

**Anleitung für die Benutzung des Programms  
„Grundwasserwärmepumpen“ (GWP-SF\_09.05)**

Anleitung für MS Excel 2003  
Getestet mit Excel 2003

## GWP-SF:

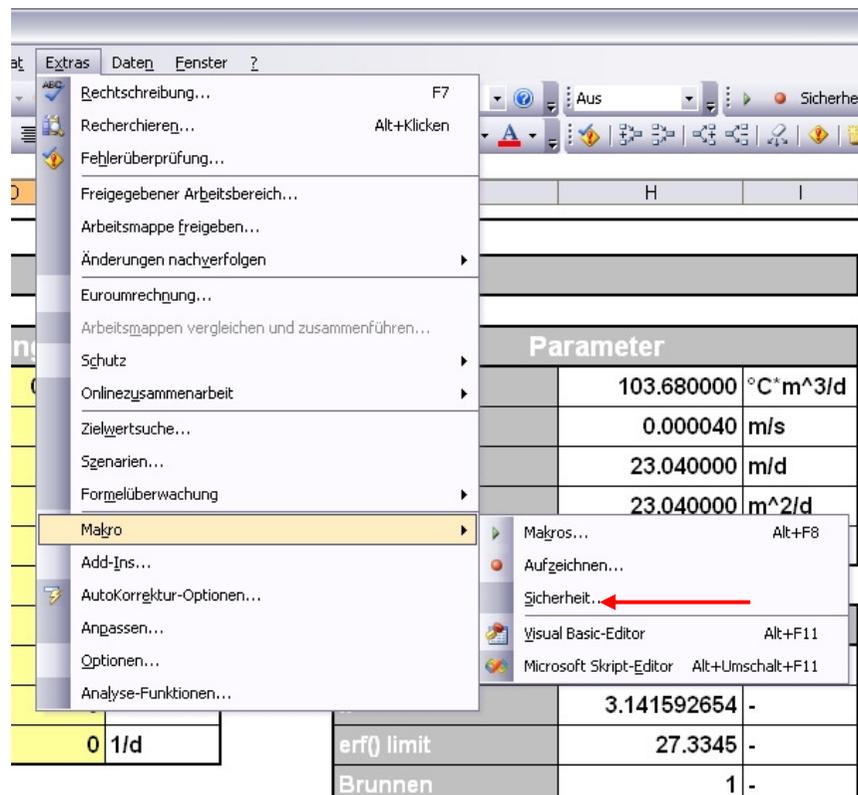
### Grenzen des Programms „GWP-SF\_09.05“

- Max. Netzgröße:
  - x-Richtung: 1999 Punkte (entsprechen 2000 m)
  - y-Richtung: 251 Punkte ( $\Delta y$  [m] ist variabel)
- Ausdehnung „hinter“ dem Brunnen wird nicht berechnet

## Anwendung

## Vorbereiten:

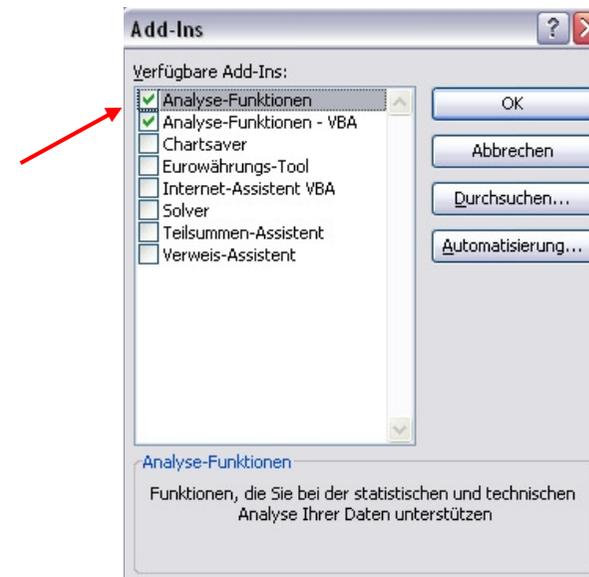
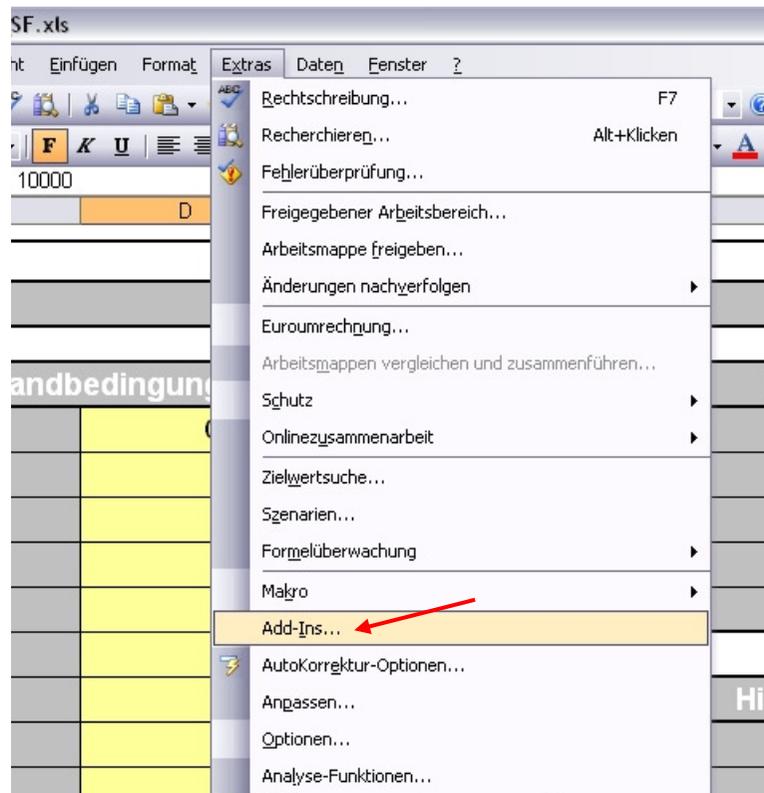
1. MS Excel öffnen
2. Überprüfen ob die Makro-Sicherheitseinstellungen auf „mittel“ gesetzt sind
  - Extras – Makros – Sicherheit



## Vorbereiten:

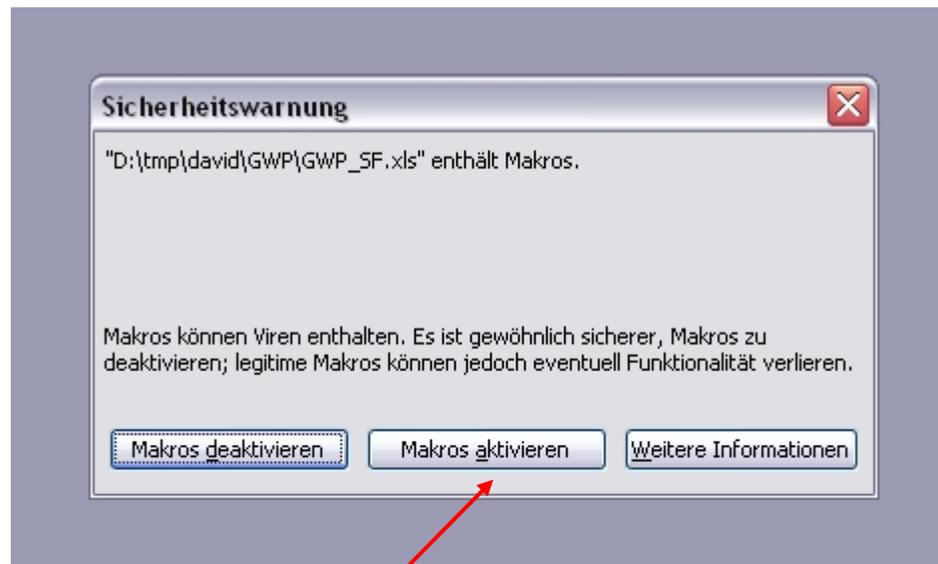
### 3. Add-Ins „Analyse-Funktionen“ und „Analyse-Funktionen – VBA“ installieren

- Extras – Add-Ins...
- Sie müssen vielleicht ihre Original MS Office CD einlegen



## Ausführen:

1. Datei (GWP\_SF\_09.05.xls) mit MS Excel öffnen
2. Makros aktivieren



## Ausführen:

3. Eingangsdaten für die Nutzung und Eigenschaften des Aquifers eingeben
4. Zeit (t) in Tagen (d) eingeben
  - Jahresbetrieb: 10000
  - Winterbetrieb: 120 und Q verdoppeln

Pflichteingabefeld
editierbar
nicht editieren
nicht editieren

3. {

Eingabemaske

Eingangsdaten		
Q	0.0002	m <sup>3</sup> /s
ΔT <sub>E</sub>	4	K
k <sub>r</sub>	0.005	m/s
l <sub>b</sub>	0.001	-
ρ <sub>r</sub>	0.15	-
m	3	m
α <sub>L</sub>	6.2	m
α <sub>T</sub>	0.62	m
R	3	-

Gleichungsparameter	
Q *  ΔT <sub>E</sub>	69.120000 K*m <sup>3</sup> /d
v <sub>r</sub>	0.000005 m/s
v <sub>a</sub>	2.880000 m/d
v <sub>a</sub> * α <sub>L</sub>	17.856000 m <sup>2</sup> /d
b	13.33 m

Randbedingungen		
Δy	0.5	m
x <sub>max</sub>	500	m
t	10000	d

Koordinatentransformation		
x <sub>0</sub>	3513136	m
y <sub>0</sub>	5403903	m
φ	0	°

Dateiname:	output
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt

Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen	
ΔT [°C]	y [m]
Profilschnitt bei x = 500 m	

4. }

Temperaturfeld berechnen

Export mit Koordinatentransformation    Export ohne Koordinatentransformation

Makro und Add-Ins

Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.

Dispersionstool

Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente α<sub>T</sub> und α<sub>L</sub>.

x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>T</sub> [-]
500	< 1	6.2	0.62

Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α<sub>L</sub> und α<sub>T</sub> verwenden.

Dispersionskoeffizienten bestimmen

Gesuchte Isothermen

Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
1	2	3	3

T<sub>1</sub> < T<sub>2</sub> < T<sub>3</sub>

Betriebsart

Jahresbetrieb (stationär):    Winterbetrieb (instationär)

t = 10000 d                      t = 120 d

Q<sub>W</sub> = 2 Q<sub>J</sub>

Eingabefelder

Pflichteingabefeld	editierbar
nicht editieren	nicht editieren

Version: 09.04

## Ausführen:

5. Räumliche Auflösung  $\Delta y$  für die Berechnung im Bedarfsfall ändern
- An 251 Punkte in y-Richtung werden Temperaturänderungen berechnet
  - Standard für die Auflösung  $\Delta y$  sind 1 m
  - Es treten Fehler im 2D Temperaturfelddiagramm auf, wenn  $251 \cdot \Delta y$  kleiner als die Breite der 1K Isothermen ist

Eingabemaske			
<b>Eingangsdaten</b>			
Q	0.0002 m <sup>3</sup> /s		
$ \Delta T_E $	4 K		
$k_r$	0.005 m/s		
$l_b$	0.001 -		
$r_r$	0.15 -		
m	3 m		
$\alpha_L$	6.2 m		
$\alpha_T$	0.62 m		
R	3 -		
<b>Randbedingungen</b>			
$\Delta y$	0.5 m		
$x_{max}$	500 m		
t	10000 d		
<b>Koordinatentransformation</b>			
$x_G$	3513136 m		
$y_G$	5403903 m		
$\varphi$	0 °		
Dateiname:	output		
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt		
<b>Gleichungsparameter</b>			
$Q \cdot  \Delta T_E $	69.120000 K·m <sup>3</sup> /d		
$v_r$	0.000005 m/s		
$v_h$	2.880000 m/d		
$v_h \cdot \alpha_L$	17.856000 m <sup>2</sup> /d		
b	13.33 m		
<b>Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen</b>			
Profilschnitt bei x = 500 m			
<input type="button" value="Temperaturfeld berechnen"/>			
<input type="button" value="Export mit Koordinatentransformation"/> <input type="button" value="Export ohne Koordinatentransformation"/>			
<b>Makro und Add-Ins</b>			
Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.			
<b>Dispersionstool</b>			
Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffizienten $\alpha_T$ und $\alpha_L$ .			
x [m]	$\Delta T$ [K]	$\alpha_L$ [-]	$\alpha_T$ [-]
500	< 1	6.2	0.62
Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für $\alpha_L$ und $\alpha_T$ verwenden.			
<input type="button" value="Dispersionskoeffizienten bestimmen"/>			
<b>Gesuchte Isothermen</b>			
Isotherme	$T_1$ [K]	$T_2$ [K]	$T_3$ [K]
	1	2	3
$T_1 < T_2 < T_3$			
<b>Betriebsart</b>			
Jahresbetrieb (stationär):		Winterbetrieb (instationär):	
t = 10000 d		t = 120 d	
$Q_W = 2 \cdot Q_U$			
<b>Eingabefelder</b>			
Pflichteingabefeld		editierbar	
nicht editieren		nicht editieren	
Version: 09.04			

## Ausführen:

### 6. Dispersionskoeffizienten bestimmen (3 Möglichkeiten)

1. Benutzen Sie das „Dispersionstool“, mit den Dispersionskoeffizienten wie sie im Leitfaden beschrieben sind

**Eingabemaske**

Eingangsdaten			Gleichungsparameter		
Q	0.0002	m <sup>3</sup> /s	Q *  ΔT <sub>E</sub>	69.120000	K*m <sup>3</sup> /d
ΔT <sub>E</sub>	4	K	v <sub>r</sub>	0.000005	m/s
k <sub>r</sub>	0.005	m/s	v <sub>h</sub>	2.880000	m/d
l <sub>0</sub>	0.001	-	v <sub>h</sub> * α <sub>L</sub>	17.856000	m <sup>2</sup> /d
r <sub>r</sub>	0.15	-	b	13.33	m
m	3	m			
α <sub>L</sub>	6.2	m			
α <sub>r</sub>	0.62	m			
R	3	-			

Randbedingungen		
Δy	0.5	m
x <sub>max</sub>	500	m
t	10000	d

Koordinatentransformation		
x <sub>0</sub>	3513136	m
y <sub>0</sub>	5403903	m
φ	0	°

Dateiname:	output
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt

Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen		
ΔT [°C]		y [m]
Profilschnitt bei x = 500 m		

Temperaturfeld berechnen

Export mit Koordinatentransformation

Export ohne Koordinatentransformation

**Makro und Add-Ins**

Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.

**Dispersionstool**

Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffizienten α<sub>r</sub> und α<sub>L</sub>.

x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>r</sub> [-]
500	< 1	6.2	0.62

Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α<sub>L</sub> und α<sub>r</sub> verwenden.

Dispersionskoeffizienten bestimmen

**Gesuchte Isothermen**

Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
1	2	2	3

T<sub>1</sub> < T<sub>2</sub> < T<sub>3</sub>

**Betriebsart**

Jahresbetrieb (stationär): Winterbetrieb (instationär)

t = 10000 d      t = 120 d

Q<sub>W</sub> = 2 Q<sub>J</sub>

**Eingabefelder**

Pflichteingabefeld	editierbar
nicht editieren	nicht editieren

Version: 09.04

# Ausführen:

6. Dispersionskoeffizienten bestimmen (3 Möglichkeiten)
  2. Wenn Sie eigene Dispersionskoeffizienten in Abhängigkeit der Entfernung haben, tragen Sie diese im „Formeln“ –Blatt ein und benutzen Sie danach das „Dispersionstool“
    - „Standard wiederherstellen“ macht die Eingabe rückgängig

**Formeln**

**Transportgleichung**

$$\Delta T(x,y,t) = \frac{Q \Delta T_f}{4n_y m v_a \sqrt{\pi \alpha_r}} \cdot \exp\left(-\frac{x-r}{2\alpha_r}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{r}} \cdot \operatorname{erfc}\left(\frac{r-v_a t / R}{2\sqrt{v_a \alpha_r t / R}}\right)$$

mit:  $r = \sqrt{x^2 + y^2} \frac{\alpha_r}{\alpha_r}$

**Komplementäre Fehlerfunktion**

$$\operatorname{ERFC}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2} dt = 1 - \operatorname{ERF}(x)$$

**Dispersion**

x [m]	$\alpha_r$ [s]	$\alpha_L$ [s]
< 50	1	0.1
50 - 100	1.8	0.18
100 - 250	3.4	0.34
250 - 500	6.2	0.62
> 500	10	1

► \Eingabemaske \Ergebnisse \Berechnung \Ausgabe \Export \Formeln

**Eingabemaske**

**Eingangsdaten**

Q	0.0002	m³/s
\Delta T_f	4	K
k_r	0.005	m/s
l_b	0.001	-
r_r	0.15	-
m	3	m
$\alpha_L$	6.2	m
$\alpha_r$	0.62	m
R	3	-

**Gleichungsparameter**

Q *  \Delta T_f	69.120000	K*m³/d
v_r	0.000005	m/s
v_a	2.880000	m/d
v_a * $\alpha_L$	17.856000	m²/d
b	13.33	m

**Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen**

Profilsicht bei x = 500 m

**Randbedingungen**

$\Delta y$	0.5	m
x_max	500	m
t	10000	d

**Koordinatentransformation**

x_0	3513136	m
y_0	5403903	m
$\varphi$	0	°

Dateiname:	output
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt

**Makro und Add-Ins**

Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.

**Dispersionstool**

Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente  $\alpha_r$  und  $\alpha_L$ .

x [m]	$\Delta T$ [K]	$\alpha_r$ [s]	$\alpha_L$ [s]
500	< 1	6.2	0.62

Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für  $\alpha_L$  und  $\alpha_r$  verwenden.

**Gesuchte Isothermen**

Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
1	2	2	3

T<sub>1</sub> < T<sub>2</sub> < T<sub>3</sub>

**Betriebsart**

Jahresbetrieb (stationär): Winterbetrieb (instationär)

t = 10000 d      t = 120 d

Q<sub>W</sub> = 2 Q<sub>J</sub>

**Eingabefelder**

Pflichteingabefeld	editierbar
nicht editieren	nicht editieren

Version: 09.04

## Ausführen:

6. Dispersionskoeffizienten (3 Möglichkeiten)
  3. Geben Sie die Dispersionskoeffizienten manuell ein und benutzen Sie dann **nicht** das „Dispersionstool“ (unter Punkt 7 müssen Sie dann  $x_{\max}$  manuell eingeben)

Eingabemaske			
<b>Eingangsdaten</b>			
Q	0.0002 m <sup>3</sup> /s		
ΔT <sub>E</sub>	4 K		
k <sub>r</sub>	0.005 m/s		
l <sub>0</sub>	0.001 -		
ρ <sub>r</sub>	0.15 -		
m	3 m		
α <sub>L</sub>	6.2 m		
α <sub>T</sub>	0.62 m		
R	3 -		
<b>Randbedingungen</b>			
Δy	0.5 m		
x <sub>max</sub>	500 m		
t	10000 d		
<b>Koordinatentransformation</b>			
x <sub>0</sub>	3513136 m		
y <sub>0</sub>	5403903 m		
φ	0 °		
Dateiname:	output		
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt		
<b>Gleichungsparameter</b>			
Q *  ΔT <sub>E</sub>	69.120000 K*m <sup>3</sup> /d		
v <sub>r</sub>	0.000005 m/s		
v <sub>h</sub>	2.880000 m/d		
v <sub>h</sub> * α <sub>L</sub>	17.856000 m <sup>2</sup> /d		
b	13.33 m		
<b>Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen</b>			
Profilsansicht bei x = 500 m			
<input type="button" value="Temperaturfeld berechnen"/>			
<input type="button" value="Export mit Koordinatentransformation"/> <input type="button" value="Export ohne Koordinatentransformation"/>			
<b>Makro und Add-Ins</b>			
Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.			
<b>Dispersionstool</b>			
Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente α <sub>T</sub> und α <sub>L</sub> .			
x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>T</sub> [-]
500	< 1	6.2	0.62
Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α <sub>L</sub> und α <sub>T</sub> verwenden.			
<input type="button" value="Dispersionskoeffizienten bestimmen"/>			
<b>Gesuchte Isothermen</b>			
Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
	1	2	3
T <sub>1</sub> < T <sub>2</sub> < T <sub>3</sub>			
<b>Betriebsart</b>			
Jahresbetrieb (stationär):		Winterbetrieb (instationär):	
t = 10000 d		t = 120 d	
Q <sub>W</sub> = 2 Q <sub>J</sub>			
<b>Eingabefelder</b>			
Pflichteingabefeld		editierbar	
nicht editieren		nicht editieren	
Version: 09.04			

## Ausführen:

### 7. Maximale Entfernung

- Wenn Sie das „Dispersionstool“ verwendet haben, wird automatisch  $x_{\max} = 2000$  m gesetzt (kann beliebig verändert werden - je größer die Entfernung je länger dauert die Berechnung, max. Entfernung 2000 m)
- ändern von „Profilansicht bei x =“ zeigt sofort das Temperaturquerprofil an der Stelle x an

**Eingabemaske**

Eingangsdaten		Gleichungsparameter	
Q	0.0002 m <sup>3</sup> /s	Q *  ΔT <sub>E</sub>	69.120000 K*m <sup>3</sup> /d
ΔT <sub>E</sub>	4 K	v <sub>r</sub>	0.000005 m/s
k <sub>r</sub>	0.005 m/s	v <sub>h</sub>	2.880000 m/d
l <sub>b</sub>	0.001 -	v <sub>h</sub> * α <sub>L</sub>	17.856000 m <sup>2</sup> /d
ρ <sub>r</sub>	0.15 -	b	13.33 m
m	3 m		
α <sub>L</sub>	6.2 m		
α <sub>T</sub>	0.62 m		
R	3 -		

Randbedingungen	
Δy	0.5 m
x <sub>max</sub>	500 m
t	10000 d

Koordinatentransformation	
x <sub>0</sub>	3513136 m
y <sub>0</sub>	5403903 m
φ	0 °

Dateiname:	output
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt

Temperaturfeld berechnen

Export mit  
Koordinatentransformation

Export ohne  
Koordinatentransformation

**Makro und Add-Ins**

Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.

**Dispersionstool**

Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffizienten α<sub>r</sub> und α<sub>L</sub>.

x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>T</sub> [-]
500	< 1	6.2	0.62

Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α<sub>L</sub> und α<sub>T</sub> verwenden.

Dispersionskoeffizienten bestimmen

**Gesuchte Isothermen**

Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
1	2	3	

T<sub>1</sub> < T<sub>2</sub> < T<sub>3</sub>

**Betriebsart**

Jahresbetrieb (stationär): Winterbetrieb (instationär)

t = 10000 d      t = 120 d

Q<sub>W</sub> = 2 Q<sub>J</sub>

**Eingabefelder**

Pflichteingabefeld	editierbar
nicht editieren	nicht editieren

Version: 09.04

Profilansicht bei x = 500 m

## Ausführen:

### 8. Gesuchte Isothermen

- Es werden 3 Isothermen für die Erstellung der Diagramme berechnet
- Diese sind frei wählbar, jedoch sollte  $T_1 < T_2 < T_3$  sein

Eingabemaske			
<b>Eingangsdaten</b>			
Q	0.0002 m <sup>3</sup> /s		
ΔT <sub>E</sub>	4 K		
k <sub>r</sub>	0.005 m/s		
l <sub>0</sub>	0.001 -		
r <sub>r</sub>	0.15 -		
m	3 m		
α <sub>L</sub>	6.2 m		
α <sub>r</sub>	0.62 m		
R	3 -		
<b>Randbedingungen</b>			
Δy	0.5 m		
x <sub>max</sub>	500 m		
t	10000 d		
<b>Koordinatentransformation</b>			
x <sub>0</sub>	3513136 m		
y <sub>0</sub>	5403903 m		
φ	0°		
Dateiname:	output		
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt		
<b>Gleichungsparameter</b>			
Q *  ΔT <sub>E</sub>	69.120000 K*m <sup>3</sup> /d		
v <sub>r</sub>	0.000005 m/s		
v <sub>h</sub>	2.880000 m/d		
v <sub>h</sub> * α <sub>L</sub>	17.856000 m <sup>2</sup> /d		
b	13.33 m		
<b>Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen</b>			
Profilsansicht bei x = 500 m			
<input type="button" value="Temperaturfeld berechnen"/>			
<input type="button" value="Export mit Koordinatentransformation"/> <input type="button" value="Export ohne Koordinatentransformation"/>			
<b>Makro und Add-Ins</b>			
Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.			
<b>Dispersionstool</b>			
Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffizienten α <sub>r</sub> und α <sub>L</sub> .			
x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>r</sub> [-]
500	< 1	6.2	0.62
Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α <sub>L</sub> und α <sub>r</sub> verwenden.			
<input type="button" value="Dispersionskoeffizienten bestimmen"/>			
<b>Gesuchte Isothermen</b>			
Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
	1	2	3
T <sub>1</sub> < T <sub>2</sub> < T <sub>3</sub>			
<b>Betriebsart</b>			
Jahresbetrieb (stationär):		Winterbetrieb (instationär):	
t = 10000 d		t = 120 d	
Q <sub>W</sub> = 2 Q <sub>J</sub>			
<b>Eingabefelder</b>			
Pflichteingabefeld		editierbar	
nicht editieren		nicht editieren	
Version: 09.04			

# Ausführen:

## 9. Temperaturfeld berechnen

**Eingabemaske**

Eingangsdaten	
Q	0.0002 m <sup>3</sup> /s
ΔT <sub>E</sub>	4 K
k <sub>r</sub>	0.005 m/s
l <sub>0</sub>	0.001 -
ρ <sub>r</sub>	0.15 -
m	3 m
α <sub>L</sub>	6.2 m
α <sub>r</sub>	0.62 m
R	3 -

Randbedingungen	
Δy	0.5 m
x <sub>max</sub>	500 m
t	10000 d

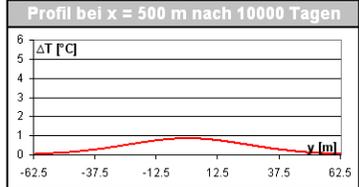
Koordinatentransformation	
x <sub>0</sub>	3513136 m
y <sub>0</sub>	5403903 m
φ	0°

Dateiname:	output
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt

Gleichungsparameter	
Q *  ΔT <sub>E</sub>	69.120000 K*m <sup>3</sup> /d
v <sub>r</sub>	0.000005 m/s
v <sub>h</sub>	2.880000 m/d
v <sub>h</sub> * α <sub>L</sub>	17.856000 m <sup>2</sup> /d
b	13.33 m

**Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen**  


Profilsicht bei x = 500 m

Temperaturfeld berechnen

Export mit  
Koordinatentransformation

Export ohne  
Koordinatentransformation

**Makro und Add-Ins**

Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.

**Dispersionstool**

Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente α<sub>r</sub> und α<sub>L</sub>.

x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>r</sub> [-]
500	< 1	6.2	0.62

Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α<sub>L</sub> und α<sub>r</sub> verwenden.

Dispersionskoeffizienten bestimmen

**Gesuchte Isothermen**

Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
1	2	2	3

T<sub>1</sub> < T<sub>2</sub> < T<sub>3</sub>

**Betriebsart**

Jahresbetrieb (stationär): Winterbetrieb (instationär)

t = 10000 d      t = 120 d

Q<sub>W</sub> = 2 Q<sub>J</sub>

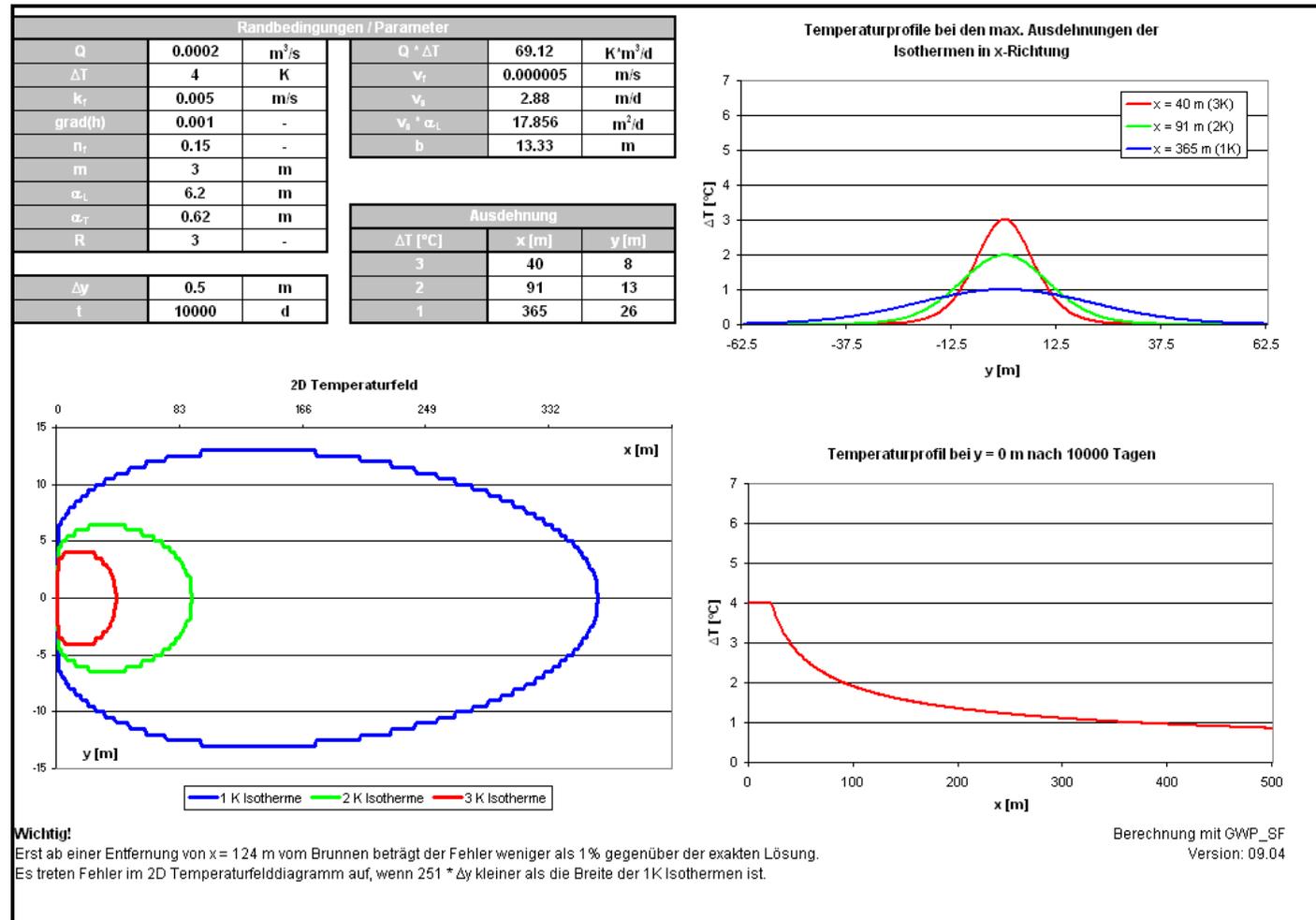
**Eingabefelder**

Pflichteingabefeld	editierbar
nicht editieren	nicht editieren

Version: 09.04

# Ausführen:

## 10. Ergebnis:



## Ausführen:

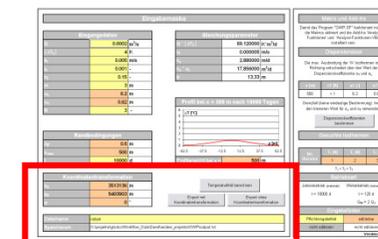
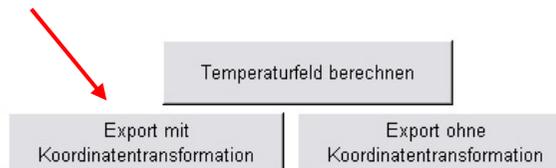
### 11. Export (mit Koordinatentransformation):

- <Unterordner\Name> der Exportdatei eingeben (gelbes Feld)
- keine Leer- und Sonderzeichen verwenden
- Unterordner müssen vor dem Exportieren manuell erstellt werden
- Brunnenkoordinaten eingeben ( $x_B$  = Rechtswert,  $y_B$  = Hochwert)
- positiver Drehwinkel ( $\varphi$ ) der Grundströmung zur Rechtsachse im Gauß-Krüger Koordinatensystem angeben (in Grad)
  - 0°: Fließrichtung von West nach Ost
  - 90°: Fließrichtung von Süd nach Nord
- Exportieren mit „Export mit Koordinatentransformation“

Koordinatentransformation		
$x_B$	3513136	m
$y_B$	5403903	m
$\varphi$	360	°

Dateiname:	test_360
Speicherort:	D:\tmp\dauid\GWP\test_360.txt



## Ausführen:

### 12. Export (ohne Koordinatentransformation):

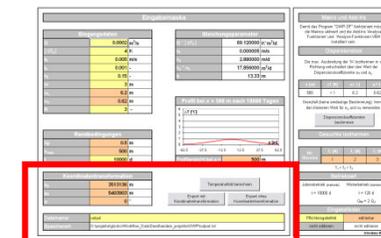
- <Unterordner\Name> der Exportdatei eingeben (gelbes Feld)
- keine Leer- und Sonderzeichen verwenden
- Unterordner müssen vor dem Exportieren manuell erstellt werden
- Exportieren mit „Export ohne Koordinatentransformation“

Koordinatentransformation		
X <sub>B</sub>	3513136	m
Y <sub>B</sub>	5403903	m
φ	360	°

Temperaturfeld berechnen

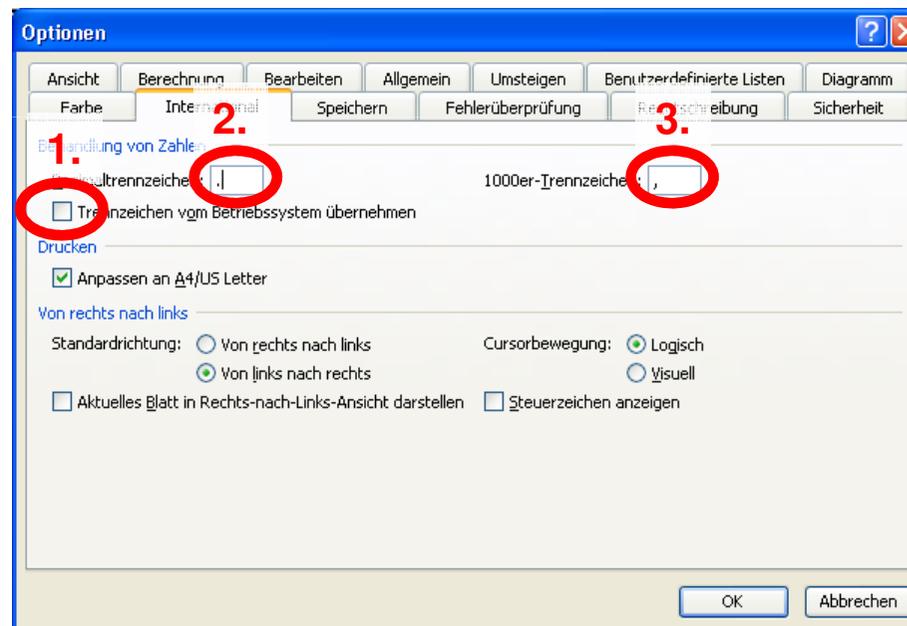
Export mit Koordinatentransformation      Export ohne Koordinatentransformation

Dateiname:	test_360
Speicherort:	D:\tmp\dauid\GWP\test_360.txt



## Exportproblem: Komma als Dezimaltrenner

- Je nach Einstellungen verwendet Excel das Komma als Dezimaltrennzeichen
- Beim Import der erzeugten Ascii-Datei (z.B. in Access) treten ggf. Fehler auf
- Zur Umstellung des Dezimaltrennzeichens in Excel unter Extras → Optionen → International das Trennzeichen **nicht** vom Betriebssystem übernehmen, als Dezimaltrennzeichen den Punkt verwenden und als 1000er-Trennzeichen das Komma



- Alternativ in der Windows Systemsteuerung unter Regions- und Spracheinstellungen **Deutsch (Schweiz)** verwenden

## Fehlermeldungen

## Fehlermeldungen:

### Makros sind deaktiviert

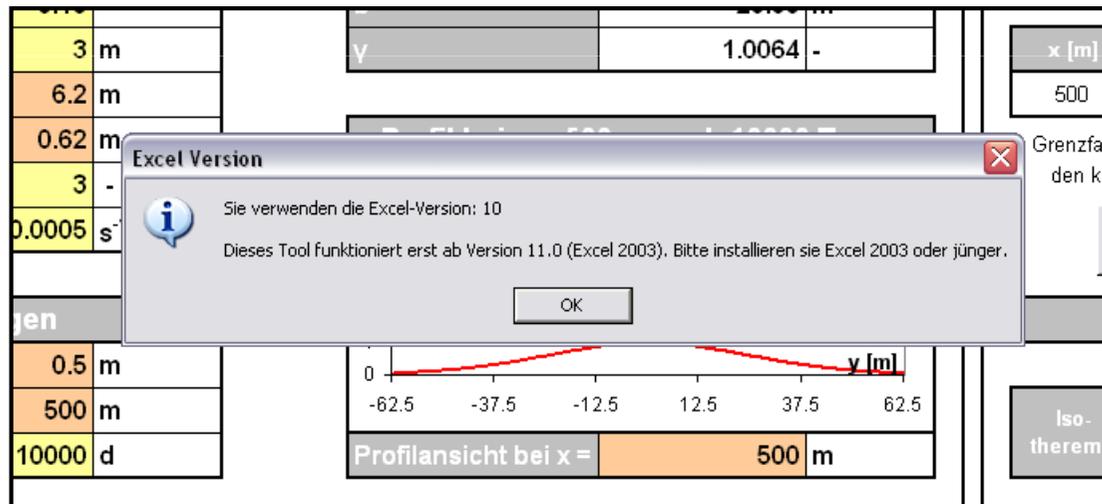
- Die Sicherheitseinstellung von Excel sind auf „sehr hoch“ oder „hoch“ gesetzt. Daher erlaubt Excel das Ausführen von Makros nicht. Führen Sie Schritt 2 dieser Anleitung durch



## Fehlermeldungen:

### Excel Version

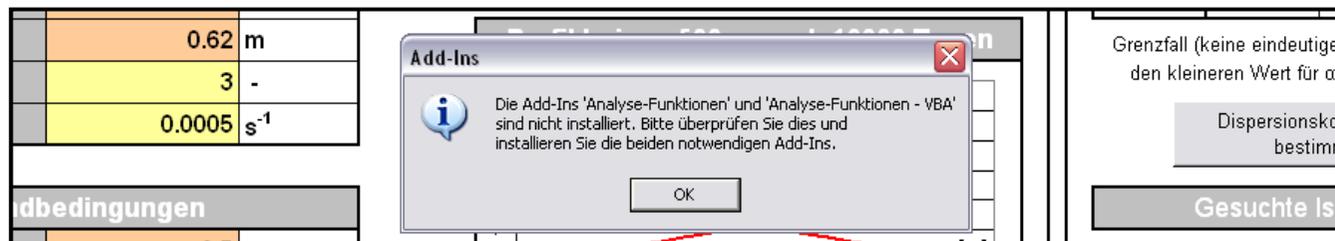
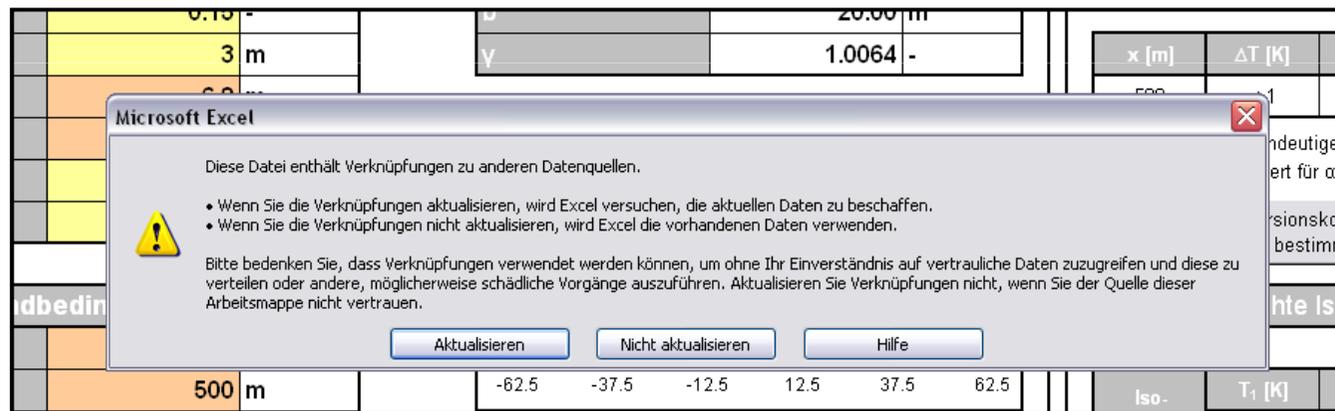
- Wenn Sie eine Excel Version älter als 2003 haben kommt die unten abgebildete Meldung
- Das Tool benötigt die Version von Excel 2003 oder neuer
- Bitte installieren Sie die richtige Version von Excel



## Fehlermeldungen:

### Add-Ins

- Wenn die Add-Ins „Analyse-Funktionen“ und „Analyse-Funktionen – VBA“ nicht installiert sind kommen die abgebildeten Fehlermeldungen
- Bitte gehen Sie zu Punkt 3 dieser Anleitung und installieren die fehlenden Add-Ins



## Fehlermeldungen:

### Brunnenbreite und Abstandsgeschwindigkeit

- Wenn die Brunnenbreite größer 30 m wird oder die Abstandsgeschwindigkeit kleiner 1 m/d, werden die Werte in rot hervorgehoben
- Es wird ein Warnhinweis ausgegeben

Eingabemaske			
<b>Eingangsdaten</b>			
Q	0.0003	m <sup>3</sup> /s	
$ \Delta T_E $	4	K	
$k_r$	0.005	m/s	
$l_b$	0.0001	-	
$r_r$	0.15	-	
m	3	m	
$\alpha_L$	6.2	m	
$\alpha_T$	0.62	m	
R	3	-	
$\lambda$	0.0005	s <sup>-1</sup>	
<b>Randbedingungen</b>			
$\Delta y$	0.5	m	
$x_{max}$	500	m	
t	10000	d	
<b>Koordinatentransformation</b>			
$x_D$	3513136	m	
$y_D$	5403903	m	
$\varphi$	0	°	
Dateiname:	test_360		
Speicherort:	D:\tmp\ddavid\GWP\test_360.txt		
<b>Gleichungsparameter</b>			
$Q \cdot  \Delta T_E $	103.680000	K <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /d	
$v_r$	0.000001	m/s	
$v_a$	0.288000	m/d	
$v_a \cdot \alpha_L$	1.785600	m <sup>2</sup> /d	
b	200.00	m	
$\gamma$	1.0626	-	
<b>Profil bei x = 500 m nach 10000 Tagen</b>			
Profilschnitt bei x = 500 m			
Achtung! Tool möglicherweise für diesen Fall ungeeignet!			
Temperaturfeld berechnen			
Export mit Koordinatentransformation		Export ohne Koordinatentransformation	
<b>Makro und Add-Ins</b>			
Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.			
<b>Dispersionstool</b>			
Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente $\alpha_T$ und $\alpha_L$ .			
x [m]	$\Delta T$ [K]	$\alpha_L$ [m]	$\alpha_T$ [m]
500	< 1	6.2	0.62
Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für $\alpha_L$ und $\alpha_T$ verwenden.			
Dispersionskoeffizienten bestimmen			
<b>Gesuchte Isothermen</b>			
Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
	1	2	3
T <sub>1</sub> < T <sub>2</sub> < T <sub>3</sub>			
<b>Betriebsart</b>			
Jahresbetrieb (stationär):		Winterbetrieb (stationär):	
t = 10000 d		t = 120 d	
Q <sub>w</sub> = 2 · Q <sub>J</sub>			
<b>Eingabefelder</b>			
Pflichteingabefeld		editierbar	
nicht editieren		nicht editieren	
Version: 09.03			

## Fehlermeldungen:

### Negative Werte

- Wenn negative Werte als Eingangsdaten eingegeben werden wird in der Spalte ein Fehler ausgegeben. Bitte verwenden sie nur positive Werte.

Eingabemaske			
<b>Eingangsdaten</b>			
Q	0.0002 m <sup>3</sup> /s		
ΔT <sub>E</sub>	-4 K <b>Fehler!</b>		
k <sub>r</sub>	0.005 m/s		
l <sub>b</sub>	0.001 -		
r <sub>r</sub>	0.15 -		
m	3 m		
α <sub>L</sub>	6.2 m		
α <sub>T</sub>	0.62 m		
R	3 -		
<b>Randbedingungen</b>			
Δy	0.5 m		
x <sub>max</sub>	2000 m		
t	10000 d		
<b>Koordinatentransformation</b>			
x <sub>G</sub>	3513136 m		
y <sub>G</sub>	5403903 m		
φ	270 °		
Dateiname:	output		
Speicherort:	G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt		
<b>Gleichungsparameter</b>			
Q *  ΔT <sub>E</sub>	-69.120000 K*m <sup>3</sup> /d		
v <sub>r</sub>	0.000005 m/s		
v <sub>a</sub>	2.880000 m/d		
v <sub>a</sub> * α <sub>L</sub>	17.856000 m <sup>2</sup> /d		
b	13.33 m		
<b>Profil bei x = 150 m nach 10000 Tagen</b>			
Profilschnitt bei x = 150 m			
<input type="button" value="Temperaturfeld berechnen"/>			
<input type="button" value="Export mit Koordinatentransformation"/> <input type="button" value="Export ohne Koordinatentransformation"/>			
<b>Makro und Add-Ins</b>			
Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.			
<b>Dispersionstool</b>			
Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente α <sub>T</sub> und α <sub>L</sub> .			
x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>T</sub> [-]
50	< 1	1	0.1
Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α <sub>L</sub> und α <sub>T</sub> verwenden.			
<input type="button" value="Dispersionskoeffizienten bestimmen"/>			
<b>Gesuchte Isothermen</b>			
Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
	1	2	3
T <sub>1</sub> < T <sub>2</sub> < T <sub>3</sub>			
<b>Betriebsart</b>			
Jahresbetrieb (stationär):		Winterbetrieb (instationär):	
t = 10000 d		t = 120 d	
Q <sub>W</sub> = 2 * Q <sub>J</sub>			
<b>Eingabefelder</b>			
Pflichteingabefeld		editierbar	
nicht editieren		nicht editieren	
Version: 09.04			

## Fehlermeldungen:

### Gesuchte Isotherme

- Wenn für die gesuchten Isothermen ein Wert größer als  $|\Delta T_E|$  eingegeben wird, wird der Wert rot hervorgehoben und ein Warnhinweis ausgegeben

Eingangsdaten		
Q	0.0003	m <sup>3</sup> /s
$ \Delta T_E $	4	K
$k_f$	0.005	m/s
$l_0$	0.0001	-
$n_f$	0.15	-
m	3	m
$\alpha_L$	6.2	m
$\alpha_T$	0.62	m
R	3	-
$\lambda$	0.0005	s <sup>-1</sup>

Makro und Add-Ins			
Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.			
Dispersionstool			
Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente $\alpha_T$ und $\alpha_L$ .			
x [m]	$\Delta T$ [K]	$\alpha_L$ [-]	$\alpha_T$ [-]
250	< 1	3.4	0.34
Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für $\alpha_L$ und $\alpha_T$ verwenden.			
Dispersionskoeffizienten bestimmen			
Gesuchte Isothermen			
Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]
	1	5	3
$T_1 < T_2 < T_3$			
Betriebsart			
Jahresbetrieb (stationär):		Winterbetrieb (instationär):	
t = 10000 d		t = 120 d	
$Q_W = 2 \cdot Q_J$			
Eingabefelder			
Pflichteingabefeld		editierbar	
nicht editieren		nicht editieren	
Version: 09.05			

## Fehlermeldungen:

### Laufzeitfehler '9' – Index außerhalb des gültigen Bereichs

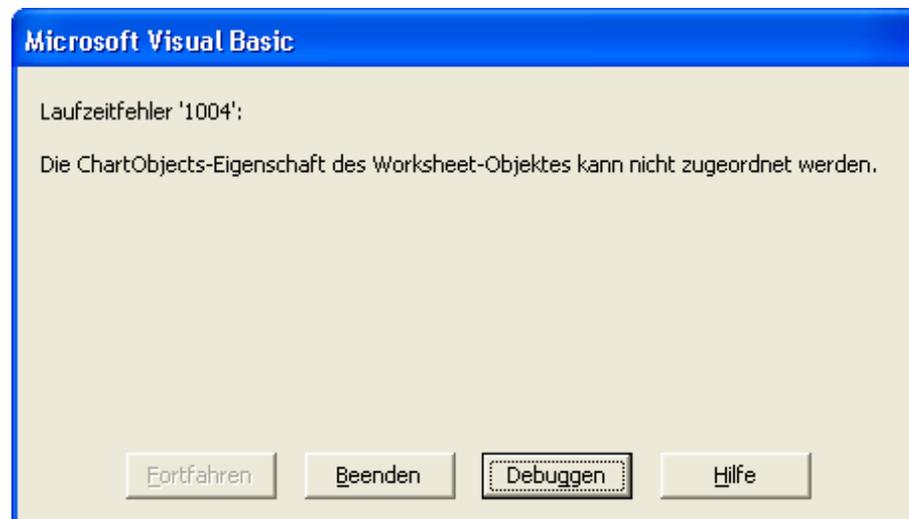
- Dieser Fehler kommt beim Starten eines Makros bzw. während der Berechnung (Zellbezüge stimmen nicht)
- Dies kann z.B. passieren, wenn versehentlich Werte, Formeln, Diagramme, etc., beim manuellen Kopieren in andere Exceltabellen, verändert wurden
- Starten Sie das Programm neu und führen Sie die Berechnung erneut durch
- Sollte dieser Fehler wieder auftreten haben sie einen Fehler bereits gespeichert - laden Sie sich dieses Tool einfach erneut aus dem Internet herunter bzw. benutzen Sie eine unveränderte Version



## Fehlermeldungen:

### **Laufzeitfehler '1004' – ChartObjects-Eigenschaft des Worksheet-Objektes kann nicht zugeordnet werden**

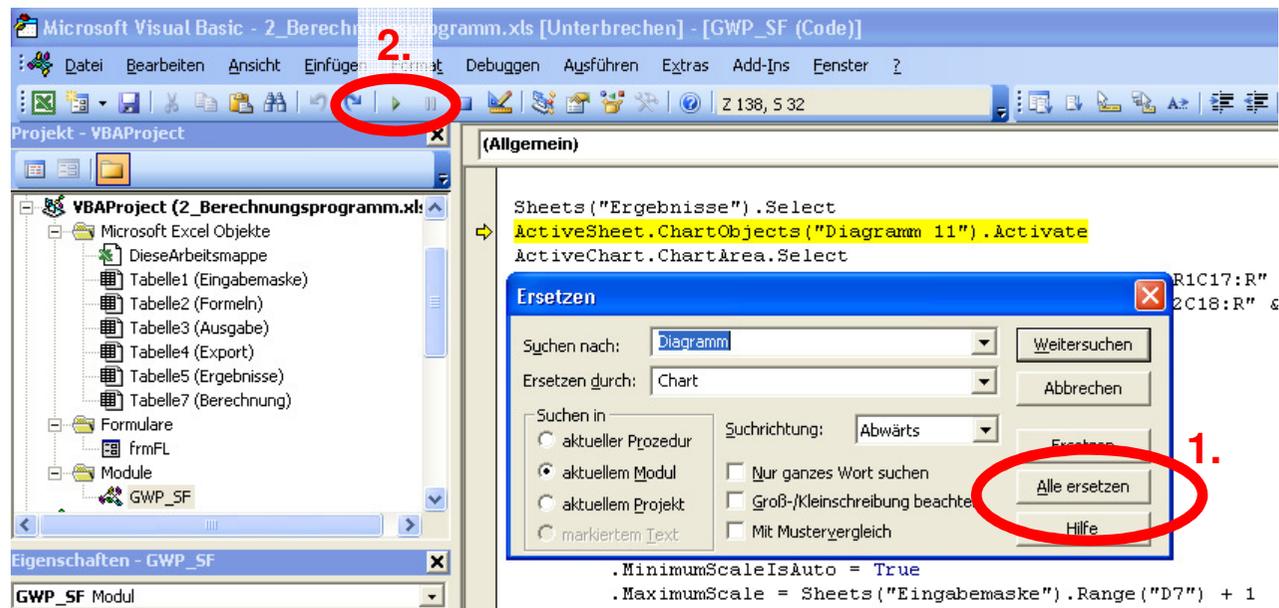
- Dieser Fehler tritt während der Berechnung (nach Abschluss von ca. 80%) auf
- Zum Beheben des Fehlers zunächst auf „Debuggen“ klicken.



## Fehlermeldungen:

### Laufzeitfehler '1004' – ChartObjects-Eigenschaft des Worksheet-Objektes kann nicht zugeordnet werden

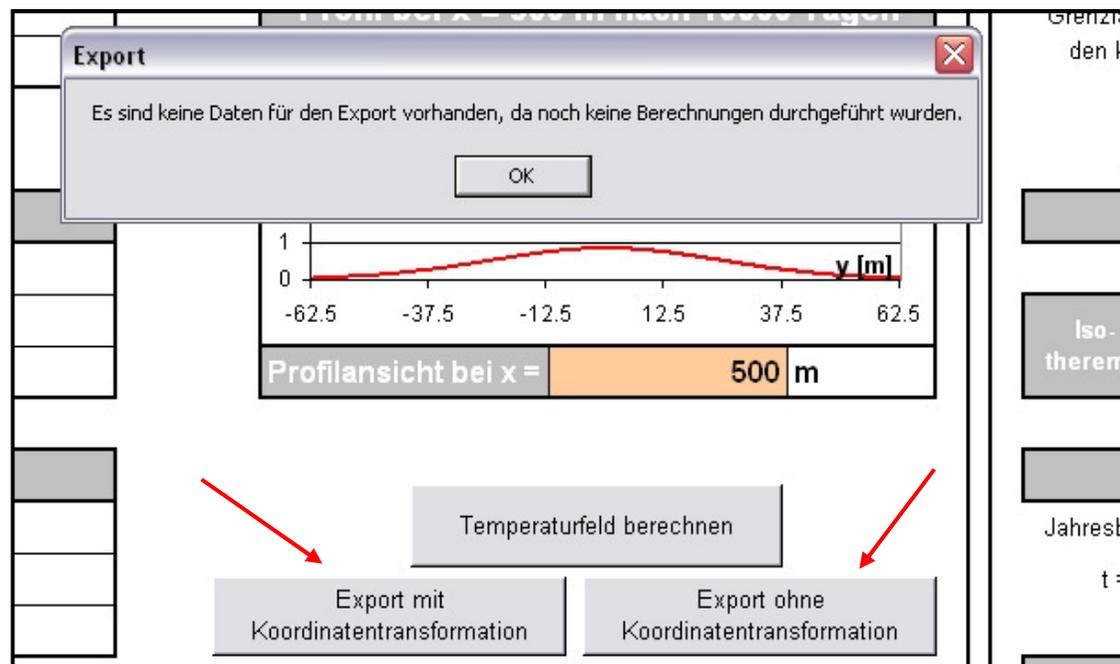
- Anschließend mittels Bearbeiten → Ersetzen **alle 6** Vorkommen von „Diagramm“ durch „Chart“ ersetzen.
- Berechnung durch klicken des Play-Buttons fortsetzen



## Fehlermeldungen:

### Export

- Diese Fehlermeldung erscheint wenn Sie exportieren wollen ohne vorher eine Berechnung gemacht zu haben. Bitte führen Sie zuerst eine Berechnung durch, damit auch Daten für einen Export vorhanden sind.



## Fehlermeldungen:

### Laufzeitfehler '76' – Pfad nicht gefunden

- Dieser Fehler kommt beim Starten der Funktion „Export mit/ohne Koordinatentransformation“
- Der Pfad, in den die Datei geschrieben werden soll, existiert nicht
- Bitte beachten Sie Schritt 11 bzw. 12 dieser Anleitung

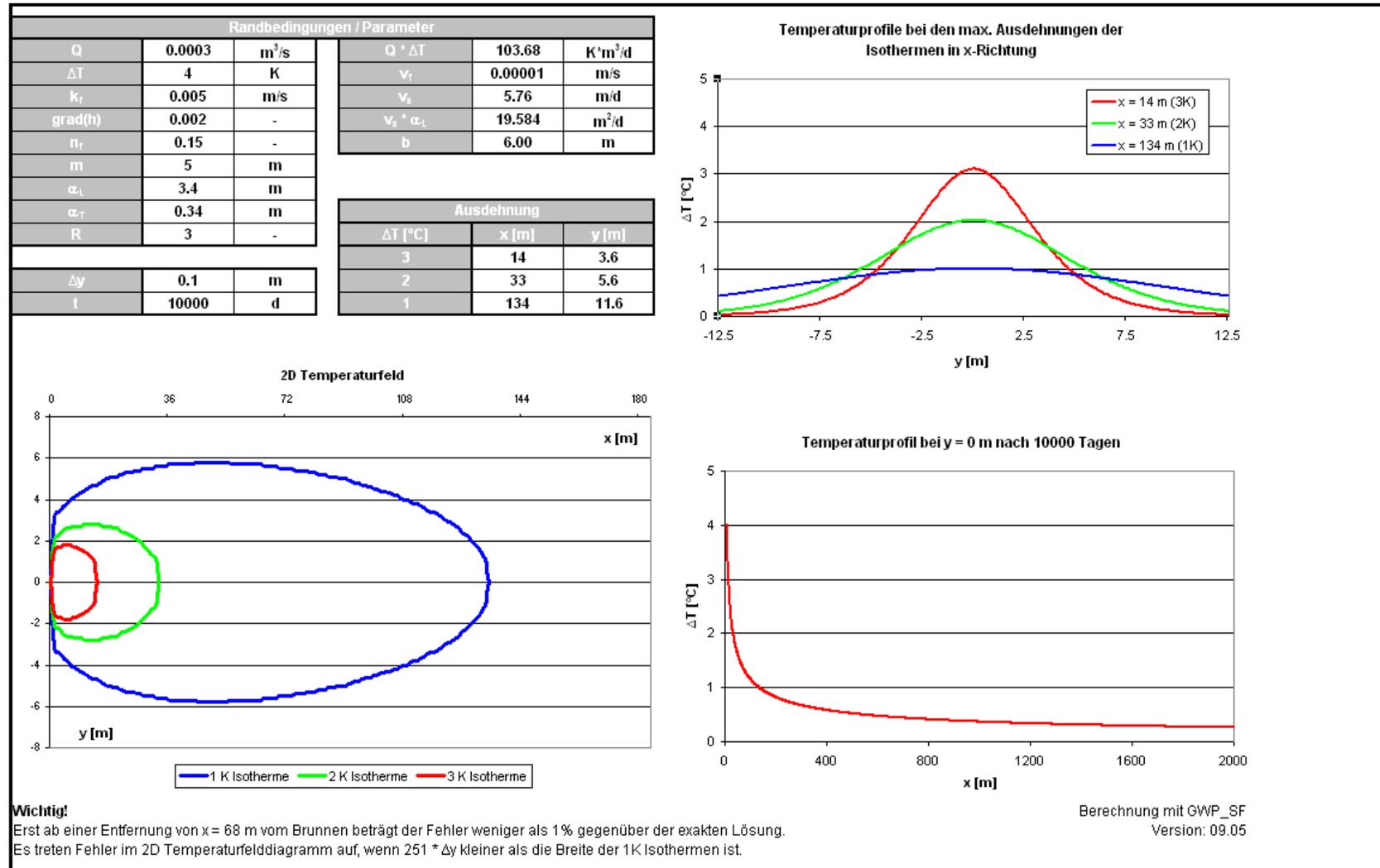


## Beispiel zum Nachrechnen

## Beispiel:

Eingabemaske											
<b>Eingangsdaten</b>											
Q	0.0003	m <sup>3</sup> /s									
\Delta T <sub>E</sub>	4	K									
k <sub>r</sub>	0.005	m/s									
l <sub>0</sub>	0.002	-									
n <sub>r</sub>	0.15	-									
m	5	m									
α <sub>L</sub>	3.4	m									
α <sub>T</sub>	0.34	m									
R	3	-									
<b>Randbedingungen</b>											
Δy	0.1	m									
x <sub>max</sub>	2000	m									
t	10000	d									
<b>Koordinatentransformation</b>											
x <sub>B</sub>	3513136	m									
y <sub>B</sub>	5403903	m									
φ	270	°									
<b>Dateiname:</b> output											
<b>Speicherort:</b> G:\projekte\gtzdco\Workflow_Data\David\andere_projekte\GWP\output.txt											
<b>Gleichungsparameter</b>											
Q *  \Delta T <sub>E</sub>	103.680000	K*m <sup>3</sup> /d									
v <sub>r</sub>	0.000010	m/s									
v <sub>a</sub>	5.760000	m/d									
v <sub>a</sub> * α <sub>L</sub>	19.584000	m <sup>2</sup> /d									
b	6.00	m									
<b>Profil bei x = 100 m nach 10000 Tagen</b>											
Profilansicht bei x = 100 m											
<div style="display: flex; justify-content: center; gap: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Temperaturfeld berechnen</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Export mit Koordinatentransformation</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;">Export ohne Koordinatentransformation</div> </div>											
<b>Makro und Add-Ins</b>											
Damit das Programm "GWP-SF" funktioniert müssen die Makros aktiviert und die Add-Ins 'Analyse-Funktionen' und 'Analyse-Funktionen-VBA' installiert sein.											
<b>Dispersionstool</b>											
Die max. Ausbreitung der 1K Isothermen in x-Richtung entscheidet über den Wert der Dispersionskoeffiziente α <sub>r</sub> und α <sub>L</sub> .											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>x [m]</th> <th>ΔT [K]</th> <th>α<sub>L</sub> [-]</th> <th>α<sub>T</sub> [-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>&lt; 1</td> <td>3.4</td> <td>0.34</td> </tr> </tbody> </table>				x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>T</sub> [-]	250	< 1	3.4	0.34
x [m]	ΔT [K]	α <sub>L</sub> [-]	α <sub>T</sub> [-]								
250	< 1	3.4	0.34								
Grenzfall (keine eindeutige Bestimmung): Immer den kleineren Wert für α <sub>L</sub> und α <sub>T</sub> verwenden.											
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Dispersionskoeffizienten bestimmen</div>											
<b>Gesuchte Isothermen</b>											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Isotherme</th> <th>T<sub>1</sub> [K]</th> <th>T<sub>2</sub> [K]</th> <th>T<sub>3</sub> [K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="background-color: #ffcc99;">1</td> <td style="background-color: #ffcc99;">2</td> <td style="background-color: #ffcc99;">3</td> </tr> </tbody> </table>				Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]		1	2	3
Isotherme	T <sub>1</sub> [K]	T <sub>2</sub> [K]	T <sub>3</sub> [K]								
	1	2	3								
T <sub>1</sub> < T <sub>2</sub> < T <sub>3</sub>											
<b>Betriebsart</b>											
Jahresbetrieb (stationär): Winterbetrieb (instationär):											
t = 10000 d		t = 120 d									
Q <sub>W</sub> = 2 · Q <sub>J</sub>											
<b>Eingabefelder</b>											
Pflichteingabefeld		editierbar									
nicht editieren		nicht editieren									
Version: 09.05											

## Beispiel:



### Wichtig!

Erst ab einer Entfernung von x = 68 m vom Brunnen beträgt der Fehler weniger als 1% gegenüber der exakten Lösung.  
Es treten Fehler im 2D Temperaturfelddiagramm auf, wenn  $251 \cdot \Delta y$  kleiner als die Breite der 1K Isothermen ist.