

**Hochschule München, Fak. 03, Fahrzeugtechnik, WS 10/11**  
**Prüfung: Numerische Verfahren, Teil 2 (Warendorf, Wolfsteiner)**

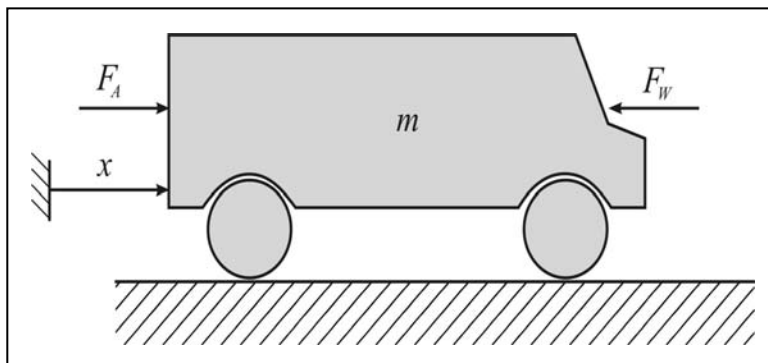
Datum: 25.01.2011  
 Bearbeitungszeit (Theorie + Matlab): 90 min  
 zugelassene Hilfsmittel: alle eigenen

Wichtiger Hinweis: für die vollständige Bearbeitung von Aufgabe 2 benötigen Sie die Ergebnisse von Aufgabe 1

**Aufgabe 1: numerische Lösung einer Differentialgleichung**

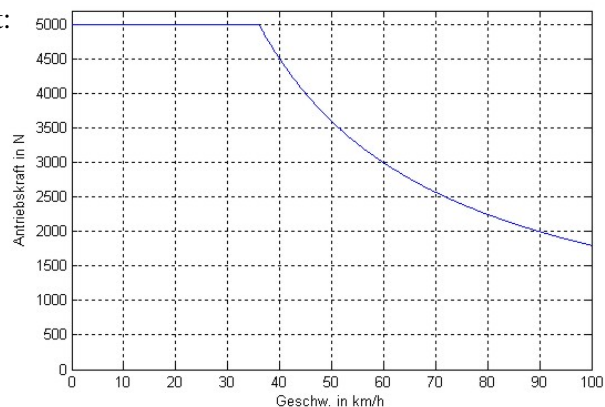
Der Beschleunigungsvorgang eines Fahrzeuges mit der Masse  $m = 1000 \text{ kg}$  wird durch die folgende Differentialgleichung beschrieben, wobei  $F_A(\dot{x})$  die von der Fahrgeschwindigkeit  $\dot{x}$  abhängige Antriebskraft und  $F_W(\dot{x})$  die von der Fahrgeschwindigkeit  $\dot{x}$  abhängige Fahrwiderstandskraft  $F_W(\dot{x})$  ist:

$$m\ddot{x} + F_W(\dot{x}) - F_A(\dot{x}) = 0$$



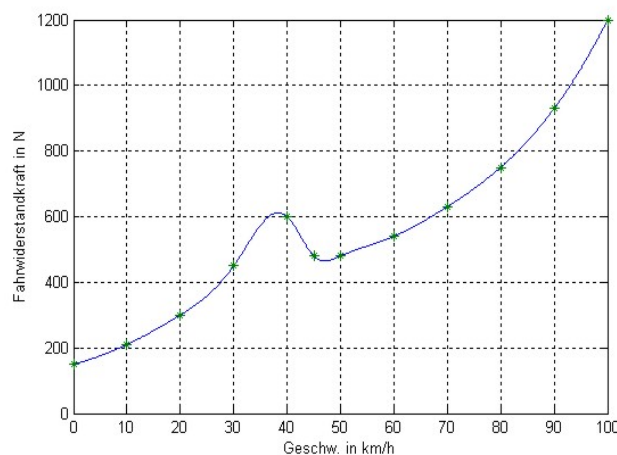
Die Antriebskraft  $F_A(\dot{x})$  ist in folgender Form definiert:

$$F_A(\dot{x}) = \begin{cases} 5000 \text{ N}; & \text{für } 0 < \dot{x} \leq 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \\ \frac{50000 \cdot 3,6}{\dot{x}} \frac{\text{N} \cdot \text{km}}{\text{h}}; & \text{für } 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} < \dot{x} < \infty \end{cases}$$



Die Fahrwiderstandskraft  $F_W(\dot{x})$  ist über folgende 12 Stützpunkte definiert:

$\dot{x}$ in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ :	0	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90	100
$F_W$ in N:	150	210	300	450	600	480	480	540	630	750	930	1200



- Stellen Sie die Antriebskraft  $F_A(\dot{x})$  als Plot in den Einheiten  $[F_A] = N$  und  $[\dot{x}] = \frac{m}{s}$  dar!
- Stellen Sie die Fahrwiderstandskraft  $F_W(\dot{x})$  mit Hilfe einer Spline-Interpolation als Plot in den Einheiten  $[F_W] = N$  und  $[\dot{x}] = \frac{m}{s}$  dar!
- Bestimmen Sie den Verlauf des Weges  $x(t)$  und der Geschwindigkeit  $\dot{x}(t)$  durch numerische Integration für die Anfangsbedingungen  $x(t=0) = \dot{x}(t=0) = 0$  im Intervall  $0 \leq t \leq 16s$  und stellen Sie beide Größen in den Einheiten  $[x] = m$  und  $[\dot{x}] = \frac{m}{s}$  dar!
- Lesen Sie aus dem Plot die Zeit  $t_{100}$  ab, die das Fahrzeug benötigt, um von 0 auf  $100 \frac{km}{h}$  zu beschleunigen!

Wichtiger Hinweis: Achten Sie auf die korrekte Verwendung der Einheiten  $\frac{km}{h}$  und  $\frac{m}{s}$ !

## Aufgabe 2: Approximation

Der im Teil 1 berechnete Geschwindigkeitsverlauf  $\dot{x}(t)$  soll nun mit Messwerten verglichen werden. Die aus der Messung verfügbaren Werte sind:

```
x_p_von_t = ...           % x_p_von_t(:,1)-> Zeit in Sekunden
[ 0           0.5;        % x_p_von_t(:,2)-> Geschwindigkeit in m/s
 0.5           3;
 1            4.2;
 1.5          7.7;
 2            9.7;
 2.5          10.9;
 3            13;
 3.5          14.9;
 4            16.9;
 4.5          18.1;
 5            18;
 5.5          20.2;
 6            21.1;
 6.5          21.3;
 7            22.5;
 7.5          22.3;
 8            23.4;
 8.5          24.8;
 9            25.1;
 9.5          25.9;
 10           26;
 10.5         25.5;
 11           27.1;
 11.5         27.7;
 12           27.6;
 12.5         28.1;
 13           28.3]
```

- Stellen Sie diese Messpunkte in einem Plot dar!
- Erstellen Sie für diese Messung eine sinnvolle Approximation und stellen Sie diese ebenfalls im Plot aus a) dar!
- Stellen Sie das errechnete Ergebnis für  $\dot{x}(t)$  aus Aufgabe 1 ebenfalls im Plot aus a) dar und fügen Sie eine Legend in den Plot ein!