

## **Steuerung eines Fahrzeugs über eine Strecke ( **$\beta$ -Version**)**

---

### **Projektdefinition**

---

Ziel des Projektes „Simulation der Beschleunigung von Fahrzeugen“ ist es, eine Software zu implementieren, die das Beschleunigungsverhalten von Fahrzeugen berechnet und simuliert. Dabei sollen die Berechnung und die Darstellung/ Simulation der Ergebniswerte auf einem Rechner, erfolgen. Das Simulationsprogramm soll, mit einer Benutzeroberfläche ausgestattet, dem Benutzer die Möglichkeit bieten, Berechnungen an das Berechnungsprogramm zu senden. Über die DOS- Benutzeroberfläche soll der Benutzer die Möglichkeit haben, Kommandos an die Berechnungsserver zu senden. Während der Berechnung, sollen in bestimmten Intervallen, parallel zur Berechnung, Zwischenergebnisse an das Simulationsprogramm zurückgesendet und im DOS- Fenster dargestellt werden.

Die Ergebniswerte sollen dabei durch ein Fahrzeugarmaturenbrett, mit sämtlichen Instrumenten zur Ergebnisdarstellung in Echtzeit visualisiert werden.

### **Rahmenbedingungen**

---

Es soll ein Fahrzeugs über eine gerade Strecke bewegt werden. Wir fahren auf einer geraden Straße von A nach B. Die Strecke ist 7,75 km lang.

Beim Start des Films soll das Fahrzeug an der Startposition stehen. Das Fahrzeug darf ohne Geschwindigkeitsbegrenzung fahren.

Die Teststrecke ist durch einen Betonklotz gesperrt. Beim Aufprall des Fahrzeugs auf den Betonsklotz entsteht ein Totalschaden ("Crash"). Der Schaden soll visuell sichtbar sein (z.B. als Dellen im Fahrzeug). Bei zu großem Schaden soll das Spiel beendet werden.

Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 190 km/h. Wird das Fahrzeug gestartet, bewegt es sich mit der Geschwindigkeit 0 km/h.

Verwenden Sie zur Berechnung der aktuellen Bewegung des Fahrzeugs die mathematischen Grundlagen der Kinematik.

Das Fahrzeug besitzt ein Getriebe mit Leerlauf, 5 (*Vorwärts-*) Gängen<sup>1</sup> und einem Rückwärtsgang.

Das Fahrzeug ist durch einen 5-stelligen Code gesichert, der vom Fahrer vor dem Start einzugeben ist. Bei einer Fehleingabe kann die Eingabe des Codes nach 1 Sekunde wiederholt werden. Die Zeitschaltung verdoppelt die Wartezeit nach jeder Fehleingabe.

Bei einem Fahrzeugschaden wird die Fahrt abgebrochen. Der Fahrer hat dann keine Möglichkeit mehr, das Fahrzeug zu bewegen.

Der Benzinverbrauch  $B$  hängt von der aktuellen Geschwindigkeit  $v$  ab. Er wird durch die Funktion

$$B(v) = 0,0007 v^2 - 0,1 v + 8,55 \quad (0 \text{ km/h} < v < 180 \text{ km/h})$$

näherungsweise beschrieben.

---

<sup>1</sup> Der I. Gang ermöglicht Geschwindigkeiten von 0-20 km/h, der II. Gang 20-40 km/h, der III. Gang 40-60 km/h, der IV. Gang 60-100 km und der V. Gang über 100 km/h. Im Rückwärtsgang können maximal 20 km/h erreicht werden.

## ***Funktion der Tasten***

---

Die Cursortasten simulieren die Beschleunigung:

- ^ Kraftstoffpedal Ein Tastenanschlag steigert die Antriebskraft um 10 N.
- V Bremspedal Ein Tastenanschlag steigert die Bremskraft um 10N

Die Cursortasten simulieren die Gangschaltung

- > Gang hochschalten. Ein Tastenanschlag schaltet den Gang +1.
- < Gang 'runterschalten. Ein Tastenanschlag schaltet den Gang -1.

---

## Anzeige

---

### Das Armaturenbrett

Das Armaturenbrett besteht aus folgenden Teilobjekten:

- Tachometer mit Geschwindigkeitsangabe (**Visualisierung**)
- Uhr (digitales Display mit Stunden-, Minuten- und Sekunden-Digit)
- Gangzähler (digitales Display)
- Navigationsanzeige: Straßenkarte (Visualisierung) mit Entfernungsangabe
- Armaturenhintergrund

Wenn der Fahrer eingeloggt ist, wird das Armaturenbrett sichtbar. Es soll folgende Gestalt haben:

Geschwindigkeit:	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	<
	>*****											
-----												
Gang:	L	1	2	3	4	5	R					
	>			X			<					
-----												
Tank:	31,70 Liter											
-----												
Navigation:	>*****											<
Zielentfernung:	3.705,19 m											
Zeit:	0:2:25 Std.											

Für die einzelnen Komponenten sollen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- **Tachometer**

Ein Tacho ist aus verschiedenen primitiven Komponenten zusammengesetzt. Der Skala des Tachos besteht aus einer Beschriftung. Diese wird in Abhängigkeit der Anzahl der Beschriftungselemente (*abhängig von der Benutzerauswahl des Maximalwertes des Tachos*) plaziert.

- **Animation der Entfernungsanzeige (Kilometerzähler)**

Die Berechnung der aktuellen Entfernung vom Zeitpunkt erfolgt in der Funktion ***berechneDistanzVonZiel()***.

- **Animation der Uhr**

Die Berechnung der aktuellen Fahrzeit erfolgt in der Funktion ***berechneAktuelleFahrzeit()***.

- **Animation des Gangzählers**

Die darzustellenden Werte werden für den Gangzähler in der Funktion ***aktuellerGetriebeZustand()*** ermittelt.

.

- **Animation der Tankanzeige**

Die darzustellenden Werte des Kraftstoffvorrats werden in der Funktion ***aktuellerKraftstoffVerbrauch()*** für jede Iteration näherungsweise ermittelt und für die Tankanzeige mit dem aktuellen Kraftstoffvorrat verrechnet.

- **Animation der Navigation**

Die Navigation zeigt die Straßenkarte. Auf der Straße wird die Aktuelle Position des Fahrzeugs und seine aktuelle Fahrtrichtung skaliert dargestellt, so daß zurückgelegter Weg und vorausliegender Weg

visualisiert werden. Zusätzlich wird die aktuelle Entfernung vom Ziel in der Funktion ***berechneDistanzVonZiel()*** ermittelt und angezeigt.

### *Berechnungsmodell*

---

Die Startbedingung einer Beschleunigungsberechnung, ist ein Fahrzeug im Leerlauf und der Startgeschwindigkeit 0. Auf die sehr komplizierte Simulation des Einkuppelns des ersten Ganges (schleifende Kupplung, Abhängigkeiten des Verhalten des Fahrers) kann verzichtet werden. Die Berechnung erfolgt durch eine Differentialgleichung zweiter Ordnung.<sup>2</sup>

Je kleiner dabei der Iterationsabstand ist, desto genauere Simulationen lassen sich berechnen.

---

<sup>2</sup>

~~Auf die exakte mathematische Modellbildung mit sämtlichen Parametern, soll in der Dokumentation nicht eingegangen werden, diese ist im Anhang dieser Dokumentation zu finden. Die Differentialgleichung zweiter Ordnung wird dabei durch ein Integrationsverfahren berechnet. In jeder Iteration wird dabei mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit über das Getriebe die aktuelle Drehzahl bestimmt. Mit dieser Drehzahl wird das Drehmoment des Motors berechnet und wiederum über das Getriebe die Antriebskraft bestimmt. Diese Antriebskraft ergibt zusammen mit der Rollreibungskraft und der aus der aktuellen Geschwindigkeit resultierenden Luftreibungskraft die Gesamtkraft die auf das Fahrzeug wirkt. Mit dieser Gesamtkraft läßt sich dann die neue Geschwindigkeit berechnen. Der Kreislauf dieser Iteration ist in Abbildung 1 dargestellt.~~