Klausur zur Vorlesung Verkehrsökonometrie
für Bachelor-Studenten
SS 2010

Lösungsvorschlag

Aufgabe 1 (40 Punkte)

(a) Tabelle:

Modell	(1)	(2)	(3)
Endogene Variable	$F(t+10)$	$n_k(t+10)$	$f_k(t+10)$
Exogene Variable	$n_k(t+10)$, $f_k(t+10)$	$n_k(t)$	$f_k(t)$
Parameter	σ_k, w	s_k, r_k, z_k, a_k	f_1, f_2

(b)
- Verkettungen: Die endogenen Variablen der Modelle (2) und (3) sind exogene Variable im Modell (1). Wenn man (1)-(3) als Zeitentwicklungsmodelle auffasst, gibt es zusätzlich eine Verkettung der endogenen Variablen der Modelle eines Zeitschritts zu den exogenen Variablen der Modelle für den nächsten Zeitschritt. [Eine Antwort gibt bereits volle Punktzahl]
- Kopplungen: Keine. Wenn man (2) und (3) als Zeitentwicklungsmodelle auffasst, kann man auch argumentieren, dass die verschiedenen Zeitstufen dieser Mehrgleichungsmodelle gekoppelt sind. [Beide Antwortmöglichkeiten ergeben jeweils volle Punktzahl]
- Rückkopplungen: Keine. Die Entwicklung der Fahrleistungen koppelt nicht auf die Füherscheinanteile oder die Entwicklung der Bevölkerungsstruktur zurück. Der Ursache-Wirkungsfluss geht nur in eine Richtung von (2),(3) $\rightarrow$ (1).

(c)
- Modell (1): Eingleichungsmodell, nichtlinear, deterministisch
- Modell (2): Mehrgleichungsmodell, linear, deterministisch
- Modell (3): Mehrgleichungsmodell, linear, deterministisch

(d) Ab der Altersklassen 3 verschieben sich einfach die Anteile, d.h. keiner macht den Füherschein neu oder gibt ihn ab (bzw. beide Flüsse bilanzieren sich zu Null). $f_0 = 0$, da 0-9-Jährige keinen Führerschein machen können.

(e) z_k: Angenommene Zuzüge von Personen der AK k in die räumliche Abgrenzung der Grundgesamtheit im 10-Jahreszeitraum, a_k: entsprechende Abzüge.

(f) Die Reproduktionsrate $r_2 = 0.45$ bedeutet, dass die gegenwärtig 20-29 Jahre alten Personen innerhalb der nächsten 10 Jahre im Mittel 0.45 Kinder pro Person (also etwa 0.90 Kinder pro Frau) zur Welt bringen. [*Hintergrund:* Ohne Zu- oder Wegzüge muss für eine langfristige Bestandserhaltung der Bevölkerung die Summe $\sum_k r_k \approx 1.05$, entsprechend etwa 2.1 Kinder pro Frau, betragen.]

Aufgabe 2 (35 Punkte)

(a) Aus der grafischen Darstelung der Wegeketten ergibt sich zunächst die Gesamtanzahl der Wege in den verschiedenen QZG:

$$\text{WA: 3}, \quad \text{AW: 1}, \quad \text{WS: 2}, \quad \text{SW: 4}, \quad \text{SS: 6}.$$

Probe: Die Gesamtzahl der Wege muss der Gesamtzahl der Pfeile in der Abbildung entsprechen.

Hinweis: Man beachte, dass die Personen C und E andere Wohnhäuser als untertägige Ziele haben. Da es nicht die "Heimathäuser" sind, sind sie dort zu Besuch. Die entsprechende Aktivität ist in der 5-er QZG-Einteilung also "Sonstiges".

Die geschätzten spezifischen Verkehrsaufkommen sind damit direkt nach Definition

$$\sigma_{\text{WA}} = 3/3 = 1, \quad \sigma_{\text{AW}} = 1/3, \quad \sigma_{\text{WS}} = 2/5 = 0.4, \quad \sigma_{\text{SW}} = 4/5 = 0.8, \quad \sigma_{\text{SS}} = 6/5 = 1.2.$$

Gesamt-Mobilitätsziffern:

$$\text{Erwerbstätige: } \sigma_{\text{EWT}} = 10/3, \qquad \text{Nicht-Erwerbstätige: } \sigma_{\text{NEWT}} = 6/2 = 3.$$

(Es gibt auch volle Punktzahl, wenn die Summe der relevanten spez. VA genommen wurde: $\sigma_{\text{EWT}} = \sum_{g=1}^{5} \sigma_g = 3.7\overline{3}$, $\sigma_{\text{NEWT}} = \sigma_{\text{WS}} + \sigma_{\text{SW}} + \sigma_{\text{SS}} = 2.4$. Dies wäre teils modellgestützt und nicht rein datengestützt.)

(b) Spezifische Verkehrsaufkommen:

$$\sigma_{\text{WE}} = 1/5 = 0.2, \quad \sigma_{\text{EW}} = 2/5 = 0.4.$$

Erzeugungsraten:

$$\epsilon_{\text{WE}} = \frac{1 * \frac{5000}{5}}{8 * 125\,\text{m}^2} = 1\,\text{m}^{-2}, \quad \epsilon_{\text{EW}} = 2\,\text{m}^{-2}$$

Beispiel WE: Bei der Berechnung wurde zunächst der eine WE-Weg bei den fünf Personen auf 1000 WE-Wege für die 5 000 Personen im Untersuchungsgebiet hochgerechnet (Verkehrsströme von/nach außerhalb werden ja vernachlässigt) und dies durch die Gesamtfläche 8 Läden mit $125\,\text{m}^2$ pro Laden geteilt.

(c) Folgende Elemente der Verkehrsstrommatrizen sind jeweils ungleich Null:

$$V_{31}^{\text{WS}} = 1, \quad V_{56}^{\text{WS}} = 1$$

und

$$V_{23}^{\text{SW}} = 2, \quad V_{54}^{\text{SW}} = 1, \quad V_{65}^{\text{SW}} = 1.$$

Hinweis: Die Verkehrsstrommatrizen werden direkt aus den Daten und nicht mit einem Modell bestimmt! (Es ist ja auch kein Modell angegeben, welches man verwenden könnte.)

Aufgabe 3 (45 Punkte)

(a) Determinante:

$$\mathrm{Det}\underline{\underline{S}} = s_{11}s_{22} - s_{12}^2 = \underline{\underline{22\,633}}.$$

Anstiegsparameter des Modells

$$\hat{Y}(x_1, x_2) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 : \tag{1}$$

$$\beta_1 = \frac{s_{1y}s_{22} - s_{2y}s_{12}}{\det S} = \underline{\underline{-0.14667}}, \quad \beta_2 = \frac{s_{2y}s_{11} - s_{1y}s_{12}}{\det S} = \underline{\underline{0.0422}}.$$

β_1: Pro Jahr sinkt der Verbrauch (durch Produktentwicklung etc) um 0.147 Liter/100 km.
β_1: Pro Kilowatt mehr an Motorleistung steigt der Verbrauch um 0.0422 Liter/100 km.
Achsabschnitt (in Liter/100 km):

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1\bar{x}_1 - \beta_2\bar{x}_2 = \underline{\underline{296.58}}$$

(b) Der prognostizierte Verbrauch (in Liter/100 km) im Jahr 2020 beim Szenario "mittlere Leistung der dann gekauften Wagen beträgt 110 kW" ist gegeben durch

$$\hat{y} = \beta_0 + 2\,020\beta_1 + 110\beta_2 = \underline{\underline{4.95}}.$$

Verbrauch im Jahr 2020 beim Szenario "mittlere Leistung 70 kW":

$$\hat{y} = \beta_0 + 2\,020\beta_1 + 70\beta_2 = \underline{\underline{3.26}}.$$

Durchschnittsverbrauch der gegenwärtigen Flotte direkt aus der Aufgabenstellung:

$$\bar{y} = \underline{\underline{6.95}}.$$

(c) Wie hoch ist hingegen der Neuwagenverbrach und der Verbrauch aller PKW im Jahr 2020, wenn der bisherige Trend der Leistungszunahme ungebrochen bleibt?

Methode 1: Man ignoriert die Entwicklung der Leistungen. Diese ist dann indirekt im vereinfachten Modell mit nur der Zeit als exogenen Variablen,

$$\hat{Y}^{(1)}(x_1) = \tilde{\beta}_0 + \tilde{\beta}_1 x_1, \tag{2}$$

enthalten:

$$\tilde{\beta}_1 = \frac{s_{1y}}{s_{11}} = \underline{\underline{-0.074765}}, \quad \tilde{\beta}_0 = \bar{y} - \tilde{\beta}_1\bar{x}_1 = \underline{\underline{156.634}}, \quad \hat{Y}^{(1)}(2020) = \tilde{\beta}_0 + 2020\tilde{\beta}_1 = \underline{\underline{5.61}}$$

Bei einer Prognose für die gesamte Flotte anstelle der Neuwagenflotte muss man das zum Prognosezeitpunkt gültige mittlere Herstellungsjahr für x_1 einsetzen. Da über 10 Jahre prognostiziert wird, gilt dann $\bar{x}_1 + 10 = 2012.1$ und

$$\hat{Y}^{(1)}(\bar{x}_1 + 10) = \underline{\underline{6.20}}.$$

Methode 2: Man setzt den Trend der Leistungssteigerung mit der Zeit explizit fort, $\hat{x}_2(x_1) = \beta_0^* + \beta_1^* x_1$ mit dem Ergebnis

$$\beta_1^* = \frac{s_{12}}{s_{11}} = 1.7037, \quad \beta_0^* = \bar{x}_2 - \beta_1^*\bar{x}_1 = -3315.8, \quad \hat{x}_2(2020) = \beta_0^* + 2020\beta_1^* = 125.7 \text{ (kW)}$$

und setzt die Schätzung der Leistung dann in das Modell (**??**) ein:

$$\hat{y}(2020) = \beta_0 + 2\,020\beta_1 + \hat{x}_2(2020)\beta_2 = \underline{\underline{5.61}}.$$

Natürlich liefern beide Herangehensweisen dasselbe Ergebnis, auch für den prognostizierten Verbrauch der Gesamtflotte von 6.20 Liter/100 km.

(d) Der Verbrauch lässt sich nicht in alle Ewigkeit mit derselben Rate senken, sonst würde er irgendwann negativ, z.B. bei 70 kW im Jahr 2100: $\hat{Y} = -8.47$. Aber auch im Jahr 2100 kann man nicht durch das Fahren von Fahrzeugen Treibstoff herstellen!