

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

Klausur zur Vorlesung Verkehrsmodellierung und -simulation SS 2002

Insgesamt 120 Punkte

Aufgabe 1 (40 Punkte)

- (a) Nennen Sie je vier Möglichkeiten der Verkehrsbeeinflussung auf Fernstraßen und im innerstädtischen Verkehrsnetz.
- (b) Wesentliche Methoden der Verkehrsplanung in Netzen sind (alphabetisch geordnet)
- Verkehrsaufteilung,
 - Verkehrserzeugung,
 - Verkehrsumlegung,
 - Verkehrsverteilung.

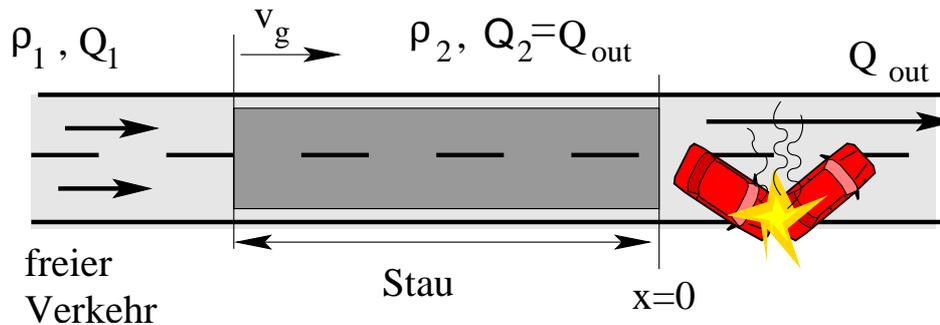
In welcher Reihenfolge werden die verschiedenen Methoden bei einer konkreten Planungsmaßnahme angewandt? Setzen Sie dazu hinter die Auflistung der Methoden die Zahlen 1 (erste Methode) bis 4 (letzte Methode).

- (c) Beschreiben Sie jeweils knapp (1-2 Sätze) die vier bei Aufgabenteil (b) genannten Methoden. Verwenden Sie dabei folgende Begriffe: Bewertungsmatrix, Bezirke, Fahrtenmatrix, Gesamtverkehrsaufkommen der Quellen Q_i und Ziele Z_j , Gravitationsmodell, Modal-Split, Quelle-Ziel-Gruppe, Raumstrukturdaten, Spezifisches Verkehrsaufkommen, Verkehrsstrommatrix, Widerstandsfunktion.
- (d) Messbare verkehrlich relevante Größen sind u.a.
- Trajektorien (Orts-Zeit-Linien) einzelner Fahrzeuge,
 - Orte und Zeiten von Spurwechseln
 - Zeitpunkte und Geschwindigkeiten vorbeifahrender Fahrzeuge
 - Zeitreihen der Geschwindigkeit und des Abstandes zum Vorderfahrzeug.

Jede dieser Größen wird mit einem der drei folgenden Verfahren der Verkehrserfassung gewonnen: 1. Luftaufnahme bzw. Aufnahme mit Videocameras von Brücken o.ä., 2. Floating-Car-Daten, 3. stationäre Doppelinduktionsschleifen bzw. Infrarotsensoren. Ordnen Sie die Verfahren zu, indem Sie hinter jede Datenkategorie die Zahlen 1 bis 3 setzen.

- (e) Gegeben ist eine Autobahn mit einer $L = 300$ m langen Zufahrt, die bei $x = 0$ beginnt. Der Zufluss beträgt 600 Fahrzeuge/h. Schreiben Sie die Kontinuitätsgleichung für die Gesamtverkehrsdichte (Fahrzeuge pro Streckeneinheit) für $0 \leq x \leq 300$ m sowie für $x > 300$ m auf. Nehmen Sie dabei an, dass sich der Zustrom der Zufahrt gleichmäßig über deren ganze Länge verteilt.

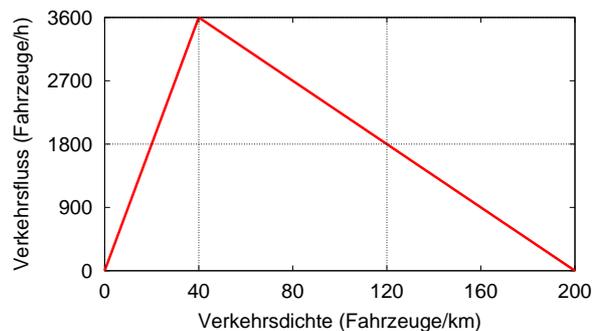
Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Aufgabe 2: Fortpflanzung von Störungen (30 Punkte)


Auf der abgebildeten zweispurigen Autobahn kommt es in der abendlichen Rush-hour um 17h zu einem Unfall, der für drei Stunden die rechte Fahrbahn blockiert. Auf der verbleibenden linken Fahrbahn können $Q_{out} = 1800$ Fahrzeuge pro Stunde die Engstelle passieren. Das Verkehrsaufkommen auf dieser Autobahn (beide Spuren zusammengenommen) beträgt

$$Q_1 = \begin{cases} 2700 \text{ Fahrzeuge pro Stunde} & 17h \leq t \leq 18h, \\ 900 \text{ Fahrzeuge pro Stunde} & t > 18h. \end{cases}$$

Nehmen Sie an, dass sich sowohl der freie als auch der gestaute Verkehr hinter der Engstelle im Gleichgewicht befindet und der über die beiden Spuren summierte Verkehrsfluss durch folgendes Fundamentaldiagramm gegeben ist:



- Zeigen Sie anhand des Fundamentaldiagramms, dass die Verkehrsdichte im hinter der Engstelle entstehenden Stau $\rho_2 = 120$ Fahrzeuge/km beträgt.
- Mit welcher Geschwindigkeit pflanzt sich das Stauende in der Zeit von 17h bis 18h nach hinten fort?
- Wie groß ist die maximale Staulänge? Wie lange müssen die Fahrer maximal im Stau stehen? wann löst sich der Stau wieder auf?
- Der mathematisch gebildete "Gesunde Menschenverstand" sagt einen, dass sich der Stau nach 2 Stunden wieder auflösen müsste (17-18h: Verkehrsaufkommen um 900 Fahrzeuge/h über der Kapazität, danach: um 900 Fahrzeuge/h unter der Kapazität). Die Rechnung aus Teil (c) ergibt jedoch eine etwas spätere Auflösung. Wie ist das anschaulich erklärbar?

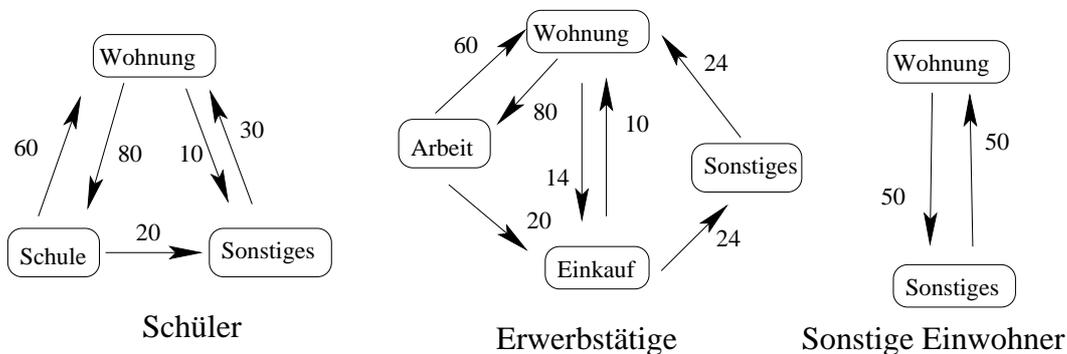
Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:
-------	----------	---------------

Aufgabe 3: Durchführung einer Erzeugung (30 Punkte, alternativ zu Aufgabe 4!)

Gegeben ist ein Untersuchungsgebiet mit drei Bezirken und den in folgender Tabelle gegebenen Raumstrukturdaten für die Einwohnerzahl (EW), Zahl der Erwerbstätigen (EWT), Zahl der Schüler, sowie Zahl der Arbeitsplätze (AP):

Bezirk	EW	EWT	Schüler	AP
1	10000	5000	2000	1000
2	0	0	0	4000
3	5000	1000	1000	1000

Die spezifischen Verkehrsaufkommen werden aus folgender Grafik deutlich, in der jeweils die mit Fragebogen in Bezirk 1 ermittelte mittlere Fahrtenhäufigkeit der Erwerbstätigen, Schüler und sonstiger Einwohner pro 100 Werktage angegeben ist.

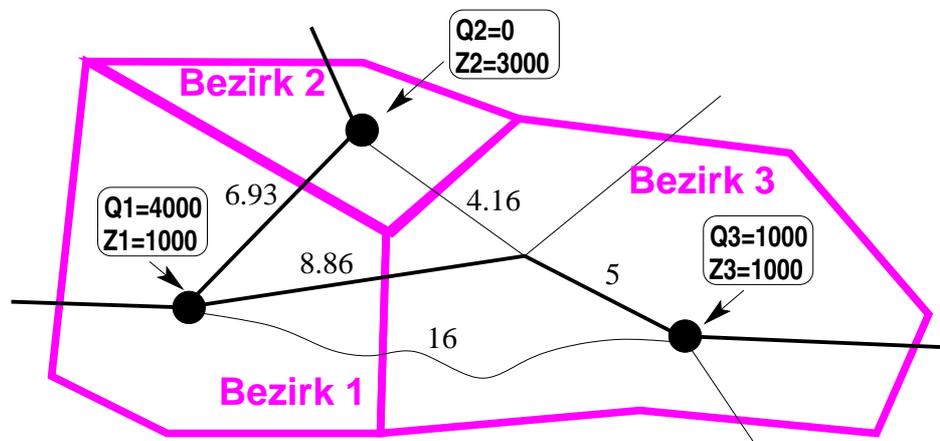


- Berechnen Sie für die **Dreizehner**-Einteilung und die **Fünfer**-Einteilung der Quelle-Ziel-Gruppen das spezifische Verkehrsaufkommen der Quelle-Ziel-Gruppen WA (Wohnung-Arbeit), AW (Arbeit-Wohnung) und WS (Wohnung-Sonstiges), wie es in Bezirk 1 beobachtet wurde.
- Berechnen Sie den täglichen Quellverkehr Q_i für die drei Bezirke und die Quelle-Ziel-Gruppen WA und WS. Rechnen Sie für alle Bezirke mit den spezifischen Verkehrsaufkommen $\alpha_{WA} = 0.8$, sowie $\alpha_{WS} = 0.4$.
- Berechnen Sie den Zielverkehr Z_i der Quelle-Ziel-Gruppe WA. Nehmen Sie dabei eine Erzeugungsrate von 0.8 Fahrten Wohnung-Arbeitsplatz pro Arbeitsplatz und Werktag an.

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

Aufgabe 4: Verkehrsverteilung (30 Punkte, alternativ zu Aufgabe 3!)

Es sind die in der Skizze dargestellten drei Bezirke mit den jeweiligen Quellsummen Q_i und Zielsummen Z_j , $i, j = 1 \dots 3$, gegeben. Die Quell- und Zielsummen geben dabei die Zahl der im gewählten Betrachtungszeitraum (z.B. 7h-8h) insgesamt aus Bezirk i abfahrenden bzw. in Bezirk j ankommenden Fahrzeuge an. Wie in VISUM wird angenommen, dass die Quellen und Senken an den mit den schwarzen Punkten gekennzeichneten Anbindungspunkten positioniert sind. Die kleinen Zahlen neben den Strecken geben die jeweilige Fahrtzeiten von Knoten zu Knoten in Minuten an.



- Überprüfen Sie zunächst, ob der über alle Bezirke summierten Quell- und Zielverkehr mit einem geschlossenen System konsistent ist.
- Es sein V_{ij} der im betrachteten Zeitintervall von Bezirk i nach Bezirk j gehende Verkehrsstrom. Geben Sie die sechs Nebenbedingungen an, die die Verkehrstrommatrix V_{ij} erfüllen muss.
- Die Verkehrsverteilung wird nun mit dem *Gravitationsmodell* durchgeführt:

$$V_{ij} = q_i s_j e^{-T_{ij}/T_0}$$

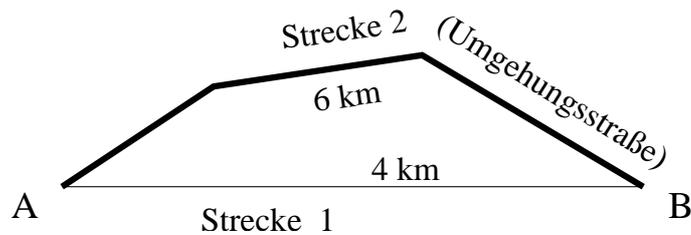
mit zu bestimmenden Vorfaktoren q_i (ungleich der Quellstärken!) und s_j . Bestimmen Sie zunächst die Bewertungsmatrix

$$B_{ij} = e^{-T_{ij}/T_0}$$

für $T_0 = 10$ min, indem Sie für die Fahrtzeiten T_{ij} jeweils die zeitlich kürzeste Strecke annehmen.

- Schreiben Sie unter Ausnutzen der Randsummenbedingungen explizit die sechs Gleichungen hin, die die unbekannt Koeffizienten q_i und s_j und damit V_{ij} bestimmen.

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

Aufgabe 5: Routenwahl und Verkehrsumlegung (20 Punkte)


Von A nach B gibt es zwei Verbindungsstrecken: Eine direkte 4 km lange Strecke (Strecke 1) mit geringer Kapazität ($Q_{01} = 1000$ Kfz/h), und eine 6 km lange Umgehungsstrecke (Strecke 2) mit einer höheren Kapazität von $Q_{02} = 3000$ Kfz/h. Die mittlere Geschwindigkeit im unbelasteten Fall beträgt auf beiden Strecken 60 km/h. Das gesamte Verkehrsaufkommen von A nach B beträgt $Q_{AB} = 3000$ Kfz/h.

Führen Sie eine Umlegung dieses Verkehrsaufkommens so durch, dass sich auf beiden Strecken gleiche Fahrzeiten einstellen. Die Fahrtzeit in Abhängigkeit der Verkehrsstärke Q (Kfz/h) sei dabei durch die VISUM-Widerstandsfunktion

$$t_{\text{akt}} = t_0 \left(1 + \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^b \right)$$

mit $b = 1$ und $Q_0 = Q_{01}$ bzw. $Q_0 = Q_{02}$ gegeben. Welcher Anteil des Verkehrsstroms wird von Strecke 1 aufgenommen? wie lang ist die Fahrtzeit auf beiden Strecken?