikbare verpakkingen;
- c. ontbreken van dummylading.

Om een goede vergelijking mogelijk te maken zijn ook de AA-dozen in een eenvoudige stapel neergezet.

De hoeveelheid bloemen per verpakking is identiek aan praktijkvulling. Opgave volgens Gemaflor t.w.

Fust	chryasant	iris
Voorkoelkrat	34 bos (gehoesd)	80 bos (ongehoesd)
Transportkrat	34 bos       "	80 bos       "
AA-doos	40 bos       "	100 bos       "

De getalswaarden in de tabellen met halfkoeltijden dienen wel steeds betrokken te worden op deze stapelwijze en de massa in de dozen.

Ingeval de AA-dozen geheel omringd zouden zijn door volle dozen zou afkoeling niet plaatsvinden; ook opwarming aan gekoeld produkt zou bij genoemde proef niet hebben plaatsgevonden in dat tijdsbestek.

De aangeschoven stapels met plastic kratten houden door hun vorm luchtspleten vrij in iedere situatie.

De totale koel - c.q. opwarmtijd van een verpakking is 4 x de halfwaardetijd.

De produkttemperatuur benadert dan de luchttemperatuur.

De eisen die het produkt stelt met het oog op kwaliteitsbehoud is een temperatuur beneden 10°C.

Dan is er sprake van vermindering van ademhaling (CO<sub>2</sub>-, ethyleen-, warmteproduktie) en ethyleengevoeligheid waarbij tevens de knopontwikkeling wordt tegengegaan. Na ca. 3 x de halfkoeltijd wordt de 10°C bereikt door geforceerd met 8°C lucht te koelen.

Om berijpen (en daardoor capaciteitsverlies) van de verdamper en bevriezen van de lading te voorkomen wordt in de praktijk de thermostaat op 8°C afgesteld. Alhoewel bij een lager ingestelde temperatuur de afkoeling sneller zou kunnen verlopen.

De koeltijd tot 10°C is dus 5,4 uur (irissen) en 15 uur (chrysanten) tijdens gekoeld transport in de transportkrat.

De koeltijd van AA-dozen is bij enkelvoudige stapels dus 46 uur (iris) en 22 uur (chrysant) in dezelfde omstandigheden.

Bij compacte stapeling hetgeen gebruikelijk is zal deze tijd zeer veel langer zijn. Bij hoge begintemperatuur zal zelfs opwarming plaatsvinden door het hoge warmteproduktieniveau op dat moment.

Gezien de afkoeltijden bij hoge luchtsnelheid moet worden geconcludeerd dat verzending van voorgekoeld produkt in welke verpakking dan ook de voorkeur verdient boven verzending in een transportkrat zonder voorkoeling.

In deze context wordt uitsluitend het temperatuurgedrag bedoeld.

Bij een gemiddelde transporttijd van 10-15 uur (West-Duitsland) is de tijd te kort om het produkt op de gewenste temperatuur te brengen.

Onder praktijkomstandigheden, dus bij gemengd verladen van dozen en kratten, zal de luchtsnelheid in het algemeen afnemen.

Het effect daarvan op de afkoelsnelheid is groot (zie tabel 4, kolom 1 en 2). Het feit dat enkele bloemsoorten in een aanvoerverpakking zonder ompakken, worden verzonden maakt het niet aannemelijk dat op korte termijn ladingen uitsluitend van vormvaste kratten kunnen worden gerealiseerd.

De metingen verricht tijdens het vervoer naar Italië geven ook aan dat de koeltijd langer is dan in deze simulatieproef met een luchtsnelheid van 2-3 m/s wordt bereikt. Toen is de 10°C meestal niet bereikt.

De werking van de koelmachine t.g.v. de compacte stapeling heeft daarbij eveneens een belangrijke rol gespeeld.

De eigenschappen van de voorkoelkrat zijn van ondergeschikt belang.

### 3.6. Conclusie en samenvatting

- De kunststof transportkrat koelt in de koelcel net zo snel af als enkelvoudige stapels AA-dozen in dezelfde situatie.

Bij een vullingsgraad, zoals gebruikelijk bij exportbedrijven, ligt de koeltijd nodig om de luchttemperatuur te bereiken: tussen 40 en 55 uur.

- De kunststof krat koelt bij langsstroomkoeling met hoge luchtsnelheid (2-3 m/s) aanmerkelijk sneller af dan enkelvoudige stapels AA-dozen in dezelfde situatie nl.  $t_{\frac{1}{2}} = 1,8$  en 4,6 uur t.o.v.  $t_{\frac{1}{2}} = 15,2$  en 7,3 uur.

Bij het beladen van voertuigen met een goede luchtverdeling geeft het gebruik van de kunststof krat minder voordelen t.o.v. AA-dozen.

In de praktijk met vaak een slechte luchtverdeling en een gemengde lading van dozen en kratten treedt een afkoeleffect op vanwege de vormvastheid van de kratten die enige luchtcirculatie mogelijk maakt.

- Bij een gemiddelde geschatte transportduur van 10 à 15 uur is de afkoelsnelheid niet hoog genoeg om te kunnen concurreren met het verladen van voorgekoeld produkt. De werking van de koelmachine en de bijbehorende problemen met de luchtverdeling is met voorgekoeld produkt van ondergeschikt belang omdat een compact gestapelde koude lading vrijwel niet opwarmt zeker niet in een geïsoleerde wagen. Bij lange afstandstransporten (langer dan 24 uur) verdient de transportkrat de voorkeur boven de AA-doos, omdat transportkoeling dan wel belangrijk is voor het handhaven van de lage begintemperatuur en de krat luchtcirculatie mogelijk maakt.
- De halfopwarmtijd van beide verpakkingen is 10,8 en 8,2 uur (transportkrat) enerzijds 13,1 en 6,3 uur (AA-doos) anderzijds. Ongehoesd produkt (irissen) lijkt makkelijker op te warmen in een verpakking met veel openingen. Dit nadeel wordt door hoezen (chrysanten) kennelijk weer opgeheven. Dit effect zien we bij afkoeling niet in die mate. De afkoeltijd in de koelcel verschilt weinig van de opwarmtijd bij bv. de groothandel. Ook in deze situatie lijkt goed voorgekoeld produkt de voorkeur te genieten t.o.v. afkoeling tijdens het transport in plastic kratten tot net beneden de 10°C.
- Louter uit koeltechnische overwegingen ontstaat de volgende indeling met de gewenste situatie voorop:
  1. Voorkoelen - gekoeld vervoer - afnemer met koelcel
  2. Voorkoelen - geïsoleerd vervoer - afnemer met koelcel
  3. Kunststof krat - gekoeld vervoer - afnemer met koelcel
  4. Gemengde lading (dozen en kratten) - gekoeld vervoer - afnemer met koelcel
  5. Dozen - gekoeld vervoer - afnemer met koelcel
  6. Dozen/kratten - ongekoeld vervoer - afnemer met of zonder koelcel.Bij 1 en 2 is er geen voorkeur aan te geven voor een bepaalde verpakking. Bij 3, 4, 5 en 6 wordt dus een volgorde weergegeven waar alleen een waardeoordeel m.b.t. de gewenste produkttemperatuur gegeven wordt. Er zijn bij de beoordeling van snijbloemenfust in het algemeen meerdere criteria bijvoorbeeld: mechanische sterkte, presentatie, beschermingsgraad, eenmalig/meermalig/nestbaar/stapelbaar, kostenaspecten. Deze criteria worden binnen dit onderzoek niet nader bekeken.
- Als gevolg van de conclusie dat met voorkoelen in veel gevallen goede klimaatcondities worden bereikt, zijn tenslotte in bestaande voorkoelinstallaties de voorkoeleigenschappen van de 3 genoemde fustsoorten gemeten. Ook daarbij is de beoordeling beperkt tot het temperatuurgedrag met een daarop betrekking hebbend waardeoordeel.

#### 4. Voorkoelen

##### 4.1. Inleiding

Het voorkoelen van snijbloemen is een al lang bestaande maar sinds kort in de praktijk geaccepteerde methode voor behoud van kwaliteit tijdens de afzet. Vele exporteurs hebben (o.a. concurrentie-overwegingen) geïnvesteerd in voorkoelssystemen.

Door middel van doorstroomkoeling kan een snelle afkoeling worden bereikt van bloemen in dozen. Dit is gewenst in verband met de geringe tijd die bij de exporteur na ompakken nog overblijft voordat de verzending plaatsvindt.

De huidige voorkoelssystemen zijn zo uitgevoerd dat transportverpakkingen met gaten in de kopse kanten voor zgn. "zuigwanden" worden geplaatst.

Door het drukverschil over de verpakking ontstaat een koude luchtstroom door produkt en verpakking waardoor een snelle afkoeling wordt bereikt.

De afkoelsnelheid wordt o.a. bepaald door de hoeveelheid lucht door de verpakking en de bloemen. Door een openingspercentage van 3-5% in de kopse kant aan te brengen is het mogelijk een gelijkmatige afkoeling per doos te verkrijgen. De luchtweerstand is de doos en niet het produkt zodat voorkomen wordt dat verschillende luchthoeveelheden door de dozen gaan of dat alleen lucht gaat door dozen met lichte produkten met weinig luchtweerstand; waardoor andere dozen in dezelfde stapel niet zouden afkoelen.

Aan de hand van deze argumenten is een krat ontworpen door Curver met dezelfde afmetingen als de transportkrat, maar met andere ventilatie-openingen qua vorm en grootte.

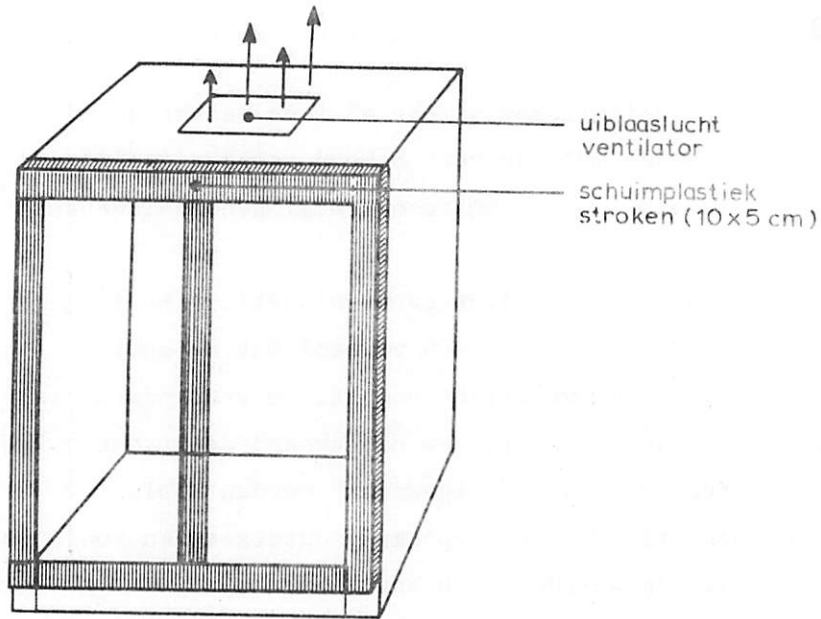
Ook is bij deze "voorkoelkrat" een deksel bijgeleverd om luchtlekkage via de bovenkant te voorkomen.

De verwachting was dat de transportkrat ongeschikt was voor toepassing bij zuigwanden door de open bovenzijde en openingen aan de zijkant. Ook lijkt het openingspercentage aan de kopse kant voor zuigwandtoepassing te groot, nl. 16% vergeleken met 4% bij AA-dozen.

##### 4.2. Proefopzet

Met hetzelfde produkt (iris en chrysaant) van de simulatieproeven is een voorkoelproef uitgevoerd met een afzonderlijke voorkoelwand (zie figuur) met aparte steunventilator. Voor deze wand zijn 6 verpakkingen geplaatst (2 transportkratten, 2 voorkoelkratten en 2 AA-dozen).

Met behulp van board en schuimplastic is een mal gemaakt waardoor alle verpakkingen zonder veel lekkage tegen de zuigwand konden worden geplaatst.



Figuur 5. Afzonderlijke voorkoelwand met aparte steunventilator

De afkoelsnelheid van het produkt is het criterium waarop beoordeeld wordt in hoeverre de verpakking geschikt is voor voorcoelen.

#### 4.3. Resultaten temperatuurmetingen

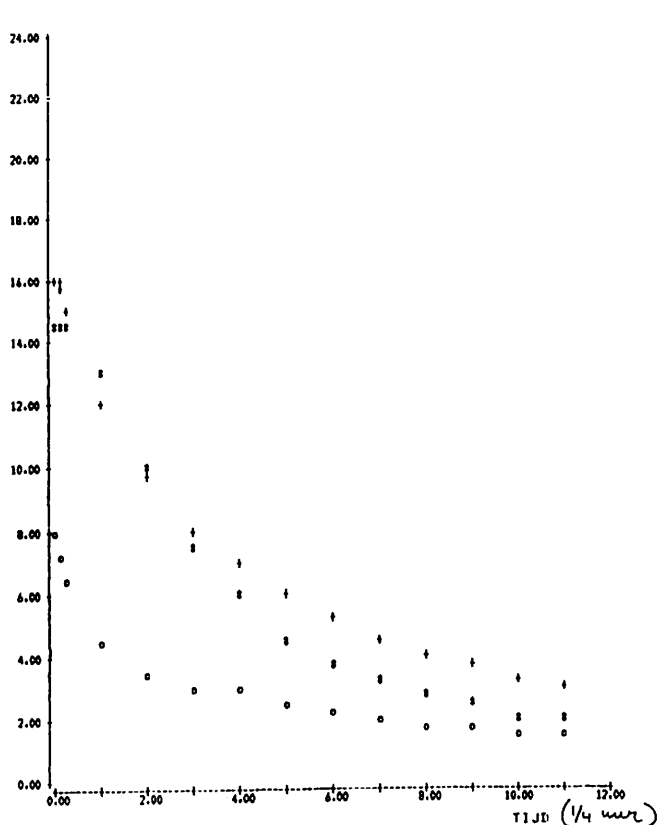
De halfkoeltijden berekend uit de door de metingen verkregen temperatuurkrommes zijn weergegeven in onderstaande tabel. 12.

Tabel 12. Halfkoeltijden (in uren) van snijbloemenverpakkingen geplaatst voor een zuigwand (doorstroomkoeling)

produkt	plaats thermokoppel in de verpakking	voorcoel- krat	transport- krat	AA-doos
iris (on gehoed)	voor	0,3	0,2	1,7
	centrum	0,3	0,8	1,8
	zijkant	1,1	0,1	2,7
	achter*	0,1	0,3	0,6
chry sant (gehoed)	voor	0,7	0,2	0,5
	centrum	1,2	0,7	0,3
	zijkant	0,6	0,4	0,3/0,3
	achter*	0,5	0,4	0,2

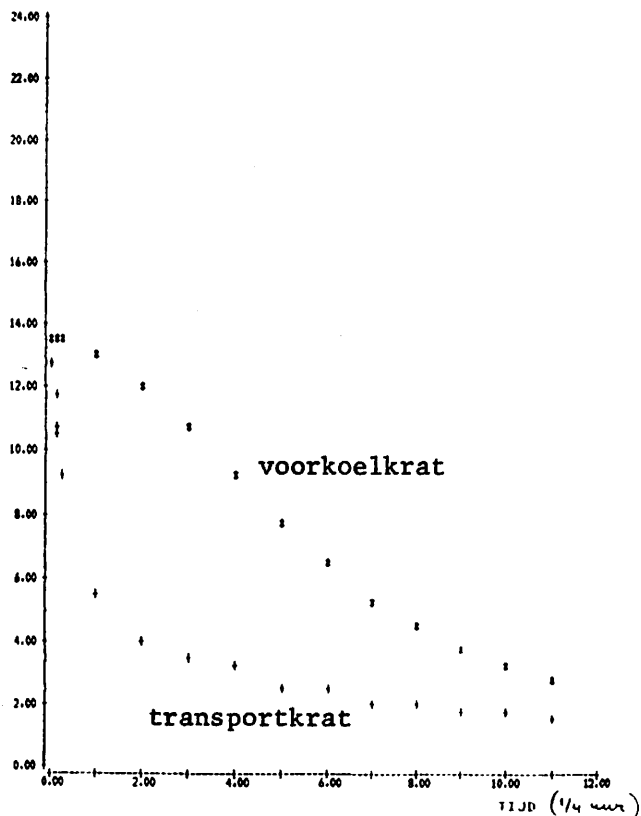
\* Achter is de kant waar de koude lucht de verpakking binnenkomt. Voor is dus tegen de zuigwand

Enkele grafieken (4 en 5) zijn hieronder weergegeven vanwege opmerkelijke verschillen.



VOORKOELPROEF  
 VOORKOELKRAT VS TRANSPORTKRAT  
 \*\*\*\*\*CHRY.S. ZYKANT  
 +++++CHRY.S. ZYKANT 1  
 ooooo:LUCHTTEMP.

Grafiek 4.



VOORKOELPROEF  
 VOORKOELKRAT VS TRANSPORTKRAT  
 \*\*\*\*\*IRIS ZYKANT  
 +++++IRIS ZYKANT 1

Grafiek 5.

Bovenstaande grafiek 4 geeft aan dat de krat met de open zijkant vrijwel hetzelfde verloop vertoont als gehoese bloemen worden toegepast. In dit geval chrysanten.

De openingen opzij worden door de plastic hoes afgedicht.

Bij ongehoese bloemen is een open zijkant wel van invloed op de afkoelgrafiek (zie rechts).

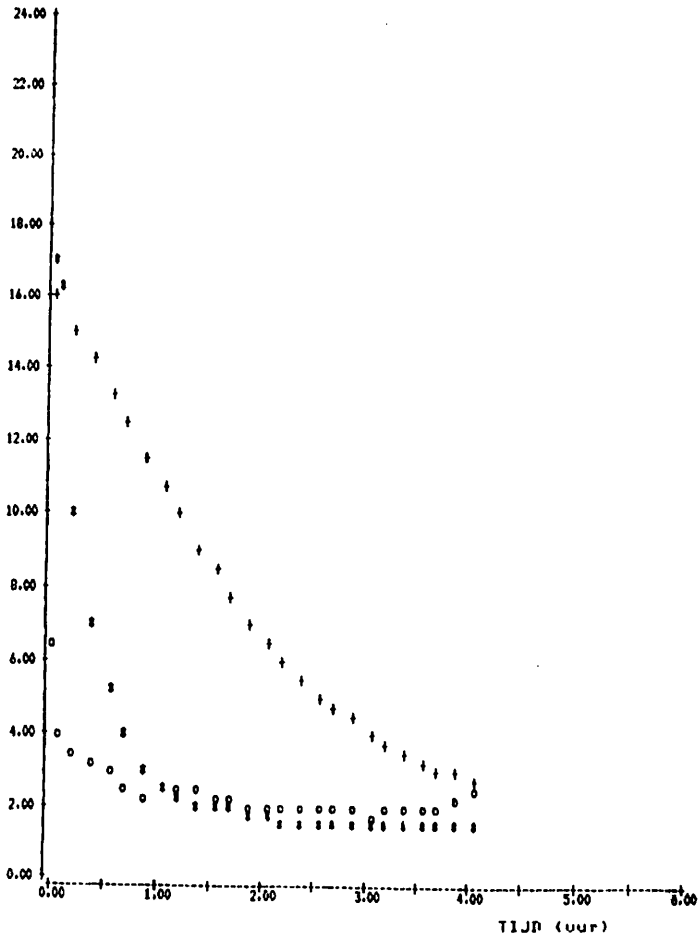
Een opening opzij hoeft dus niet ten koste te gaan van een gelijkmatige afkoeling, mits men er voor zorgt dat de bloemen gehoese zijn en door compact verpakken tegen de opening perst zodanig dat de koelluchtstroom geblokkeerd wordt.

Met behulp van een Wallac luchtsnelheidsmeter is nagegaan hoeveel lucht door de openingen aan de kopse kant door het produkt stroomde (zuivere doorstroomkoeling).

Omdat de luchtweerstand verschillend was als gevolg van verschillende openingspercentages bleek het niet mogelijk met dit systeem gelijke luchthoeveelheden per verpakking te verkrijgen hetgeen voor de vergelijking wel gewenst was.

Ook de bloemensoort is in zekere mate van invloed op de weerstand.

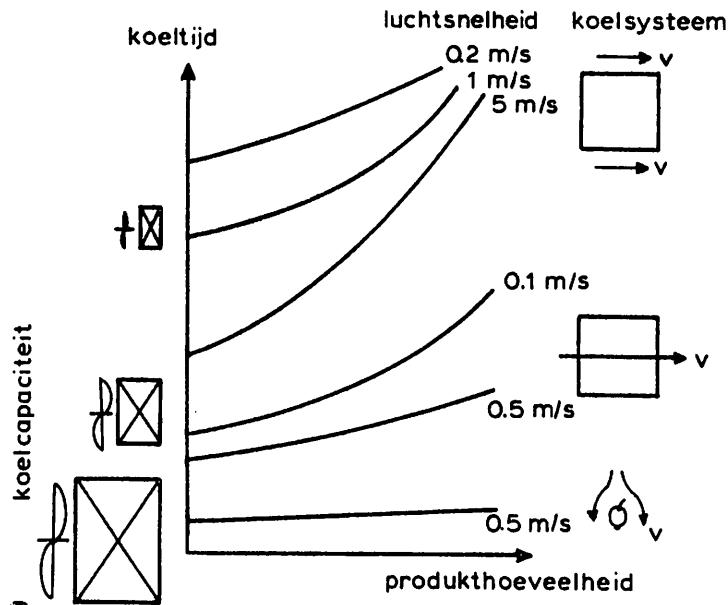
Onderstaande grafiek 6 geeft dit duidelijk aan. Er is weliswaar verschil in lucht-hoeveelheid maar niet zo veel dat deze grafiek een ernstig vertekend beeld oplevert.



Grafiek 6.

VOORKOELEN AARDOS  
CENTRUM IRIS VS CHRYS.  
\*\*\*\*\*:CHRY.S. MIDDEN  
+++++:IRIS MIDDEN  
ooooo:LUCMTEMP.

In praktijk voorkoelsystemen met afzonderlijke voorkoelwanden wordt afhankelijk van de bloemsoort een luchtdebiet van 50-100 m<sup>3</sup>/h per doos bereikt. In deze proeven is het debiet lager zoals blijkt uit de volgende tabel.10. De verschillende factoren die in het algemeen van invloed zijn op de voorkoelsnelheid zijn in de volgende grafiek 7 weergegeven.



Grafiek 7. Voorkoelsystemen in relatie tot koeltijd, koelcapaciteit, luchtsnelheid en produkthoeveelheid (Van Beek, Sprenger Instituut)

Er is een rechtlijnig verband tussen luchtdebiet en snelheid nl. snelheid maal oppervlak geeft hoeveelheid d.w.z. dat in bovenstaande grafiek ook debiet kan worden ingevuld i.p.v. snelheid.

Tabel 13. In deze proef waren de luchthoeveelheden:

voorkoelkrat iris	: 60 m <sup>3</sup> /h	V1 = 0,16 m/s
AA-doos	: 20 m <sup>3</sup> /h	V1 = 0,04 m/s
transportkrat	: ± 60 m <sup>3</sup> /h	leklucht
voorkoelkrat chryasant	: 25 m <sup>3</sup> /h	V1 = 0,07 m/s
AA-doos chryasant	: 30 m <sup>3</sup> /h	V1 = 0,06 m/s
transportkrat chryasant	: ± 25 m <sup>3</sup> /h	leklucht

Gezien de halfkoeltijden van de voorkoelkrat t.o.v. de transportkrat is het duidelijk dat een speciale voorkoelkrat nauwelijks voordeel geeft t.o.v. de standaardkrat.

Vooraf de gelijkmatige afkoeling van de gehoese chrysenten valt op.

Er vindt doorstroming plaats ondanks openingen aan voor- en zijkant.

De hoes sluit door samendrukken van de bloemen met een houten afstandhouder zowel zij- als bovenkant af waardoor een kokervormige verpakking ontstaat, vergelijkbaar met een dichte doos.

Hierdoor is toch voorkoeling mogelijk in het bestaande standaardfust.



De bij de voorcoelkrat geleverde deksel past ook op de transportkrat.

De conclusie is dan ook dat met geringe aanpassingen de bestaande krat zeer goed voor te koelen is.

Voorwaarden daarbij zijn:

- a. Een goede afdichting van de krat bij de zuigwand. Een speciale tandvormige contramal met dik schuimplastic lijkt een praktische en goedkope oplossing.
- b. Omdat het openingspercentage aan de kopse kanten (16%) niet in overeenstemming is met het percentage dat voor voorcoeling, gewenst is (3%) kan door het aanbrengen van een gaatjeswand op de zuigwand de luchtwoerstand per gat gelijk worden waardoor iedere krat dezelfde luchthoeveelheid krijgt onafhankelijk van de inhoud (een zgn. centrale voorcoelwand).
- c. Het fust dient zo gebruikt te worden dat doorstroomcoeling gerealiseerd kan worden. Gehoesde bloemen sluiten zelf al de zijkanten af. Bij ongehoesde bloemen zijkant afplakken met zelfklevende stickers of door het plaatsen van een stukje karton. Door het deksel van de voorcoelkrat te gebruiken op de transportkrat wordt ook de bovenzijde afdicht.

#### 4.4. Samenvatting en conclusie

De gedachte om naast een transportkrat een speciale voorcoelkrat in de handel te brengen blijkt niet nodig te zijn.

Met kleine aanpassingen van het voorcoelsysteem en een juist gebruik van de bestaande transportkrat is voorcoelen goed mogelijk in dit fusttype.

Het voor de voorcoelkrat ontworpen deksel lijkt daarbij belangrijk om op de transportkrat te worden toegepast.

De halfkoeltijden zijn sterk beïnvloed door de luchthoeveelheid. Een praktijkproef in een aangepast voorcoelsysteem is vervolgens verricht om na te gaan welke praktische problemen er eventueel nog konden optreden.

Het voorcoelsysteem op het Sprenger Instituut nl. een afzonderlijke voorcoelwand met steunventilator is ongeschikt om er verschillende fustsoorten met verschillende bloemsoorten tegelijkertijd voor te plaatsen om een gelijkmatige afkoeling te verkrijgen.

### 5. Voorcoelproef met kunststof transportkrat in de praktijk

#### 5.1. Inleiding

Bij Gemaflor, bloemenexportbedrijf op de CCWS, wordt een voorcoelsysteem toegepast met centrale voorcoelwand en zgn. nat koelsysteem.

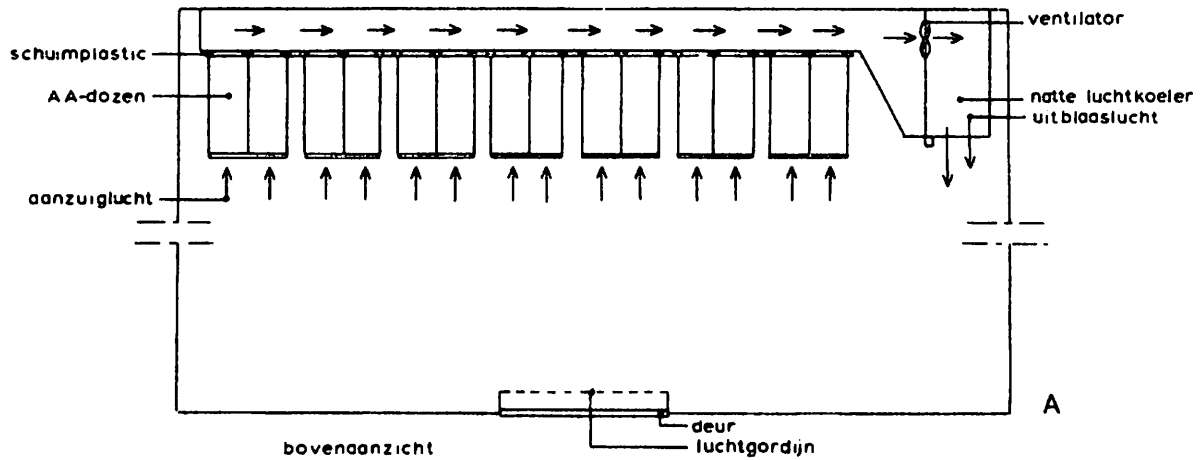
Om een gelijkmatige afkoeling te verkrijgen d.w.z. door iedere doos evenveel lucht onafhankelijk van vorm, grootte en hoeveelheid produkt is een gaatjespatroon in de wand aangebracht met een grotere drukval over de wand dan gemid-

deld bij dozen gemeten wordt. Dit systeem is bij uitstek geschikt voor toepassing met plastic kratten voor de gaten mits de aansluiting van de kratten met de wand goed is, zodat het openingspercentage van de verpakking geen invloed meer heeft op het voorkoelproces.

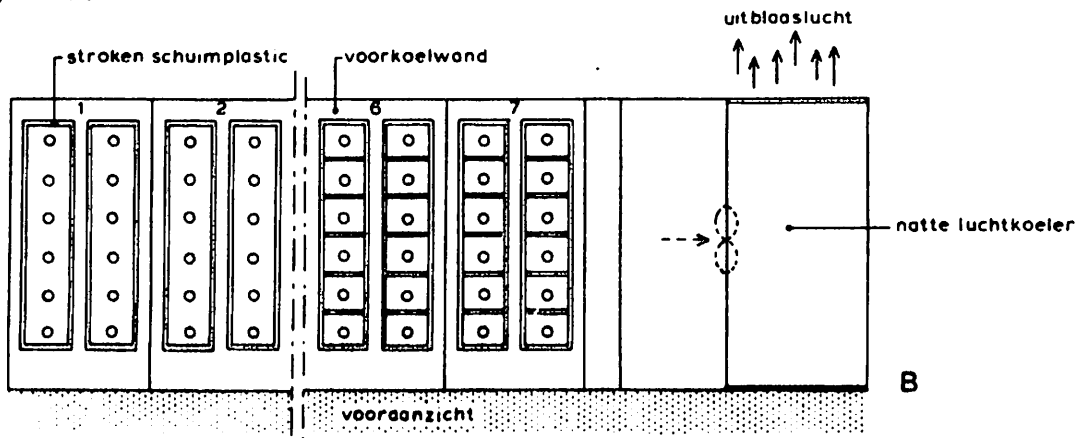
Nijssen koeling heeft twee voorkoelposities d.m.v. schuimrubberstroken geschikt gemaakt om plastic kratten voor te plaatsen.

In onderstaande figuren 6 en 7 is het beschreven systeem schematisch weergegeven.

Figuur 6.



Figuur 7.



De interesse om voor te koelen in kunststof fust komt voort uit het feit dat bij eventuele weekendopslag de sterkte van karton (AA) in een natte koelcel sterk terugloopt. Kunststof kent dit bezwaar niet.

De hoeveelheid kratten bij deze exporteur is meer dan de helft van alle gebruikte verpakkingen, ook een reden om voorkoelmogelijkheden met deze fustsoort na te gaan gezien de goede ervaring met voorkoelen van het produkt in het algemeen.

## 5.2. Proefopzet

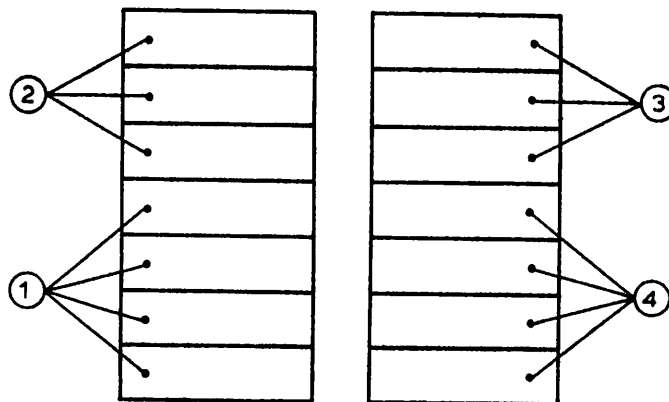
De temperatuurmetingen zijn uitgevoerd aan 2 stapels van 7 kratten.

In deze proef waren 4 behandelingen nl.

1. Transportkrat met deksel
2. Transportkrat met deksel en zijkanten afgeplakt
3. Transportkrat
4. Transportkrat met zijkanten afgeplakt.

De stapelwijze was als volgt:      **Figuur 8.**

Stapelwijze:



Met thermokoppels geplaatst resp. voor, midden en achter op halve hoogte van de verpakking zijn de temperatuurkrommes bepaald. Voor is tegen de voorkoelwand. Achter is de celzijde. De luchtsnelheid, r.v. en celtemperatuur zijn gemeten.

5.3. Beschrijving produkt in de verpakkingen

Tabel 14.

produkt*	aantal bossen/stuks	behandeling nr.
anjer cv. Scania	25/500	1
chryasant	32/160	1
lelie cv. Connecticut King	50/500	1
anjer	25/500	2
chryasant	32/160	2
lelie	50/500	2
chryasant geel	32/160	3
chryasant bruin	32/160	3
chryasant geel	32/160	4
chryasant bruin	32/160	4

\* Alle produkten waren van plastic hoezen voorzien

5.4. Meetresultaten

De afkoelgrafieken van alle gemeten temperaturen zijn als bijlage 10-13 aan dit verslag toegevoegd.

Veel produkt blijkt al koud te zijn voordat de proef begint. Vooral de lelies. Hierdoor kunnen een aantal halfkoeltijden niet berekend worden omdat de luchttemperatuur (gemiddelde temperatuur van meerdere koppels) de produkttemperatuurlijnen soms kruisen.

De luchttemperatuur varieert enkele graden Celsius door het veelvuldig openen van de deuren.

Van het produkt met voldoende temperatuurverschil met de lucht zijn in onderstaande tabellen 15 t/m 18 de resultaten in halfkoeltijden in minuten weergegeven.

Halfkoeltijden gemeten tijdens praktijkvoorkeelproef

Behandeling 1.

Tabel 15. Transportkrat met deksel; zijkant open

produkt	koppel nr.	plaats	t½ in min.
anjer	0	voor	14
	1	midden	21
	2	achter	8
gemiddeld*			12
chryasant	3	voor	10
	4	midden	10
	5	achter	6
gemiddeld*			9

\*N.B. Met gemiddeld is geen rekenkundig gemiddelde bedoeld maar wordt op basis van de gemiddelde produkttemperatuur opnieuw een halfkoeltijd berekend (zie hoofdstuk 2.2.4.)

Behandeling 2.

Tabel 16. Transportkrat met deksel; zijkant dicht

produkt	koppel nr.	plaats	t½ in min.
anjer	10	voor	39
	11	midden	18
	12	achter	10
gemiddeld			18
chry sant	13	voor	84
	14	midden	14
	15	achter	10
gemiddeld			20

Behandeling 3.

Tabel 17. Transportkrat zonder deksel; zijkant open

produkt	koppel nr.	plaats	t½ in min.
chry sant (geel)	20	voor	10
	21	midden	8,1
	22	achter	10
gemiddeld			9
chry sant (bruin)	23	voor	118
	24	midden	46
	25	achter	12
gemiddeld			40

Behandeling 4.

Tabel 18. Transportkrat zonder deksel; zijkant dicht

produkt	koppel nr.	plaats	t½ in min.
chry sant (geel)	26	voor	29
	27	midden	defecte koppel
	28	achter	11
gemiddeld			22
chry sant (bruin)	30	voor	defecte koppel
	31	midden	17
	32	achter	11
gemiddeld			13

In behandeling 1 en 2 waren als extra variabele nog lilies toegevoegd. De begintemperatuur was te laag om een voorkeelproef uit te kunnen voeren.

In onderstaande tabel 19 zijn de gemiddelde halfkoeltijden van alle 4 behandelingen samengevat.

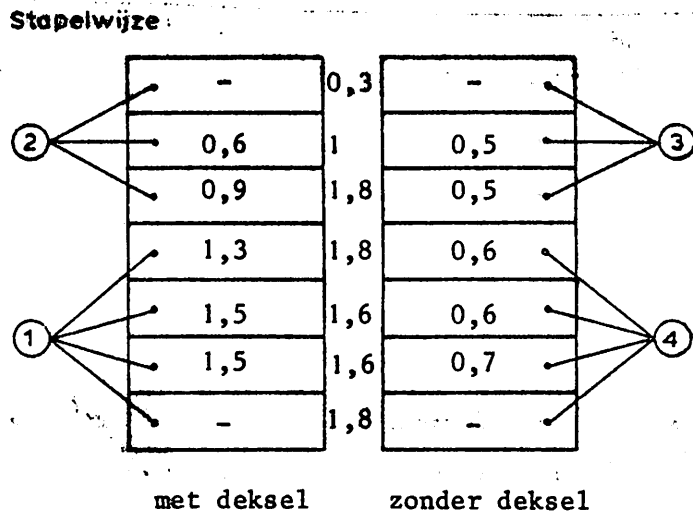
Tabel 19.

produkt	anjer	chrysan (geel)	chrysan (bruin)
<u>behandeling</u>			
1 + deksel; zijkant open	12	9	-
2 + deksel; zijkant dicht	18	20	-
3 - deksel; zijkant open	-	9	40
4 - deksel; zijkant dicht	-	22	13

De gemeten luchtsnelheid in de ronde gaten van de voorkoelwand was zeer gelijkmatig nl. alle openingen 11 m/s. De diameter van de gaten is 6 cm. Opbrengst per gat is dus: 110 m<sup>3</sup>/h.

De luchtsnelheid gemeten aan de kopse kant van de kratten is in onderstaande tabel 20 schematisch weergegeven in m/s.

Tabel 20.



### 5.5. Bespreking van de resultaten

Zowel uit de temperatuur als uit de luchtsnelheidsmetingen blijkt dat de doorgestroomde hoeveelheid lucht in de hoogte afneemt. Dit is het gevolg van een hellende vloer (waterafvoer) waardoor de afdichting met de zuigwand aan de bovenkant van de stapel niet goed is.

Door de vormvastheid van de krat is de stapel ook niet aan te schuiven. Behandeling 1 en 3 met dezelfde hoeveelheid lucht verschillen niet in gemiddelde halfkoeltijd (chrysant: 9 min.).

Dit geldt ook voor behandeling 2 en 4 bij hetzelfde soort chrysant.

De bruine chrysanten geven wel verschil bij behandeling 1 en 3. De anjers zijn bij aanvang van de proef slechts enkele graden warmer dan de luchttemperatuur. Daardoor is de berekening van de halfkoeltijd wat minder nauwkeurig.

Vergaande conclusies op een relatief klein verschil nl. 12 en 18 min. zijn niet aan te geven. Voorkoelen lukt in elk geval wel.

Behandeling 1 heeft met 1,5 m/s nog een doorstroomhoeveelheid van:

$$Q = v \cdot A \cdot 3600$$

$$Q = \text{hoeveelheid in m}^3/\text{h}$$

$$v = \text{luchtsnelheid in m/s}$$

A = oppervlak van openingen in dit geval 40 cm<sup>2</sup>. Enkele gaten zijn door stickers afgeplakt.

$$Q = 1,5 \cdot 0,004 \cdot 3600 = 21,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Er is dus een groot lekverlies, want iedere krat wordt geplaatst voor een opening met 110 m<sup>3</sup>/h opbrengst.

Een gedeelte gaat via de zijopeningen; de rest bij de wandaansluiting.

Behandeling 2 en 4 zijn boven in de stapel geplaatst; de aansluiting bij de zuigwand is daar zeer lek door de hellende vloer.

De plastic krat is bruikbaar om in voor te koelen.

De linker grafiek van bijlage 13 geeft de centrumtemperaturen weer van 4 behandelingen. Binnen 1 uur zijn de kratten op luchttemperatuur behalve behandeling 3, chrysant (bruin). Deze eis 1 uur koeltijd is gebruikelijk bij voorkoeling.

In de voorkoelproef op het Sprenger Instituut met 2 bossen meer in de verpakking (zie hfst. 4) was de halfkoeltijd langer nl. 36 minuten; in de praktijk is het resultaat beter nl. gemiddeld 19 min.

Het is te verwachten dat dit resultaat kan worden verbeterd door een contra mal op de zuigwand te monteren waarmee de kans op lucht lekkage wordt verminderd. De loze ruimte voor in de verpakking is de grootste lekveroorzaker als de kratten geen goede afdichting hebben, op de zuigwand en indien geen deksel wordt toegepast. Om verbeteringen aan te brengen t.o.v. de huidige afdichting valt te denken aan een voorgevormde mal waar de krat ca. 20 cm met de kopse kant ingeschoven wordt. M.b.v. schuimplastic- of borstelstroken haaks geplaatst op de zijwanden van die mal wordt dan een goede afdichting verkregen.

I.v.m. slijtage zijn stugge borstelstroken te verkiezen boven schuimplastic maar de afdichting is mogelijk minder.

De proeven wijzen uit dat het in principe goed mogelijk is om zonder deksel voor te koelen.

Het toepassen van een deksel verdient echter de voorkeur.

Het vastmaken van de deksel met kunststoffen vergrendelingspennen geeft de exporteur gelegenheid om de inhoud van de kunststof krat tegen diefstal te beveiligen.

Bij de open kratten komen meningsverschillen over het juiste aantal bossen per krat (verzonden en ontvangen) nogal eens voor.

In deze proef hebben de plastic hoezen van de bloemen als een dunne deksel gefunctioneerd.

Bij het stapelen zonder deksel is er vanwege de nestbaarheid een luchtspleet rondom bij iedere krat.

Deze spleet heeft kennelijk voldoende weerstand t.o.v. de luchtweerstand van het produkt omdat er doorstroming plaatsvindt.

Bij ongehoesd produkt is weinig doorstroming te verwachten

Het afdichten van de zijkant is als gevolg van gehoese bloemen niet nodig. De openingen worden afgedicht door het gewicht van de bloemen, door de hoezen en door houten afstandhouders die de bloemenmassa vastzet in de kratten.

Bij ongehoese bloemen verdient afplakken de voorkeur om snel af te koelen.

#### 5.6. Samenvatting en conclusies

Bij het testen van de kunststof transportkrat in een voorkoelsysteem in de praktijk is gebleken dat:

- a. Voorkoelen in deze bloemenverpakkingen zeer goed mogelijk is.
- b. Het voorkoelproces geoptimaliseerd kan worden door iedere verpakking van een deksel te voorzien.



- c. Deksel en zijkant afplakken achterwege kan blijven als gehoesda bloemen in de krat zijn verpakt.
- d. De afdichting tussen zuigwand en krat door een hellende vloer boven in de stapel slecht was ondanks speciale afdichtstroken van schuimplastic.
- e. Het oordeel over het koelresultaat verbeterd kan worden door de constructie van een speciale con-tramal waardoor een goede afdichting wordt verkregen.
- f. De centrale zuigwand met gaatjespatroon alleen geschikt is om de kunststof-krat te kunnen voorcoelen i.v.m. een gelijkmatige luchttopbrengst.

## 6. Eindconclusie

- De nestbare meermalige kunststofverpakking voor bloemen van Curver b.v. te Rijen zorgt tijdens het transport voor luchtcirculatiemogelijkheden in de lading. Door de vormvastheid ontstaan luchtspleten waardoor de transportkoelmachine redelijk effect sorteert.
- Vroegere metingen tijdens gekoeld transport hadden als resultaat geen afkoeling, soms zelfs opwarming, veroorzaakt door een geblokkeerde luchtcirculatie.
- De afkoelsnelheid tijdens het transport is van dien aard dat deze wijze van bloemenconditionering niet de voorkeur verdient t.o.v. voorgekoeld produkt. Ook bij ideale omstandigheden, langstroomkoeling met hoge luchtsnelheid wordt het koeleffect van voorcoelen niet overtroffen.
- Ten opzichte van niet voorgekoeld produkt is conditionering van bloemen tijdens vervoer in deze kunststofverpakking te verkiezen boven verzending in een AA-doos (karton).
- Bij de huidige voorcoelsystemen (centrale voorcoelwand) blijkt het zeer goed mogelijk te zijn om de beschreven kunststofverpakking te gebruiken. Met gehoesda bloemen kan zelfs zonder meer worden voorgekoeld. Door de kratten van een deksel te voorzien wordt de mogelijkheid van kortsluiting van de luchtstroom via de kopse kanten voorkomen.
- Door deze voorcoelmogelijkheden en de betere afkoeling tijdens transport is het kunststoffust te verkiezen boven AA-dozen.
- Allerlei secundaire overwegingen die de keuze van of kunststof (meermalig) of karton (eenmalig) kunnen beïnvloeden zijn buiten beschouwing gebleven in het kader van dit onderzoek.
- Centraal heeft gestaan het streven naar maximaal kwaliteitsbehoud tijdens de afzet van snijbloemen. Hetgeen inhoud het streven naar een gesloten koelketen op een zo gelijkmatig mogelijk laag temperatuurniveau. In dit streven past een relatief open krat beter - gezien de mogelijkheden van conditionering zoals

beschreven in dit rapport - dan een gesloten kartonnen doos.

- De conclusies over de verschillende proefonderdelen zijn te vinden op de pagina's 12, 21, 28 en 35.

Wageningen, 18 augustus 1983

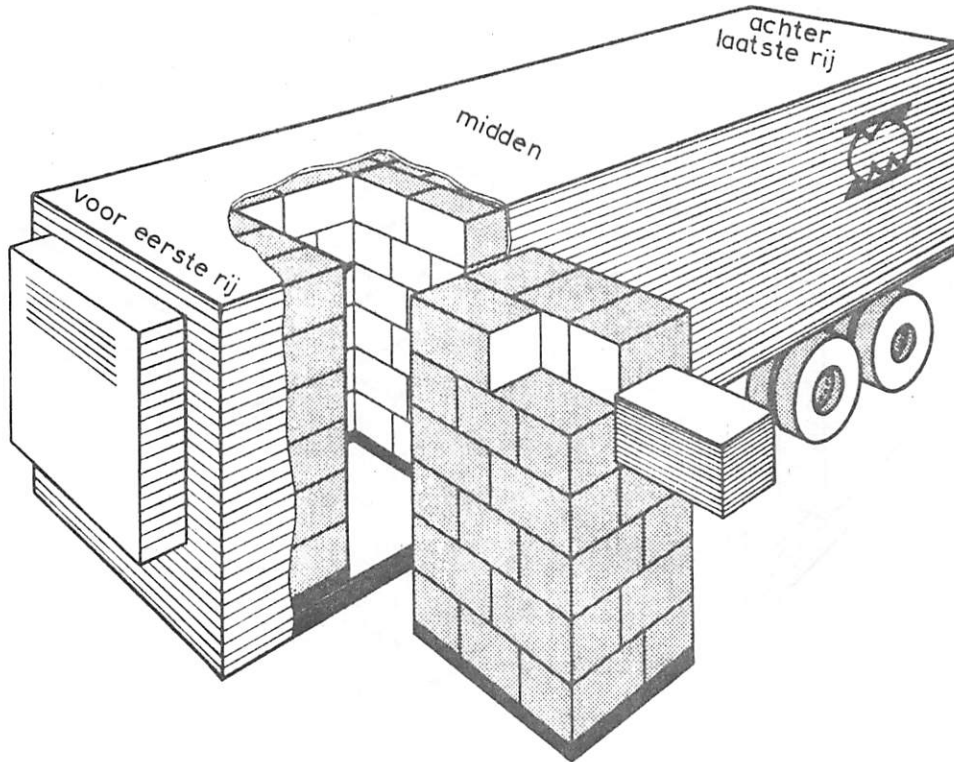
HAMB/WHM/GHvN/MJ

Afmetingen (in meters) en specificaties van de snijbloemenauto: Scania V8.

	carrosserie uitw.	inwendig	uitwendig totaal
Afmetingen: lengte :	7,11	6,94	9,26
breedte :	2,50	2,31	2,50
hoogte :	2,62	2,40	3,88
Deuren	: 2 achterdeuren en 1 zijdeur 1,88 x 0,84		
Inrichting	: gladde wanden, geen bodemprofiel		
Drains	: geen		
Ventilatie	: luik voor (0,34 x 0,19); luik achter (0,22 x 0,38)		
Onderstel	: achter tandemstel (1 optrekbaar stel) met enkele vooras		
Carrosserie	: Spair L'Igloo		
Date, Type, Coeff. k.:	07.78, isoth., 0,25		
Koelmachine	: ThermoKing diesel (Type: TWD30)		
Uitblaasverdamer	: bovenzijde afm. 0,195 x 0,88 m		

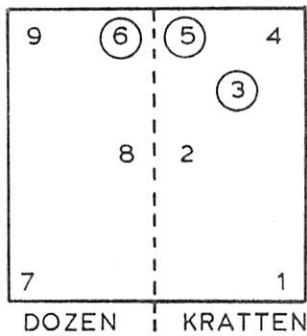
	vol	half
uitblaassnelheid m/s	7	5
luchtcirculatie m <sup>3</sup> /h	4324	3089
koelvermogen W 0/40°C	4788	3024
koelvermogen -20/40°C	3024	2016

Plaats temperatuurvoeler in de lading (GRANT)

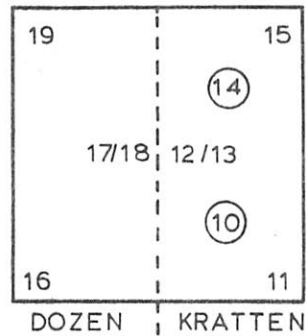


Plaats temperatuurvoelers per rij

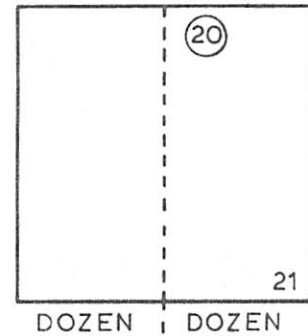
voor eerste rij :



midden :

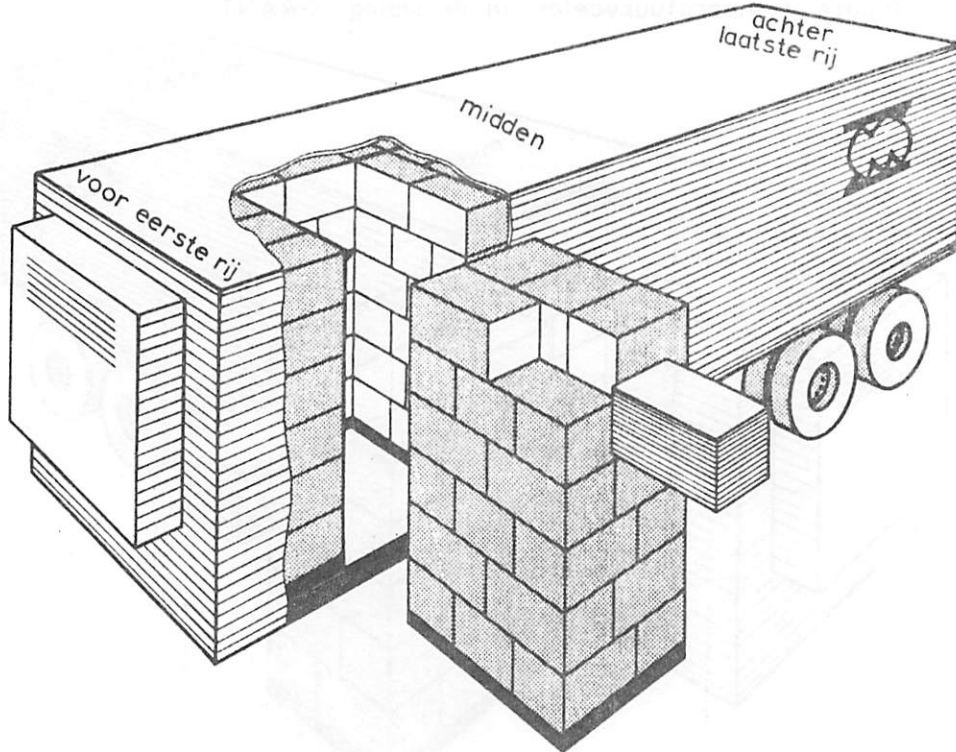


achter laatste rij :



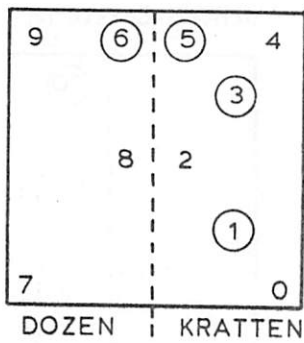
NB: ○ nrs. zijn luchttemperaturen

Plaats temperatuurvoeler in de lading (FLUKE)

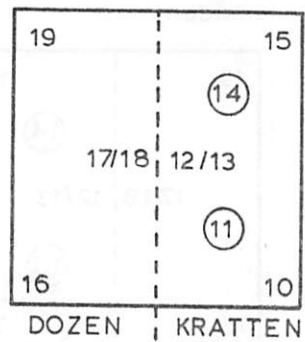


Plaats temperatuurvoelers per rij

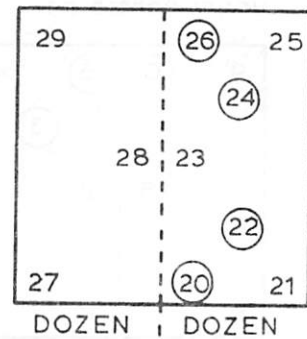
voor eerste rij :



midden :

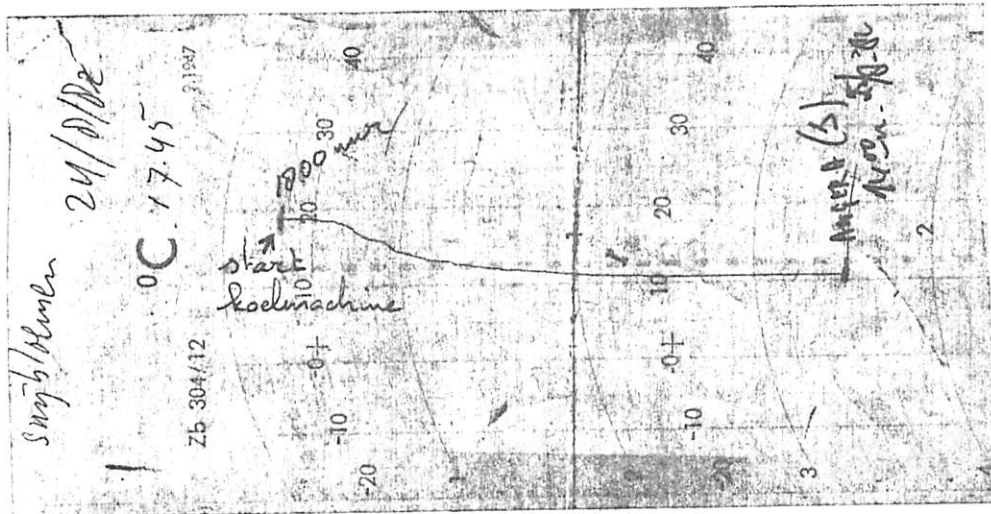


achter laatste rij :

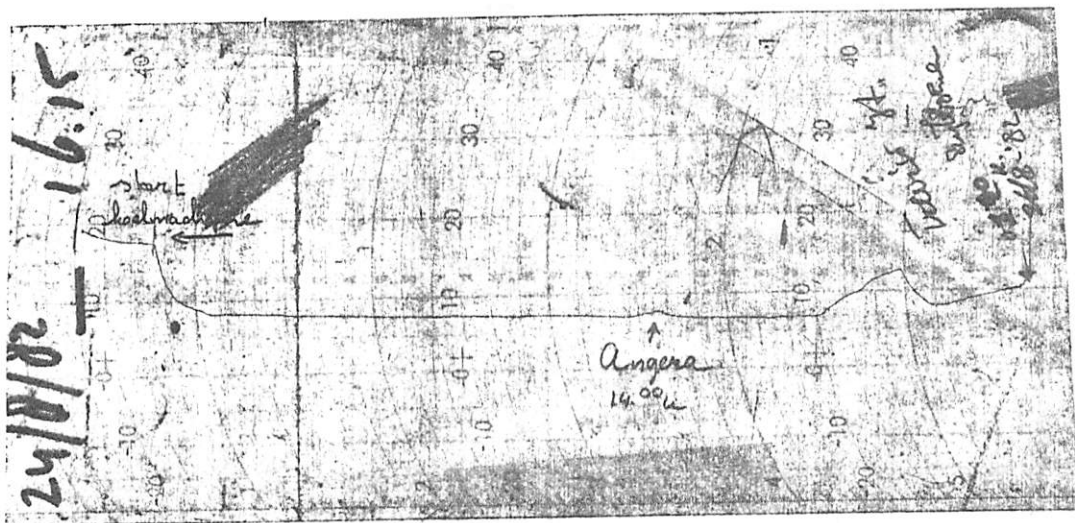


NB: ○ nrs. zijn luchttemperaturen

Temperatuurverloop voor en achter in de lading.

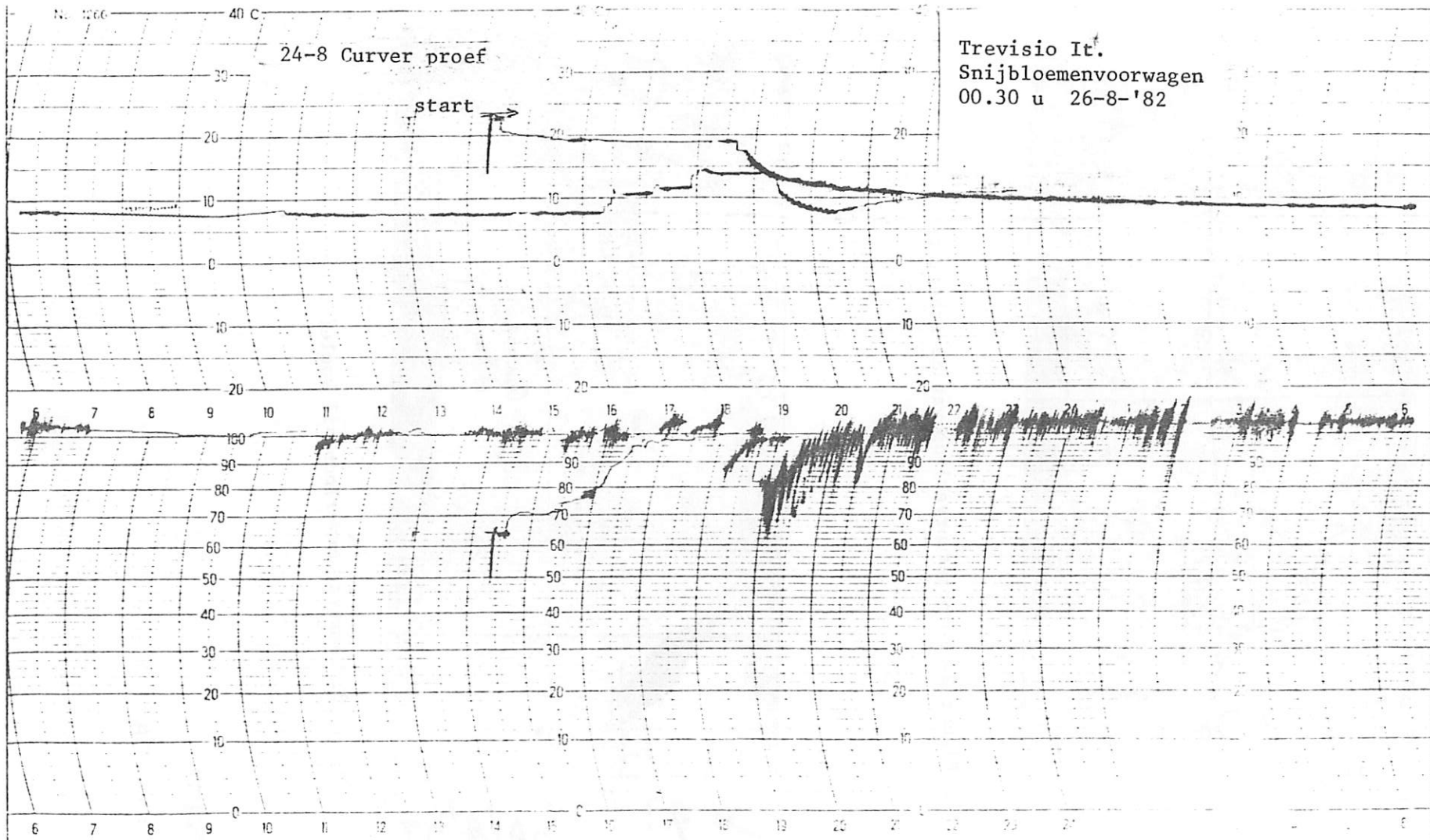


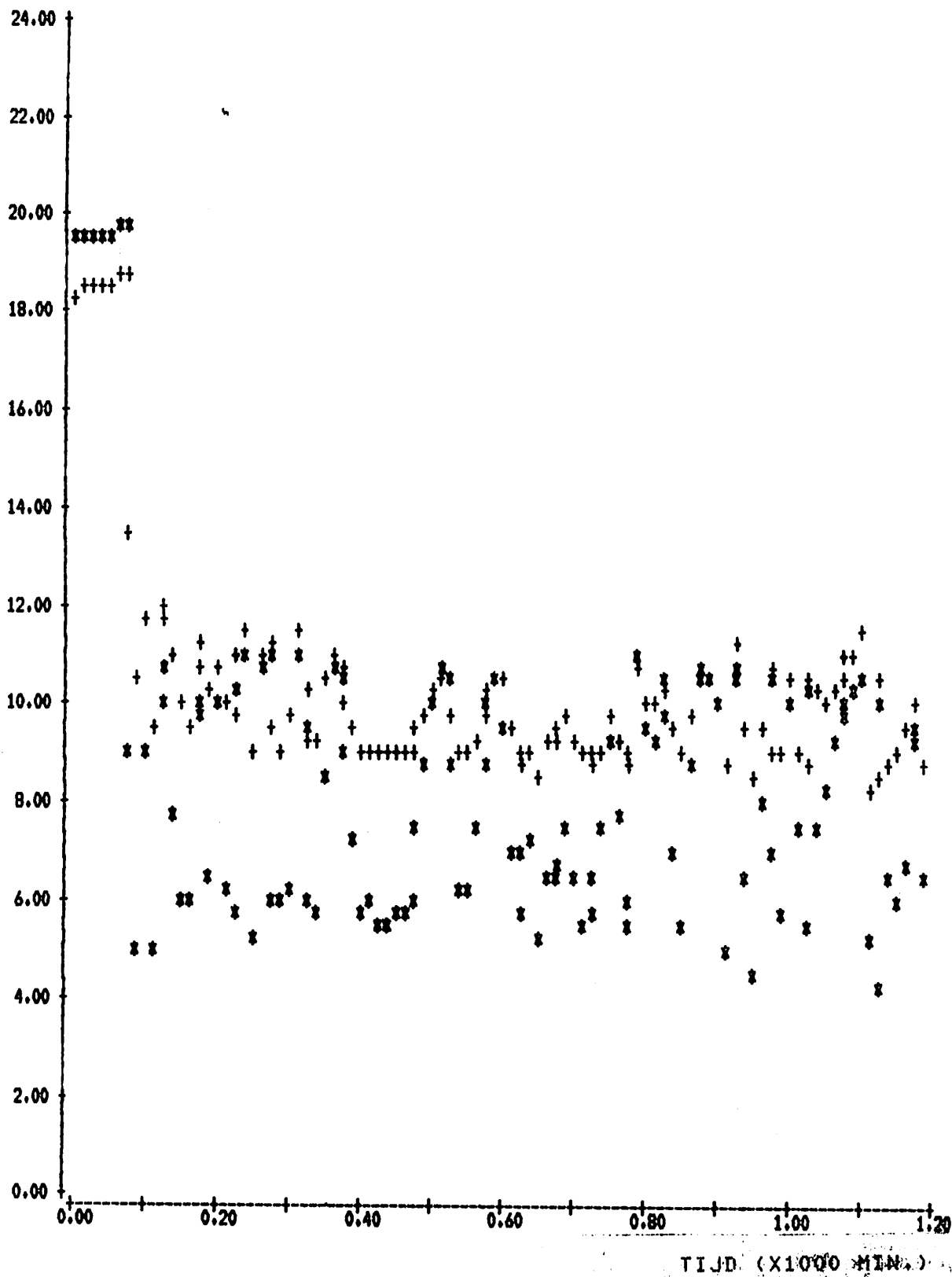
Figuur 2. Temperatuurverloop van de achterste rij



Figuur 3. Temperatuurverloop bij koeler

Grafiek 4. Temperatuur- en vochtverloop bij koeler





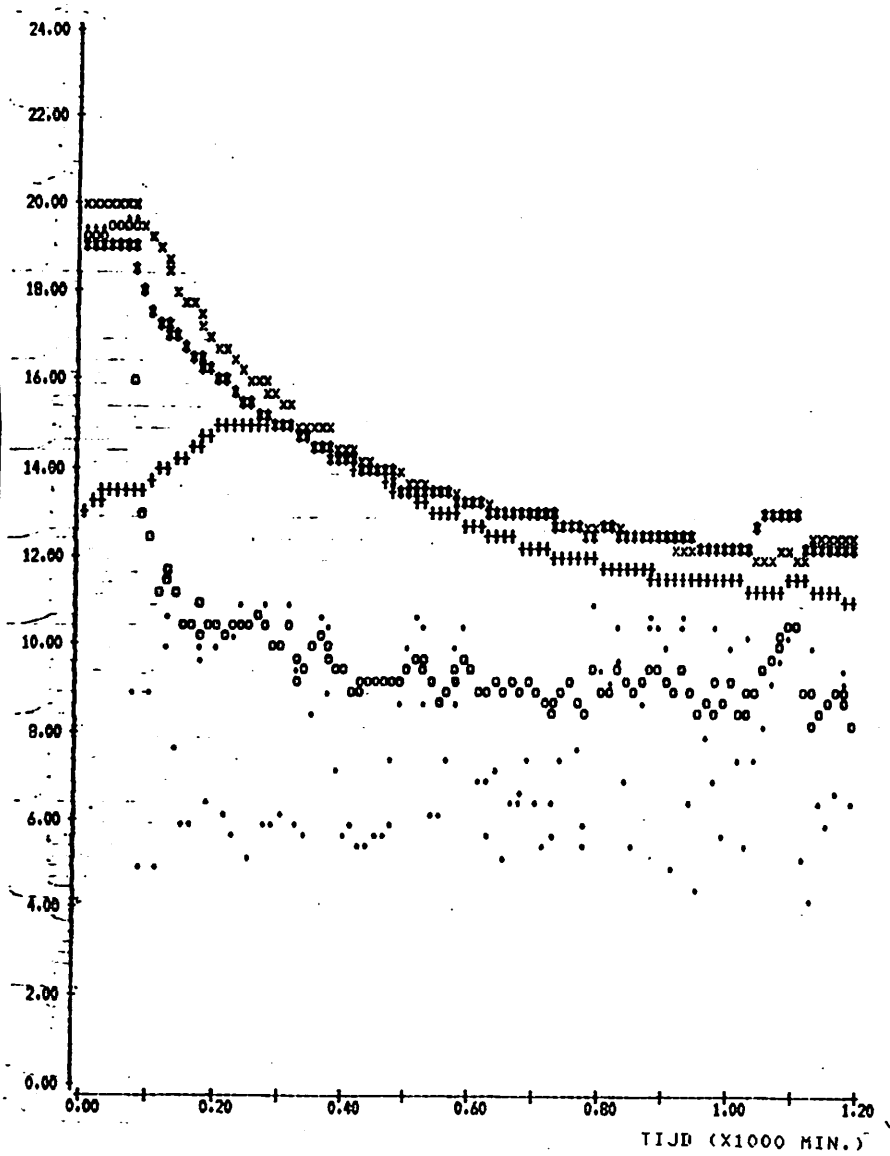
**TRANSPORTFUST**

LUCHTTEMPERATUUR IN EN UIT DE KOELER

\*\*\*\*\*:KOPPEL 5,LUCHTTEMPERATUUR UIT DE KOELER

+++++:KOPPEL 6,LUCHTTEMPERATUUR TERUG NAAR DE KOELER

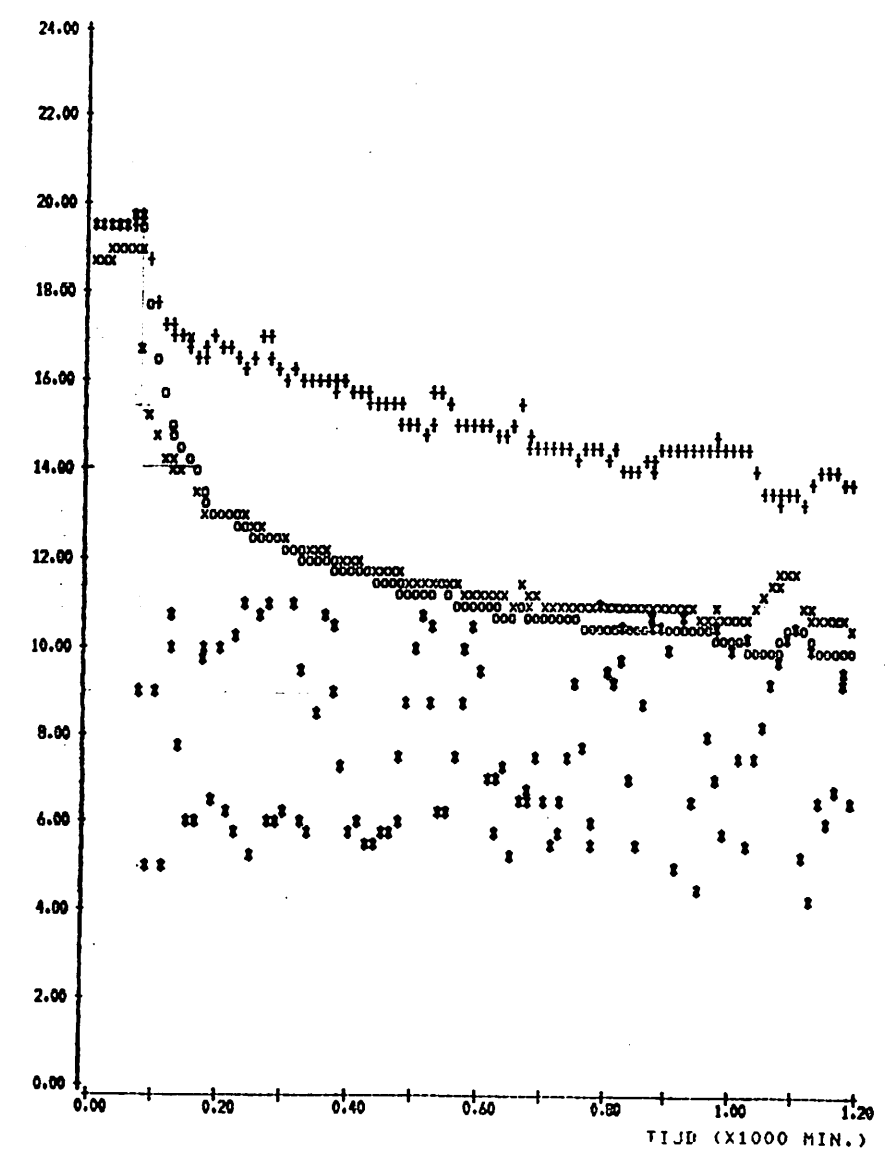




**TRANSPORTFUST**

PLASTIC KRAT VOORIN DE LADING

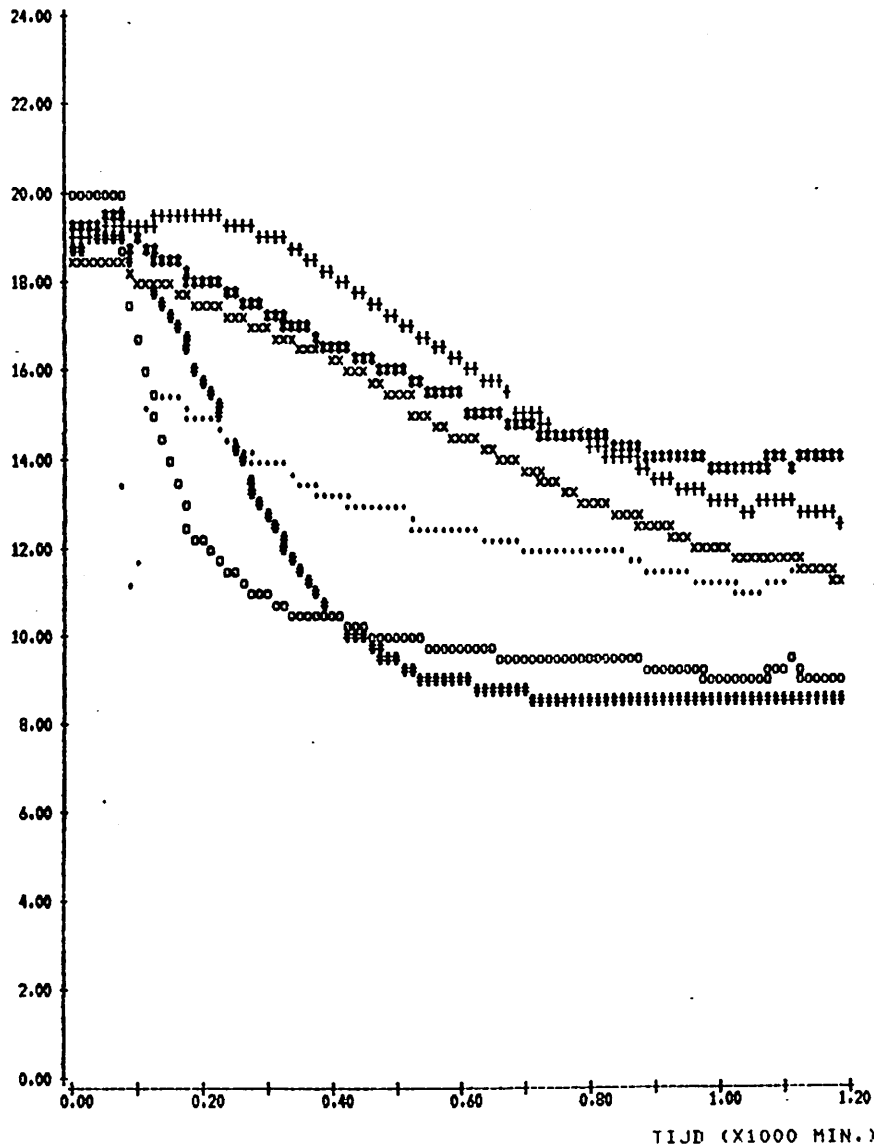
- \*\*\*\*\*:KOPPEL 1 ,PRODUKTTEMP. IN CENTRUM KRAT
- +++++:KOPPEL 2 ,PRODUKTTEMP. IN CENTRUM KRAT
- ooooo:KOPPEL 3 ,LUCHTTEMP. TUSSEN DE KRATTEN
- xxxxx:KOPPEL 4 ,PRODUKTTEMP. IN CENTRUM KRAT
- .....:KOPPEL 5 ,LUCHTTEMP. UIT DE KOFLER



**TRANSPORTFUST**

KARTONNEN DOZEN VOORIN DE LADING

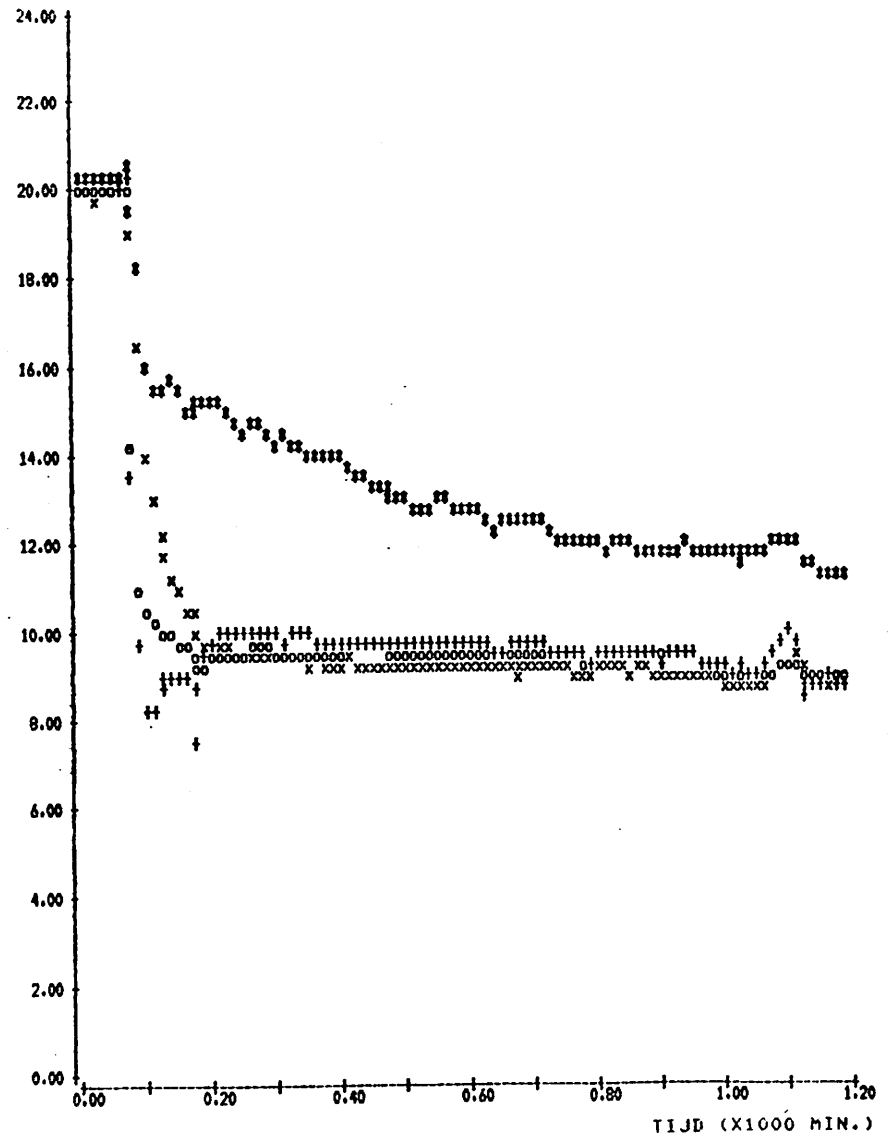
- \*\*\*\*\*:KOPPEL 5 ,LUCHTTEMPERATUUR UIT DE KOFLER
- +++++:KOPPEL 7 ,PRODUKTTEMPERATUUR IN CENTRUM DOOS
- ooooo:KOPPEL 8 ,PRODUKTTEMPERATUUR IN CENTRUM DOOS
- xxxxx:KOPPEL 9 ,PRODUKTTEMPERATUUR IN CENTRUM DOOS



**TRANSPORTFUST**

PLASTIC KRAT IN MIDDEN VAN DE LADING

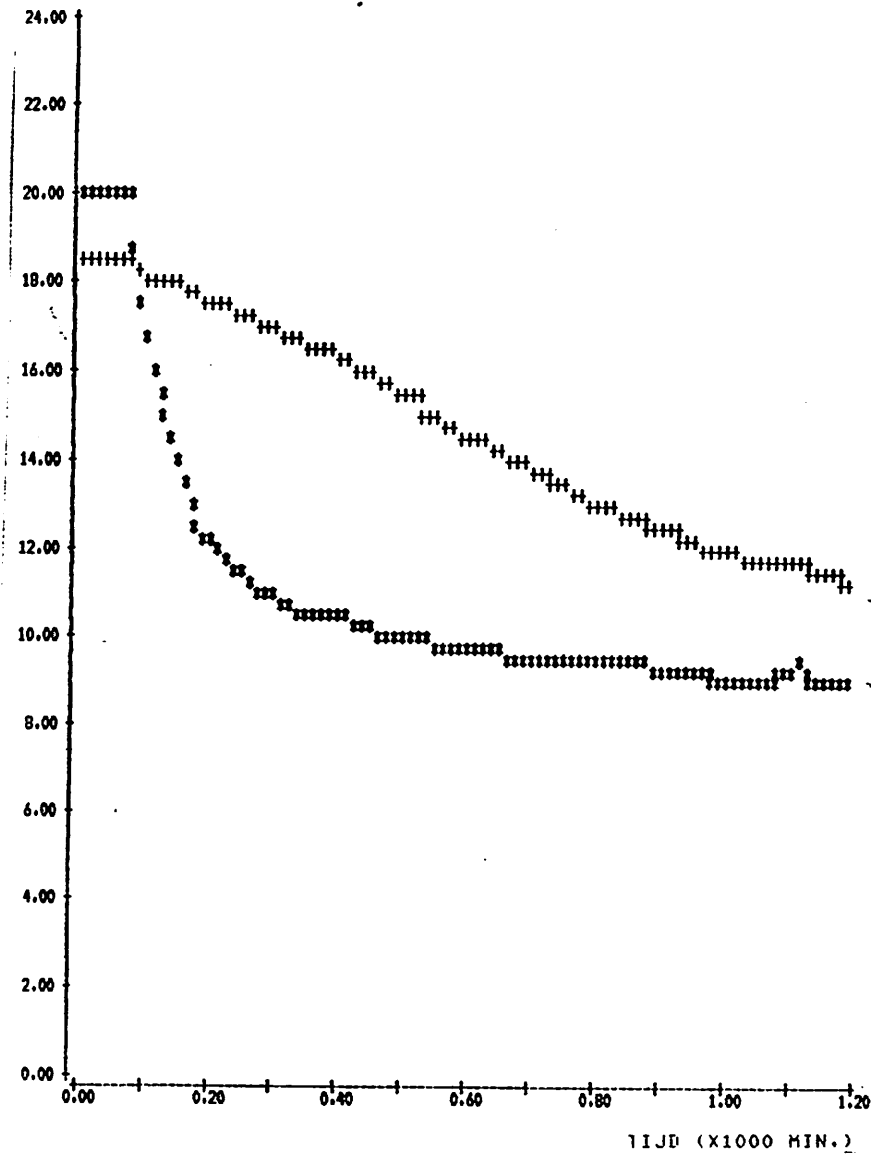
\*\*\*\*\*:KOPPEL 10,LUCHTTEMPERatuur TUSSEN DE KRATTEN  
 +++++:KOPPEL 11,PRODUKTTEMPERatuur IN CENTRUM KRAT  
 oooooo:KOPPEL 12,PRODUKTTEMPERatuur VOOR IN DE KRAT  
 xxxxxx:KOPPEL 13,PRODUKTTEMPERatuur IN CENTRUM KRAT  
 .....:KOPPEL 14,LUCHTTEMPERatuur TUSSEN DE KRATTEN  
 \*\*\*\*\*:KOPPEL 15,PRODUKTTEMPERatuur IN CENTRUM KRAT



**TRANSPORTFUST**

KARTONNEN DOZEN IN MIDDEN VAN DE LADING

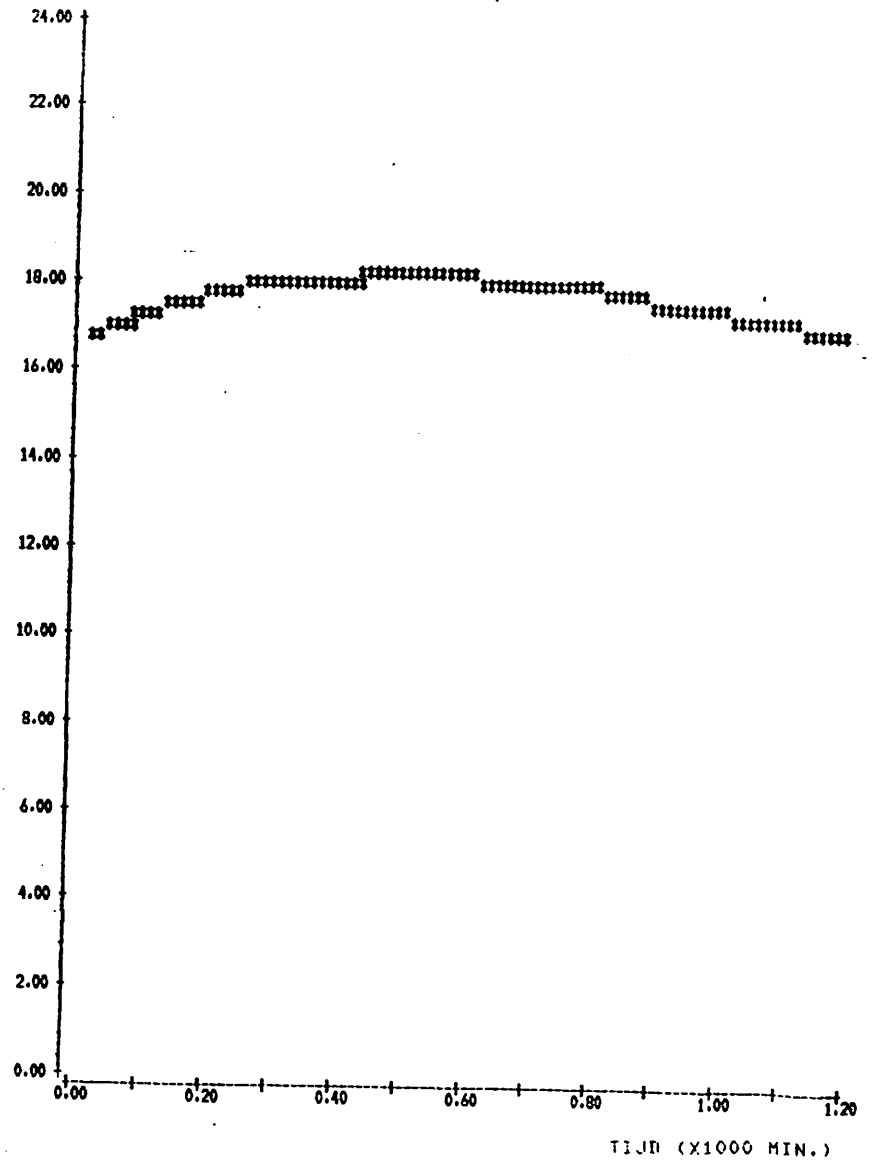
\*\*\*\*\*:KOPPEL 16,PRODUKTTEMPERatuur IN CENTRUM DOOS  
 +++++:KOPPEL 17, IDEM  
 oooooo:KOPPEL 18, IDEM  
 xxxxxx:KOPPEL 19, IDEM



**TRANSPORTFUST**

TEMP.SPREADING IN EEN KRAT IN HET MIDDEN VAN DE LADING

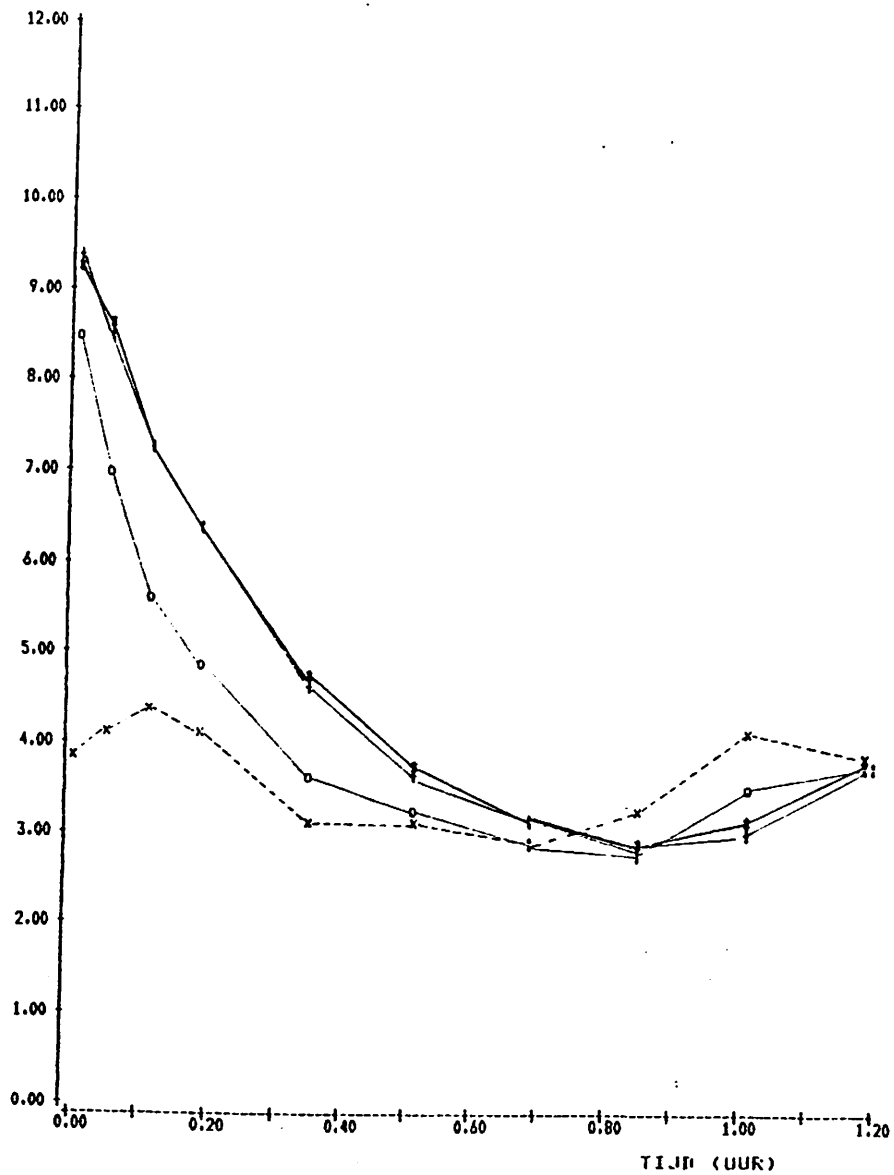
\*\*\*\*\*:KOPPEL 12:PRODUKTTEMPERATUUR VOOR IN DE KRAT  
 ++++:KOPPEL 13:PRODUKTTEMPERATUUR IN CENTRUM KRAT



**TRANSPORTFUST**

TEMPERATUUR IN KARTONNEN DOOS ACHTER IN DE LADING

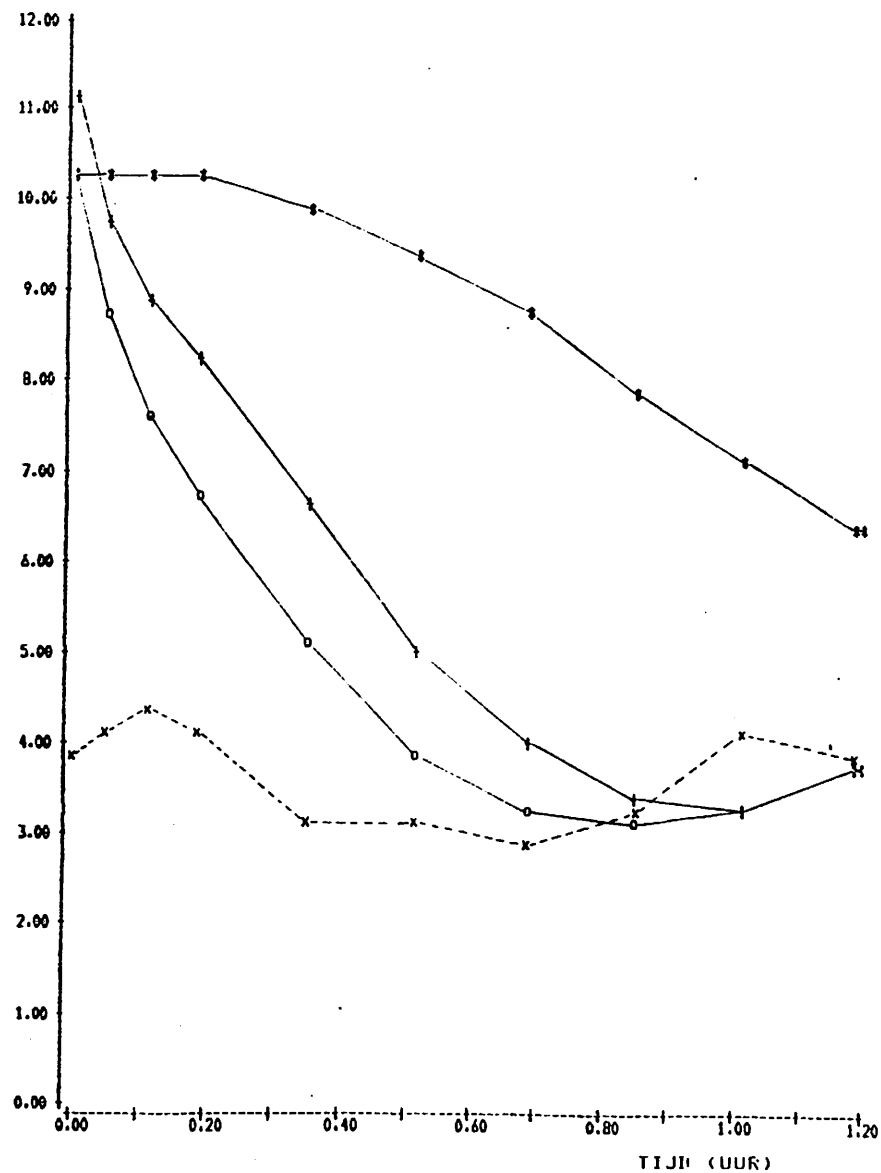
\*\*\*\*\*:KOPPEL 21:PRODUKTTEMPERATUUR IN ACHTERSTE RIJ



VOORKOELPROEF

CHRYSAANT MET DEKSEL 1

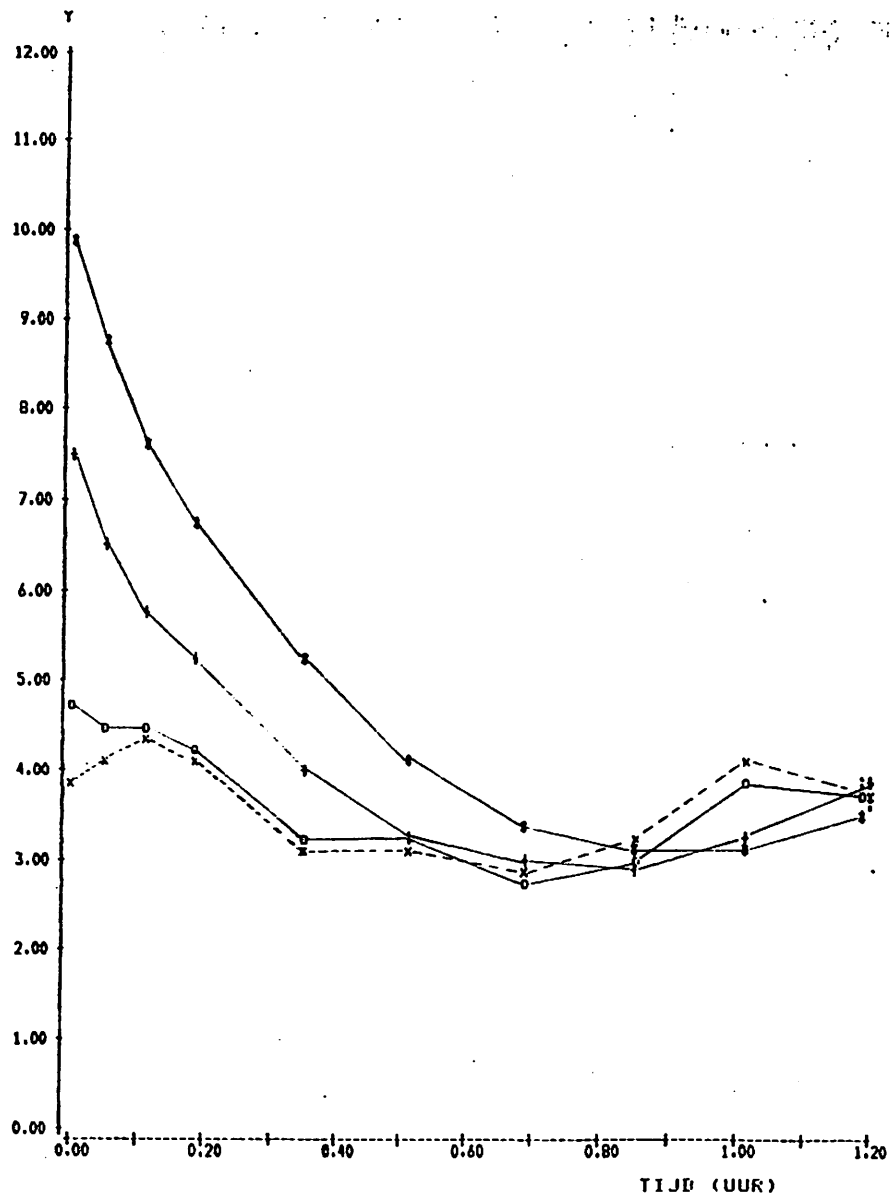
\*\*\*\*\*: Y= CHRYS. (3) 1  
 ++++++: Y= CHRYS. (4) 1  
 oooooo: Y= CHRYS. (5) 1  
 :xxxxxx: Y= LUCHTTEMPERATUUR



VOORKOELPROEF

CHRYSAANT MET DEKSEL 2

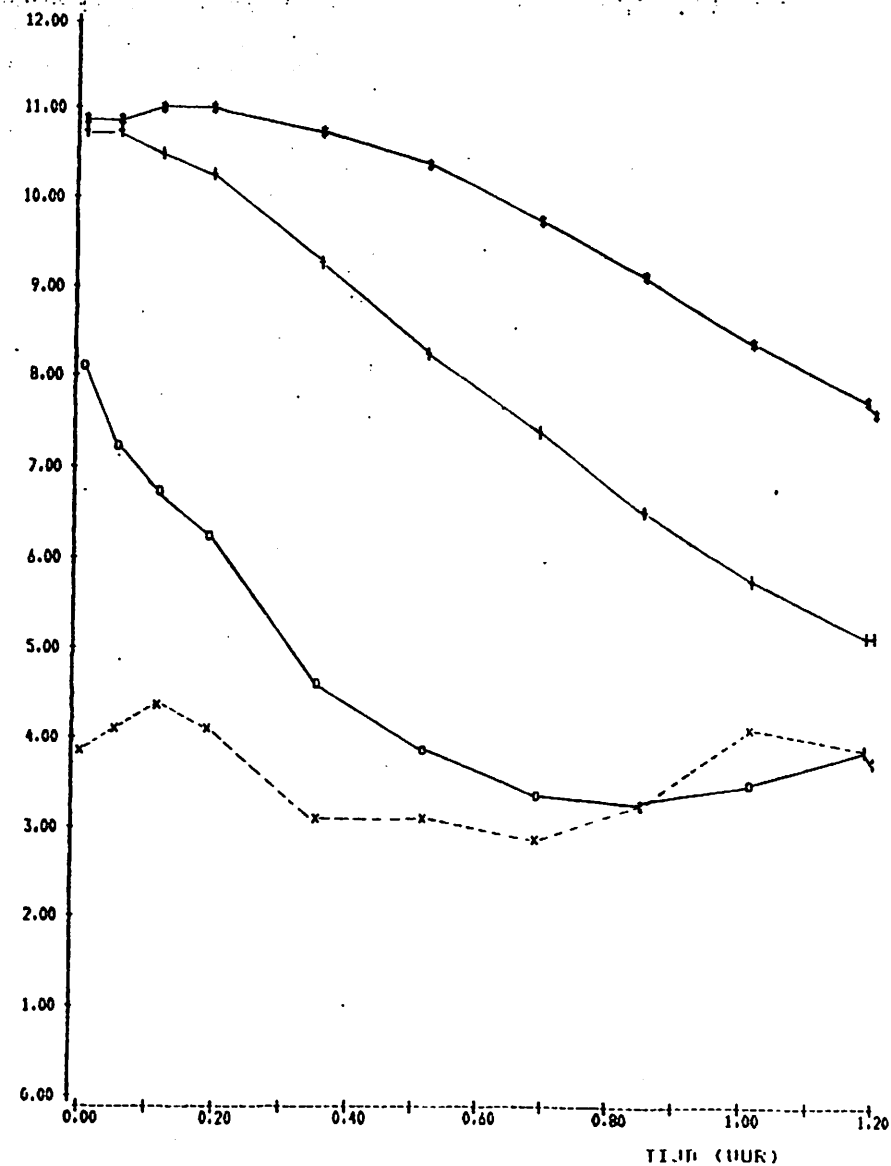
\*\*\*\*\*: Y= CHRYS. (13) 2  
 ++++++: Y= CHRYS. (14) 2  
 oooooo: Y= CHRYS. (15) 2  
 :xxxxxx: Y= LUCHTTEMPERATUUR



VOORKOELPROEF

CHRYSANT ZONDER DEKSEL 3

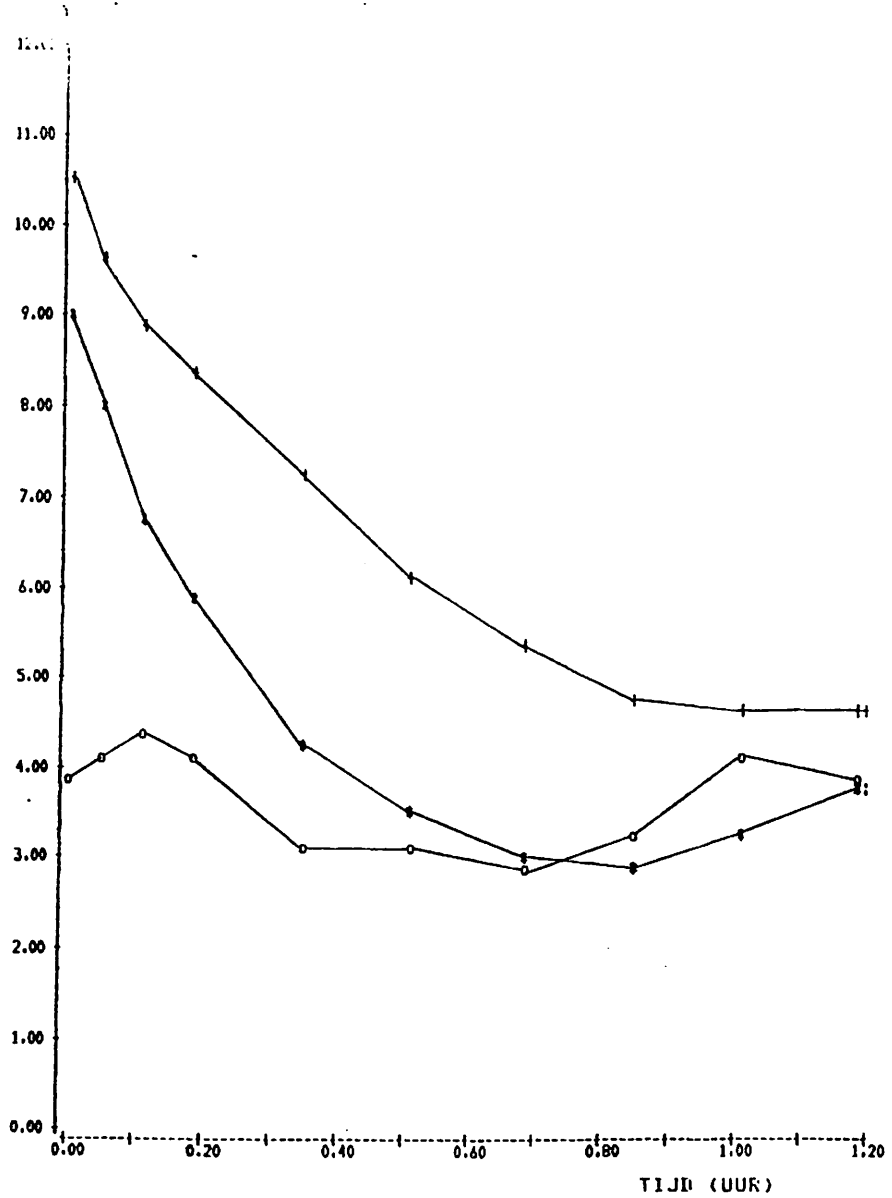
\*\*\*\*\*: Y= CHRYS. (20) 3  
 ++++++: Y= CHRYS. (21) 3  
 oooooo: Y= CHRYS. (22) 3  
 :xxxxxx: Y=LUCHTIEMPERATUUR



VOORKOELPROEF

CHRYSANT ZONDER DEKSEL 3

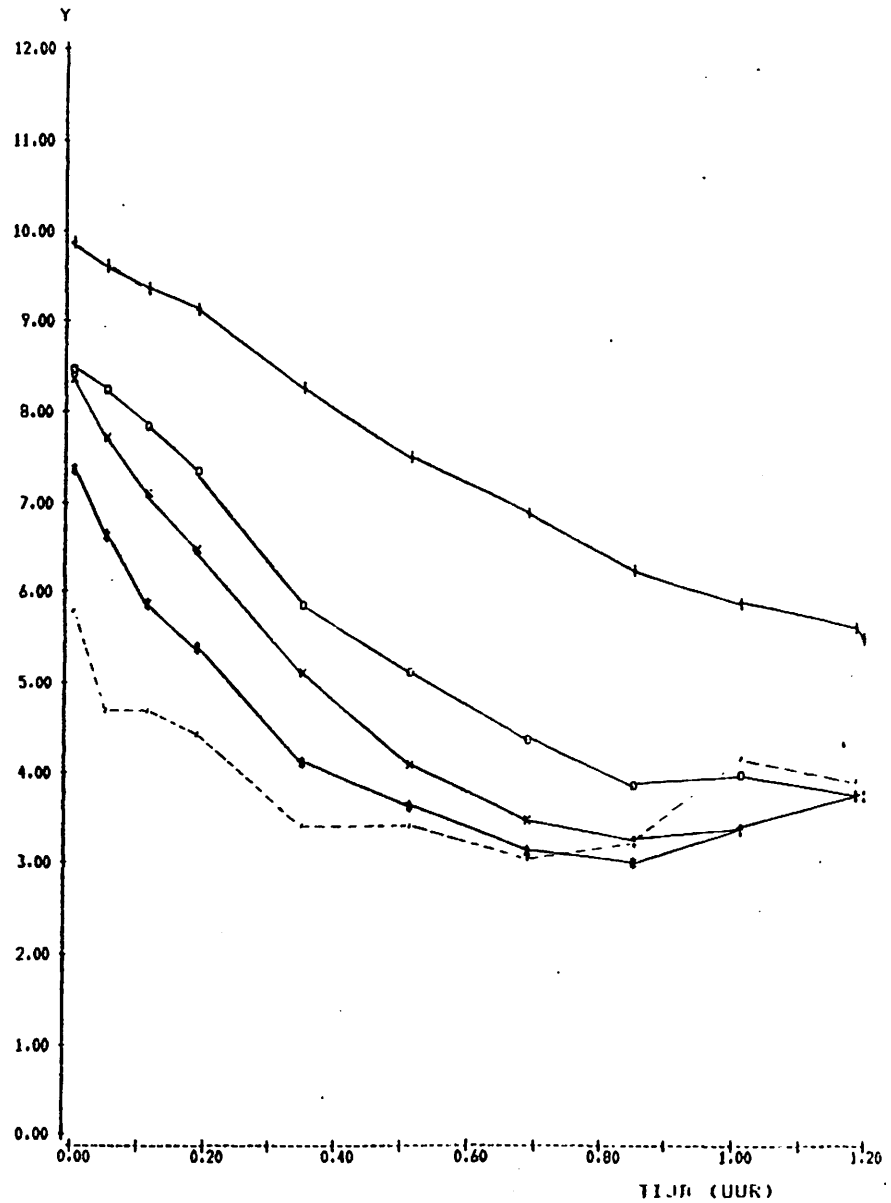
\*\*\*\*\*: Y= CHRYS. (23) 3  
 ++++++: Y= CHRYS. (24) 3  
 oooooo: Y= CHRYS. (25) 3  
 :xxxxxx: Y=LUCHTIEMPERATUUR



VOORNOELPROEF

CHRYS. MET DEKSEL 1 EN 2

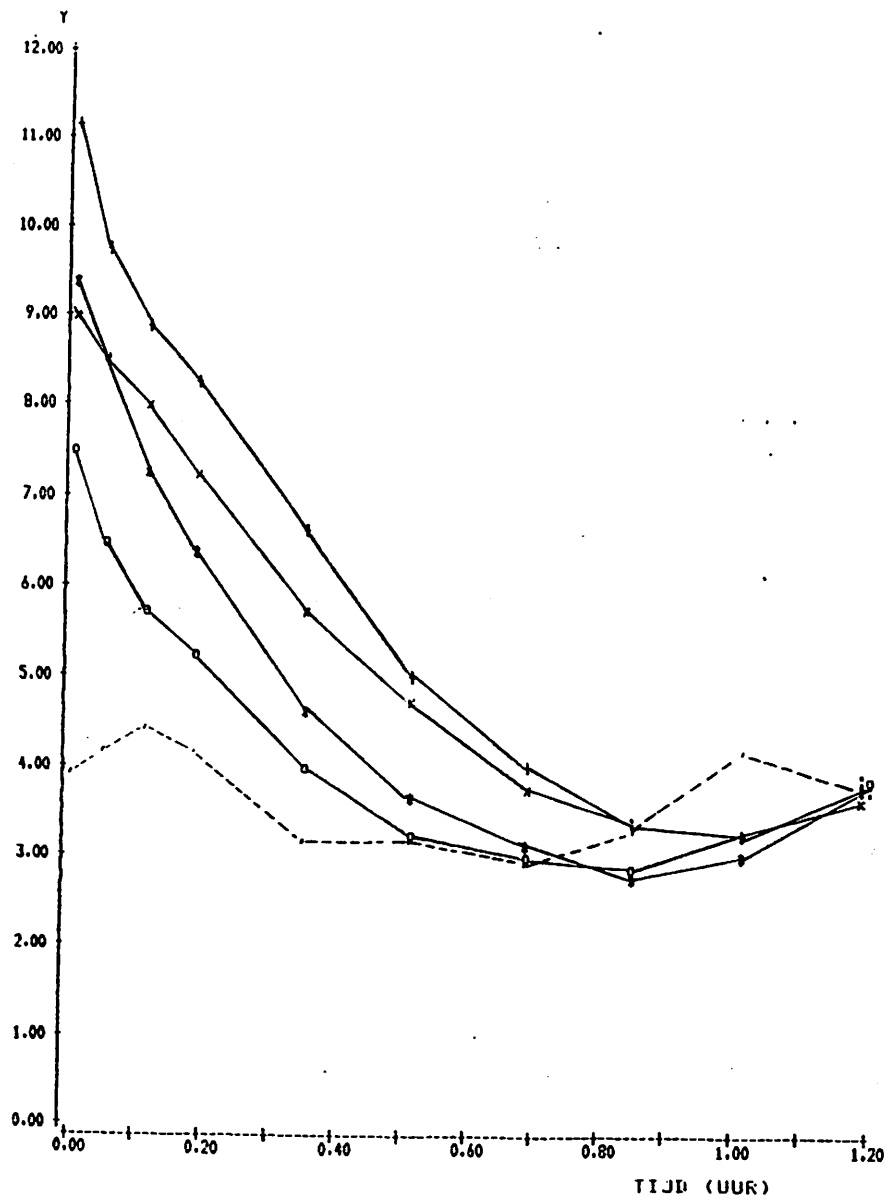
\*\*\*\*\*: Y= CHRYS. (3-5) 1  
 +++++: Y= CHRYS. (13-15) 2  
 ooooo: Y= LUCHTTEMP. (19)



VOORNOELPROEF

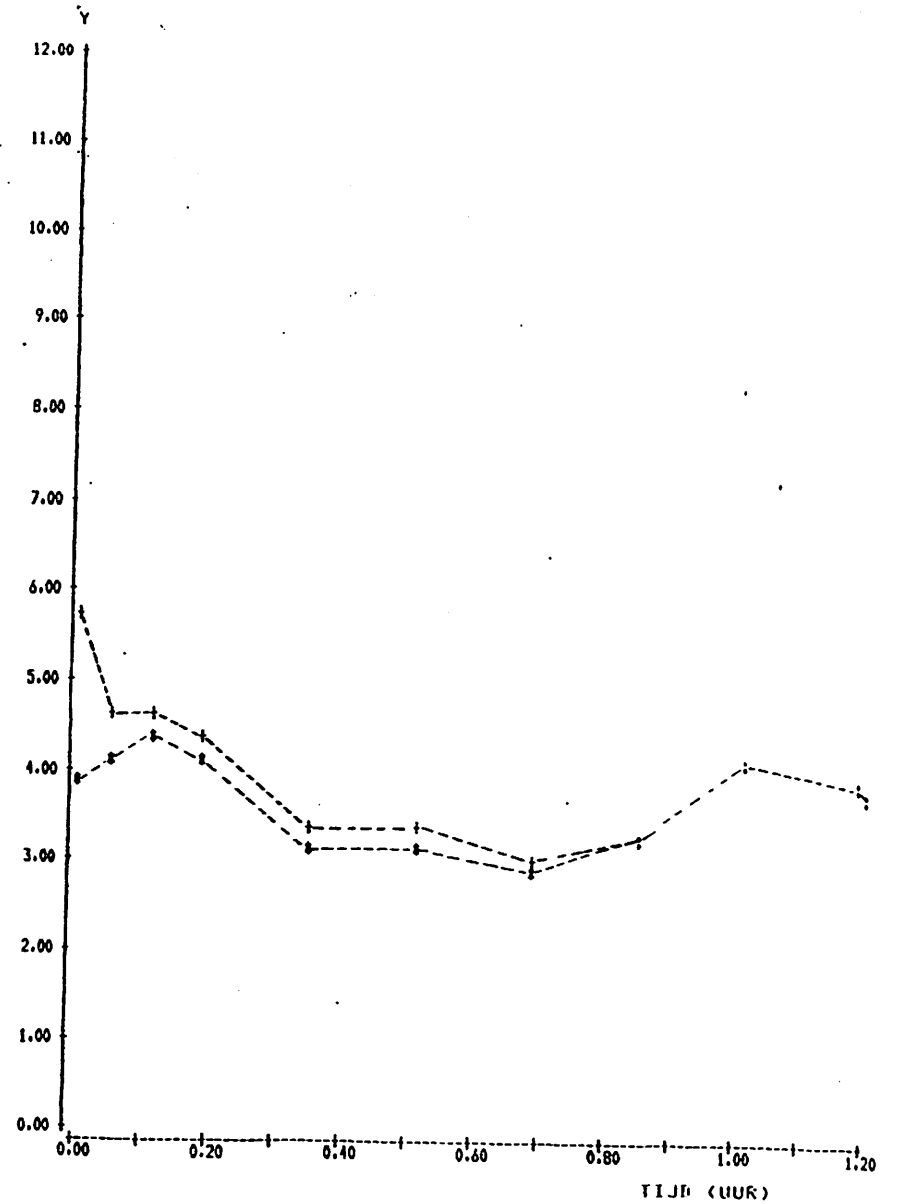
CHRYS. GEEN DEKSEL 3 EN 4

\*\*\*\*\*: Y= CHRYS. (20-21) 3  
 +++++: Y= CHRYS. (23-25) 3  
 ooooo: Y= CHRYS. (26-28) 4  
 xxxxx: Y= CHRYS. (31-32) 4



VOORKOELPROEF  
CHRYS. 1,2,3,4

\*\*\*\*\*: Y= CHRYS.(4) 1  
 ++++++: Y= CHRYS.(14) 2  
 oooooo: Y= CHRYS.(21) 3  
 xxxxxx: Y= CHRYS.(31) 4  
 - - - - : Y= LUCHTTEMP(19)



VOORKOELPROEF  
LUCHTTEMPERATUURSPREIDING

\*\*\*\*\*: Y= LUCHTTEMP.(19)  
 ++++++: Y= LUCHTTEMP.(29-37)