

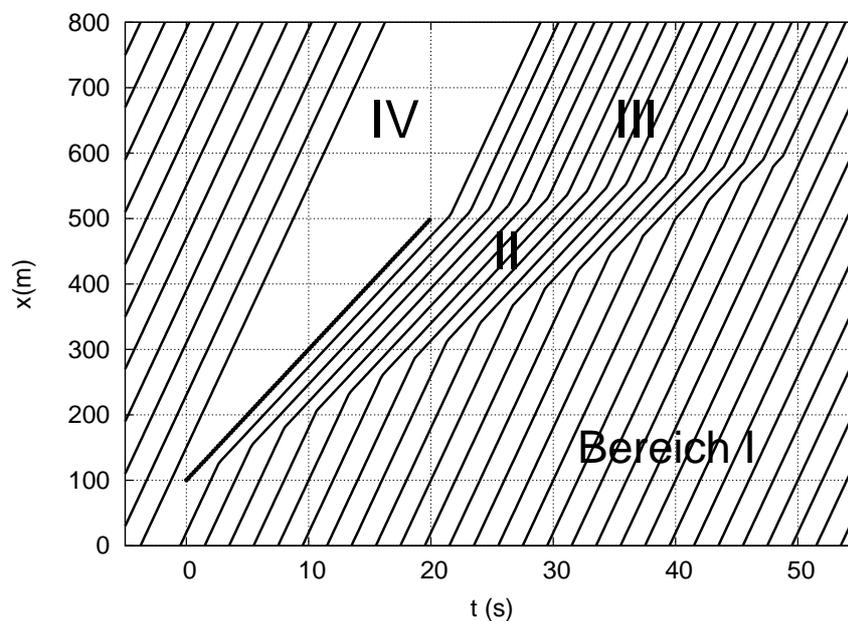
Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Klausur zur Vorlesung Verkehrsdynamik und -simulation WS 2008/2009

Insgesamt 120 Punkte

Aufgabe 1 (30 Punkte)

Gegeben sind folgende Trajektoriendaten, welche vom linken Fahrstreifen einer zweistreifigen Richtungsfahrbahn stammen.



- Welche Situation könnte hier dargestellt sein? Berücksichtigen Sie dabei auch, dass nicht alle Trajektorien durchgehend sind.
- Ermitteln Sie aus der Grafik für allen vier angegebene Bereiche (i) Dichte, (ii) Verkehrsfluss und (iii) Geschwindigkeit.
- Ermitteln Sie aus der Grafik die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Übergänge I-II, II-III und II-IV.
- Ermitteln Sie nun die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Übergänge I-II, II-III und II-IV anhand der makroskopischen Größen in den jeweiligen Bereichen. Falls Sie (b) nicht gelöst haben, nehmen Sie folgende Werte für Dichte und Fluss in den drei Bereichen an (dies sind nicht die richtigen Werte): $\rho_1 = 15 \text{ Fz/km}$, $Q_1 = 2000 \text{ Fz/h}$, $\rho_2 = 35 \text{ Fz/km}$, $Q_2 = 2720 \text{ Fz/h}$ und $\rho_3 = 25 \text{ Fz/km}$, $Q_3 = 2600 \text{ Fz/h}$.
- Wieviel Zeitverlust ergibt sich durch die Störung im Bereich II insgesamt bei allen beteiligten Fahrern im Vergleich zu einer Situation, in der der nur eine Situation wie im Bereich I herrscht?

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

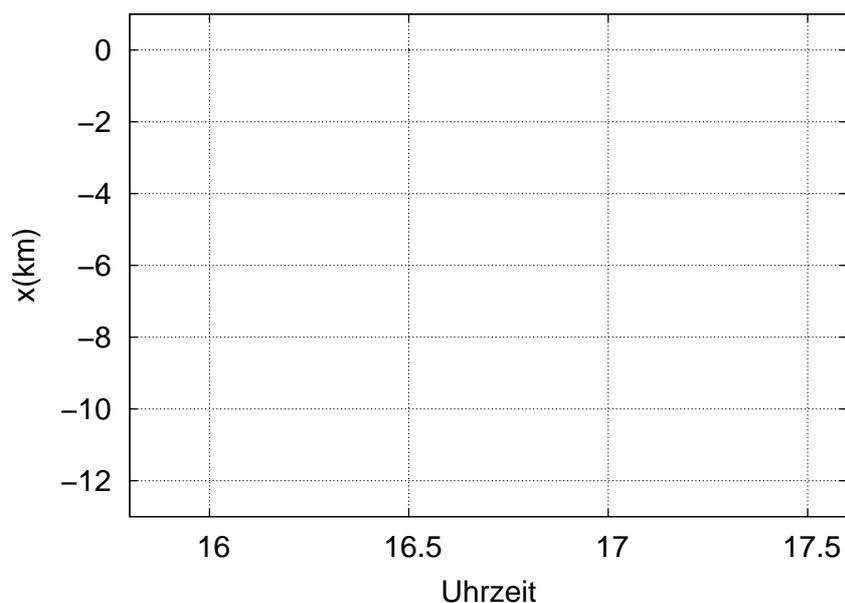
Aufgabe 2 (30 Punkte)

Der Verkehrsfluss auf jedem Fahrstreifen einer dreispurigen Autobahn wird mit dem Lighthill-Whitham-Richards-Modell mit dem Fundamentaldiagramm

$$Q_e(\rho) = \begin{cases} V_0 \rho & \rho \leq \rho_c \\ \frac{1}{T} \left(1 - \frac{\rho}{\rho_{\max}}\right) & \text{sonst} \end{cases}$$

modelliert.

- Die Gesamtkapazität (auf allen drei Spuren der Richtungsfahrbahn) beträgt an Sonntagen (ohne LKW) 6480 Fz/h. Bei stehendem Verkehr ist der Bruttoabstand im Mittel 5 m. Ohne jede Behinderung beträgt die mittlere Geschwindigkeit 108 km/h. Ermitteln Sie daraus die Parameter V_0 , ρ_{\max} und T . Nehmen Sie dabei eine gleiche Verkehrszusammensetzung auf allen drei Fahrstreifen an.
- Zwischen 16:00 und 16:30 kommt es bei einer konstanten Nachfrage von 4500 Fahrzeugen pro Stunde an der Position $x = 0$ zu einer Totalsperrung. Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der sich die stromaufwärtige Staufront (freier Verkehr \rightarrow Stillstand) ausbreitet. Nehmen Sie dazu $V_0 = 30$ m/s, $T = 1.5$ s und $\rho_{\max} = 200$ Fz/h an (ist nicht notwendigerweise die Lösung von Teil (a)).
- Mit welcher Geschwindigkeit breitet sich die stromabwärtige Staufront (Ausfluss aus dem Stau) nach Aufhebung der Sperrung um 16:30 fort? Wann und wo treffen sich die beiden Staufronten? Was bedeutet dieser Punkt im verkehrlichen Zusammenhang?
- Zeichnen Sie die raumzeitliche Region des Staus in unten stehendes Diagramm.
- Geben Sie die Trajektorie des Fahrzeugs an, welches durch diesen Stau maximal an Zeit verliert.



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

Aufgabe 3 (30 Punkte)

Ein Fahrzeugfolgemodell ist durch folgende Gleichung definiert, wobei s durch den Stoßstange-zu-Stoßstange-Abstand zum Vorderfahrzeug definiert ist und Δv die Geschwindigkeitsdifferenz zu diesem Fahrzeug (positiv bei Annäherungen) bedeutet:

$$\frac{dv(t)}{dt} = \beta_1 [v_e(s(t)) - v(t)] - \beta_2 \Delta v(t),$$

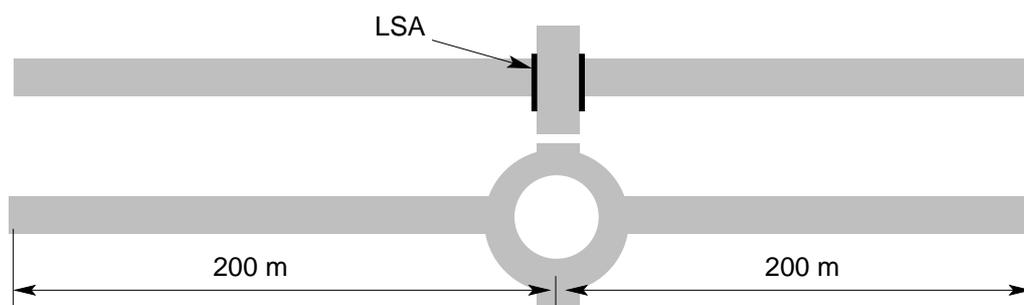
$$v_e(s) = \min \left(v_0, \frac{s - s_0}{T} \right).$$

- (a) Geben Sie alle unabhängigen Variablen und ihre Bedeutung an. Welches ist die abhängige Variable?
- (b) Identifizieren Sie nun die Modellparameter und geben Sie für jeden Modellparameter an, was er bedeutet. Welchen oder welche Parameter muss man insbesondere ändern
- um die simulierten Fahrer schneller zu machen?
 - um sie dichter auffahren zu lassen?
 - um sie aggressiver beschleunigen zu lassen?
 - um sie vorausschauender auf langsamen Verkehr oder bei Annäherung an einen Stau zu machen?
 - um sie bei Ampelstopps bis zur Berührung der Stoßstange des Vorderfahrzeugs heranrücken zu lassen?
- (c) Unzulänglichkeiten dieses Modells treten bei sehr großen Abständen sowie bei sehr kleinen Abständen zum Vorderfahrzeug auf. Betrachten Sie dazu, was passiert, wenn (i) das nächste Fahrzeug 1 km entfernt ist und plötzlich um 36 km/h beschleunigt, (ii) das betrachtete und das Vorderfahrzeug stehen und der Abstand beträgt 1 m. Sind die Reaktionen jeweils realistisch? Nehmen Sie für die Diskussion die eigentlich realistischen Werte $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $s_0 = 2 \text{ m}$, $T = 1 \text{ s}$, $\beta_1 = 0.1 \text{ s}^{-1}$ und $\beta_2 = 0.2 \text{ s}^{-1}$ an.

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

Aufgabe 4 (30 Punkte)

Es wird überlegt, an einer neu zu bauenden Straßenkreuzung entweder eine Lichtsignalanlage (LSA) zu installieren oder die Kreuzung als Kreisverkehr zu gestalten. Ein Kriterium der Entscheidung ist der Treibstoffverbrauch.



Zur Abschätzung des Verbrauchs soll folgende Spezifikation der Kreuzung zugrunde gelegt werden:

- Nenngeschwindigkeit 54 km/h
- Minimalgeschwindigkeit in den Kreisverkehrssegmenten 18 km/h
- Schaltzyklus der LSA-Variante: 30 s rot und 30 s grün
- Alle Beschleunigungen auf und Verzögerungen von der Maximalgeschwindigkeit mit 1 m/s^2

Im Folgenden soll immer der Kraftstoffverbrauch für die gesamte 400 m lange Strecke berechnet werden, und zwar für folgende Fahrzeugparameter: Grundleistung $P_0=2 \text{ kW}$, Fahrzeugmasse 1.5 t, konstanter Wirkungsgrad 0.3, Brennwert $40 \cdot 10^6 \text{ J}$ pro l Kraftstoff, Reibungskoeffizient $\mu = 0.02$, Stirnfläche 3 m^2 , c_w -Wert 0.3, Dichte der Luft 1.3 kg/m^3 .

- Berechnen Sie zunächst den Kraftstoffverbrauch für die Variante "grüne LSA", also Konstantfahrt mit der Nenngeschwindigkeit.
- Zeigen Sie, dass bei einer Beschleunigung vom Stillstand auf $v = v_0$ bei konstanter Beschleunigung a folgende Kraftstoffmenge verbraucht wird:

$$C = \frac{1}{a\gamma w_{\text{cal}}} \left[P_0 v_0 + m(\mu g + a) \frac{v_0^2}{2} + \frac{1}{8} c_w \rho A v_0^4 \right]$$

- Berechnen Sie nun den Verbrauch für die Variante "rote LSA". Nehmen Sie dabei an, dass die Fahrer "auf den Punkt" an der Haltelinie anhalten und durchschnittlich 15 s anhalten müssen. Außerdem wird während der Abbremsphase kein Kraftstoff verbraucht. *Hinweis:* Bremsweg und Beschleunigungsweg betragen je 112.5 m.
- Berechnen Sie nun den Verbrauch bei der Variante "Kreisverkehr". Vernachlässigen Sie dabei die Ausdehnung des Kreisverkehrs selbst. *Hinweis:* Bremsweg und Beschleunigungsweg betragen je 100 m.
- Bei welcher Kreuzungsvariante wird im Mittel weniger Kraftstoff verbraucht?