

# Modellierung dynamischer Systeme

## Abgabe der Praktikumsaufgabe 1

Maria Lüdemann und Birger Kamp

March 28, 2016

### 1 Teilaufgabe 1

Die zu lösende DGL ist:  $y' = 10 - 500y + 5000x$ ,  $y(0) = 1$

#### Schaltbild

Das Simulink-Schaltbild zu dieser Gleichung ist:

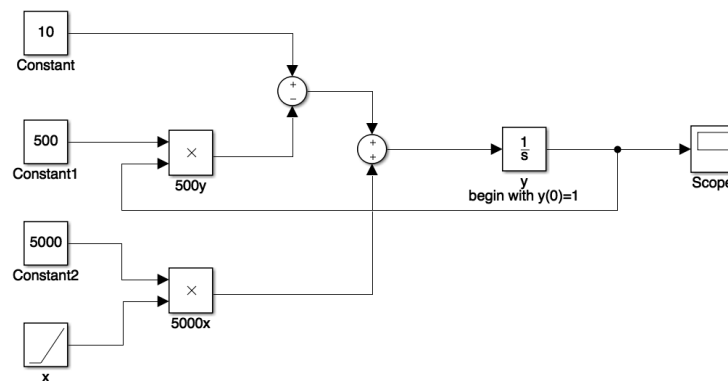


Figure 1: Simulink Schaltbild DGL1

#### 1.1 Iterationsgleichungen

Im folgenden die Iterationsgleichungen der jeweiligen Verfahren.

### 1.1.1 Euler-Verfahren

$$x_{n+1} = x_n + h \quad (1)$$

$$y_{n+1} = y_n + h * f(x_n, y_n) \quad (2)$$

$$y_{n+1} = y_n + h * (10 - 500y_n + 5000x_n) \quad (3)$$

### 1.1.2 Runge-Kutta-Verfahren 2.Ordnung

$$x_{n+1} = x_n + h \quad (4)$$

$$k_1 = h * f(x_n, y_n) \quad (5)$$

$$k_1 = h * (10 - 500y_n + 5000x_n) \quad (6)$$

$$k_2 = h * f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_1}{2}) \quad (7)$$

$$k_2 = h * (10 - 500 * (y_n + \frac{k_1}{2}) + 5000 * (x_n + \frac{h}{2})) \quad (8)$$

$$y_{n+1} = y_n + k_2 \quad (9)$$

## 1.2 Plot der Lösungen

Im Folgenden sind alle Plots der Ergebnisse der Verfahren dargestellt. Es wird außerdem jeweils die Ergebnis-Differenz eines Verfahrens zur Analytischen Lösung gezeigt.

### 1.2.1 h=0.001

Das Ergebnis zeigt, dass die Verfahren bis  $x=0.01$  sehr ähnliche Ergebnisse liefern, und haben eine max. Differenz von ca. 0.12. Danach laufen alle Kurven kongruent.

### 1.2.2 h=0.003

Das Ergebnis zeigt, dass die Verfahren bis ca.  $x=0.03$  unterschiedliche Ergebnisse liefern. Die Ergebnisse des Runge-Kutta-Verfahrens verlaufen bis ca.  $x=0.03$  nahezu parallel zur analytischen Lösung. In diesem Wertebereich liefert das explizite Euler-Verfahren sehr schwankende Werte. Ab ca.  $x=0.03$  laufen alle Kurven kongruent.

### 1.2.3 h=0.004

Bis ca.  $x=0.01$  laufen alle Kurven unterschiedlich. Ab dort laufen die Kurven des Runge-Kutta-Verfahrens und der analytischen Lösung kongruent. Während der ganzen Laufzeit liefert das explizite Euler-Verfahren sehr schwankende Werte, die sich mit einer Differenz von +/- 1 in der Nähe der analytischen Lösung befinden.

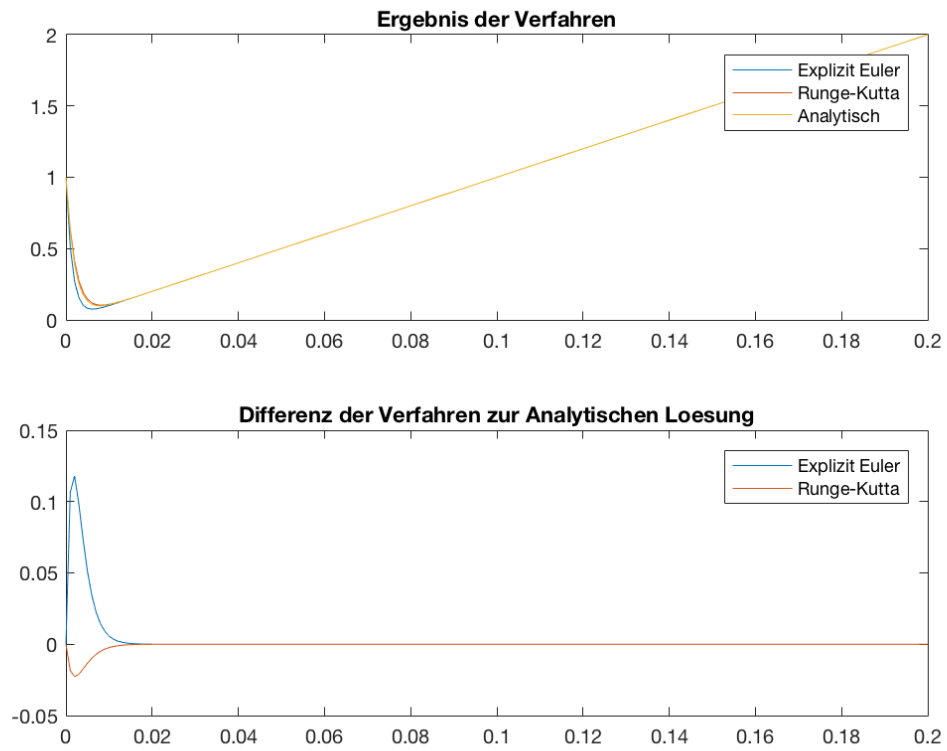


Figure 2:  $h=0.001$

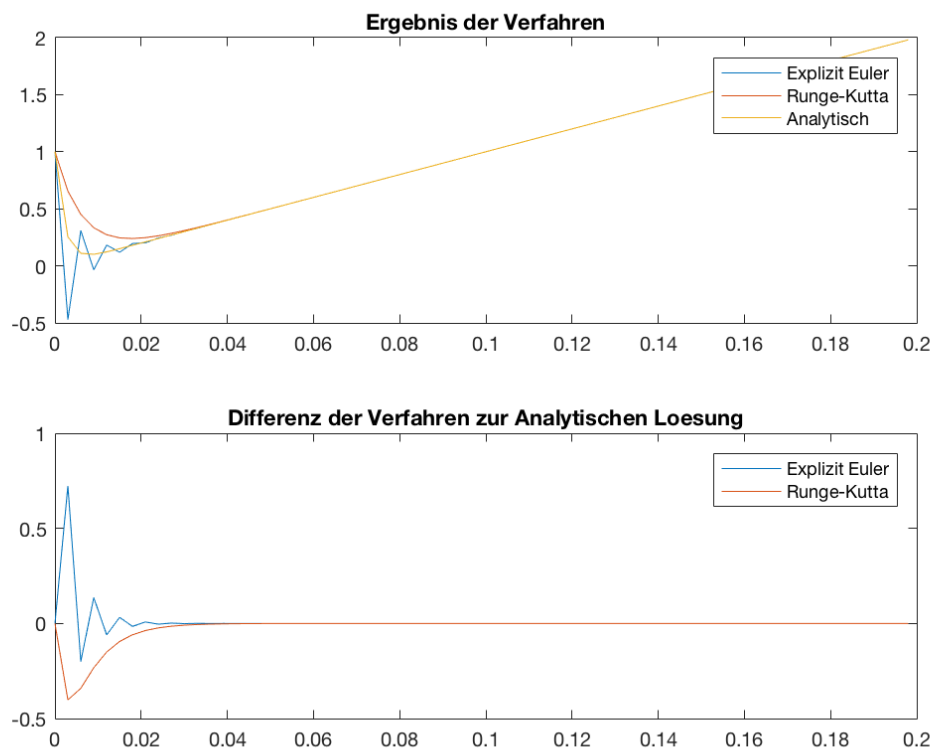


Figure 3:  $h=0.003$

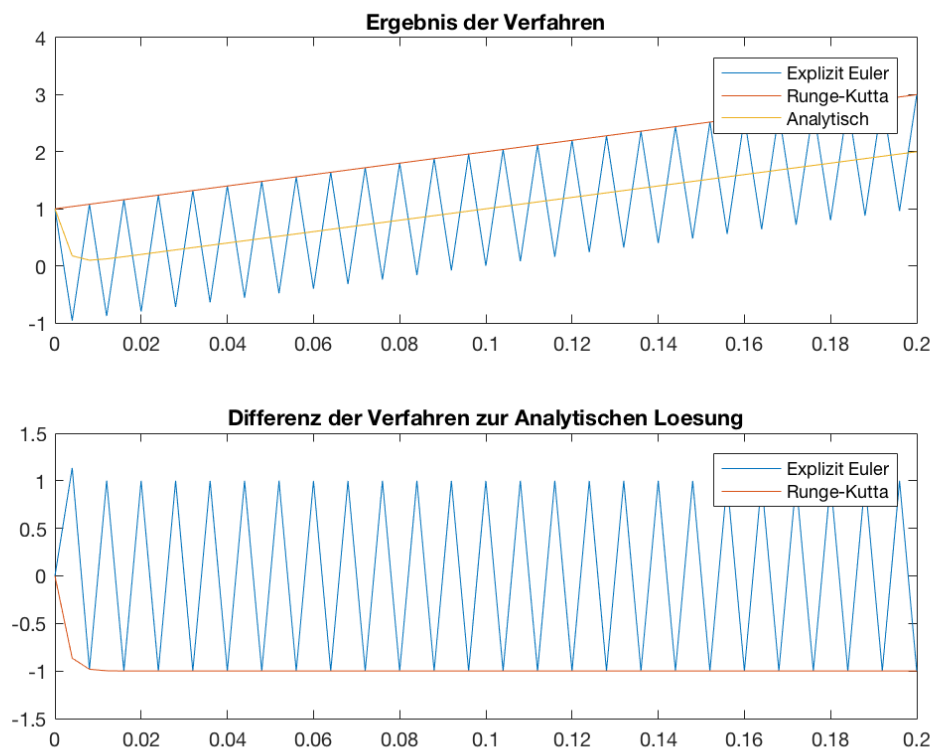


Figure 4:  $h=0.004$

### 1.2.4 $h=0.005$

Bis ca.  $x=0.15$  laufen alle Kurven kongruent. Ab dort schwanken die Werte des expliziten Euler-Verfahrens mit einer Differenz von ca.  $\pm 0.1$  um die Werte der analytischen Lösung. Die Werte des Runge-Kutta-Verfahrens hingegen werden ab ca.  $x=0.15$  exponentiell größer.

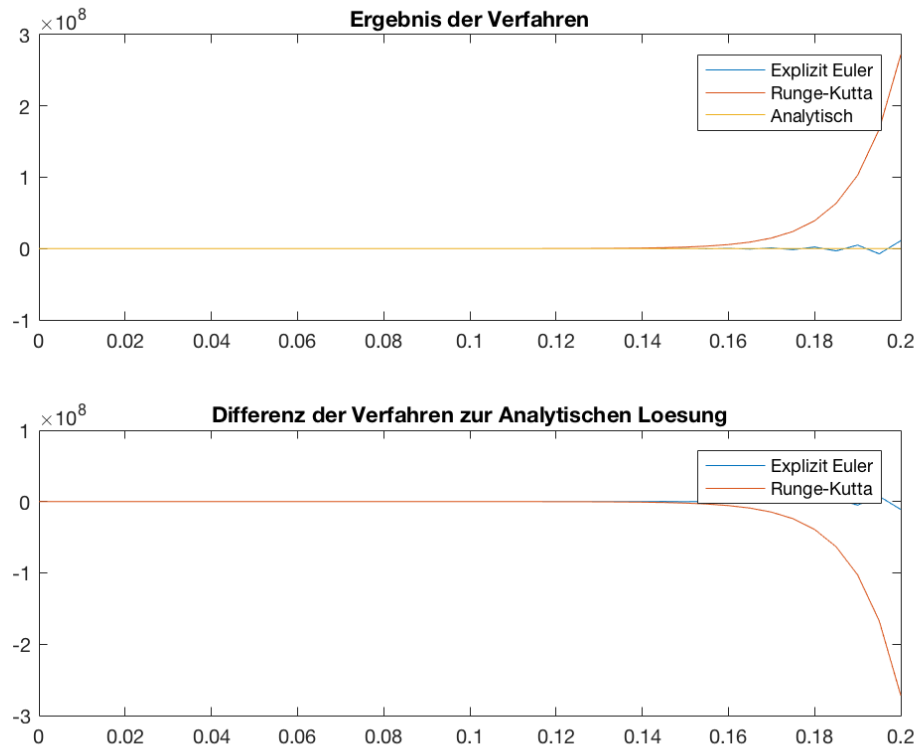


Figure 5:  $h=0.005$

## 1.3 Interpretation der Ergebnisse

### 1.3.1 Explizites Euler-Verfahren

Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Verfahren bei einer geringen Schrittweite genauere Ergebnisse liefert. Allerdings wird dadurch die benötigte Rechenzeit erhöht.

### 1.3.2 Runge-Kutta-Verfahren 2ter Ordnung

Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Verfahren bei einer geringen Schrittweite genauere Ergebnisse liefert. Allerdings wird dadurch die benötigte Rechenzeit erhöht.

## 2 Teilaufgabe 2

Die zu lösende DGL ist:  $y'' = 6 * (1 - y^2) * y' - y$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 1$

### 2.1 Schaltbild

### 2.2 DGLn der 1.Ordnung

$$y' = 6 * (1 - y_1^2) * y_2 - y_1 \quad (10)$$

$$y_2 = y_1 \quad (11)$$

#### 2.2.1 Euler-Verfahren

$$x_{n+1} = x_n + h \quad (12)$$

$$y_{n+1} = y_n + h * f(x_n, y_n) \quad (13)$$

$$y_{1_{n+1}} = y_{1_n} + h * (6 * (1 - y_{2_n}^2) * y_{1_n} - y_{2_n}) \quad (14)$$

$$y_{2_{n+1}} = y_{2_n} + h * y_{1_n} \quad (15)$$

#### 2.2.2 Runge-Kutta-Verfahren 2.Ordnung

$$x_{n+1} = x_n + h \quad (16)$$

$$k_1 = h * f(x_n, y_n) \quad (17)$$

$$k_{1(y_1)} = h * (6 * (1 - y_{2_n}^2) * y_{1_n} - y_{2_n}) \quad (18)$$

$$k_{1(y_2)} = h * y_{1_n} \quad (19)$$

$$k_2 = h * f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_1}{2}) \quad (20)$$

$$k_{2(y_1)} = h * (6 * (1 - (y_{2_n} + \frac{k_{1(y_2)}}{2})^2) * (y_{1_n} + \frac{k_{1(y_1)}}{2}) - (y_{2_n} + \frac{k_{1(y_2)}}{2})) \quad (21)$$

$$k_{2(y_2)} = h * (y_{1_n} + \frac{k_{1(y_2)}}{2}) \quad (22)$$

$$y_{1_{n+1}} = y_n + k_{2(y_1)} \quad (23)$$

$$y_{2_{n+1}} = y_n + k_{2(y_2)} \quad (24)$$

### 2.3 Plot der Lösungen

#### 2.3.1 Euler-Verfahren

#### 2.3.2 Runge-Kutta-Verfahren 2.Ordnung

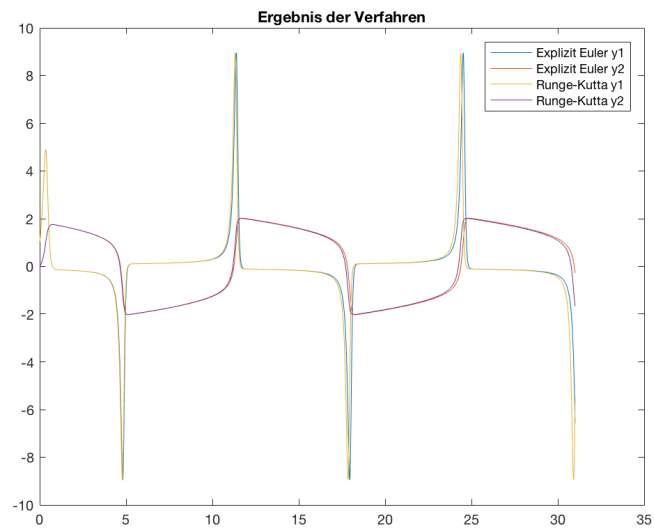


Figure 6:  $h=0.001$

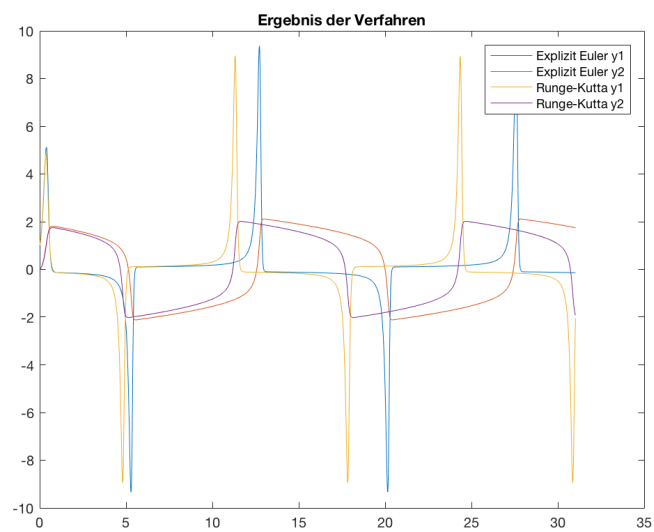


Figure 7:  $h=0.02$