

## 9. Berechnung des Vomhundertsatzes bei Stichprobenerhebungen

### 9.1 Bezeichnungen

#### Indices

l	Linie	(l = 1, 2, ..., L)
i	Erhebungsperiode	(i = 1, 2, 3, 4)
j	Wochenzeitschicht	(j = 1, 2, ..., 8)
h	Tagesstunde innerhalb einer Wochenzeitschicht j	(h = 1, 2, ..., H <sub>j</sub> )
k	erhobene Wagenfahrt auf Linie l in Wochenzeitschicht j und Tagesstunde h	(k = 1, 2, ..., W <sub>ljh</sub> )

#### Variable Größen

L	Zahl der Linien
H <sub>j</sub>	Zahl der Tagesstunden der Wochenzeitschicht j
w <sub>ljh</sub>	Zahl der erhobenen Wagenfahrten in Tagesstunde h der Wochenzeitschicht j auf Linie l
W <sub>ljh</sub>	Gesamtzahl aller Wagenfahrten in Tagesstunde h der Wochenzeitschicht j auf Linie l
m <sub>ljk</sub>	Zahl der unentgeltlich beförderten Fahrgäste auf der erhobenen Wagenfahrt k in Tagesstunde h der Wochenzeitschicht j auf Linie l
n <sub>ljk</sub>	Zahl der sonstigen Fahrgäste auf der erhobenen Wagenfahrt k in Tagesstunde h der Wochenzeitschicht j auf Linie l
g <sub>jh</sub>	Korrekturfaktor für die Zahl der unentgeltlich beförderten Fahrgäste in der Tagesstunde h innerhalb der Wochenzeitschicht j gemäß anliegender Tabelle I
PKM <sub>ljk</sub>	Platzkilometerangebot in der Tagesstunde h der Wochenzeitschicht j auf Linie l

### 9.2 Berechnung des Vomhundertsatzes bei Linienerhebung

#### 9.21 Schätzung des Verhältnisses der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen (Schwerbehindertenquotient)

9.211 Summe der in der Stichprobe auf den Wagenfahrten in Tagesstunde h erfassten

- unentgeltlich beförderten Fahrgäste

$$m_{ljk} = \sum_{k=1}^{W_{ljk}} m_{ljk}$$

- sonstigen Fahrgäste

$$n_{ljk} = \sum_{k=1}^{W_{ljk}} n_{ljk}$$

9.212 Schätzwert für die Zahl der auf allen Wagenfahrten in Tagesstunde h  
 - unentgeltlich beförderten Fahrgäste

$$M_{ljh} = \frac{W_{ljh}}{w_{ljh}} \cdot m_{ljh}$$

- sonstigen Fahrgäste

$$N_{ljh} = \frac{W_{ljh}}{w_{ljh}} \cdot n_{ljh}$$

9.213 Korrektur des Schätzwerts für die Zahl der unentgeltlichen beförderten Fahrgäste in Tagesstunde h auf das Durchschnittsniveau der gesamten Wochenzeitschicht j

$$M_{ljh} = g_{jh} \cdot M_{ljh}$$

Die Korrekturfaktoren  $g_{jh}$  sind der anliegenden Tabelle 1 zu entnehmen.

9.214 Schätzwert für die Zahl der auf Linie l in der Wochenzeitschicht j  
 - unentgeltlich beförderten Fahrgäste

$$M_{lj} = \frac{F_{lj}}{f_{lj}} \cdot \sum_{h=1}^{H_j} M_{ljh}$$

- sonstigen Fahrgäste

$$N_{lj} = \frac{F_{lj}}{f_{lj}} \cdot \sum_{h=1}^{H_j} N_{ljh}$$

Dabei ist

$$F_{lj} = \sum_{h=1}^{H_j} F_{ljh}$$

$$f_{lj} = \sum_{h=1}^{H_j} f_{ljh}$$

$$w_{ljh} > 0$$

$F_{ljh}$  berechnet sich pauschaliert aus dem Umrechnungskoeffizienten  $c_{jh}$  gemäß anliegender Tabelle 2 und dem Platzkilometerangebot der betreffenden Linie zu den jeweiligen Tagesstunden mit Hilfe der Beziehung

$$F_{ijh} = c_{jh} \cdot PKM_{ijh}$$

$f_{ij}$  ist die Summe lediglich der Werte  $F_{ijh}$  aus den Tagesstunden in Wochenzeitschicht  $j$ , in denen eine Erhebung mindestens einer Wagenfahrt stattgefunden hat ( $w_{ijh} > 0$ ).

9.215 Schätzwert für die Zahl der auf Linie  $l$

- unentgeltlich beförderten Fahrgäste

$$M_l = 15 \cdot \sum_{j=1}^5 M_{lj} + 3 \cdot \sum_{j=6}^7 M_{lj} + 3 \cdot M_{l8}$$

- sonstigen Fahrgäste

$$N_l = 15 \cdot \sum_{j=1}^5 N_{lj} + 3 \cdot \sum_{j=6}^7 N_{lj} + 3 \cdot N_{l8}$$

9.216 Schätzwert für die Zahl der im gesamten Betrieb

- unentgeltlich beförderten Fahrgäste

$$M = \sum_{l=1}^L M_l$$

- sonstigen Fahrgäste

$$N = \sum_{l=1}^L N_l$$

9.217 Schätzwert für das Verhältnis der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen (Schwerbehindertenquotient) je Erhebungsperiode

9.218 Schätzwert für das Verhältnis der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen für das Kalenderjahr

Dabei ist

$$M_{\text{Jahr}} = \sum_{i=1}^4 M^{(i)}$$

$$N_{\text{Jahr}} = \sum_{i=1}^4 N^{(i)}$$

## 9.22 Schätzung der Varianz des Verhältnisses der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen

9.221 Schätzwert für die Varianz der Zahl der unentgeltlich beförderten Fahrgäste je Linie l und Wochenzeitschicht j

$$V(M_{lj}) = \frac{w_{lj}}{w_{lj} - 1} \cdot \frac{F_{lj}^2}{f_{lj}^2} \cdot \sum_{h=1}^{H_j} \left( \frac{W_{ljh}^2}{w_{ljh}^2} \cdot V_{ljh}^2 \right)$$

Dabei ist

$$w_{lj} = \sum_{h=1}^{H_j} w_{ljh}$$

und

$$v_{ljh}^2 = \sum_{k=1}^{N_{ljh}} \left( g_{jkh} \cdot m_{ljhk} - \frac{M_{lj}}{N_{lj}} \cdot n_{ljhk} \right)^2$$

sowie  $M_{lj}$ ,  $N_{lj}$ ,  $F_{lj}$  und  $f_{lj}$  gemäß Gliederungsnummer 9.214

9.222 Schätzwert für die Varianz je Linie l

$$V(M_l) = 225 \cdot \sum_{j=1}^5 V(M_{lj}) + 9 \cdot \sum_{j=6}^7 V(M_{lj}) + 9 \cdot V(M_{l8})$$

9.223 Schätzwert für die Varianz je Erhebungsperiode

$$V(M^{(i)}) = \sum_{l=1}^L V(M_l)$$

9.224 Schätzwert für die Varianz des Verhältnisses der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen (Schwerbehindertenquotient) je Erhebungsperiode

$$V(\text{SBQ}_{\text{Erhebungsperiode}}) = \frac{V(M^{(i)})}{(N^{(i)})^2}$$

9.225 Schätzwert für die Varianz des Verhältnisses der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen für das Kalenderjahr

$$V ( SBQ ) = \frac{V ( M_{\text{Jahr}} )}{N^2_{\text{Jahr}}}$$

Dabei ist

$$V ( M_{\text{Jahr}} ) = \sum_{i=1}^4 V ( M^{(i)} )$$

Jeder Schätzwert  $V ( M^{(i)} )$  für die Varianz der Zahl der unentgeltlich beförderten Fahrgäste in der Erhebungsperiode  $i$  wird gemäß Gliederungsnummer 9.223 ermittelt; der Schätzwert  $N_{\text{Jahr}}$  für die Zahl der sonstigen Fahrgäste in den vier Erhebungsperioden gemäß Gliederungsnummer 9.218.

### 9.23 Berechnung des Vomhundertsatzes für die Erstattung der Fahrgeldausfälle

Als Bemessungswert für die Erstattung der Fahrgeldausfälle wird die unter 95-Prozent-grenze  $SBQ_{95}$  des Schwerbehindertenquotienten errechnet.

$$SBQ_{95} = SBQ - 1.695 \cdot \sqrt{V ( SBQ )}$$

Dabei ist

- SBQ der Schätzwert für den Schwerbehindertenquotienten gemäß Gliederungsnummer 9.218
- $V ( SBQ )$  der Schätzwert für die Varianz des Schwerbehindertenquotienten gemäß Gliederungsnummer 9.225

## 9.3 Berechnung des Vomhundertsatzes bei Querschnitterhebungen

### 9.31 Schätzung des Verhältnisses der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen (Schwerbehindertenquotient)

9.311 Summe der in den ausgewählten Querschnitten in Tagesstunde  $h$  erfassten  
 - unentgeltlich beförderten Fahrgäste

$$m_{ijh} = \sum_{k=1}^{W_{ijh}} m_{ijhk}$$

- sonstigen Fahrgäste

$$n_{ijh} = \sum_{k=1}^{W_{ijh}} n_{ijhk}$$

9.312 Schätzwert für die Zahl der auf allen Wagenfahrten in Tagesstunde h  
- unentgeltlich beförderten Fahrgäste

$$M_{ljh} = \frac{F_{ljh}}{m_{ljh} + n_{ljh}} \cdot m_{ljh}$$

- sonstigen Fahrgäste

$$N_{ljh} = \frac{F_{ljh}}{m_{ljh} + n_{ljh}} \cdot n_{ljh}$$

Für die Bestimmung von  $F_{ljh}$  gilt Gliederungsnummer 9.214 Satz 2 entsprechend.

9.313 Der Schätzwert für die Zahl der in Tagesstunde h unentgeltlich beförderten Fahrgäste wird auf das Durchschnittsniveau der gesamten Wochenzeitschicht j entsprechend der Gliederungsnummer 9.213 korrigiert.

9.314 Die Schätzwerte für die Zahl der auf der Linie l in der gesamten Wochenzeitschicht j unentgeltlich beförderten und sonstigen Fahrgäste berechnen sich entsprechend der Gliederungsnummer 9.214. Der weitere Berechnungsablauf entspricht den Gliederungsnummern 9.215 bis 9.218.

### 9.32 Schätzung der Varianz des Verhältnisses der unentgeltlich beförderten Fahrgäste zu den sonstigen Fahrgästen

9.321 Schätzwert für die Varianz der Zahl der unentgeltlich beförderten Fahrgäste je Linie l und Wochenzeitschicht j

$$V(M_{lj}) = \frac{w_{lj}}{w_{lj} - 1} \cdot \frac{F_{lj}^2}{f_{lj}^2} \cdot \sum_{h=1}^{H_j} \left( \frac{F_{ljh}^2}{(m_{ljh} + n_{ljh})^2} \cdot V_{ljh}^2 \right)$$

Dabei ist

$$w_{lj} = \sum_{h=1}^{H_j} w_{ljh}$$

und

$$v_{ljh}^2 = \sum_{k=1}^{G_{jh}} (g_{jh} \cdot m_{ljhk} - \frac{M_{lj}}{N_{lj}} \cdot n_{ljhk})^2$$

mit  $M_{lj}$ ,  $N_{lj}$ ,  $F_{lj}$  und  $f_{lj}$  gemäß Gliederungsnummer 9.214.

Die weitere Berechnung ist entsprechend den Gliederungsnummern 9.222 bis 9.225 vorzunehmen.

### 9.33 Berechnung des Vomhundertsatzes für die Erstattung der Fahrgeldausfälle

Als Bemessungswert für die Erstattung des Fahrgeldausfalls wird die untere 95-Pro-zentgrenze  $SBQ_{95}$  des Schwerbehindertenquotienten errechnet.

$$SBQ_{95} = SBQ - 1.695 \cdot \sqrt{V(SBQ)}$$

Dabei ist

- SBQ der Schätzwert für den Schwerbehindertenquotienten aus Gliederungsnummer 9.31
- V (SBQ) der Schätzwert für die Varianz des Schwerbehindertenquotienten aus Gliederungsnummer 9.32.