

SPRENGER INSTITUUT
Haagsteeg 6, 6700 AA Wageningen
Tel.: 08370-19013

*(Publikatie uitsluitend met
toestemming van de directeur)*

RAPPORT NO. 2034

Ing. H. van der Krieke

BEREKENING VAN DE WARMTEPRODUKTIE EN DE
SOORTELIJKE WARMTE VAN TUINBOUWPRODUKTEN
UIT MEETRESULTATEN VAN DE ADIABATISCHE
CALORIMETER

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut.
Proj. no. 49

Inhoudsopgave:

| | |
|--|---|
| 1. Samenvatting | 1 |
| 2. Inleiding | 2 |
| 3. Invoer bij het computerprogramma | 2 |
| 4. Berekening van de benodigde grootheden | 5 |
| 4.1 Temperatuur - tijdcurve | 5 |
| 4.2 Temperatuur - tijdafgeleide | 5 |
| 4.3 Evenredigheidsconstante α | 5 |
| 4.4 Massa bij de betreffende meettemperaturen | 6 |
| 4.5 Warmteproductie en soortelijke warmte | 6 |
| 5. Uitvoer | 7 |
| 6. Gebruik van ADIACAL in samenhang met plotprogramma | 7 |
| 7. Conclusies | 8 |
| 8. Literatuur | 8 |
| 9. Bijlagen | 9 |

1. Samenvatting

Door gebruik te maken van het rekenprogramma "ADIACAL" is het mogelijk de warmteproductie en de soortelijke warmte van tuinbouwprodukten te berekenen uit metingen met de adiabatische calorimeter en wel in het bijzonder met een correctie voor massaverlies en verlies van voelbare warmte als gevolg van het verdampen van vocht.

De warmteproductie, niet gecorrigeerd voor vochtverlies, is eenvoudig en direct uit de meetgegevens af te leiden. Men wil echter over de gecorrigeerde warmteproductie beschikken omdat alleen dit gegeven kan worden gebruikt voor het vaststellen van het te installeren koelvermogen bij gekoelde bewaarplaatsen. Er kunnen belangrijke verschillen optreden tussen de niet-gecorrigeerde en de gecorrigeerde grootheden (zie bijlagen).

Het aantal meetgegevens dat per meting ingevoerd moet worden is bij deze versie van het rekenprogramma aanmerkelijk geringer dan bij de versie vermeld in lit. 1. Over het temperatuurtraject 5°C t/m 40°C behoeven slechts 56 temperaturen te worden geponst. Bij het programma met het oude rekensysteem werd tijdens het doorlopen van het temperatuurtraject ieder uur de temperatuur afgelezen en dienden alle temperaturen te worden geponst. Het huidige programma levert dus een belangrijke tijdsbesparing op.

Het rekensysteem waarmee nu wordt gewerkt is de Wang 2200.

2. Inleiding

Voor de wijze waarop de warmteproduktie wordt gemeten met behulp van de adiabatistische calorimeter wordt verwezen naar lit. 1 en 2. Het rekenprogramma "ADIACAL" berekent de warmteproduktie en eventueel de soortelijke warmte bij de temperaturen 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40°C en schept de mogelijkheid een correctie aan te brengen op de warmteproduktie in verband met massaverlies en verlies van voelbare warmte door verdamping. De verdampingswarmte van water is hoog en bedraagt ca. 2500 kJ/kg. De voor de verdamping benodigde warmte moet geleverd worden uit de door het produkt geproduceerde warmte. Daarom heeft verdamping van een kleine hoeveelheid vocht een grote invloed op het meetresultaat. Tijdens de opslag van produkt, waarbij warmteproduktie gepaard gaat met verdamping, resulteert een effectieve warmteproduktie, die sterk kan verschillen van de "absolute", slechts door de temperatuur en niet door vochtverlies beheerste warmteproduktie (zie lit. 1, 2).

Het rekenprogramma verricht een aantal op elkaar volgende handelingen:

- invoer van de gegevens,
- berekening van de temperatuur-tijdkromme,
- berekening van de temperatuurstijging per tijdseenheid bij de genoemde meettemperaturen,
- berekening van de dampdrukdeficiten nodig voor de verdeling van het massaverlies over het temperatuurtraject,
- berekening van het over de meetperiode gesommeerde dampdrukdeficit en van de evenredigheidsconstante α , waarmee het momentane verlies aan vocht uit het op dat tijdstip heersende dampdrukdeficit kan worden afgeleid,
- berekening van de massa bij de verschillende temperaturen,
- berekening van de warmteproduktie en de soortelijke warmte uit het voorgaande,
- uitvoer.

3. Invoer

De gegevens nodig voor de berekening, die achtereenvolgens gevraagd worden, zijn:

- tijdsinterval in uren, dat wil zeggen de tijd tussen twee opeenvolgende temperatuurwaarnemingen.

- aantal uren na laatste waarde, dat wil zeggen de tijd in uren, die ligt tussen de laatst ingevoerde temperatuurwaarneming en het einde van de meting.
- het temperatuurverschil in °C, dit is het constante temperatuurverschil dat wordt onderhouden tussen het door het meetvat geleide en met waterdamp verzadigde gasmengsel en het produkt. Bijvoorbeeld een temperatuurverschil van 2°C bij een relatieve vochtigheid van \pm 90%.
- massa van vat 1 begin, eind (kg). Het begin- en eindgewicht van het produkt in meetvat 1 wordt gevraagd in kg.
- de begintemperatuur in °C, hiermee wordt de produkttemperatuur bij de start van de meting bedoeld.
- laatste temperatuur, waarbij opgave van de warmteproduktie wordt gewenst. Dit is het laatste temperatuurniveau in °C (een veelvoud van 5°C), waarbij de warmteproduktie berekend moet worden.
- produkt, hier dient de produktnaam te worden gegeven.
- pointer C (is de soortelijke warmte bekend of niet bekend)
 - 0 - wel bekend
 - 1 - niet bekend

Is de soortelijke warmte bekend (0), dan wordt deze opgevraagd (in J/kgK). Daarna start het inlezen van de ponsband met daarop de temperatuur en tijdgegevens.

De gegevens zijn als volgt op de ponsband vastgelegd:

Rond het meetpunt (dit is van de reeks waargenomen temperaturen de temperatuur die zich het dichtst bij één der gewenste temperaturen 5, 10, 1540°C bevindt) worden drie lagere en drie hogere temperaturen geponst. De intervalperiode tussen twee geponste temperaturen is via de invoer met het toetsenbord gegeven. Na de rij van 7 meetpunten wordt 99999 geponst en de rij wordt voorafgegaan door de tijd in uren, die verstreken is tussen de laatst waargenomen temperatuur bij het voorgaande meetpunt en de eerst waargenomen temperatuur van het actuele meetpunt.

Voorbeeld: 99999

| | |
|-----|--|
| 60 | aantal uren van begintemperatuur tot 4,7°C |
| 4,7 | } serie van 7 meetpunten |
| 4,8 | |
| 4,9 | |
| 5 | |
| 5,1 | |
| 5,2 | |
| 5,3 | |

| | |
|-------|---------------------------------|
| 99999 | |
| 80 | aantal uren van 5,3°C tot 9,4°C |
| 9,4 | } serie van 7 meetpunten |
| 9,6 | |
| 9,8 | |
| 10 | |
| 10,2 | |
| 10,4 | |
| 10,6 | |
| 99999 | |
| enz. | |

De ponsband wordt afgesloten met X-off.

Ieder getal (temperatuur) op de ponsband dient te worden afgesloten met een CR/LF.

Indien de soortelijke warmte berekend moet worden uit de meting (1 via toetsenbord), is nog een aantal extra gegevens nodig, nl.:

-massa van vat 2, begin, eind: het begin- en eindgewicht van het produkt in meetvat 2 in kg.

-stookvermogen in Watt, het via de verwarmingsdraad toegevoerde stookvermogen in meetvat 2.

Nu wordt na de eerste ponsband een tweede ponsband of tweede deel van de ponsband ingelezen, waarop de gegevens, die nodig zijn voor de berekening van soortelijke warmte zijn vastgelegd. Dit is een reeks temperaturen, waargenomen bij het tweede meetvat met het reeds bekende tijdsinterval. Deze reeks beslaat het gehele temperatuurtraject dat door de calorimeter wordt doorlopen. Het aantal temperaturen, dat geponst moet worden in dit geval is gering, omdat in het gestookte meetvat de eindtemperatuur veel eerder wordt bereikt.

De laatste ponsband moet ook worden afgesloten met X-off.

4. Berekening van de benodigde grootheden

4.1 Berekening van de temperatuur-tijd-kromme

De temperatuur-tijd-kromme van de calorimeter (T in °C en t in uren), die vaak een S-vorm vertoont, wordt benaderd door een vijfdegraads polynoom: $T = a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4 + ft^5$. Door middel van matrixberekening worden de coëfficiënten a, b, c, d, e en f bepaald.

4.2 Berekening van de temperatuur-tijd-afgeleide $\frac{dT}{dt}$ in $\frac{K}{h}$

De afgeleide van de temperatuur naar de tijd bij een temperatuur T_4 wordt uit zeven temperatuurgegevens als volgt berekend:

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_{T_4} = \frac{1}{60 \Delta t} (-T_1 + 9T_2 - 45T_3 + 45T_5 - 9T_6 + T_7)$$

Hierin is T_4 een temperatuur van de reeks 5°C, 10°C ... 40°C,

Δt een tijdsinterval tussen twee temperaturen (zie invoer).

Het programma berekent de warmteproductie met afgeleiden van de gemeten temperatuur-tijdcurve, dus temperaturen die verkregen zijn uit ingevoerde meetpunten. Berekening van de afgeleiden uit de berekende temperatuur-tijd-kromme (zie 4.1) blijkt vooral bij de lage temperaturen grote afwijkingen te geven. In feite is de benadering met een vijfdegraads polynoom in dit gebied te goed en slingert de kromme zich enigszins rond de ingevoerde meetpunten.

4.3 Berekening van de evenredigheidsconstante α (kgwater/h·Pa)

De afgeleide van de massa naar de tijd $\frac{dm}{dt}$ wordt evenredig verondersteld met het dampdrukdeficit Δp .

De nodige verzadigingsdampdrukken worden berekend met de Magnus-formule:

$$P_{\text{verz}} = 10^{2,7857 + \frac{7,5 T}{237,3 + T}} \quad (T \text{ in } ^\circ\text{C} \text{ en } P \text{ in Pa})$$

Het dampdrukdeficit Δp is: $\Delta p = P_{\text{verz}T} - P_{\text{verz}T_1}$

Hierin is T_1 de temperatuur waarbij de in het meetvat gevoerde lucht is verzadigd met waterdamp. Deze lucht wordt daarna opgewarmd tot de temperatuur van het meetvat T. T_1 volg T als functie van de tijd met een voor iedere meting vast gekozen temperatuurverschil, dat afhangt van de gewenste relatieve vochtigheid.

kan nu berekend worden uit: $\alpha = \frac{\Delta m}{T} \int_0^t \Delta p dt$

waarin: Δm = totale massaverlies, dat gedurende de meting is opgetreden.

T = tijdsduur van de meting

Δp is een functie van de tijd, verkregen door de Magnus-formule toe te passen op de temperaturen T en T_1 . Beide functies van de tijd.

De functie voor T is berekend volgens paragraaf 4.1.

4.4 Berekening van de massa bij de betreffende meettemperaturen

De massa bij de meettemperatuur T wordt berekend met

$$M_T = M_{T_{start}} - \alpha \cdot \int_0^t \Delta p \cdot dt$$

waarin t = tijdstip waarop de meettemperatuur T is bereikt.

4.5 Warmteproductie en soortelijke warmte

De ongecorrigeerde formules

warmteproductie bij temperatuur T :

$$W_T = \frac{1}{3,6} \left[C_T \frac{dT_1}{dt} \right]_T \quad (\text{mW/kg})$$

en soortelijke warmte bij temperatuur T :

$$C_T = \frac{1}{3600} \left[\frac{P}{m_2 \left(\frac{dT_2}{dt} - \frac{dT_1}{dt} \right)} \right]_T \quad (\text{J/kgK})$$

gaan met gebruik van de voorgaande afleidingen over in:

$$W_T = \frac{1}{3,6} \left[C_T \frac{dT_1}{dt} + \frac{Q_V}{m_1} \alpha_1 \Delta p_1 \right]_T \quad (\text{mW/kg})$$

$$C_T = \frac{1}{3600} \left[\frac{m_2^* P + Q_V (\alpha_1 \Delta p_1 m_2^* - \alpha_2 \Delta p_2 m_1^*)}{m_1^* m_2^* \left(\frac{dT_2}{dt} - \frac{dT_1}{dt} \right)} \right]_T \quad (\text{J/kgK})$$

Hierin is:

- W_T = warmteproductie bij temperatuur T mW/kg
- C_T = soortelijke warmte bij temperatuur T J/kg K
- T = Temperatuur °C
- T_1 = temperatuur in vat 1 °C
- T_2 = temperatuur in vat 2 °C
- t = tijd h
- Q_{VT} = verdampingswarmte van water bij temperatuur T J/kg
- m = massa index 1 of 2 betekent: vat 1 of vat 2
- $*$ = gecorrigeerd voor vochtverlies op het moment dat temperatuur T is bereikt
- α = evenredigheidsconstante (index 1 of 2; vat 1 of 2) kg_{water}/Pa h

5. Uitvoer

De uitvoer van het programma bestaat uit:

- a. massa en afgeleide van de temperatuur-tijdcurve vs. temperaturen (tabel)
- b. warmteproduktie en soortelijke warmte vs. temperaturen (tabel)
- c. evenredigheidsconstante α
- d. grafieken van temperatuur vs. tijd en warmteproduktie vs. temperatuur.

De grafieken worden gemaakt met het programma "PLOTMUS" (cassette 29, blok 2).

6. Gebruik van ADIACAL in samenhang met het plot-programma

Het gebruik van het programma "ADIACAL" is als volgt:

- 1. het inlezen van het programma,
- 2. het plaatsen van een lege datacassette voor opvang van de output voor zover nodig bij het programma PLOTMUS;
- 3. inzetten van de ponsband,
- 4. runnen van ADIACAL (voor de input zie pag. 2)
Voor meerdere produkten evenzoveel cassettes gebruiken
- 5. clear het programma ADIACAL,
- 6. lees het programma PLOTMUS is,
- 7. runnen van PLOTMUS

Nu wordt gevraagd welke variabelen men als x en y variabelen wil gebruiken.

Voor elk produkt moet er nu worden ingevoerd:

| | (grafiek no.) | (x-var.) | (y-var.) | (serie no.) |
|--|---------------|----------|----------|-------------|
| warmteproduktie (gecorrigeerd)- temperatuur | 1 | 1 | 2 | 1 |
| warmteproduktie (niet gecor- rigeerd) - temperatuur | 2 | 1 | 3 | 1 |
| temperatuur als functie van tijd | 3 | 4 | 1 | 2 |

Als bijlagen zijn een listing van het programma en de uitvoer voor enige produkten opgenomen.

7. Conclusies

- Dit programma berekent de warmteproductie en soortelijke warmte op twee manieren, nl. niet gecorrigeerd voor massaverlies (= vochtverlies) tijdens de meting, maar ook met vochtcorrectie. Dat deze gecorrigeerde warmteproductie aanzienlijke verschillen met de niet gecorrigeerde warmteproductie kan hebben, blijkt uit de voorbeelden in de bijlage 2.
- Het feit dat voor de gecorrigeerde warmteproductie niet alle, maar ongeveer 50 temperaturen geponst moeten worden, betekent een grote tijdsbesparing in vergelijking met het rekenprogramma, dat opgesteld werd voor het vorige computersysteem.

8. Literatuur

1. Rudolph J.W., W. Verbeek, F.H. Fockens.
Measuring heat production of respiring produce under normal and CA-storage conditions with an adiabatic calorimeter.
Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 10, 153-158 (1977)
2. Verbeek W., J.W. Rudolph J.
De bepaling van de warmteproductie van tuinbouwprodukten met behulp van een adiabatische calorimeter.
Koeltechniek 70 (1977) nr. 11 (november)

```
20 REM (ADIACAL)
30 DIM A(70),D(40),E(8),M(40),M1(9),C(8),P(40),P1(8),X(9),P2
(40),X1(56,6),Y1(56),G(6,56),I(6,6),B1(6),S(6),B(40)
40 INPUT "TIJD IN UREN ",H
50 INPUT "AANTAL UREN NA LAATSTE WAARDE",H1
60 INPUT "TEMP.VERSCHIL IN 'C",T1
70 INPUT "MASSAVAT1 BEGIN,EIND",M(1),M
80 INPUT "BEGINTEMPERATUUR",T5
90 INPUT "EINDTEMPERATUUR WAARBY WARMTEPRODUKTIE GEWENST",T2
100 INPUT "FRODUKT",U$
110 REM C ONBEKEND Z=1
120 REM C BEKEND Z=0
160 INPUT "BESLISSINGSVARIABELE C",Z
161 IF Z=1 THEN 170
162 INPUT "SOORTELIJKE WARMTE",C1
170 MAT A=ZER
180 DATA LOAD /618,A()
190 IF Z=0 THEN 240
200 INPUT "MASSA VAT 2 BEGIN,EIND",M1(1),M1
210 INPUT "STOOKVERMOGEN IN WATT ",P
220 MAT B=ZER
230 DATA LOAD /618,B( )
240 FOR I=1 TO 70
250 IF A(I)=0 THEN 260:NEXT I
260 N=I-1
270 I=70:NEXT I
280 FOR I=1 TO 255
290 IF B(I)=0 THEN 300:NEXT I
300 G=I-1
310 I=255:NEXT I
320 X=0
330 FOR I=1 TO N
340 IF A(I)<>99999 THEN 360
350 X=X+7+A(I+1)
360 NEXT I
370 Y=X+H1
380 X(1)=0
390 R=0
400 FOR I=1 TO N
410 IF A(I)<>99999 THEN 480
420 R=R+1
430 IF R<>1 THEN 460
440 A2=3
450 GOTO 470
460 A2=6
470 X(R+1)=X(R)+A(I+1)+A2*H
480 NEXT I
490 R=0
500 A1=0
510 I1=1
520 S=T5
530 B=T5*2
540 FOR I=1 TO N
550 IF A(I)=99999 THEN 570
560 GOTO 600
570 I=I+1
580 A1=A1+A(I)
590 GOTO 760
600 I1=I1+1
610 X1(1,1)=1
620 X1(1,2)=1
630 X1(1,3)=1
640 X1(1,4)=1
641 X1(1,5)=1
```

```

642 X1(I1,6)=1
650 Y1(I1)=T5
660 X1(I1,1)=1
670 X1(I1,2)=A1
680 X1(I1,3)=A1↑2
690 X1(I1,4)=A1↑3
700 X1(I1,5)=A1↑4
710 X1(I1,6)=A1↑5
720 Y1(I1)=A(I)
730 S=S+Y1(I1)
740 B=B+Y1(I1)↑2
750 A1=A1+H
760 NEXT I
770 MAT G= TRN(X1)
780 MAT I=G*X1
790 MAT I=INV(I)
800 MAT S=G*Y1
810 MAT B1=I*S
820 N2=I1
830 I1=0
840 FOR I1=1 TO N2
850 R1=R1+(Y1(I1)-B1(1)-B1(2)*X1(I1,2)-B1(3)*X1(I1,3)-B1(4)*X1(I
1,4)-B1(5)*X1(I1,5)-B1(6)*X1(I1,6))↑2
860 NEXT I1
870 B=B-S↑2/I1
880 K1=SQR((B-R1)/B)
890 SELECT PRINT 215(112)
900 PRINT HEX(OE); "ADIACAL"
910 PRINT HEX(OE); "PRODUKT="; U$
920 PRINT
930 PRINT "CORR. COEFF.="; K1
940 F1=0
950 FOR T3=1 TO Y STEP H
960 Y3=B1(1)+B1(2)*T3+B1(3)*T3↑2+B1(4)*T3↑3+B1(5)*T3↑4+B1(6)*T3↑
5
980 F1=F1+(10↑(0.6609+7.5*Y3/(237.3+Y3))-10↑(0.6609+7.5*(Y3
-T1)/(237.3+Y3-T1)))↑*H
990 NEXT T3
1000 K=0
1010 R=0
1020 T=5
1030 FOR I=1 TO N
1040 IF A(I+1)=99999 THEN 1200
1050 IF ABS(A(I)-T) > ABS(A(I+1)-T) THEN 1210
1060 K=K+1
1070 P(K+1)=0
1080 D(K)=(A(I-2)-8*A(I-1)+8*A(I+1)-A(I+2))/(12*H)
1090 R=R+1
1100 P2(K)=(10↑(0.6609+7.5*T/(237.3+T))-10↑(0.6609+7.5*(T-T1)/(2
37.3+T-T1)))↑*H
1110 FOR T3=1 TO X(R+1) STEP H
1120 Y4=B1(1)+B1(2)*T3+B1(3)*T3↑2+B1(4)*T3↑3+B1(5)*T3↑4+B1(6)*T3
↑5
1130 P(K+1)=P(K+1)+(10↑(0.6609+7.5*Y4/(237.3+Y4))-10↑(0.6609+7
.5*(Y4-T1)/(237.3+Y4-T1)))↑*H
1140 NEXT T3
1150 F=(M(1)-M)/(P1)
1160 M(K+1)=M(K)-F*(P(K+1)-P(K))
1170 T=T+5
1180 IF T <= T2 THEN 1210; I=N; NEXT I; GOTO 1220
1190 GOTO 1210
1200 I=I+2; GOTO 1210
1210 NEXT I
1220 IF Z=0 THEN 1410
1230 L=1
1240 P(1)=0

```

```

1250 T=5
1260 P2=0
1270 FOR I=1 TO G
1280 P2=P2+(10↑(0.6609+7.5*B(I)/(237.3+B(I)))-10↑(0.6609+7.5*(B(
I
)-T1)/(237.3+B(I)-T1)))*H
1290 NEXT I
1300 FOR I=1 TO G
1310 P2(L+1)=P2(L+1)+(10↑(0.6609+7.5*B(G)/(237.3+B(G)))-10↑(0.66
09+7.5*(B(G)-T
1)/(237.3+B(G)-T1)))*H
1320 IF ABS(B(I)-T) > ABS(B(I+1)-T) THEN 1390
1330 E(L)=(B(I-2)-8*B(I-1)+8*B(I+1)-B(I+2))/(12*H)
1340 P1(L)=(10↑(0.6609+7.5*T/(237.3+T))-10↑(0.6609+7.5*(T-T1)/(2
3
7.3+T-T1)))*H
1350 F1=(M1(L)-M1)/P2
1360 M1(L+1)=M1(L)-F1*(P2(L+1)-P2(L))
1370 T=T+5
1380 L=L+1
1390 IF T<T2 THEN 1400:I=G:NEXT I:GOTO 1410
1400 NEXT I
1410 DATA 8
1420 DATA 2488.6E3,2476.9E3,2465.1E3,2453.4E3,2441.7E3,2429.9E3,
2418.0E3,2406.2E3
1430 READ N
1440 L=0
1470PRINTUSING 2310
1480 T,L=0
1490 FOR K=1 TO N
1500 L=L+1
1510 T=T+5
1520 PRINTUSING 2280,T;D(K);E(L);M(K+1);M1(L+1)
1530 NEXT K
1540 PRINT
1550 PRINT
1560PRINTUSING 2320
1570 T,L=0
1581 DATA SAVE OPEN "PLOT.DAT"
1582 DATA SAVE 4,2
1583 DATA SAVE 8
1584 DATA SAVE "TEMP. ('C)", "W. PROD. (MW/KG)", "W. PROD. *(MW/KG)",
"TYD(UREN)"
1585DATA SAVE U$
1586 FOR K=1 TO N
1590 IF M(K+1)>0 THEN 1600:NEXT K:GOTO 1721
1600 T=T+5
1610 READ V
1620 L=L+1
1630 IF Z=0 THEN 1670
1640 C(K)=(M(K+1)*P+V*(F*P2(K)*M1(L+1)/3600-F1*P1(L)*M(K+1)/3600
))/(M(K+1)*M1(L+1)*(E(L)-D(K)))
1650 W=(V*F*P2(K)/(M(K+1))+((M(K+1)*C(K)+4200)/(M(K+1)))) *D(K
))/3.6
1660 GOTO 1700
1670 W1=((M(K+1)*C1+4200)/(M(K+1))) *D(K))/3.6
1680 W=(V*F*P2(K)/(M(K+1))+((M(K+1)*C1+4200)/M(K+1))) *D(K
))/3.6
1690 Z1=W1*24*3600/(1000*4.19002)
1700 Z3=W*24*3600/(1000*4.19002)
1701 DATA SAVE T,W,W1,0
1710PRINTUSING 2290,T;C(K);W1;W;Z1;Z3
1720 NEXT K
1721DATA SAVE END
1726DATA SAVE U$
1727 FOR T3=1 TO Y STEP.5
1728Y3=B1(1)+B1(2)*T3+B1(3)*T3↑2+B1(4)*T3↑3+B1(5)*T3↑4+B1(6)*T3↑
5
1729 DATA SAVE Y3,0,0,T3

```

```

1730 NEXT T3
1731 DATA SAVE END
1735 PRINT
1740 PRINT "*=NIET GECORRIGEERD VOOR VOCHTVERLIES"
1745 PRINT USING 2350, "ALPHA 1=";F, "ALPHA 2=";F1
1748 DATA SAVE END
1749 REWIND
1750 END
2280 Z###.##          ###.###          ###.###          ###.###          #
##.###
2290 Z###.##   ###.##   ###.##   ###.##   ###.##
      #####.##
2300 % ##### ##.#####
2310 % T, 'C          DT/DT1, 'C/H          DT/DT2, 'C/H          M1, KG          M
2, KG
2320 %T, 'C          C, J/KG'C          W*, MW/KG          W, MW/KG          W*, KCAL/TON
24H          W, KCAL/TON24H
2350 % ##### ##.#####

```

ADIACAL
 PRODUKT=CHAMPIGNONS HAND GE00GST

bijlage 2

CORR. COEFF. = .99977363002

| T, °C | DT/DT1, °C/H | DT/DT2, °C/H | M1, KG | M2, KG |
|-------|--------------|--------------|--------|--------|
| 5.00 | 0.110 | 0.000 | 12.989 | 0.000 |
| 10.00 | 0.230 | 0.000 | 12.964 | 0.000 |
| 15.00 | 0.430 | 0.000 | 12.950 | 0.000 |
| 20.00 | 0.671 | 0.000 | 12.938 | 0.000 |
| 25.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 35.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 40.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

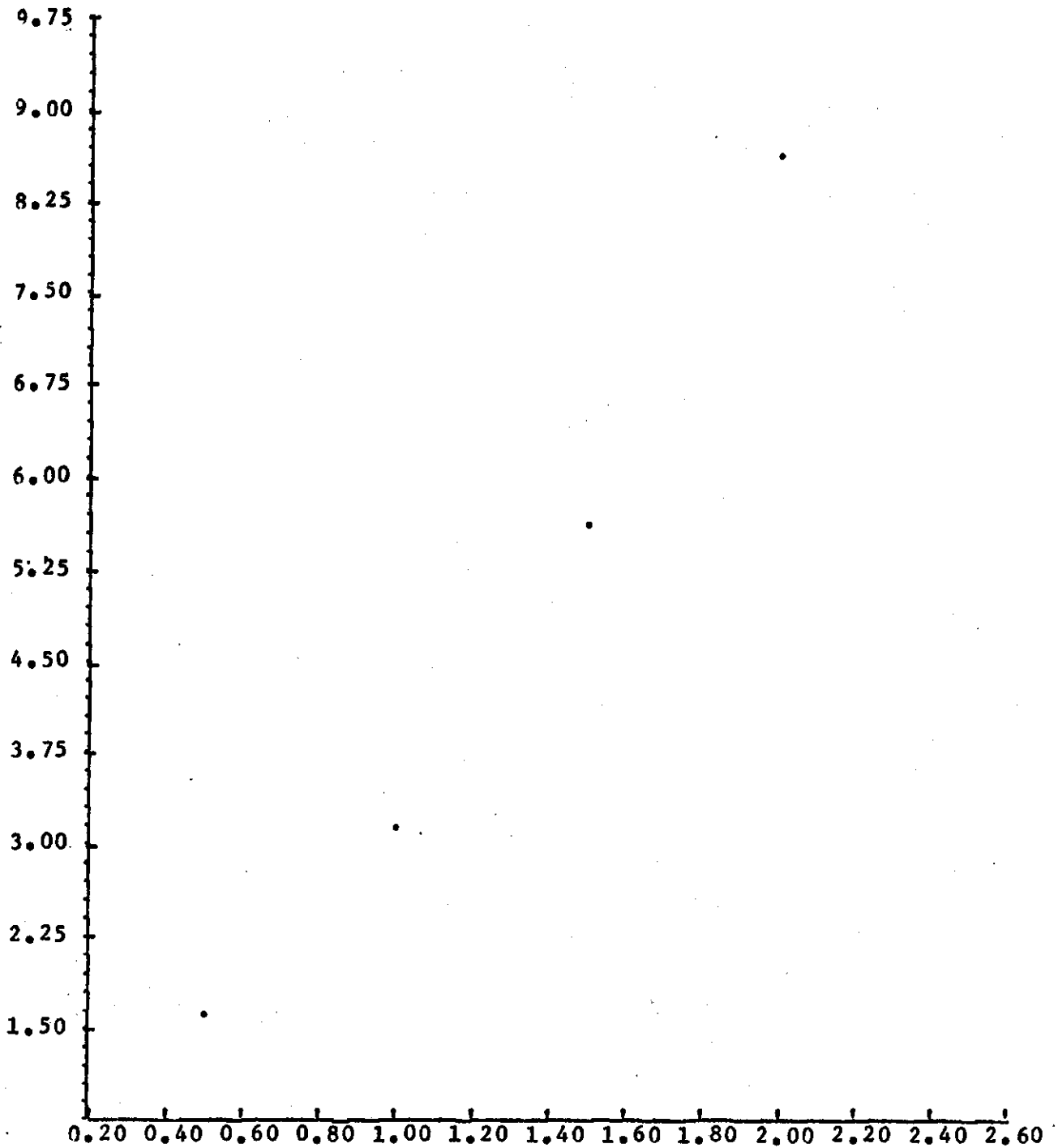
| T, °C | C, J/KG°C | W, MW/KG | W, MW/KG | W*, KCAL/TON24H | W, KCAL/TON24H |
|-------|-----------|----------|----------|-----------------|----------------|
| 5.00 | 0.0 | 127.5 | 163.6 | 2629.4 | 3374.3 |
| 10.00 | 0.0 | 266.6 | 315.4 | 5498.8 | 6505.2 |
| 15.00 | 0.0 | 498.5 | 563.6 | 10281.3 | 11622.4 |
| 20.00 | 0.0 | 778.8 | 864.4 | 16060.7 | 17826.1 |

**NIET GECORRIGEERD VOOR VOCHTVERLIES

ALPHA 1 0.000790 (kg water/Pa·h)

ALPHA 2 0.000000 (kg water/Pa·h)

Gecorrigeerde warmteproductie - temperatuurcurve van handgeogste champignons



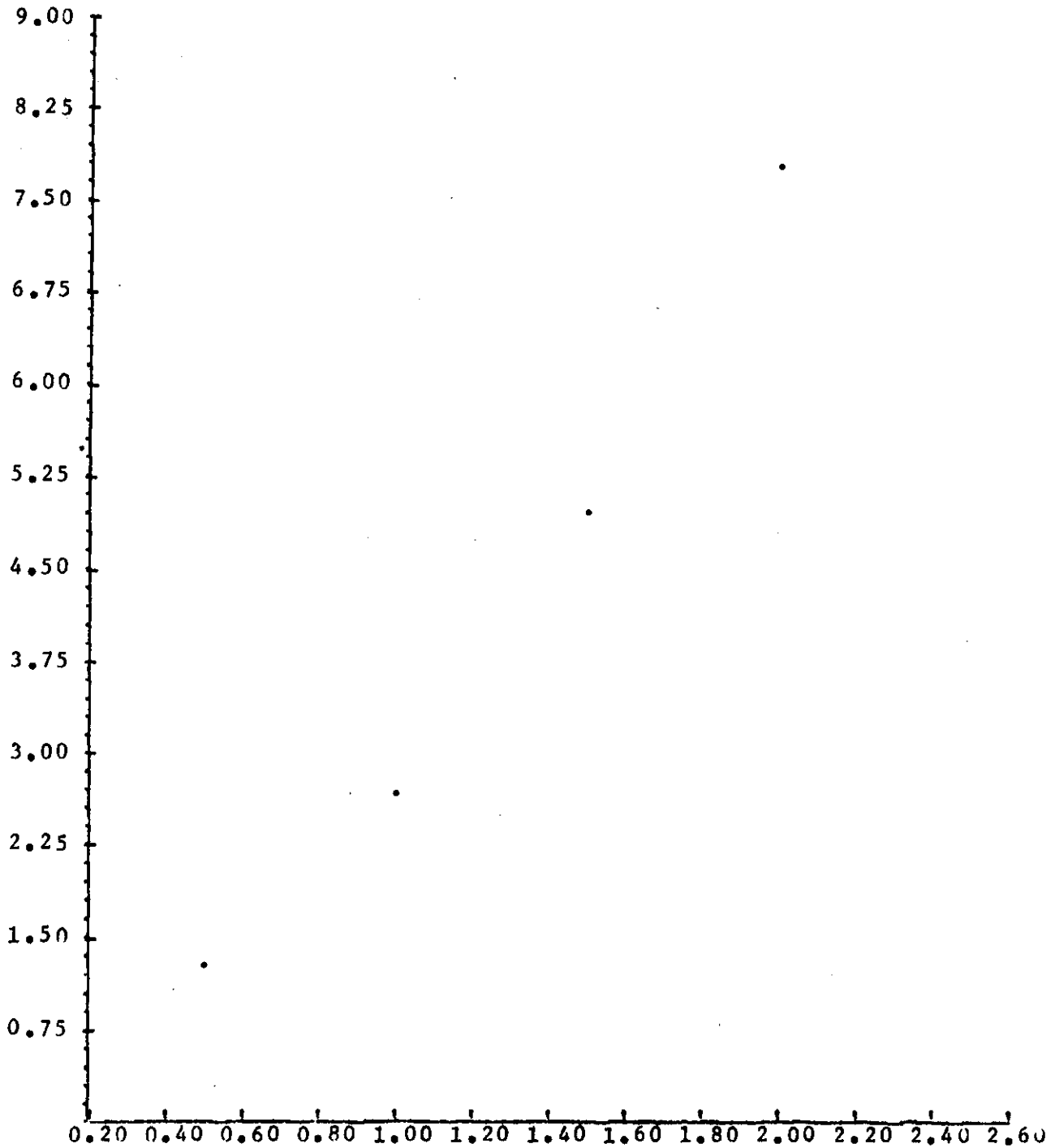
LEGENDE GRAFIEK 1

X -AS (schaalfactor 10)= TEMP. (°C)

Y -AS (schaalfactor 100)= W.PROD. (MW/KG)

•••=CHAMPIGNONS HAND GEOOGST

Niet-gecorrigeerde warmteproductie - temperatuurcurve van handgeogste champignons

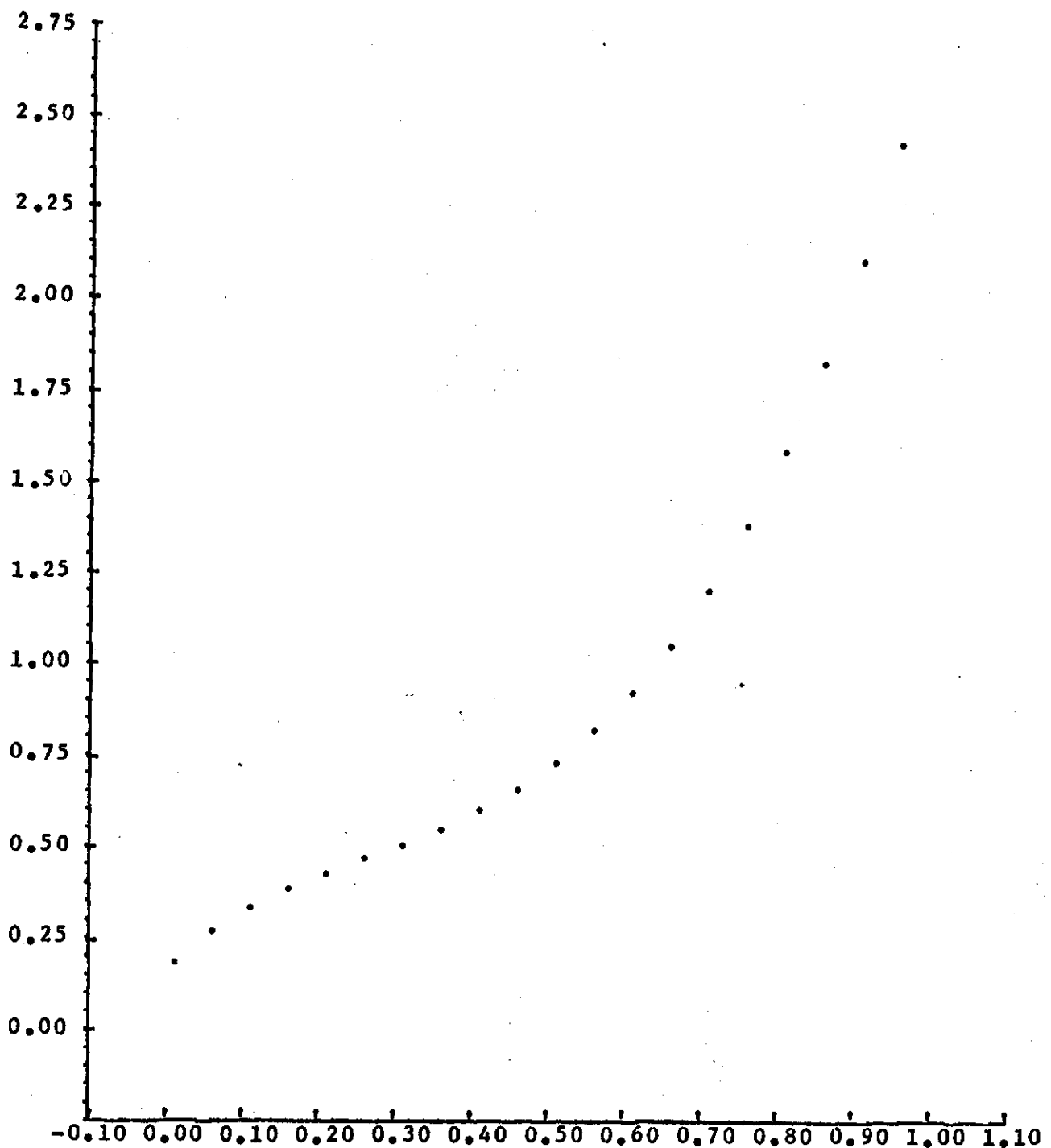


LEGENDE GRAFIEK 2

X -AS (schaalfactor 10)= TEMP. (°C)
Y -AS (schaalfactor 100)= W.PROD. *(MW/KG)

...=CHAMPIGNONS HAND GEOOGST

Temperatuur - tijd curve (bulkopslag) van handgeogste champignons



LEGENDE GRAFIEK 3

X -AS (schaalfactor 100)= TYD(UREN)

Y -AS (schaalfactor 10)= TEMP.('C)

...=CHAMPIGNONS HANDGEOOGST

ADIACAL
 PRODUKT=SCHORSSENEREN

CORR. COEFF. = .9999287822

| T, °C | DT/DT1, °C/H | DT/DT2, °C/H | M1, KG | M2, KG |
|-------|--------------|--------------|--------|--------|
| 5.00 | 0.024 | 0.000 | 14.484 | 0.000 |
| 10.00 | 0.027 | 0.000 | 14.453 | 0.000 |
| 15.00 | 0.045 | 0.000 | 14.423 | 0.000 |
| 20.00 | 0.057 | 0.000 | 14.391 | 0.000 |
| 25.00 | 0.067 | 0.000 | 14.355 | 0.000 |
| 30.00 | 0.080 | 0.000 | 14.315 | 0.000 |
| 35.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 40.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

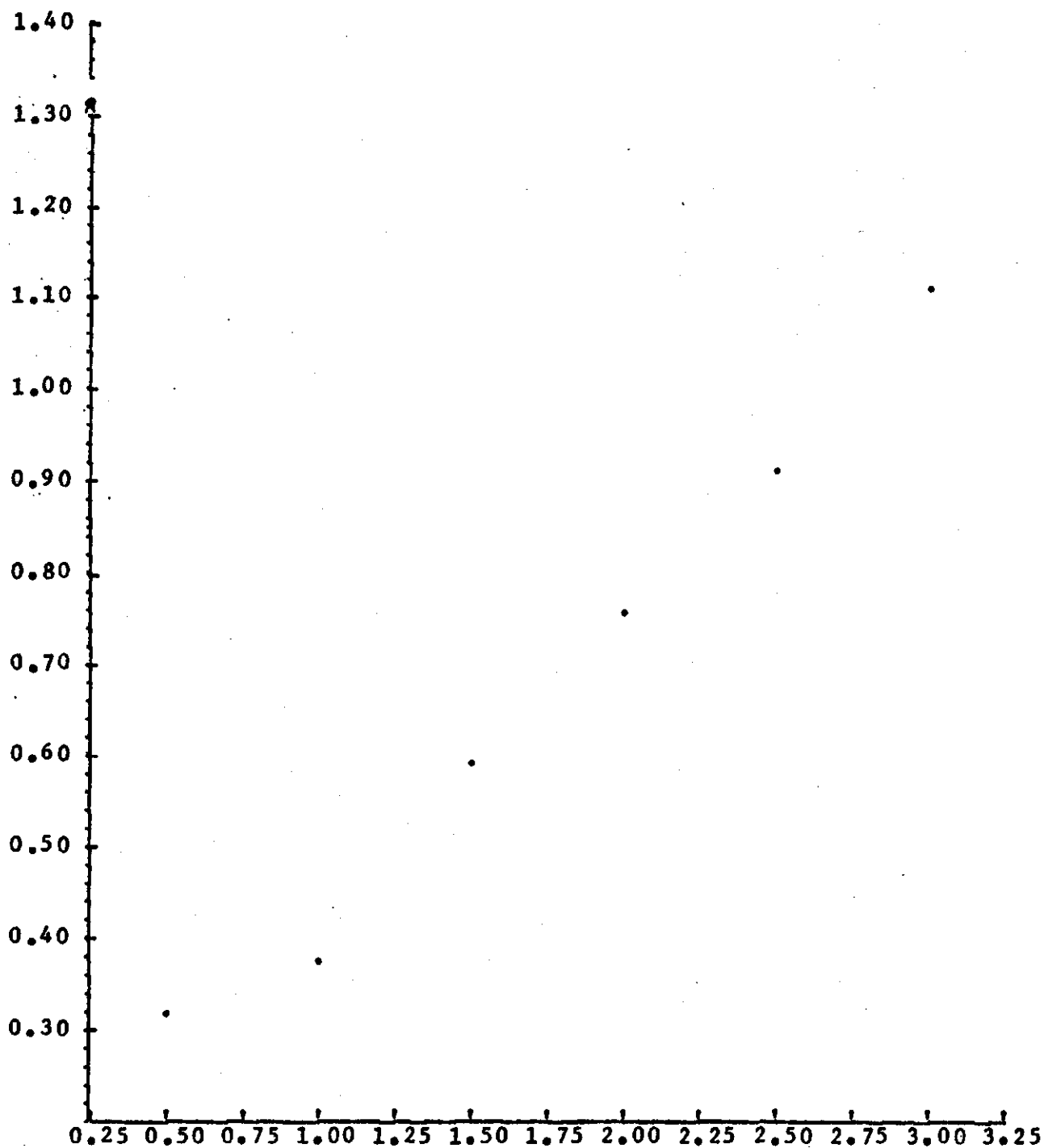
| T, °C | C, J/KG°C | W*, MW/KG | W, MW/KG | W*, KCAL/TON24H | W, KCAL/TON24H |
|-------|-----------|-----------|----------|-----------------|----------------|
| 5.00 | 0.0 | 24.4 | 31.8 | 504.7 | 655.9 |
| 10.00 | 0.0 | 27.5 | 37.4 | 567.9 | 772.2 |
| 15.00 | 0.0 | 45.9 | 59.1 | 946.7 | 1219.3 |
| 20.00 | 0.0 | 58.1 | 75.5 | 1199.4 | 1558.6 |
| 25.00 | 0.0 | 68.3 | 91.0 | 1410.1 | 1878.3 |
| 30.00 | 0.0 | 81.6 | 110.9 | 1684.1 | 2288.0 |

*=NIET GE CorrIGEERD VOOR VOCHTVERLIES

ALPHA 1 0.000178 (kg water/Pa·h)

ALPHA 2 0.000000 (kg water/Pa·h)

Gecorrigeerde warmteproductie - temperatuur curve van schorseneren



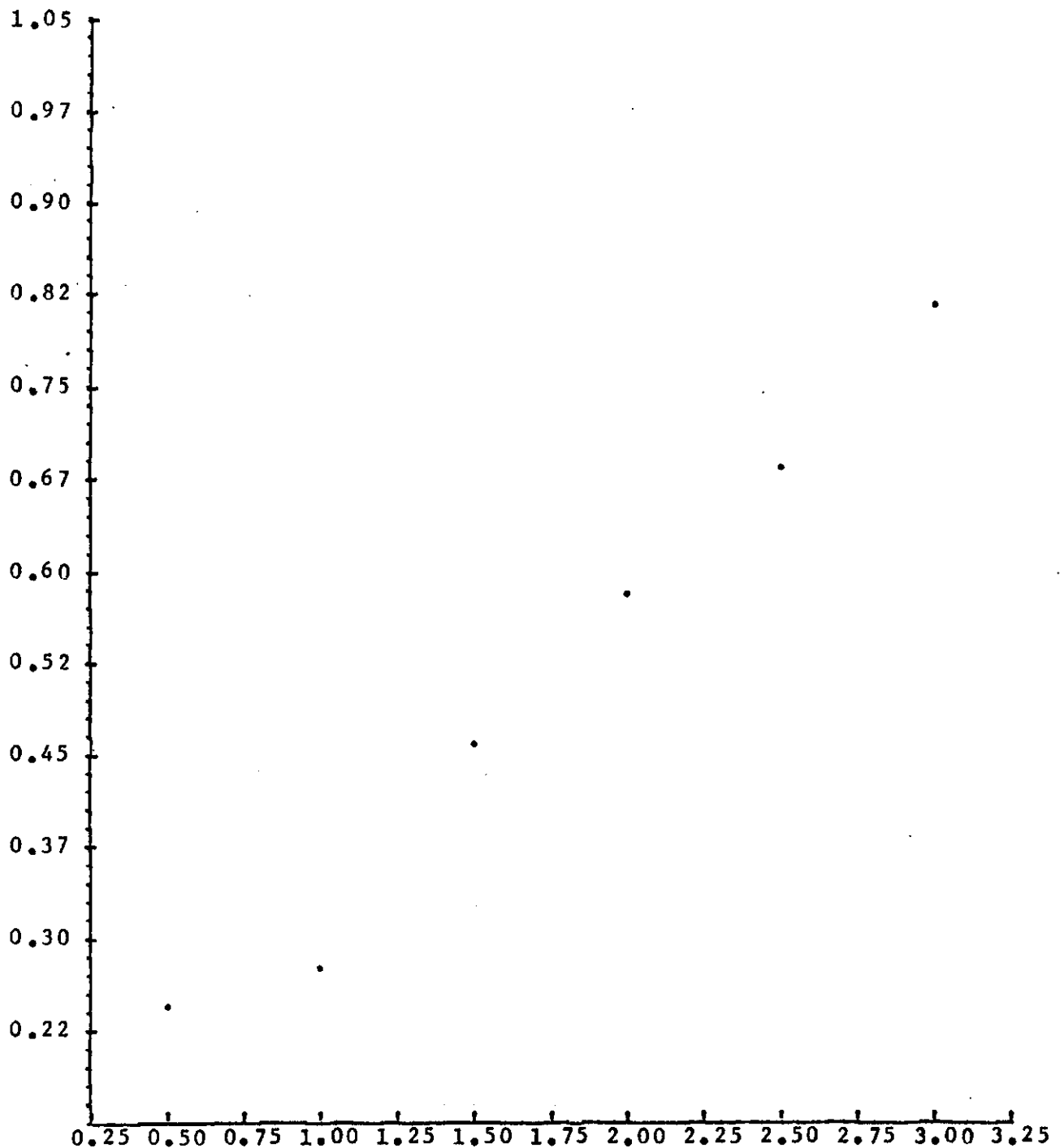
LEGENDE GRAFIEK 1

X -AS (schaalfactor 10)= TEMP.(°C)

Y -AS (schaalfactor 100)= W.PROD.(MW/KG)

...=SCHORSENEREN

Niet-gecorrigeerde warmteproductie - temperatuur curve van schorseneren

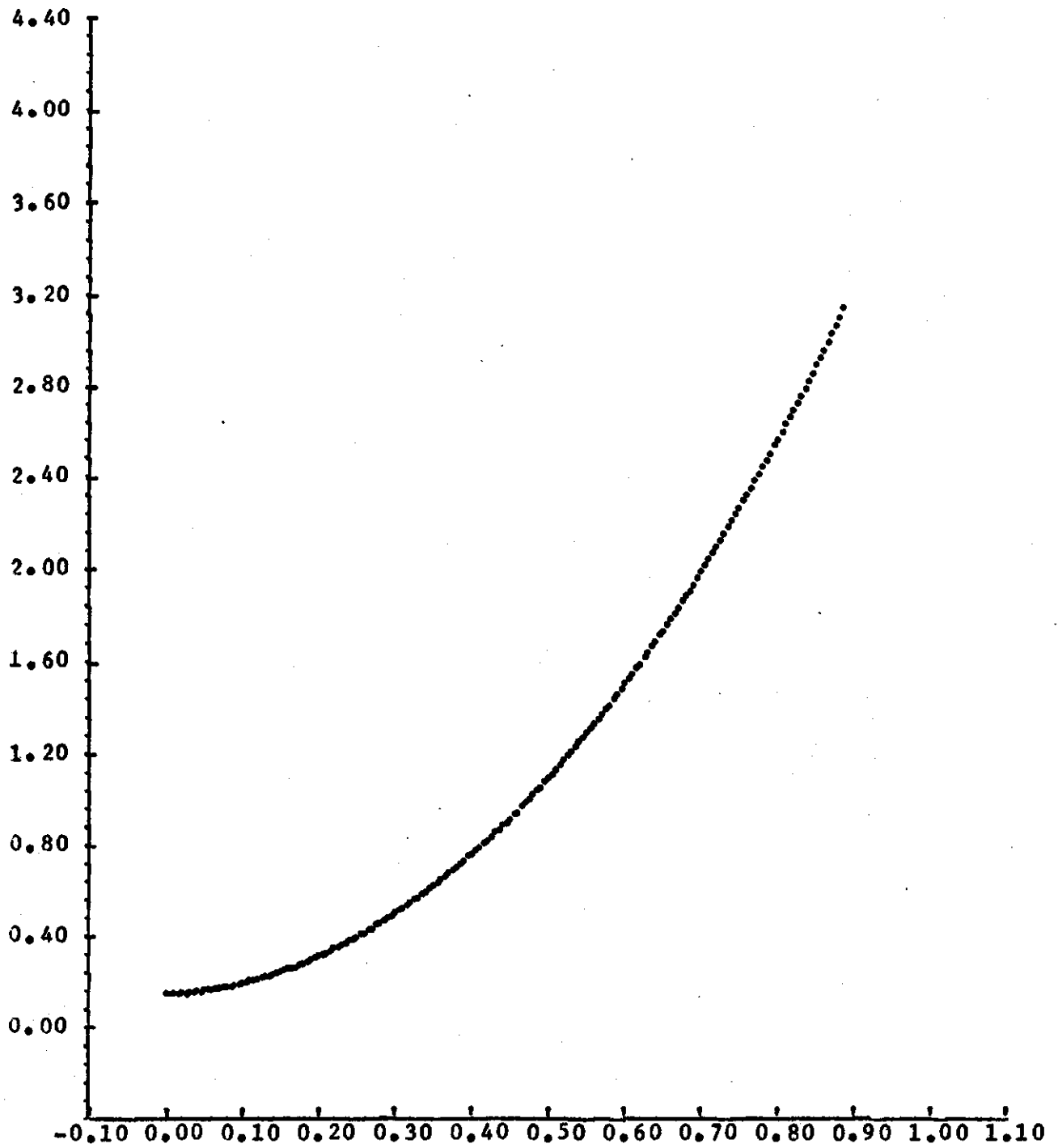


LEGENDE GRAFIEK 2

X -AS (schaalfactor 10)= TEMP. (°C)
Y -AS (schaalfactor 100)= W.PROD. *(MW/KG)

...=SCHORSENEREN

Temperatuur - tijd curve (bulkopslag) van schorseneren



LEGENDE GRAFIEK 3
X -AS (schaalfactor 1000)= TYD(UREN)
Y -AS (schaalfactor 10)= TEMP.('C)
...=SCHORSENEREN

ADIACAL
 PRODUKT=WITLOFWORTELEN

CORR. COEFF.= .99997209998

| T, °C | DT/DT1, °C/H | DT/DT2, °C/H | M1, KG | M2, KG |
|-------|--------------|--------------|--------|--------|
| 5.00 | 0.099 | 0.000 | 6.514 | 0.000 |
| 10.00 | 0.130 | 0.000 | 6.508 | 0.000 |
| 15.00 | 0.165 | 0.000 | 6.501 | 0.000 |
| 20.00 | 0.210 | 0.000 | 6.494 | 0.000 |
| 25.00 | 0.254 | 0.000 | 6.487 | 0.000 |
| 30.00 | 0.290 | 0.000 | 6.479 | 0.000 |
| 35.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 40.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

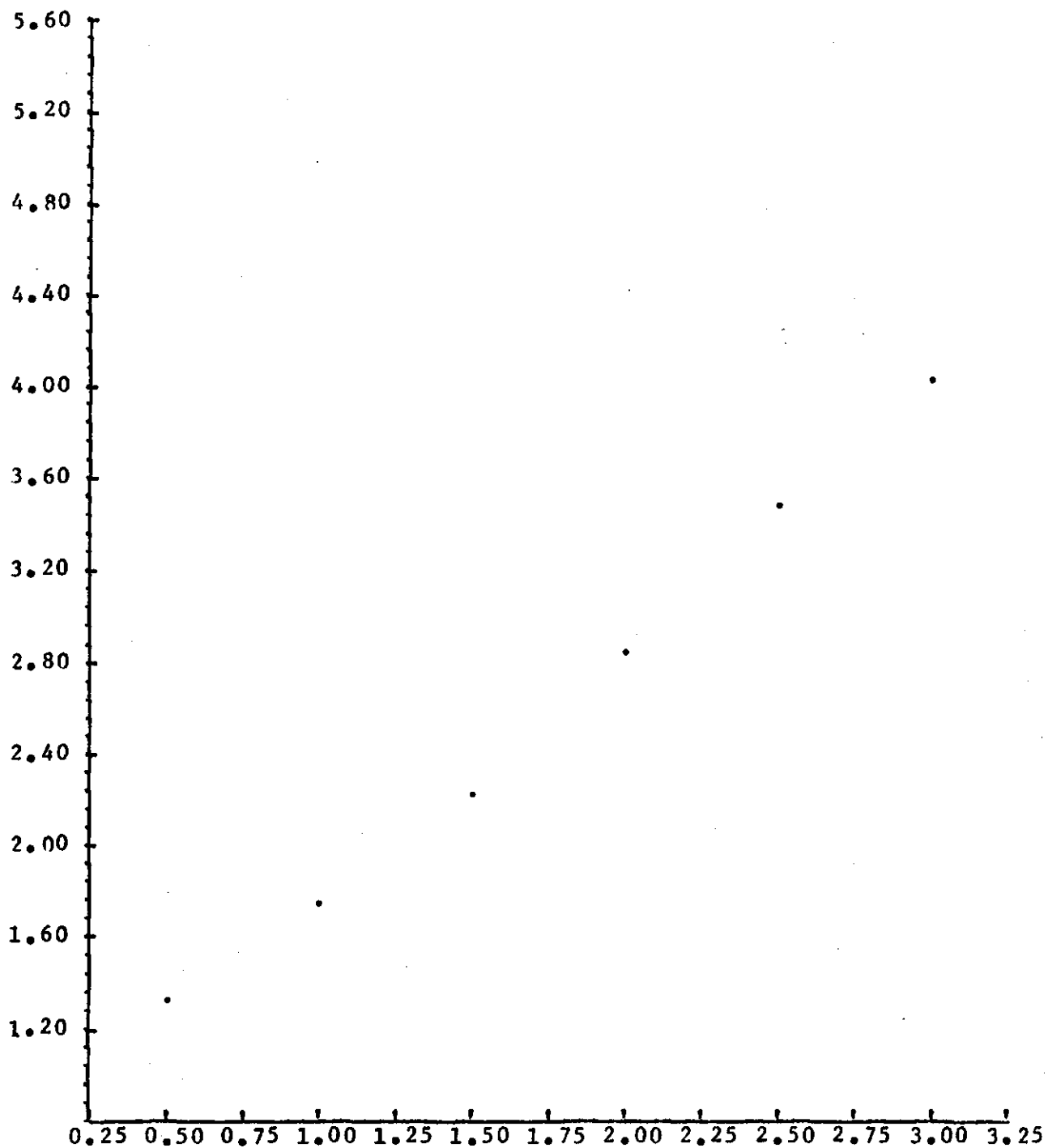
| T, °C | C, J/KG°C | W*, MM/KG | W, MM/KG | W*, KCAL/TON24H | W, KCAL/TON24H |
|-------|-----------|-----------|----------|-----------------|----------------|
| 5.00 | 0.0 | 119.3 | 132.9 | 2461.0 | 2740.6 |
| 10.00 | 0.0 | 156.4 | 174.7 | 3226.7 | 3604.0 |
| 15.00 | 0.0 | 198.6 | 223.0 | 4096.0 | 4598.8 |
| 20.00 | 0.0 | 252.8 | 284.9 | 5213.9 | 5875.9 |
| 25.00 | 0.0 | 306.0 | 347.8 | 6311.6 | 7173.2 |
| 30.00 | 0.0 | 349.3 | 403.1 | 7202.7 | 8312.3 |

*=NIET GECORRIGEERD VOOR VOCHTVERLIES

ALPHA 1 0.000148 (kg water/Pa.h)

ALPHA 2 0.000000 (kg water/Pa.h)

Gecorrigeerde warmteproductie - temperatuur curve van witlofwortelen



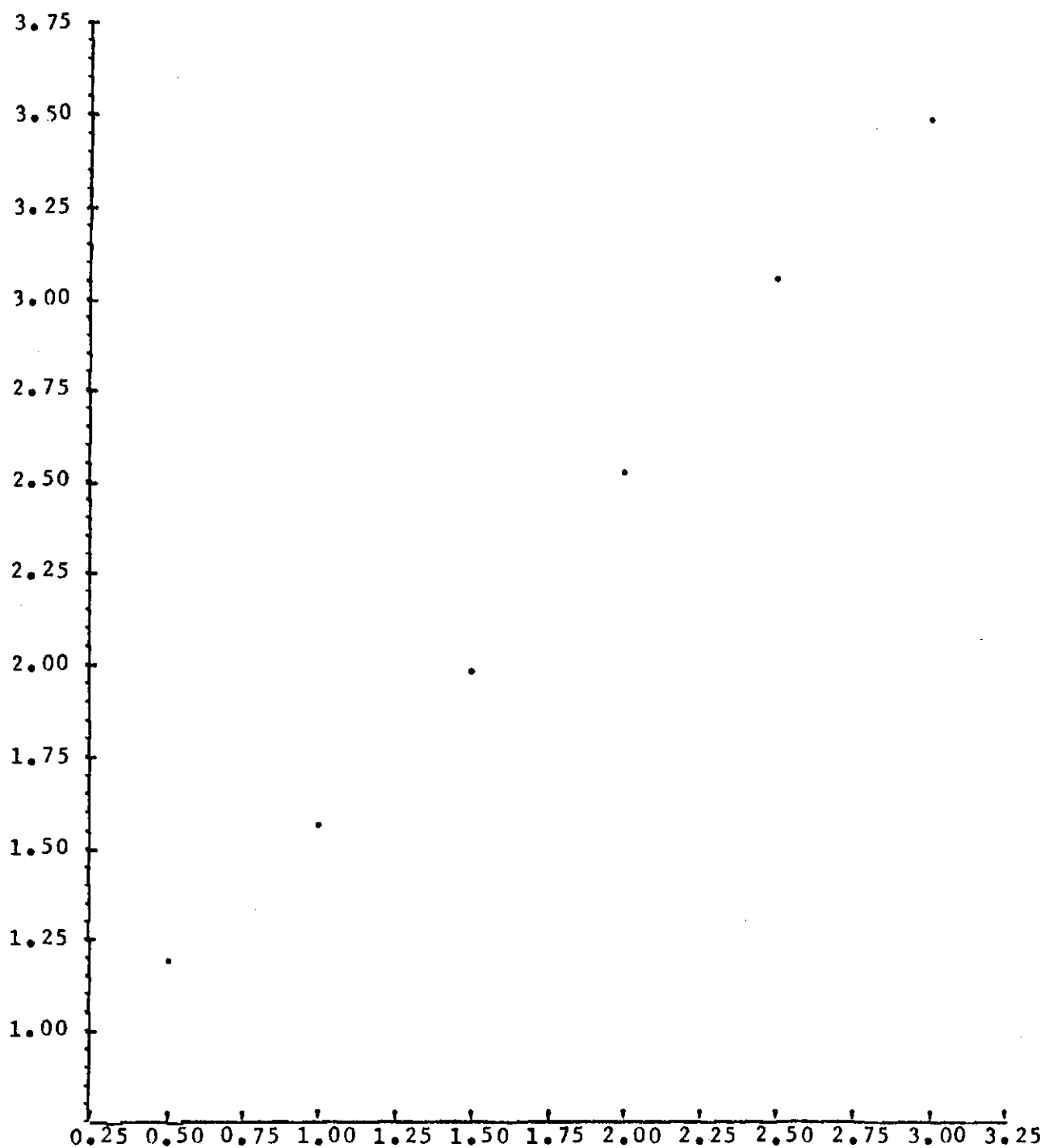
LEGENDE GRAFIEK 1

X -AS (schaalfactor 10)= TEMP.(°C)

Y -AS (schaalfactor 100)= W.PROD.(MW/KG)

...=WITLOFWORTELEN

Niet-gecorrigeerde warmteproductie - temperatuur curve van witlofwortelen



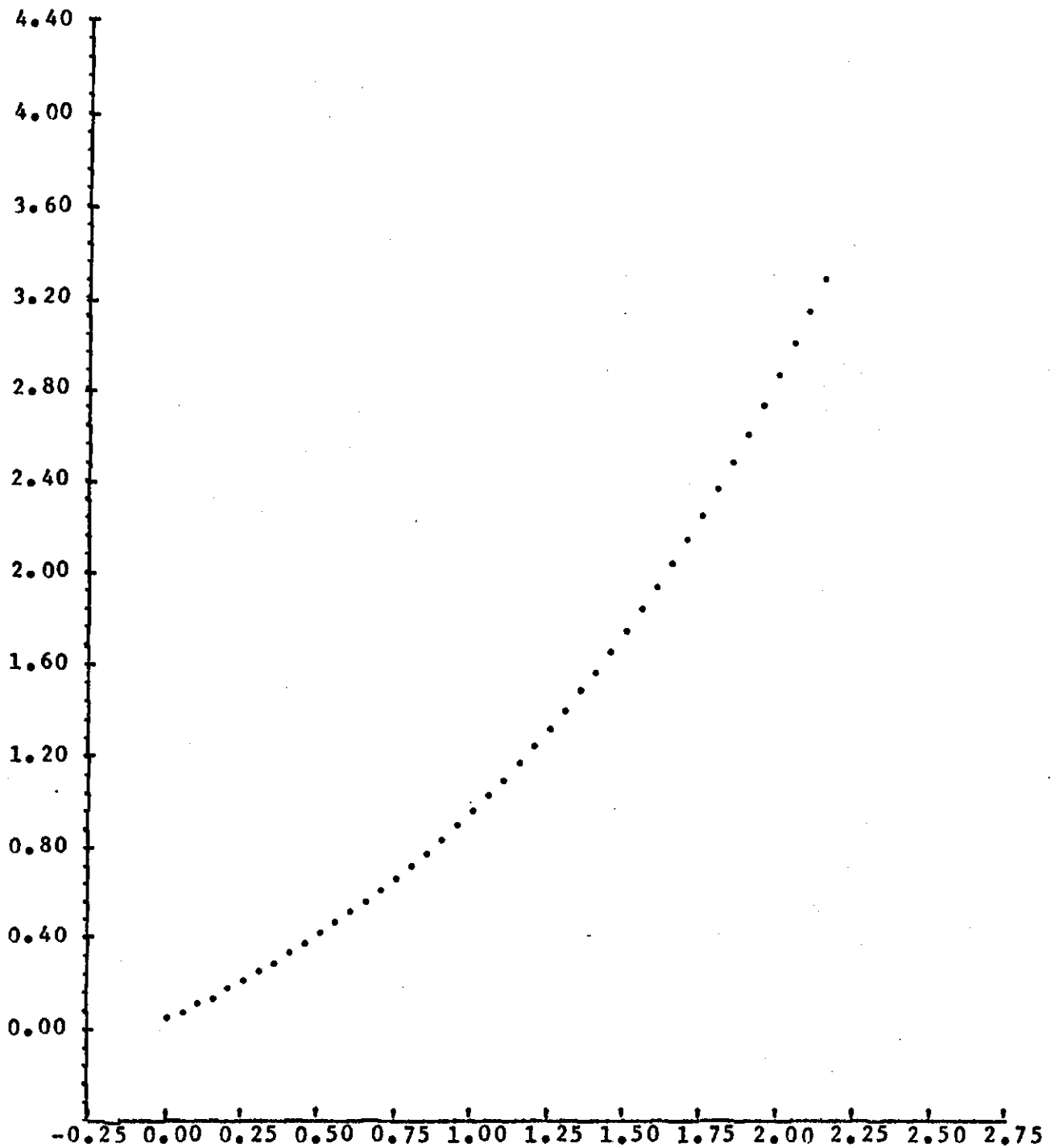
LEGENDE GRAFIEK 2

X -AS (schaalfactor 10)= TEMP. ('C)

Y -AS (schaalfactor 100)= W.PROD. *(MW/KG)

...=WITLOFWORTELEN

Temperatuur - tijd curve (bulkopslag) van witlofwortelen



LEGENDE GRAFIEK 3

X -AS (schaalfactor 100)= TYD(UREN)

Y -AS (schaalfactor 10)= TEMP.('C)

...=WITLOFWORTELEN