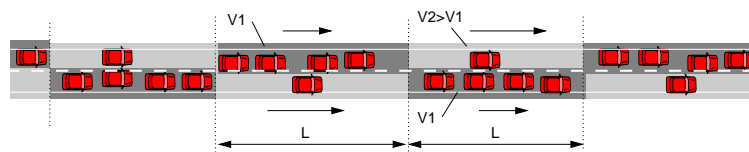


## Verkehrsdynamik und -simulation

SS 2021, Übung Nr. 10

### Aufgabe 10.1: Das Stau-Paradoxon

Begründen Sie, warum man im Stau unabhängig von der Wahl des Fahrstreifens tendenziell den größeren Zeitanteil auf der langsameren Spur verbringt. Betrachten Sie dabei die folgende Situation:

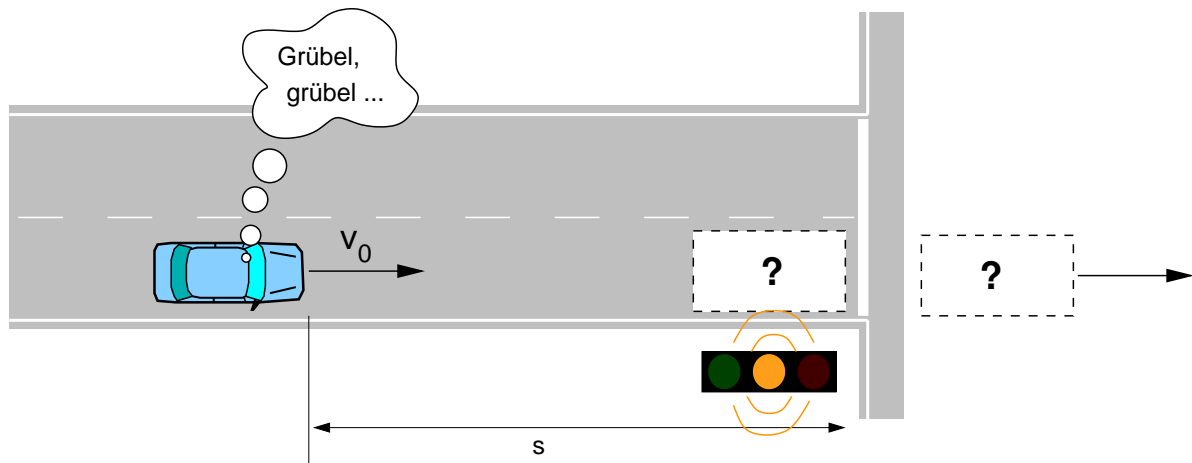


Die Abbildung zeigt versetzte Stauwellen auf Streckenintervallen der Länge  $L$  mit mittlerer Geschwindigkeit  $\langle v_\alpha \rangle = V_1$  und schneller fließenden, aber immer noch gebundenen Verkehr mit Geschwindigkeit  $V_2 > V_1$  auf den gleich langen Intervallen dazwischen. Nehmen Sie ein dreieckiges Fundamentaldiagramm und vernachlässigbare Geschwindigkeitsanpassungszeiten an, wie sie beispielsweise für das Newell-Modell oder das OVM zutreffen. Berechnen Sie den Zeitanteil  $p_{\text{slow}}$ , in dem man sich auf dem langsameren Fahrstreifen befindet, als Funktion von  $V_1$  und  $V_2$  und der Modellparameter  $T$  und  $l_{\text{eff}}$  und staunen Sie über das Ergebnis.

### Aufgabe 10.2: Nur in engl. Aufgabenstellung!

### Aufgabe 10.3: Allgemeines Entscheidungsmodell

Das in der Vorlesung vorgestellte Spurwechselmodell lässt sich auch leicht auf andere diskrete Entscheidungssituationen im Verkehr verallgemeinern. Im Folgenden wird die Entscheidung "Weiterfahren oder Anhalten" beim Heranfahren an eine auf Gelb springende LSA (Ampel) gemäß folgender Abbildung modelliert und untersucht.



Das Sicherheitskriterium des Spurwechselmodells gilt nun als Entscheidungskriterium:

$$\text{Anhalten?} \begin{cases} \text{Ja} & \text{falls } \dot{v}(s, v, \Delta v = v) \geq -b_{\text{safe}} \\ \text{nein} & \text{sonst.} \end{cases}$$

- Erläutern bzw. motivieren Sie diese Formel!
- Geben Sie für das Intelligent-Driver Model allgemein den kritischen Abstand von der Haltelinie der LSA als Funktion der Modellparameter und der Geschwindigkeit an, wenn mit der Wunschgeschwindigkeit herangefahren wird. Setzen Sie Zahlenwerte ein für die Modellparameter  $a = b = b_{\text{safe}} = 2 \text{ m/s}^2$ ,  $s_0 = 0$ ,  $T = 1 \text{ s}$  und (i)  $v = v_0 = 50 \text{ km/h}$ , (ii)  $v = v_0 = 70 \text{ km/h}$ .
- Nehmen Sie nun im Allgemeinen Ausdruck  $a = b$  an und vergleichen Sie den kritischen Abstand mit dem Anhalteweg (=Reaktionsweg + Bremsweg). Wie ändert sich qualitativ der kritische Abstand bei Reduktion von  $b$  bzw.  $b_{\text{safe}}$ ? Diskutieren Sie die Zusammenhänge.
- Ermitteln Sie den kritischen Abstand bei Modellierung mit dem OVM für  $\tau = T/2$ , dem dreieckigem Fundamentaldiagramm  $v_e(s) = \min(s/T, v_0)$  als Funktion von  $T$  und  $v_0 = v$ . Vergleichen Sie den Abstand mit dem beim IDM erhaltenen kritischen Abstand. Diskutieren Sie das Ergebnis für  $v = v_0 = 72 \text{ km/h}$  und  $b_{\text{safe}} = 2 \text{ m/s}^2$ .

### Aufgabe 10.4: Datenfusion: Rekonstruktion des Unfallortes und der Unfallzeit

Auf einem 10 km langen Autobahn-Abschnitt mit den Koordinaten  $0 \leq x \leq 10$  km treffen Informationen aus verschiedenen Quellen ein, die Indizien für einen Unfall mit Streckensperrung darstellen:

- Um 16:00 fährt ein Floating Car in das Gebiet ein und durchfährt es mit 120 km/h. Ein weiteres, gleich schnelles Floating Car trifft um 16:19 bei  $x = 5$  km auf stehenden Verkehr.
  - Bei Streckenkilometer 4 und 8 gibt es stationäre Detektoren, welche nur den Verkehrsfluss (nicht aber die Geschwindigkeit) bestimmen. Der Detektor bei  $x = 4$  km registriert verschwindenden Verkehrsfluss von 16:25 bis 16:58, der bei  $x = 8$  km von 16:14 bis 16:51.
  - Ein Mobilfunker meldet um 16:40, dass er bei  $x = 5$  km seit einigen Minuten im Stau steckt. Ein weiterer Mobilfunker in der Gegenrichtung meldet um 16:30 eine leere Strecke bei  $x = 7$  km.
- (a) Zeichnen Sie die verschiedenen Informationen in ein Raum-Zeit-Diagramm. Kennzeichnen Sie jeweils, ob es sich um die Information "freier Verkehr" oder "Stau" handelt.
- (b) An welchem Ort und zu welcher Zeit findet der Unfall statt? Gehen Sie davon aus, dass ein Unfall vorliegt, der zur sofortigen Streckensperrung führt und sich der Stau mit konstanter Geschwindigkeit stromaufwärts ausbreitet. Geben Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit an.
- (c) Wann wird die Streckensperrung aufgehoben? Berücksichtigen Sie dabei die einheitliche Ausbreitungsgeschwindigkeit von Strukturen im Stau sowie von stromabwärtiger Staufronten, welche hier  $-15$  km/h beträgt.