Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Klausur zur Vorlesung Verkehrsökonometrie, für Diplom-Studenten WS 2008/09

Aufgabe 1 (35 Punkte)

(a) Das Logit-Modell wird üblicherweise zur Modellierung der Verkehrsaufteilung herangezogen. Könnte man es auch für andere Schritte des Vierstufenprozesses verwenden?

(b) Bei der Verkehrsmittelwahl mit dem Logit-Modell werden mit endlicher Wahrscheinlichkeit auch nichtoptimale Verkehrsmittel gewählt, also solche, bei denen der im Exponenten stehende Nutzen nicht maximal ist. Wird also bei diesem Modell nicht der individuelle Nutzen maximiert? Begründen Sie ihre Antwort (ein Stichwort genügt).

(c) Warum ist bei der Verkehrsverteilung und -aufteilung die Reisezeit als Aufwandskriterium geeigneter als die Reiseweite? Wie könnte man, entweder durch Zusatzterme beim Aufwand oder durch Modifikation des Auswahlmodells selbst, folgende Situationen modellieren:

- Unterschiedliche Kosten der Verkehrsmittel,
- Kein ÖV auf einer bestimmten Relation $i \to j$,
- nur 30% der Bezugspersonen der betrachteten Quelle-Ziel-Gruppe besitzen ein Kfz,
- bei Kfz und ÖV werden längere Reisezeiten in Kauf genommen als mit dem Rad oder zu Fuß,
- das Kfz wird global bevorzugt.

(d) Als Ergebnis der Aufteilung bzw. der simultanen Ver- und Aufteilung nach dem Kennwertmodell erhalten Sie nach Modi und Quelle-Ziel-Gruppen unterschiedene Verkehrsstrommatrizen $V_{i,j,k}^{(g)}$. Ein Element davon ist z.B. $V_{2,7,\mathrm{Kfz}}^{(AW)} = 550$ Erläutern Sie möglichst präzise, was dieses Element und sein Wert aussagt.

(e) Was für vorbereitende Operationen muss man durchführen, um von den $V_{i,j,k}^{(g)}$ die für die MIV-Umlegung nötigen Fahrtenmatrizen zu erhalten?

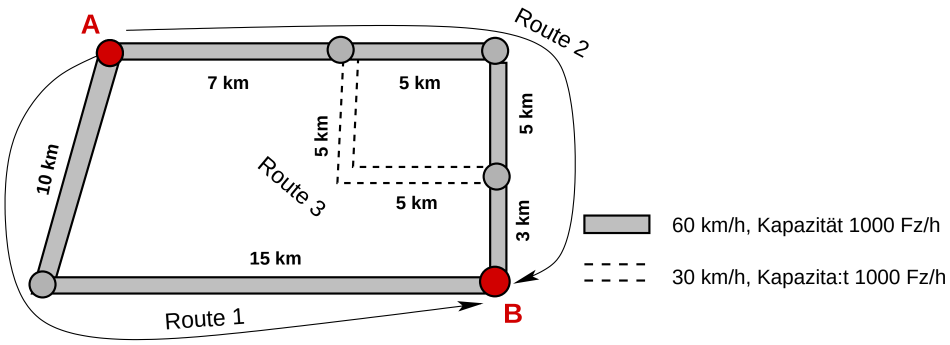
(f) Zur Verkehrsverteilung im belasteten Netz werden als Input neben den Quell- und Zielsummen die Widerstandsmatrixelemente W_{ij} benötigt. Was bedeuten die W_{ij}? Wie berechnet man die Elemente? Welcher Schritt muss dazu schon durchgeführt sein?

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 2 (35 Punkte)

Das abgebildete Netzwerk soll für Fahrten von A nach B umgelegt werden. Außer dem Fahrtenmatrixelement Q_{AB} (Nachfrage von A nach B pro Stunde) existieren keine weiteren Nachfragen. Die endliche Streckenkapazität K (alle Strecken haben dieselbe Kapazität) wird durch eine lineare CR-Funktion für die benötigte Zeit T als Funktion des Flusses Q modelliert:

$$T(Q) = T_0 \left(1 + \frac{Q}{K}\right).$$



(a) Route 3 sei zunächst nicht aktiv. Legen Sie das verbleibende Netz in Abhängigkeit der normierten Nachfrage $q = Q_{AB}/K$ um, d.h. bestimmen Sie für das Nutzergleichgewicht den Anteil $w_1(q)$ der Fahrzeuge, welche Route 1 benutzen. Machen Sie ggf. eine Fallunterscheidung.

(b) Berechnen Sie nun für weiterhin inaktive Route 3 das Systemoptimum für eine Nachfrage von $Q_{\text{AB}} = 2\,000\,\text{Fz/h}$. Wieviel Prozent der Reisezeit würde durch das Systemoptimum im Vergleich zum Wardrop-Gleichgewicht gespart?

(c) Nach einem allgemeinen Prinzip kann man das Systemoptimum auch als Wardropgleichgewicht mit folgendermaßen veränderten CR-Funktionen berechnen:

$$\tilde{T}(Q) = \left(1 + Q\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}Q}\right) T(Q)$$

Wie sehen die CR-Funktionen also in unserem Fall aus? Berechnen Sie damit das Nutzergleichgewicht (inaktive Route 3) und zeigen Sie, dass das Ergebnis dasselbe wie das Systemoptimum bezüglich der ursprünglichen CR-Funktionen vom Aufgabenteil (b) ist.

(d) Berechnen Sie nun das Nutzergleichgewicht für $Q_{\text{AB}} = 2\,000\,\text{Fz/h}$ und aktivierter Route 3. Welche Anteile w_1, w_2 und w_3 ergeben sich? wie hoch sind die dazugehörigen Reisezeiten?

(e) Betrachten Sie nun das quasi-leere Netz. Führen Sie eine stochastische Umlegung mit dem Logitmodell unter Verwendung der negativen Reisezeit als Nutzenfunktion durch (Unschärfe $1/\beta$=5 min). Als Alternativen stehen alle drei Routen mit dem Auto zur Auswahl (Reisezeiten $\tau_1 = 25\,\text{min}$, $\tau_2 = 20\,\text{min}$, $\tau_3 = 30\,\text{min}$) sowie zusätzlich als vierte Alternative eine Busfahrt (Dauer 25 min).

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 3 (20 Punkte)

Gegeben sind folgende Modelle, die sich auf den klassischen Vierstufenprozess der Verkehrsplanung (ohne Aufteilung) beziehen. (Sie müssen nicht jede einzelnen Größe verstehen):

$$
\begin{aligned}
&\underline{\text{Modell 1:}} & Q_i &= g(N_i, S_i), \quad Z_j = h(N_j, S_j) \\
&\underline{\text{Modell 2:}} & W_{ij} &= \sum_{l \in \{l_{ij}\}} \left[T_{0\,l} + \left(\frac{q_l}{K_l}\right)^4 \right] \\
&\underline{\text{Modell 3:}} & q_l &= \sum_{ij} f_{lij}(V_{ij}, T_{0\,l}, K_l) \\
&\underline{\text{Modell 4:}} & V_{ij} &= B_{ij} Q_i Z_j / (\sum_k B_{ik} Z_k), \quad B_{ij} = B(W_{ij})
\end{aligned}
$$

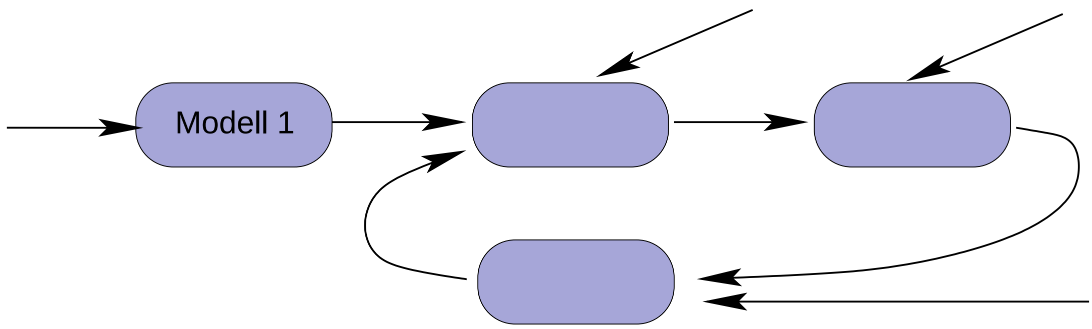
(a) Geben Sie von jedem Modell die exogenen und endogenen Variablen an.

Hinweis: Die Funktionen g, h, f_{lij} und B sind Bestandteile der jeweiligen Modelle.

(b) Tragen Sie die Modelle 2 bis 4 in die noch freien Plätze des Flussdiagramms ein.

Hinweis: Die Plätze ergeben sich aus den in den Modellen enthaltenen Kopplungen, Verkettungen und Rückkopplungen.

(c) Tragen Sie nun auch alle Variablen an die entsprechenden Pfeil-Linien ein (ggf. mehrere Variable pro Pfeil, es können auch Pfeile leerbleiben). Geben Sie alle Verkettungen und Rückkopplungen an.



Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 4 (30 Punkte)

Der Besitzer eines großen Autohauses versucht anhand der Verkaufszahlen des letzten Jahres zu ermitteln, wie stark der Preis und die Motorleistung in die Kaufentscheidung einfließt. Für die Fahrzeugtypen im mittleren Segment erhält er folgende Tabelle:

Preis x_1 (in 1000 €)	19	19	20	25	25	30	33	37	41	45
Leistung x_2 (kW)	90	75	90	70	140	160	135	85	170	140
Verkaufszahl y (Fahrzeuge)	89	110	50	31	47	70	50	5	45	8

Eine Statistik-Software erzeugt aus den Daten folgende Mittelwerte, Varianzen und Kovarianzen:

$$\bar{x}_1 = 29.4, \quad \bar{x}_2 = 115.5, \quad \bar{y} = 50.5, \quad \underline{\underline{S}} = \begin{pmatrix} 79.2 & 190 \\ 190 & 1247 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} s_{1y} \\ s_{2y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -198 \\ -167 \end{pmatrix}.$$

(a) Bestimmen Sie die Koeffizienten der Regressionsfunktion

$$\hat{y}(x_1, x_2) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

(b) Sagen Sie in Worten, was die Anstiegsparameter und ihre Zahlenwerte bedeuten. Falls Sie (a) nicht gelöst haben, nehmen Sie hier und im Folgenden $\beta_1 = -3$ und $\beta_2 = 0.4$ an (diese Werte sind nicht das Ergebnis von Teil (a)). Angesichts der rapide sinkenden Nachfrage sinnt der Autohausbesitzer nach Mitteln, den Umsatz zu steigern. Mit wieviel mehr verkauften Fahrzeugen könnte er rechnen, wenn er eine jeweils um 10 kW stärkere Version um 2 000 € billiger als die Originalversion anbieten würde?

(c) Wieviel Euro ist unter *ceteris paribus* Bedingungen ein kW an Leistung "wert"?

(d) Berechnen Sie die Konfidenzintervalle für die Anstiegsparameter zu einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5%. *Hinweis:* $\sum_i (y_i - \hat{y}(x_{1i}, x_{2i}))^2 = 3593$. Beachten Sie auch, dass die Breite der Intervalle mit der Gesamtzahl der Autokäufer (nicht der Autotypen) sinkt!

(e) Um zu testen, ob der Treibstoffverbrauch x_3 auch ein wichtiges Kriterium des Autokaufs ist führt der Autohausbesitzer (i) eine univariate lineare Regression der Verkaufszahl bezüglich des Verbrauchs, (ii) eine bivariate Regression bezüglich Preis und Verbrauch, (iii) eine trivariate Regression bezüglich aller drei Variablen durch. Neben den Korrelationen $r_{13} = 0.65$ und $r_{23} = 0.71$ erhält er bei (i) und (iii), wie erwartet, einen negativen Anstiegsparameter β_3 bezüglich des Verbrauchs, im Fall (ii) jedoch einen positiven. Wie ist dies zu erklären?

Quantile $t_q^{(n)}$ der Studentschen t-Verteilung

n	$q = 0.60$	0.70	0.80	0.90	0.95	0.975	0.990	0.995	0.999	0.9995
6	0.265	0.553	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.263	0.549	0.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.262	0.546	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.261	0.543	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.260	0.542	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
∞	0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291