

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

## Klausur zur Vorlesung Verkehrsökonomie für den Bachelor-Studiengang Verkehrswirtschaft, SS 2016

Insgesamt 120 Punkte

### Aufgabe 1 (50 Punkte)

Mit Hilfe der diskreten Wahltheorie soll untersucht werden, in welchem Maße verschiedene Faktoren die Attraktivität von *Car-Sharing* beeinflussen. Dazu wurden Probanden mit verschiedenen hypothetischen Konditionen von Car-Sharing-Diensten konfrontiert und gefragt, ob sie unter diesen Bedingungen Car-Sharing nutzen würden.

Grundpreis [€/Monat]	Kilometerpreis [€]	Stundenpreis [€]	Entfernung des nächsten Autos [km]	$y_1$ : Wahl Car-Sharing	$y_2$ : kein Car-Sharing
20	0.2	0	1	4	12
0	0.2	1.5	1	5	11
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- Handelt es sich hier um eine Stated-Choice oder Revealed-Choice-Untersuchung? Warum sind hier die Designs Stated/Revealed Choice und Stated/Revealed Preference identisch?
- Definieren Sie anhand der Tabelle den Begriff *Choice Set*. Aus wie vielen Alternativen besteht hier ein Choice Set? Welche exogenen und endogenen Variablen sind in der Tabelle dargestellt?
- Das Wahlverhalten soll nun mit einem Binomial-Logit-Modell und folgenden deterministischen Nutzenfunktionen für die Alternative 1 (Nutzung von Car-Sharing) und 2 (keine Nutzung) untersucht werden:

$$\begin{aligned} V_1 &= \beta_1 G + \beta_2 X + \beta_3 T + \beta_4 E, \\ V_2 &= \beta_0. \end{aligned}$$

Hierbei bezeichnet  $G$  den Grundpreis,  $X$  den Kilometerpreis,  $T$  den Stundenpreis und  $E$  die Entfernung des nächsten Autos. Geben Sie die generischen Variablen, die sozioökonomischen Variablen und die alternativenspezifische Konstante an. Welches ist die Referenzalternative?

- Beschreiben Sie in wenigen Worten die Parameter und begründen Sie anhand des Sachverhalts, bei welchen Parametern ein bestimmtes Vorzeichen erwartet wird. Welche Merkmalssumme muss zur Maximum-Likelihood-Schätzung des Parameters  $\beta_0$  in den Daten und der Modellierung gleich sein?

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

- (e) Die Maximum-Likelihood-Schätzung ergab (Schätzwerte  $\pm$  Standardabweichungen)

$$\beta_0 = -9.0 \pm 1.9, \beta_1 = -0.5 \pm 0.3, \beta_2 = -4.0 \pm 2.0, \beta_3 = -0.25 \pm 0.19, \beta_4 = 0.73 \pm 0.48.$$

Sind bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% die Parameter  $\beta_1$  und  $\beta_2$  signifikant von null verschieden? Schätzen Sie auch anhand der Tabelle auf der letzten Seite grob die  $p$ -Werte ab.

- (f) Welchem Kilometerpreis entspricht die Unschärfe des Zufallsnutzens? Welche implizite mittlere Geschwindigkeit legen die Probanden ihrer Nutzung von Car-Sharing zugrunde?
- (g) Welche Auswahlwahrscheinlichkeiten und damit absolute Häufigkeiten werden vom kalibrierten Modell für Choice Set 1 (16 Befragte) prognostiziert?
- (h) In obiger Modellierung wurde ein wichtiger Einflussfaktor vergessen: Der erwartete jährliche Bedarf (in km) an Beförderungsleistung  $L$  im Kfz. Dazu wird das Modell wie folgt erweitert:

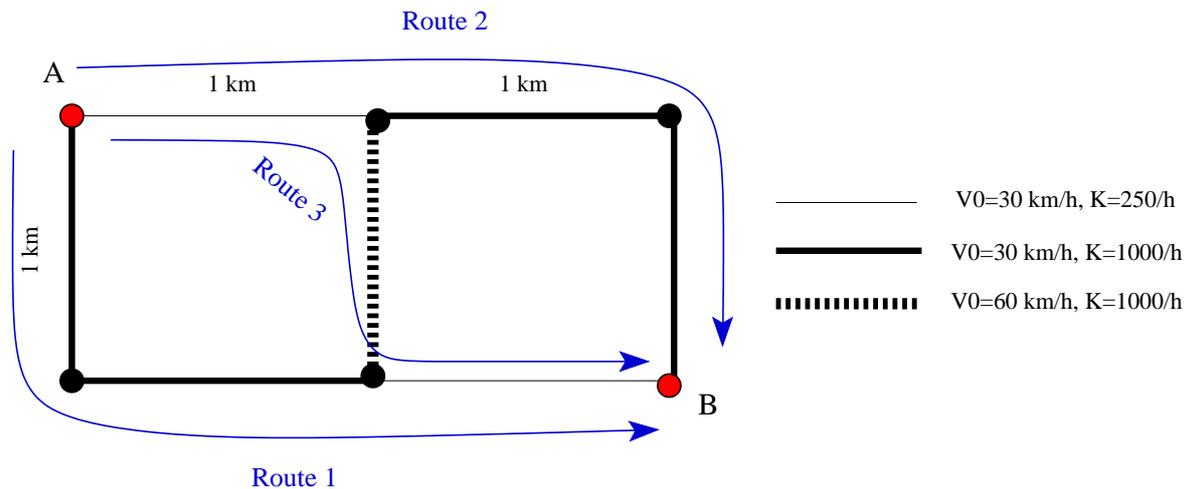
$$\begin{aligned} V_1 &= \beta_1 G + \beta_2 X + \beta_3 T + \beta_4 E + \beta_5 LX, \\ V_2 &= \beta_0 + \beta_6 L. \end{aligned}$$

Welche Bedeutung und erwartete Vorzeichen haben  $\beta_5$  und  $\beta_6$ ?

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

### Aufgabe 2 (50 Punkte)

Gegeben ist folgendes Netzwerk und eine Fahrtenmatrix, die nur ein einziges Element  $Q_{AB}$  von der Anbindung A zu der bei B enthält:



Alle Kanten sind dabei einen Kilometer lang und haben freie Geschwindigkeiten  $V_0$  und Kapazitäten  $K$  gemäß der Legende auf der rechten Seite der Abbildung. Die Nachfrage  $Q_{AB}$  soll auf die drei abgebildeten Routen umgelegt werden, wobei lineare CR-Funktionen der Art  $T_l(Q) = T_{l0}(1 + Q/K_l)$  zugrunde gelegt werden.

- Geben Sie analytisch die Reisezeiten der drei Routen in Minuten in Abhängigkeit der jeweiligen Verkehrsflüsse  $Q_1$ ,  $Q_2$  und  $Q_3$  an (Sie brauchen in diesem Schritt noch nicht die Summenbeziehung  $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_{AB}$  berücksichtigen).
- Definieren Sie nun die auf die Kapazität der großen Straßen bezogene relative Nachfrage  $q = Q_{AB}/(1000 \text{ Fz/h})$  und die Routenanteile  $w_1$ ,  $w_2$  und  $w_3$  und drücken Sie die drei Reisezeiten als Funktionen von  $q$  und den  $w_i$ ,  $i = 1, 2, 3$ , aus.
- Begründen Sie, warum aufgrund von Symmetrien im Netzwerk und der Summenbedingung  $w_1 + w_2 + w_3 = 1$  sowohl im Nutzergleichgewicht als auch im Systemoptimum die Aufteilungsbeziehungen  $w_1 = w_2 = (1 - w_3)/2$  gelten müssen.
- Mit den Symmetriebeziehungen von Aufgabenteil (c) kann man die Reisezeiten allein in Abhängigkeit der relativen Nachfrage  $q$  und des Routenanteils  $w_3$  wie folgt schreiben (dies muss nicht hergeleitet werden):

$$T_1 = T_2 = 6 + q(6 + 2w_3), \quad T_3 = 5 + q(8 + 9w_3).$$

Leiten Sie daraus die Routenaufteilung im Nutzergleichgewicht in Abhängigkeit von  $q$  her und skizzieren Sie diese.

*Hinweis:* Unterscheiden Sie dabei die drei Fälle “nur Route 3 wird befahren”, “alle drei Routen werden befahren” und “nur die Routen 1 und 2 werden befahren”.

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

- (e) Gegeben sei nun eine feste Nachfrage  $Q_{AB} = 200 \text{ Fz/h}$  (bzw.  $q = 0.2$ ). Zeigen Sie, dass die Routenaufteilung  $w_1 = w_2 = 2/7$ ,  $w_3 = 3/7$  dem Nutzergleichgewicht entspricht und dass bei Sperrung der zentralen, nur von Route 3 benutzten Kante sich die Reisezeiten im resultierenden neuen Nutzergleichgewicht für die Routen 1 und 2 *reduzieren*. Wie nennt man dieses Phänomen? Wodurch wird es anschaulich verursacht?
- (f) Ermitteln Sie für dieselbe feste Nachfrage  $Q_{AB} = 200 \text{ Fz/h}$  das Systemoptimum bei Verfügbarkeit der dritten Route und zeigen Sie, dass in diesem *alle* Reisezeiten geringer sind als in den Nutzergleichgewichten bei offener sowie gesperrter Route 3.
- Hinweis:* Bei linearen CR-Funktionen gilt: Aufteilung im Systemoptimum bei relativer Nachfrage  $q$  gleich Aufteilung im Nutzergleichgewicht bei Nachfrage  $2q$ .
- (g) Die Route 3 soll nun bemauteet werden. Welche Maut führt bei obiger Nachfrage  $Q_{AB} = 200 \text{ Fz/h}$  und einem Zeitwert von 20 Euro/h zur Stabilisierung des Systemoptimums?

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

### Aufgabe 3 (20 Punkte)

Anhand einer Internet-Befragung soll die Akzeptanz (Ja/Nein) von Elektroautos unter vorgegebenen Werten für Kosten, Fahrzeuggröße und Reichweite erhoben werden. Neben der eigentlichen Akzeptanzfrage (E-Auto Ja/Nein?) wurde von den Probanden auch das Alter und der Beruf (Schüler, Student, Erwerbstätiger, Rentner, Sonstiges) erhoben. Die Forscher erhielten 900 gültige Fragebögen, deren summarische Auswertung folgende Tabelle zeigt:

Alter	Beruf	Teilnehmerzahl	Ja-Antworten
< 35 Jahre	Student	410	200
< 35 Jahre	Nicht-Student	200	30
≥ 35 Jahre	Student	40	30
≥ 35 Jahre	Nicht-Student	250	40

- Wie hoch ist der Gesamt-Anteil der E-Auto-Befürworter in der Stichprobe?
- Lassen Sie zunächst die sozioökonomischen Merkmale unberücksichtigt und rechnen Sie unter Annahme einer Zufallsauswahl ohne No-Response-Anteil die Standardabweichung des Schätzfehlers des Anteilswertes aus.
- Sind Alter und Beruf gültige und sinnvolle Schichtungsmerkmale?
- In der Grundgesamtheit finden sich 20 % Studenten, darunter sind 90 % unter 35 Jahre alt. Unter den 80 % Nicht-Studenten sind hingegen nur 30 % jünger als 35 Jahre. Nutzen Sie diese Angaben, um den beobachteten Anteil an Ja-Antworten zu entzerren. Geben Sie den entzerren Schätzer samt Standardabweichung an.

### 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