

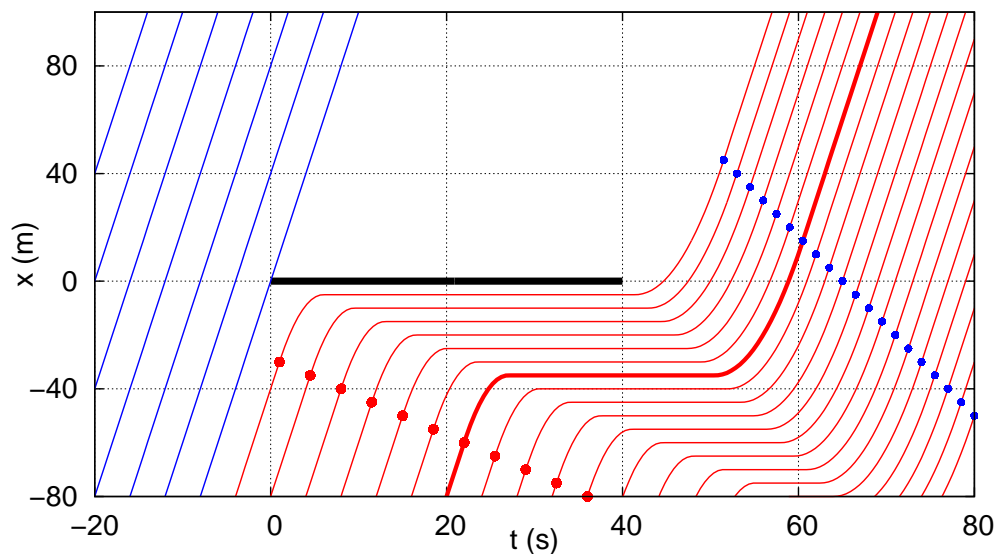
Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

## Klausur zur Vorlesung Verkehrsdynamik und -simulation WS 2006/2007

Insgesamt 120 Punkte

### Aufgabe 1 (40 Punkte)

Gegeben sind die Trajektoriendaten in folgender Abbildung:



- Welche Situation könnte hier dargestellt sein? Welche Rolle spielt der dicke horizontale Strich?
- Wie groß ist die Verkehrsnachfrage, d.h. der Zufluss für  $t \leq 20$  s ?
- Wie groß ist die Verkehrsdichte und die Geschwindigkeit in den Bereichen freien Verkehrs stromaufwärts der "Verkehrsbehinderung"?
- Wie groß ist die Dichte im Stau?
- Wie groß ist der Ausfluss nach Aufhebung der Behinderung? Geben Sie auch Dichte und Geschwindigkeit des Ausflusses nach Abschluss der Beschleunigungsphase (gekennzeichnet durch Symbole in der Abbildung) an.
- Wie groß sind die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Übergangszonen "freier Verkehr  $\rightarrow$  Stau" sowie "Stau  $\rightarrow$  freier Verkehr"?
- Welche Verzögerungszeit erfährt das zur Zeit  $t = 20$  s bei  $x = -80$  m einfahrende Fahrzeug durch die "Behinderung"?
- Ermitteln Sie schließlich noch die Bremsverzögerung und die Beschleunigung der Fahrzeuge unter der Annahme konstanter Verzögerungen bzw. Beschleunigungen. (Der Beginn der Verzögerung und das Ende der Beschleunigung sind im Diagramm gekennzeichnet.)

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

**Aufgabe 2 (20 Punkte)**

Gegeben ist die Geschwindigkeits-Dichte-Relation

$$V(\rho) = V_0 \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_{\max}} \right)$$

mit der Wunschgeschwindigkeit  $V_0$  und der maximalen Dichte  $\rho_{\max}$ .

- Geben Sie die Gleichung für das Fundamentaldiagramm an.
- Bei welcher Dichte wird der maximale Fluss erreicht und wie hoch ist er? (Geben Sie beides als Funktion von  $V_0$  und  $\rho_{\max}$  an).
- Zeichnen Sie nun das Fundamentaldiagramm für  $V_0 = 100$  km/h und  $\rho_{\max} = 100$ /km.

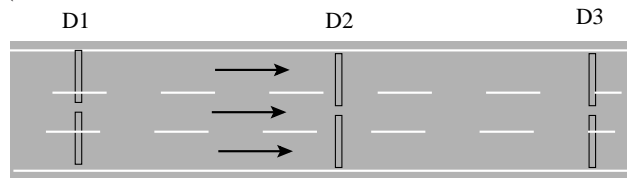
**Aufgabe 3 (20 Punkte)**

- Nennen Sie drei wichtige Faktoren, welche zum Verkehrszusammenbruch auf Fernstraßen führen können.
- Können Tempolimits (neben ihrem Einsatz als Lärmschutz und zur Sicherheit) auch die Stau-neigung reduzieren? Wenn ja, kommt es vor Allem daher, dass sie (i) die statische Kapazität erhöhen oder (ii) Störungen im Verkehrsfluss reduzieren? Wann und wo sind Tempolimits zur Minimierung der Zusammenbruchwahrscheinlichkeit besonders sinnvoll?
- Kann auch eine vorgeschriebene Mindestgeschwindigkeit sinnvoll sein? Wenn ja, wo?
- Auf einer 4 km langen Baustelle einer dreispurigen Autobahn ist der Mittelabschnitt (Baustellen-Kilometer 1-3) bereits komplett fertiggestellt und könnte befahren werden. Dennoch werden dort, wie auch im aktiven Baustellenbereich, nur zwei Fahrstreifen freigegeben. Warum?

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

#### Aufgabe 4 (40 Punkte, alternativ zu Aufgabe 5!)

Gegeben ist folgende, mit drei Detektoren D1 - D3 ausgestattete Richtungsfahrbahn mit 3 Fahrstreifen ohne Zu- und Abfahrten (die Abstände zwischen D1-D2 und D2-D3 sind gleich groß):

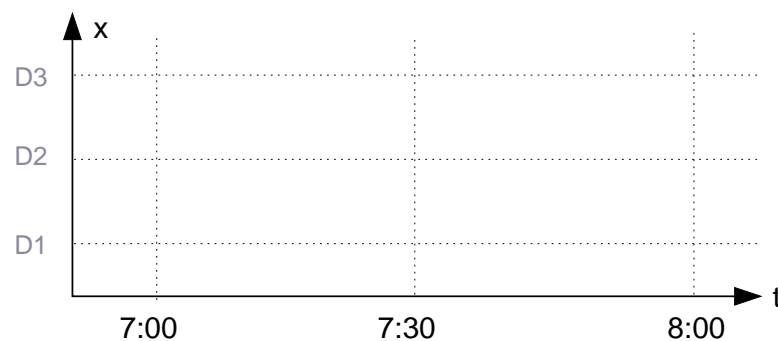


Die über alle Spuren summierten Verkehrsstärke bei D1 ist konstant = 3600 Fz/h. Die Daten der beiden anderen Detektoren sind wie folgt (Alle Flusswerte von 1800 Fz/h waren außerdem mit Gesamtdichten oberhalb 120 Fz/km verbunden):

Detektor D2:	Zeit	< 7:30	7:30-7:40	7:40-7:50	> 7:50
	$Q$ (Fz/h)	3600	1800	5400	3600

Detektor D3:	Zeit	< 7:00	7:00-7:30	7:30-8:00	> 8:00
	$Q$ (Fz/h)	3600	1800	5400	3600

- (a) Wie könnte die zu diesen Detektor-Zeitreihen führende raumzeitliche Verkehrsdynamik aussehen? Zeichnen Sie für eine plausible Möglichkeit die Bereiche gestauten bzw. zähfließenden Verkehrs, die Bereiche des erhöhten Ausflusses und die mögliche Unfall- oder Störstelle in folgendes Raumzeit-Diagramm. Gehen Sie von störungsfreiem Verkehr vor 7:00 aus.

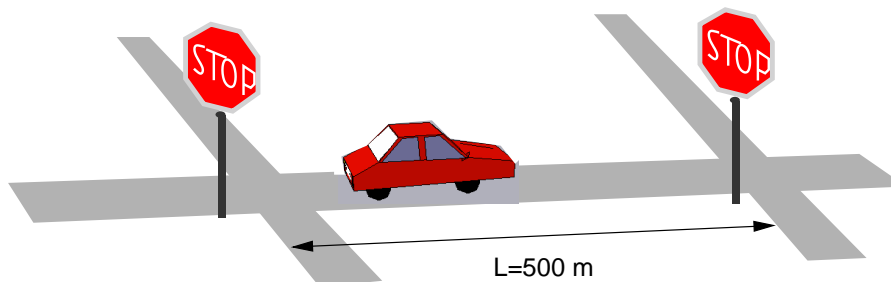


- (b) Bestimmen Sie die kumulierten Fahrzeugzahlen für die Detektoren D1 und D3 (für D2 nicht verlangt!). Berücksichtigen Sie dabei, dass ein "Floating Car" um 6:55 die Position von D1 und um 7:00 Uhr die Position von D3 passierte.
- (c) Stellen Sie die kumulierten Fahrzeugzahlen grafisch dar und bestimmen Sie grafisch die Reisezeiten  $\tilde{\tau}_{13}$  und  $\tau_{13}$  zwischen D1 und D3 für um 7:30 Uhr den Anfang bzw. das Ende dieses Abschnitts passierende Fahrzeuge.
- (d) Wie viele Kfz-Stunden an zusätzlicher Reisezeit für die Strecke zwischen D1 und D3 hat die Störung gegenüber störungsfreiem Verkehr (Flüsse von 3600 Fz/h während der gesamten betrachteten Zeit an allen Detektoren) verursacht?

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

### Aufgabe 5 (40 Punkte, alternativ zu Aufgabe 4!)

In Amerika und Australien gibt es häufig “Four-way-Stop” - Straßen”, bei denen man bei jeder Kreuzung prinzipiell anhalten muss. Eine Leserbriefschreiberin an eine Verkehrssimulations-Webseite wollte gerne wissen, wie groß die Ersparnis an Treibstoff und CO<sub>2</sub> wäre, wenn man diese Stopp-Regelung durch eine Vorfahrtsstraße (welche man ohne Anhalten durchfahren kann) ersetzen würde.



Zur Modellierung wird der Luftwiderstand vernachlässigt und folgende Annahmen getroffen:

Grundleistung $P_0$	4 kW
Fahrzeugmasse (mit Fahrern)	1500 kg
Reibungskoeffizient	0.03
Gravitationskonstante	9.81 m/s <sup>2</sup>
(konstanter) Wirkungsgrad	0.3
Brennwert des Treibstoffs	39.6 10 <sup>6</sup> J/l = 11 kWh/l

Die freie Geschwindigkeit zwischen den Kreuzungen beträgt 16 m/s. Vor bzw. nach jeder Kreuzung wird mit 2 m/s<sup>2</sup> verzögert bzw. beschleunigt. Da kein Kreuzungsverkehr herrscht, kann man nach jedem Stopp sofort wieder anfahren.

- Ermitteln Sie zunächst die Zeit für jeweils eine Beschleunigungs- und Bremsphase und die zugehörigen Beschleunigungs- und Bremswege.
- Warum ist hier der Luftwiderstand weniger wichtig?
- Gehen Sie nun von insgesamt 128 m für Bremsen und Beschleunigen aus und ermitteln Sie den Treibstoffverbrauch auf dieser Strecke für den Referenzfall, also gleichmäßiges Fahren mit  $v_0 = 16$  m/s. Vernachlässigen Sie hier und in den folgenden Rechnungen den Luftwiderstand.
- Berechnen Sie nun den Verbrauch für einen Stop-Start-Zyklus. Gehen Sie davon aus, dass in der Bremsphase nichts verbraucht wird (Schubabschaltung) und integrieren Sie für die Beschleunigungsphase die Verbrauchsrate  $\dot{C} = P(v, \dot{v})/(\gamma w_{cal})$  über die Beschleunigungszeit.
- Berechnen Sie den auf 100 km hochgerechneten Verbrauch für gleichmäßiges Fahren und für eine Folge von Stopp-Kreuzungen alle 500 m. Wieviel Prozent würde man durch Umwandeln der Stopp-Kreuzungen in eine Vorfahrtsstraße sparen?