

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. 1705

Samengesteld door Ir. P. van Vliet

GEDIFFERENTIEERD GEKOELD VERVOER

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut  
Project no. 548  
april 1970

GEDIFFERENTIEERD GEKOELD VERVOER

<u>Inhoudsopgave</u>	blz.
Literatuurlijst	2
Lijst van gebruikte symbolen	3
I Inleiding	4
II Probleemstelling	5
III Berekening van de opwarming	6
IV Transformatie naar kwaliteitsgrafiek	8
V Discussie tijd- temperatuursverloop	8
VI Kosten voor bescherming	9
VII Vergelijking kosten bescherming - temperatuur	13
VIII Differentiatie van het koelvervoer naar omstandigheden en transportmiddel	13
IX Conclusies	15

Literatuur

1. Carslaw and Jaeger.  
Conduction of heat in solids.  
Oxford University press 1959.
2. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and  
nursery stocks.  
Agriculture handbook no.66 U.S. department of agriculture.
3. Charts for determining centre, surface and mean temperature  
in regular geometric solids during heating or cooling.  
NEL Report No. 192 by Miss N. Dalgleish and A.J. Ede.
4. Een nieuwe grafiek voor het oplossen van niet-stationaire  
warmte problemen door Dipl.Ing. H.F.Th. Meffert.
5. Thermische eigenschappen van een stapel produkten.  
Rapport 1659. Sprenger Instituut.
6. A technical and economic analysis of refrigerated container  
systems.  
D.L. Richardson, A.V. Pastukov  
Arthur D. Little Inc.  
Cambridge, Massachusetts (U.S.A.)

Lijst van gebruikte symbolen

A	Oppervlak	$m^2$
a	Temperatuur vereffeningscoëff.	$m^2/h$
C	Kosten	gulden
c	Soortelijke warmte	$kcal/kg^{\circ}C$
k	Warmte doorgangcoëff.	$kcal/m^2^{\circ}C.h.$
m	Onderhoud	
N	aantal reizen	
n	Coëff.	
q	Hoeveelheid warmte	$kcal/h.t.$
R	Warmte produktie	$kcal/kg.h.$
r	Rente	
t	Tijd	h
V	Volume	$m^3$
x	Afstand	m
y	Levensduur	jaar
$\alpha$	Warmte overdrachtscoëff.	$kcal/m^2^{\circ}C.h.$
$\delta$	Dikte	m
$\lambda$	Warmte geleidingscoëff.	$kcal/m^{\circ}C.h.$
$\zeta$	Rendement	
$\rho$	Soortelijke massa	$kg/m^3$
$\theta$	Temperatuur	$^{\circ}C$

## GEDIFFERENTIEERD KOELTRANSPORT

### Inleiding

1. Nederlandse tuinbouwprodukten moeten, willen zij in het buitenland kunnen concurreren met de ter plaatse geteelde produkten met een zeer goede kwaliteit worden aangevoerd.
2. Dit is alleen mogelijk als het transport geschiedt onder geconditioneerde omstandigheden. Koeling is hierbij een belangrijk hulpmiddel.
3. Als het produkt afgekoeld is tot de gewenste temperatuur, in een vacuümkoeler of koeltunnel, is het zaak de verkregen lage temperatuur zo lang mogelijk te handhaven. Deze taak valt het transportmiddel ten deel. Hiervoor staan verschillende mogelijkheden ter beschikking die naar investering en mate van bescherming duidelijk verschillen.
4. Gekoelde, geïsoleerde of ongeïsoleerde transportmiddelen geven duidelijke mogelijkheden tot differentiatie naar produkt en omstandigheden.

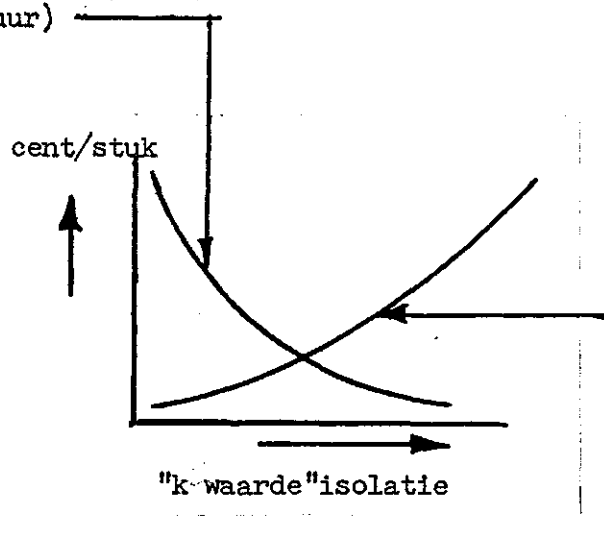
## II Probleemstelling

1. Het kwaliteitsverlies van een produkt is afhankelijk van tijd en temperatuur (grafiek 1).
2. De opwarming van een produktstapel hangt af van de eigen warmteproduktie, de warmtetoevoer van buiten, de afmetingen van de stapel en de thermische eigenschappen.

Warmteproduktie als functie van de temperatuur en thermische eigenschappen van het produkt zijn gegeven. De afmetingen en de bescherming tegen warmtetoevoer kunnen echter binnen ruime grenzen vrij worden gekozen.

Deze twee redenen bepalen dus enerzijds de kwaliteit en veroorzaken extra kosten omdat ten koste van een hogere uitgave een grotere bescherming kan worden verkregen, zodat deze vraagstelling vatbaar is voor een optimalisering (fig.1).

(kwaliteitsverlies als gevolg van hogere temperatuur)  
cent/stuk



(bescherming tegen opwarming)

fig. 1.

### III Berekening van de opwarming

De ontwikkeling van de temperaturen in een koud lichaam dat opwarmt, volgt een algemene wet die door Carslaw en Jaeger is beschreven. In plaats van de ingewikkelde vergelijkingen zijn grafieken ontwikkeld aan de hand waarvan men het proces kan volgen.

Door gebruik van dimensieloze kentallen, voor tijd en warmte-overdracht, zijn deze grafieken algemeen bruikbaar.

Wanneer men het temperatuursverloop bij het transport van tuinbouwprodukten in grote eenheden (pallets, containers) welke al of niet zijn geïsoleerd, wil volgen kan hiervan gebruik worden gemaakt. Wanneer men echter geïnteresseerd is in de tijd, die mag verstrijken voordat een bepaalde temperatuurgrens op een bepaalde plaats wordt overschreden kan men beter uitgaan van de waarden voor het zogenaamde halfoneindig lichaam, dat de bepaling van plaatselijke temperaturen mogelijk maakt. De temperatuursverdeling in een rechthoekig begrensd lichaam kan dan voor elk punt als produktoplossing worden berekend:

$$\theta_{xyz} = \theta_x \cdot \theta_y \cdot \theta_z$$

Het is nu mogelijk om met behulp van een door Meffert opgestelde grafiek de aanloop van de temperatuurvereffening in een rechthoekig begrensd lichaam te volgen. Bij deze methode wordt gebruik gemaakt van de kentallen van Bi en Fo, met x als lopende coördinaat: de afstand van het oppervlak.

$$Bi = \frac{k \cdot x}{\lambda} \quad \text{of:} \quad \frac{a \cdot x}{\lambda}$$

$$Fo = \frac{a \cdot t}{x^2} \quad \text{met } a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}$$

Van bovenstaande methode is gebruik gemaakt om de maximum produkttemperatuur op een afstand van 0,1 m van de drie zijden van een hoek bij het transport van vacuümgekoelde sla te bepalen.

De gemiddelde temperaturen zijn met behulp van de grafieken van Dalgleish en Ede (NEL rapport 192) berekend met de vergelijking.

$$\theta_{m3D} = \theta_{mx} \cdot \theta_{my} \cdot \theta_{mz}$$

#### Temperatuursverloop in de lading gedurende het transport.

Na het vacuümkoelen is de produkttemperatuur uniform op een laag niveau gebracht bijv. 2°C.

In bijgaande grafieken is het verloop van de interesserende temperatuur weergegeven voor verschillende manieren van bescherming tegen opwarming. Dit zijn de gemiddelde temperatuur in de lading ( $\theta_{gem}$ ) en de maximum referentietemperatuur welke heerst op een

afstand van 0,1 m van drie zijden van een hoekpunt. ( $\theta_{max}$ ).

De beschouwde gevallen zijn :

1. Ongekoeld ongeïsoleerd vervoer.
2. Voorgekoeld ongeïsoleerd vervoer:
  - 2.1 Tilt container, hier reageert door de grote drukverschillen welke veroorzaakt worden door de hoge luchtsnelheden langs de lading elke kartonnen doos afzonderlijk.
  - 2.2 Idem met polystyreen doos.
  - 2.3 Op pallet met krimphoes, waarbij de palletlading reageert als een blok.
  - 2.4 Ongeïsoleerde container.
3. Voorgekoeld geïsoleerd vervoer.
  - 3.1 Geïsoleerde container.
4. Voorgekoeld, gekoeld vervoer.
  - 4.1 Container met mantelkoeling.
  - 4.2 Container waarin elke doos individueel wordt gekoeld.

Met uitzondering van geval 2.2 is gebruik gemaakt van sla in kartonnen doos met materiaaldikte van 1 mm en afmetingen van L.B.H. = 60 x 40 x 10 cm.

De afmetingen van de pallet bedragen 100 x 120 x 160 cm. De afmetingen van de container bedragen 580 x 224 x 200 cm.

De toegepaste warmteoverdrachtscoëfficiënten zijn :

voor lucht  $\alpha = 7$  (stilstand)  $= 70$  (rijdend 70 km/h)

karton  $\frac{\lambda}{\delta} = 50$  kcal/hm<sup>2</sup>°C

polystyreen  $\frac{\lambda}{\delta} = 1,5$

geïsol.containerwand  $\frac{\lambda}{\delta} = 0,3$

Dit geeft met de volgende formule

$$\frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + \frac{\delta}{\lambda}}$$

de k waarden van de verschillende transport vormen.

Bij de ongeïsoleerde container is er aangenomen dat er tussen de lading en de wand een luchtspleet aanwezig is.

Er is verder gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

Voor sla is :  $a = 5 \cdot 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/h

$\lambda = 0,05$  kcal/m<sup>0</sup>Ch.

De temperatuurstijging door de eigen warmteproduktie van sla wordt weergegeven door  $\frac{R}{C} \cdot t$ .



Hierin is:  $R = 0,05$  kcal/kg.h warmteprod.  
 $C = 1$  kcal/kg<sup>o</sup>C soort.warmte  
 $t = \text{tijd}$  h

Deze temperatuurstijging mag in het begin als homogeen worden aangenomen.

De omgevingstemperatuur is  $12^{\circ}\text{C}$  1e geval } en de  
 $22^{\circ}\text{C}$  2e geval }

temperatuur waarmee de sla uit de vacuümkoeler komt is  $2^{\circ}\text{C}$ .

#### IV Transformatie naar kwaliteitsgrafiek.

Van voorgaande grafieken kan gebruik worden gemaakt om het kwaliteitsverloop van de sla gedurende de transporttijd te kwantificeren. Met behulp van grafiek 1 kan men, als de produkttemperatuur en bewaartijd bekend zijn, de kwaliteit bepalen waarmee de sla op de plaats van bestemming aankomt. Bij het volgen van het kwaliteitsverloop zijn de volgende punten aangenomen:

- 1e. De sla staat na het oogsten 7 uur in de omgevingstemperatuur voor het vacuümgekoeld wordt, en de transporttijd is 8 resp. 15 uur, zodat de tijd tussen oogsten en aankomst op plaats van bestemming 15 resp. 22 uur bedraagt.
- 2e. De temperatuur waarop het kwaliteitsverloop gedurende het transport betrekking heeft, is de temperatuur welke aan het eind van de transporttijd gemeten wordt, zodat er een reserve aanwezig is.

Het kwaliteitsverloop is weergegeven in de grafieken 6, 7, 8 en 9.

Hierbij is een transporttijd van 15 uur verondersteld.

#### V Discussie tijd- temperatuursverloop.

Als bij de beschouwing van het tijd- temperatuursverloop wordt uitgegaan van de maximumtemperatuur in de lading dan blijkt dat na 25 uur transport de temperatuur van de lading gelijk is aan de omgevingstemperatuur voor de gevallen 1 en 2.1, 2.2 en 2.3.

Voor transporttijden welke kleiner zijn dan 8h kan gebruik worden gemaakt van 2.1, 2.2 en 2.3 enz.

Men moet er echter naar streven om de temperatuur in de lading zo laag mogelijk te houden en van een betere bescherming gebruik maken.

VI Kosten voor bescherming.

Om een analyse te maken van de kosten van een gekoeld transportsysteem is het noodzakelijk het systeem te vereenvoudigen tot de basiselementen. Voor deze analyse is een systeem gekozen dat bestaat uit een hoeveelheid lading omgeven door een geïsoleerde container.

De basisvergelijking voor het temperatuurverloop van de lading afhankelijk van de tijd luidt:

$$\rho \cdot V \cdot c \cdot \frac{d\theta}{dt} = \frac{\lambda \cdot A \cdot m}{\delta} (\theta_{\text{omg}} - \theta) - q_{\text{ref}} + q_{\text{res}}$$

Met als voorwaarde  $t = 0 \rightarrow \theta = \theta_i$

Hierbij zijn de volgende veronderstellingen gemaakt:

- 1e. De temperatuur van de lading is uniform op elk moment (de lading is isotherm).
- 2e. Warmteproductie is gelijkmatig verdeeld over de hele lading. ( $q_{\text{res}}$ )
- 3e. Koude wordt over de gehele lading gelijkmatig verdeeld. ( $q_{\text{ref}}$ )
- 4e. Warmtestroom wordt overheerst door de effectieve warmtegeleidingscoëfficiënt van de isolatie van de container.
- 5e. De lading is van gelijke samenstelling welke eigenschappen bekend zijn (de lading is isotroop).
- 6e. De gemiddelde omgevingstemperatuur is constant gedurende de reis. ( $\theta_{\text{omg}}$ )

Als bovenstaande differentiaalvergelijking wordt opgelost volgt voor de benodigde hoeveelheid koude de volgende vergelijking:

$$q_{\text{ref}} = \frac{\theta_{\text{omg}} - \theta + (\theta_i - \theta_{\text{omg}}) e^{-\frac{\lambda \cdot A \cdot m \cdot t}{\rho \cdot V \cdot c \cdot \delta}}}{\frac{\delta}{\lambda \cdot A \cdot m} (1 - e^{-\frac{\lambda \cdot A \cdot m \cdot t}{\rho \cdot V \cdot c \cdot \delta}})} + q_{\text{res}}$$

Als gebruik wordt gemaakt van een mechanisch koelsysteem is het noodzakelijk om extra koelcapaciteit te installeren. Deze capaciteit wordt weergegeven door de volgende vergelijking:

$$q_{\text{cap}} = q_{\text{ref}} \cdot n_1$$

waarin  $q_{\text{cap}}$  de te installeren koelcapaciteit en de factor  $n_1$  arbitrair wordt bepaald.

Bedrijfskosten container.

Om de bedrijfskosten van een container te bepalen is het noodzakelijk de vaste kosten en de variabele kosten te bepalen, en deze kosten per bedrijfsuur uit te drukken.

De vaste kosten per jaar voor een gekoelde container worden als volgt bepaald:

$$C_v = C_c \left[ \frac{r_r}{1 - (1+r_r)^{-y_c}} + m_c \right] + C_k \left[ \frac{r_k}{1 - (1+r_k)^{-y_k}} + m_k \right]$$

De eerste term bevat de kosten van de container, afschrijvings- en onderhouds-

kosten. De tweede term bevat de kosten van het koelsysteem, afschrijvings- en onderhoudskosten.

Bedrijfskosten voor mechanische koeling.

De bedrijfskosten per jaar voor een mechanisch koelsysteem worden bepaald door de capaciteit van de koeler, het rendement bij de omzetting van mechanische energie in elektrische energie, de energiekosten, en het aantal uren dat het systeem gebruikt wordt.

De totale bedrijfskosten voor een mechanisch koelsysteem worden gegeven door de volgende vergelijking:

$$C_b = q_{cap} \cdot n \cdot C_c \cdot N \cdot t.$$

Kosten voor het koelhouden van de lading.

Voor het geval er een aantal gegevens zijn kunnen de bedrijfskosten voor het koelen per jaar worden bepaald.

Gegevens:

$$\frac{\lambda \cdot A_m}{\delta} = 18 \text{ J/sec } ^\circ\text{C}$$

$$V = 27 \text{ m}^3$$

$$\rho = 100 \text{ Ns}^2/\text{m}^4 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$C = 4187 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$t = 15^L \text{ uur resp. } 8^K \text{ uur heenreis}$$

$$\theta_{omg} = 12^\circ\text{C}^m \text{ resp. } 22^\circ\text{C}^h$$

$$\theta_i = 2^\circ\text{C}$$

$$\theta = 2^\circ\text{C}$$

$$q_{res} = 900 \text{ kcal/t.} \cdot 24\text{h} = 0.043 \text{ J/kg. sec.}$$

$$n_1 = 2$$

$$\zeta = 2$$

$$C_e = 0,08 \text{ guldens/kWh.}$$

$$N = 100 \text{ resp. } 200 \text{ zodat } N \cdot t = 3000 \text{ uur}$$

In deze gevallen worden de kosten voor het koelen

$$C_{km} = 285 \text{ guldens/jaar}$$

$$C_{kh} = 450 \text{ " "}$$

$$C_{lm} = 460 \text{ " "}$$

$$C_{lh} = 790 \text{ " "}$$

Kosten van het transportmiddel.

Er wordt hier uitgegaan van verschillende containertypen. De aanschafkosten van de koelunit bedragen  $f 12.000 = C_k$

Type	Aanschaf <sub>C<sub>c</sub></sub> 1	Kosten/jaar <sub>C<sub>v</sub></sub>	aanschaf <sub>C<sub>c</sub></sub> 2	kosten/jaar <sub>C<sub>v</sub></sub>
indiv. koeling	f 27.000,--	f 6.210,--	f 20.000 <sup>c</sup>	f 4.600 <sup>C<sub>v</sub></sup> --
mantelkoeling	" 27.000,--	" 6.210,--	" 20.000,--	" 4.600,--
geïsoleerd	" 15.000,--	" 3.450,--	" 8.000,--	" 1.840,--
ongeïsoleerd	" 4.800,--	" 1.104,--	" 3.000,--	" 690,--
tilt	" 3.500,--	" 805,--	" 2.000,--	" 460,--

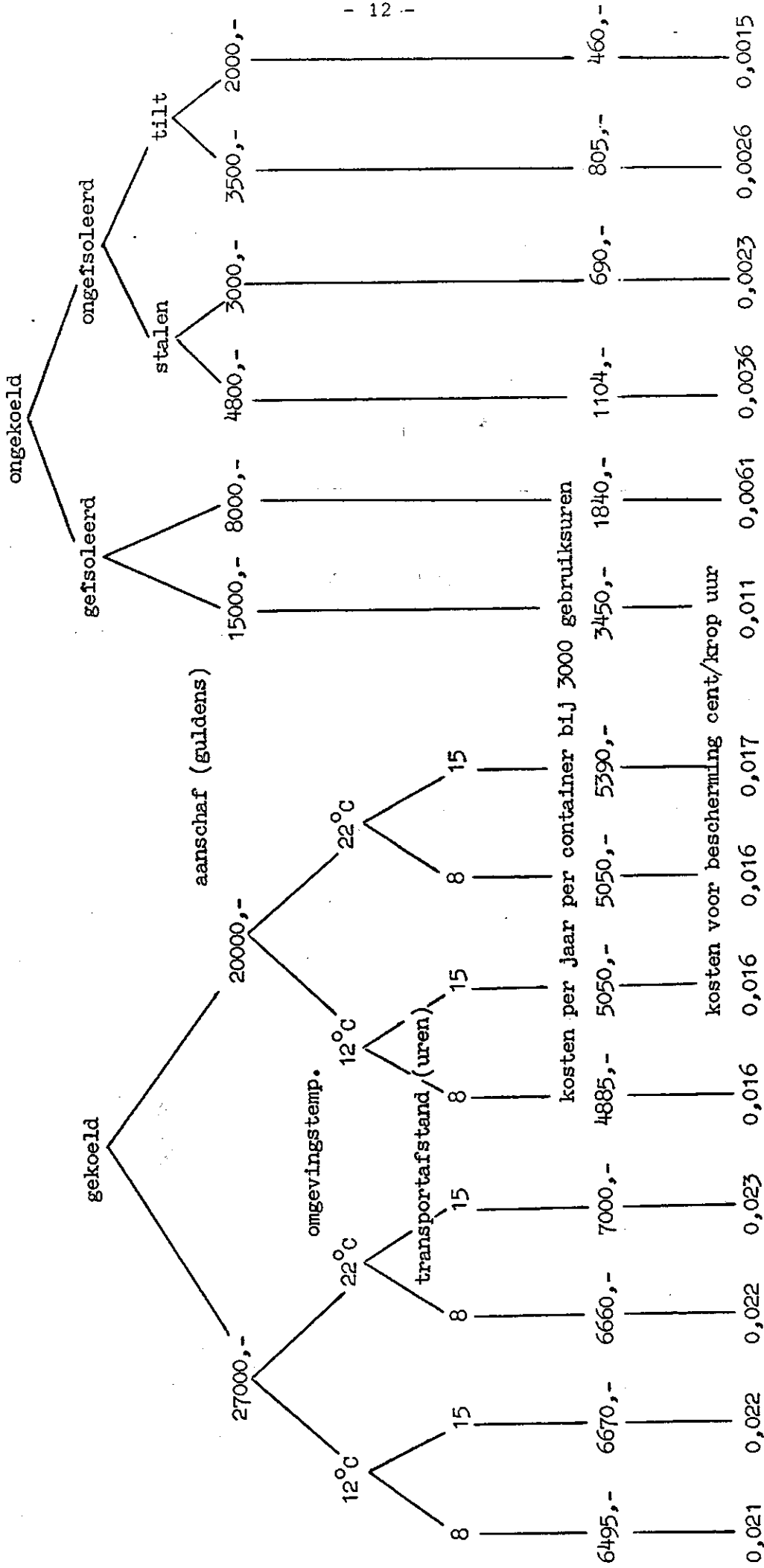
De volgende getallen zijn hier aangenomen:

$$y_c = y_k = 8 \text{ jaar}$$

$$m_c = m_k = 0,06$$

$$r_c = r_k = 0,08$$

Overzicht v.d. kosten van containers



Verondersteld 10000 krop/container

VII Vergelijking kosten bescherming-temperatuur.

Met behulp van bovenstaande gegevens is het mogelijk de kosten voor bescherming per krop te bepalen, afhankelijk van de bescherming (zie tabel 1). Bij de probleemstelling is gesteld, dat er van een optimalisering sprake kan zijn. Dit blijkt echter onmogelijk aangezien de opbrengsten welke verkregen worden door de extra bescherming niet bekend zijn. Het verdient aanbeveling onderzoek te verrichten omtrent de extra opbrengsten welke verkregen worden door extra bescherming van de lading.

Opm. Bij tabel 1 dient opgemerkt te worden dat bij de luchtcirculatiesystemen in koelcontainers welke tot nu toe worden gebruikt, het risico dat de temperatuur niet onder controle kan worden gehouden groter is bij de containers waarbij individuele koeling wordt toegepast dan bij containers met mantelkoeling.

Tabel 1.

$\frac{\theta_{omg} - \theta_{prod.(t)}}{\theta_{omg} - \theta_{begin}}$ (maat voor bescherming.dim. loos.)		Kosten voor bescherming ct/krop voor verschillende transporttijden in uren.incl. retour			
16/t=8	30/t=15	16/t=8	30/t=15		
1	1	0,256-0,352	0,48-0,66	individuele koeling	
0,95	0,92	0,256-0,352	0,48-0,66	mantelkoeling	
0,8	0,6	0,097-0,176	0,183-0,33	geïsoleerd	
0,5	0,2	0,036-0,057	0,069-0,108	ongeïsoleerd stalen opbouw	
0	0	0,024-0,039	0,045-0,078	ongeïsoleerd zeilen opbouw	

Differentiatie van het koelvervoer naar omstandigheden en transportmiddel.

Een analyse van de kosten voor bescherming en vervoer leert het volgende: Wordt de bescherming tegen opwarming in een koelcontainer bij doelmatig gebruik op 100% gesteld dan kan de mate van bescherming als volgt worden uitgedrukt:

bescher- mingskosten		Transportmiddel	Transporttijd in uren		
			8	15	40
100	1	koelcontainer	100	100	100
100	2	container met mantelkoeling	95	92	75
50	3	geïsoleerde ctr. ( $k=0,3 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}}$ )	80	60	10
15	4	ongeis. ctr.	50	20	0
110 <sup>x)</sup>	5	tilt ctr. + krimphoes/pallet	40	10	0
700 <sup>x)</sup>	6	tilt ctr. + polystyreen doos	0	0	0
10	7	tilt ctr.	0	0	0

x) vergeleken bij 15 uur

gegeven bescherming in %

Tabel II.

$$\frac{\theta_{\text{omg}} - \theta(t)}{\theta_{\text{omg}} - \theta_{\text{begin}}} \cdot (\theta_{\text{begin}} = 2^\circ\text{C})$$

Om zeker te zijn van een goede produktkwaliteit moet  $\theta(t)$  vastgelegd worden. Er wordt veronderstelt, dat  $\theta(t)$  maximaal  $5^\circ\text{C}$  mag worden.

Aan de hand hiervan kan de vereiste beschermingsgraad worden bepaald, welke als volgt wordt gedefinieerd:

$$\frac{\theta_{\text{omg}} - 5}{\theta_{\text{omg}} - \theta_{\text{begin}}}$$

Dit percentage kan voor verschillende buitencondities worden vastgesteld.

buitencondities	in $^\circ\text{C}$	7	12	17	22
vereiste bescherming	%	40	70	80	85

Tabel III.

Aan de hand van bovenstaande tabellen II en III kan nu bepaald worden welk vervoermiddel bij een bepaalde omgevingstemperatuur en bij een bepaalde transporttijd moet worden gekozen.

De eis hiervoor is:

$$\text{vereiste bescherming} \leq \text{gegeven bescherming}$$

Voorbeeld: Gegeven:  $\theta_{\text{omg}} = 7^\circ\text{C}$

transporttijd = 15 h.

Welk vervoermiddel geeft de vereiste bescherming?

Volgens tabel III is de vereiste bescherming 40%. Nu moet in tabel II onder 15 h. het vereiste vervoermiddel worden opgezocht. Dit blijkt een geïsoleerde container te moeten zijn. Zo kan bij alle voorkomende omstandigheden het meest geschikte transportmiddel worden bepaald.

Opgemerkt kan worden, dat de beschermingskosten voor een geïsoleerde ctr. vrijwel constant zijn, onafhankelijk van de "k waarde", zodat dus een container met een lage "k waarde" de voorkeur verdient.

Opmerking:

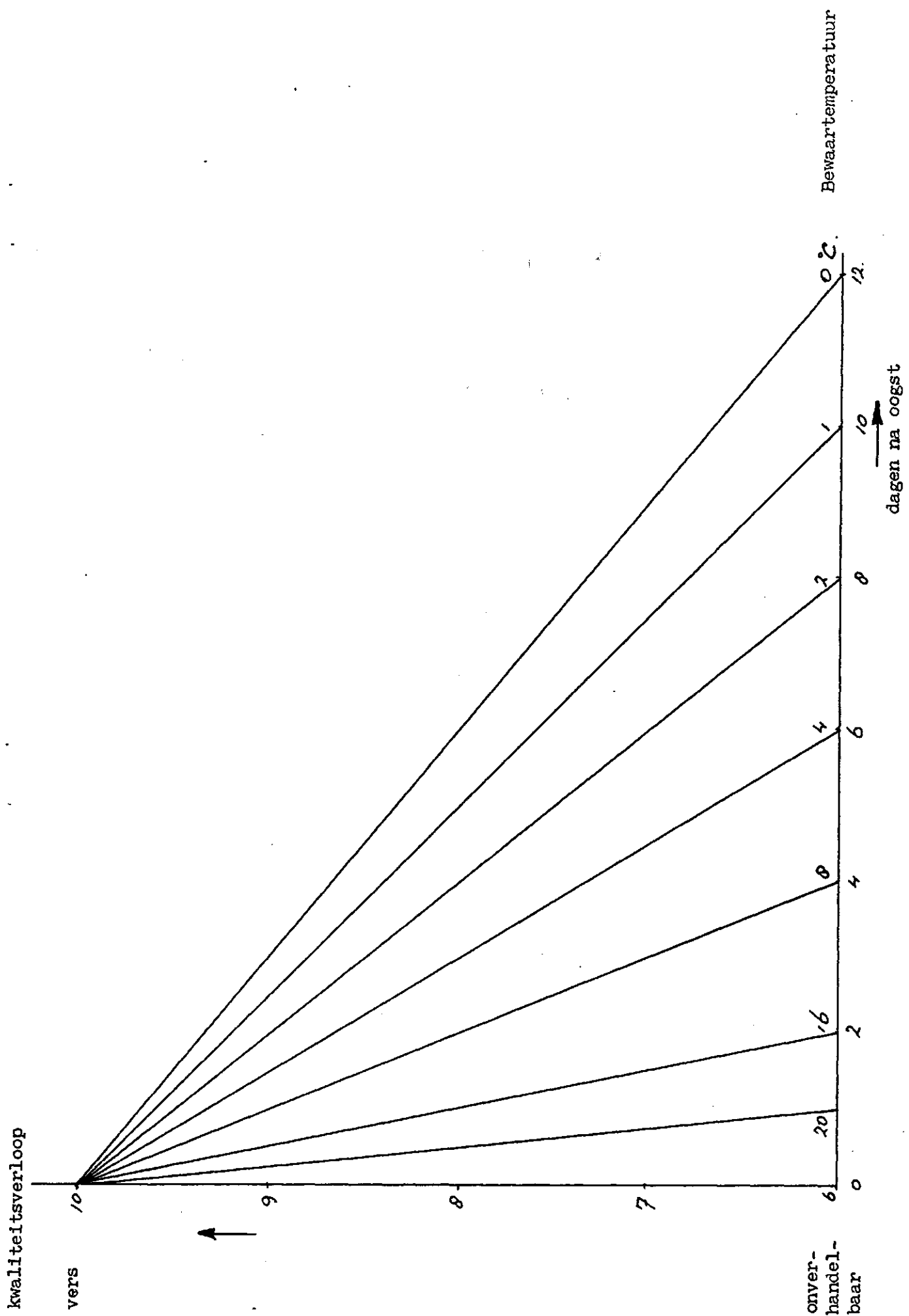
De kosten voor bescherming zijn slechts een klein gedeelte van de totale transportkosten. Door het gebruik van een koelcontainer bedragen de kosten voor bescherming ongeveer 15% van de totale transportkosten. De investering voor nieuw materiaal zou dus het struikelblok kunnen zijn.

IX Conclusies.

- 1e. Aangezien de opbrengsten welke worden verkregen door extra bescherming niet bekend zijn, is het nu nog niet mogelijk om een optimalisering te bereiken.
- 2e. De kosten voor bescherming zijn klein ten opzichte van de totale transportkosten.
- 3e. De investeringen welke men moet maken voor een goede bescherming zijn hoog, zodat dit waarschijnlijk de reden is waarom er niet altijd van de beste bescherming gebruik wordt gemaakt.

Wageningen, 24 april 1970.  
PvV/LB.

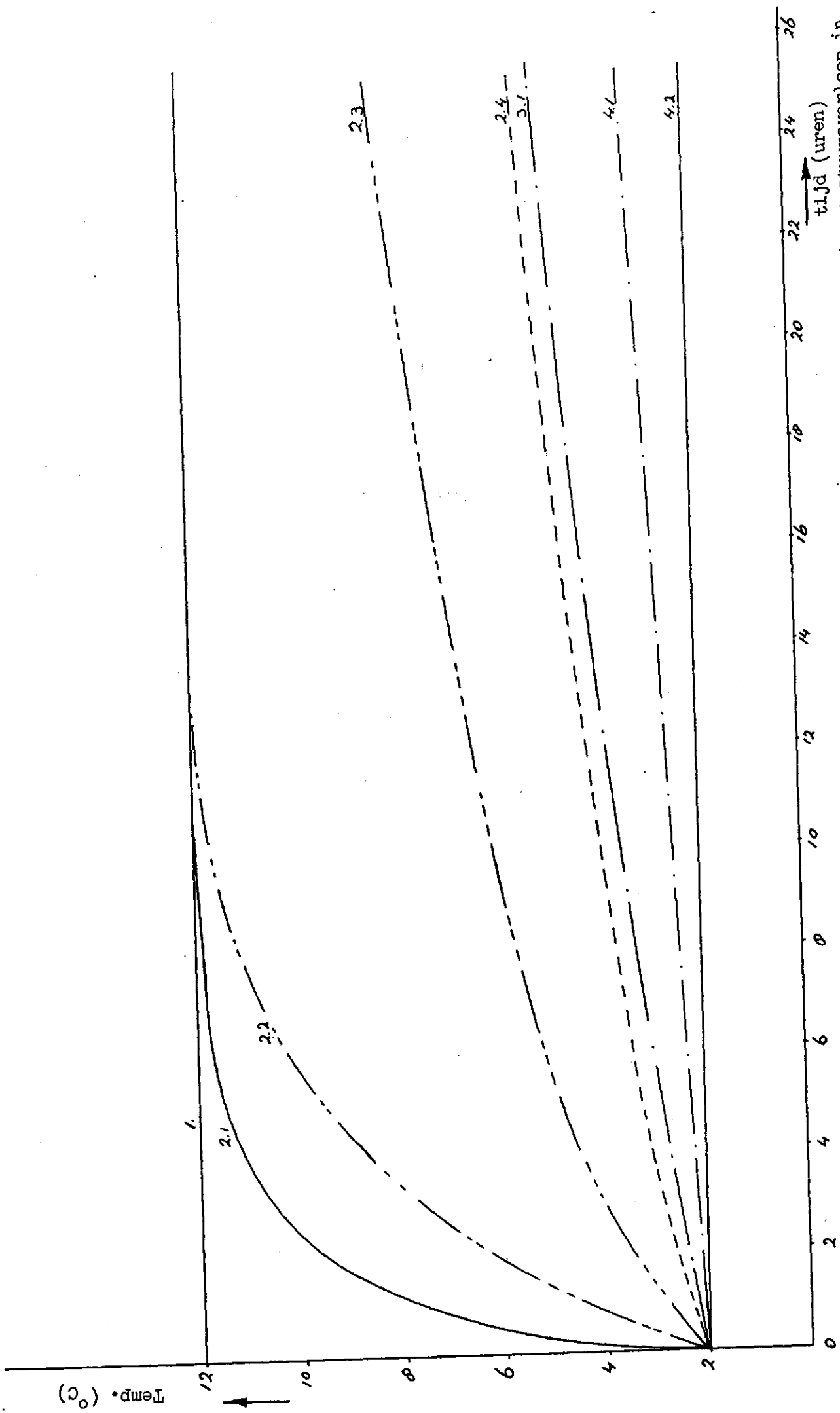




Kwaliteitsverloop van sla.

Grafiek 1.

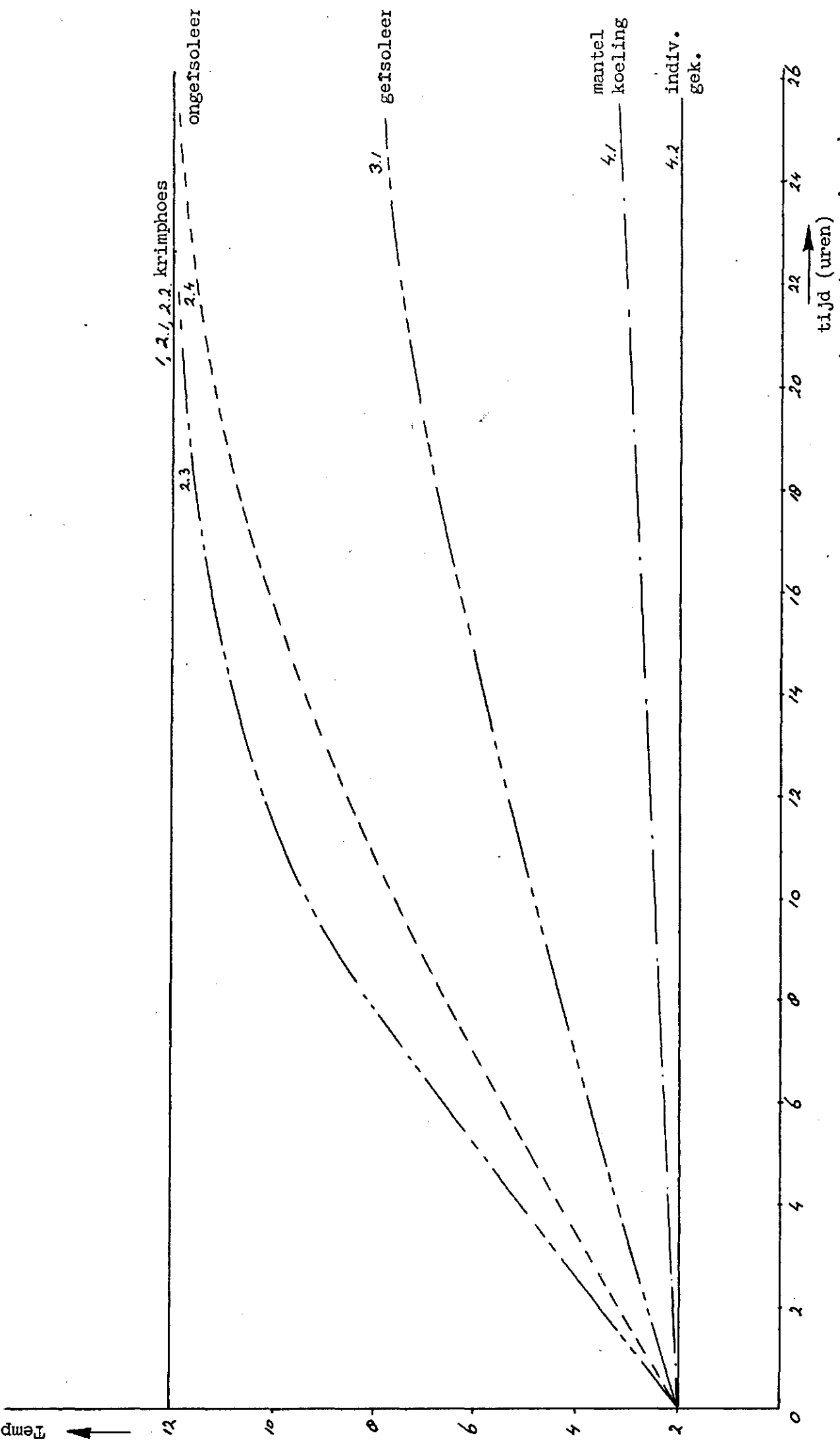
$\theta_{\text{gem.}}$  (12°C omg.)



gem. temperatuursverloop in  
verschillende transport-  
middelen

Grafiek 2.

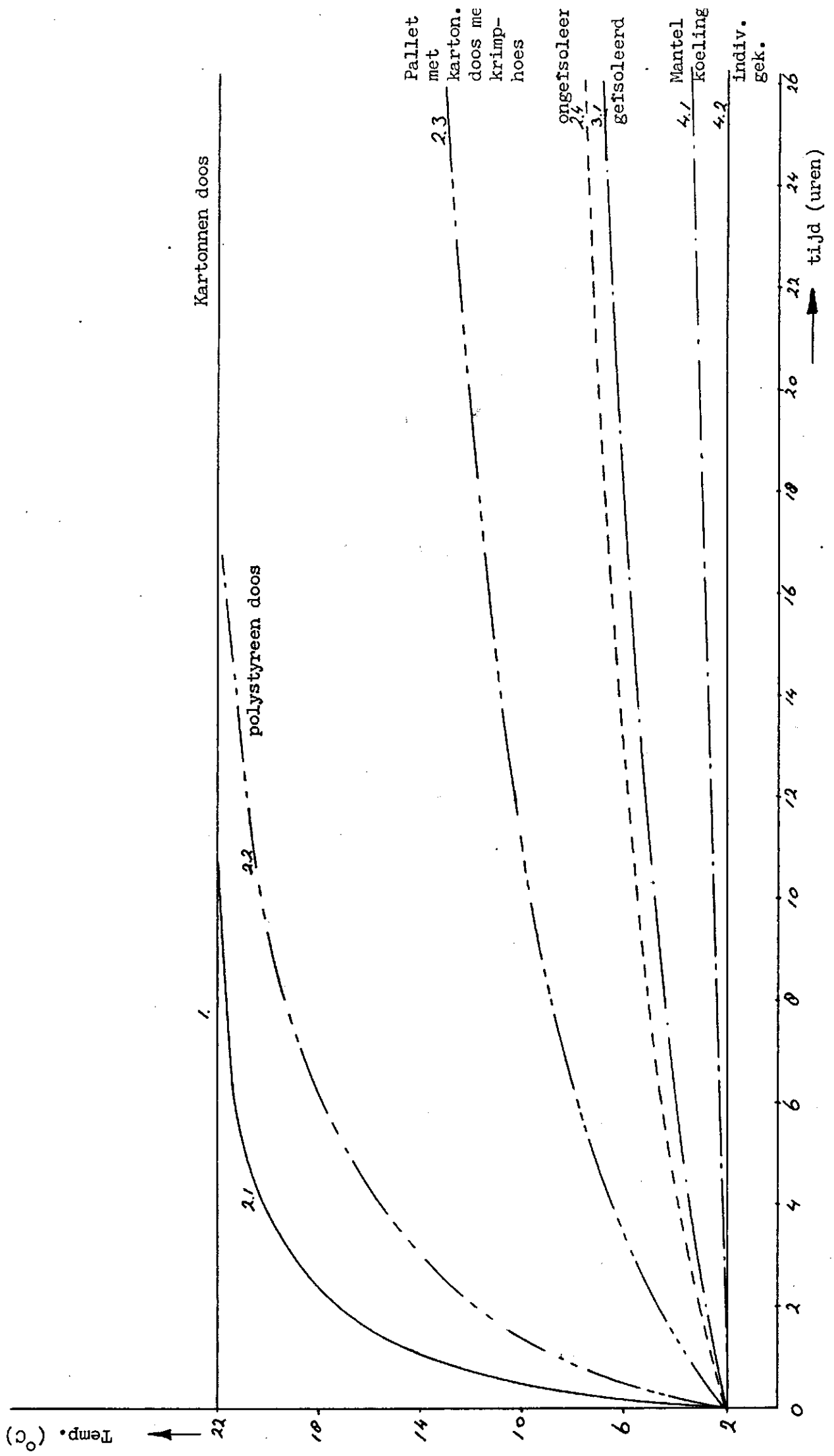
$\theta_{\text{max.}}$  ( $12^{\circ}\text{C}$  omg.)



Grafiek 3.

max. temperatuurverloop in verschillende transportmiddelen

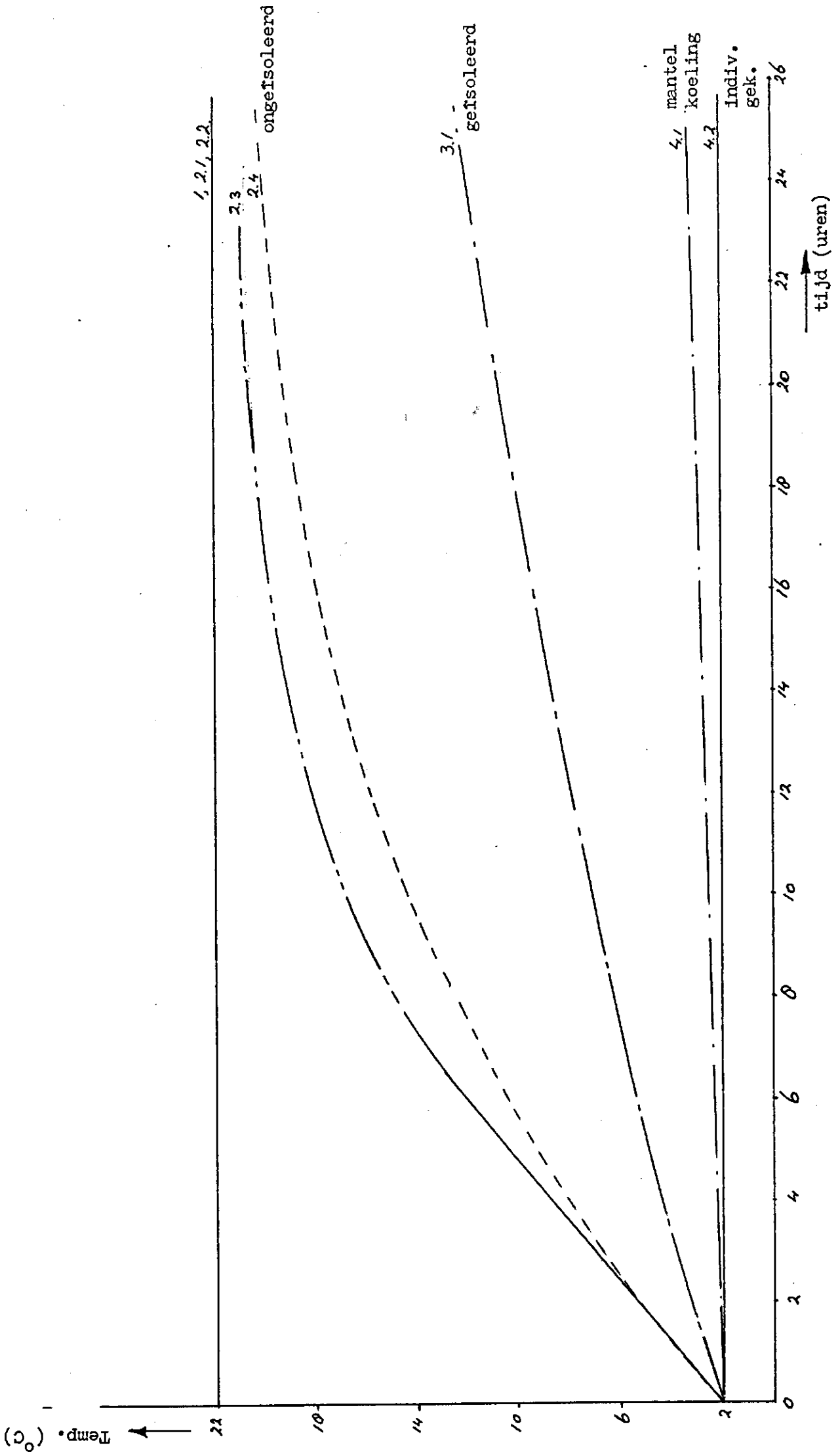
$\theta_{\text{gem.}}$  (22°C)



Grafiek 4.

gem. temperatuursverloop in verschillende transportmiddelen

$\theta_{\text{max.}}$  ( $22^{\circ}\text{C}$ )



Grafiek 5.

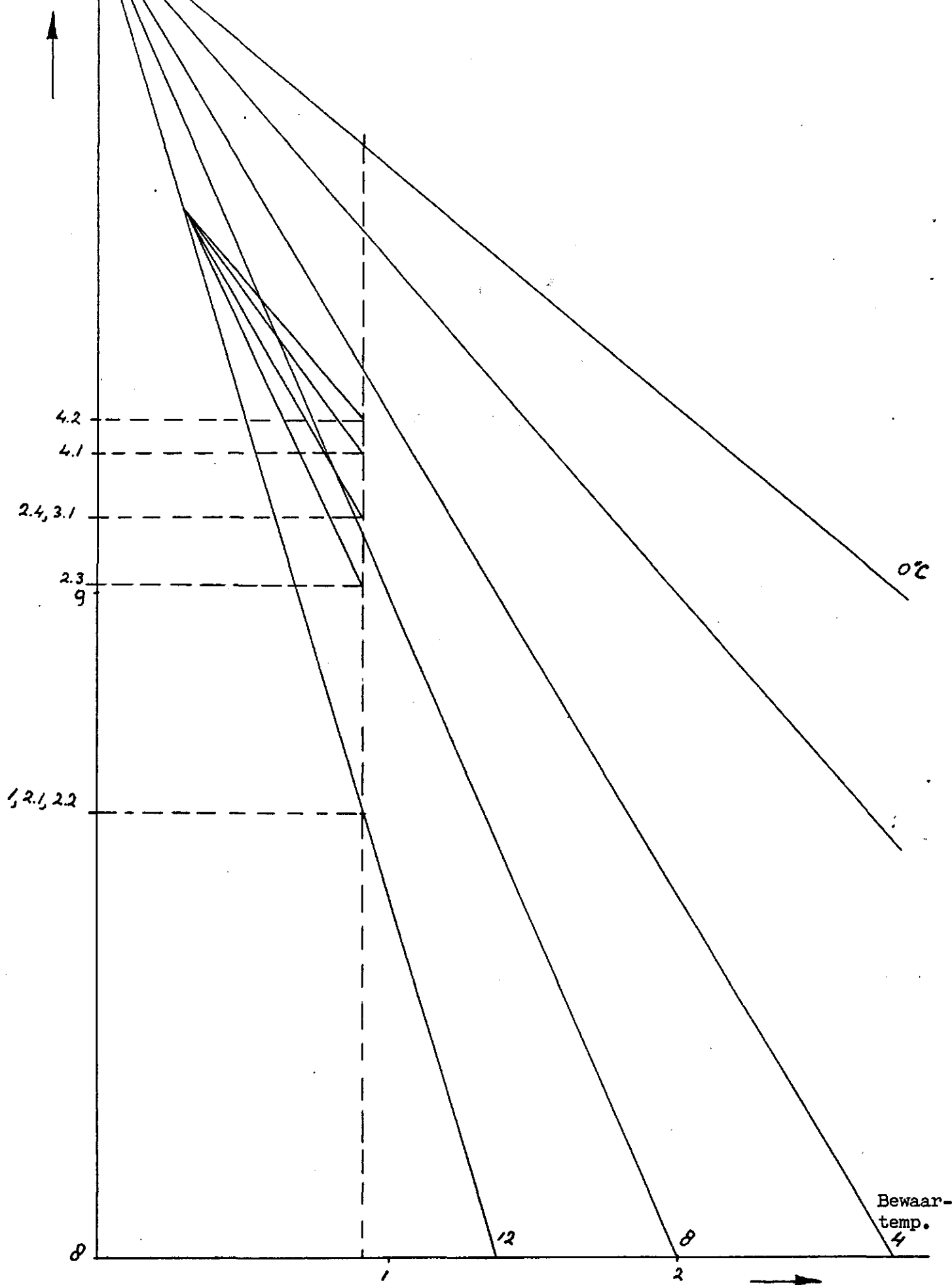
max. temperatuursverloop in verschillende transportmiddelen

Kwaliteitsverloop

vers

10

$\theta_{\text{gem.}} (12^{\circ}\text{C})$



1.2, 2.2

4.2

4.1

2.4, 3.1

2.3  
9

0°C

Bewaar-  
temp.  
4

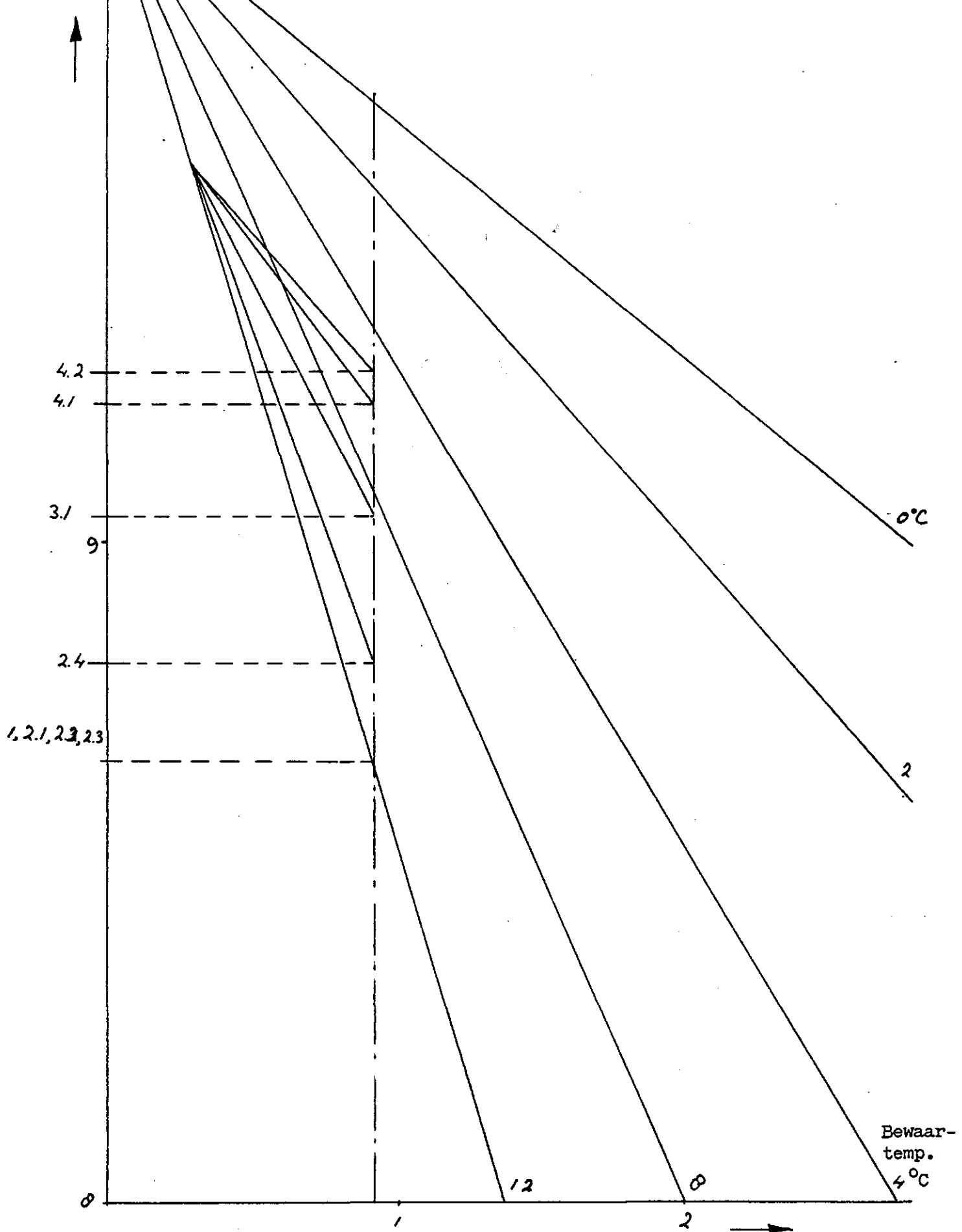
Kwaliteitsverloop van sla.  
Grafiek 6.

aantal dagen na oogst

Kwaliteitsverloop  
vers

10

$\theta_{max.}$  (12° ong.)

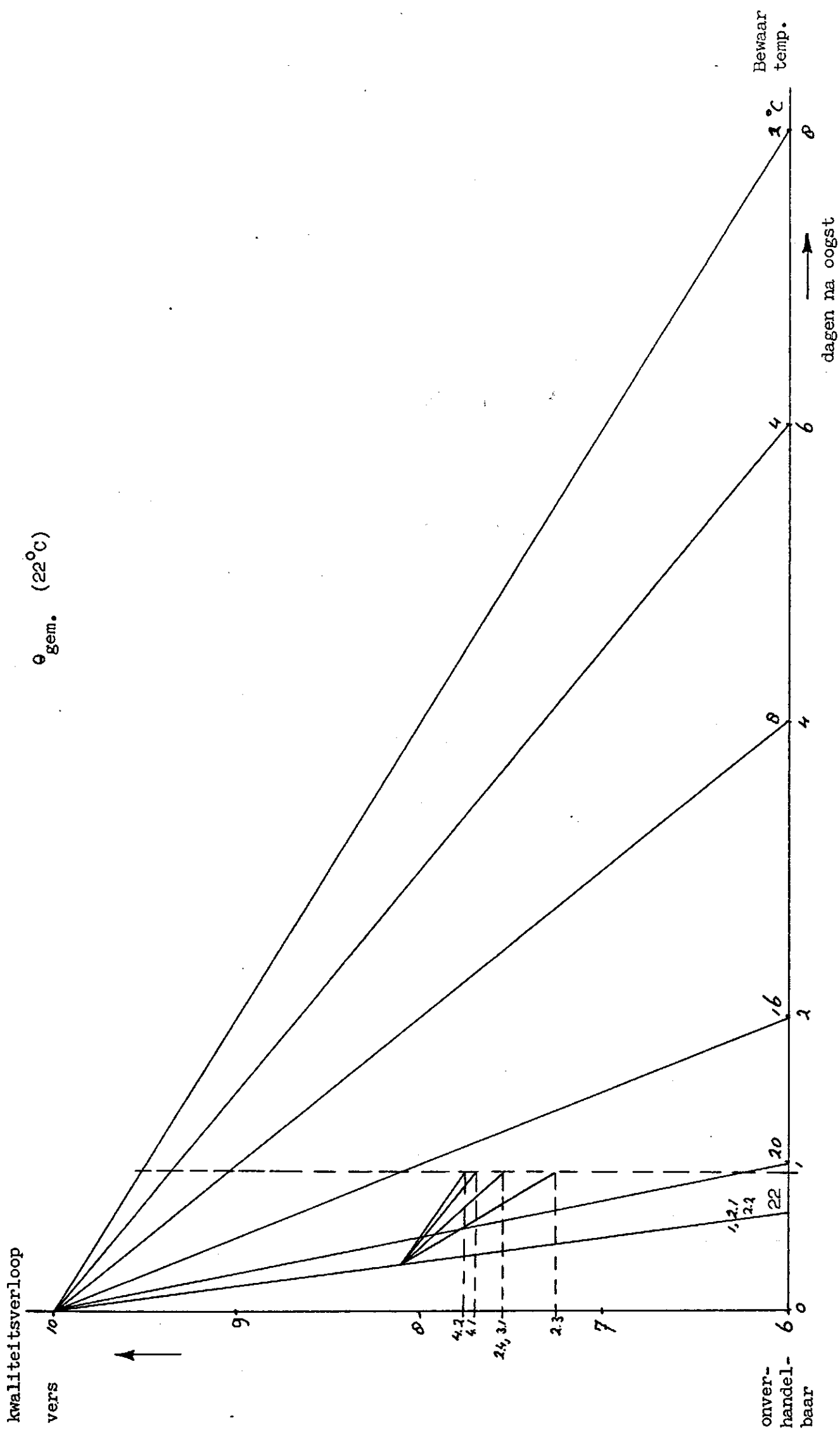


4.2  
4.1  
3.1  
9  
2.4  
1, 2, 1, 2, 2, 2, 3

Bewaar-  
temp.  
4°C

Kwaliteitsverloop van sla.  
Grafiek 7.

aantal dagen na oogst



Kwaliteitsverloop van sla.



