

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

## Klausur zur Vorlesung Methoden der Verkehrsökonomie für Master-Studierende WS 2013/14

### Aufgabe 1 (70 Punkte)

Anhand einer empirischen Untersuchung sollen das Entscheidungsverhalten von Autofahrern beim Einbiegen in eine vorfahrtsberechtigten Kreuzung untersucht werden. Dabei wird an einer Kreuzung aufgezeichnet, ob Autofahrer eine Lücke der Größe  $s$  nutzen, wenn das nächste Hauptstraßen-Fahrzeug mit der Geschwindigkeit  $v$  heranfährt:

Lücke $s$ [m]	36	75	20	60	10	10	18	20	34	38	40
Geschwindigkeit $v$ [km/h]	40	55	50	50	10	30	10	30	20	50	55
Akzeptierte Lücken	1	2	0	1	1	0	2	0	2	0	0
Abgelehnte Lücken	1	0	1	1	1	1	0	1	0	2	1

- (a) Handelt es sich um eine Revealed-Choice oder Stated-Choice Untersuchung?
- (b) Die Entscheidung wird zunächst mit einem binomialen Logit-Modell analysiert, wobei folgende deterministische Nutzenfunktionen  $V_{ni}$  ( $i = 1$ : annehmen;  $i = 2$ : ablehnen,  $n$ =Lückenindex) angesetzt werden:

$$V_{ni} = (\beta_1 + \beta_2 s_n + \beta_3 v_n) \delta_{i1}.$$

Welches ist die Referenzalternative und was bedeuten die Parameter  $\beta_2$  und  $\beta_3$ ? Welches Vorzeichen erwarten Sie für diese Parameter? Hat  $\beta_1$  hier eine sinnvolle Bedeutung?

- (c) Sind *formal gesehen*,  $s_n$  und  $v_n$  generische oder sozioökonomische Variable? (Begründung!)
- (d) Das Modell wird nun mit der ML-Methode geschätzt. Welche drei Merkmalssummen müssen dabei in der (mittleren) Voraussage und in der Realisierung übereinstimmen? Geben Sie die realisierten Merkmalssummen und die theoretische Voraussage für  $\beta = \mathbf{0}$  an.
- (e) Der geschätzte Parametervektor lautet (Schätzer  $\pm$  Standardabweichung)

$$\beta_1 = -0.49 \pm 0.2, \quad \beta_2 = 0.022 \pm 0.025, \quad \beta_3 = -0.009 \pm 0.023$$

Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird laut Modell die erste Lücke angenommen?

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

- (f) Testen Sie mit dem  $z$ -Test, ob  $\beta_2$  und  $\beta_3$  bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% signifikant von null verschieden sind. Testen Sie mit dem Likelihood-Ratio Test, ob das Konstantenmodell ( $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , maximierte Log-Likelihood  $-12.5$ ) signifikant schlechter ist als obiges Modell (maximierte Log-Likelihood  $-11.9$ ).

*Hinweis:* Die Testvariable "Schätzer in Einheiten der Standardabweichung" ist annähernd standardnormalverteilt. Nutzen Sie die Tabellen der letzten Seite.

- (g) Ein alternatives Modell lautet

$$V_{ni} = (\beta_1^* + \beta_2^* T_n) \delta_{i1}, \quad T_n = \frac{s_n}{v_n},$$

welches signifikante Werte für beide Parameter sowie eine maximierte Log-Likelihood von  $-5.4$  ergibt. Kann man das alternative Modell mittels eines LR-Tests mit dem ursprünglichen vergleichen? Wenn nein, was deutet dennoch darauf hin, dass dieses Modell besser ist? (Hinweis: LR-Test mit dem Konstantenmodell.) Was ist demnach die wichtigste Einflussvariable bei der Einfahrtsentscheidung? (i) die Geschwindigkeit des nächsten Fahrzeugs, (ii) die räumliche Lücke, (iii) die Zeitlücke? (Begründung!)

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

### Aufgabe 2 (25 Punkte)

Ein schnelles Stuttgarter Auto (Plugin-Hybrid mit an der Steckdose aufladbarem Antriebssakku) wird mit folgenden Angaben zum Verbrauch beworben: Kraftstoffverbrauch 3.11/100 km; CO<sub>2</sub>-Emission 71 g/km; Stromverbrauch 0.162 kWh/km; CO<sub>2</sub>-Effizienzklasse (Deutschland) A+. Analysieren Sie im Folgenden, warum die CO<sub>2</sub>-Effizienzklasse, die sich rein auf die lokale Emission 71 g/km des Verbrennungsmotor bezieht, irreführend ist.

- Der aktuellste Wert des deutschen Energiemixes beträgt 576 Gramm CO<sub>2</sub> pro kWh erzeugter elektrischer Energie. Wieviel Gramm CO<sub>2</sub> pro km emittiert das Fahrzeug also insgesamt durch den Fahrbetrieb? Welchem Verbrauch eines Autos mit reinem Verbrennungsmotor entspricht dies?
- Welche Verbrauchsanteile kommen beim Life-Cycle-Assessment hinzu? (Aufzählung von drei Posten der Sachbilanz sowie von zwei Lebensphasen genügen).
- Geben Sie ein Beispiel eines Anteils am CO<sub>2</sub>-Gesamtverbrauch durch Herstellung und Betrieb eines Autos, welcher weder bei (a) noch bei (b) berücksichtigt wurde.

### Aufgabe 3 (25 Punkte)

In einer neuen Navigationsanwendung soll nicht mehr die zeit kürzeste Route, sondern die mit dem geringsten Kraftstoffverbrauch angezeigt werden. Dazu stehen für jedes Streckenelement des Netzwerkes (Länge  $L$ ) folgende Daten bereit: Mittlere Reisezeit  $T$ , Geschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$  am Anfang und Ende des Elements und Höhenunterschied  $h_2 - h_1$ . Mit diesen Daten soll ein parameterlineares Regressionsmodell für den Verbrauch  $C$  auf einem Streckenelement spezifiziert werden, welches auf folgendem physikbasierten Modell für den Verbrauch  $\frac{dC}{dx}$  pro Streckeneinheit als Funktion der momentanen Geschwindigkeit  $v$  beruht:

$$\frac{dC}{dx} = \frac{\alpha_1}{v} + \alpha_2 + \alpha_3 v^2 + \alpha_4 \frac{dE}{dx},$$

wobei die mechanische Fahrzeugenergie  $E$  sowohl die potentielle Energie  $mgh$  als auch die kinetischen Energie  $\frac{1}{2}mv^2$  umfasst ( $m$ =Masse,  $g$ =Gravitationskonstante,  $h$ =Höhe).

- Benennen Sie die exogenen und endogenen Variablen des physikbasierten Verbrauchsmodells sowie die Modellparameter.
- Das Regressionsmodell für ein Streckenelement hat die Form

$$C = \beta_1 T + \beta_2 L + \beta_3 \frac{L^3}{T^2} + \beta_4 \left[ g(h_2 - h_1) + \frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) \right].$$

Drücken Sie die Parameter  $\beta_j$  durch  $\alpha_j$  aus. Nähern Sie dabei die momentane Geschwindigkeit des physikbasierten Modells durch das arithmetische Zeitmittel  $v = L/T$  an.

- Jemand kommt auf die Idee, einen zusätzlichen Faktor  $\beta_5 v^2$  einzuführen. Welche Spezifikationsbedingung wird dadurch verletzt?

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

**Quantile  $z_q = \Phi^{-1}(q)$  der Standardnormalverteilung  $\Phi(z)$**

$q = 0.60$	0.70	0.80	0.90	0.95	0.975	0.990	0.995	0.999	0.9995
0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

**Quantile  $q_\alpha^{(n)}$  der  $\chi^2$ -Verteilung mit  $n$  Freiheitsgraden**

n	$\alpha = 0.9900$	0.9750	0.9500	0.9000	0.8000	0.5000	0.2000	0.1000	0.05000
1	6.635	5.034	3.821	2.706	1.656	0.4589	0.06540	0.01638	0.004230
2	9.210	7.378	5.991	4.605	3.219	1.386	0.4463	0.2107	0.1026
3	11.34	9.348	7.815	6.251	4.642	2.366	1.005	0.5843	0.3518
4	13.28	11.14	9.488	7.779	5.989	3.357	1.649	1.064	0.7106
5	15.09	12.83	11.07	9.236	7.289	4.351	2.343	1.610	1.145
6	16.81	14.45	12.59	10.64	8.558	5.348	3.070	2.204	1.635
7	18.48	16.01	14.07	12.02	9.803	6.346	3.822	2.833	2.167
8	20.10	17.54	15.51	13.36	11.03	7.344	4.594	3.490	2.733
9	21.67	19.03	16.92	14.68	12.24	8.343	5.380	4.168	3.325
10	23.22	20.49	18.31	15.99	13.44	9.342	6.179	4.865	3.940