

TESTIERUNG DER LEISTUNGSKENNZAHLEN

ZUR EINNAHMENAUFTEILUNG IM VERKEHRSVERBUND

RHEIN-NECKAR (VRN)

## **Linienbündel 21 – Sinsheim Süd**



Karlsruhe, 11. Dezember 2017

TESTIERUNG DER LEISTUNGSKENNZAHLEN

ZUR EINNAHMENAUFTEILUNG IM VERKEHRSVERBUND

RHEIN-NECKAR (VRN)

## **Linienbündel 21 – Sinsheim Süd**

**Auftraggeber:**

Palatina Bus GmbH  
Weinstraße 8  
67480 Edenkoben

**Auftragnehmer:**

PTV  
Transport Consult GmbH  
Stumpfstr. 1  
76131 Karlsruhe

**Karlsruhe, 11. Dezember 2017**

## Dokumentinformationen

Kurztitel	Testierung der Leistungskennzahlen LB 21
Auftraggeber:	Palatina Bus GmbH
Auftragnehmer:	PTV Transport Consult GmbH (PTV)
Bearbeiter:	Gaby Schwarz
Autor:	Gaby Schwarz
Erstellungsdatum:	11.12.2017
zuletzt gespeichert:	14.12.2017 von PTV
Titelgrafik:	Quelle: <a href="http://www.palatinabus.de">http://www.palatinabus.de</a>

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Ausgangslage und Ziel .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise .....</b>	<b>7</b>
2.1	Erhebungszeitraum.....	7
2.2	Grundgesamtheit .....	7
2.3	Schichtungsstruktur .....	7
2.4	Zählraten .....	8
2.5	Befragungsdaten .....	8
2.6	Hochrechnung .....	8
2.6.1	Hochrechnung der Zählraten	8
2.6.2	Normierung der Befragungsdaten	8
2.6.3	Hochrechnung der Befragungsdaten	9
2.6.4	Hochrechnung auf den Erhebungszeitraum	11
2.6.5	Extrapolation auf das VRN-Normjahr	11
2.6.6	Berechnung der Tarifbeförderungsfälle	12
2.7	Statistische Güte .....	12
<b>3</b>	<b>Leistungskennzahlen .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>16</b>
5.1	Leistungskennzahlen nach Fahrausweisen .....	16

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Grundgesamtheit	7
Tabelle 2:	Linienliste	7
Tabelle 3:	Mindestbefragungsquoten	8
Tabelle 4:	Relationsweise Hochrechnungsfaktoren mit dem Teichert-Verfahren	10
Tabelle 5:	Abweichung von hochgerechneten Befragungsdaten zu Zähl­daten je Halt bzw. Abschnitt	10
Tabelle 6:	Mittlere Hochrechnungsfaktoren Kopplung	10
Tabelle 7:	Mittlere Kalibrierungsfaktoren Kopplung	11
Tabelle 8:	Mittlere Hochrechnungsfaktoren Erhebungszeitraum	11
Tabelle 9:	Leistungskennzahlen nach Linien	13
Tabelle 10:	Verteilung der Tarifbeförderungsfälle und Pkm nach Fahrausweisarten	14
Tabelle 11:	Verteilung der Tarifbeförderungsfälle und Pkm nach Fahrausweisen	16

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Methodenskizze Teichert-Hochrechnung - Beispielfahrt mit Einsteiger-, Aussteiger- und Besetzungszahlen	9
--------------	--	---

# 1 Ausgangslage und Ziel

Für die Einnahmenaufteilung im Verkehrsverbund Rhein-Neckar (VRN) sind je Linienbündel Fahrgasterhebungen durchzuführen, um die Leistungskennzahlen Tarifbeförderungsfälle (P) und Personenkilometer (Pkm) zu ermitteln.

Die Regularien der Fahrgasterhebung sind in der „Anleitung zur Durchführung von Fahrgasterhebungen im VRN“ vorgegeben (Stand 16.03.2015, Anlage 3 zur Einnahmearaufteilungsregelung für die Unternehmensgesellschaft Rhein-Neckar GmbH; im Folgenden: Anlage 3).

Für das Linienbündel 21 – Sinsheim Süd wurde 2017 die Fahrgasterhebung unter Einhaltung der Anlage 3 durchgeführt. Die Zähl- und Befragungsdaten wurden durch Erhebungspersonal der PTV erfasst. Die Hochrechnung und Auswertung der Zähl- und Befragungsdaten erfolgte durch PTV. Im Folgenden werden die Vorgehensweise und die Leistungskennzahlen des Linienbündels 21 – Sinsheim Süd dargestellt.

## 2 Vorgehensweise

### 2.1 Erhebungszeitraum

Der Erhebungszeitraum für Zählung und Befragung wurde vom 10.10.2017 – 21.11.2017 definiert. Die Herbstferien in Baden-Württemberg zählten nicht zum Erhebungszeitraum.

### 2.2 Grundgesamtheit

Die Grundgesamtheit ist die Summe aller Fahrten gemäß Regelfahrplan im Erhebungszeitraum. Diese umfasst 6.778 Fahrten im Linienbündel 21. In Tabelle 1 ist die Grundgesamtheit nach Wochentagtypen dargestellt.

Mo-Fr	Sa	So	gesamt
6.130	564	84	6.778

Tabelle 1: Grundgesamtheit

In Tabelle 2 sind die einzelnen Linien des Linienbündels 21 aufgelistet.

Linie	Fahrweg
741	Sinsheim Hbf - Steinsfurt - Kirchartd - Bockschaft - Berwangen
761	Sinsheim Hbf - Dühren - Eschelbach - Angelbachtal - Waldangelloch
762	Reihen - Rohrbach - Sinsheim - Hoffenheim - Balzfeld - Eschelbach
763	Sinsheim Hbf - Weiler - Hilsbach - (Elsenz)
765	Sinsheim Hbf - Adersbach - Hasselbach - Ehrstädt
767	Sinsheim Hbf - Sinsheim Ost - Rohrbach - Sinsheim Hbf
768	Sinsheim Hbf - Dühren (Industriegebiet) - Sinsheim Hbf
771	Sinsheim Hbf - Südstadt - Gewerbegebiet Süd - Sinsheim Hbf
772	Sinsheim Hbf - Gartenstadt - Sinsheim Hbf

Tabelle 2: Linienliste

### 2.3 Schichtungsstruktur

Die Grundgesamtheit wird in Schichten eingeteilt. Beim Linienbündel 21 wird die Grundgesamtheit nach Wochentagtyp (Mo-Fr, Sa und So) und Fahrtnummer geschichtet.

## 2.4 Zähldaten

Für das Linienbündel 21 ist laut Anlage 3 der Mindestumfang an Zählfahrten eine eingeschränkte Vollerhebung; Mo-Fr wird jede Fahrt zweimal erhoben, Sa und So einmal. Die geforderte Erfüllungsquote beträgt mindestens 95%.

Durch gültige Erhebungsfahrten wurde eine Erfüllungsquote von 98,8% im Linienbündel 21 erreicht.

## 2.5 Befragungsdaten

Laut Anlage 3 ist für das Linienbündel 21 eine Mindestzahl an Interviews von 4.000 vorgegeben. Durch die Befragungen der PTV wurden 6.866 gültige Interviews auf diesem Linienbündel erzielt.

Die Befragung der Fahrgäste erfolgte im gesamten Fahrzeug. In Tabelle 3 sind die erzielten Mindestbefragungsquoten für das Linienbündel 21 nach Anteil der Fahrten dargestellt.

Anteil der Fahrten	Mindestbefragungsquote
80%	75%
100%	32%

Tabelle 3: Mindestbefragungsquoten

## 2.6 Hochrechnung

Die Hochrechnung erfolgte gemäß den Vorschriften in Anlage 3 Anhang F mit dem Verfahren „Gekoppelt – Periodisch“. Die einzelnen Schritte werden im Folgenden erläutert.

### 2.6.1 Hochrechnung der Zähldaten

Bei der Zählung wurde das Fahrzeug vollständig erfasst, daher ist hier kein Hochrechnungsschritt notwendig.

### 2.6.2 Normierung der Befragungsdaten

Die Befragungsdaten werden nach Fahrausweisart normiert. Die folgenden Normierungsfaktoren werden verwendet und sind abhängig vom Monat der Befragung.

- Für die Normierung der Befragungsdaten mit Jahres- und Halbjahreskarten werden die in Anlage 3 Anhang B vorgegebenen Normierungsfaktoren verwendet.
- Für die weiteren einnahmeaufteilungsrelevanten Fahrausweise werden die benötigten Normierungsfaktoren aus der Verkaufsstatistik Oktober 2016 bis September 2017 (vom URN zur Verfügung gestellt, Stand 12/2017) je Fahrausweisart abgeleitet und benutzt.
- Freifahrer und Schwarzfahrer erhalten einen Normierungsfaktor von 1,0.

### 2.6.3 Hochrechnung der Befragungsdaten

Die Hochrechnung der Befragten auf das Fahrzeug und die Kopplung an die im selben Fahrzeug erhobenen Zähldaten erfolgt mit dem sogenannten Teichert-Verfahren.

Dabei werden die Befragungsdaten je nach Einstiegs-Ausstiegs-Relation so hochgerechnet, dass die Befragungsdaten bestmöglich die Zähldaten (Einsteiger je Haltestelle, Aussteiger je Haltestelle und Besetzung je Strecke) repräsentieren.

#### Teichert-Verfahren

Ein Vergleich von Zähldaten mit den hochgerechneten Befragungsdaten kann oft deutliche Abweichungen hinsichtlich der Besetzungs- bzw. Ein- und Aussteigerwerte zeigen. Um ferner Richtungsüberhänge zu vermeiden, die aus einer untergewichteten Befragung von Kurzstreckenfahrern resultieren können, wurde ein Optimierungsalgorithmus angewandt, das so genannte Teichert-Verfahren.

Dieses Verfahren wurde an der Universität Dresden in Zusammenarbeit mit PTV entwickelt. Es soll der Zielwert „Summe der Quadrate der Abweichungen zwischen Zählwerten und aus den Befragungsdaten ermittelter Besetzungs-, Ein- und Aussteigerwerten“ minimiert werden, indem die Hochrechnungsfaktoren der Befragungsdaten relationsweise angepasst werden. Als Nebenbedingungen gelten, dass die gezählte Summe der Einsteiger je Fahrt auch für die Befragungsdaten erreicht wird und dass die Hochrechnungsfaktoren positiv sind. Damit werden die Zähldaten bestmöglich und leistungsgerecht über die Befragungsdaten abgebildet.

Das Prinzip der Teichert-Hochrechnung zeigt das folgende Beispiel:

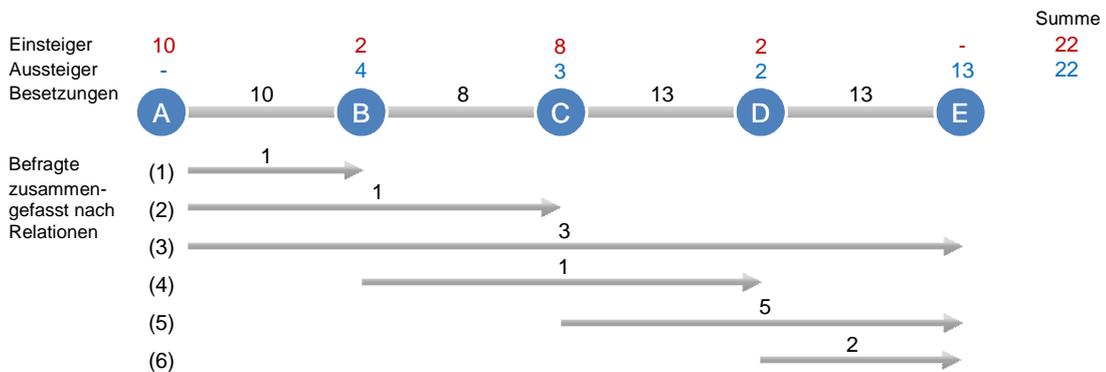


Abbildung 1: Methodenskizze Teichert-Hochrechnung - Beispielfahrt mit Einsteiger-, Aussteiger- und Besetzungszahlen

Für das aufgeführte Beispiel werden mit dem Teichert-Verfahren abhängig von der Relation die Hochrechnungsfaktoren wie folgt berechnet:

	Relation	Anzahl Befragte	Hochrechnungsfaktor	Hochgerechnete Fahrgäste
(1)	A → B	1	4	4
(2)	A → C	1	3	3
(3)	A → E	3	1	3
(4)	B → D	1	2	2
(5)	C → E	5	8/5	8
(6)	D → E	2	1	2
	<b>Summen</b>	<b>13</b>		<b>22</b>

Tabelle 4: Relationsweise Hochrechnungsfaktoren mit dem Teichert-Verfahren

Betrachtet man die Abweichung von hochgerechneten Befragungsdaten zu Zähldaten je Halt bzw. Abschnitt erhält man in diesem Fall optimale Ergebnisse:

Einsteiger		Aussteiger		Besetzung	
Halt	Einsteiger	Halt	Aussteiger	Abschnitt	Besetzung
A	10 – 10 = 0	B	4 – 4 = 0	A - B	10 – 10 = 0
B	2 – 2 = 0	C	3 – 3 = 0	B - C	8 – 8 = 0
C	8 – 8 = 0	D	2 – 2 = 0	C - D	13 – 13 = 0
D	2 – 2 = 0	E	13 – 13 = 0	D - E	13 – 13 = 0

Tabelle 5: Abweichung von hochgerechneten Befragungsdaten zu Zähldaten je Halt bzw. Abschnitt

In Tabelle 6 sind die mittleren Hochrechnungsfaktoren je Wochentagtyp für das Linienbündel 21 dargestellt.

Mo-Fr	Sa	So
1,5464	1,3045	1,1849

Tabelle 6: Mittlere Hochrechnungsfaktoren Kopplung

Je nach Güte dieses Optimierungsprozesses verbleiben geringfügige Abweichungen in der Summe der Linienbeförderungsfälle und der Summe der Pkm zwischen gezählten Werten und hochgerechneten Befragten. Diese Abweichungen werden je Fahrt über zwei Kalibrierungsfaktoren bei der Ergebnisauswertung ausgeglichen, so dass die Eingangsgrößen Linienbeförderungsfälle und Pkm zu 100% erreicht werden. In Tabelle 7 sind die mittleren Kalibrierungsfaktoren je Wochentagtyp dargestellt.

Kalibrierungsfaktor	Mo-Fr	Sa	So
Kalibrierungsfaktor Linienbeförderungsfälle	0,9903	0,9882	1,0024
Kalibrierungsfaktor Pkm	0,9640	0,9860	0,9812

Tabelle 7: Mittlere Kalibrierungsfaktoren Kopplung

### 2.6.4 Hochrechnung auf den Erhebungszeitraum

Die Hochrechnung auf den Erhebungszeitraum erfolgt je Schicht auf Basis der Fahrtkilometer.

Dazu werden die gesamten Fahrtkilometer ermittelt aus der Fahrtlänge multipliziert mit der Anzahl der Erhebungstage im Erhebungszeitraum. Die erhobenen Fahrtkilometer im Erhebungszeitraum werden dann auf die gesamten Fahrtkilometer im Erhebungszeitraum hochgerechnet.

In Tabelle 8 sind die mittleren Hochrechnungsfaktoren je Wochentagtyp dargestellt.

	Mo-Fr	Sa	So
Tage im Erhebungszeitraum	26	6	6
Mittlerer Hochrechnungsfaktor	13,13	6	6

Tabelle 8: Mittlere Hochrechnungsfaktoren Erhebungszeitraum

### 2.6.5 Extrapolation auf das VRN-Normjahr

Das VRN-Normjahr besteht aus

- 251 Normalwerktagen (Montag bis Freitag in Schul- und Ferienzeiten)
- 52 Samstagen und
- 62 Sonn-/Feiertagen.

Die Erhebungsdaten werden über die Anzahl der Erhebungstage im Erhebungszeitraum auf das Normjahr extrapoliert.

Somit resultieren als Gesamtnachfrage die Linienbeförderungsfälle und Personenkilometer für das Normjahr.

## 2.6.6 Berechnung der Tarifbeförderungsfälle

Die Linienbeförderungsfälle werden je Befragungsdatensatz auf Tarifbeförderungsfälle (P) umgerechnet:

$$\rightarrow P = \frac{\text{Linienbeförderungsfall}}{1 + \text{Anzahl der Umstiege}} * \text{Tarifrelevanz}$$

Die Tarifrelevanz beträgt 1 für einnahmeaufteilungsrelevante Fahrausweise, ansonsten beträgt sie 0.

Die Personenkilometer aus den Linienbeförderungsfällen werden je Befragungsdatensatz auf Personenkilometer mit VRN-Tarif (Pkm) umgerechnet:

$$\rightarrow Pkm = \text{Pkm aus Linienbeförderungsfall} * \text{Tarifrelevanz}$$

## 2.7 Statistische Güte

Die Berechnung der statistischen Kennzeichen erfolgt nach Anlage 3 Anhang G. Die Fahrten sind nach Wochentagtyp, Linie und Richtung geschichtet.

### Zähldaten

Bei einer statistischen Sicherheit von 95% liegt der relative Fehler im Linienbündel 21 für das Merkmal P bei 7,3%. Für das Merkmal Pkm wird ein relativer Fehler bei 95% statistischer Sicherheit mit 9,5% ausgewiesen.

### Befragungsdaten

Für einen Fahrscheinanteil bezüglich Pkm von 10% liegt der relative Fehler bei einer statistischen Sicherheit von 95% bei 7,1%.

### 3 Leistungskennzahlen

Für das Linienbündel 21 – Sinsheim Süd ergeben sich für das VRN-Normjahr als Leistungskennzahlen

- ▶ 919.798 Tarifbeförderungsfälle (P) und
- ▶ 5.967.243 Personenkilometer (Pkm).

Tabelle 9 zeigt die Aufteilung der Kennzahlen nach Linien.

Linie	Linienbeförderungsfälle	Linienbeförderungsfälle VRN-Tarif	Tarifbeförderungsfälle VRN-Tarif	Pkm gesamt	Pkm VRN-Tarif
741	56.377	21.858	19.035	455.836	157.047
761	232.019	221.748	198.548	1.823.853	1.736.592
762	235.453	224.244	215.446	1.316.900	1.259.802
763	195.962	178.993	168.149	1.403.665	1.243.252
765	95.025	91.344	85.909	781.492	756.235
767	172.973	157.721	126.964	443.646	405.415
768	51.472	49.495	43.638	204.129	195.871
771	40.210	30.854	24.663	153.036	118.772
772	58.379	48.047	37.446	114.202	94.257
<b>Summe</b>	<b>1.137.870</b>	<b>1.024.304</b>	<b>919.798</b>	<b>6.696.759</b>	<b>5.967.243</b>

Tabelle 9: Leistungskennzahlen nach Linien

Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Tarifbeförderungsfälle und Pkm mit VRN-Tarif im Linienbündel 21 nach einnahmeaufteilungsrelevanten Fahrausweisarten.

Fahrausweisart	Tarifbeförderungsfälle	Prozentualer Anteil Tarifbeförderungsfälle	Pkm VRN-Tarif	Prozentualer Anteil Pkm VRN-Tarif
MAXX-Ticket	629.575	68,45%	4.210.888	70,57%
VRN-Einzelfahrschein	85.819	9,33%	500.105	8,38%
Karte ab 60	66.828	7,27%	287.528	4,82%
VRN-Monatskarte	41.270	4,49%	270.045	4,53%
Rhein-Neckar-Ticket	26.960	2,93%	172.657	2,89%
Job-Ticket	22.291	2,42%	172.403	2,89%
VRN-Tageskarte	22.174	2,41%	165.179	2,77%
VRN-Semester-Ticket	8.858	0,96%	88.473	1,48%
VRN-Mehrfahrtenkarte	7.871	0,86%	45.765	0,77%
VRN-Jahreskarte	6.239	0,68%	37.122	0,62%
VRN-Wochenkarte	1.644	0,18%	14.798	0,25%
Entdecker-Ticket	269	0,03%	2.280	0,04%
<b>Summe</b>	<b>919.798</b>	<b>100%</b>	<b>5.967.243</b>	<b>100%</b>

Tabelle 10: Verteilung der Tarifbeförderungsfälle und Pkm nach Fahrausweisarten

In Anhang 5.1 ist eine differenzierte Auswertung nach Fahrausweisen dargestellt.

## 4 Zusammenfassung

Im Ergebnis kann aus gutachterlicher Sicht festgestellt werden, dass die Zählung und Befragung sowie die Aufbereitung, Hochrechnung und Auswertung nach den Kriterien aus Anlage 3 durchgeführt wurden.

Für das VRN-Normjahr ergeben sich

- ▶ 919.798 Tarifbeförderungsfälle (P) und
- ▶ 5.967.243 Personenkilometer (Pkm)

für das Linienbündel 21 – Sinsheim Süd.



Karlsruhe, den 11.12.2017

i.A. Dipl.-Math. oec. Gaby Schwarz  
Projektleiterin Fahrgasterhebung  
und Einnahmeverteilung  
PTV Transport Consult GmbH

## 5 Anhang

### 5.1 Leistungskennzahlen nach Fahrausweisen

Fahrausweisart	Fahrausweis	Tarifbeförderungsfälle	Prozentualer Anteil Tarifbeförderungsfälle	Pkm VRN-Tarif	Prozentualer Anteil Pkm VRN-Tarif
MAXX-Ticket	MAXX-Ticket	629.264	68,41%	4.208.450	70,53%
	SuperMAXX-Ticket	311	0,03%	2.438	0,04%
VRN-Einzelfahrschein	Einzelfahrschein Erwachsene	81.115	8,82%	480.837	8,06%
	Einzelfahrschein (mit Bahn-Card)	1.170	0,13%	6.376	0,11%
	Einzelfahrschein Kind	3.534	0,38%	12.892	0,22%
Karte ab 60	Karte ab 60	66.828	7,27%	287.528	4,82%
VRN-Monatskarte	Monatskarte Jedermann	39.478	4,29%	260.755	4,37%
	Monatskarte Ausbildung	1.395	0,15%	6.052	0,10%
	Monatskarte Senioren	397	0,04%	3.238	0,05%
Rhein-Neckar-Ticket	Rhein-Neckar-Ticket	26.960	2,93%	172.657	2,89%
Job-Ticket	Job-Ticket	22.291	2,42%	172.403	2,89%
VRN-Tageskarte	Tageskarte 1 Pers	11.888	1,29%	71.955	1,21%
	Tageskarte 2 Pers	676	0,07%	9.520	0,16%
	Tageskarte 3 Pers	3.679	0,40%	9.736	0,16%
	Tageskarte 4 Pers	533	0,06%	3.448	0,06%
	Tageskarte 5 Pers	5.239	0,57%	68.955	1,16%
	Jugendgruppenticket	159	0,02%	1.565	0,03%
VRN-Semester-Ticket	Semester-Ticket	8.858	0,96%	88.473	1,48%
VRN-Mehrfahrtenkarte	Mehrfahrtenkarte Erwachsene	7.484	0,81%	43.817	0,73%
	Mehrfahrtenkarte Kind	387	0,04%	1.948	0,03%
VRN-Jahreskarte	Jahreskarte Jedermann	6.239	0,68%	37.122	0,62%
VRN-Wochenkarte	Wochenkarte Jedermann	1.214	0,13%	12.357	0,21%
	Wochenkarte Ausbildung	430	0,05%	2.441	0,04%
Entdecker-Ticket	Entdecker-Ticket	269	0,03%	2.280	0,04%
<b>Summe</b>		<b>919.798</b>	<b>100%</b>	<b>5.967.243</b>	<b>100%</b>

Tabelle 11: Verteilung der Tarifbeförderungsfälle und Pkm nach Fahrausweisen