



Modellieren von Verkehrssituationen¹

Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung (Mitteilung) trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

¹ Inspiriert von Sweetz, F. & Hartzler, J.S. (eds) 1991, „Yellow Traffic Lights“, in *Mathematical Modelling in the Secondary School Curriculum – A Resource Guide of Classroom Exercises*, National Council of Teachers of Mathematics, Reston VA, pp.75-79; und Herring, M.J., „Motoring – Modelling in the Fast Lane“, in Houston, S.K. et. al., *Teaching & Learning Mathematical Modelling*, Albion Publishing, Chichester, pp. 309-319

Wie lang ist eine sichere Geldphase bei einer Ampel?

Du weißt wahrscheinlich, dass viele Ampeln ein gelbes Licht haben, welches immer zwischen rot und grün erscheint. Weißt du auch, warum es gelbe Lichter gibt? In den folgenden Aufgaben wirst du die beste Zeitphase eines gelben Ampellichts untersuchen, wenn das Ampelsignal von grün nach rot wechselt.

Aufgabe 1.1:

Schaffe dir einen Überblick, welche Faktoren für die Länge der Gelbphase beim Übergang von grün nach rot eine Rolle spielen könnten? Schreibe diese Faktoren auf. Vielleicht zeichnest du ein paar Skizzen von verschiedenen Situationen, um besser entscheiden zu können, welche Faktoren wichtig sind.

Aufgabe 1.2:

Mit Hilfe dieser Faktoren, beschreibe in einfachen Worten ein *verbales Modell* oder eine Daumenregel, die die Länge der Gelbphase beschreibt.

Bremsen eines Autos:

Der Bremsweg eines Auto wird durch viele Faktoren bestimmt, unter anderem (1) der Geschwindigkeit des Autos, (2) dem Gewicht des Autos, (3) die Eigenschaft der Bremsen, (4) der Reifenprofile, (5) der Beschaffenheit der Straße und (6) der Reaktionszeit des Fahrers.

Aufgabe 1.3:

Beschreibe, wie sich eine Änderung jedes einzelnen Faktors auf die Länge des Bremswegs auswirkt. Du kannst das untere Bild benutzen, um Kraftvektoren oder andere Dinge, die beim Bremsen mit ins Spiel kommen, einzuzeichnen.



Annahmen an ein einfaches Modell:

Wenn wir versuchen Modelle von Systemen, wie den Bremsweg eines Autos, zu beschreiben, müssen wir oft die Dinge vereinfachen. Wir tun dies, indem wir nur ein paar Faktoren betrachten. Die ausgewählten Faktoren können variieren, alle anderen Faktoren werden als konstant angenommen.

Ein einfaches Modell hilft uns ein System besser zu verstehen. Aber wir müssen unsere Faktoren immer mit großer Sorgfalt auswählen. Frag Dich immer selbst, warum wir diesen Faktor betrachten sollen und nicht einen anderen Faktor. Und denk daran: Das einfache Modell, das wir aufstellen, kann durch Hinzunehmen weiterer Faktoren immer noch komplexer (und damit „realistischer“) werden.

Vor den nächsten Aufgaben werden wir ein paar Annahmen an das Modell voraussetzen, so dass die folgenden Modelle einfach genug sind, um sie zu verstehen und komplex genug sind, um die Situationen angemessen zu beschreiben.

Wir schlagen vor, dass du die folgenden Faktoren als variabel ansiehst: (A) die Geschwindigkeit des Autos und (B) die Beschaffenheit der Straße. Dies bedeutet, dass du im Folgenden annimmst, dass alle anderen Faktoren konstant sind, d.h. bei jedem untersuchten Auto wird angenommen, dass alle ungefähr das gleiche Gewicht, gleiche Bremsen und Reifen haben und dass jeder Fahrer die gleiche Reaktionszeit besitzt. Denk dran, wenn du später das Modell komplexer machen willst, kannst du dir überlegen, wie man z.B. das Gewicht des Autos als zusätzlichen variablen Faktor ins Modell integriert.

Du musst dir jedes Mal über deine konstanten Faktoren im Klaren sein. Betrachte nun zwei der oben genannten konstanten Faktoren.

Reaktionszeit:

Die Reaktionszeit ist ein sehr wichtiger Faktor, wenn wir den Bremsweg berechnen wollen. Die Reaktionszeit t_r ist die Zeit zwischen äußerem Stimulus (wie hier das Sehen des gelben Licht) und damit verbundenen Antwort (z.B. auf die Bremsen treten).

Versuch es selbst 1.1:

Suche im Internet einen „Online-Reaktionszeittest“ und versuche Verschiedene, um deine Reaktionszeit zu testen. Schreib deine Zeiten auf ein Schmierblatt und bestimme deine Durchschnittszeit. Aber denk dran, dass deine Reaktionszeit am Computer entscheidend schneller ist, als wenn du fährst.

Bremsen:

Wenn wir über die Eigenschaft der Bremsen sprechen, beziehen wir uns, wie schnell diese brauchen um die Geschwindigkeit auf 0 km/h zu bringen. Die Bremseigenschaften variieren deutlich von Auto zu Auto und hängen stark von der Straßenoberfläche und dem Reifenprofil ab. Auf nassen oder glatten Straßen wird ein Auto viel langsamer bremsen. Die Einheit für die Bremsbeschleunigung, wie für die normale Beschleunigung ist m/s^2 . Warum ist das so?

Versuch es selbst 1.2:

Du kannst diesen Test auf zwei verschiedene Arten durchführen: Entweder mit deinem Fahrrad mit Tachometer oder mit einem Auto (, falls du schon einen Führerschein hast) auf einer privaten Straße. Wenn möglich, filme diesen Test. Fahre mit konstanter Geschwindigkeit und drück auf die Bremsen, wenn du an einer bestimmte Stelle, z.B. einen Baum oder einem Schild, vorbeifährst. Messe deinen Bremsweg bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Wenn du diesen Test gefilmt hast, kannst du die Situation im Detail analysieren. Wenn du annimmst, dass du jedes Mal gleich gebremst hast, kannst du die Bremsbeschleunigung deines Fahrrads/Autos bestimmen. Zeichne Graphen zu deinen Ergebnissen.

Reibung:

Wie vorher erwähnt, hat ein Auto bei nasser oder glatter Fahrbahn viel größere Bremswege. Warum ist dies so?

Versuch es selbst 1.3:

Es gibt viele Möglichkeiten dies zu testen. Nimm zum Beispiel einen schweren rechteckigen Metallblock und fahr mit diesem auf einer ebenen trockenen Oberfläche, wie deinem Tisch. Miss die Länge von dem Punkt, an dem du diesen losgelassen bis zu dem Punkt, an dem er zum Stillstand kommt. Führe dasselbe bei feuchter Tischoberfläche und bei öli­ger Tischoberfläche. (Wenn es draußen gefrierend kalt ist, kannst du dasselbe auf eisiger Oberfläche ausprobieren.). Denk dran, dass der Metallblock mit der ungefähr gleichen Geschwindigkeit gleiten soll. Halte deine Ergebnisse in einer Tabelle fest.

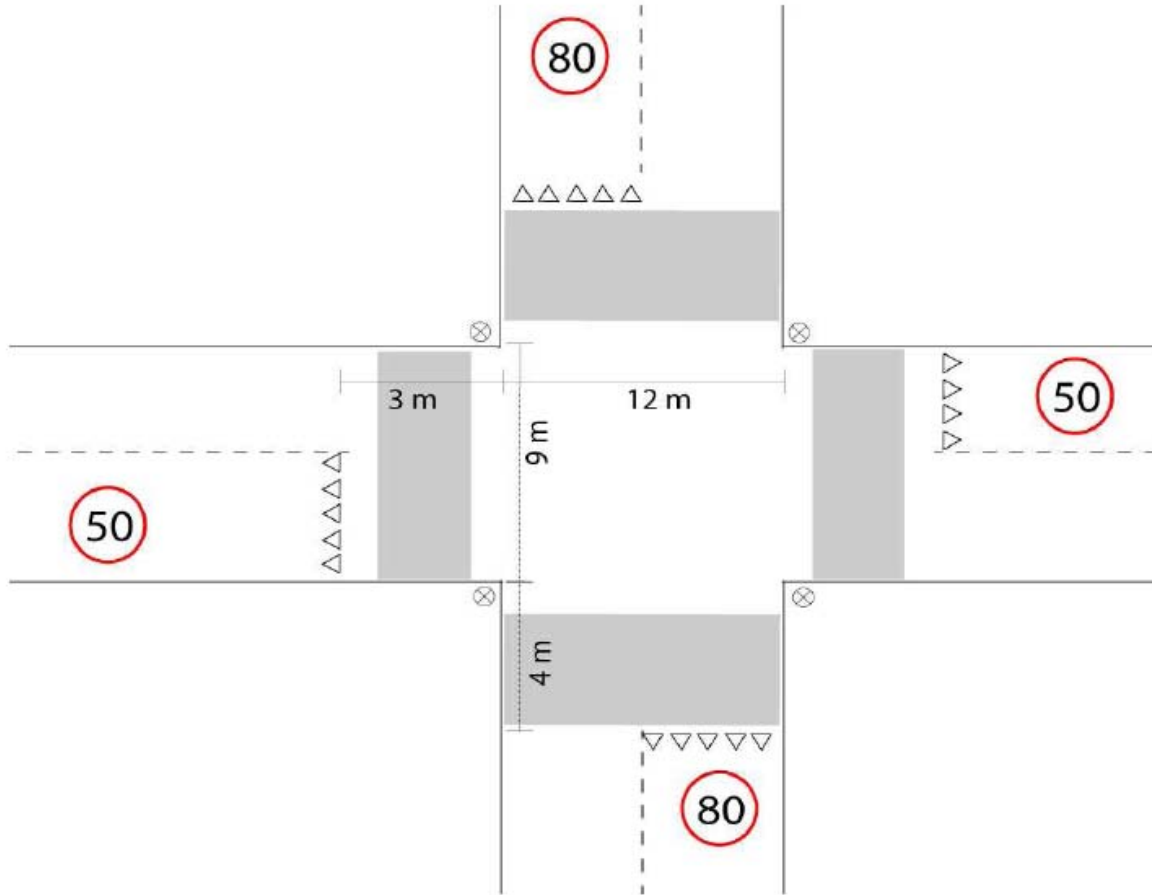
Wir sind nun in der Lage ein einfaches Modell aufzustellen. Wir nehmen aufgrund unseres einfachen Modells, dass folgende Annahmen für jedes Auto gelten sollen.

- (1) Die Reaktionszeit des Fahrers ist konstant bei 0,6 Sekunden
- (2) Die Autos fahren alle unterhalb der Höchstgeschwindigkeit
- (3) Die Bremsbeschleunigung eines Autos ist konstant bei
 - a. -8 m/s^2 bei trockener Straßenoberfläche
 - b. -4 m/s^2 bei nasser Straßenoberfläche
 - c. -2 m/s^2 bei glatter Straßenoberfläche

Diese Werte sind ungefähr Standardgrößen für durchschnittliche Fahrer eines Mittelklassewagens. Aber du solltest kurz diskutieren, wie diese Werte mit deinen Werten im Einklang sind. Falls es einen deutlichen Unterschied gibt, versuche diesen Unterschied zu erklären. Waren deine Untersuchungen gute Untersuchungen? Was könnte verbessert werden?

Aufgabe 1.4:

Du musst die Länge der Gelbphasen an der unteren Kreuzung bestimmen. (Die maximalen Geschwindigkeiten sind in km/h).



The **ScienceMath** Projekt: **Modellieren von Verkehrssituationen**

Idee: Claus Michelsen & Jan Alexis Nielsen,
Syddansk Universitet, Odense

Aufgabe 1.5:

Für diese Aufgabe brauchst du ein langes Maßband und eine Stoppuhr. Geh zu einer Ampelkreuzung in der Nähe der Schule und miss dessen Breite. Dann zeichne eine Skizze, wie in der vorigen Aufgabe. Miss jetzt die Länge der Gelbphasen. Ist dies eine angemessene Länge?