Klausur zur Vorlesung Verkehrsökonometrie
für Bachelor-Studenten
WS 2010/11

Lösungsvorschlag

Aufgabe 1 (30 Punkte)

(a) Die Mobilitätskennziffern sind vom Anteil der nichtmobilen Personen abhängig. Bei Einschluss der nichtmobilen Personen hätte man eine viel höhere Anzahl der Wegekette 12: "Kein Weg" Dementsprechend würden sich alle Kennziffern verringern.

(b) Mobilitätskennziffer:

$$\sigma = \frac{\text{Zahl der Wege}}{\text{Zahl der Personen}} = \frac{628}{200} = \underline{\underline{3.14}}.$$

Berechnung der Zahl der Personen (n_i ist die Zahl der Personen mit Wegekette vom Typ i):

$$n = \sum_{i=1}^{12} n_i = 200.$$

Zahl der Wege:

$$n_{\text{Wege}} = 2(n_1 + n_2 + n_3) + 3(n_4 + n_5 + n_6) + 4\sum_{i=7}^{10} n_i + 7n_{11} = 628.$$

(c) Seien die Zahl der Wegeketten (= Zahl der Personen, die diese Wegekette ausführten) in der k-ten Gruppe mit n_k bezeichnet. Dann gilt

$$\begin{aligned} n_{\text{WA}} &= n_1 + n_6 + n_8 = \underline{\underline{66}}, \\ n_{\text{WB}} &= n_9 + n_{10} = \underline{\underline{36}}, \\ n_{\text{WK}} &= n_7 + n_1 1 = \underline{\underline{31}}. \end{aligned}$$

(d) Spezifisches Verkehrsaufkommen in einer QZG = Zahl der Wege in dieser QZG geteilt durch Bezugspersonenzahl für diese QZG. Also

$$\sigma_{\text{WA}} = \frac{n_{\text{WA}}}{75} = \underline{\underline{0.88}}, \quad \sigma_{\text{WB}} = \frac{n_{\text{WB}}}{32} = \underline{\underline{1.125}}, \quad \sigma_{\text{WK}} = \frac{n_{\text{WK}}}{21} = \underline{\underline{1.47}}.$$

(e) Fünfer-Einteilung: Zahl der Wege und spezif. VA für QZG WA wurden bereits berechnet: $n_{\text{WA}} = 66$ und $\sigma_{\text{WA}} = 0.88$.

Der jeweiligen QZG zuzuordnende Wegezahlen für die verbleibenden QZG (man beachte, dass Personen der Wegekette Nr. 8 untertags nach Hause kommen):

$$\begin{aligned} n_{\text{AW}} &= n_1 + n_4 + n_5 = 35, \\ n_{\text{WS}} &= n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_7 + n_8 + n_9 + n_{10} + n_{11} = 138, \\ n_{\text{SW}} &= n_2 + n_3 + n_6 + n_7 + n_8 + n_9 + n_{10} + n_{11} = 169, \\ n_{\text{SS}} &= n_{\text{Wege}} - n_{\text{WA}} - n_{\text{AW}} - n_{\text{WS}} - n_{\text{SW}} = 127. \end{aligned}$$

Damit

$$\sigma_{\text{AW}} = \frac{35}{75} = 0.467, \quad \sigma_{\text{WS}} = \frac{145}{200} = 0.725, \quad \sigma_{\text{SW}} = \frac{176}{200} = 0.88, \quad \sigma_{\text{SS}} = \frac{206}{200} = 1.03.$$

Aufgabe 2 (20 Punkte)

(a)
- Allgemeine soziodemographische Merkmale: Alter und Geschlecht,
- mobilitätsbezogene soziodemographische Merkmale: Bahncardbesitz,
- aktivitätsbezogene Merkmale: Wegezweck,
- generische Merkmale: Verbindung, Preis
- sinnvolle endogene Variable: Klasse (Bahncardbesitz ist auch OK)

(b)
- Aggregierungsebene: Mikroskopisch, da einzelne Personen befragt
- Zeit- und Merkmalsträgerdimension: Trend-Design (mehrere aufeinanderfolgende Querschnitte).
- Ausmaß der Kontrolle: Stated Choice.
- Ziehungsdetails (für jeden der jährlichen Querschnitte): Zufalls-Stichprobe aus der Grundgesamtheit der Personen, welche im entsprechenden Jahr deutsche Züge benutzen; Ziehungsgrundlage: In den Zügen befindliche Personen; Erhebungsmodalität: Persönliche Befragung

Aufgabe 3 (30 Punkte)

(a) Zahl der Wege:

$$V_{12} = V_{12}^{\mathrm{WA}} + V_{12}^{\mathrm{AW}} + V_{12}^{\mathrm{WS}} + V_{12}^{\mathrm{SW}} + V_{12}^{\mathrm{SS}} = \underline{\underline{12\,000}}$$

(b) Es gilt für die QZG-spezifische Zahl der täglichen Fahrten von 1 nach 2:

$$F_{12}^{\mathrm{QZG}} = V_{12}^{\mathrm{QZG}} p^{\mathrm{MIV}} / b^{\mathrm{QZG}}$$

Also

$$\begin{aligned}
F_{12}^{\mathrm{WA}} &= \frac{0.5 * 3000}{1.2} = \underline{\underline{1250}}, \\
F_{12}^{\mathrm{AW}} &= \frac{0.5 * 2000}{1.2} = \underline{\underline{833}}, \\
F_{12}^{\mathrm{WS}} &= \frac{0.5 * 2000}{1.4} = \underline{\underline{714}}, \\
F_{12}^{\mathrm{SW}} &= \frac{0.5 * 2000}{1.4} = \underline{\underline{714}}, \\
F_{12}^{\mathrm{SS}} &= \frac{0.5 * 3000}{2.0} = \underline{\underline{750}}.
\end{aligned}$$

(c) Aus den beiden Balkendiagrammen liest man für die Zeitscheibe 7:00 bis 8:00 Uhr folgende Anteile ab:

$$f^{\mathrm{WA}} = 0.30, \quad f^{\mathrm{AW}} = 0.00, \quad f^{\mathrm{WS}} = 0.05, \quad f^{\mathrm{SW}} = 0.01, \quad f^{\mathrm{SS}} = 0.04.$$

Damit das Fahrtenmatrixelement der morgendlichen Rush-hour mit den täglichen Fahrtenmatrixelementen $F_{12}^{\mathrm{QZG}} = 1\,000$ aus der Aufgabenstellung:

$$F_{12}^{7:00\text{-}8:00} = \sum_{\mathrm{QZG}} f^{\mathrm{QZG}} F_{12}^{\mathrm{QZG}} = \underline{\underline{400}}.$$

(Mit den "echten" Werten ergibt sich $F_{12}^{7:00\text{-}8:00} = 448$.)

Aufgabe 4 (40 Punkte)

(a) Aus den Daten:

$$\bar{y} = 7.875, \quad \bar{x}_1 = 101.0, \quad \bar{x}_2 = 6.375$$

Aus den gegebenen Varianzen und Kovarianzen mit einer Formel aus dem Skript:

$$\det \mathbf{S} = s_{11}s_{22} - s_{12}^2 = \underline{\underline{50\,200}}$$

und damit

$$\begin{aligned}
\hat{\beta}_1 &= \frac{s_{1y}s_{22} - s_{2y}s_{12}}{\det(\mathbf{S})} = \underline{\underline{0.0477}}, \\
\hat{\beta}_2 &= \frac{s_{2y}s_{11} - s_{1y}s_{21}}{\det(\mathbf{S})} = \underline{\underline{0.603}}, \\
\hat{\beta}_0 &= \bar{y} - \hat{\beta}_1\bar{x}_1 - \hat{\beta}_2\bar{x}_2 = \underline{\underline{-0.779}}.
\end{aligned}$$

(b) Berechnung der Elastizität mit $\frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} = \hat{\beta}_1$:

$$\epsilon_1 = \frac{\bar{x}_1}{\bar{y}}\frac{\partial y}{\partial x_1} = \frac{101}{7.875} * 0.05 = \underline{\underline{0.641}}$$

(mit "echtem" Wert $\hat{\beta}_1 = 0.0477$: $\epsilon_1 = 0.611$)

Damit führt ein Prozent mehr Motorleistung zu 0.64 % (bzw. 0.61 %) mehr Verbrauch.

(c) Test in den bekannten vier Schritten:

1. Die Faktoren sind signifikant, wenn der Test der zugehörigen Anstiegsparameter β_j ($j = 1$ bzw. 2) bzw. auf die Nullhypothese

$$H_0: \ \beta_j = 0$$

bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von $\alpha = 1\,\%$ abgelehnt werden kann.

2. Die Student-t-verteilte Testvariable ist gegeben durch

$$T_j = \frac{\hat{\beta}_j}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_j)}} \sim T(n-1-J) = T(5)$$

mit

$$\hat{V}(\hat{\beta}_j) = \frac{\hat{\sigma}_R^2}{n s_{jj}(1 - r_{12}^2)}, \quad r_{12} = \frac{s_{12}}{\sqrt{s_{11}s_{22}}}.$$

3. Ausrechnen aus der Stichprobe mit gegebener Residualvarianz $\hat{\sigma}_R^2 = 0.828$ und gegebenen Werten s_{11}, s_{12} und s_{22}:

$$\begin{aligned}
r_{12} &= -0.447, \\
\hat{V}(\hat{\beta}_1) &= \frac{0.828}{8 * 3640 * (1 - 0.447^2)} = 35.5 * 10^{-6}, \\
\hat{V}(\hat{\beta}_2) &= \frac{0.828}{8 * 17.2 * (1 - 0.447^2)} = 0.00750.
\end{aligned}$$

und damit

$$t_1 = \frac{0.05}{\sqrt{35.5 * 10^{-6}}} = 8.39, \quad t_2 = \frac{0.6}{\sqrt{0.0075}} = 6.93.$$

(mit "echten" Werten der Parameterschätzer: $t_1 = 8.00$ und $t_2 = 6.96$).

4. Testaussage: H_0 abgelehnbar, falls

$$|t| > t_{0.995}^{(5)} = 4.032.$$

Dies ist bei β_1 und β_2 möglich. Sowohl Leistung als auch Alter sind somit signifikante Einflussfaktoren.

(d) Da neuere Fahrzeuge tendenziell leistungsstärkere sind *und* bei gleicher Leistung tendenziell weniger verbrauchen,[1] wird der Motorleistungs-Anstiegsfaktor *nach unten* verfälscht.[2]

(e) Benziner verbrauchen *ceteris paribus* mehr, falls $\beta_3 > 0$.

[1] sowohl aufgrund von Verschleißerscheinungen alter Motoren als auch durch Entwicklung effizienterer Motoren

[2] In der Tat würde man $\hat{\beta}_1 = 0.0291$ statt $\hat{\beta}_1 = 0.0477$ erhalten