

**Klausur zur Vorlesung Methoden Verkehrsökonomie
für Master-Studierende
WS 2012/13**

Lösungsvorschlag

Aufgabe 1 (50 Punkte)

- (a) – Endogene Variable, mittlere Fahrtenhäufigkeit pro Einwohner und Jahr: metrisch bzw. kardinalskaliert
- Exogene Variablen:
- * Preis: metrisch
 - * mittlere Entfernung: metrisch
 - * mittlere Taktzeit: metrisch
 - * Land: Qualitativ bzw. nominalskaliert
 - * Nutzungsfreundlichkeit: ordinalskaliert.

- (b) Parameterlineares Regressionsmodell für die obigen Faktoren:

$$y(\mathbf{x}) = \sum_{j=0}^6 \beta_j x_j + \epsilon, \quad \epsilon \sim i.i.dN(0, \sigma^2)$$

mit

- $x_0 = 1$: Dummy für den konstanten Term,
- x_1 : Preis in Euro,
- x_2 : mittlere Entfernung,
- x_3 : mittlere Taktzeit,
- x_4 : Dummy für Deutschland mit Schweiz als Referenz, also $x_4 = 1$ für D und $x_4 = 0$ für CH (man kann natürlich auch Deutschland als Referenz nehmen, dann wäre $x_4 = 0$ für D und $x_4 = 1$ für CH),
- x_5 : Dummy für die beste Nutzerfreundlichkeits-Stufe (die schlechteste ist Referenz),
- x_6 : Dummy für die mittlere Nutzerfreundlichkeits-Stufe (die schlechteste ist Referenz).

- (c) Interpretationen:

- β_1 ist die Preissensitivität: Je höher der Preis bei ceteris-paribus-Bedingungen, desto geringer die Nutzung, also $\beta_1 < 0$.
- β_2 ist die Zeitsensitivität: Je höher die Zusatzzeit bei sonst gleichen Bedingungen, desto geringer die Nutzung, also $\beta_2 < 0$.
- β_0 ist die Nutzungshäufigkeit, falls der ÖV nichts kostet, eine Haltestelle vor der Haustür liegt und die richtige Straßenbahn/ der richtige Bus immer genau dann ankommt, wenn man sie/ihn braucht. Also $\beta_0 > 0$.

(d) Arithmetische Mittel:

$$\bar{x}_1 = 2.183, \quad \bar{x}_2 = 11.67, \quad \bar{y} = 177.5.$$

Determinante:

$$\text{Det}S = s_{11}s_{22} - s_{12}^2 = 1.600.$$

Damit

$$\hat{\beta}_1 = \frac{s_{1y}s_{22} - s_{2y}s_{12}}{\det(\mathbf{S})} = -40.4,$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{s_{2y}s_{11} - s_{1y}s_{21}}{\det(\mathbf{S})} = -7.40,$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \beta_1\bar{x}_1 - \beta_2\bar{x}_2 = 352$$

(e) Impliziter Zeitwert für die Zusatzzeiten: Eine Zusatzzeit Δx_2 muss durch eine Kostenersparnis $-\Delta x_1$ kompensiert werden, so dass sich die Nutzenhäufigkeit nicht ändert: $\Delta y = -\beta_1\Delta x_1 + \beta_2\Delta x_2 = 0$, also

$$\text{Zeitwert: } \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{\beta_2}{\beta_1} = 0.185 \text{ Euro/Minute (= 11.1 Euro/h)}$$

(f) (1) Nullhypothese H_0 : Das Trivialmodell ist nicht schlechter als das volle unrestringierte Modell

(2) Testvariable:

$$F = \frac{(S_{\min}^{(0)} - S_{\min}) / (J - J^{(0)})}{S_{\min} / (n - J - 1)} \sim F(J - J^{(0)}, n - J - 1)$$

(3) Realisierung: $n = 6$ Datenpunkte, das unrestringierte Modell hat $J = 2$ exogene Variable und das Trivialmodell $J^{(0)} = 0$ exogene Variable, also hat die F -Verteilung $J - J^{(0)} = 2$ Zähler-Freiheitsgrade und $n - J - 1 = 3$ Nenner-Freiheitsgrade. Ferner nach Aufgabenstellung $S_{\min} = 1222$ und $S_{\min}^{(0)} = 4887$. Damit

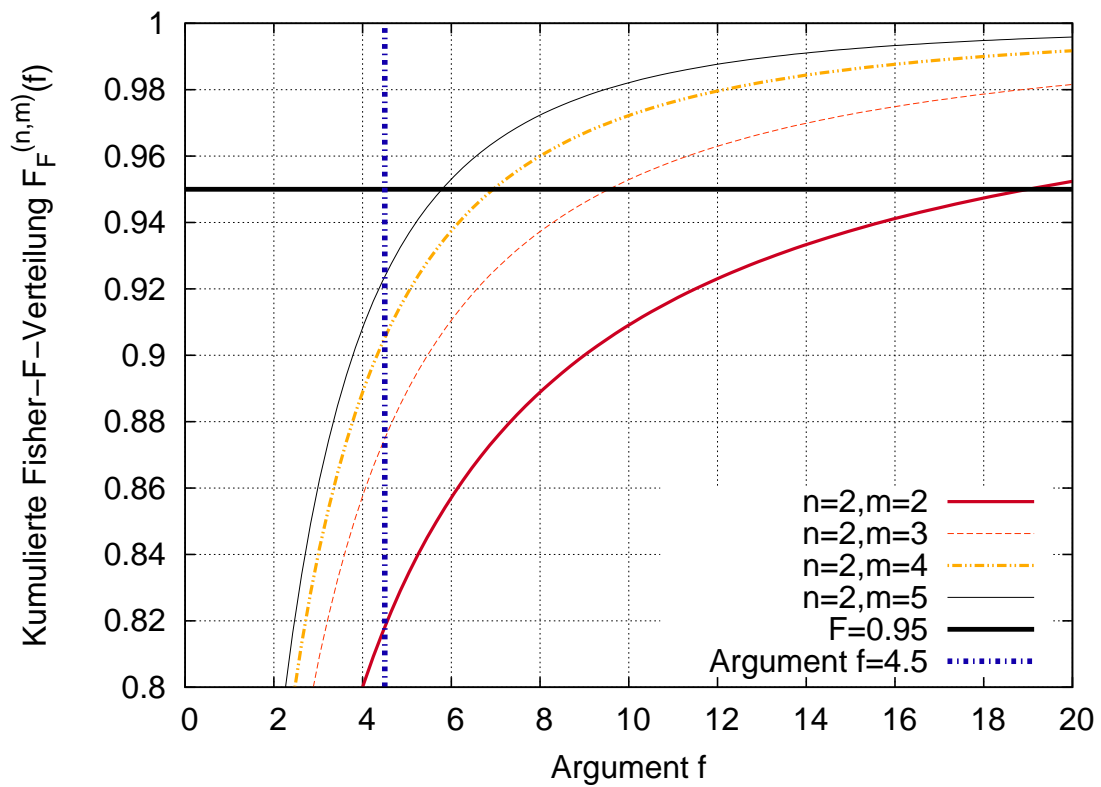
$$f = \frac{(4887 - 1222)/2}{1222/3} = 4.50$$

- (4) Testentscheidung: H_0 bei $\alpha = 5\%$ ablehnbar, falls $f > f_{0.95}^{(2,3)} \approx 9.5$ (dort, wo die dünne gestrichelte Kurve des Plots auf der letzten Seite der rAufgabenstellung die dicke waagerechte Linie bei $F = 0.95$ schneidet). Dies ist nicht der Fall, also ist das volle Modell *nicht* signifikant besser als das Trivialmodell!

p -Wert: Ablesen der dünnen gestrichelten Linie bei $f = 4.50$:

$$1 - p = 0.875 \Rightarrow p = 12.5\%$$

(12% oder 13% sind auch OK)



Aufgabe 2 (55 Punkte)

- (a) Stated-Choice.
- (b) Bei den ersten beiden Choice Sets haben die Alternativen 1 und 3 unveränderte Attribute. Ferner sind zwar die Absoluthäufigkeiten dieser Alternativen in Set 2 geringer (da die "dritte" Alternative 2 dann attraktiver ist), die Quotienten sind jedoch unverändert. Also gilt zumindest für diese beiden Choice Sets die IIA-Eigenschaft.
- (c) Charakterisierung des Modells:
- Die Referenzalternative ist Alternative 3 (Fuß), da sie von keine alternativenspezifische Konstante (AC) selektiert wird.
 - Das Modell ist parameterlinear
 - Charakterisierung der vier exogenen Faktoren:
 - * $x_{1ni} = T_{ni}$: Generische Variable: Zeit
 - * $x_{2ni} = K_{ni}$: Generische Variable: Kosten
 - * $x_{3ni} = \delta_{i1}$: Alternativenspezifische Konstante: Bonus Alternative 1 gegenüber 3
 - * $x_{4ni} = \delta_{i2}$: Alternativenspezifische Konstante: Bonus Alternative 2 gegenüber 3.
- (d) Kalibrierungsbedingungen:
- Merkmalssumme 1: $X_1^{\text{data}} = \sum_{n=1}^4 \sum_{i=1}^3 y_{ni} T_{ni} = 10\,150$ [genau ausrechnen!]: Realisierte Gesamtzeit in Minuten
 - Merkmalssumme 2: $X_2^{\text{data}} = \sum_{n=1}^4 \sum_{i=1}^3 y_{ni} K_{ni} = 40$: Realisierte Gesamtkosten in €
 - Merkmalssumme 3: $X_3^{\text{data}} = \sum_{n=1}^4 y_{n1} = 130$: Realisierte Gesamtzahl an ÖV-Entscheidungen
 - Merkmalssumme 4: $X_4^{\text{data}} = \sum_{n=1}^4 y_{n2} = 215$: Realisierte Gesamtzahl an Entscheidungen für das Rad.
- (e) Diskussion der Schätzergebnisse:
- Die Vorzeichen von $\hat{\beta}_1$ und $\hat{\beta}_2$ entsprechen den Erwartungen, da beide negativ sein sollen (Zusatzkosten und Zusatzzeiten mindern den Nutzen). Die alternativenspezifischen Konstanten β_3 und β_4 können beide Vorzeichen haben. Hier wird der ÖV gegenüber Schusters Rappen positiv und das Rad negativ bewertet, was nicht *a priori* unplausibel ist.
 - Impliziter Zeitwert:
$$\hat{\beta}_1 / \hat{\beta}_2 = 0.119 \text{ Euro/Minute} = 7.1 \text{ Euro/h.}$$
 - Impliziter Zeitwert durch direkten Vergleich der Sets 3 und 4: 2 Euro entsprechen 20 Minuten, also 0.1 Euro/Minute bzw. 6 Euro/h.

(f) Testvariable “Schätzer in Einheiten der Standardabweichung”:

$$z = \frac{-0.78}{0.37} = -2.1$$

Die Standardnormalverteilung geht aus den Student-t-Verteilungen im Limes unendlich vieler Freiheitsgrade hervor, so dass die beigefügte Tabelle der Standardnormalverteilung verwendet werden kann.¹ Der Schwellwert bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5% beträgt $z_{1-\alpha/2} = z_{0.975} = 1.96$. Die Nullhypothese H_0 : “ β_4 ist nicht signifikant von null verschieden” kann (bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 5%) abgelehnt werden, falls $|z| > 1.96$. Dies ist der Fall, also $\hat{\beta}_4$ signifikant von null verschieden (der p -Wert liegt allerdings bei 4%, die Signifikanz ist also nicht besonders hoch).

Aufgabe 3 (15 Punkte)

(a) Versuchsplan des *full factorial design*:

Choice Set 1:(−20 min, −1 €),

Choice Set 2:(−20 min, 1 €),

Choice Set 3:(0 min, −1 €),

Choice Set 4:(0 min, 1 €),

Choice Set 5:(20 min, −1 €),

Choice Set 6:(20 min, 1 €).

(b) Die Zeit- und Kostendifferenzen sind bei den drei Choice Sets (−20 min, −1 €), (20 min, −1 €), und (20 min, 1 €) positiv korreliert. Also ist dieser Versuchsplan *nicht* nach dem orthogonalem Design aufgebaut.

¹In der Literatur wird dieser Test im Zusammenhang mit der Maximum-Likelihood-Methode meist *t-Test* genannt, obwohl er in der Regel in der asymptotischen Näherung unendlich vieler Freiheitsgrade ausgewertet wird, so dass man eigentlich von einem *z-Test* (d.h. die Testvariable ist standardnormalverteilt) sprechen müsste.