

Exercise 2:**Using the ode solver for differential equations in Matlab****a) Differential Equation For One Tank**

$$c \cdot \rho \cdot V \cdot \dot{T}_1 = c \cdot \rho \cdot F \cdot \dot{T}_{in} - c \cdot \rho \cdot F \cdot T_1 + P$$

$$\rightarrow \dot{T}_1 = \frac{F}{V} \cdot T_{in} - \frac{F}{V} \cdot T_1 + \frac{P}{c \cdot \rho \cdot V}$$

V=volume
F =flow
C=specific heat capacity
T₁=temperature tank 1
ρ=density
P=heating

**First Order Explicite Differential Equation For Four Tanks
(One heater device in Tank1)**

$$\dot{T}_1 = \frac{F}{V} \cdot T_{in} - \frac{F}{V} \cdot T_1 + \frac{P}{c \cdot \rho \cdot V}$$

$$\dot{T}_2 = \frac{F}{V} \cdot T_1 - \frac{F}{V} \cdot T_2$$

$$\dot{T}_3 = \frac{F}{V} \cdot T_2 - \frac{F}{V} \cdot T_3$$

$$\dot{T}_4 = \frac{F}{V} \cdot T_3 - \frac{F}{V} \cdot T_4$$

b) Implementation in Matlab**Function tank:**

```
%% funktion tank übergibt für t die Zeitspanne, für x
%% Startbedingungen

function dx = tank(t,x)

    %% Parameter die in den DGLs vorkommen

F=0.01;    %% Fließgeschwindigkeit des Mediums durch Tank
V=5;      %% Volumen der Tanks
Ti=12;    %% Temp von T_in
P=0;      %% Heizleistung in 1.Tank
c=4180;   %% Wärmekapazität des Mediums
d=1;      %% Dichte des Mediums

    %% Erzeugt eine 4x1 Matrix aufgefüllt mit 0 (notwendig!!)
dx = zeros(4,1);
    %% Erzeugt eine Sprungfunktion nach t=200
    %% von 12°C Zuflusstemp. auf 20°C
if t>200
    Ti=20;
end

    %% Aufstellung der Differentialgleichungen 1.Ordnung
    %% x(1) = Temperatur in Tank 1 ...
    %% x(4) = Temperatur in Tank 4
dx(1)=F/V*Ti-F/V*x(1)+P/(c*d*V);
dx(2)=F/V*x(1)-F/V*x(2);
dx(3)=F/V*x(2)-F/V*x(3);
dx(4)=F/V*x(3)-F/V*x(4);
```

Ode45-function:

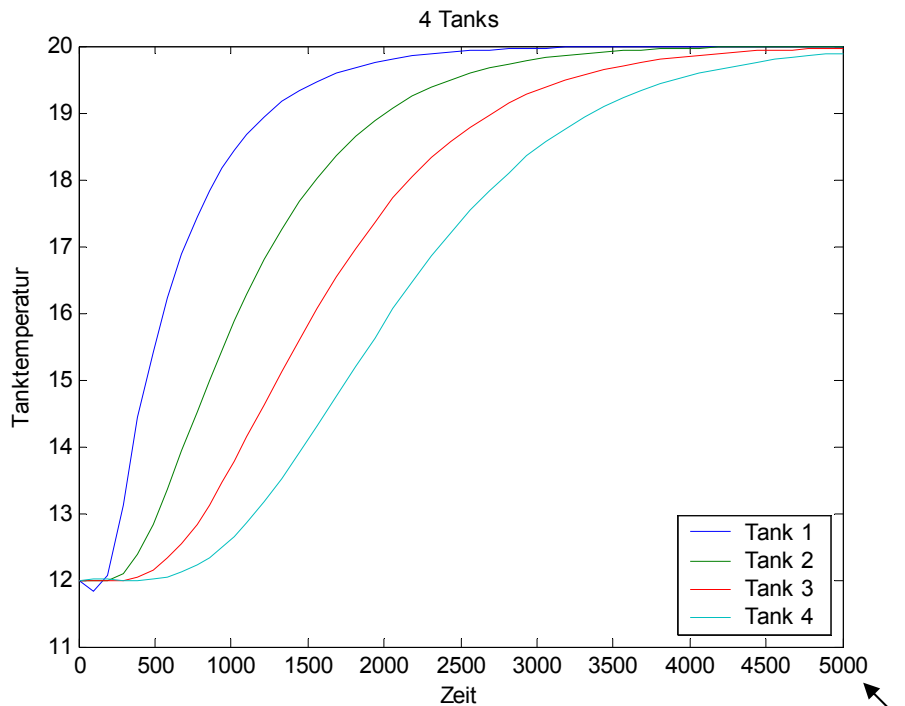
```
%% Aufruf von ode und Übergabe der Parameter
%% @tank ist das m-File in dem die DGLs stehen tank ist die Funktion
%% [0 3000] ist das Zeitintervall von 0 bis 3000
%% [12 12 12 12] sind die Startwerte der einzelnen Tanks vom 1.-4.Tank

[t x]=ode45(@tank,[0 5000],[12 12 12 12] );

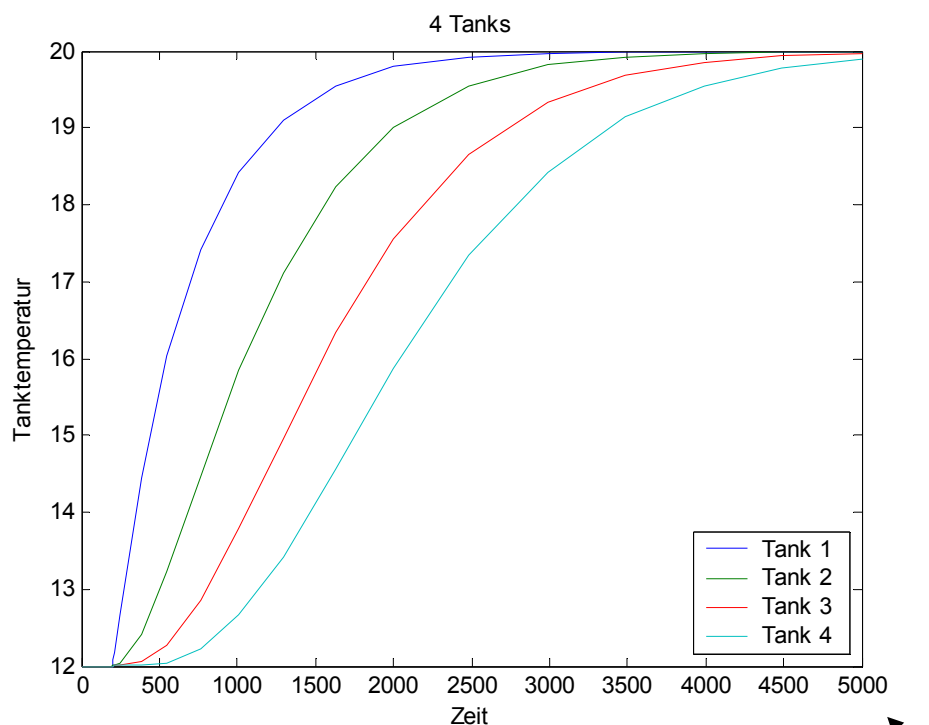
plot(t,x(:,1),t,x(:,2),t,x(:,3),t,x(:,4));
title('4 Tanks'), legend('Tank 1','Tank 2','Tank 3','Tank 4',4);
xlabel('Zeit'), ylabel('Tanktemperatur');
```

c) Simulation with step from 12 to 20 degrees by 200 sec
Without heating device in Tank1

F=0.01; %%% Fließgeschwindigkeit des Mediums durch Tank
V=5; %%% Volumen der Tanks
Ti=12; %%% Temp. von T_{in}
P=0; %%% Heizleistung in 1.Tank
c=4180; %%% Wärmekapazität des Mediums
d=1; %%% Dichte des Mediums



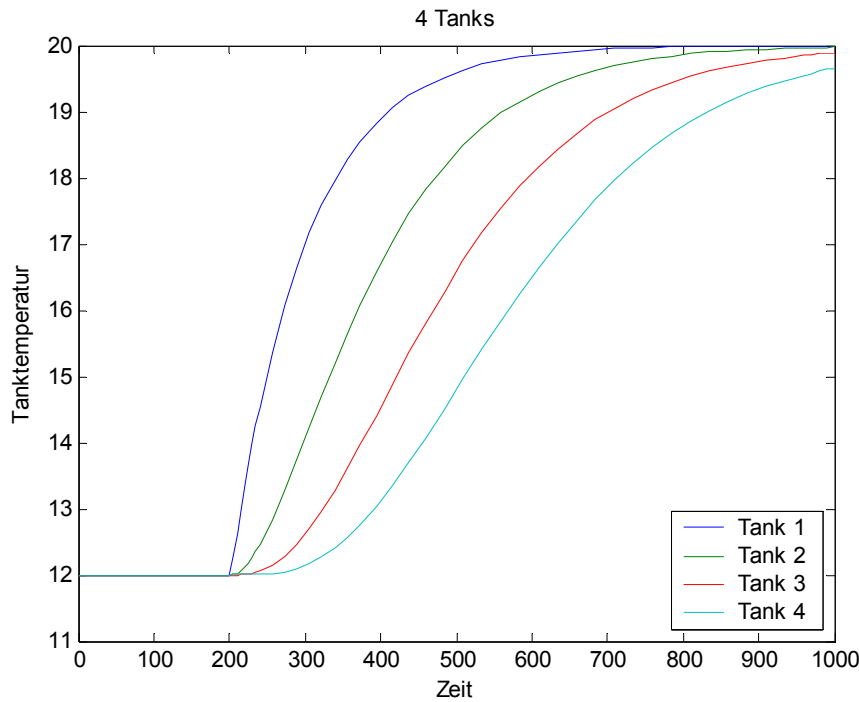
Ode45
F=0.01



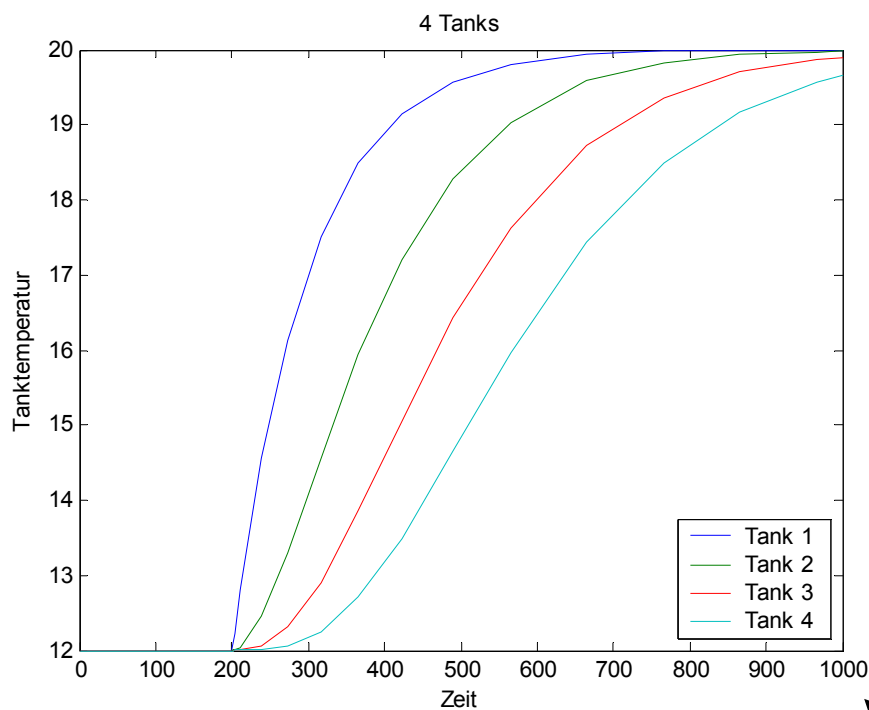
Ode23
F=0.01

**d) Simulation with step from 12 to 20 degrees by 200 sec
Without heating device in Tank1**

F=0.05; %%% Fließgeschwindigkeit des Mediums durch Tank
V=5; %%% Volumen der Tanks
Ti=12; %%% Temp. von T_{in}
P=0; %%% Heizleistung in 1.Tank
c=4180; %%% Wärmekapazität des Mediums
d=1; %%% Dichte des Mediums



**Ode45
F=0.05**



**Ode23
F=0.05**