



***Abschlussbericht***  
***Fahrgasterhebung Oktober 2019***  
***Stadtverkehr Donaueschingen***

**Inhalt:**

1. Aufgabenstellung
2. Durchführung der Erhebung
3. Ergebnisse der Erhebung
4. Nachweis der statistischen Qualität

**Bericht erstellt für:** Verkehrsgesellschaft Bregtal mbH  
Stadtverwaltung Donaueschingen

**Bericht erstellt von:** TCAC-GmbH Dresden in Zusammenarbeit mit  
PTV Transport Consult GmbH

**Ansprechpartner:** Dr. habil. Manfred Ritschel (TCAC)  
Frau M. Sc. Jana Schletze (TCAC)  
Frau Friederike Averwenser (PTV)

**Dresden 27. Februar 2020**

## 1. Aufgabenstellung

Es bestand die Aufgabenstellung die aktuelle raum-zeitliche Struktur der Verkehrs- und Tarifnachfrage im Stadtverkehr Donaueschingen auf den 3 Donaubuslinien (DS 1; DS 2 und DS 3) ohne Rufbusse im Rahmen einer Fahrgasterhebung für die Tagesarten Montag bis Freitag (Mo-Fr) statistisch gesichert zu erfassen.

Relevante Erhebungsmerkmale bzw. Merkmalsrealisationen waren dabei

- Wegekette mit Einstiegs- und Ausstiegshaltestelle auf der Erhebungsfahrt im Stadtverkehr
- Wegekette mit Vorlauf und Nachlauf im VSB
- Abfrage Wegezweck (Freizeit / Schule / Arbeit)
- Welches Verkehrsmittel wurde genutzt, bevor es Donabus gab (zu Fuß / Fahrrad / Auto)?

TCAC hat dazu im Auftrag der Verkehrsgesellschaft Bregtal mbH eine dezidierte mathematisch-statistische Aufgabenstellung erstellt, die nach Abstimmung mit und Bestätigung durch den Auftraggeber auch als Grundlage für die Einholung eines verbindlichen Angebotes der Fa. PTV-Group Karlsruhe verwendet wurde.

Mit dieser damit inhaltlich als auch mathematisch-statistisch fixierten Diktion der Fahrgasterhebung ergab sich der Anspruch zur Erfassung von sowohl quantitativen (Zählmerkmalen) als auch qualitativen (d.h. in der Person des Fahrgastes liegenden) Merkmalen und somit die Planung und Durchführung einer

- Stichprobe zur Verkehrszählung (heterograder Fall) und
- Stichprobe zur Verkehrsbefragung (homograder Fall).

Als statistische Qualitätsparameter wurden von TCAC vorgegeben

- Stichprobenfehler zur statistischen Maßzahl Mittelwert in Höhe von 10 % bzw. 0,1
- Stichprobenfehler zur statistischen Maßzahl Anteilswert in Höhe von 10 % bzw. 0,1
- Signifikanzniveau (Statistische Sicherheit) in Höhe von 90 % bzw. 0,9
- Variationskoeffizient (Relative Streuung) in Höhe von 50 % bzw. 0,5 für kleine Stadtverkehre
- Abzusichernde Anteilswerte (Befragung) in Höhe von 10 % bzw. 0,1

Diese für die Stichprobenplanung der Fahrgasterhebung von TCAC vorgegebenen statistischen Qualitätsparameter gewährleisten die Gewinnung von erwartungstreuen Schätzwerten mit einer für den Erhebungsanlass hinreichend gesicherten statistischen Genauigkeit mit einem aus wirtschaftlicher Sicht vertretbaren finanziellen Erhebungsaufwand.

TCAC hat auf Grundlage dieser statistischen Parameter und Grundgesamtheiten die erforderlichen Stichprobenumfänge nach den jeweiligen Erhebungseinheiten, also Fahrten bzw. Anzahl der Fahrgastbefragungen für beide Stichprobenteile vorab berechnet.

Auf dieser Grundlage hat TCAC geprüft, dass die von PTV angebotenen kalkulierten Erhebungsumfänge für Zählung (Anzahl der Erhebungsfahrten) und Befragung (Anzahl der zu befragenden Fahrgäste) die in der Leistungsbeschreibung definierten und vom Auftraggeber bestätigten Vorgaben zu den statistischen Qualitätsparametern absichern.

Im Ergebnis ist eine Übersicht zur raum-zeitlichen Struktur der Verkehrs- und Tarifnachfrage im Stadtverkehr Donaueschingen in Form eines Berichtes sowie einer Access-Datei zu übergeben.

## **2. Durchführung der Erhebung**

### **2.1 Methodik**

PTV hat alle Netz- und Fahrplandaten für VGB über eine elektronische Datenschnittstelle im abgestimmten VDV-Schnittstellenformat übernommen und auf dieser Basis die Auswahl der Fahrtenstichprobe in Kombination mit der Erheberdienstplanung mit weitgehender Orientierung an den Fahrzeugumläufen vorgenommen.

Die Grundgesamtheit umfasste die Anzahl der Fahrten auf den Buslinien DS1 - DS3 der VGB (ohne Rufbusse) an Werktagen Montag bis Freitag (Mo.-Fr.). Die Fahrgasterhebung fand im Monat Oktober statt.

Das Erhebungskonzept stellte darauf ab, alle Ein- und Aussteiger je Fahrt und Haltestelle im Fahrzeug zu zählen und die maximal mögliche Anzahl von Fahrgästen nach Maßgabe einer zufälligen Auswahl (zum Ausschluss einer Überschätzung der Kurzfahrer) zwischen den Haltestellen zu befragen. Deshalb wurden je Erhebungsfahrt ein bis zwei Erheber eingesetzt, die sowohl die Ein- und Aussteigerzählung als auch die Befragung nach den vorgenannten Grundsätzen durchgeführt haben.

Dabei wurden bei der Zählung der Ein- und Aussteiger je Haltestelle die Daten direkt im Zählbogen auf dem Smartphone erfasst.

Bei der Befragung wurde der einsteigende Fahrgast zunächst nach seinem Ein- und Ausstieg auf der Erhebungsfahrt gefragt. Bei Umsteigern wurde nach allen Vor- und Nachlauf-Linien und allen Umstiegs-Haltestellen im Verkehrsverbund Schwatzwald-Baar (VSB) gefragt.

Zur Erfassung des Fahrscheins wurden sämtliche VSB-Fahrscheine und andere mögliche Fahrscheine auf dem elektronischen Befragungsbogen hinterlegt.

## 2.2 Verkehrszählung (Stichprobe im heterograden Fall)

PTV hat die Verkehrszählung in Form einer Stichprobenerhebung als eingeschränkte Vollerhebung durchführt. Dazu wurden alle Fahrten der 3 Linien in einer Woche und damit alle relevanten Tagarten und Zeitschichten vollständig erhoben. Dabei waren alle Fahrgäste als Einsteiger und Aussteiger an jeder Haltestelle vollständig zu zählen.

Im Ergebnis wurden folgende Stichprobenumfänge realisiert:

Buslinien VGB	Mo-Fr	D1	D2	D3
Fahrtenangebot gesamt	152	50	50	52
davon gültig erhoben	152	50	50	52

**Tabelle 1** Übersicht Stichprobenerfüllung Verkehrszählung

## 2.3 Verkehrsbefragung (Stichprobe im homograden Fall)

Zur Gewährleistung von statistisch abgesicherten Anteilswerten für alle Tarifarten größer 10 % waren im Rahmen der eingeschränkten Vollerhebung alle Fahrgäste je Haltestelle zu zählen und die max. mögliche Anzahl der Fahrgäste zwischen den Haltestellen zu befragen und auf die gezählten hochzurechnen. Diese Hochrechnung der befragten auf die gezählten Fahrgäste erfolgt zum Ausschluss von systematischen Überschätzungen von Kurzfahrern gewichtet nach dem Teichert-Verfahren. Dieses Verfahren ist offiziell testiert und verhindert systematische Verzerrungen in der Hochrechnung von befragten auf gezählte Fahrgäste.

Stadtbus VGB	Anzahl Befragungen
Gesamt	803
Verweigerer	25
Ungültig gesetzt	89
Gültig erhoben	689

**Tabelle 2** Übersicht Stichprobe Verkehrsbefragung

## 2.4 Erfassung, Aufbereitung und Plausibilisierung der Erhebungsdaten

Durch den Einsatz von Smartphones standen die erhobenen Daten vollständig erfasst sofort nach Übernahme der Daten von den Smartphones auf die PTV-Computer zur Verfügung.

Die Plausibilisierung der Erhebungsdaten erfolgte in zwei Stufen:

- Prüfen der Gültigkeitsbereiche aller erfassten Erhebungsmerkmale einzeln und wenn möglich, in Kombination mehrerer Merkmale
- Prüfen der Fahrgastangaben zum zurückgelegten Weg (Beförderungskette)

Zur Plausibilisierung wurden die ausgelesenen Zähl- und Befragungsdaten auf Vollständigkeit und Korrektheit überprüft. Soweit nachvollziehbar wurden z. B. fehlende oder falsche Angaben ergänzt bzw. korrigiert und Klartexteingaben entsprechend kodiert. Zusätzlich wurden in den Plausibilitätskontrollen die von den Fahrgästen angegebenen Daten überprüft, ob sie in gültigen Wertebereichen lagen. Dabei wurde durch Datenbankabfragen die Plausibilität der Befragungsmerkmale untereinander überprüft (logische Fehler). Falls keine eindeutige Korrektur möglich war, wurden die entsprechenden Datensätze gelöscht.

Die Plausibilitätskontrollen erfolgten vor der Hochrechnung der Befragungsdaten. Nur plausible Datensätze wurden in der Hochrechnung weiterverarbeitet.

## 2.5 Hochrechnung

Alle Auswertungen in Anlage 1 basieren auf hochgerechneten Befragungsdaten. Daher muss die Hochrechnung sicherstellen, dass alle gezählten Ein- und Aussteiger durch die Befragungsdaten vollständig und verzerrungsfrei abgebildet werden. Die Hochrechnung erfolgt auf der Basis der Zähl- und Befragungsdaten, die nach den Plausibilitätsprüfungen zur Verfügung stehen. Hierbei wurden die Schritte der Stichprobenauswahl in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen.

### a) Hochrechnung der befragten Fahrgäste

Die Hochrechnung der befragten Fahrgäste auf alle gezählten Fahrgäste je Fahrt und Haltestelle.

Nach diesem Hochrechnungsschritt liegen Werte für einen mittleren Erhebungstag an den verschiedenen Wochentagtypen im Erhebungszeitraum vor.

### b) Hochrechnung auf Jahreswerte

Aus den durchschnittlichen Tageswerten je Wochentagtyp werden die Jahreswerte je Tagesart durch Multiplikation mit den Zahlen der Tage je Wochentagtyp in 2019 ermittelt. Es handelt sich um Jahreswerte „Mo-Fr“ im Umfang von 250 Tage.

## 3. Ergebnisse der Verkehrserhebung

Im Folgenden wird in Anlage 1 eine Grundausswertung der Verkehrserhebung im Stadtverkehr Donaueschingen auf den Linien 1 bis 3 dargestellt.

Diese beinhalten Auswertungen zur

- Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Linie
- Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Tarif
- Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Fahrscheinkategorie
- Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Tarif und Fahrscheinkategorie
- Verkehrsleistung Basis Pkm / Jahr je Linie

- Mittlere Reiseweite je Linie
- Wegezweck (Freizeit / Schule / Arbeit)
- Verkehrsmittelnutzung vor Donabus

Weitere Auswertungen nach von VGB gewünschten Kriterien können durchgeführt werden.

## **4. Nachweis der statistischen Qualität**

### **4.1 Stichprobenfehler Verkehrszählung**

Mit dem tatsächlich realisierten Stichprobenumfang in Höhe von 152 Zählfahrten in der Verkehrszählung kann im Kontext mit einer ermittelten relativen Streuung (Variationskoeffizient) von  $V = 0,7$  bzw. 70 % und auf Basis des gewählten Signifikanzniveaus von  $S = 90$  % bzw. 0,9 die Einhaltung des Stichprobenfehler zur statistischen Maßzahl Mittelwert mit  $d_r = 10$  % bzw. 0,1 nachgewiesen werden.

### **4.2 Stichprobenfehler Verkehrsbefragung**

Im Rahmen der Verkehrsbefragung liegen von befragten 802 Fahrgästen nur 689 verwertbare Datensätze vor, die als Basis für die Ermittlung des Stichprobenfehlers zur statistischen Maßzahl Anteilswert herangezogen werden.

Mit dieser Anzahl von real angetroffenen und somit auch nur in diesem Umfang befragbaren 802 Fahrgästen (und daraus generierten 689 verwertbaren Datensätzen) ergibt sich nachfolgende Aussage zur realisierten statistischen Qualität:

Mit dem realisierten Stichprobenumfang von 689 Interviews in der Verkehrsbefragung ergibt sich auf Basis der gewählten Vorgabe zur statistischen Sicherheit mit  $S = 90$  % bzw. 0,9 ein Stichprobenfehler zur statistischen Maßzahl Anteilswert von  $d_r = 10$  % bzw. 0,1, der allerdings nunmehr für alle Anteilswerte (Befragung)  $> 20$  % bzw. 0,2 gilt.

### **4.3 Gesamtergebnis**

Im Ergebnis der Fahrgasterhebung liegen alle Werte im mathematisch-statistischen Sinne als erwartungstreue Schätzwert vor. Das bedeutet, dass alle in Stichprobe erhobenen Werte mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % (Statistische Sicherheit) und mit einer Genauigkeit (Stichprobenfehler) von  $\pm 10$  % tatsächlich, in der Grundgesamtheit auftreten. Bei den Werten aus der Verkehrsbefragung gilt das nunmehr für alle Anteilswerte  $> 20$  % bzw. 0,2.

Dr. Manfred Ritschel

## **Anlage**

Tabelle 1	Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Linie
Tabelle 2	Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Tarif
Tabelle 3	Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Fahrscheinkategorie
Tabelle 4	Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Tarif und Fahrscheinkategorie
Tabelle 5	Verkehrsleistung Basis Pkm / Jahr je Linie
Tabelle 6	Mittlere Reiseweite je Linie
Tabelle 7	Wegezzweck (Freizeit / Schule / Arbeit)
Tabelle 8	Verkehrsmittelnutzung vor Einführung Donabus

**Tabelle 1: Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Linie**

Linie	LBF	Anteil
1	59.759,38	21,05%
2	70.893,20	24,95%
3	153.353,30	54,00%
<b>Summe</b>	<b>284.005,88</b>	<b>100,00%</b>

**Tabelle 2: Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Tarif**

Tarif	LBF	Anteil
bwTarif	300,00	0,11%
Donaubus	27.437,53	9,66%
Sonstige <sup>1)</sup>	37.634,50	13,24%
VSB	218.633,85	76,98%
<b>Summe</b>	<b>284.005,88</b>	<b>100,00%</b>

<sup>1)</sup> Zu den sonstigen Tarifen zählen die Schwerbehinderten, die Schwerbehinderten mit Begleitung sowie die KONUS-Gästekarte.

**Tabelle 3: Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Fahrscheingruppe**

Fahrscheingruppe	LBF	Anteil
Bartarif	56.230,55	19,80%
Sonstige <sup>1)</sup>	37.634,50	13,25%
Zeitkarte Azubi	124.080,20	43,69%
Zeitkarte Erw.	66.060,63	23,26%
<b>Summe</b>	<b>284.005,88</b>	<b>100,00%</b>

<sup>1)</sup> Zu der sonstigen Fahrscheingruppe zählen die Schwerbehinderten, die Schwerbehinderten mit Begleitung sowie die KONUS-Gästekarte.

**Tabelle 4: Verkehrsnachfrage auf Basis LBF / Jahr je Tarif und Fahrscheingruppe**

Fahrscheingruppe	Tarif	LBF	Anteil
Bartarif	bwTarif	300,00	0,11%
Bartarif	Donaubus	27.437,53	9,66%
Bartarif	VSB	28.493,03	10,03%
Sonstige <sup>1)</sup>	Sonstige	37.634,50	13,24%
Zeitkarte Azubi	VSB	124.080,20	43,69%
Zeitkarte Erw.	VSB	66.060,62	23,26%
<b>Summe</b>		<b>284.005,88</b>	<b>100,00%</b>

<sup>1)</sup> Zu der Fahrscheingruppe mit sonstigen Tarifen zählen die Schwerbehinderten, die Schwerbehinderten mit Begleitung sowie die KONUS-Gästekarte.

**Tabelle 5: Verkehrsleistung Basis Pkm / Jahr je Linie**

Linie	Pkm	Anteil
1	119.942,67	17,84%
2	139.337,15	20,72%
3	413.052,75	61,44%
<b>Summe</b>	<b>672.332,57</b>	<b>100,00%</b>

**Tabelle 6: Mittlere Reiseweite je Linie**

Linie	mRw
1	2,01
2	1,97
3	2,69
<b>Summe</b>	<b>2,37</b>

**Tabelle 7: Wegezweck (Freizeit/Schule/Arbeit)**

Wegezweck	LBF	Anteil
Arbeit/Beruf	50.339,43	17,72%
Freizeit/Urlaub	101.892,60	35,88%
keine Angabe	549,50	0,19%
Schule/Ausbildung	131.224,35	46,21%
<b>Summe</b>	<b>284.005,88</b>	<b>100,00%</b>

**Tabelle 8: Verkehrsmittelnutzung vor Einführung Donaabus**

Verkehrsmittelnutzung vor Donaabus	LBF	Anteil
Auto	3.082,48	1,09%
Fahrrad	661,33	0,23%
Kein Verkehrsmittel <sup>1)</sup>	437,50	0,15%
Sonstige <sup>1)</sup>	42.850,15	15,09%
Zu Fuß	236.974,42	83,44%
<b>Summe</b>	<b>284.005,88</b>	<b>100,00%</b>

<sup>1)</sup> Diversifizierung muss von PTV noch erklärt werden

## **Begriffserklärung**

### **1. Verkehrsnachfrage / Verkehrsmenge**

1.1 Linienbeförderungsfall (LBF) Fahrt von der Einstiegs- bis zur Ausstiegshaltestelle auf einer Linie. Ein Fahrgast, der weitere Linien benutzt, erzeugt mit jedem neuen Einstieg einen weiteren Linienbeförderungsfall.

1.2 Unternehmensbeförderungsfall (UBF) Fahrt eines Fahrgastes auf den Linien eines Verkehrsunternehmens unabhängig davon, auf wie vielen Linien des jeweiligen Verkehrsunternehmens gefahren bzw. umgestiegen wurde.

1.3 Verbundbeförderungsfall (VBF) Fahrt eines Fahrgastes von der Quell-Haltestelle bis zur Ziel-Haltestelle in der Wegekette, die mit ÖPNV-Verkehrsmitteln innerhalb des Verbundes zurückgelegt wird. Er beinhaltet alle Um- und Übersteigervorgänge.

**2. Mittlere Reiseweite (mRw)** Im Mittel zurückgelegte Reiseweite von beförderten Personen je Fahrt

**3. Verkehrsleistung (Pkm)** Beförderungsleistung, als Produkt der Anzahl der beförderten Personen und der mittleren Reiseweite