

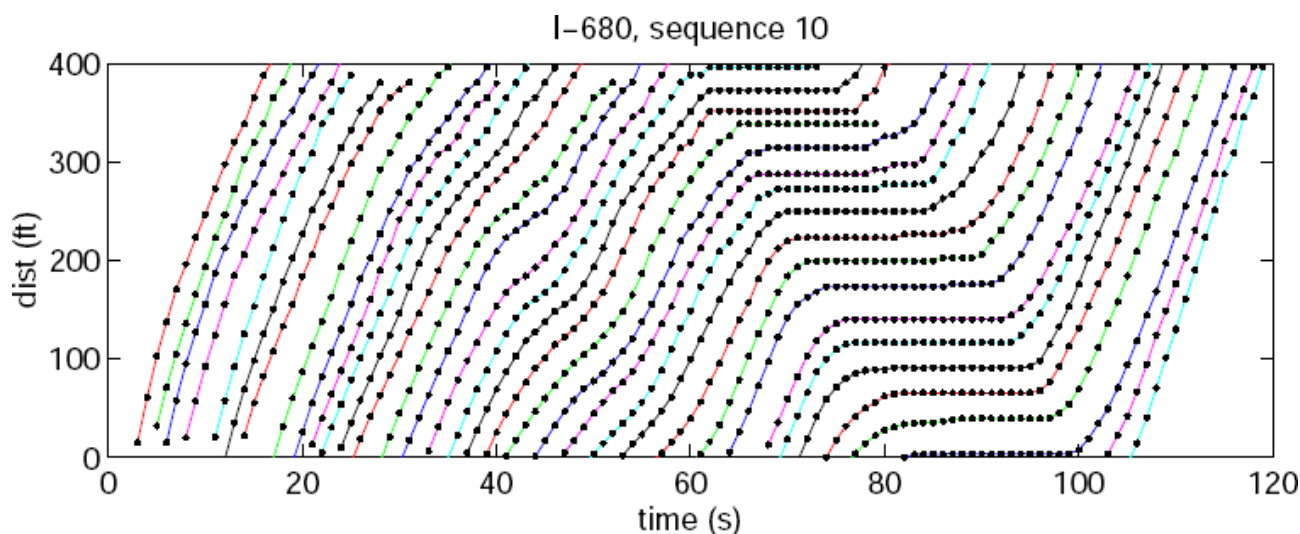
Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Klausur zur Vorlesung Verkehrsdynamik und -simulation SS 2009

Insgesamt 120 Punkte

Aufgabe 1 (40 Punkte)

Gegeben sind Trajektorien eines Fahrstreifens einer amerikanischen Autobahn:

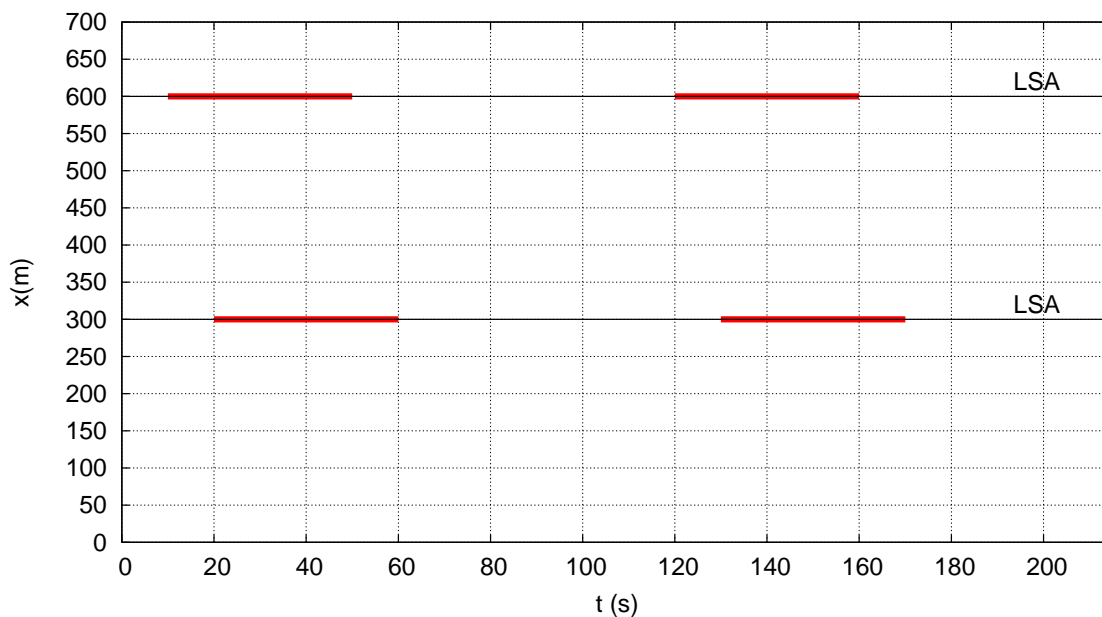


- Betrachten Sie zunächst die Ausbreitungsrichtung der Geschwindigkeitsschwankungen, welche zwischen etwa 50 s und 60 s sowie zwischen 80 s und 100 s den Ort $x = 0$ erreichen. Entspricht die Ausbreitungsrichtung gebundenem oder freiem Verkehr?
- Betrachten Sie nun den Streckenabschnitt zwischen 0 und 200 ft im Zeitintervall zwischen 20 s und 40 s. Wie hoch sind Dichte, Verkehrsfluss und Geschwindigkeit in diesem Bereich? (*Hinweis:* 1 ft=30.5 cm)
- Bestimmen Sie nun die Dichte im Bereich stehenden Verkehrs.
- Wie lange benötigt das knapp vor 40 s in den Messbereich einfahrende Fahrzeug, um diesen zu durchqueren? Wie hoch ist also die Durchschnittsgeschwindigkeit?
- Zeichnen Sie qualitativ eine Geschwindigkeitszeitreihe dieses Fahrzeugs.
- Schätzen Sie die Beschleunigung ab, mit der die Fahrzeuge aus dem Stau heraus die ersten 10 Sekunden beschleunigen. Wie hoch ist der Ausfluss aus dem Stau?

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

Aufgabe 2 (35 Punkte)

Der Verkehrsfluss auf einem mit zwei Lichtsignalanlagen (LSA) gesteuerten Hauptstraßenabschnitt durch einen Ort (ein Fahrstreifen in der betrachteten Richtung) soll mit dem Lighthill-Whitham-Richards-Modell simuliert werden. Dabei wird ein “dreieckiges” Fundamentaldiagramm mit der Beziehung $Q(\rho) = \min(V_0\rho, 1/T(1 - l_{\text{eff}}\rho))$ mit den Modellparametern $v_0 = 54 \text{ km/h}$, $T = 1.5 \text{ s}$ und $l_{\text{eff}} = 7.5 \text{ m}$ angenommen. Folgende Abbildung zeigt die Positionen der LSA einschließlich der Zeitintervalle mit Signal “rot” (fettgeruckte Linien).



- Bestimmen Sie die modellierte Kapazität auf freier Strecke (ohne LSA) und die dazugehörige kritische Dichte beim Übergang von freiem zu gebundenem Verkehr. Wie hoch ist die Verkehrsdichte in den Warteschlangen hinter “roten” Ampeln? Wie hoch ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Störungen im Stau? Gilt diese Ausbreitungsgeschwindigkeit auch für den Übergang Warteschlange-Ausfluss nach Grünwerden einer LSA?
- Die Verkehrsnachfrage (Zufluss bei $x = 0$) sei nun konstant und durch 1029 Fz/h gegeben. Unter welchen Bedingungen ist die Annahme eines konstanten Zuflusses sinnvoll? Nehmen Sie nun eine freie Streckenkapazität von 1800 Fz/h an und bestimmen Sie daraus die über eine Umlaufzeit gemittelte Kapazität. Reicht sie für die gegebene Verkehrsnachfrage aus?
- Berechnen Sie den raumzeitlichen Verlauf der Warteschlange, welche durch die erste Rotphase der LSA bei 300 m entsteht. Nehmen Sie als Anfangsbedingung durchgehend freien Verkehr der Stärke 1029 Fz/h an. Wann und an welchem Ort löst sich die Warteschlange auf?
- Nehmen Sie nun folgende Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Übergänge zwischen verschiedenen Verkehrssituationen an: Warteschlange-Ausfluss und Ausfluss-Warteschlange -5 m/s , Zufluss-Warteschlange -2.5 m/s und Ausfluss-Zufluss 15 m/s . Zeichnen Sie in das Diagramm den raumzeitlichen Verlauf aller entstehenden Warteschlangen bei anfangs freiem Verkehr.

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Gegeben ist ein makroskopisches Modell mit den Geschwindigkeits-Dichte Relation

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

mit $V_0 = 20 \text{ m/s}$ und $\rho_{\max} = 100 \text{ Fz/km}$. Berechnen und zeichnen Sie das Fluss-Geschwindigkeits-Diagramm $Q(V)$.

Hinweis: Drücken Sie die Dichte als $\rho = \rho(V)$ aus und nutzen Sie die hydrodynamische Geschwindigkeits-Dichte-Relation.

Aufgabe 4 (35 Punkte)

Der Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs soll in verschiedenen Situationen analysiert werden. Dabei sind folgende allgemeine Größen und Fahrzeugkenngrößen gegeben:

Fahrzeugmasse 1.5 t , Stirnfläche 2.5 m^2 , cw-Wert 0.3 , Brennwert $40 * 10^6 \text{ J}$ pro l Kraftstoff, konstanter Wirkungsgrad 0.3 , Dichte der Luft 1.3 kg/m^3 und $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

- Die benötigte Grundleistung P_0 schwankt stark je nach Ladezustand der Batterie und eingeschalteter Verbraucher wie Licht, Radio und Klimaanlage und wird deshalb am besten vor Ort bestimmt. Der Bordcomputer zeigt bei 50 km/h und Leerlaufbetrieb einen Verbrauch von 2 Liter/100 km an. Wie hoch ist P_0 ? (*Hinweis:* Im Leerlauf ist die Motorleistung gleich der Grundleistung; achten Sie auf die Einheiten.)
- Steht das Fahrzeug (mit laufendem Motor), springt die Verbrauchsanzeige von Liter/100 km auf Liter/h um. Welcher Wert wird angezeigt?
- Der Reibungswiderstand μ hängt stark von Reifentyp und -druck sowie von der Temperatur ab und wird deshalb ebenfalls vor Ort bestimmt: Auf einer Gefällestrecke mit 3% behält das Fahrzeug im Leerlaufbetrieb bei 54 km/h genau seine Geschwindigkeit. Wie hoch ist μ ? (*Hinweis:* Der Luftwiderstand ist nicht vernachlässigbar).
- Nehmen Sie nun $P_0 = 3.33 \text{ kW}$ und $\mu = 0.02$ an. Berechnen Sie den auf 100 km bezogenen Verbrauch bei Konstantfahrt auf ebener Strecke mit 100 km/h , 130 km/h und 180 km/h . Bei welcher Geschwindigkeit liegt das Verbrauchsminimum und wie hoch ist es?