

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

## Klausur zur Vorlesung Verkehrsökonomie für den Bachelor-Studiengang Verkehrswirtschaft, SS 2018

Insgesamt 120 Punkte

### Aufgabe 1 (10 Punkte)

- (a) Beschreiben Sie in jeweils einem Satz das Nutzergleichgewicht und das Systemoptimum der Verkehrssumlegung.
- (b) Warum ist das Zufallsmodell für die Zielwahl (Verkehrsverteilung) in großen Netzwerken ungeeignet? Warum ist bei der gleichzeitigen Bewertung sehr kurzer und sehr langer Strecken auch das Wilson-Modell problematisch?

### Aufgabe 2 (20 Punkte)

Ein Modell für den streckenbezogenen Kraftstoffverbrauch  $y$  (bzw. den Energieverbrauch bei Elektrofahrzeugen) in Abhängigkeit der Geschwindigkeit  $v$ , Beschleunigung  $a$  und Steigung  $\alpha$  lautet

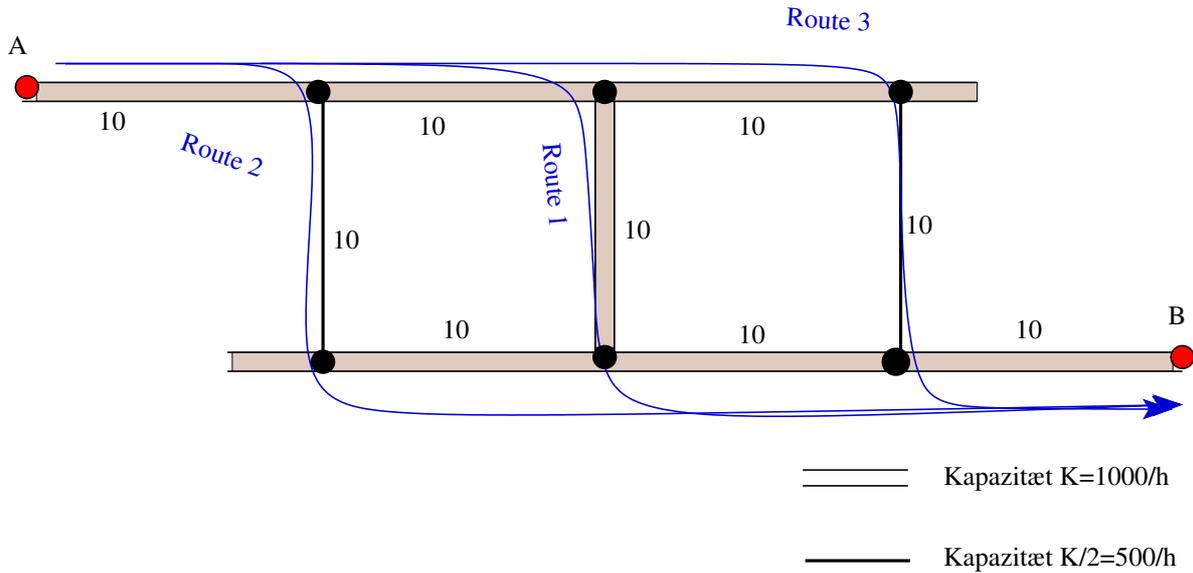
$$y = \frac{P_0}{v} + ma + mg(\mu + \alpha) + \frac{1}{2}c_L v^2$$

mit der Grundleistung  $P_0$ , dem Reibungskoeffizienten  $\mu$ , der Fahrzeug-Gesamtmasse  $m$ ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  und dem Luftwiderstandskoeffizienten  $c_L$ .

- (a) Formulieren Sie aus dieser Gleichung ein lineares Modell  $y = \beta_0 + \sum_j \beta_j x_j + \epsilon$ , d.h., formulieren Sie lineare Faktoren  $x_j$ , welche die exogenen Variablen  $v$ ,  $a$  und  $\alpha$  enthalten.
- (b) Geben Sie an, wie man aus den geschätzten Parameterwerten  $\hat{\beta}$  des linearen Modells Schätzungen der Fahrzeugparameter  $P_0$ ,  $\mu$ ,  $m$  und  $c_L$  bekommt, drücken Sie also die Fahrzeugparameter durch  $\hat{\beta}$  aus.

### Aufgabe 3 (40 Punkte)

Das Fahrtenmatrixelement  $F_{AB} = qK_1$  soll auf das folgende Netzwerk umgelegt werden (die Zahlen an jeder Kante geben die minimalen Reisezeiten in Minuten an):



- Nehmen Sie auf jeder Kante lineare CR-Funktionen an und berechnen Sie die Reisezeiten  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  der drei angegebenen Routen als Funktion der auf die Kapazität der größeren Straßen bezogene Nachfrage  $q = F_{AB}/K$  und der Routenanteile  $w_1$ ,  $w_2$  und  $w_3$ .
- Nehmen Sie nun aufgrund der Symmetrie an, dass die Routen 2 und 3 im Nutzergleichgewicht und im Systemoptimum gleich häufig benutzt werden und drücken Sie die Routenanteile  $w_2$  und  $w_3$  als Funktion von  $w_1$  aus.

*Hinweis:* Nutzen Sie zusätzlich die Summenbedingung  $w_1 + w_2 + w_3$ .

- Drücken Sie nun die drei Reisezeiten allein als Funktion der auf  $K$  bezogenen Nachfrage  $q$  und des Routenanteils  $w_1$  aus.
- Berechnen Sie die Routenaufteilungen  $w_r^{UE}$  und  $w_r^{SO}$ ,  $r = 1, 2, 3$ , im Nutzergleichgewicht und im Systemoptimum. Nehmen Sie dabei folgende Zeiten (in Minuten) an:

$$T_1(q, w_1) = 5 + 3q + 2qw_1, \quad T_2(q, w_1) = T_3(q, w_1) = 6 + 5q - 2qw_1.$$

*Hinweis:* Unterscheiden Sie jeweils den Fall, dass nur eine bzw. alle drei Routen benutzt werden.

- Welchen Zeitunterschied gibt es unabhängig von der Aufteilung bei einer Nachfrage gegen null? Welche Aufteilung ergibt sich schon hieraus zwingend für das Nutzergleichgewicht?
- Zeigen Sie, dass im Systemoptimum die Reisezeit auf den Routen 2 und 3 immer 5 Minuten länger ist, falls beide Routen benutzt werden. Bemaßen Sie nun eine Route bzw. Kante so, dass das Systemoptimum bezüglich der Reisezeiten gleichzeitig einem Nutzergleichgewicht bezüglich kombinierten, aus Zeit und Geldanteilen bestehenden Nutzenfunktionen entspricht. Nehmen Sie dabei einen Zeitwert von 12 Euro/h an.

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

#### Aufgabe 4 (50 Punkte)

Car-Sharing ist das gemeinsame Nutzen einer von einem Anbieter bereitgestellten Fahrzeugflotte. Die meisten Anbieter haben feste Stationen, wo man ein Fahrzeug holen und auch wieder abgeben kann. Die Akzeptanz dieser Art von Car-Sharing und die Attraktivität verschiedener Ausgestaltungen soll mit einer Stated-Choice Erhebung und anschließender Analyse mit einem Multinomial-Logit Model (MNL) untersucht werden. Die Kriterien dabei sind die Entfernung  $R$  [km] von der Wohnung zur nächsten Station, die monatliche Grundgebühr  $G$  [Euro] und die Kosten  $K$  [Euro] pro Ausleihstunde. Außerdem wird bei der Befragung das Alter  $A$  (0: jung, 1: alt) und eine bisherige Car-Sharing-Nutzung  $N$  (0: nein, 1: ja) erfragt.

- Wurden konkrete Nutzungen oder hypothetische Situationen abgefragt?
- Welches Kriterium bei der Alternativen-Spezifikation der diskreten Wahlmodellierung würde verletzt, wenn man beim Fragebogen jeweils nur zwei Car-Sharing-Alternativen anböte?
- Teilen Sie die oben genannten Kriterien nach Charakteristika der Alternativen, allgemeinen sozioökonomischen Variablen und mobilitätsbezogenen ökonomischen Variablen ein.
- Im Fragebogen werden nun zwei gleichartige Car-Sharing Alternativen 1 und 2 und eine No-Choice-Option 3 angeboten und zur Auswertung ein MNL mit folgenden deterministischen Nutzenfunktionen angesetzt:

$$\begin{aligned} V_1 &= \beta_1 R_1 + \beta_2 G_1 + \beta_3 K_1 + \beta_4 A + \beta_5 N, \\ V_2 &= \beta_1 R_2 + \beta_2 G_2 + \beta_3 K_2 + \beta_4 A + \beta_5 N, \\ V_3 &= \beta_0 \end{aligned}$$

Warum wurde hier, entgegen der allgemeinen Regeln, nur eine alternativenspezifische Konstante angesetzt und die sozioökonomischen Variablen bei  $V_1$  und  $V_2$  nicht alternativenspezifisch formuliert?

- Werden  $R$  und  $K$  hier alternativenspezifisch oder generisch formuliert? Warum?
- Die geschätzten Werte seien nun durch

$$\hat{\beta}_0 = -6.2, \quad \hat{\beta}_1 = -1.5, \quad \hat{\beta}_2 = -0.5, \quad \hat{\beta}_3 = -1.2, \quad \hat{\beta}_4 = -1.1, \quad \hat{\beta}_5 = 1.5$$

gegeben. Erläutern Sie alle Parameter in Worten und geben Sie an, bei welchen Parametern das Vorzeichen nur einen plausiblen Wert (welchen?) haben kann. Um wie viel Nutzeinheiten finden junge gegenüber alten Personen Car-Sharing attraktiver? Rechnen Sie den Attraktivitätsunterschied auch in eine Differenz der monatlichen Grundgebühr um. Ist die Wahrscheinlichkeit, einer der beiden Car-Sharing Alternativen zu wählen, bei jungen bisherigen Nichtnutzern oder alten Nutzern höher?

- Die beiden Car-Sharing-Alternativen seien nun durch

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ km}, G_1 = 5 \text{ Euro/Monat}, K_1 = 2 \text{ Euro/h}, \\ R_2 &= 1.5 \text{ km}, G_2 = 0 \text{ Euro/Monat}, K_2 = 3 \text{ Euro/h} \end{aligned}$$

charakterisiert. Mit welchen Wahrscheinlichkeiten würden alte bisherige Nichtnutzer eine der beiden Alternativen wählen?

- (h) Die Varianz des Altersdummies sei durch  $V(\hat{\beta}_4) = 0.25$  gegeben. Geben Sie für  $\alpha = 5\%$  das Konfidenzintervall von  $\beta_4$  an. Geben Sie auch den  $p$ -Wert zur Nullhypothese  $H_0 : \beta_4 > 0$  an. Was bedeutet dieser Wert? *Hinweis:* Die Varianz kann hier als exakt bekannt angenommen werden.

**Standardnormalverteilung  $\Phi(z)$  (Auszug)**

$z$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621

**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