Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Klausur zur Vorlesung Methoden der Verkehrsökonometrie für den Master-Studiengang WS 2017/18

Aufgabe 1 (35 Punkte)

Mit Hilfe des *Life-Cycle Assessment* (Ökobilanz) soll untersucht werden, welche Umweltauswirkungen eine "Verschrottungsprämie" hat, also Vergünstigungen beim PKW-Neukauf, wenn man das bisherige Auto vorzeitig zum Verschrotten abgibt. Speziell wird die Ökobilanz der CO_2-Emissionen unter folgenden Voraussetzungen betrachtet:

(i) Alte Autos werden im Mittel 5 Jahre vor Ende ihrer eigentlichen Lebensdauer verschrottet. Die mittlere Laufleistung der alten und neuen PKW beträgt 15 000 km pro Jahr.

(ii) Sowohl das neue als auch das alte Auto benötigen zur Herstellung im Mittel 600 kg an Eisen/Stahl (Recyclingquote 30 %), 100 kg Aluminium (Recyclingquote 50 %), 200 kg an Kunststoffen (Quote 20 %) und 200 kg an sonstigen Materialien (Quote 30 %).

(iii) Der mittlere Verbrauch des alten Fahrzeugs (Benzin oder Diesel) beträgt 9.5 l/100 km, der des neuen 6.5 l/100 km. Beim Betrieb fallen bei beiden Fahrzeugen außerdem pro 10 000 km 10 kg Eisen/Stahl, kein Aluminium, 10 kg Kunststoffe und 20 kg an sonstigen Materialien an. Die Recyclingquoten sind wie oben.

(a) Stellen Sie die Sachbilanz der Lebensphasen "Herstellung" und "Verschrottung" auf.

Hinweis: Diese sind beim alten und neuen Auto gleich.

(b) Ermitteln Sie nun alle relevanten Posten der Sachbilanz für das nächste Jahr falls (i) das alte Fahrzeug weitergefahren wird, (ii) die Verschrottungsprämie am Anfang dieses Jahres angenommen wird, also das alte Fahrzeug verschrottet und ein neues gekauft wird.

(c) Berechnen Sie für beide Fälle alle in den nächsten 5 Jahren anfallenden Posten der Sachbilanz, also gerade *bevor* im Fall (i) ein neues Auto gekauft werden muss.

(d) Die CO_2-Komponente der Emissionsfaktorenmatrix für Stahl, Aluminium, Kunststoffe, sonstige Materialien und Treibstoff sei durch

$$\boldsymbol{C}_{\mathrm{CO_2}} = (4,\ 30,\ 2,\ 4,\ 2.75\,\mathrm{kg/Liter})$$

gegeben, wobei der letzte Faktor sowohl die *Well-to-Tank* Emissionen als auch die treibstoffartgemittelten Emissionen bei der Verbrennung berücksichtigt. Ermitteln Sie die gesamten CO_2-Emissionen für die beiden Szenarios (Nichtnutzung/Nutzung der Verschrottungsprämie) nach 5 Jahren.

Diskutieren Sie das Ergebnis!

Hinweis: Haben Sie (c) nicht bearbeitet, verwenden Sie die Sachbilanzen $(50\,\mathrm{kg}, 0\,\mathrm{kg}, 60\,\mathrm{kg}, 100\,\mathrm{kg}, 7\,000\,\mathrm{Liter})'$ bzw. $(500\,\mathrm{kg}, 50\,\mathrm{kg}, 200\,\mathrm{kg}, 250\,\mathrm{kg}, 5\,000\,\mathrm{Liter})'$ für Nichtnutzung bzw. Nutzung der Prämie.

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 2 (40 Punkte)

Eine Beobachtung der Akzeptanz von Zeitlücken beim Einfahren in eine vorfahrtsberechtigte Straße in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des sich nähernden Fahrzeugs auf der Hauptstrecke und der Fahrzeugtypen (P=PKW, L=LKW) ergab folgendes Ergebnis (bei gleichen Situationen wurden die Entscheidungen aggregiert):

Zeitlücke [s]	1.5	4	5	5	6	7	8	10	60	5	5	6	6	4
Geschwindigkeit [km/h]	20	40	40	40	40	40	40	40	40	60	30	50	50	20
einbiegendes Fahrzeug	P	P	P	L	P	L	P	P	P	P	P	P	L	L
Hauptstraßenfahrzeug	P	P	L	P	P	L	P	L	P	P	P	P	P	P
Einfahr-Entscheidungen	0	0	1	0	2	1	1	2	1	0	2	1	1	1
"Warten"-Entscheidungen	3	2	2	2	2	2	1	2	0	2	1	1	2	1

(a) Gibt es hier alternativenspezifische Attribute oder muss man alle exogenen Variablen wie sozioökonomische Variablen modellieren? Begründen Sie Ihre Antwort.

(b) Die Entscheidungen sollen nun mit einem binomialen Logit-Modell (Alternative 1: Lücke nutzen, d.h. Einfahren; Alternative 2: Warten) mit folgenden Nutzenfunktionen analysiert werden:

$$\begin{aligned} V_1 &= \beta_1 + \beta_2 T + \beta_3 v + \beta_4 \delta_{\text{Einfahrer-Fz,LKW}} + \beta_5 \delta_{\text{Hauptstrecken-Fz,LKW}}, \\ V_2 &= 0, \end{aligned}$$

wobei $\delta_{\text{Fahrzeug,LKW}} = 1$ falls das Fahrzeug ein LKW ist und =0 sonst. Beschreiben Sie kurz die Bedeutung der fünf Modellparameter und welches Vorzeichen Sie ggf. erwarten.

(c) Trägt die Entscheidung des Fahrers mit der 60 s- Zeitlücke wesentlich zur Modellschätzung bei oder nicht? (Begründung).

(d) Welche fünf Merkmalssummen muss das Modell bei einer Maximum-Likelihood-Schätzung reproduzieren? Geben Sie explizite Zahlenwerte an.

(e) Die Maximum-Likelihood-Schätzung ergibt die Parameter

$$\hat{\beta}_1 = -1.01, \quad \hat{\beta}_2 = 0.351\,\text{s}^{-1}, \quad \hat{\beta}_3 = -0.0410\ \text{h/km}, \quad \hat{\beta}_4 = -0.202, \quad \hat{\beta}_5 = -0.175.$$

Um wieviele Sekunden muss pro zusätzlichem km/h des Hauptstreckenfahrzeugs die Lücke größer sein, dass sich die Einbiegewahrscheinlichkeit nicht ändert? Um wieviele Sekunden ist die Minimallücke eines einfahrenden LKW-Fahrers größer als die eines PKW-Fahrers?

(f) Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit, mit der ein wartender LKW-Fahrer eine Zeitlücke von 6 s zu einem auf der Hauptstrecke mit 54 km/h heranfahrenden PKW nutzen wird.

(g) Die Situation könnte man auch mit einer logistischen Regression modellieren. In welcher Hinsicht unterscheidet sich die logistische Regression von der "normalen" Regression? Wie sieht hier die Regressionsfunktion und das *Odds-Ratio* aus?

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Aufgabe 3 (45 Punkte)

Beim Fahrradverleih *CityFit* kann man Fahrräder an ortsfesten Stationen in einer Stadt ausleihen und später an beliebigen Stationen dieses Unternehmens wieder abgeben. *CityFit* möchte expandieren und neue Stationen anlegen. Um weitere geeignete Standorte zu finden, analysiert das Unternehmen die Ergebnisse (logarithmierte Entleihzahlen) der 16 letzten, neu aufgemachten Stationen mit einem linearen Regressionsmodell $\hat{y}(\boldsymbol{x}) = \sum_{j=0}^{5} \beta_j x_j + \epsilon, \epsilon \sim$ i.i.d.$N(\mu, \sigma^2)$ mit folgenden Faktoren:

- $x_0 = 1$,
- x_1: Zentralität (metrisch; 0: sehr abgelegen, 1: zentrale Lage),
- x_2: Entfernung zur nächsten Station (km),
- x_3: quadrierte Entfernung zur nächsten Station (km^2),
- x_4: Preis pro Stunde (Euro),
- x_5: Wetter (0=schlecht, 1=schön).

(a) Welche Bedingung an die Entleihzahlen ist notwendig, damit eine Modellierung mit linearer Regression anstelle einer diskreten Wahlmodellierung Sinn ergibt? (Begründung).

(b) Geben Sie mindestens einen Grund an, warum es besser ist, die endogene Variable y durch den Logarithmus der täglichen Entleihzahlen anstelle der Entleihzahlen selbst zu spezifizieren. Setzen Sie dabei voraus, dass alle beobachteten Entleihzahlen > 0 sind.

(c) Welche der sechs Faktoren sind bei der Suche nach neuen Standorten wichtig und welche weniger?

(d) Ist von einer Entleihstation die nächste Station zu weit entfernt, schwindet die Flexibilität bei der Abgabe und damit die Attraktivität. Sind Entleihstationen hingegen zu nahe beieinander, werden Kannibalisierungseffekte erwartet. Warum ist es daher sinnvoll, die exogene Variable “Nähe zur nächsten Station” mit zwei Faktoren zu modellieren? Begründen Sie, welche Vorzeichen Sie für die entsprechenden Parameter β_2 und β_3 erwarten.

(e) Für y gleich dem natürliche Logarithmus der täglichen Entleihzahlen wurden die Modellparameter für 16 Stationen wie folgt geschätzt:

$$\hat{\beta}_0 = 1.419, \quad \hat{\beta}_1 = 2.5, \quad \hat{\beta}_2 = 1.2/\text{km}, \quad \hat{\beta}_3 = -1.2/\text{km}^2, \quad \hat{\beta}_4 = -0.5/\text{Eur}, \quad \hat{\beta}_5 = 0.693,$$

mit den zugehörigen geschätzten Varianzen (in entsprechenden Einheiten)

$$\hat{V}_{00} = 1.0, \quad \hat{V}_{11} = 1.1, \quad \hat{V}_{22} = 1.5, \quad \hat{V}_{33} = 0.4, \quad \hat{V}_{44} = 0.07, \quad \hat{V}_{55} = 0.01,$$

sowie (Auswahl) der Kovarianz $\hat{V}_{23} = -0.3$. Welcher erwartete Logarithmus der Entleihzahlen und welche Entleihzahlen ergeben sich für zentral gelegene Stationen bei einem Preis von 2 Euro pro Stunde und schlechtem Wetter, wenn die nächste Station 0.5 km entfernt ist? Um welchen Faktor steigen die Entleihzahlen bei schönem Wetter?

(f) Bestimmen Sie mit Hilfe geeigneter Tests, ob die Zentralität sich signifikant positiv auf die Entleihzahlen auswirkt ($\alpha = 5\,\%$) und außerdem, ob man den Wettereinfluss vernachlässigen kann.

(g) Zeigen Sie zunächst, dass die optimale Entfernung zu Nachbarstationen durch $r_{\text{opt}} = -\beta_2/(2\beta_3)$ gegeben ist. Testen Sie nun, ob man bei $\alpha = 10\,\%$ die Nullhypothese H_0: $r_{\text{opt}} > 1\,\text{km}$ verwerfen kann.

Tabellen

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

ν	$q = 0.60$	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	6.315	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	3.153	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	4.154	4.587
∞	0.253	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291