Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Klausur zur Vorlesung Verkehrsökonometrie
für den Bachelor-Studiengang Verkehrswirtschaft
SS 2012

Aufgabe 1 (25 Punkte)

Gegeben ist folgendes Modell zur Abschätzung des (streckenbezogenen) Treibstoffverbrauchs von Autos als Funktion der Streckensteigung α, der Geschwindigkeit v und der Beschleunigung $\dot{v}$:

$$C = C_{\text{spez}} \left(m\dot{v} + \frac{P_0}{v} + (\mu + \alpha)mg + \beta_w v^2 \right).$$

mit dem spezifischen Verbrauch C_{spez}, der Fahrzeugmasse m, der Grundleistung P_0, des Reibungskoeffizienten μ und des Luftwiderstands-Vorfaktors β_w sowie $g = 9.81\,\text{m/s}^2$. Hierbei müssen C_{spez}, P_0, μ und β_w bei der Modellkalibrierung geschätzt werden.

(a) Geben Sie die exogenen und endogenen Variablen des Modells sowie die Modellparameter an.

(b) Ist das Modell linear oder nichtlinear?

(c) Ist es deterministisch oder stochastisch?

(d) Ist es ein Eingleichungs- oder ein Mehrgleichungsmodell?

(e) Kann man aus dem Sachverhalt heraus Aussagen über die Vorzeichen von C_{spez}, P_0, μ und β_w machen? Wenn ja, welche? (kurze Begründung).

(f) Linearisieren Sie das Modell. Schreiben Sie es in der Form $C(\boldsymbol{x}) = \beta_0 + \sum_l \beta_l x_l$, indem Sie neue exogene Variable einführen, z.B. $x_1 = \dot{v}$, $x_2 = 1/v$ usw.

(g) Gibt es Situationen, in denen das Modell zumindest bei konventionellen Fahrzeugen ohne Energie-Rückgewinnung unsinnige Aussagen macht? Wenn ja, welche?

Aufgabe 2 (40 Punkte)

Zur Untersuchung der Einflussfaktoren bei der Wahl des ÖPNV als Modus für innerstädtische Wege wurden in 12 ost- und westdeutschen Städten Revealed-Choice Befragungen durchgeführt. Dabei wurden aus den jeweiligen Personenregistern per Zufallsauswahl pro Stadt 500 Personen ausgewählt und folgende Daten erhoben, die sich alle auf den *ersten* Weg des Bezugstages beziehen:

- Wurde dieser Weg mit dem ÖV zurückgelegt?
- Reiseweite und Reisezeit dieses Weges
- Alter, Geschlecht
- Verfügbarkeit eines Autos oder eines Rades

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

- Haushaltsgröße
- Berufsstatus (kein Abschluss, Mittelschule, Abitur, abgeschlossenes Studium)
- Kosten der ÖV-Fahrt (falls ÖV gewählt). Ggf. Kosten und Gültigkeitsdauer einer Dauerkarte
- Entfernung zur nächsten Haltestelle
- Beurteilung der Pünktlichkeit, Sauberkeit und Sicherheit des ÖV (jeweils in den Stufen gut, schlecht, weiß nicht).

Ferner wurde das Wetter am Bezugstag (schön, schlecht) festgestellt.

(a) Nennen Sie aus obiger Liste (i) drei metrisch skalierte generische Variablen und drei generische Variablen, die man wie nominalskalierte behandeln muss, (ii) eine metrisch skalierte, zwei ordinalskalierte und drei nominalskalierte sozioökonomische Variablen, (iii) eine externe Variable, (iv) die endogene Variable.

(b) Welche zusätzlichen für die Auswertung nützlichen Einflussfaktoren kann der Versuchsplaner selbst ohne weitere Befragung erheben? (Denken Sie daran, dass man für eine wahltheoretische Modellierung die Attribute aller Alternativen benötigt.)

(c) Warum würde es die Stichprobe verzerren, wenn man in Straßenbahnen und Bussen zufällig Probanden auswählt? Warum könnte selbst die Ziehung von je 500 Personen pro Stadt aus den Registern verzerrend sein?

(d) Die Entscheidung für/gegen den ÖV wird nun quantitativ untersucht, indem der ÖV (Alternative 1) mit der besten Alternative (Alternative 2) verglichen wird. Folgende Faktoren sollen berücksichtigt werden: (i) Zeit und Kosten, (ii) Abhängigkeit des Zeitwertes von der Region (Ost- bzw. Westdeutschland), (iii) Kfz-Verfügbarkeit, (iv) Pünktlichkeit des ÖV (gut, schlecht, weiß nicht). Stellen Sie deterministische Nutzenfunktion V_1 und V_2 auf, welche diese Faktoren enthalten. *Hinweise:* Es kommt nur auf Nutzendifferenzen an. Führen Sie Dummyvariable ein, z.B. die Regionenkennung $R = 1$ falls Ostdeutschland und $R = 0$ sonst, oder $P = 1$ falls die Pünktlichkeit als gut bewertet wird und $P = 0$ sonst.

(e) Die Abhängigkeit von den komplexen Reisezeiten T_1 und T_2 der beiden Alternativen (in Minuten), der Variable S: "Ist Studierender" (1=ja; 0=nein) und des Wetters W (1=schön, 0=schlecht) lässt sich durch folgende Nutzenfunktionen beschreiben:

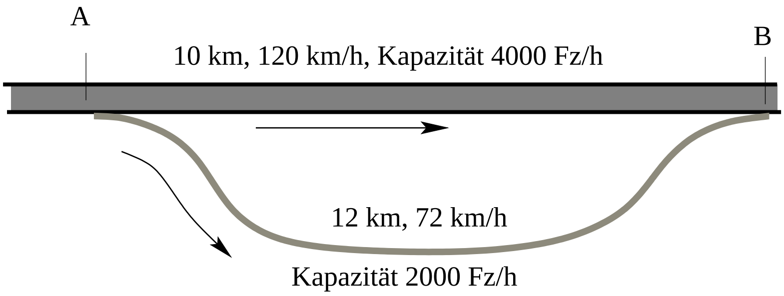
$$V_1 = \beta_0 + \beta_1(T_1 - T_2) + \beta_2 S + \beta_3 W, \quad V_2 = 0.$$

Eine Schätzung ergab $\beta_0 = 1$, $\beta_1 = -0.1$, $\beta_2 = 2$, $\beta_3 = -1$. Mit welcher Wahrscheinlichkeit wählt den ÖV (i) ein Student bei schönem Wetter, auch wenn die beste Alternative 5 min kürzer wäre, (ii) ein Rentner bei schlechten Wetter, wenn die beste Alternative eine gleich lange Reisezeit aufweist, (iii) ein Rentner bei schönem Wetter und gleicher Reisezeit?

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 3 (25 Punkte)

Gegeben ist folgender Autobahnabschnitt zwischen zwei Anschluss-Stellen (Route 1) und einer Umgehungsmöglichkeit (Route 2):



Die Reisezeiten auf jedem Routenabschnitt l in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung Q_l und der Kapazität K_l werden durch quadratische CR-Funktionen der Form

$$T_l = T_{l0}\left[1 + \left(\frac{Q_l}{K_l}\right)^2\right]$$

beschrieben.

(a) Ermitteln Sie bei einer Nachfrage (Fahrtenmatrixelement) $F_{\mathrm{AB}} = 4\,800\,\mathrm{Fz/h}$ die Aufteilung im Nutzergleichgewicht und die Reisezeiten auf beiden Strecken. *Hinweis:* Sie erhalten eine quadratische Gleichung für w_1. Nehmen Sie die kleinere der beiden Lösungen.

(b) Im Systemoptimum beträgt die Aufteilung $w_1^{\mathrm{SO}} = 78.2\,\%$ und $w_2^{\mathrm{SO}} = 21.8\,\%$. Geben Sie die Reisezeiten auf beiden Strecken im Systemoptimum an.

(c) Bei welcher Autobahnmaut M auf der Strecke von A nach B würde das Systemoptimum bezüglich der Reisezeiten einem Nutzergleichgewicht bezüglich der Nutzenfunktion $U = -T - \beta_1 M$ entsprechen? Nehmen Sie an, dass der Zeitwert bereits durch $\beta_1^{-1} = 10\,\mathrm{Euro/h}$ geschätzt wurde. Falls Sie (b) nicht bearbeitet haben, nehmen Sie $T_1 = 10.0\,\mathrm{min}$ und $T_2 = 13.3\,\mathrm{min}$ an.

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 4 (30 Punkte)

Eine Stichprobe bei 10 Kfz ergab folgende Normverbräuche (Liter pro 100 km) in Abhängigkeit der Motorleistung:

Leistung [kW]	150	150	75	240	34	66	75	320	75	120
Verbrauch [l/100km]	5.5	6.5	4	10.8	3.8	4.5	4.2	11.1	4.2	6

Die Daten sollen durch das lineare Modell

$$y(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon,\ \epsilon \sim i.i.d.\, N(0, \sigma^2),$$

beschrieben werden.

(a) Schätzen Sie die Parameter mit der LSE-Methode. Nutzen Sie dabei die ausgerechneten Mittelwerte $\bar{x} = 130.5$, $\bar{y} = 6.06$, sowie die deskriptive Varianz $s_{11} = 7148$ und Kovarianz $s_{1y} = 221.2$.

(b) Geben Sie für den Anstiegsparameter β_1 das Konfidenzintervall zur Fehlerwahrscheinlichkeit $\alpha = 5\,\%$ an. Die minimierte Fehlerquadratsumme der LSE-Schätzung, $S_{\min} = 4.691$, sei bereits bekannt.

Quantile $t_n^{(F)}$ der Studentschen t-Verteilung

n	$F = 0.60$	0.70	0.80	0.90	0.95	0.975	0.990	0.995	0.999	0.9995
1	0.325	0.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31	636.62
2	0.289	0.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.598
3	0.277	0.584	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.271	0.569	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.267	0.559	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
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