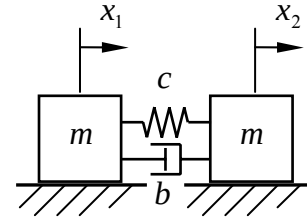


Aufgabe 2 (17P)

Ergebnisdateien → *nnnvvv2.m* und *nnnvvv2_sl.slx*

Das abgebildete Schwingungssystem hat die beiden Freiheitsgrade x_1 und x_2 . Die Differentialgleichungen zur Beschreibung des Bewegungsablaufes lauten:

$$\begin{aligned} m \cdot \ddot{x}_1 &= -c \cdot (x_1 - x_2) - b \cdot (\dot{x}_1 - \dot{x}_2) \\ m \cdot \ddot{x}_2 &= -c \cdot (x_2 - x_1) - b \cdot (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) \end{aligned}$$



Nebenbemerkung: Die rechten Seiten der beiden Differentialgleichungen sind gleich, "nur" das Vorzeichen ist genau umgekehrt.

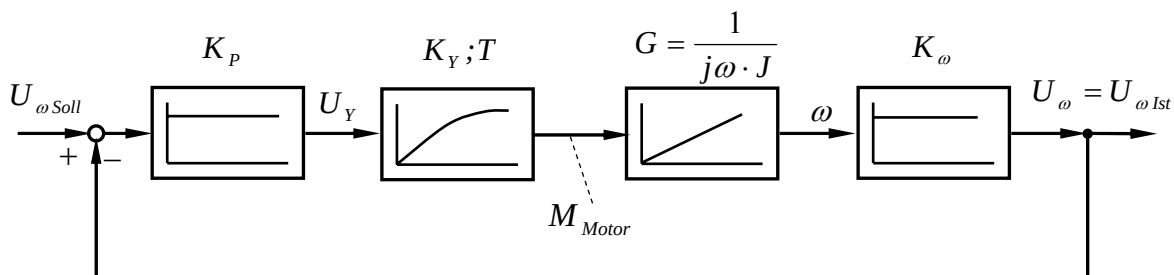
Die Anfangsauslenkungen seien gleich Null. Die Anfangsbedingungen für die Geschwindigkeiten seien beide ungleich Null und zwar sei $\dot{x}_1(t=0) = v_0$ und $\dot{x}_2(t=0) = -v_0$. Nach Vorgabe der Daten in MATLAB soll die Lösung in Simulink erfolgen. Die graphische Darstellung soll wieder in MATLAB realisiert werden. Die Simulationsdauer und feste Schrittweite werden in MATLAB vorgegeben. In einem Plotbefehl soll x_1 und x_2 in Abhängigkeit der Zeit dargestellt werden. Wählen Sie als Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen "ode3 Bogacki-Shampine".

Zahlenwerte: $m = 10 \text{ kg}$; $c = 80 \text{ N/m}$; $b = 10 \text{ N/(m/s)}$; $v_0 = 0,1 \text{ m/s}$; $t_{\text{sim}} = 5 \text{ s}$; $\Delta t = 0,001 \text{ s}$

Aufgabe 3 (17P)

Ergebnisdateien → *nnnvvv1.m* und *nnnvvv1_sl.slx*

Der Wirkungsplan zeigt die Drehzahlregelung eines Servomotors (vereinfacht). Der Sollwert $U_{\omega \text{ Soll}}$ ist zunächst gleich Null. Nach der Bildung der Regeldifferenz folgt ein P-Regler. Daran schließt sich ein PT₁-Glied an, welches als Ausgangsgröße das Antriebsmoment des Motors ergibt. Nach einer Integration (Massenträgheitsmoment J des Rotors geht ein) ergibt sich die Winkelgeschwindigkeit des Drehantriebes. Das sich anschließende P-Glied beinhaltet die Messwerterfassung zur Bildung der Rückführgröße.

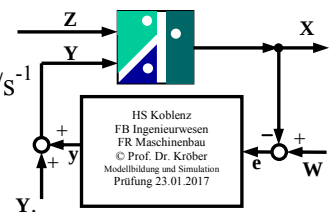


Eingangsgröße: Der Wert $U_{\omega \text{ Soll}}$ wird zum Zeitpunkt $t_1 = 1 \text{ s}$ auf den Wert 5 V verändert. Die Simulationsdauer t_{sim} beträgt 3 Sekunden und der Zeitschritt $\Delta t = 0,001 \text{ s}$.

Hinweis: Alle angegebenen Zahlenwerte sind SI-Einheiten und müssen nicht umgerechnet werden.

Geben Sie die Daten in MATLAB vor und führen Sie die Berechnung in SIMULINK durch. In einem Scope-Block in SIMULINK sollen der Verlauf der Stellgröße U_Y und der Verlauf von $U_{\omega} = U_{\omega \text{ Ist}}$ soll in einem gemeinsamen Scope-Block graphisch dargestellt werden. Wählen Sie als Lösungsverfahren zur Lösung der Differentialgleichungen "ode3 Bogacki-Shampine".

Zahlenwerte: $K_P = 0.9$; $K_Y = 1 \text{ Nm/V}$; $T = 0,05 \text{ s}$; $J = 0,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$; $K_{\omega} = 0,06366 \text{ V/s}^{-1}$



Aufgabe 4 (16P) Ergebnisdatei → *nnnvvv4.xlsm*

Bei der messtechnischen Untersuchung einer abkühlenden Tasse wurde festgestellt, dass die Temperaturabnahme insbesondere in der ersten Zeit rascher verläuft als nach einer E-Funktion. Dies liegt letztens daran, dass die Wärmeübergangszahl nicht konstant ist, sondern mit der Temperaturdifferenz selbst etwas anwächst. Letztlich kann man nachweisen, dass man durch folgende Gleichung den Abkühlvorgang beschreiben kann:

$$(\vartheta - \vartheta_{\infty})^{\frac{5}{4}} = -K \cdot \frac{d\vartheta}{dt}$$

Dabei ist K konstant und soll folgenden Wert haben: $K = 80 \cdot s \cdot (^{\circ}C)^{\frac{1}{4}}$

Die Temperatur zur Zeit $t=0$ sei $\vartheta_0 = 70^{\circ}C$, die Umgebungstemperatur sei $\vartheta_{\infty} = 20^{\circ}C$. Berechnen Sie den Temperaturverlauf für einen Zeitraum von 0 bis 200 Sekunden. Der Zeitschritt sei $\Delta t = 0,5 s$.

Hilfestellung: $\frac{d\vartheta}{dt} \approx \frac{\vartheta_{i+1} - \vartheta_i}{\Delta t}$

Die Aufgabe soll in einem Excel-Makro gelöst werden. Das Makro soll mit der Tastenkombination „Strg y“ gestartet werden. Als Ergebnis soll in dem Excel-Sheet in der ersten Spalte die Zeit und in der zweiten Spalte die momentane Temperatur stehen.

Aufgabe 5 (16P) Ergebnisdatei → *nnnvvv5.vi*

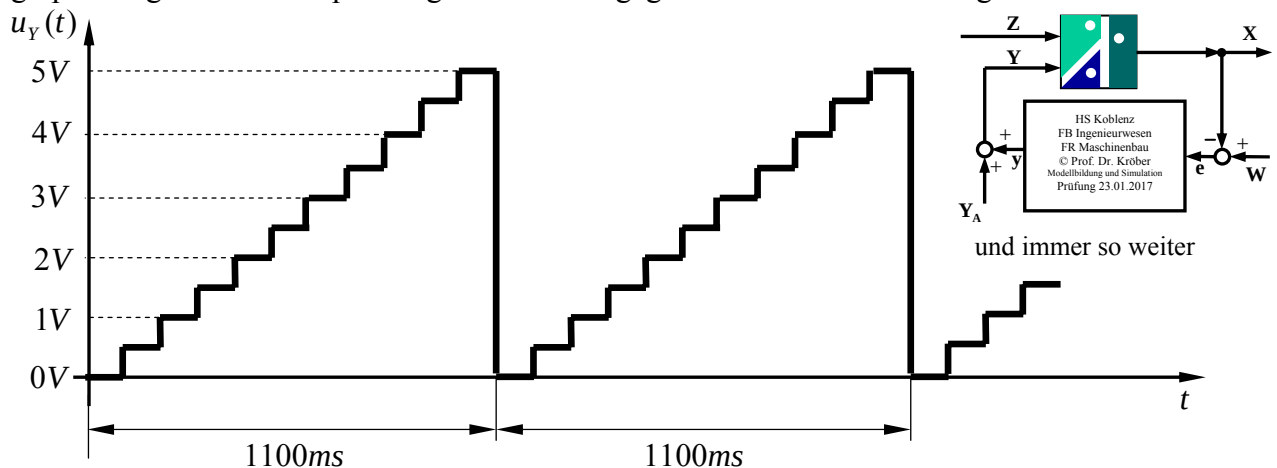
Grundsätzlich soll hier das gleiche Problem wie in Aufgabe 4 bearbeitet werden. Die Lösung soll in einem Formelknoten in LabVIEW gelöst werden. Der Kurvenverlauf $\vartheta(t)$ soll hier in einem XY-Schrieb ausgegeben werden.

Aufgabe 6 (17P) Ergebnisdatei → *nnnvvv6.vi*

Mit dem USB6008 ist durch das Steckmodul eine externe PT₂-Regelstrecke angeschlossen. Dabei wird die Stellgröße u_Y auf AnalogOutput1 ausgegeben und die Regelgröße u_X wird über AnalogInput3 eingelesen.

Zur Lösung dieser Ausgabe kann als Ausgangspunkt ein geeignetes vorhandenes Programm verwendet werden. Es ist nur "entsprechend" abzuändern.

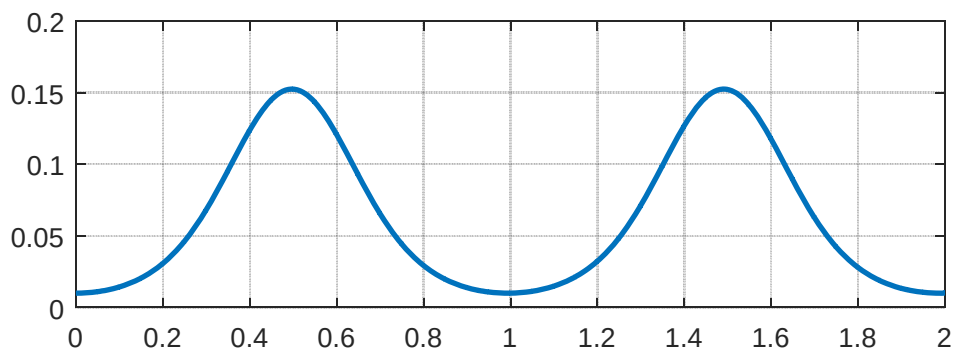
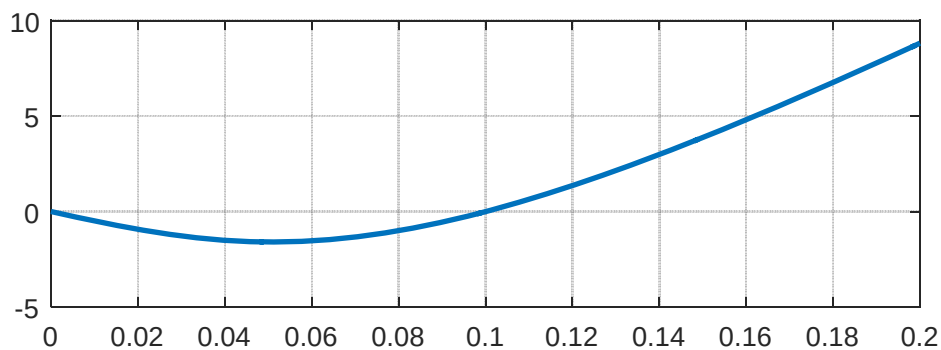
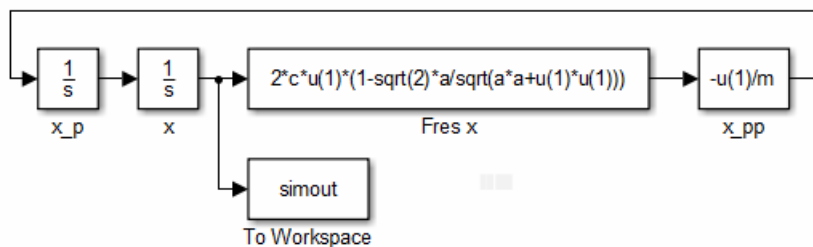
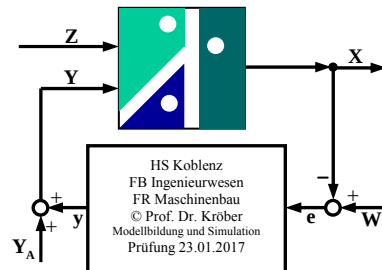
Der Zeitschritt für die einzusetzende "while-Schleife" soll 100 ms betragen. Die Ausgangsspannung soll den abgebildeten Verlauf haben. Beim ersten Durchlauf ist die Ausgangsspannung gleich Null, dann soll die Ausgangsspannung bei jedem Durchlauf um 0,5 V ansteigen. Irgendwann erreicht die Ausgangsspannung 5 V. Diese Spannung soll auch ausgegeben werden. Danach beginnt es wieder bei 0 V.



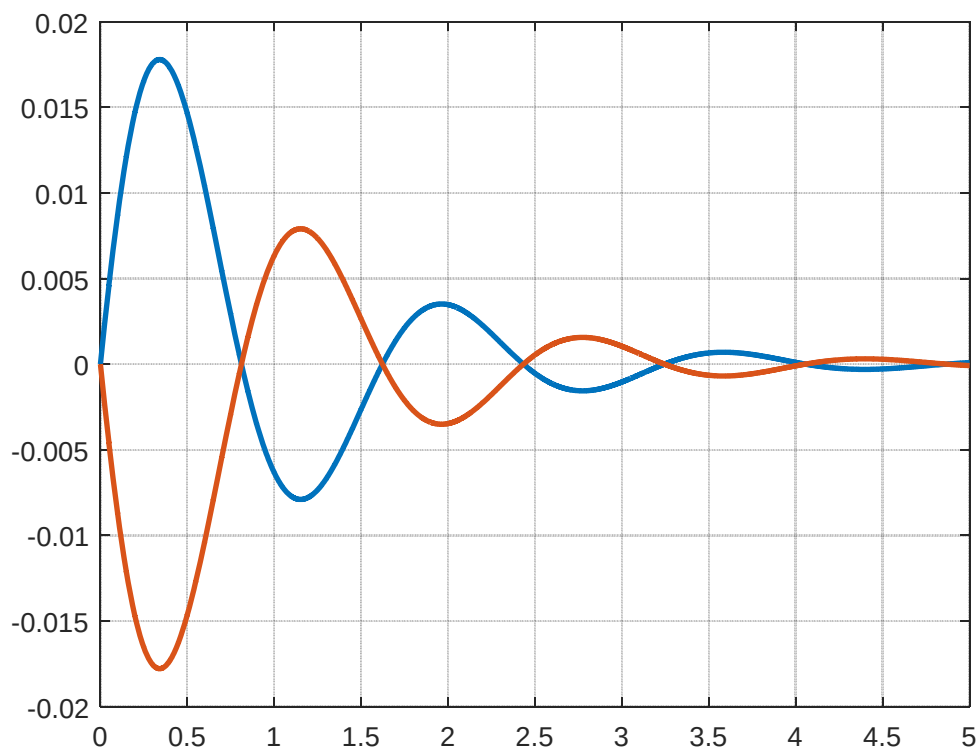
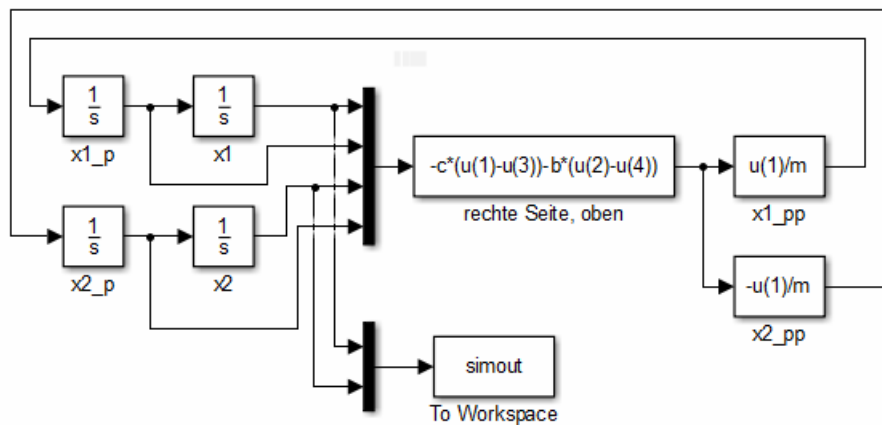
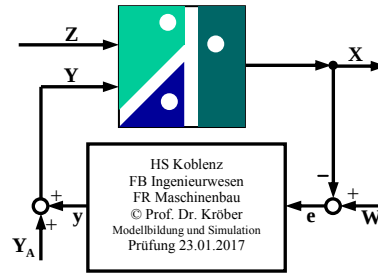
In einem gemeinsamen Messschrieb sollen u_Y und u_X ausgegeben werden.

Eine automatisierte Beendigung des Programms muss nicht vorgesehen werden. Das Programm kann durch Betätigen einer Stop-Schaltfläche beendet werden.

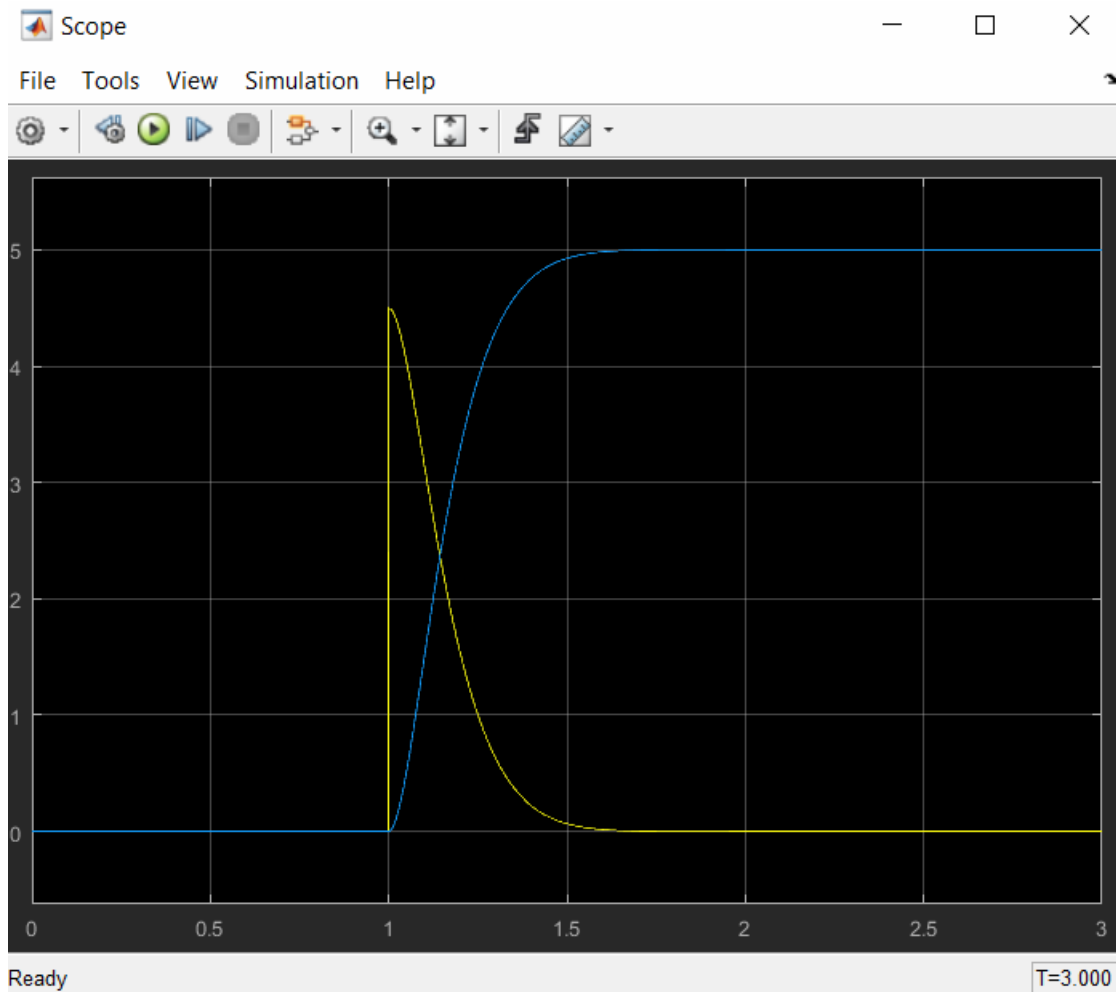
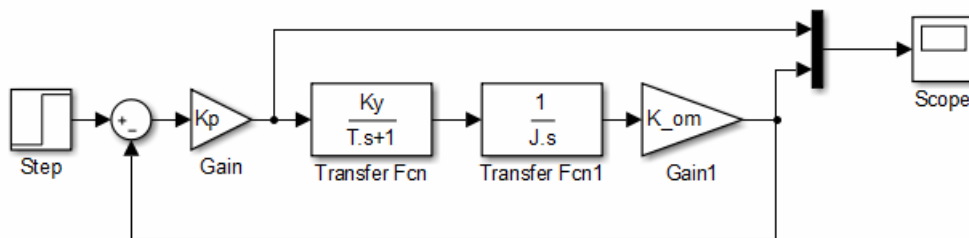
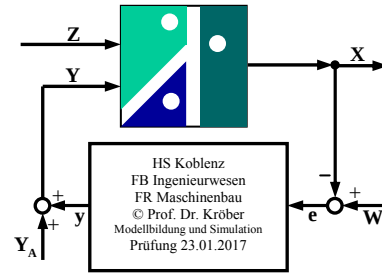
```
clear;clc;
m=0.6;
c=60;
a=0.1;
xx=0:a/100:2*a;
FF=2*c*xx.*(1-sqrt(2)*a./sqrt(a*a+xx.*xx));
subplot(2,1,1);
plot(xx,FF);grid;
tsim=2;
dt=0.001;
sim('krowol1_sl');
t=simout.time;
x=simout.signals.values;
subplot(2,1,2);
plot(t,x);grid;
```



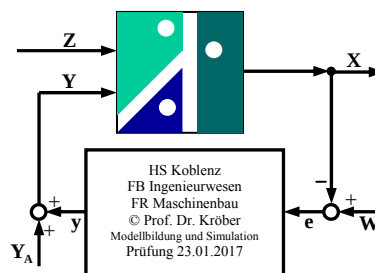
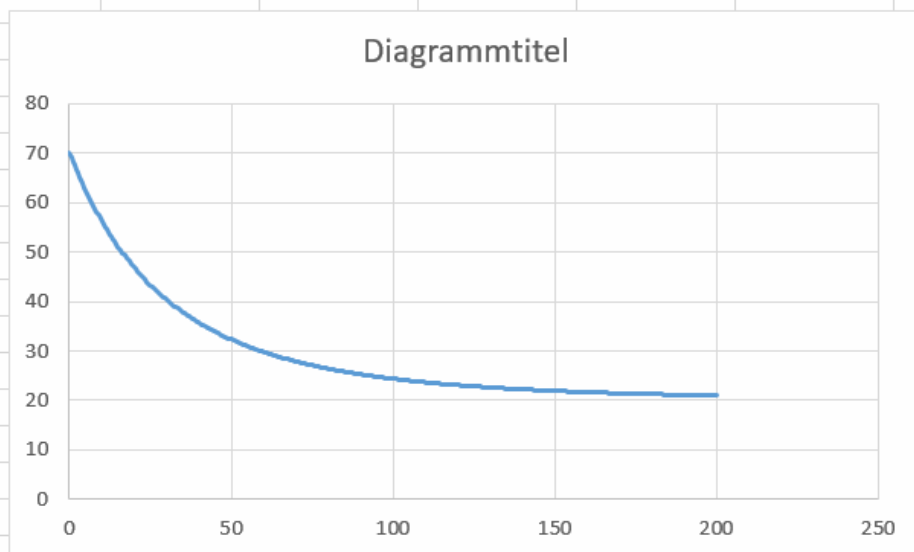
```
clear;clc;
m=10;
c=80;
b=10;
v0=0.1;
tsim=5;
dt=0.001;
sim('krowol2_sl');
t=simout.time;
x1=simout.signals.values(:,1);
x2=simout.signals.values(:,2);
plot(t,x1,t,x2);grid;
```



```
clear;clc;
U_om_soll=5;
t1=1;
Kp=0.9;
Ky=1;
T=0.05;
J=0.01;
K_om=0.06366;
tsim=3;
dt=0.001;
sim('krowol3_sl'); % ist optional
```



	A	B	C	D	E	F	G	H
1	0	70						
2	0,5	69,1690163						
3	1	68,3552599						
4	1,5	67,5583033						
5	2	66,7777313						
6	2,5	66,0131407						
7	3	65,2641397						
8	3,5	64,5303479						
9	4	63,8113956						
10	4,5	63,1069233						
11	5	62,4165821						
12	5,5	61,7400326						
13	6	61,0769448						
14	6,5	60,4269982						
15	7	59,7898809						
16	7,5	59,1652898						
17	8	58,55293						
18	8,5	57,9525147						
398	198,5	20,9991838						
399	199	20,9929402						
400	199,5	20,9867453						
401	200	20,9805987						
402								



```

Sub Makrol()
'
' Makrol Makro
'
' Tastenkombination: Strg+y
'

Dim teta(400) As Double
tet0 = 70
tetun = 20
K = 80
dt = 0.5

' Anfangsbedingung
teta(0) = tet0

' Lösung Differentialgleichung
For i = 0 To 399
    fak = -(teta(i) - tetun) ^ 1.25 / K
    teta(i + 1) = teta(i) + fak * dt
Next i

' Ausgabe in Excel-Sheet
For i = 1 To 400
    Cells(i + 1, 1) = i * dt
    Cells(i + 1, 2) = teta(i)
Next i

End Sub

```

