

MASTER'S THESIS

# Analysis of passenger rail supply for the case of Slovenia from 1975 to 2015

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of  
Diplom-Ingenieur  
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

---

DIPLOMARBEIT

## Die Analyse des Personenverkehrsangebotes im ÖV am Beispiel Slowenien 1975 - 2015

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines  
Diplom-Ingenieurs  
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

**Stefan Christian Alexander Hudak**

Matr.Nr.: 00615810

unter der Anleitung von

Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Josef Michael Schopf**

Dipl.-Ing. **Tadej Brezina**

Institut für Verkehrswissenschaften  
Forschungsbereich Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
Technische Universität Wien  
Gußhausstraße 30/230-1, A-1040 Wien

sowie

Dipl.-Ing. **Johannes Kehrer**

Institut für Verkehrswissenschaften  
Forschungsbereich Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen  
Technische Universität Wien  
Karlsplatz 13/230-2, A-1040 Wien

---

## Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit wird eine Methode zur Analyse des Fahrplanangebots im öffentlichen Verkehr entwickelt und am Beispiel des Schienenpersonenverkehrsangebotes in Slowenien entlang der Zeitreihe von 1975 bis 2015 angewendet. Dabei baut die Analyse ausschließlich auf die in den Fahrplänen enthaltene Datengrundlage und untersucht die Zeitreihe anhand der punktuellen Angebotsauswertung von zehn Fahrplanjahren. Zugleich findet eine räumliche Eingrenzung des Untersuchungsgebietes auf die Hauptstreckenabschnitte zwischen Ljubljana, Maribor und Zagreb statt.

Die Auswertungsperspektive folgt dem sich den Fahrgästen darbietenden Angebot an Direktverbindungen entlang aller Quell-Ziel-Relationen im Untersuchungsraum. Dabei wird das Fahrplanangebot über eine multivariate Analyse mit zwei Auswertungsstufen charakterisiert. In einem ersten Schritt wird mit einer Clusteranalyse nach dem K-Means-Verfahren eine Gruppierung der OD-Relationen anhand der Ähnlichkeit ihrer Angebotseigenschaften betreffend die Zugfahrten pro Tag, die taktnahen Zugfahrten pro Tag sowie die Regelmäßigkeit der Reisezeit vorgenommen. Ergänzend dazu werden in einem zweiten Auswertungsschritt sechs exemplarische Relationen mit einem höheren Detaillierungsgrad untersucht. Hierbei fließen zusätzlich Reisegeschwindigkeiten, Zugfolgezeiten sowie die Zeitlage des Fahrtenangebotes in die Analyse ein.

Die Ergebnisse machen insgesamt eine Erhöhung des Fahrtenangebotes deutlich, wobei der überwiegende Teil der Angebotsausweitung von den 1970er bis zu den 1990er Jahren erfolgte. Im Zeitraum von 2000 bis 2015 finden – allgemein betrachtet – nur noch relativ wenige Änderungen des Gesamtangebotes statt. Im Regionalverkehr wird in den Ballungsräumen Ljubljana, Celje und Maribor ein an einem angebotsorientierten Fahrplan ausgerichtetes und sehr dichtes Beförderungsniveau entwickelt. Zugleich wird auch das Angebot entlang der Streckenabschnitte Ljubljana – Zidani Most, Maribor – Zidani Most sowie Dobova – Zidani Most erhöht, wobei das Gleisdreieck in Zidani Most eine räumliche Grenze der Angebotsniveaus von Direktverbindungen im Regionalverkehr darstellt.

Bei den Städteverbindungen wird deutlich, dass dem grenzüberschreitenden Angebot von/nach Zagreb keine Priorität zukommt. Während zwischen Zagreb und Maribor entlang der gesamten Zeitreihe niedrige einstellige Zugzahlen verkehren, findet die Angebotsreduktion zwischen Ljubljana und Zagreb zeitlich parallel zur Unabhängigkeit Sloweniens statt. Die innerstaatliche Städteverbindung zwischen Ljubljana und Maribor wurde dagegen im Laufe der Zeitreihe zunächst zu einem angebotsorientierten Taktfahrplan ausgebaut, bevor ab dem Jahr 2000 eine Verringerung des Angebotes mit einer erneuten Tendenz zu einer bedarfsorientierten Fahrplangestaltung erkennbar wird.

---

## Abstract

In this thesis, a method for the analysis and characterization of the timetable offer in public transport is developed and applied to the example of Slovenia's rail passenger transport services along the time series from 1975 to 2015. Based exclusively on the timetable data along the main lines between Ljubljana, Maribor and Zagreb, the time series is examined through the punctual evaluation of ten timetable years.

The analysis follows a passenger perspective and focuses on direct train connections along every origin-destination (O-D) relation within the area of interest. The timetable offer is characterized by a multivariate analysis with two levels of detail. In a first step, a cluster analysis based on the k-means algorithm is used to group the O-D relations depending on the similarity of their overall timetable characteristics. In this step, the number of trains per day, the regularity of the timetable as well as the regularity of the travel time are the indicators considered. In a second step, six exemplary relations with a higher level of detail are examined, where travel speeds, train headways and the timeframe of the trip offer are included in the analysis.

The results show an overall increase of the quality of the rail transport supply. The greatest proportion of this expansion took place between the 1970s and 1990s, while in the period from 2000 to 2015 only relatively few changes could be identified. In regional traffic, a very dense offer was developed within the wider urban areas of Ljubljana, Celje and Maribor. At the same time, the train numbers also increased along the Ljubljana – Zidani Most, Maribor – Zidani Most and Dobova – Zidani Most sections of the track. However, the rail triangle in Zidani Most sets a territorial limit to the supply levels of direct connections of regional trains.

Regarding the inter-city connections, it becomes clear that a direct cross-border link to / from Zagreb is not prioritized by the timetable offer. While Zagreb and Maribor have low train numbers along the entire time series, their reduction between Ljubljana and Zagreb takes place in parallel to Slovenia's independence. During the time series, the inter-city connection between Ljubljana and Maribor was initially expanded to a regular and supply-oriented interval timetable, before a slight reduction in train numbers renewed a tendency towards demand-oriented timetable planning from the year 2000 onwards.

---

## Danksagung

Mit dieser Arbeit schlieÙe ich das Studium des Bauingenieurwesens an der TU Wien ab. An dieser Stelle möchte ich mich daher bei jenen Menschen bedanken, die mich in den vergangenen Jahren bei dem und rund um das Studium unterstützt sowie zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen haben.

Mein Dank gilt Univ.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Josef Michael Schopf, der sich trotz seines verdienten Ruhestandes des Themas angenommen hat. Ebenfalls bedanke ich mich bei Dipl.-Ing. Tadej Brezina und Dipl.-Ing. Johannes Kehrer, die mit ihrem ideenreichen, detaillierten, kritischen und konstruktiven Feedback eine sehr engagierte Betreuung sichergestellt haben.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei all jenen Studienkolleginnen und Studienkollegen, mit denen ich verschiedene Abschnitte des Studiums gemeinsam bestreiten durfte. Gegenseitige Motivation, unterschiedliche Talente und Herangehensweisen sowie die richtige Prise Humor waren ein wesentlicher Teil davon, das Studium zu absolvieren und dabei sowohl Perspektiven als auch Charakter zu formen.

Nicht zuletzt möchte ich mich auch bei Familie und Freunden bedanken, die mich – auch fernab von Wien – in den vergangenen Jahren unterstützt und dabei immer wieder einen Gegenpol zum Studienalltag dargestellt haben.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>X</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Ziele und Grenzen der Arbeit.....	1
1.3 Forschungsfragen.....	2
1.4 Herangehensweise und Methodik.....	3
1.5 Aufbau der Arbeit.....	4
<b>2 Beschreibung des Untersuchungsraumes.....</b>	<b>5</b>
2.1 Urbane Zentren und Ballungsräume.....	5
2.2 Das slowenische Eisenbahnnetz.....	6
2.3 Europäische Verkehrskorridore.....	8
2.4 Räumliche Eingrenzung.....	9
2.5 Zusammenfassung und Motivation.....	9
<b>3 Theoretische Grundlagen.....</b>	<b>10</b>
3.1 Qualität im öffentlichen Personenverkehr.....	10
3.2 Fahrplan.....	12
3.2.1 Fahrzeit.....	12
3.2.2 Haltezeit.....	12
3.2.3 Fahrplangestaltung.....	12
3.2.4 Fahrplananalyse.....	13
3.3 Regelmäßigkeit.....	16
3.4 Clusteranalyse.....	19
3.4.1 Überblick.....	19
3.4.2 K-Means-Verfahren.....	20
3.4.2.1 Algorithmus.....	20
3.4.2.2 Datentransformation.....	21
3.4.2.3 Clustervalidierung.....	22
<b>4 Daten und Methoden.....</b>	<b>26</b>
4.1 Zeitliche Abgrenzung.....	26

4.2	Digitalisierung .....	26
4.3	Auswertungskriterien .....	27
4.3.1	Zugfahrten pro Tag ( $n_Z$ ) .....	28
4.3.2	Taktnahe Zugfahrten pro Tag ( $n_{TN}$ ) .....	29
4.3.3	Regelmäßigkeit der Reisezeit ( $\rho_{RZ}$ ) .....	31
4.3.4	Reisegeschwindigkeiten ( $v_R$ ) .....	32
4.3.5	Zugfolgezeiten ( $t_{ZF}$ ).....	32
4.3.6	Zeitlage des Angebots .....	33
4.4	Allgemeine Stichprobenbeschreibung.....	33
4.5	Fahrplananalyse mit höherem Aggregierungsgrad.....	35
4.5.1	Ziel der Auswertung.....	35
4.5.2	Clusteranalyse .....	35
4.5.2.1	Eingangswerte.....	35
4.5.2.2	Clustervalidierung.....	37
4.6	Fahrplananalyse mit höherem Detaillierungsgrad.....	40
4.7	Symbolerläuterung .....	40
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der Fahrplananalyse mit höherem Aggregierungsgrad .....</b>	<b>41</b>
5.1	Allgemeine Erkenntnisse.....	41
5.1.1	Strecke Ljubljana – Maribor .....	41
5.1.2	Strecke Ljubljana – Zagreb .....	45
5.1.3	Strecke Maribor – Zagreb .....	47
5.2	Ergebnisse der Clusteranalyse .....	49
5.2.1	Clustereigenschaften .....	49
5.2.2	Angebotsentwicklung entlang der Zeitreihe .....	53
5.2.2.1	Allgemeine Betrachtung .....	53
5.2.2.2	Streckenabschnittsbetrachtung.....	59
<b>6</b>	<b>Ergebnisse der Fahrplananalyse mit höherem Detaillierungsgrad .....</b>	<b>63</b>
6.1	Ljubljana – Maribor.....	64
6.1.1	Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive.....	64
6.1.2	Reisegeschwindigkeiten.....	66
6.1.3	Zugfolgezeiten.....	66
6.1.4	Zeitlage des Angebots .....	68
6.2	Ljubljana – Zidani Most .....	70

6.2.1	Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive.....	70
6.2.2	Reisegeschwindigkeiten.....	71
6.2.3	Zugfolgezeiten.....	72
6.2.4	Zeitlage des Angebots .....	73
6.3	Ljubljana – Kresnice .....	75
6.3.1	Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive.....	75
6.3.2	Reisegeschwindigkeiten.....	77
6.3.3	Zugfolgezeiten.....	77
6.3.4	Zeitlage des Angebots .....	78
6.4	Ljubljana – Zagreb .....	80
6.4.1	Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive.....	80
6.4.2	Reisegeschwindigkeiten.....	81
6.4.3	Zugfolgezeiten.....	81
6.4.4	Zeitlage des Angebots .....	82
6.5	Maribor – Zagreb.....	84
6.5.1	Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive.....	84
6.5.2	Reisegeschwindigkeiten.....	85
6.5.3	Zugfolgezeiten.....	86
6.5.4	Zeitlage des Angebots .....	86
6.6	Maribor – Celje .....	89
6.6.1	Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive.....	89
6.6.2	Reisegeschwindigkeiten.....	90
6.6.3	Zugfolgezeiten.....	91
6.6.4	Zeitlage des Angebots .....	92
6.7	Zusammenfassung der Kennwerte .....	94
<b>7</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>97</b>
7.1	Methodische Vorgehensweise .....	97
7.2	Entwicklung des Fahrplanangebotes in Slowenien .....	99
7.3	Ausblick.....	102
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>104</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>107</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>111</b>

10.1	Slowenisches Eisenbahnnetz mit allen Haltepunkten .....	111
10.2	Beispiel für die Ermittlung der taktnahen Zugfahrten pro Tag ( $n_{TN}$ ).....	112
10.3	Matlab Code .....	116
10.4	Alternative Clusterlösung.....	117
10.5	OD-Matrizen .....	118
10.5.1	Entfernungsmatrizen .....	118
10.5.2	Clusteranalyse .....	120
10.5.2.1	Ljubljana – Maribor .....	120
10.5.2.2	Ljubljana – Zagreb .....	125
10.5.2.3	Maribor – Zagreb .....	130
10.5.3	Mittlere Reisegeschwindigkeiten.....	135
10.5.3.1	Ljubljana – Maribor .....	135
10.5.3.2	Ljubljana – Zagreb .....	140
10.5.3.3	Maribor – Zagreb .....	145
10.6	Streckenbedienung ab Zidani Most.....	150

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Sloweniens polyzentrische räumliche Struktur inkl. Ballungsräume .....	6
Abbildung 2.2:	Streckennetz der slowenischen Eisenbahn .....	7
Abbildung 3.1:	Kategorien von Qualitätskriterien im öffentlichen Personenverkehr nach DIN EN 13816:2002 .....	11
Abbildung 3.2:	Beispiele für die Visualisierung des normierten Gini-Koeffizienten als Maß der Ungleichverteilung (gelbe Flächen) .....	17
Abbildung 3.3:	Unterschied zwischen dem normierten und dem nicht normierten Gini-Koeffizienten bei maximaler Ungleichverteilung mit $n=5$ .....	18
Abbildung 3.4:	Beispiel für unterschiedliche Lorenz-Kurven mit gleichem Gini-Koeffizienten bei $n=5$ .....	18
Abbildung 4.1:	Zeitliche Übersicht der herangezogenen Fahrpläne (grün).....	26
Abbildung 4.2:	Beispielansicht der Rohdaten.....	27
Abbildung 4.3:	Histogramme der Stichprobe; Häufigkeiten von $n_Z$ , $n_{TN}$ , $\rho_{RZ}$ , $s_R$ , $v_R$ und $t_{ZF}$ .....	34
Abbildung 4.4:	Korrelation der taktnahen Zugfahrten und des Gesamtangebots; $n=15.600$ ; aufgeteilt nach Fahrplanjahren .....	37
Abbildung 4.5:	Dichte der Datenpunkte; taktnahe Züge relativ zum Gesamtangebot (li.) und Regelmäßigkeit der Reisezeit relativ zum Gesamtangebot (re.) .....	37
Abbildung 4.6:	Silhouette-Koeffizienten der Clusterlösungen mit $K=2$ bis 10 Clustern; verschiedene Skalen der Ordinate .....	38
Abbildung 4.7:	Calinski-Harabasz-Statistik der Clusterlösungen mit $K=2$ bis 10 Clustern .....	38
Abbildung 4.8:	Beste Clusterlösung nach dem Silhouette-Koeffizienten; $K=3$ ; Taktnahe Zugfahrten im Verhältnis zum Gesamtangebot (li.), Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zum Gesamtangebot (re.); Standardisierte Daten.....	39

Abbildung 4.9:	Beste Clusterlösung nach dem Calinski-Harabasz-Kriterium; K=6; Taktnahe Zugfahrten im Verhältnis zum Gesamtangebot (li.), Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zum Gesamtangebot (re.); Standardisierte Daten.....	39
Abbildung 4.10:	Legende der Box-Plot-Darstellungen.....	40
Abbildung 5.1:	Entwicklung der Zugzahlen $n_Z$ im Ballungsraum Ljubljana (Werte in Fahrtrichtung Litija).....	42
Abbildung 5.2:	Entwicklung der Zugzahlen $n_Z$ im Ballungsraum Celje (Werte in Fahrtrichtung Grobelno).....	42
Abbildung 5.3:	Entwicklung der Zugzahlen $n_Z$ im Ballungsraum Maribor (Werte in Fahrtrichtung Maribor).....	42
Abbildung 5.4:	Entwicklung der Direktverbindungen $n_Z$ mit Abfahrtsbahnhof Ljubljana und allen Zielbahnhöfen entlang der Strecke Ljubljana – Maribor im Zeitverlauf .....	44
Abbildung 5.5:	Entwicklung der Direktverbindungen $n_Z$ mit Abfahrtsbahnhof Ljubljana und allen Zielbahnhöfen entlang der Strecke Ljubljana – Zagreb im Zeitverlauf .....	46
Abbildung 5.6:	Entwicklung der Direktverbindungen $n_Z$ mit Abfahrtsbahnhof Maribor und allen Zielbahnhöfen entlang der Strecke Maribor – Zagreb im Zeitverlauf .....	48
Abbildung 5.7:	Ergebnis der Clusteranalyse; taktnahe Zugfahrten (li.) bzw. Regelmäßigkeit der Reisezeit (mi.) im Verhältnis zum Gesamtangebot; Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zu taktnahen Zugfahrten (re.) .....	49
Abbildung 5.8:	Verteilung der Datenpunkte innerhalb der Cluster; v.l.n.r. je Cluster: Anzahl der OD-Relationen, Zugfahrten pro Tag, taktnahe Zugfahrten pro Tag, Regelmäßigkeit der Reisezeit .....	51
Abbildung 5.9:	Verteilung der Anteile [%] der taktnahen Zugfahrten am gesamten Fahrtenangebot der OD-Relationen je Cluster.....	52
Abbildung 5.10:	Clusterentwicklung der OD-Relationen zwischen 1975/76 und 2015/16; taktnahes Fahrtenangebot im Verhältnis zum Gesamtangebot .....	54
Abbildung 5.11:	Clusterentwicklung der OD-Relationen zwischen 1975/76 und 2015/16; Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zum Gesamtangebot .....	55
Abbildung 5.12:	Clusterentwicklung der OD-Relationen zwischen 1975/76 und 2015/16; Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zu taktnahen Zugfahrten.....	56
Abbildung 5.13:	Clustereigenschaften entlang der Zeitreihe .....	57
Abbildung 5.14:	Verteilung [%] der OD-Relationen auf die Cluster im Zeitverlauf.....	58
Abbildung 6.1:	Schematisches Eisenbahnnetz Sloweniens mit Hervorhebung der untersuchten Relationen .....	63
Abbildung 6.2:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Maribor .....	64
Abbildung 6.3:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Maribor nach Ljubljana.....	65
Abbildung 6.4:	Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Maribor .....	66
Abbildung 6.5:	Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Maribor.....	67
Abbildung 6.6:	Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Maribor – Ljubljana .....	69
Abbildung 6.7:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Zidani Most.....	70

Abbildung 6.8:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Zidani Most nach Ljubljana.....	71
Abbildung 6.9:	Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most...	72
Abbildung 6.10:	Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most .....	72
Abbildung 6.11:	Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Zidani Most – Ljubljana.....	74
Abbildung 6.12:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Kresnice .....	75
Abbildung 6.13:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Kresnice nach Ljubljana.....	76
Abbildung 6.14:	Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most...	77
Abbildung 6.15:	Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most .....	78
Abbildung 6.16:	Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Kresnice – Ljubljana .....	79
Abbildung 6.17:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Zagreb.....	80
Abbildung 6.18:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Zagreb nach Ljubljana.....	81
Abbildung 6.19:	Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Zagreb .....	81
Abbildung 6.20:	Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Zagreb .....	82
Abbildung 6.21:	Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Zagreb – Ljubljana.....	83
Abbildung 6.22:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Maribor nach Zagreb.....	84
Abbildung 6.23:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Zagreb nach Maribor.....	84
Abbildung 6.24:	Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Maribor und Zagreb .....	86
Abbildung 6.25:	Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Maribor und Zagreb.....	86
Abbildung 6.26:	Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Maribor–Zagreb–Maribor .....	88
Abbildung 6.27:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Celje nach Maribor .....	89
Abbildung 6.28:	Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Maribor nach Celje .....	90
Abbildung 6.29:	Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Maribor und Celje .....	91
Abbildung 6.30:	Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Maribor und Celje .....	91
Abbildung 6.31:	Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Maribor – Celje – Maribor.....	93
Abbildung 10.1:	Schematisches Eisenbahnnetz Sloweniens mit allen Haltepunkten.....	111

Abbildung 10.2:	Häufigkeitsverteilung der Abfahrtsminuten .....	112
Abbildung 10.3:	Häufigkeitsverteilung der Abfahrten je Zeitfenster im ersten Auswertungsschritt .....	113
Abbildung 10.4:	Häufigkeitsverteilung der Abfahrten je Zeitfenster im zweiten Auswertungsschritt .....	113
Abbildung 10.5:	Häufigkeitsverteilung der Abfahrten je Zeitfenster im dritten Auswertungsschritt .....	114
Abbildung 10.6:	Alternative Clusterlösung; Anteile taktnaher Zugfahrten in Verhältnis zu Zugfahrten pro Tag .....	117
Abbildung 10.7:	Alternative Clusterlösung; Anteile taktnaher Zugfahrten in Verhältnis zur Regelmäßigkeit der Reisezeit.....	117
Abbildung 10.8:	Alternative Clusterlösung; Regelmäßigkeit der Reisezeit in Verhältnis zu Zugfahrten pro Tag .....	118
Abbildung 10.9:	Entwicklung der Direktverbindungen $n_Z$ mit Abfahrtsbahnhof Zidani Most und Zielbahnhöfen entlang der Strecke Zidani Most – Ljubljana im Zeitverlauf .....	150
Abbildung 10.10:	Entwicklung der Direktverbindungen $n_Z$ mit Abfahrtsbahnhof Zidani Most und Zielbahnhöfen entlang der Strecke Zidani Most – Maribor im Zeitverlauf .....	150
Abbildung 10.11:	Entwicklung der Direktverbindungen $n_Z$ mit Abfahrtsbahnhof Zidani Most und Zielbahnhöfen entlang der Strecke Zidani Most – Zagreb im Zeitverlauf .....	151

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1:	Eigenschaften der Stichprobe.....	33
Tabelle 4.2:	Korrelationsmatrix der Clustervariablen .....	36
Tabelle 4.3:	Wertetabelle der Clustervalidierung.....	38
Tabelle 5.1:	Wertetabelle der Clustereigenschaften .....	50
Tabelle 6.1:	Zugzahlen der Umsteige Verbindung Maribor – Zidani Most – Zagreb entlang der Zeitreihe .....	85
Tabelle 6.2:	Zusammenfassung der Kennwerte der Relationen Ljubljana – Maribor und Ljubljana – Zidani Most.....	94
Tabelle 6.3:	Zusammenfassung der Kennwerte der Relationen Ljubljana – Kresnice und Ljubljana – Zagreb.....	95
Tabelle 6.4:	Zusammenfassung der Kennwerte der Relationen Maribor – Zagreb und Maribor – Celje.....	96
Tabelle 10.1:	Fahrplan mit Abfahrtszeiten für eine Beispielrelation.....	112
Tabelle 10.2:	Übersicht zur Ermittlung des zweiten taktnahen Zeitfensters .....	114
Tabelle 10.3:	Fahrplan der Beispielrelation mit Hervorhebung der Fahrten des ersten (grün) und zweiten (blau) taktnahen Zeitfensters .....	115
Tabelle 10.4:	Entfernungsmatrix der OD-Relationen entlang der Strecke Ljubljana – Maribor	118
Tabelle 10.5:	Entfernungsmatrix der OD-Relationen entlang der Strecke Ljubljana – Zagreb ..	119
Tabelle 10.6:	Entfernungsmatrix der OD-Relationen entlang der Strecke Maribor – Zagreb ....	119
Tabelle 10.7:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1975/76 .....	120
Tabelle 10.8:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1979/80 .....	120
Tabelle 10.9:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1985/86 .....	121

Tabelle 10.10:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1989/90 .....	121
Tabelle 10.11:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1992/93 .....	122
Tabelle 10.12:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2000/01 .....	122
Tabelle 10.13:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2002/03 .....	123
Tabelle 10.14:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2004/05 .....	123
Tabelle 10.15:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2009/10 .....	124
Tabelle 10.16:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2015/16 .....	124
Tabelle 10.17:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1975/76.....	125
Tabelle 10.18:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1979/80.....	125
Tabelle 10.19:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1985/86.....	126
Tabelle 10.20:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1989/90.....	126
Tabelle 10.21:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1992/93.....	127
Tabelle 10.22:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2000/01 .....	127
Tabelle 10.23:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2002/03.....	128
Tabelle 10.24:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2004/05.....	128
Tabelle 10.25:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2009/10.....	129
Tabelle 10.26:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2015/16.....	129
Tabelle 10.27:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1975/76 .....	130
Tabelle 10.28:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1979/80 .....	130
Tabelle 10.29:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1985/86 .....	131
Tabelle 10.30:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1989/90 .....	131
Tabelle 10.31:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1992/93 .....	132
Tabelle 10.32:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2000/01 .....	132
Tabelle 10.33:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2002/03 .....	133

Tabelle 10.34:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2004/05 .....	133
Tabelle 10.35:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2009/10 .....	134
Tabelle 10.36:	OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2015/16 .....	134
Tabelle 10.37:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 1975/76 .....	135
Tabelle 10.38:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 1979/80 .....	135
Tabelle 10.39:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 1985/86 .....	136
Tabelle 10.40:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 1989/90 .....	136
Tabelle 10.41:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 1992/93 .....	137
Tabelle 10.42:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 2000/01 .....	137
Tabelle 10.43:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 2002/03 .....	138
Tabelle 10.44:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 2004/05 .....	138
Tabelle 10.45:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 2009/10 .....	139
Tabelle 10.46:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Maribor; 2015/16 .....	139
Tabelle 10.47:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 1975/76 .....	140
Tabelle 10.48:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 1979/80 .....	140
Tabelle 10.49:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 1985/86 .....	141
Tabelle 10.50:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 1989/90 .....	141
Tabelle 10.51:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 1992/93 .....	142
Tabelle 10.52:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 2000/01 .....	142
Tabelle 10.53:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 2002/03 .....	143
Tabelle 10.54:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 2004/05 .....	143
Tabelle 10.55:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 2009/10 .....	144
Tabelle 10.56:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Ljubljana – Zagreb; 2015/16 .....	144
Tabelle 10.57:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 1975/76 .....	145
Tabelle 10.58:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 1979/80 .....	145
Tabelle 10.59:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 1985/86 .....	146
Tabelle 10.60:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 1989/90 .....	146
Tabelle 10.61:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 1992/93 .....	147
Tabelle 10.62:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 2000/01 .....	147
Tabelle 10.63:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 2002/03 .....	148
Tabelle 10.64:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 2004/05 .....	148
Tabelle 10.65:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 2009/10 .....	149
Tabelle 10.66:	OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten; Maribor – Zagreb; 2015/16 .....	149

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

In der zweiten Hälfte des 20. Jh. hat Slowenien bei Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur eine Priorität auf den Ausbau des Straßennetzes gelegt. Dies ging im Personenverkehr mit einer deutlichen Erhöhung des Anteils des motorisierten Individualverkehrs bei einer gleichzeitigen Verringerung der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel einher. In diesem Zusammenhang scheint bei der Entwicklung einer nachhaltigen und umweltentlastenden Verkehrspolitik dem Schienenpersonenverkehr eine nur geringe Relevanz beigemessen worden zu sein. Sein Anteil am Modal Split sank folglich bis zur Mitte der 1990er Jahre auf niedrige einstellige Prozentwerte, so dass er im Rahmen der Alltagsmobilität in Slowenien als nur eine untergeordnete Rolle einnehmend beschrieben werden kann (vgl. OECD 2011, S. 117ff.).

Im Kontext dieser Verkehrsmittelwahl zwischen verschiedenen Alternativen für das Zurücklegen eines Weges ist vorwiegend die sich den Fahrgästen anbietende Attraktivität des Beförderungsangebotes maßgebend (vgl. FGSV 2017). Im liniengebundenen öffentlichen Verkehr bildet dabei der Fahrplan einen Ausgangspunkt der Angebotsgestaltung, von dem aus grundlegende Aspekte betreffend die Bedienungs- und Beförderungsqualität entlang einer dem Reisewunsch zugrundeliegenden Quell-Ziel-Relation untersucht werden können. Fahrplananalysen im Schienenverkehr nehmen jedoch zumeist eine Auswertungsperspektive der Infrastrukturnutzung ein, wohingegen die Fahrgastsicht häufig nur mit wenigen Indikatoren berücksichtigt wird (vgl. dazu Abschnitt 3.2.4 im weiteren Verlauf der Arbeit).

Die vorliegende Arbeit soll daher eine methodische Herangehensweise an eine Fahrplananalyse des Personenverkehrsangebots aus Fahrgastsicht erarbeiten, wobei eine grundsätzliche Übertragbarkeit der Auswertungsmethode auf andere Fahrpläne sowie andere Regionen möglich sein soll. Dafür fokussiert sich die Auswertung auf den in einem Fahrplan enthaltenen Informationsgehalt. Die Anwendung dieser Methode soll am Beispiel einer Fahrplanzeitreihe aus Slowenien durchgeführt werden, wobei die Ergebnisse Aufschluss über die Dimension sowie die zeitliche und räumliche Entwicklung von ausgewählten Qualitätsaspekten des Schienenpersonenverkehrsangebots geben sollen. Darüber hinaus stellen sie einen Ausgangspunkt für daran anschließende Analysen dar, welche aufbauend auf die Erkenntnisse über das Fahrtenangebot beispielsweise verkehrsträgerübergreifende Untersuchungen oder Vergleiche zwischen Angebot und Nachfrage umfassen können, um eine Grundlage für weitere verkehrsplanerische und verkehrspolitische Entscheidungen zu liefern.

## 1.2 Ziele und Grenzen der Arbeit

Bei der Analyse der Entwicklung eines Fahrplanangebotes entlang der Zeitreihe von 1975/76 bis 2015/16 ergeben sich mehrere Herausforderungen. Einerseits betrifft dies die Identifizierung von Kenngrößen, welche eine geeignete Charakterisierung des Personenverkehrsangebotes aus Fahrgastsicht ermöglichen, andererseits auch die Anforderung der Entwicklung einer methodischen Herangehensweise, mit der räumlich und zeitlich veränderliche – und zu Beginn der Auswertung unbekannte – Muster eines solchen Datenbestandes analysiert werden können. Die Vorgehensweise soll dabei ausschließlich auf die in einem Fahrplan enthaltene

Datengrundlage bauen und dadurch eine methodische Verallgemeinerbarkeit und Übertragbarkeit auf andere Fahrpläne erlauben. Zugleich ist bei der Gestaltung des Untersuchungsdesigns der Kontext einer 40jährigen Zeitreihe zu berücksichtigen, woraus sich die Anforderung ergibt, ein flexibles Auswertungsverfahren heranzuziehen, mit dem auch zeitlich veränderliche Prioritäten der Fahrplangestaltung erfasst werden können und keine vorausgehende Festlegung auf ein bestimmtes Fahrplanschema erfolgt.

Die Anwendung der Auswertungsmethode auf den slowenischen Kontext verfolgt zunächst einen explorativen Ansatz, um allgemeine Informationen über die Angebotseigenschaften im Untersuchungsgebiet zu erhalten. Darauf aufbauend soll eine gezielte Vertiefung der Fahrplanalyse einzelner exemplarischer Relationen auf Basis ihrer regionalen Bedeutung erfolgen. Hierbei werden sowohl Entwicklungen des Fahrplanangebotes von Städteverbindungen als auch die Angebotseigenschaften einer Relation innerhalb des Ballungsraumes der slowenischen Hauptstadt sowie einer für Umsteigebeziehungen relevanten Verbindung untersucht.

Die Auswertung betrachtet das Schienenpersonenverkehrsangebot isoliert innerhalb des räumlichen Dreiecks zwischen Ljubljana, Maribor und Zagreb und nimmt dabei keinen Vergleich zu Reisealternativen mit anderen Verkehrsträgern vor. Durch die ausschließliche Analyse von fahrplanimmanenten Informationen findet keine Berücksichtigung des Fahrpreises – weder in seiner zeitlichen Entwicklung noch zwischen unterschiedlichen Zuggattungen – statt, darüber hinaus wird die Untersuchung auf Direktverbindungen begrenzt und in der Reisekette der Zugang zum Abfahrtsbahnhof sowie der Abgang vom Zielbahnhof nicht berücksichtigt. Im Kontext der vier Jahrzehnte der untersuchten Zeitreihe ist von Entwicklungen in sozialen, wirtschaftlichen und politischen Aspekten im Untersuchungsgebiet auszugehen, mit denen Änderungen in der Verkehrsnachfrage einhergegangen sein können. Diese bleiben im Zuge der *Angebotsbetrachtung* der Fahrpläne jedoch ebenfalls unberücksichtigt.

### 1.3 Forschungsfragen

Das vordergründige Interesse der Arbeit umfasst das Erlangen von Erkenntnissen über die Entwicklung des Fahrplanangebotes im öffentlichen Schienenpersonenverkehr Sloweniens entlang der Zeitreihe von 1975/76 bis 2015/16. Dabei wird davon ausgegangen, dass die alleinige Ermittlung von absoluten täglichen Zugzahlen noch keine ausreichend umfassende Charakterisierung des Angebots aus Fahrgastsicht darstellt und folglich weitere Indikatoren in die Analyse aufgenommen werden müssen. Angeleitet wird die Untersuchung daher von dem Erkenntnisinteresse,

- ◆ mit welchen in Fahrplänen enthaltenen Informationen das Fahrplanangebot von Direktverbindungen aus Fahrgastsicht charakterisiert werden kann,
- ◆ welche methodische Herangehensweise sich für die Auswertung dieser Charakteristika sowie für die Betrachtung ihrer Entwicklung entlang einer Zeitreihe eignet,
- ◆ welche allgemeinen Charakteristika von Direktverbindungen sich im betrachteten Untersuchungsraum auf Grundlage der Fahrpläne ermitteln lassen und wie sich diese im Verlauf der Zeitreihe verändern sowie
- ◆ welche Eigenschaften und zeitlichen Veränderungen das Fahrtenangebot speziell entlang der Verbindungen zwischen den größeren Städten im Untersuchungsraum (Ljubljana, Maribor und Zagreb) aufweisen.

Während die ersten beiden Punkte allgemeine methodische Aspekte einer solchen Auswertung betreffen und grundsätzlich auf vergleichbare Arbeiten übertragbar sind, beziehen sich die beiden letzteren Punkte konkret auf den gegenständlichen Untersuchungsraum. Ausgangspunkt der Analyse ist hierbei ein relativ unerforschter Untersuchungskontext, weshalb die Datenauswertung mit einer explorativen Herangehensweise beginnt, um zunächst vorhandene Muster im Datensatz zu identifizieren. Im Verlauf der Arbeit wird die Untersuchung – auch auf Zwischenergebnisse aufbauend – zunehmend konkreter. Infolge dessen werden im Rahmen der Detailbetrachtung einzelner Relationen auch zwei Verbindungen untersucht (Ljubljana – Kresnice und Ljubljana – Zidani Most), welche sich erst im Zuge der allgemeinen Datenauswertung als relevant herausstellen werden und weiteren Erkenntnisgewinn versprechen.

#### 1.4 Herangehensweise und Methodik

Die Bearbeitung des Themas kann im Wesentlichen in drei Teile gegliedert werden:

- 1) Einleitend wird ein auf eine *Literaturrecherche* basierender Überblick über den zeitlichen und räumlichen Kontext des Untersuchungsgebietes gegeben. Hierbei steht das Erlangen eines allgemeinen Verständnisses für die Siedlungsstruktur, für geopolitische Entwicklungen im Untersuchungszeitraum sowie für die infrastrukturelle Rahmenbedingungen des Schienennetzes, das dem Fahrtenangebot zugrunde liegt, im Vordergrund.
- 2) Daran schließt die Erarbeitung der Auswertungsmethode an, welche ihren Ausgangspunkt ebenfalls in einer *Literaturrecherche* hat. Zunächst wird die Auswertungsperspektive im den theoretischen Kontext einer Qualitätsbetrachtung des öffentlichen Verkehrs verortet, bevor Bestandteile und Gestaltungsmöglichkeiten eines Fahrplans identifiziert und bestehende Arbeiten zu Fahrplananalysen hinsichtlich des Fokus ihrer Auswertung sowie ihrer methodischen Herangehensweisen analysiert werden. Aufbauend auf diese Erkenntnisse werden die für die gegenständliche Arbeit herangezogenen Auswertungskriterien sowie die methodische Vorgehensweise bei der Datenanalyse erarbeitet.
- 3) Die Grundlage der Fahrplanauswertung stellt die *Digitalisierung* des auf Papier vorliegenden Kursbuchbestandes dar. Auf Basis dieses analysefähigen Formats wird die *Datenanalyse* schließlich in zwei Stufen mit unterschiedlichen Aggregierungsniveaus durchgeführt. In der ersten Stufe findet eine Gesamtauswertung des Datenbestandes mit drei Eingangsvariablen<sup>1</sup> auf der Ebene von OD-Relationen statt. Dabei wird eine multivariate Analyse-methode für die Gruppierung von Relationen mit ähnlichen Fahrplaneigenschaften herangezogen, bevor im zweiten Schritt darauf aufbauend sechs Relationen detaillierter betrachtet werden. Für Details zur methodischen Vorgehensweise bei der Datenauswertung sei an dieser Stelle auf die einschlägigen Kapitel verwiesen.

---

<sup>1</sup> Im Kontext der Fahrplanauswertung wird im Rahmen dieser Arbeit unter dem Begriff der „Variablen“ eine Menge von Merkmalsausprägungen von OD-Relationen (z.B. Anzahl täglicher Zugfahrten) verstanden.

## 1.5 Aufbau der Arbeit

Auf die Beschreibung und Eingrenzung des Untersuchungsraumes in Kapitel 2 folgt in Kapitel 3 die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen der Auswertung, welche sowohl Perspektiven der Qualitätsbetrachtung eines Fahrplans als auch die methodische Basis der Datenanalyse umfassen. Darauf aufbauend wird in Kapitel 4 die ausgewählte Analyseperspektive mit einer zweistufigen Fahrplanauswertung auf höherem bzw. niedrigerem Aggregierungsgrad erläutert und die herangezogene Datengrundlage einer allgemeinen Stichprobenbeschreibung unterzogen.

Kapitel 5 präsentiert die Auswertungsergebnisse der Fahrplananalyse auf höherem Aggregierungsgrad und bildet die Grundlage der in Kapitel 6 dargestellten Detailbetrachtung des Fahrplanangebotes von sechs ausgewählten Relationen. In Kapitel 7 werden die wesentlichen Erkenntnisse der Analyse im Rahmen der Diskussion der Ergebnisse nochmals zusammengeführt sowie ein Ausblick auf mögliche Anknüpfungspunkte weiterer Untersuchungen gegeben, bevor die Arbeit mit der Zusammenfassung in Kapitel 8 abschließt.

Im Anhang ist neben einer Streckenübersichtskarte mit allen Halten des slowenischen Eisenbahnnetzes (Abschnitt 10.1) auch ein Beispiel für die methodische Vorgehensweise bei der Ermittlung der Anzahl der taktnah verkehrenden Züge anhand eines exemplarischen Fahrplans angeführt (Abschnitt 10.2). Darüber hinaus werden in Abschnitt 10.3 und 10.4 der für die Clusteranalyse verwendete Matlab-Code bzw. das Ergebnis einer im Zuge der Analyse geprüften und wieder verworfenen alternativen Clusterlösung festgehalten. In Abschnitt 10.5 sind Entfernungen, tägliche Zugzahlen, Clusterzuordnungen sowie mittlere Reisegeschwindigkeiten der untersuchten Relationen in Form von OD-Matrizen dargestellt. Abschließend wird in Abschnitt 10.6 die streckenbezogene Entwicklung der Direktverbindungen mit dem Abfahrtsbahnhof ab dem Gleisdreieck in Zidani Most nach Westen, Norden bzw. nach Osten veranschaulicht.

## 2 Beschreibung des Untersuchungsraumes

In den vergangenen Jahrzehnten war Slowenien Teil wechselnder geopolitischer Verhältnisse. Nach dem zweiten Weltkrieg bildete das Land zunächst eine der sechs Teilrepubliken der Sozialistischen Föderativen Republik Jugoslawien, bis es sich im Jahr 1990 in eine parlamentarische Republik umbenannte. Diese erklärte 1991 ihre Unabhängigkeit von Jugoslawien, wodurch die slowenisch-kroatische Grenze zu einer internationalen Grenze wurde. Nach dem Beginn der Beitrittsverhandlungen im Jahr 1998 folgte 2004 die Aufnahme Sloweniens als neues Mitgliedsland in die Europäische Union, bevor 2007 der Euro als gesetzliches Zahlungsmittel eingeführt wurde und die Grenzkontrollen zu Italien, Österreich und Ungarn im Rahmen des Schengen-Raumes entfielen (vgl. Höslér 2006; Europäische Kommission 2007).

Dieser Wechsel zwischen offenen und geschlossenen Grenzen hat sowohl soziale und raumwirksame Effekte als auch Auswirkungen auf die Entwicklung der Infrastruktur, welche sich sowohl in den Verkehrsflüssen niederschlagen als auch auf das Verkehrsnetz auswirken. Wie Pogačar und Sitar (vgl. 2009, S. 77ff.) für die Grenzregion Maribor zusammenfassen, leistete vom 19. Jh. bis zum ersten Weltkrieg der Ausbau der Eisenbahn zwischen Wien und Triest einen wesentlichen Beitrag zur Industrialisierung der Region, während der Infrastrukturentwicklung zwischen dem ersten Weltkrieg und dem Ende der 1960er Jahre bei zugleich fortschreitender Zersiedlung keine größere Priorität zukam. Die 1970er und 1980er Jahre gingen mit einem steigenden Motorisierungsgrad und dem Fokus der Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur auf den Ausbau von Autobahnen einher, welche im Zuge der Neugestaltung der Grenzen in den Jahren 1991 sowie 2004/2007 die wesentliche Säule der Verkehrsachsen bildeten. Beim Modal Split der täglichen Arbeitswege von Pendlern (vgl. Bole & Gabrovec 2012) wird diese Entwicklung in einer Erhöhung des Anteils des motorisierten Individualverkehrs (MIV) von 27 % (1981) über 44 % (1991) auf 84 % (2002) deutlich. Zugleich sanken die mit dem Bus zurückgelegten Wege von 53 % (1981) über 43 % (1991) auf 8 % (2002), während dem Verkehrsträger Schiene mit einer Entwicklung des Anteils von ca. 4 % auf ca. 2 % der Arbeitswege nur eine untergeordnete Rolle zukommt.

Im Untersuchungszeitraum dieser Arbeit haben sich jedoch neben den Änderungen der nationalen Grenzen auch staatliche und staatsnahe Institutionen neu aufstellen müssen. Dies traf auch auf den Schienenverkehr zu: Mit dem Zerfall Jugoslawiens wurden jeweils eigene Staatsbahnen gegründet, im Falle Sloweniens die Slovenske železnice (SŽ) ab 1991 (vgl. Wikipedia 2019).

### 2.1 Urbane Zentren und Ballungsräume

Sloweniens räumliche Struktur baut im Wesentlichen auf ein zweistufiges Netz urbaner Zentren von (i) nationaler Bedeutung und (ii) regionaler Bedeutung. Darüber hinaus stellen die zweitgrößte Stadt Maribor im Nordosten, die Hauptstadt Ljubljana im Zentrum sowie die über einen Hafen verfügende Stadt Koper im Südwesten des Landes urbane Zentren von internationaler Bedeutung dar. Über die kommunale Ebene hinaus werden Planungsaktivitäten insbesondere in den als Ballungsräumen ausgewiesenen Regionen gebündelt und umfassen vorwiegend die Steuerung der Siedlungsentwicklung, des Verkehrs, von Arbeitsplätzen sowie des Industrie- und Dienstleistungssektors. Zu diesen gehören die Regionen Ljubljana, Maribor, Koper, Celje

und Nova Gorica. Hinsichtlich der Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur betont der Raumentwicklungsplan aus dem Jahr 2004 neben der Priorität der Verbindung der Zentren von nationaler Bedeutung sowohl untereinander als auch an das europäische Verkehrsnetz, insbesondere den Netzausbau des öffentlichen Verkehrs im Einklang mit dieser polyzentrischen Raumstruktur (vgl. Abbildung 2.1; Bartol et al. 2004). In ähnlicher Art sieht das Verkehrsentwicklungskonzept Sloweniens zehn Jahre nach dem Beitritt zur Europäischen Union (vgl. Ministry of Infrastructure 2014) sowohl den multimodalen Ausbau auf für europäische Verkehrsachsen relevanter Verkehrsinfrastruktur vor, als auch von jener, die auf nationaler Ebene die polyzentrische Struktur weiter stärkt.



Abbildung 2.1: Sloweniens polyzentrische räumliche Struktur inkl. Ballungsräume (Bartol et al. 2004, S. 24)

Analysen der Pendlerströme führen zur Erkenntnis, dass die Ballungsräume eine in hohem Maße anziehende Wirkung haben und insbesondere Ljubljana, Maribor und Celje – auch über die in Abbildung 2.1 markierten Regionen hinaus – wesentliche Ziele der täglichen Arbeitswege sind. Zugleich wird zwischen 1991 und 2002 eine durchgängige Verringerung der mit dem öffentlichen Verkehr zurückgelegten Arbeitswege in diesen Regionen festgestellt, die vorwiegend zugunsten des MIV erfolgte und im östlichen Teil Sloweniens wesentlich höher ausfällt als im Westen des Landes (vgl. Bole & Gabrovec 2012).

## 2.2 Das slowenische Eisenbahnnetz

Etwa 27 % des 1.207 km langen Eisenbahnnetzes in Slowenien sind zweigleisig ausgebaut. Die Hauptstrecken verlaufen im westlichen Teil des Landes von Südwesten (Sežana, Koper bzw.

Ilirska Bistrica) und Nordwesten (Jesenice) nach Ljubljana, von dort, dem Flussverlauf der Save folgend, weiter nach Osten bis zur slowenisch-kroatischen Grenze in Dobova. Ab dem Gleisdreieck in Zidani Most besteht über eine Richtung Nordosten abzweigende Eisenbahnstrecke die Verbindung nach Ungarn bzw. über Maribor nach Österreich. Zweigleisig ausgebaut ist dabei die von Südwesten bis Nordosten verlaufende Strecke von Sežana über Ljubljana und Zidani Most bis Maribor, der östliche Abschnitt von Zidani Most bis Dobova sowie der slowenisch-österreichische Grenzabschnitt nördlich von Jesenice (vgl. Slovenske železnice 2018a; Abbildung 2.2).



Abbildung 2.2: Streckennetz der slowenischen Eisenbahn (Dörrbecker 2018, CC BY-SA 2.5)

Die elektrifizierten Streckenabschnitte (rot in Abbildung 2.2) verfügen über ein Bahnstromsystem mit einer Nennspannung von 3 kV Gleichstrom, was im internationalen Verkehr jenem von Italien entspricht, jedoch nach Österreich (15 kV Wechselstrom), Ungarn und Kroaten (jeweils 25 kV Wechselstrom) trotz gleicher Spurweiten einen Systemwechsel erforderlich macht. Die *Ausbaugeschwindigkeiten* variieren je nach Streckenabschnitt: Die nordwestliche Hauptachse ist für eine Höchstgeschwindigkeit von 75-110 km/h (80-120 km/h für Züge mit Neigetechnik) zugelassen, während der Abschnitt von Ljubljana bis Zidani Most bei 70-125 km/h (85-140 km/h mit Neigetechnik) liegt. Die von dort in Richtung Dobova führende östliche Strecke hat eine Ausbaugeschwindigkeit von 100-120 km/h (bis 160 km/h bei Neigetechnik), während die von Zidani Most nach Norden verlaufende Strecke Höchstgeschwindigkeiten zwischen 70 km/h und 140 km/h vorsieht und mit Neigetechnik zwischen 80 km/h und 160 km/h befahren werden kann. Weite Teile der südwestlich von Ljubljana verlaufenden Strecke sehen schließlich niedrigere Höchstgeschwindigkeiten von bis zu 85 km/h vor. Eine für den Personenverkehr wesentliche Beschleunigung brachte die Einführung des InterCitySlovenija (ICS) im Jahr 2000. Mit diesen Pendolino-Triebzügen mit Neigetechnik konnten entlang der Städteverbindung

Ljubljana – [Zidani Most] – Celje – Maribor die Streckenhöchstgeschwindigkeiten ausgenutzt und entsprechend kürzere Reisezeiten erreicht werden (vgl. Slovenske železnice 2018a; Wikipedia 2018).

### 2.3 Europäische Verkehrskorridore

Für die Entwicklung eines freien Waren-, Personen-, Dienstleistungs- und Kapitalverkehrs wird eine gemeinsame, grenz- und verkehrsträgerübergreifende Verkehrspolitik als ein treibender Faktor in der europäischen Gemeinschaft angesehen. Der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur, als ein Bestandteil dieser Verkehrspolitik, wurde von der Europäischen Kommission seit den 1980er Jahren in Form von jährlichen Verordnungen zur Finanzierung adressiert, bis im Jahr 1993 ein Aktionsprogramm für die Entwicklung einer europäischen Infrastruktur mit dem Ziel eines integrierten europäischen Verkehrsmarktes erlassen wurde. Mit dem Vertrag von Maastricht ist im Jahr 1995 ein Orientierungsrahmen für im Sinne des Binnenmarktes prioritär auf- und auszubauende Verkehrsinfrastruktur beschlossen worden, der in Transeuropäischen Verkehrsnetzen (TEN-V [dt.] bzw. TEN-T [engl.]) seinen Ausdruck findet. Nach zunächst 14 prioritären Projekten wurde im Jahr 2004 eine Anpassung des Konzepts auf 30 europäische Verkehrsachsen mit einem erweiterten Finanzierungsrahmen vorgenommen. Aus einer weiteren Revision der TEN-V-Politik entstand schließlich im Jahr 2013 eine Verlagerung der Leitgedanken zu einem Verkehrs-Kernnetz. Darüber hinaus wird der Ausbau der Verkehrsinfrastruktur zwischen europäischen Wirtschaftszentren und Nicht-EU-Staaten im Rahmen von Paneuropäischen Verkehrskorridoren, die einen Teil des Kernnetzes bilden, forciert. Diese haben sich im Zuge der EU-Osterweiterung nach Osten verschoben und bilden mit zehn Korridoren ein relativ dichtes und verästeltes Netz, das – über die Streckenführung der Korridore hinaus – zunehmend in Form von Verkehrsgebieten adressiert wird (vgl. Europäische Kommission 2005; Grandjot & Bernecker 2014, S. 99ff.).

Durch Slowenien verlaufen zwei Korridore des TEN-V-Kernnetzes sowie zwei sich mit diesen überschneidende paneuropäische Verkehrskorridore:

- ◆ Der Baltisch-Adriatische Korridor verbindet die Ostsee im Norden und der Adria im Süden Europas und verläuft von Polen über Tschechien, die Slowakei, Österreich und Slowenien bis Italien. Der slowenische Eisenbahnabschnitt verläuft dabei von der slowenisch-italienischen Grenze über Ljubljana und Maribor bis zur slowenisch-österreichischen Grenze (vgl. Europäische Kommission 2018a).
- ◆ Der Mediterrane Korridor verläuft von Südspanien bis zur ungarisch-ukrainischen Grenze im Osten Europas und bindet dabei Frankreich, Italien, Slowenien und Kroatien ein. Der slowenische Streckenabschnitt nimmt einen Südwest-Nordost-Verlauf von der italienisch-slowenischen Grenze bis zur slowenisch-ungarischen Grenze mit einem seit dem EU-Beitritt Kroatiens (2013) über Zagreb geführten Ast (vgl. Europäische Kommission 2018b).
- ◆ Der Paneuropäische Verkehrskorridor V verbindet entlang seiner Hauptachse Venedig (Italien) mit Lemberg (Ukraine) und durchquert dabei Slowenien von der slowenisch-italienischen Grenze im Südwesten, über Ljubljana, bis zur slowenisch-ungarischen Grenze im Nordosten (vgl. Europäische Kommission 2018c). Der slowenische Abschnitt ist dabei deckungsgleich mit jenem des Mittelmeeren Korridors.
- ◆ Der Paneuropäische Verkehrskorridor X verläuft von Österreich bis Griechenland und bindet das slowenische Verkehrsnetz über die Hauptachse von der österreichisch-

slowenischen Grenze im Nordwesten, über Ljubljana, bis zur slowenisch-kroatischen Grenze im Osten des Landes ein. Darüber hinaus verläuft ein Nebenarm des Korridors – von Graz über Maribor bis Zagreb – ebenfalls durch Slowenien (vgl. Europäische Kommission 2018c).

## 2.4 Räumliche Eingrenzung

Für die gegenständliche Arbeit wurde eine räumliche Eingrenzung des Untersuchungsgebiets auf die Hauptstreckenabschnitte Ljubljana – Maribor, Ljubljana – Zagreb bzw. Maribor – Zagreb vorgenommen (s. Abbildung 10.1 im Anhang für die schematische Darstellung aller Haltepunkte). Dabei wurden die Halte zwischen Dobova und Zagreb (Savski Marof, Brdovec, Zaprešić und Zapadni kolodvor) aufgrund weitestgehend nicht verfügbarer Fahrplandaten nicht in die Auswertung einbezogen.

Folglich umfasst das gewählte Gebiet neben den Direktverbindungen zwischen den Haupt- und zugleich größten Städten Sloweniens und Kroatiens, Ljubljana bzw. Zagreb, mit Maribor auch die nach Einwohnerzahlen zweitgrößte sowie mit Celje die drittgrößte Stadt Sloweniens (vgl. Statistical Office 2018). Neben den Städteverbindungen heben sich auch drei der fünf Ballungsräume in den betrachteten Streckenabschnitten hervor (vgl. Abbildung 2.1):

- ◆ Ljubljana mit dem östlichen Ast des Ballungsraumes bis Litija;
- ◆ Celje mit der Ost-Süd-Durchfahrung des Ballungsraumes;
- ◆ Maribor mit der südlichen Achse im Ballungsraum bis Slovenska Bistrica.

## 2.5 Zusammenfassung und Motivation

Aus einer verkehrsplanerischen Perspektive ist das betrachtete Untersuchungsgebiet in den vergangenen Jahrzehnten Teil zahlreicher Spannungsfelder gewesen. Änderungen in nationalen Grenzziehungen sowie in deren Durchlässigkeit hatten dabei Auswirkungen auf Verkehrsströme, welche bei einem steigenden Motorisierungsgrad von einer Verlagerung des Modal Split zum Individualverkehr begleitet wurden. Zugleich bietet die Schieneninfrastruktur seitens ihrer Netzgestaltung eine Verknüpfung von Hauptstädten, von urbanen Zentren von internationaler, nationaler sowie von regionaler Bedeutung und ist aus einer europäischen Betrachtungsebene Bestandteil von als prioritär eingestuften Verkehrsentwicklungsachsen.

Vor diesem Hintergrund soll die Untersuchung der langfristigen Zeitreihe von Fahrplandaten Aufschluss über die Veränderungen des Zugsangebotes liefern. *Diese Entwicklung wird rein phänomenologisch – auf Fahrplandaten basierend – erarbeitet und berücksichtigt keine damit zusammenhängenden sozialen Veränderungen.* Es werden sowohl Entwicklungen des Angebotes innerhalb von Ballungsräumen als auch von längeren Städteverbindungen untersucht. Neben der methodischen Herausforderung der Fahrplananalyse einer Zeitreihe bieten die Ergebnisse auch Informationen über die zeitliche Entwicklung von Fahrplangestaltungsprioritäten und schaffen eine Grundlage für darauf aufbauende Untersuchungen von zeitlich und räumlich verknüpften Tendenzen, wie beispielsweise der Verkehrsnachfrage oder für einen verkehrsträgerübergreifenden Vergleich.

### 3 Theoretische Grundlagen

Die Untersuchung des Personenverkehrsangebotes einer Zeitreihe von Fahrplandaten stellt eine Analyse der Entwicklung ausgewählter Qualitätsaspekte des öffentlichen Verkehrs dar. Dabei unterliegt der Begriff der „Qualität“ jedoch keinem festen Bewertungsmaßstab. Vielmehr ist das Qualitätsempfinden Ergebnis einer Wechselwirkung von Angebotseigenschaften und Kundenerwartungen, welche zeitlichen und räumlichen Änderungen ausgesetzt sein können. Als theoretische Einführung zu verschiedenen Perspektiven von Qualität im öffentlichen Verkehr wird in Abschnitt 3.1 zunächst eine allgemeine Begriffsbestimmung vorgenommen, in der der Personenverkehr als Dienstleistung aufgefasst und mit unterschiedlichen Qualitätskategorien und Qualitätsebenen vorgestellt wird. Innerhalb dieses Rahmens wird auch der inhaltliche Fokus dieser Arbeit verortet.

Auf diese allgemeine Einführung folgt in Abschnitt 3.2 eine Auseinandersetzung mit den Bestandteilen eines Fahrplans, wobei vertieft auf verschiedene Konzepte der Fahrplangestaltung und der Fahrplananalyse eingegangen wird. Hier werden auch gängige Indikatoren zur Beurteilung der Fahrplanqualität vorgestellt. Ergänzend dazu wird in Abschnitt 3.3 eine Methode für die numerische Erfassung der Regelmäßigkeit einer Datenreihe präsentiert, welche im weiteren Verlauf der Arbeit einen Teil der Fahrplananalyse bilden wird. Abschließend wird in Abschnitt 3.4 auf die theoretische Grundlage der Clusteranalyse eingegangen, die als multivariate Analyseverfahren den ersten Schritt der zweistufigen Datenauswertung darstellt.

#### 3.1 Qualität im öffentlichen Personenverkehr

Maßgebend für die subjektive und objektive Bewertung der Qualität eines Verkehrsangebots ist zusätzlich zum allgemeinen Stiften eines Nutzens insbesondere seine Beschaffenheit hinsichtlich der Unterscheidungsmerkmale relativ zu alternativen Verkehrsoptionen. Diese verhältnismäßige Qualitätswahrnehmung in Abhängigkeit von verfügbaren Optionen spiegelt sich in Marktanteilen sowohl unterschiedlicher Verkehrsunternehmen als auch unterschiedlicher Verkehrsträger, beim Verkehr also im Modal Split, wider. Beim öffentlichen Verkehr treffen sowohl die Anforderungen der (potentiellen) Fahrgäste als auch jene der Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger aufeinander. Während erstere vorwiegend eine ergebnisorientierte Qualitätsbewertung mit Blick auf das verfügbare Gesamtangebot für den individuellen Wegezweck vornehmen, erfolgt bei den beiden weiteren Akteuren eine vorwiegend technisch-prozessorientierte Leistungsbewertung (vgl. Eichmann 2006, S. 222f.).

Bei der Definition von Qualität im öffentlichen Personenverkehr bedient sich die EN 13816:2002 des Grundsatzes eines Dienstleistungs-Qualitätskreises, nach dem die erbrachte Dienstleistung „Personenbeförderung“ aus vier Perspektiven gemessen und bewertet werden kann. Die (i) von den Kunden implizit und explizit erwartete *Dienstleistungsqualität* legt dabei die Bewertungsgrundlage für (ii) die angestrebte Qualitätsstufe des Anbieters, an der sich (iii) die tatsächlich erbrachte Dienstleistungsqualität messen lässt. Diese erbrachte Leistung beeinflusst (iv) die kundenseitige Wahrnehmung der Dienstleistung, welche wiederum die Basis für das kundenseitig erwartete Qualitätsniveau (i) bildet (vgl. DIN EN 13816:2002).

Diesem Regelkreis immanent ist die Bewertung des Angebots anhand von Zielgrößen einzelner Qualitätskriterien, welche in acht übergeordnete Kategorien zusammengefasst werden können

(vgl. Abbildung 3.1). Das „ÖV-Angebot im Allgemeinen“ umfasst dabei Kriterien der *Bedienungsqualität*,<sup>2</sup> während die „Qualität der Dienstleistung“ vorwiegend Kriterien der *Beförderungsqualität*<sup>3</sup> zusammenfasst (vgl. Eichmann 2006, S. 239). Anhand dieser Zielgrößen ist sowohl auf Kunden- als auch auf Anbieterseite die Messung der Zufriedenheit bzw. der Leistung möglich, wobei die Kriterien im Zuge der Qualitätsbewertung auf beiden Seiten verschiedenen Gewichtungen, lokalen Ausprägungen und individuell gesetzten Maßstäben unterliegen können.

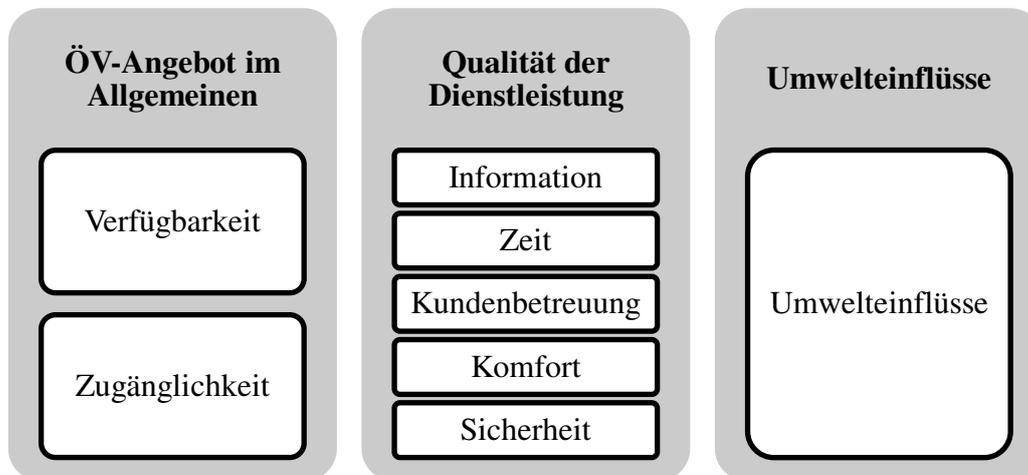


Abbildung 3.1: Kategorien von Qualitätskriterien im öffentlichen Personenverkehr nach DIN EN 13816:2002; Eigene Darstellung in Anlehnung an Eichmann (2006, S. 238)

Eine andere Perspektive der Qualitätsbetrachtung stellt die Unterteilung des Angebots in die Qualitätsebenen von *Basisfaktoren*, *Leistungsfaktoren* und *Begeisterungsfaktoren* dar. Dabei wird das Erfüllen von Basisfaktoren (z.B. Verfügbarkeit, Pünktlichkeit, Takt) als selbstverständlich erachtet und bewirkt keine nennenswerte Steigerung der Fahrgastzufriedenheit, während ihr Mangel Quelle der fahrgastseitigen Unzufriedenheit sein kann. Hinsichtlich der Fahrgastzufriedenheit höher einzustufende Leistungsfaktoren (z.B. Fahrpreis, Kundenbetreuung, Haltestellenkomfort) entscheiden zwischen Attraktivität und Unattraktivität eines Angebots, während Begeisterungsfaktoren (z.B. WLAN, Echtzeitinformation, Design, multimodale Verknüpfungen) maßgebend für eine Zufriedenheitserhöhung und Kundenbindung sind (vgl. VCÖ 2014).

Im Rahmen der angebotsseitigen Fahrplananalyse untersucht diese Arbeit im Kontext des Dienstleistungs-Qualitätskreises nach EN 13816:2002 Elemente der anbieterseitig *angestrebten Qualitätsstufe* des öffentlichen Personenverkehrsangebots. Hierbei wird der Fokus auf die Kategorien der *Verfügbarkeit* (Netz, Takt, Betriebszeiten) und der *Zeit* (Reisezeit, Reisegeschwindigkeit) gelegt. Während die Verfügbarkeit wesentliche Faktoren der *Bedienungsqualität* umfasst, stellt der Aspekt der Zeit ein Beurteilungskriterium der *Beförderungsqualität* dar.

<sup>2</sup> Die maßgebenden Aspekte der *Bedienungsqualität* stellen räumlich die grundsätzliche Anbindung einer Region und zeitlich Aspekte der Häufigkeit, der Betriebszeiten sowie der Zeitlage des Angebots dar. Weitere wesentliche Elemente betreffen z.B. das Platzangebot in den Fahrzeugen oder die generelle Angebotsdifferenzierung (vgl. Dorsch 2014, S. 341).

<sup>3</sup> Unter der *Beförderungsqualität* werden individuelle, subjektive Gebrauchswertmerkmale der Beförderungsleistung zusammengefasst (vgl. Dorsch 2014, S. 341).

Beide Aspekte sind im System des öffentlichen Verkehrs jedoch in die Qualitätsebene der *Basisfaktoren* einzustufen.

## 3.2 Fahrplan

Der Fahrplan bildet eine Grundlage des Betriebsablaufs im spurgebundenen Verkehrssystem der Eisenbahn. Nach Pachl (vgl. 2016, S. 185f.) wird unter einem Fahrplan, bestehend aus

- ◆ der Zugnummer,
- ◆ den Verkehrstagen,
- ◆ dem Laufweg,
- ◆ den Ankunfts-, Abfahr- und Durchfahrzeiten auf den Betriebsstellen sowie
- ◆ den zulässigen Geschwindigkeiten in den einzelnen Abschnitten des Laufwegs,

„allgemein die vorausschauende Festlegung des Fahrtverlaufs der Züge verstanden“ (Pachl 2016, S. 185). Mit diesem wird (i) die konfliktfreie Infrastrukturnutzung über die zeitliche Verteilung der Trassenwünsche der einzelnen Eisenbahnverkehrsunternehmen geregelt, (ii) der Soll-Betriebsablauf festgelegt und (iii) die Grundlage für die Information der Kunden der Eisenbahnverkehrsunternehmen über das Fahrtenangebot geschaffen.

### 3.2.1 Fahrzeit

Die im Fahrplan ausgewiesene *planmäßige Fahrzeit* ergibt sich rechnerisch als Summe der fahrdynamisch ermittelten reinen Fahrzeit, einem davon prozentual abhängigen Regelzuschlag, mit dem die Streuung der Fahrzeiten rund um ihren Erwartungswert berücksichtigt wird, eventuell erforderlichen Bauzuschlägen entlang einzelner Streckenabschnitte sowie möglicher zusätzlicher Verzögerungszeiten, wie z.B. Warte- oder Synchronisationszeiten zur verkehrlichen Abstimmung mehrerer Zugfahrten (vgl. Pachl 2016, S. 190ff.).

### 3.2.2 Haltezeit

Unter der *Haltezeit* wird die Dauer zwischen dem Anhalteruck (Stillstand) und dem Anfahruck (Ingangsetzen) des Zuges verstanden. Haltezeiten können sich sowohl aus Verkehrshalten (z.B. zum Fahrgastwechsel) als auch aus Betriebshalten (z.B. zum Personalwechsel) ergeben, wobei eine Kombination dieser beiden Halte eine Minimierung der Gesamthaltezeiten im Betriebsablauf ermöglichen kann. An eine Verkehrs- und/oder Betriebshaltezeit schließt jeweils die Abfertigungszeit an, welche die Dauer vom Beginn des Schließens der Türen, über die Prüf- und Fertigmeldezeit sowie die Reaktionszeit bis zum Ingangsetzen des Zuges umfasst (vgl. Pachl 2016, S. 190ff.).

### 3.2.3 Fahrplangestaltung

Die Bedienung eines Linienweges im Personenverkehr kann mit verschiedenen Planungsprioritäten erfolgen, welche sich in der Fahrtplangestaltung niederschlagen. Als zwei übergeordnete Kategorien von Fahrplankonzepten lassen sich die (i) bedarfsorientierte Fahrplangestaltung und die (ii) angebotsorientierte Fahrplangestaltung unterscheiden.

Bei einem *bedarfsorientierten Fahrplan* erfolgt die Bedienung einer Linie in unregelmäßigen zeitlichen Abständen. Der Fahrplan orientiert sich dadurch vornehmlich an der zu einer

bestimmten Zeit angenommenen Verkehrsnachfrage und sieht beispielsweise ein fahrtrichtungsabhängig verdichtetes Angebot zur Hauptverkehrszeit und niedrigere Zugzahlen zu Zeiten geringeren Fahrgastaufkommens vor (vgl. Schnieder & Becker 2007, S. 388f.).

Eine *angebotsorientierte Fahrplangestaltung* zeichnet sich dagegen in der Regel durch einen Taktfahrplan oder einen darauf aufbauenden integralen Taktfahrplan aus. Ein Taktfahrplan baut auf das Prinzip eines Linienverkehrs mit vorgegebenen starren Zeitabständen zwischen aufeinanderfolgenden Zugfahrten derselben Fahrtrichtung von beispielsweise 60 oder 120 Minuten. Die Takte verschiedener Linien werden hierbei jedoch nicht aufeinander abgestimmt. Aus Fahrgastsicht entsteht in der zeitlichen Abfolge der Zugfahrten einer Linie ein regelmäßiges und leicht merkbares Angebot mit festen Zugfolgezeiten in einem systematisch aufgebauten Fahrplangefüge (vgl. z.B. Schnieder & Becker 2007, S. 388ff.; Hansen & Pacht 2014, S. 43ff.; Pacht 2016, S. 213ff.).

Integrale Taktfahrpläne (ITF) zeichnen sich durch eine solche Abstimmung der Taktfahrpläne verschiedener Linien aufeinander aus, bei der an bestimmten Haltestellen (sog. ITF-Knoten) zu einer wiederkehrenden Symmetriezeit eine beliebige Umsteigeverbindung zwischen den am ITF-Knoten haltenden Linien mit einer dafür ausreichenden Übergangszeit sichergestellt wird. Die Fahrpläne verschiedener Linien sehen zum Ermöglichen dieser Umsteigeverbindung folglich an einem ITF-Knoten dieselbe Symmetrieminute vor, wobei die Ankunft der Züge planmäßig kurz vor der Symmetriezeit, ihre Abfahrt kurz danach erfolgt (vgl. ebd.).

Der zeitgleiche Bahnhofsaufenthalt der Züge verschiedener Linien eines ITF erfordert eine auf die Anzahl der integriert vertakteten Linien ausgelegte Anzahl an Bahnsteiggleisen. Die Infrastruktur des ITF-Knotens hat folglich rund um die Symmetriezeit eine hohe Auslastung, während sie zwischen der Ausfahrt der Züge und der nächsten Symmetrieminute des Knotens wesentlich sinkt. Durch die zeitlich-räumlichen Zwänge erfolgt die Fahrplangestaltung entlang einer Linie nicht mit dem Ziel der minimal möglichen Reisezeit, sondern nach dem Prinzip einer hohen Durchgängigkeit des Angebots im Netz, um weitestgehend wartezeitfreie Umsteigeverbindungen zu ermöglichen. Für Reisende ohne einen Umsteigewunsch am ITF-Knoten können sich dadurch im Vergleich zu einem nicht integralen Taktfahrplan erhöhte Reise- und Wartezeiten zwischen bzw. an den entlang ihrer Reiseroute liegenden Taktknoten ergeben (vgl. ebd.).

### 3.2.4 Fahrplananalyse

Die Analyse eines Fahrplans kann aus einer Vielzahl von Perspektiven erfolgen. Im Wesentlichen können diese in jene der Infrastrukturnutzung und Betriebsleistungserfassung sowie der Angebotsgestaltung zusammengefasst werden. Diesen immanent ist eine variable Gewichtung betrieblicher, fahrgastseitiger, wirtschaftlicher oder raumplanerischer Aspekte, wobei zahlreiche Kenngrößen bei mehr als einer Perspektive Anwendung finden.

Arbeiten, die die Infrastrukturnutzung in den Fokus der Fahrplananalysen stellen, verfolgen in ihrer methodischen Herangehensweise meist entweder die Simulation des Betriebsablaufs oder analytische (mathematische/stochastische) Ansätze. Viele von ihnen befassen sich mit der Möglichkeit der optimalen Auslastung oder der technischen Leistungsfähigkeit eines Eisenbahnnetzes (vgl. z.B. Hansen, Wiggenraad & Wolff 2013; Hansen & Pacht 2014; Herrigel-

Wiedersheim 2015; Pouryousef, Lautala & White 2015; De-Los-Santos et al. 2017; Jiang, Yu & Ni 2017 und weitere).

Eine wesentliche Motivation dieser Arbeiten ist, dass Fahrpläne der Eisenbahn nicht nur wettbewerbsfähige Reisezeiten im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern ermöglichen müssen und die Trassenwünsche der Verkehrsunternehmen weitestmöglich erfüllt werden sollen, sondern dass auch Störungen oder Verspätungen im Betriebsablauf zeitlich und räumlich begrenzt bleiben sollen. Die Beurteilungskriterien der Fahrplanqualität umfassen beispielsweise die Dauer der *Infrastrukturbelegung*, die *Fahrplanstabilität* für die Möglichkeit eines Ausgleichs von Abfahrts- oder Einbruchsverspätungen, die *Fahrbarkeit* eines Fahrplans innerhalb des vorgesehenen Zeitbudgets mit konfliktfreien Trassenvergaben, die *Robustheit* eines Fahrplans für den Ausgleich von statistischen Schwankungen in den Betriebsbedingungen (z.B. durch Fahrgastzahlen, Witterung oder Fahrverhalten) und die *Resilienz* des Fahrplans, mit der die Möglichkeit beschrieben wird, über dispositive Eingriffe sekundäre Verspätungen im laufenden Betrieb ausgleichen zu können. Das Ziel der Fahrplanoptimierung bei gegebener Nachfrage ist das Erreichen einer Balance aus Zugfrequenz, Regelmäßigkeit, gewünschter Zeitlage, realistischen Fahr- und Haltezeiten, ausreichenden Pufferzeiten und minimalen Streckenzugfolgezeiten (vgl. Hansen 2010; Goverde & Hansen 2013).

Als Indikatoren für die *Effektivität* eines in der Infrastrukturnutzung optimierten Fahrplans werden im Allgemeinen Zugzahlen, Fahrgastzahlen, Personenkilometer, Geschwindigkeiten,<sup>4</sup> Zugfolge- und Pufferzeiten, Wartezeiten und der Aufwand für dispositive Änderungen herangezogen (vgl. Hansen 2010). Die wirtschaftliche Perspektive findet bei der Bewertung der *Effizienz* (Verhältnis von Output zu Input) und der *Produktivität* (Effizienz im Verhältnis zum dafür erforderlichen Aufwand) stärkere Betonung. Auf der Ebene eines Gesamtnetzes bekommen Fahrplanindikatoren aber auch eine Verknüpfung mit Qualitätskriterien der Infrastruktur: Dabei rücken die Netzlänge, die Anzahl und Dichte der Haltestellen, der Anteil ein- und zweigleisiger Strecken, ihr Elektrifizierungsgrad sowie für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb geeignete oder vom Güterverkehr mitgenutzte Streckenlängen in den Fokus der Betrachtung. Ebenso bilden das eingesetzte Wagenmaterial, die Anzahl an Fahrzeugen und Sitzplätzen sowie die Bahnhofsausstattung eine Vergleichsbasis (vgl. Buschbacher 2004; Hansen, Wiggenraad & Wolff 2013; Eurostat 2017).

Nicht zuletzt wird die tatsächlich erbrachte Betriebsleistung im Rahmen der ex-post Bewertung der Fahrplanqualität mittels Pünktlichkeitsstatistiken, den Anteilen ausgefallener Fahrten, nicht gefahrener Kilometer oder der zeitlichen Abweichung der Ankunft der Fahrgäste an ihrem endgültigen Reiseziel erfasst (vgl. Goverde & Hansen 2013).

Angebotsseitig haben Taktfahrpläne einerseits den Vorteil einer leichten Merkbarkeit der Abfahrtszeiten, andererseits geht mit ihnen eine Bindung der Zeitlage der Beförderungsnachfrage einher. Insbesondere entlang von Verkehrsachsen mit hohem Verkehrsaufkommen kann ein bedarfsorientierter Fahrplan, der nicht nach einem Taktprinzip erstellt wird, die Effizienz eines Angebots erhöhen und zu einer Attraktivierungssteigerung des Verkehrsmittels infolge von

---

<sup>4</sup> Die Geschwindigkeiten betreffend kommen mehrere Auswertungsperspektiven in Betracht: Beispielsweise können sowohl Reisegeschwindigkeiten entlang der zurückgelegten Wegstrecke zwischen Quelle und Ziel, aber auch die Geschwindigkeit entlang einer Luftlinie herangezogen werden.

verkürzten Wartezeiten bei steigender Nachfrage sowie einer höheren Kapazitätsauslastung auf Anbieterseite beitragen. In der Fahrgastwahrnehmung gleicht dabei ab einer gewissen Zugfrequenz der Vorteil kurzer Zugfolgezeiten die Abweichung von leicht merkbaren Taktminuten aus. Damit einhergehend steigt die Relevanz, den zeitabhängigen Beförderungsbedarf entlang einer OD-Relation im Tagesverlauf variabel erfassen zu können und eine dieser inkonstanten Nachfrage entsprechende Fahrplangestaltung vorzusehen, statt das Angebot auf der Basis von Tages- oder Spitzenstundenwerten zu planen. Ein diesen Kriterien folgender Fahrplan kann mittels nachfrageabhängiger Qualitätsindikatoren bewertet werden, wie beispielsweise der höchsten Auslastung jeder Einzelfahrt (*vertical load factor*), der Homogenität der Fahrzeugbelegung entlang einer Linie (*horizontal load factor*) oder dem Bedienungsgrad der Nachfrage als mittleres Verhältnis der Einsteiger zu den Aussteigern entlang aller Haltepunkte einer Fahrt. Durch diese Kennwerte fließt zugleich der Aspekt der Profitabilität eines Fahrplanangebots in die Bewertung ein (vgl. Canca et al. 2014). Die Möglichkeit der stärker nachfrageorientierten Angebotsgestaltung im Stadtrandverkehr bietet zudem auch der Einsatz kürzerer Fahrzeuge bei geringeren Zugfolgezeiten mit annähernd gleichbleibender Gesamtkapazität und einer fahrgastzahlabhängigen Fahrplanerstellung (vgl. Albrecht 2009), wobei die entsprechenden Indikatoren Einzug in die Bewertungsgrundlage finden.

Einen weiteren Ansatz zur angebotsseitigen Bewertung der Attraktivität eines Fahrplans, der vorwiegend fahrgastseitig relevante Qualitätskriterien bündelt, bietet der von Bertard beschriebene Attraktivitätsindex im Schienenpersonenfernverkehr (vgl. Bertard 2013, S. 27ff.). Seine Definition über einen gefühlten Kilometerpreis basiert auf der monetären Bewertung des Fahrwiderstandes einer Verbindung in Relation zu deren Distanz. Er deckt mit der Reisezeit vom Quell- bis zum Zielbahnhof, dem Fahrpreis, dem Reisekomfort (Umsteigehäufigkeit) und der Flexibilität (mittlere Wartezeit) der Verbindung 80 % der in Befragungen ermittelten Kriterien für eine Verkehrsmittelentscheidung im Fernverkehr ab. Darauf aufbauend wird das gewichtete Mittel der Attraktivitätsindizes aller Verbindungen innerhalb eines Netzes als Netzattraktivitätsindex definiert und kann als Bewertungsansatz des Gesamtangebots herangezogen werden. Diese Herangehensweise unterscheidet sich von anderen Bewertungsverfahren von Verkehrsangeboten, die meist in Analogie zum Newton'schen Gravitationsgesetz Einwohnerzahlen oder wirtschaftliche Indikatoren als „Massen“ und generalisierte Kosten als „Distanzen“ heranziehen.

Ebenfalls einen die Fahrgastinteressen betonenden Ansatz schlagen Sels, Cattrysse und Vanssteenwegen (2015) vor, wenn sie die Gesamtreisezeit der Fahrgäste statt den zeitlichen Randbedingungen einzelner Zugfahrten in den Fokus stellen. Hierbei finden neben der Fahr- und Haltezeit auch Umsteigezeiten und Verspätungen Einzug in die Bewertung. Einen stärkeren regionalen und urbanen Schwerpunkt nimmt die Arbeit von Poelman und Ackermans (2016) ein, in der die räumlichen Vernetzungseffekte von Schienenverkehrsangeboten untersucht werden. Ihre Analyse baut auf die Bewertungsgrundlage der Frequenz der stündlichen Direktverbindungen (Züge pro Stunde und Richtung), der gefahrenen Durchschnittsgeschwindigkeiten, der Netzlänge mit erhöhter Geschwindigkeit pro Einwohner sowie der Reisezeiten zwischen nahegelegenen größeren europäischen Städten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Analyseperspektive eines Fahrplans in hohem Maße von dem die Analyse anleitenden Erkenntnisinteresse abhängig ist und dass daher

keine universelle Methode der Fahrplanauswertung besteht. Zahlreiche der angeführten Bewertungskriterien setzen Kenntnisse zu Details der Infrastruktur (z.B. Blockabstände), Betriebskennzahlen (z.B. Fahrplanabweichungen), Nachfragedaten (z.B. Fahrgastzahlen) oder Vergleichswerte zu anderen Verkehrsträgern (z.B. Kosten) voraus. Andere wiederum können allein auf Basis des einem Fahrplan immanenten Datenbestands Qualitätsaussagen zum planmäßigen Angebot ableiten. Folglich kann es nicht Ziel einer Fahrplanbewertung sein, der „richtigen“ Methode zu folgen, sondern die gewählte Herangehensweise am angestrebten Auswertungsziel und auf Grundlage der dafür verfügbaren Daten auszurichten.

### 3.3 Regelmäßigkeit

Die Regelmäßigkeit eines Fahrplanangebots umfasst zumindest zwei zeitliche Aspekte eines Fahrplans. Zum einen ist dies die Regelmäßigkeit der zeitlichen Verfügbarkeit einer Beförderungsmöglichkeit entlang der nachgefragten Relation<sup>5</sup> und zum anderen die Regelmäßigkeit der Reisezeit von mehreren Fahrten entlang derselben Verbindung.<sup>6</sup> Während grundsätzlich die Möglichkeit besteht, Zugfolgezeiten und Reisezeiten beispielsweise mit Mittelwerten numerisch zum Ausdruck zu bringen, wird über diese statistische Größe noch keine Verteilung des gesamten Angebots in einer einzelnen Kennzahl festgehalten. Eine Möglichkeit, die Regelmäßigkeit einer Verteilung sowohl numerisch zu erfassen als auch grafisch darzustellen, bietet hierbei die Lorenz-Kurve mit dem darauf aufbauenden Gini-Koeffizienten.

Der Gini-Koeffizient stellt ein Maß für die Ungleichverteilung dar und basiert auf der numerischen Erfassung der Abweichung der Lorenz-Kurve von einer Gleichverteilung. Dabei visualisiert die Lorenz-Kurve die Merkmalsausprägungen eines Datenbestandes in Abhängigkeit von der Merkmalskonzentration in der Grundgesamtheit. Für die Konstruktion der Lorenz-Kurve werden die Merkmalsträger in aufsteigender Reihenfolge ihrer Merkmalsausprägung sortiert, auf der Abszisse die Anteile der Merkmalsträger und auf der Ordinate die kumulierte relative Merkmalssumme aufgetragen. Bei vollkommener Gleichverteilung mit einer Standardabweichung von 0 (bspw. „alle haben ein gleich hohes Einkommen“ oder „alle Fahrten haben dieselbe Reisezeit“) ergibt sich daraus eine Diagonale mit konstanter Steigung. Je mehr die Konzentration bei einzelnen Merkmalsträgern steigt, desto größer wird die Ungleichverteilung und desto mehr weicht die Lorenz-Kurve von der idealen (diagonalen) Gleichverteilung ab. Grundlage des Gini-Koeffizienten ist hierbei die Abweichung einer gegebenen Verteilung von einer Gleichverteilung über die Ermittlung der Fläche zwischen der Lorenz-Kurve und der Gleichverteilung (vgl. Damgaard 2018a, 2018b; Faes 2018).

---

<sup>5</sup> Bei einer gegebenen Zugfrequenz von z.B. zwei Zugfahrten pro Stunde wäre ein Angebot mit Zugfolgezeiten von 5+55 Minuten weniger regelmäßig als eines mit 30+30 Minuten.

<sup>6</sup> Analog zur Regelmäßigkeit der zeitlichen Verfügbarkeit wäre die Regelmäßigkeit der Reisezeit entlang einer OD-Relation bei Zugfahrten, die z.B. stets 47 Minuten benötigen, höher als bei einem Angebot, das z.B. abwechselnd 35 und 58 Minuten vorsieht. Bei einer Betrachtung von verschiedenen OD-Verbindungen mit ungleichen Distanzen kann sinngemäß auf die Regelmäßigkeit der Reisegeschwindigkeit zurückgegriffen werden.

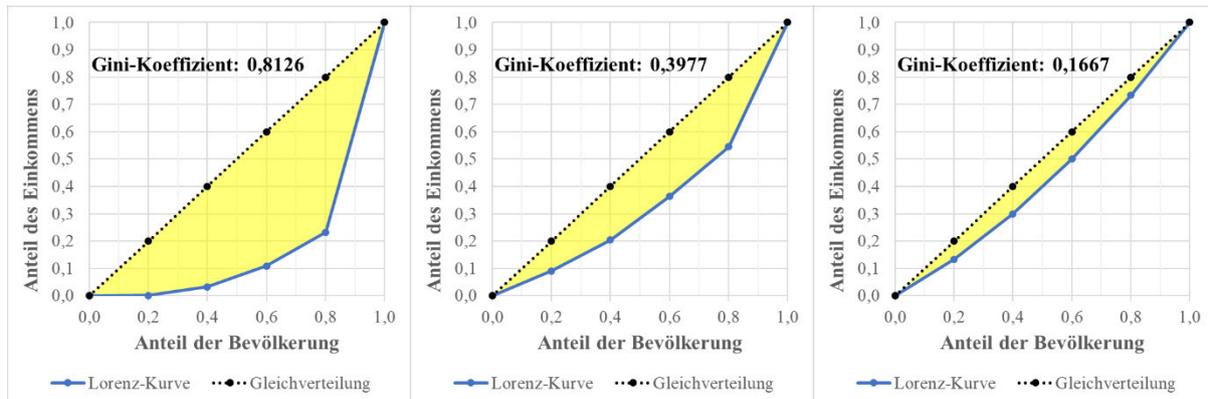


Abbildung 3.2: Beispiele für die Visualisierung des normierten Gini-Koeffizienten als Maß der Ungleichverteilung (gelbe Flächen)

Die Beispiele in Abbildung 3.2 visualisieren unterschiedliche Lorenz-Kurven (blau) anhand (fiktiver) Einkommensverteilungen in der Bevölkerung.<sup>7</sup> Je nach Ausmaß der Ungleichverteilung ergeben sich dabei kleinere oder größere Abweichungen von der Diagonalen der Gleichverteilung (schwarz) und folglich unterschiedlich große „Ungleichheits-Flächen“ (gelb). Diese werden durch den Gini-Koeffizienten als Verhältnis von (i) der Fläche zwischen der Gleichverteilung und der Lorenz-Kurve zu (ii) der Gesamtfläche zwischen der Diagonalen und der Abszisse zahlenmäßig erfasst (vgl. ebd.).

Theoretisch kann der Gini-Koeffizient Werte zwischen 0 (Gleichverteilung) und 1 (maximale Ungleichverteilung) annehmen. Der einfache Gini-Koeffizient hat jedoch ein von der Grundgesamtheit abhängiges Maximum bei  $(n-1)/n$  und erreicht daher nur bei  $n \rightarrow \infty$  den Wert 1. Um sicherzustellen, dass Gini-Koeffizienten von Verteilungen mit unterschiedlicher Grundgesamtheit miteinander vergleichbar sind, wird eine Normierung mit dem Faktor  $n/(n-1)$  in Abhängigkeit von der jeweiligen Grundgesamtheit vorgenommen. Normierte Gini-Koeffizienten nehmen bei maximaler Ungleichverteilung immer den Wert 1 an (vgl. Unterschiede zwischen normiertem und nicht normiertem Gini-Koeffizienten in Abbildung 3.3).<sup>8</sup> Für die Berechnung des den Gini-Koeffizienten bildenden Flächenverhältnisses bestehen grundsätzlich zahlreiche Herangehensweisen. Das Maß der Ungleichverteilung einer nach Größe ihrer Merkmalsausprägungen aufsteigend sortierten Grundgesamtheit  $n$ , mit  $x_i$  als  $i$ -tes Element der sortierten Daten, kann beispielsweise wie folgt mit dem Gini-Koeffizienten erfasst werden (vgl. Damgaard 2018a, 2018b; Faes 2018):

$$\text{Gini-Koeffizient: } G = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n i \cdot x_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i} - \frac{n+1}{n}$$

$$\text{Normierter Gini-Koeffizient: } G^* = G \cdot \frac{n}{n-1} = \left( \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n i \cdot x_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i} - \frac{n+1}{n} \right) \cdot \frac{n}{n-1}$$

<sup>7</sup> Beispielhaft ließe sich die erste Lorenz-Kurve in Abbildung 3.2 so interpretieren, dass 20 % der Bevölkerung (auf der Abszisse von 0,8 bis 1,0) etwa 78 % des gesamten Einkommens (auf der Ordinate von 0,22 bis 1,0) erhalten.

<sup>8</sup> Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird unter dem „Gini-Koeffizienten“ stets der normierte Gini-Koeffizient verstanden.

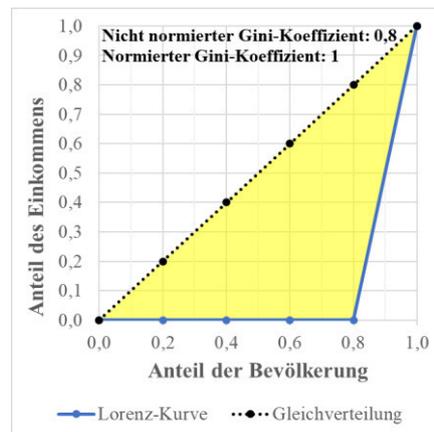


Abbildung 3.3: Unterschied zwischen dem normierten und dem nicht normierten Gini-Koeffizienten bei maximaler Ungleichverteilung mit  $n=5$

Der Gini-Koeffizient stellt somit einen Vergleichswert für das Maß der Ungleichheit einer beliebigen Verteilung dar. Auch aufgrund seines Vorteils der einfachen geometrischen Nachvollziehbarkeit und der Möglichkeit der visuellen Darstellung findet er häufig Anwendung und ist beispielsweise Teil der *World Development Indicators* (WDI) der Weltbank-Gruppe für die Messung und den Vergleich von Ungleichheiten (vgl. Worldbank 2018). Andererseits geht die Ermittlung des Gini-Koeffizienten – wie auch die Anwendung von Mittelwerten, Medianen und weiteren Kennzahlen – mit der Komplexitätsreduktion einer Verteilung auf ein einfaches statistisches Maß einher, was aufgrund des Informationsverlustes eine tiefgehende Interpretation dieses Wertes erschwert. So lassen sich beispielsweise für denselben Gini-Koeffizienten – außer beim Wert 0 und 1 – mehrere Verteilungen finden (vgl. Abbildung 3.4).

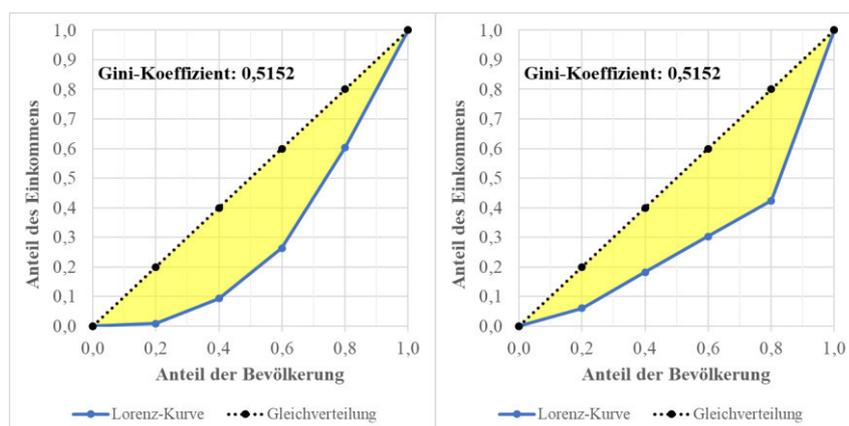


Abbildung 3.4: Beispiel für unterschiedliche Lorenz-Kurven mit gleichem Gini-Koeffizienten bei  $n=5$

Darüber hinaus ist die Interpretation der Größenordnung der Differenz zwischen zwei Gini-Koeffizienten immer im gesamten Auswertungskontext zu betrachten. Während in den hier der anschaulichen Erläuterung dienenden Beispielen relativ große Unterschiede zwischen den Verteilungen gewählt wurden, zeigt sich bei der Anwendung des Gini-Koeffizienten auf die Verteilung von Reisezeiten entlang von Quell-Ziel-Relationen im weiteren Verlauf der Arbeit, dass es vornehmlich zu Unterschieden in der zweiten Dezimalstelle kommt. *Der Vergleich von Gini-Koeffizienten unterliegt folglich keinem absoluten, sondern einem relativen Bewertungsmaßstab.*

## 3.4 Clusteranalyse

### 3.4.1 Überblick

*„Primäres Ziel clusteranalytischer Auswertungsverfahren ist, eine Menge von Klassifikationsobjekten in homogene Gruppen [...] zusammenzufassen [...].“*  
(Bacher, Pöge & Wenzig 2010, S. 15)

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Clusteranalyse sucht nach Ähnlichkeiten von Datenpunkten (hier: OD-Relationen) basierend auf den Ausprägungen ihrer für den Vergleich herangezogenen Merkmale. Bei einer solchen explorativen Herangehensweise stellen sowohl die Anzahl als auch die Merkmale der Gruppen (Cluster) á priori unbekannte Größen dar. Das Ziel ist somit, innerhalb einzelner Cluster eine möglichst hohe Ähnlichkeit der Klassifikationsobjekte zu erzielen, während zwischen den einzelnen Clustern eine möglichst hohe Unähnlichkeit angestrebt wird, um eine inhaltliche Interpretation der einzelnen Gruppen zu ermöglichen. Für die angestrebte Auswertung liegt ein wesentlicher Vorteil der Clusteranalyse in der Möglichkeit der Anwendung eines multivariaten Verfahrens, mit dem eine gleichzeitige Berücksichtigung mehrerer Variablen bei der Gruppierung der Elemente erfolgen kann (vgl. Backhaus et al. 2016, S. 453ff.; Bacher, Pöge & Wenzig 2010).

Es bestehen zahlreiche Auswertungsmethoden im Bereich der Clusteranalyse, welche sich vorwiegend hinsichtlich des angewendeten Proximitätsmaßes<sup>9</sup> sowie des Gruppierungsverfahrens (fusionierend oder zerlegend) unterscheiden. Am häufigsten finden im Rahmen von Clusteranalysen partitionierende oder hierarchische Klassifizierungsverfahren Anwendung, so dass ihre wesentlichen Merkmale kurz allgemein erläutert werden, bevor detaillierter auf die im Rahmen dieser Arbeit Anwendung findende Methode eingegangen wird (vgl. Backhaus et al. 2016, S. 475ff.):

- ◆ Partitionierende Verfahren ordnen eine gegebene Zuteilung eines Datenpunktes zu einem Cluster innerhalb einer bestimmten Clusterzahl solange neu zu, bis die dem Verfahren zugrundeliegende Zielfunktion ein Optimum erreicht. Während des Clustering-Prozesses können die Elemente somit noch mehrmals zwischen den Gruppen getauscht werden.
- ◆ Hierarchische Analyseverfahren können agglomerativ oder divisiven Algorithmen unterliegen. Während erstere Verfahren mit einer Clusterzahl gleich der Anzahl der Datenpunkte starten und auf Ähnlichkeiten basierend Zusammenschlüsse vornehmen, haben divisive Verfahren den Ausgangspunkt bei *einer* Gruppe, die den gesamten Datensatz enthält und von der aus anhand der Unähnlichkeit der Elemente Aufteilungen vorgenommen werden. Hierarchische Verfahren sehen somit im Unterschied zu den partitionierenden Verfahren im weiteren Verlauf der Auswertung keine Neuordnung von Datenpunkten aus bereits gebildeten Gruppen vor.

---

<sup>9</sup> Unter dem Proximitätsmaß wird die Messgröße verstanden, anhand derer die Ähnlichkeit oder die Unähnlichkeit der Datenpunkte zueinander bestimmt wird. Häufig werden bei metrischen Skalen z.B. Korrelationskoeffizienten oder Distanzmaße (z.B. die euklidische oder quadrierte euklidische Distanz) herangezogen (vgl. Bacher, Pöge & Wenzig 2010, S. 195ff.).

## 3.4.2 K-Means-Verfahren

### 3.4.2.1 Algorithmus

Das K-Means-Verfahren, welches für das gegenständliche Klassifizierungsproblem gewählt wurde, bedient sich eines partitionierenden Clusteralgorithmus, bei dem die Datenpunkte überlappungsfrei (d.h. eindeutig) in eine Anzahl von  $K$  Clustern mit für diese charakteristischen Clusterzentren zugeordnet werden. Die Bestimmung der Clusterzentren folgt einer Zielfunktion, welche ein Minimum der Streuungsquadratsumme innerhalb der Cluster anstrebt (vgl. Bacher, Pöge & Wenzig 2010):<sup>10</sup>

$$J = \sum_{i=1}^K \sum_{x_j \in \mathcal{S}_i} \|x_j - \mu_i\|^2 \rightarrow \min.$$

Dabei bezeichnet  $x_j$  die einzelnen Datenpunkte und  $\mu_i$  die Schwerpunkte der Cluster  $\mathcal{S}_i$ . Die in diese Funktion einfließende quadrierte Differenz entspricht der quadrierten euklidischen Distanz zwischen dem Datenpunkt und dem Clusterzentrum, wodurch effektiv eine Datenpunktzuordnung zum nächstgelegenen Clusterschwerpunkt erreicht wird. Aufgrund des distanzbasierten Proximitätsmaßes, also der Gruppierung der Elemente in Abhängigkeit von ihrem euklidischen Abstand zum Zentrum des Clusters, neigt der K-Means-Algorithmus dazu, kugelförmige Cluster zu bilden (vgl. ebd., S.299f.).

Der Lloyd-Algorithmus für das K-Means-Verfahren geht nach einem iterativen Prozess vor (vgl. Lloyd 1982): Nach einer Zuordnung aller Datenpunkte zu einer Anzahl von  $K$  zufälligen Startwerten der Clusterzentren erfolgt die erneute Berechnung der Clusterschwerpunkte und entsprechend die Neuordnung der Klassifikationsobjekte mit dem Ziel, die quadrierte euklidische Distanz zu minimieren. Diese Iteration wird sooft durchgeführt, bis sich die Zuordnung der Datenpunkte nicht mehr ändert, oder die anwenderseitig definierte Anzahl an maximalen Iterationen erreicht wurde. Der von MacQueen (vgl. MacQueen 1967) beschriebene Algorithmus unterscheidet sich vom Lloyd-Algorithmus insofern, als nach jeder einzelnen Zuordnung eines Objekts zu einem Cluster eine Neuberechnung der Clusterzentren erfolgt, bevor das nächste Objekt gruppiert wird.

Aufgrund der Zufälligkeit der Startwerte der Clusterzentren unterliegt das Ergebnis eines Gruppierungsverfahrens nach dem K-Means-Algorithmus ebenfalls diesem Einfluss. Durch die Anwendung des K-Means++-Verfahrens (vgl. Arthur & Vassilvitskii 2006) kann für die Startwerte der Berechnung jedoch eine datenbasierte Grundlage geschaffen werden. Hierbei erfolgt die Wahl des ersten Clusterschwerpunktes durch die zufällige Auswahl eines Objekts aus dem Datenbestand, zu dem die Entfernungen aller weiteren Objekte berechnet werden. Die Auswahl eines weiteren Objekts als nächstes Clusterzentrum erfolgt daraufhin ebenfalls zufällig, jedoch

<sup>10</sup> Die Streuungsquadratsumme des gesamten Datensatzes stellt eine feste Größe dar, die sich aus der Summe der Streuungsquadratsumme innerhalb der Cluster und der Streuungsquadratsumme zwischen den Clustern ergibt. Folglich wird durch die angestrebte Minimierung der Streuungsquadratsumme innerhalb der Cluster zugleich eine Maximierung der Streuungsquadratsumme zwischen den Clustern bewirkt. Dies steht im Einklang mit dem Ziel, eine möglichst hohe Homogenität innerhalb der gebildeten Gruppen und eine möglichst hohe Heterogenität zwischen ihnen zu erreichen (vgl. Bacher, Pöge & Wenzig 2010, S. 299f.).

mit einer Wahrscheinlichkeit, die vom Quadrat seiner Distanz zum nächsten Zentrum abhängt. Je größer die Entfernung eines Objekts vom nächsten Clusterzentrum, desto wahrscheinlicher wird es als weiteres Clusterzentrum gewählt. Dieser Prozess wird solange fortgeführt, bis  $K$  Clusterzentren ermittelt wurden. Mit den über diese Methode ermittelten Ausgangswerten der Clusterschwerpunkte wird in weiterer Folge der K-Means-Algorithmus ausgeführt.

Die vereinzelt zufallsbasierte Vorgehensweise des K-Means-Verfahrens begründet die allgemeine Gefahr, Lösungen mit lokalen statt globalen Minima der Streuungsquadratsumme zu erhalten. Mit der Methode der multiplen zufälligen Startwerte, bei der für jede Clusterlösung mit  $K$  Gruppen eine mehrfache Berechnung erfolgt, kann die Wahrscheinlichkeit der Ermittlung globaler Minima jedoch wesentlich erhöht werden. Die Relevanz der Anwendung dieser Methode konnten Bacher, Pöge und Wenzig (2010, S. 305ff.) bei einer Berechnung mit zwei Variablen unterstreichen: Ab einer 4-Cluster-Lösung wurden erst ab 1.000 Durchgängen stabile Minima gefunden, ab zwölf Clustern waren dafür 2.000 Versuche erforderlich.

Neben der Anzahl an Berechnungsdurchläufen für dieselbe Clusterlösung hat auch die Anzahl der in die Analyse einfließenden Datenpunkte eine wesentliche Auswirkung auf die Belastbarkeit des Ergebnisses. Eine Simulation des K-Means-Verfahrens mit normalverteilten Variablen (vgl. Bacher, Pöge & Wenzig 2010, S. 301ff.) hat ergeben, dass die Clusterzentren bis zu einer Stichprobengröße von 1.000 relativ großen Schwankungen unterliegen, während sie sich ab 1.000 Datenpunkten als weitgehend stabil erweisen. Bei der Untersuchung des Konvergenzverhaltens mit zwei Variablen konnte dieses Ergebnis bestätigt werden, während bei fünf in die Clusteranalyse einfließenden Variablen ab einer Stichprobengröße von 500 stabile Ergebnisse simuliert werden konnten. Einen hierbei wesentlichen Einfluss hat auch die Frage nach einer überlappenden oder überlappungsfreien „wahren“ Clusterstruktur. Da das K-Means-Verfahren die Varianz in den Clustern minimiert, ist bei zunehmender Überlappung auch ein zunehmender Stichprobenumfang für ein stabiles Ergebnis erforderlich,<sup>11</sup> während bei einer überlappungsfreien Clusterstruktur bereits ab einer Stichprobengröße von 50 stabile Ergebnisse erzielt werden können.

Insgesamt weisen die Ergebnisse darauf hin, dass sich die Anwendung des K-Means-Verfahrens insbesondere bei Clusteranalysen größerer Datenmengen gut eignet, bei denen kugelförmige Strukturen gesucht werden. Es ist jedoch festzuhalten, dass diese mittelpunktorientierte Berechnung anfällig für Ausreißer ist, so dass bei „verrauschten“ Datensätzen weniger gute Ergebnisse zu erwarten sind und beispielsweise die Wahl eines dichte-basierten Verfahrens geprüft werden sollte.

#### 3.4.2.2 Datentransformation

Clusteranalytische Verfahren haben grundsätzlich keine Vorgabe eines bestimmten Skalenniveaus, so dass Objekte mit metrischen Skalen genauso analysiert werden können wie solche mit binären (z.B. 0/1; ja/nein) oder nominalen (qualitativ beschreibenden) Skalen. Dies bewirkt einerseits den Vorteil des breiten Anwendungsspektrums solcher Verfahren, erfordert jedoch andererseits das Sicherstellen vergleichbarer Messniveaus der Eingangsdaten, um im Zuge der

---

<sup>11</sup> Die in der vorliegenden Analyse ausgewertete Größenordnung von 15.600 Datenpunkten darf als verhältnismäßig großer Stichprobenumfang angesehen werden.

Analyse eine unbeabsichtigte Übergewichtung von einer Variable zu vermeiden (vgl. Backhaus et al. 2016, S. 472f.).

Im Rahmen dieser Arbeit weisen alle Eingangsparameter eine metrische Skala auf, so dass keine Transformation zwischen metrischen und nicht-metrischen Variablen erforderlich ist und auf die entsprechenden methodischen Herangehensweisen an dieser Stelle nicht näher eingegangen wird. Die drei in Abschnitt 4.5.2.1 erläuterten Eingangsgrößen sind jedoch trotzdem durch unterschiedliche Skalen geprägt,<sup>12</sup> wodurch es bei der Analyse zu einer impliziten Gewichtung einzelner Größen infolge vergrößerter Merkmalsdifferenzen kommen kann. Um dies zu vermeiden, erfolgt vor der Clusteranalyse eine Standardisierung der Eingangswerte mittels einer z-Transformation (vgl. Bacher, Pöge & Wenzig 2010, S. 177f.; Backhaus et al. 2016, S. 512):

$$z_{kj} = \frac{x_{kj} - \bar{x}_j}{S_j}$$

Hierbei steht  $x_{kj}$  für die Ausprägung des Merkmals  $j$  beim Objekt  $k$ ,  $\bar{x}_j$  für den Mittelwert von Merkmal  $j$  und  $S_j$  für dessen Standardabweichung. Durch diese Transformation erhalten alle Eingangsvariablen einen Mittelwert von 0 und eine Standardabweichung von 1. Im Rahmen der Ergebnisinterpretation der Clusteranalyse führt dies jedoch zur Nichtvergleichbarkeit der transformierten Variablen untereinander, der Grad der Merkmalsausprägung von z-transformierten Größen kann folglich nur noch innerhalb desselben Merkmals verglichen werden. Daher erfolgt die Clusteranalyse zur Vermeidung ungewollter Gewichtungen zwar mit den standardisierten Eingangsgrößen  $z_{kj}$ , bei der Ergebnisinterpretation wird jedoch wieder auf die ursprünglichen Werte  $x_{kj}$  zurückgegriffen.

### 3.4.2.3 Clustervalidierung

Einen Nachteil des K-Means-Verfahrens stellt die Herausforderung der zu ermittelnden optimalen Clusteranzahl dar. Nachdem diese Anzahl bereits eine Eingangsgröße der Berechnung bildet, besteht bei einer zu Beginn der Analyse unbekanntem „richtigen“ Clusteranzahl lediglich die Möglichkeit der mehrfachen Berechnung mit unterschiedlichen Größen und dem anschließenden Vergleich der Ergebnisse. An diesem Punkt der Auswertung besteht folglich ein relativ großer subjektiver Interpretationsspielraum bezüglich der „richtigen“ Lösung. Dieser Nachteil der Methode ist bis heute nicht über ein allgemeingültiges Verfahren gelöst, jedoch wurde für eine Objektivierung des Problems eine Vielzahl an Indizes zur Clustervalidierung entwickelt, mit denen eine Entscheidungshilfe für eine „richtige“ Clusteranzahl geboten werden soll. Alle diese Methoden sind je nach Anwendungsfall mit Stärken und Schwächen behaftet, jedoch soll an dieser Stelle auf zwei Kriterien, die auf Separierungs- und Kompaktheitsmaße einer Clustertlösung bauen und die in vergleichenden Untersuchungen mehrerer solcher Indizes gute

<sup>12</sup> Während eine der drei Variablen nur reelle Zahlenwerte zwischen 0 und 1 (einschl.) annehmen kann, sind bei den beiden anderen Variablen nur natürliche Zahlen möglich, wobei sich die Werte ihrer Maxima (43 bzw. 31) unterscheiden.

Ergebnisse erzielt haben, näher eingegangen werden (vgl. Liu et al. 2010; Backhaus et al. 2016; Desgraupes 2017).<sup>13</sup>

Bei Gruppenstrukturen von zwei bis fünf Clustern zählt das *Calinski-Harabasz-Kriterium* zu den erfolgreichsten Verfahren zur Identifizierung der „wahren“ Clusteranzahl. Hierbei wird für jede einzelne Clusterlösung mit  $n$  Elementen und einer Anzahl von  $K$  Clustern über folgende CH-Statistik ein Quotient aus Separierung und Kompaktheit berechnet (vgl. Calinski & Harabasz 1974; Backhaus et al. 2016, S. 494ff.):

$$CH(K) = \frac{tr(B)}{tr(W)} \frac{n - K}{K - 1}$$

wobei  $tr(\ )$  die Spur einer Matrix bezeichnet und  $B$  (interpretierbar als Zwischen-Cluster-Varianz oder Separierung) bzw.  $W$  (interpretierbar als Intra-Cluster-Varianz oder Kompaktheit) wie folgt definiert sind:

$$B = \sum_{k=1}^K n_k (\bar{y}_k - \bar{y})(\bar{y}_k - \bar{y})'$$

$$W = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{n_k} n_k (y_{kj} - \bar{y}_k)(y_{kj} - \bar{y}_k)'$$

Diese Berechnung resultiert für jede Clusterlösung mit  $K$  Gruppen in einem Skalar für CH. Ein größerer CH-Wert deutet auf eine zunehmende Trennschärfe zwischen den Clustern hin. Falls für CH bei einer Lösung mit  $K$  Clustern ein Maximum existiert (d.h. maximale Varianz zwischen den Clustern bei minimaler Varianz innerhalb der Cluster), legt das Calinski-Harabasz-Kriterium eine Clusterstruktur mit  $K$  Gruppen nahe. Falls der Verlauf von CH dagegen mit zunehmender Clusterzahl monoton fällt, ist nach diesem Kriterium keine Gruppenstruktur identifizierbar. Eine stetige Zunahme von CH würde schließlich aufzeigen, dass eine hierarchische Struktur vorliegt und die Auswertungsmethode überdacht werden sollte (vgl. Backhaus et al. 2016, S. 494ff.).<sup>14</sup>

Eine weitere häufig verwendete Kennzahl zur Validierung der Clusterlösung stellt der *Silhouette-Koeffizient* dar (vgl. Rousseeuw 1987; Bacher, Pöge & Wenzig 2010, S. 495ff.). Dieser bewertet eine Clusterlösung auf der Grundlage einer Differenz zwischen der Separierung  $b(x)$  und der Kompaktheit  $a(x)$  eines jeden Objekts im geclusterten Datenbestand. Mittels der Division durch den größeren der beiden Werte wird eine Normalisierung dieser Differenz erreicht. In einem ersten Schritt erfolgt die Berechnung des Silhouette-Koeffizienten  $s(x)$  für jedes einzelne Element:

<sup>13</sup> Das Elbow-Kriterium, bei dem mit einem Scree-Plot die Entwicklung des gewählten Heterogenitätsmaßes in Abhängigkeit der Clusteranzahl als Entscheidungshilfe dient, ist ebenfalls eine häufig referenzierte und verwendete Methode. Sie ist jedoch durch die erforderliche „visuelle“ Wahl eines „richtigen Ellbogens“ je nach Ergebnis ebenfalls mit großem Entscheidungsspielraum behaftet und wird deswegen an dieser Stelle nicht ausgeführt.

<sup>14</sup> Für die Ermittlung der CH-Statistik wurde im Rahmen dieser Arbeit die in MATLAB R2018b integrierte Lösung angewendet (vgl. MathWorks 2018a).

$$s(x) = \frac{b(x) - a(x)}{\max(b(x), a(x))}$$

Hierbei mittelt

$$a(x) = \frac{1}{n_k - 1} \sum_{x^* \neq x}^{n_k} d_{x^*x}$$

die Distanzen  $d$  des Objekts  $x$  zu allen anderen Objekten  $x^*$  des Clusters  $k$ , dem  $x$  zugeordnet ist, während

$$b(x) = \min_{k^* \neq k} (\bar{d}_{xk^*})$$

das Minimum der mittleren Distanzen  $\bar{d}_{xk^*}$  von  $x$  zum Cluster  $k^*$ , das  $x$  am nächsten ist, erfasst. Aus den Silhouette-Koeffizienten  $s(x)$  der einzelnen Objekte  $x$  lässt sich der Silhouette-Koeffizient  $S(k)$  eines Clusters  $k$  durch die Ermittlung des arithmetischen Mittels berechnen (vgl. ebd.):

$$S(k) = \frac{1}{n_k} \sum_{x \in k} s(x)$$

Als Silhouette-Koeffizient der gesamten Clusterlösung  $S(K)$  mit  $K$  Clustern wird schließlich der maximale clusterbezogene  $S(k)$  angesehen, der als Maßzahl für die Bewertung der Clusterlösung herangezogen wird (vgl. ebd.):

$$S(K) = \max_k (S(k))$$

Bei vollkommener Homogenität in einem Cluster erreicht  $a(x) = 0$  und  $s(x) = 1$ . Je mehr sich die Cluster unterscheiden, umso ungleicher werden  $b(x)$  und  $a(x)$ , desto weiter entfernt sich folglich  $s(x)$  von 0, wobei Werte von minimal -1 und maximal +1 angenommen werden können. Ergebnisse von  $S(K)$  nahe +1 können als gut strukturierte Clusterlösungen mit kompakten und separierten Gruppen angesehen werden, während bei  $S(K) \approx 0$  von einer schlechten Strukturierung der Cluster gesprochen wird. Negative Werte von  $s(x)$  bedeuten, dass die Objekte eines benachbarten Clusters näher am Objekt  $x$  liegen als die Objekte, die zum selben Cluster wie  $x$  gehören. Analog dazu weist ein  $S(K) < 0$  darauf hin, dass die Entfernungen zwischen den Clustern kleiner sind als innerhalb der Cluster und es der Clusterlösung folglich an Struktur mangelt. Bei verschiedenen  $S(K)$  für unterschiedliche Werte von  $K$  wird bei einer Wahl der Clusteranzahl nach dem Silhouette-Koeffizienten die Lösung mit dem maximalen  $S(K)$  als die optimale angesehen (vgl. ebd.).<sup>15</sup>

Das Calinski-Harabasz-Kriterium führt insbesondere bei „verrauschten“ Datensätzen zu weniger guten Ergebnissen bei der Clustervalidierung. Das Rauschen erhöht die Intra-Cluster-Varianz in einem größeren Ausmaß als die Zwischen-Cluster-Varianz, so dass bei gleicher Clusteranzahl das Ergebnis der CH-Statistik mit zunehmendem Rauschen sinkt. Die Folge davon ist die Ermittlung einer falschen „optimalen“ Clusteranzahl. Neben der Instabilität infolge von

<sup>15</sup> Analog zum Calinski-Harabasz-Kriterium wird im Rahmen dieser Arbeit bei der Ermittlung der Silhouette-Koeffizienten die in MATLAB R2018b integrierte Funktion herangezogen (vgl. MathWorks 2018b).

Rauschen kann dieses Kriterium auch bei schief verteilten Eingangsgrößen schlechtere Ergebnisse liefern, wobei in beiden erwähnten Fällen auch der K-Means-Algorithmus als zugrunde gelegtes Clusterverfahren – aufgrund seiner Tendenz zur kugelförmigen Clusterbildung – Schwächen bei der Ermittlung einer Gruppenstruktur aufweisen kann. Sowohl bei Rauschen als auch bei einer schiefen Verteilung der Datenbasis werden mit dem Silhouette-Koeffizienten i.d.R. wesentlich bessere Ergebnisse bei der Ermittlung der optimalen Clusterlösung erzielt. Im Unterschied zum Calinski-Harabasz-Kriterium kommen die Schwächen des Silhouette-Koeffizienten jedoch bei Vorliegen von Sub-Clustern zum Tragen. Bei sehr nahe beieinanderliegenden Gruppen neigt dieser Koeffizient zu ihrer Vereinigung, um die Zwischen-Cluster-Varianz zu weiter entfernten Gruppen zu erhöhen, und liefert daher eine zu niedrige Clusteranzahl als optimale Lösung (vgl. Liu et al. 2010).

Mit Blick auf eine zu wählende Clusteranzahl sei abschließend hervorgehoben, dass das primäre Ziel der Clusteranalyse die Bildung von ähnlichen Gruppen mit einer guten Interpretierbarkeit ihrer Charakteristika bleibt. Somit ist die „optimale“ Clusteranzahl neben datenbasierten Entscheidungshilfen stets vor dem Hintergrund dieses Auswertungsziels abzuwägen, um weder die Interpretierbarkeit durch eine Vielzahl an in sich homogenen, aber möglicherweise relativ ähnlichen Clustern zu verflechten, noch die Komplexität des Datensatzes durch eine Wahl von zu wenigen Clustern zu missachten (vgl. Unger 2010, S. 121ff.).



Kursbuchdarstellungen wurde folglich beim Zusammenführen von Fahrplänen mehrerer Abschnitte über die Zugnummer festgestellt, ob es sich im nächsten Streckenabschnitt um dieselbe Zugfahrt handelt und ob daher eine Direktverbindung gegeben ist. Die den betrachteten Streckenabschnitten zugrundeliegenden Kilometrierungsdaten (vgl. Abschnitt 10.5.1 im Anhang) wurden dem Eisenbahnatlas Italien und Slowenien entnommen (vgl. S+W 2010).

Ljubljana -> Zagreb glavni kolodvor	Typ	ICS	MV	LP	LP	LP	LP
	Nr.	14	415	2259	2261	2004	2221
	Verk.	tägl.	tägl.	Mo-Fr	Mo-Fr	tägl.	Mo-Fr
Ljubljana	ab	8:05	8:15	8:45	9:50	10:50	11:20
Ljubljana Polje	an			8:51	9:56	10:56	11:26
Ljubljana Polje	ab			8:52	9:57	10:57	11:27
Ljubljana Zalog	an			8:54	9:58	10:58	11:28
Ljubljana Zalog	ab			8:55	9:59	10:59	11:29
Laze	an			9:01	10:05	11:05	11:36
Laze	ab			9:02	10:06	11:06	11:37
Jevnica	an			9:05	10:09	11:09	11:39
Jevnica	ab			9:06	10:10	11:10	11:40
Kresnice	an			9:10	10:13	11:13	11:44
Kresnice	ab			9:11	10:14	11:14	11:45
Litija	an			9:17	10:20	11:20	11:51
Litija	ab			9:18	10:21	11:21	
Sava	an			9:22	10:25	11:25	
Sava	ab			9:23	10:26	11:26	
Zagorje	an			9:31	10:33	11:33	
Zagorje	ab			9:32	10:34	11:34	
Trbovlje	an			9:36	10:39	11:39	
Trbovlje	ab			9:37	10:40	11:40	
Hrastnik	an			9:41	10:44	11:44	
Hrastnik	ab			9:42	10:45	11:45	
Zidani Most	an	8:49	9:08	9:50	10:53	11:53	

Abbildung 4.2: Beispielansicht der Rohdaten

Diese Datengrundlage bildet die Eingangswerte für die weitere Datenanalyse, welche je nach Anwendungsfall mit den Programmen Microsoft Excel 365, Matlab (R2018b), SPSS (25) sowie Tableau (2018.3) durchgeführt wurde. Um bei dieser Größenordnung an händisch digitalisierten Uhrzeiten infolge von Tippfehlern verzerrte Ergebnisse weitestgehend zu vermeiden, wurden im Laufe der Auswertung an mehreren Stellen Plausibilitätsprüfungen der Ergebnisse durchgeführt. Diese betreffen Haltezeiten, Reisezeiten und Reisegeschwindigkeiten, bei denen eine nochmalige Überprüfung der Rohdaten erfolgte, falls sich im Zuge der Auswertung auffällige Werte im Verhältnis zu den weiteren Ergebnissen des jeweiligen Auswertungsschritts ergeben haben.<sup>17</sup> Angesichts des Umfangs der digitalisierten Datenmenge können einzelne verbliebene Fehler jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

### 4.3 Auswertungskriterien

Die Grundlage für die Auswertung des Fahrplanangebots in der Zeitreihe bilden ausgewählte Kenngrößen, mit denen Charakteristika der jeweiligen Fahrplanjahre aus dem vorliegenden Datenbestand ermittelt werden sollen. Die Auswertungsperspektive stellt dabei das sich den

<sup>17</sup> Beispielsweise wurde für jede OD-Relation die Reisegeschwindigkeit jeder einzelnen Zugfahrt ermittelt. Reisegeschwindigkeiten über 80 km/h und unter 40 km/h (inkl. negativer Werte) wurden anschließend einer Prüfung unterzogen, bei denen eine Kontrolle der Kursbücher erfolgte, um mögliche Tippfehler richtigzustellen. Bei sehr kurzen OD-Verbindungen, bei denen eine hohe rechnerische Geschwindigkeit mit nur wenigen Minuten Fahrzeit gegeben ist, wurde diese Überprüfung auf Basis der Fahrzeiten durchgeführt. In gleicher Weise fand eine Analyse aller hinterlegten Haltezeiten statt, um Fehler infolge der Zusammenführung der Fahrpläne mehrerer Streckenabschnitte zu identifizieren.

Fahrgästen darbietende Fahrtenangebot auf der Ebene von OD-Relationen dar. Die Betrachtung der zeitlichen Veränderungen der ausgewählten Kenngrößen dient in weiterer Folge zur Identifizierung von Entwicklungstendenzen des Fahrplanangebots und wird sowohl mit einem höheren Aggregierungsgrad – im Rahmen einer Strecken- oder Streckenabschnittsbetrachtung – als auch mit höherem Detaillierungsgrad – für die gezielte Auswertung einzelner Quell-Ziel-Verbindungen – durchgeführt. Bei höherem Aggregierungsgrad wird darüber hinaus mit drei dieser Parameter im Zuge einer Clusteranalyse eine Gruppenbildung von OD-Relationen anhand von definierten Ähnlichkeitskriterien durchgeführt und eine Darstellung der Angebotsentwicklung mittels daraus abgeleiteter, generalisierter Merkmale vorgenommen. Insgesamt basiert die Analyse folglich allein auf jenen Daten, die den Fahrplänen immanent sind und spiegelt die Fahrgastperspektive bei einem Beförderungswunsch von einer Quell- zu einer Zielhaltestelle wider. *Hervorzuheben ist hierbei, dass ausschließlich die angebotenen Direktverbindungen entlang der OD-Relationen Berücksichtigung finden, während Umsteigeverbindungen nicht ausgewertet werden.* Durch die Betrachtung mehrerer aneinandergereihter Direktverbindungen können die Grundzüge des als Umsteigeverbindung gestalteten Angebotes – abgesehen von den Wartezeiten – jedoch aus den Ergebnissen abgeleitet werden.

Eine Reduktion der Aussagekraft des Datenbestands auf die ausgewählten Parameter geht zwangsläufig mit Vereinfachung und Informationsverlust einher, erlaubt jedoch zugleich einen auf quantitative Größen aufbauenden Vergleich. Die Informationsverdichtung wird daher genutzt, um Komplexität zu reduzieren und die Nachvollziehbarkeit und Vermittelbarkeit der Ergebnisse zu erleichtern (vgl. Hammond et al. 1995). Folgende Angebotseigenschaften werden dabei untersucht:

- ◆ die täglichen Zugfahrten,
- ◆ die Taktnähe des Angebots,
- ◆ die Regelmäßigkeit der Reisezeit,
- ◆ die Reisegeschwindigkeit,
- ◆ die Zugfolgezeit sowie
- ◆ die Zeitlage des Angebots.

Lediglich letztere Eigenschaft wird dabei nicht in einen numerischen Wert zusammengefasst, sondern im Rahmen der Detailauswertung auf Basis einer visualisierten Angebotsdarstellung qualitativ betrachtet.

Neben den benannten Kriterien hat beispielsweise auch der Fahrpreis erheblichen Einfluss auf die Attraktivität einer Zugfahrt innerhalb eines gegebenen Fahrplanangebots – insbesondere bei einem Preisgefüge mit Fernverkehrszuschlägen für kürzere Reisezeiten auf derselben Relation – sowie im Rahmen der Verkehrsmittelwahl bei der Verfügbarkeit mehrerer Beförderungsalternativen. Aufgrund der nicht vorliegenden Datengrundlage ist der Fahrpreis im Rahmen dieser Auswertung jedoch nicht berücksichtigt worden.

#### 4.3.1 Zugfahrten pro Tag ( $n_z$ )

Für die Berücksichtigung der täglichen Zugfahrten  $n_z$  [Fahrten/Tag] je OD-Relation fließen jene in den Kursbüchern enthaltene Züge ein, welche den folgenden Kriterien entsprechen:

- ◆ Die Zugfahrt ist Teil des regelmäßigen Fahrplanangebots außerhalb des Sommerfahrplans.

- ◆ Die OD-Relation wird durch eine Direktverbindung bedient, Umsteigeverbindungen bleiben unberücksichtigt.
- ◆ Die Züge verkehren zumindest montags bis freitags.

Diese Kriterien stellen den ersten Filter des Datenbestands dar und bilden somit auch die Datengrundlage für alle nachfolgend erläuterten Auswertungsschritte.

#### 4.3.2 Taktnahe Zugfahrten pro Tag ( $n_{TN}$ )

Das Auswertungskriterium der „Taktnähe“ basiert auf einer zeitbezogenen Analyse der Abfahrtsminuten der täglichen Zugfahrten je OD-Relation. Die ermittelte Anzahl des taktnahen Angebots  $n_{TN}$  [Fahrten/Tag] ergibt sich aus einer dreistufigen Fahrplanauswertung und umfasst jeweils einen zeitlichen Toleranzbereich der Abweichung eines Abfahrtszeitpunktes von einer theoretischen Taktminute. Dieser Toleranzbereich erlaubt es, sowohl Angebote als „taktnah“ zu werten, die nach dem Prinzip eines strengen Taktfahrplans mit gleichbleibenden Abfahrtsminuten geplant wurden als auch solche, die zwar aus Fahrgastsicht eine gewisse Regelmäßigkeit des Abfahrtszeitpunktes aufweisen, bei denen im Tagesverlauf jedoch Abweichungen von wenigen Minuten auftreten.<sup>18</sup> Vor dem Hintergrund der Analyse einer Zeitreihe sollen bei der Bewertung der Regelmäßigkeit des Abfahrtszeitpunktes aus Fahrgastsicht durch dieses Kriterium auch sich im Zeitverlauf eventuell ändernden Planungsprioritäten bei der Fahrplanerstellung Rechnung getragen werden.

Die eingeführten Auswertungsschritte ermitteln bis zu drei „taktnahe Minutenfenster“ der Abfahrten entlang der jeweiligen OD-Relation in gleitenden Zeitfenstern des Tagesverlaufs. Jeder der drei Auswertungsschritte basiert im Wesentlichen auf folgendem Ablauf, der *im Anhang (Abschnitt 10.2) anhand eines beispielhaften Fahrplanes schrittweise nachgezeichnet* wird:

- 1) Die Zugfahrten des Tages werden nach der Häufigkeit der Abfahrtsminuten (von 0 bis 59) kategorisiert.
- 2) Eine Stunde wird auf 60 Zeitfenster mit einem Toleranzbereich von +/- 3 Minuten aufgeteilt (z.B. umfasst ein Zeitfenster der theoretischen Taktminute „5“ durch diesen Toleranzbereich die Abfahrtsminuten 2 bis 8, jenes der theoretischen Taktminute „0“ die Abfahrtsminuten 57 bis 3, etc.).
- 3) Für jedes dieser Zeitfenster wird die Anzahl der im Tagesverlauf abfahrenden Züge ermittelt.
- 4) Bei der Ermittlung der theoretischen Taktminute eines taktnahen Zeitfensters werden darauf aufbauend drei Fälle unterschieden:
  - a) Falls es ein eindeutiges Maximum von Abfahrten in einem Zeitfenster gibt, wird die entsprechende Ausgangsminute des Zeitfensters als theoretische Taktminute herangezogen.
  - b) Falls es kein eindeutiges Maximum gibt, wird unter den Zeitfenstern mit gleich hoher Zahl der Abfahrten der Modalwert (jene einzelne Minute mit den meisten Abfahrten

<sup>18</sup> Ein Angebot mit im Tagesverlauf gehäuftem, aber wechselnden Abfahrten zu den Minuten 10, 12 und 15 würde beispielsweise keinem strikten Kriterium einer Taktminute genügen. Aus Fahrgastsicht ergibt sich damit jedoch trotzdem ein zeitlich konzentriertes Angebot innerhalb eines bestimmten Zeitfensters. Dieser Aspekt der Regelmäßigkeit bei der zeitlichen Verteilung der Zugfahrten im Tagesverlauf soll mit dem gewählten Kriterium der Taktnähe Berücksichtigung finden.

- innerhalb der Zeitfenster mit gleicher Zugzahl) ermittelt und als theoretische Taktminute herangezogen.
- c) Falls auch der Modalwert keine eindeutige Auswahl aus den Zeitfenstern mit gleicher Zahl an Abfahrten ermöglicht, wird die frühere Minute als theoretische Taktminute ausgewählt.
- 5) Die von den ermittelten Zeitfenstern erfassten Zugfahrten werden auf die einzelnen Stunden des Tages aufgeteilt. Dabei wird sichergestellt, dass je Zeitfenster innerhalb derselben Stunde lediglich *eine* Abfahrt als „taktnah“ gezählt wird, weil für diese OD-Relation mit Blick auf die zeitliche Regelmäßigkeit des Fahrplanangebots kein Mehrwert durch die unmittelbar folgende zweite Zugfahrt entsteht.<sup>19</sup>
- 6) Die Zugfahrten außerhalb eines als taktnah identifizierten Zeitfensters stehen im Rahmen des nächsten Auswertungsschritts für ein eventuell weiteres taktnahes Zeitfenster zur Verfügung. Die in einem Zeitfenster bereits erfassten Zugfahrten werden für die Zeitfensterermittlungen der nächsten Auswertungsschritte jedoch nicht mehr berücksichtigt.

Die Grenzen dieses Auswertungskriteriums werden über die Mindestanzahl der täglichen Zugfahrten und über einen Mindestzeitversatz der Zeitfenster wie folgt festgelegt:

- ◆ Zeitfenster des ersten Auswertungsschritts:
  - Toleranzbereich der Abfahrten: +/- 3 Minuten
  - Mindestanzahl der tägl. Abfahrten im Zeitfenster: 5 Zugfahrten
- ◆ Zeitfenster des zweiten Auswertungsschritts:
  - Toleranzbereich der Abfahrten: +/- 3 Minuten
  - Mindestanzahl der tägl. Abfahrten im Zeitfenster: 4 Zugfahrten
  - Geringster Zeitversatz zum ersten Zeitfenster: 10 Minuten
- ◆ Zeitfenster des dritten Auswertungsschritts:
  - Toleranzbereich der Abfahrten: +/- 3 Minuten
  - Mindestanzahl der tägl. Abfahrten im Zeitfenster: 3 Zugfahrten
  - Geringster Zeitversatz zu den weiteren Zeitfenstern: 10 Minuten
  - Das dritte Zeitfenster einer OD-Bedienung wird lediglich zur Erfassung einer Angebotsverdichtung herangezogen und findet nur Anwendung, wenn in einer bestimmten Stunde des Tages bereits Angebote im ersten und/oder zweiten Zeitfenster bestehen.

Die Zahl der täglichen taktnahen Zugfahrten je OD-Relation ergibt sich schließlich aus der Summe der Zugfahrten der drei Auswertungsschritte.

Nachfolgend seien einige Anmerkungen zur Gestaltung dieses Kriteriums festgehalten:

- ◆ *Größe der Zeitfenster*: Die Entscheidung für die Größe der Zeitfenster hat sich mit 6 Minuten (theoretische Taktminute +/- 3 Minuten) an 10 % von einer Stunde orientiert. Generell bewegt sich diese Wahl jedoch zwischen einer Entscheidung für eine zu strenge

---

<sup>19</sup> Zwei angebotene Zugfahrten im selben Zeitfenster können z.B. eine unterschiedliche Anzahl an Zwischenhalten bis zum Zielbahnhof und entsprechend unterschiedliche Reisegeschwindigkeiten aufweisen (folglich zu unterschiedlichen Linien gehören), wodurch sich eine ungleiche Angebotsqualität begründet. Da für die Ermittlung des taktnahen Angebots jedoch nur berücksichtigt wird, ob im Zeitfenster eine Zugfahrt angeboten wird oder nicht, ist es für dieses Auswertungskriterium unerheblich, ob sich der Fahrgast in diesem Fall für den schnelleren oder langsameren Zug entscheiden würde.

oder für eine zu großzügige Auslegung einer „Taktnähe“. Während eine zu strenge Auslegung Fahrpläne, die aus subjektiver Fahrgastsicht noch immer eine hohe Regelmäßigkeit der Abfahrtszeiten aufweisen, nicht entsprechend erfasst, würde eine zu großzügige Festlegung die Gefahr bergen, stark variierenden Fahrplänen trotzdem noch ein hohes Ausmaß an Regelmäßigkeit zuzusprechen.

- ◆ *Mindestanzahl der Zugfahrten je Zeitfenster:* Der Literatur konnte keine übereinstimmende Festlegung einer Mindestanzahl an in definierten Zeitabständen verkehrenden Zugfahrten entnommen werden, um dem Kriterium eines Taktfahrplans gerecht zu werden. Die Entscheidung ist auf zumindest vier Zugfahrten gefallen, wodurch auch Fahrplanangebote mit geringen Zugzahlen und hohen Intervallen entsprechend berücksichtigt werden, falls eine Bündelung der Abfahrtsminuten gegeben ist.
- ◆ *Mindestzeitversatz der Zeitfenster:* Der Mindestzeitversatz stellt zum einen sicher, dass es nicht zu überlappenden Zeitfenstern und dadurch zu einer mehrfachen Zählung der taktnahen Zugfahrten kommt, zum anderen sollen versetzte Takte (z.B. stündlich abwechselnde Abfahrten zur Minute 10 und zur Minute 20) genauso erfasst werden können wie ein Angebot mit mehr als einem taktnahen Zeitfenster pro Stunde.
- ◆ *Zeitweise Angebotsverdichtung:* Der dritte Auswertungsschritt dient der Möglichkeit der Erfassung einer mit konstanten Minutenzeitfenstern gestalteten Angebotsverdichtung (z.B. während der Hauptverkehrszeit). Es fallen folglich nur Fahrplanangebote darunter, bei denen eine Verdichtung über mindestens drei Stunden ein zusätzliches Zeitfenster der Taktnähe begründet. In dieses Zeitfenster werden nur Zugfahrten aufgenommen, welche zusätzlich zu den zur jeweiligen Stunde bereits bedienten ersten und/oder zweiten Zeitfenstern angeboten werden. Die Mindestanforderung von drei Stunden kann sowohl in aufeinanderfolgenden Stunden als auch im Tagesverlauf verteilt (z.B. zu einer Frühspitze und einer Nachmittagsspitze) erfüllt werden. Für das Ergebnis der Auswertung hat dieses Kriterium beim vorliegenden Datenbestand jedoch eine vergleichsweise geringe Relevanz: Es fand lediglich bei 580 von 15.600 Fällen (3,7 %) Anwendung.
- ◆ *Zeitabstand zwischen Zugfahrten:* Bei den erläuterten Auswertungsschritten stellt der Zeitabstand zwischen zwei „taktnahen Zugfahrten“ kein Analysekriterium dar. Dadurch wird ermöglicht, dass mit demselben Kriterium sowohl Angebote im „Studentakt“ als auch Angebote im „Vierstudentakt“ erfasst werden. Zudem werden auch Fahrplangealtungen mit Betriebspausen (z.B. ohne Zugfahrten über die Mittagszeit) von dieser Kennzahl erfasst, solange die Verteilung der Abfahrtsminuten dem Auswertungskriterium entspricht. Eine Begrenzung der maximalen Zeitabstände erfolgt jedoch implizit über die festgelegte Mindestanzahl der Zugfahrten je Zeitfenster (s.o.).  
Während sich feste Zeitabstände eines Taktfahrplans in der Regel auf eine Linie beziehen, prüft die vorliegende Auswertung eine linienwegunabhängige „taktnahe“ Bedienung von OD-Relationen. Der Fokus der Auswertung bleibt somit das sich dem Fahrgast mit dem Beförderungswunsch entlang einer bestimmten Relation anbietende Fahrtenangebot, unabhängig von dem weiteren Fahrweg eines Zuges oder von der Anzahl der Linien, die diesem Beförderungswunsch nachkommen.

#### 4.3.3 Regelmäßigkeit der Reisezeit ( $\rho_{RZ}$ )

Die Regelmäßigkeit der Reisezeit  $\rho_{RZ}$  [-] einer OD-Relation liegt im Wertebereich  $W = [0; 1]$  und wird auf Grundlage des Gini-Koeffizienten ermittelt (vgl. Kapitel 3.3). Da dieser ein Maß für die *Ungleich*verteilung darstellt, wird er für die Erfassung der Regelmäßigkeit – interpretiert als Maß der *Gleich*verteilung der Reisezeiten – invertiert.  $\rho_{RZ}$  wird daher wie folgt berechnet:

für  $0 \leq n_Z \leq 1$ :  $\rho_{RZ} = 0$

für  $1 < n_Z$ : 
$$\rho_{RZ} = 1 - \left( \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^{n_Z} i \cdot t_{R,i}}{n_Z \cdot \sum_{i=1}^{n_Z} t_{R,i}} - \frac{n_Z+1}{n_Z} \right) \cdot \frac{n_Z}{n_Z-1}$$

Hierbei steht  $n_Z$  für die Anzahl der täglichen Zugfahrten entlang der OD-Relation und  $t_{R,i}$  für das  $i$ -te Element der aufsteigend sortierten Reisezeiten  $t_R$ . Hervorzuheben ist, dass erst ab zwei Zugfahrten ( $n_Z \geq 2$ ) entlang einer OD-Relation ein Regelmäßigkeitswert ermittelt wird, da bei weniger als zwei Zugfahrten keine *Regel* gegeben ist. Darüber hinaus würde in der angeführten Formel  $n_Z = 1$  und  $n_Z = 0$  zu einer Division durch Null führen. Für OD-Relationen mit keiner oder nur einer Zugfahrt pro Tag wird die Regelmäßigkeit der Reisezeit in den Eingangsgrößen der Clusteranalyse folglich mit 0 definiert.

#### 4.3.4 Reisegeschwindigkeiten ( $v_R$ )

Für jede Zugfahrt entlang einer OD-Relation ergibt sich die Reisegeschwindigkeit  $v_R$  [km/h] aus dem Verhältnis der Streckenlänge  $s_R$  [km] zur Reisezeit  $t_R$  [h] zwischen Abfahrt am Ursprungsort und Ankunft am Zielort:

$$v_R = \frac{s_R \text{ [km]}}{t_R \text{ [h]}}$$

Insbesondere bei kurzen OD-Relationen von zwei aufeinanderfolgenden Halten ergeben sich teilweise sehr hohe rechnerische Geschwindigkeiten (vgl. Abschnitt 10.5.3 im Anhang). Diese können sowohl durch die pauschale Annahme der Mindesthaltezeit von einer Minute und der daraus erfolgenden Rundung der Planzeiten des Betriebsablaufs auf ganze Minuten (vgl. Kapitel 4.2) als auch durch entsprechende Fehler in der Fahrplanerstellung begründet sein.

#### 4.3.5 Zugfolgezeiten ( $t_{ZF}$ )

Unter dem Kriterium der Zugfolgezeit  $t_{ZF}$  [min] werden die Abstände der jeweils aufeinanderfolgenden Abfahrtszeiten  $t_{n_Z,i}$  für jede OD-Relation im Tagesverlauf ermittelt:<sup>20</sup>

$$t_{ZF} = t_{n_Z,i+1} - t_{n_Z,i} \text{ [min]}$$

Das Ergebnis dieser Auswertung kann sich mit einem eventuell gegebenen Taktangebot überlappen (z.B. in Form von kontinuierlichen Zugfolgezeiten von 60 Minuten), ein gegebener Takt kann jedoch auch aufgrund von zwischen der Taktminute verkehrenden weiteren Zügen (eventuell anderer Linien) in geringeren Zugfolgezeiten resultieren. Unabhängig von einem taktnahen Angebot gibt die Bandbreite der Zugfolgezeiten Aufschluss über die Angebotsqualität hinsichtlich der Größenordnung der tageszeitlichen Variabilität der Zugfrequenz entlang einer OD-Relation.

<sup>20</sup> Mit dem Begriff der „Zugfolgezeit“ wird hier nicht eine Strecken-Zugfolgezeit von unmittelbar aufeinanderfolgenden Zügen an einem bestimmten Ort entlang der Gleise beschrieben, sondern die Zugfolgezeit des Fahrplanangebots für die Direktverbindung der jeweiligen OD-Relation. Die Auswertung erfolgt somit aus der Fahrgastperspektive statt aus jener der Infrastruktur.

### 4.3.6 Zeitlage des Angebots

Für die Auswertung der Zeitlage eines Angebots wird die Verteilung der Zugfahrten im Tagesverlauf sowohl in Abhängigkeit ihres Abfahrtszeitpunktes als auch von ihrer Ankunftszeit (und damit implizit von ihrer Reisegeschwindigkeit) herangezogen. Diese Analyse erfolgt jedoch nicht auf Basis einer einzelnen Kennzahl, sondern auf Grundlage der visuellen Darstellung des Fahrplanangebotes. Im Zuge der zeitlich-qualitativen Betrachtung dieser Visualisierung können tageszeitabhängige Charakteristika der Bedienung der jeweiligen Relation sowie deren Entwicklung entlang der Zeitreihe ausgewertet werden. Der Vorteil dieser Herangehensweise besteht insbesondere darin, dass keine Vorbestimmung einer zu untersuchenden Zeitlage (z.B. über die Prüfung des Bedienungsniveaus zwischen 6 Uhr und 9 Uhr) erfolgt, sondern dass über die Gesamtbetrachtung der zeitlichen Verteilung des Fahrtenangebotes Erkenntnisse über jede Angebotsdichte zu jeder Tageszeit gewonnen werden können. Neben der Information, ob eher ein angebots- oder ein bedarfsorientierter Fahrplan vorliegt, ermöglicht dies Rückschlüsse auf Betriebszeiten, auf eine tageszeitabhängige Häufung oder Ausdünnung des Angebotes sowie die Analyse der zeitlichen Verteilung von schnelleren und langsameren Fahrten.

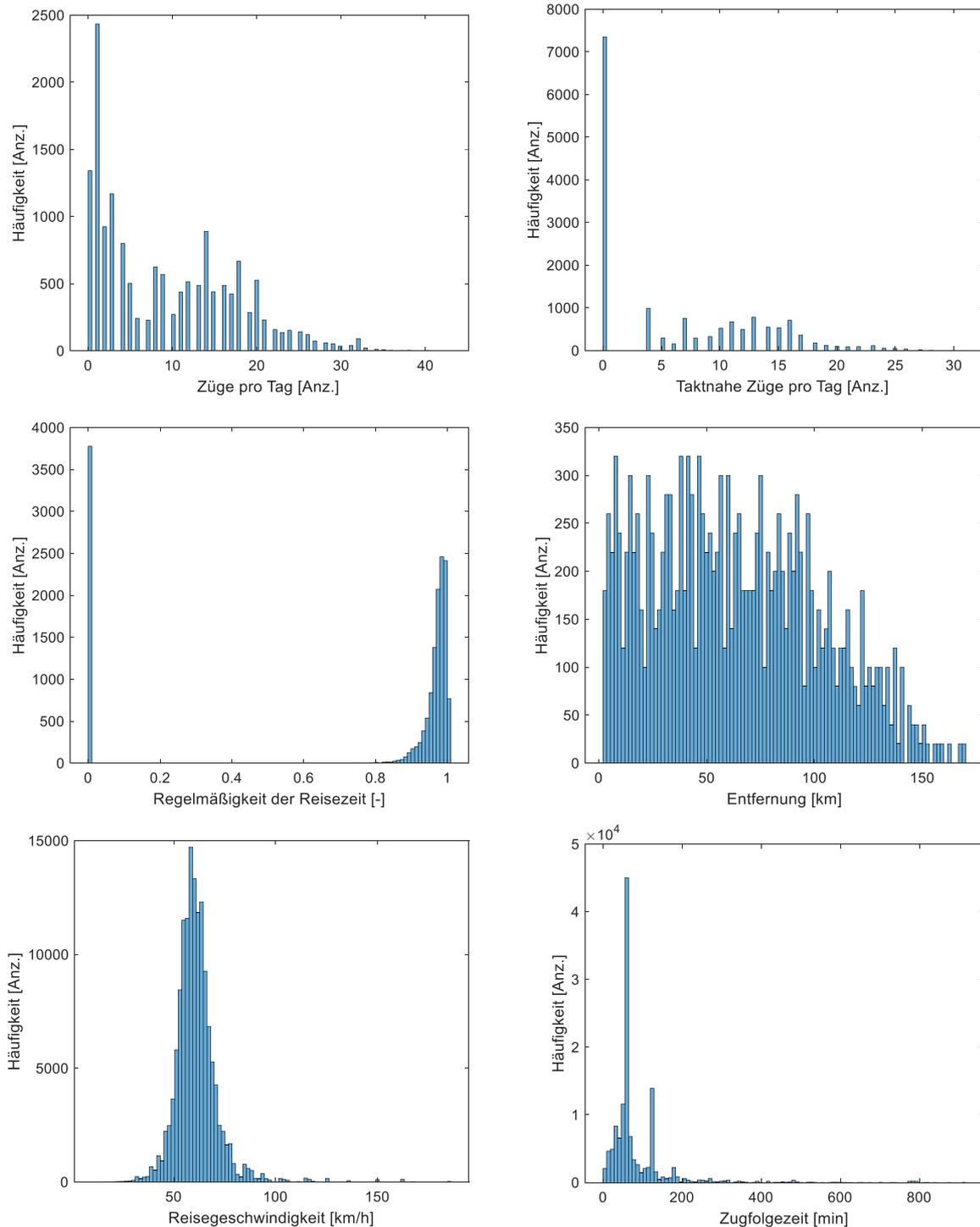
## 4.4 Allgemeine Stichprobenbeschreibung

Entlang der in die Analyse einfließenden Streckenabschnitte ergeben sich 1.560 OD-Relationen, welche bei zehn untersuchten Fahrplanjahren (vgl. Kapitel 2.4)  $n = 15.600$  Relationen im Datenbestand bilden. Die Entfernungen liegen dabei zwischen 2,1 km und 169,6 km (vgl. Tabelle 4.1) mit einem Mittelwert von 63,5 km und einer Standardabweichung von 38,5 km. Die am häufigsten vorkommende Entfernung liegt bei 12,6 km (0,5 % der Fälle).

Die OD-Relationen werden mit täglich mindestens 0 und höchstens 43 Zugfahrten bedient, wobei der Mittelwert bei 9,1 Fahrten mit einer Standardabweichung von 8,1 liegt. Der Modalwert (2.434 Elemente, 16 %) liegt bei 1 Zugfahrt (vgl. auch Abbildung 4.3). Die Anzahl der taktnahen Züge liegt zwischen 0 und 31 täglichen Fahrten, dabei nimmt der Mittelwert 6,2 Fahrten bei einer Standardabweichung von 6,9 Fahrten an. Die meisten Datenpunkte (7.349 Fälle, 47 %) haben 0 taktnahe Fahrten. Die Regelmäßigkeiten der Reisezeit liegen zwischen 0 und 1, wobei der Modus den Wert 0 annimmt (3.775 Fälle, 24 %). Der Mittelwert liegt dabei mit 0,736 deutlich niedriger als der Median mit 0,969.

	$n_Z$	$\rho_{RZ}$	$n_{TN}$	$s_R$	$v_R$	$t_Z$
	[Anz./Tag]	[-]	[Anz./Tag]	[km]	[km/h]	[min]
Minimum	0,0	0,000	0,0	2,1	10,6	2,0
Maximum	43,0	1,000	31,0	169,6	186,0	917,0
Median	8,0	0,969	4,0	59,9	60,0	60,0
Mittelwert	9,1	0,736	6,2	63,5	61,0	81,4
Standardabweichung	8,1	0,417	6,9	38,5	10,6	77,6
Modus	1,0	0,000	0,0	12,6	70,0	60,0

Tabelle 4.1: Eigenschaften der Stichprobe



**Abbildung 4.3:** Histogramme der Stichprobe; Häufigkeiten [Anz.] von  $n_Z$ ,  $n_{TN}$ ,  $\rho_{RZ}$ ,  $s_R$ ,  $v_R$  und  $t_{ZF}$

Bei den Reisegeschwindigkeiten liegen der Mittelwert (61 km/h) und der Median (60 km/h) sehr nahe beieinander. Die entsprechende Kompaktheit der Geschwindigkeitswerte wird durch die relativ geringe Standardabweichung von 10,6 km/h ebenfalls bestätigt. Das Minimum (10,6 km/h) ergibt sich durch Relationen mit langen Haltezeiten, welche die rechnerische Reisegeschwindigkeit herabsetzen. Das Maximum (186 km/h) ist dagegen für den vorliegenden Untersuchungsraum nicht realistisch und ein Ergebnis der Berechnung bei sehr kurzen Distanzen, bei denen die pauschale Annahme einer einminütigen Haltezeit zu einer starken

rechnerischen Geschwindigkeitserhöhung führen kann. Der Modalwert von 70 km/h wird von 0,4 % ( $n = 141.111$ ) der Reisen erreicht. Die Zugfolgezeiten liegen zwischen 2 Minuten und 15,3 Stunden, wobei der Median von 60 min zugleich auch der Modalwert ist und 16 % der Zugfolgezeiten ( $n = 128.454$ ) im Datensatz repräsentiert.

## 4.5 Fahrplananalyse mit höherem Aggregierungsgrad

### 4.5.1 Ziel der Auswertung

Das vordergründige Ziel der Fahrplananalyse auf höherem Aggregierungsgrad stellt das Erlangen allgemeiner Erkenntnisse über die Bedienungs- und Beförderungsqualität des Fahrtenangebots und seiner zeitlichen Entwicklung entlang der betrachteten Streckenabschnitte dar. Die Auswertung findet dabei stets auf der Ebene von OD-Relationen statt, deren Ergebnisse in OD-Matrizen, die den Streckenverlauf wiedergeben, zusammengefasst werden. Die allgemeinen, streckenbezogenen Aussagen sind dabei Ergebnis der Interpretation der Charakteristika von jährlich 1.560 ( $= n/10$ ) OD-Relationen. Diese werden auf Basis von ähnlichen Angebotseigenschaften in insgesamt sechs Gruppen zusammengefasst. Die Bildung dieser Gruppen basiert auf einer Clusteranalyse mit den Eingangsdaten der täglichen Zugfahrten  $n_Z$ , der täglichen taktnahen Zugfahrten  $n_{TN}$  sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit  $\rho_{RZ}$ .

### 4.5.2 Clusteranalyse

Die Clusteranalyse wurde mit dem vorrangigen Ziel der Gruppierung von OD-Relationen mit ähnlichen fahrplanbasierten Bedienungscharakteristika durchgeführt. Das Ziel ist somit die Interpretation des Bedienungsniveaus und seiner zeitlichen Entwicklung entlang der betrachteten Relationen. Nachdem eine Clusteranalyse keine absoluten, sondern nur relative Grenzen in Abhängigkeit des Verhältnisses der jeweils einfließenden Daten zueinander bestimmt, ist die Entscheidung für die Durchführung *einer* Clusteranalyse gefallen, in die sämtliche OD-Relationen über alle Fahrplanjahre eingehen. So wird sichergestellt, dass zeitlich konstante Grenzen zwischen den Clustern ein einheitliches Gruppierungsschema ergeben. Aufbauend auf dieses Ergebnis wird in einem zweiten Schritt, mit Blick auf das Ziel der Interpretation der Zeitreihe, die Clusterlösung in ihre Bestandteile der zehn untersuchten Fahrplanjahre unterteilt und somit eine Einzelbetrachtung der jeweiligen Jahre innerhalb der ermittelten Cluster vorgenommen.

#### 4.5.2.1 Eingangswerte

Für die Clusteranalyse mit dem K-Means-Verfahren wurde Matlab R2018b verwendet (vgl. Matlab-Code in Abschnitt 10.3). Die Eingangswerte stellen die mittels z-Transformation standardisierten Werte der täglichen Zugfahrten, der täglichen taktnahen Zugfahrten sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit für jeden der 15.600 Datenpunkte dar. Für die Berechnung im Rahmen der Clusterbildung wurden folgende Randbedingungen festgelegt (vgl. Abschnitt 3.4.2):

- ◆ Algorithmus zur Ermittlung der Startwerte der Clusterzentren: k-means++
- ◆ Proximitätsmaß: Quadrierte euklidische Distanz
- ◆ Iterationen pro Versuch: max. 100
- ◆ Neuberechnung der Clusterzentren nach jeder Objektzuordnung (nach MacQueen)
- ◆ Anzahl der Versuche je Clusterlösung: 2.000

		z-Faktorwert: $n_{ZF}$	z-Faktorwert: $\rho_{RZ}$	z-Faktorwert: $n_{TN}$
Korrelation	z-Faktorwert: $n_{ZF}$	1,000	,592	,945
	z-Faktorwert: $\rho_{RZ}$		1,000	,508
	z-Faktorwert: $n_{TN}$			1,000

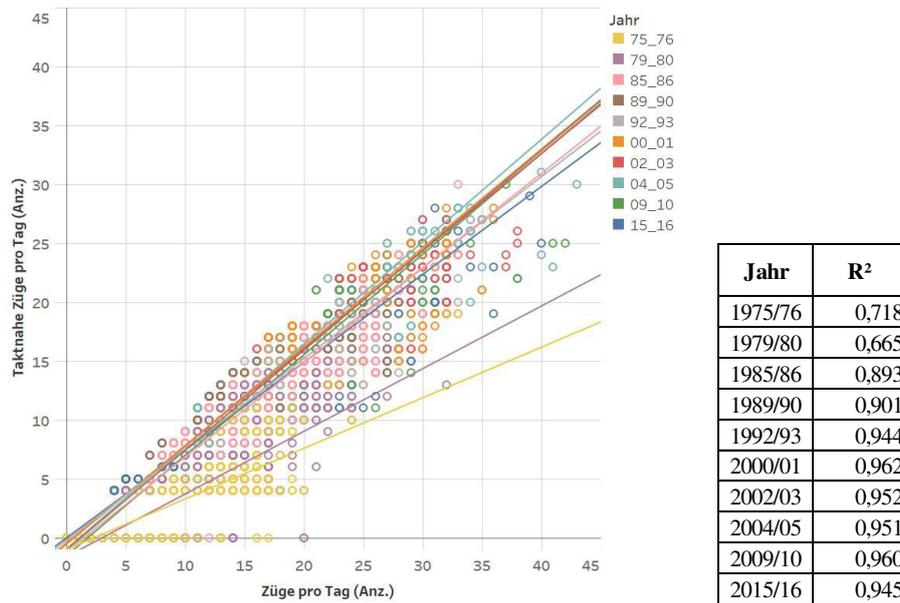
Tabelle 4.2: Korrelationsmatrix der Clustervariablen

Die Korrelationsmatrix der Eingangsgrößen (vgl. Tabelle 4.2) weist mit 0,945 – im Vergleich zu den weiteren Variablen – eine hohe positive Korrelation der taktnahen Zugfahrten mit der Gesamtzahl des Angebots auf. Auch wenn die Erfassung dieser Werte auf unterschiedliche Grundgedanken aufbaut, sind beide vom Ausmaß des Fahrplanangebots entlang der entsprechenden Relation abhängig.<sup>21</sup> Diese in die Clusteranalyse einfließende Korrelation bedingt eine Überbetonung der Zugzahlen bei der Clusterbildung, so dass eine von der Bedienungshäufigkeit abhängige Gruppenbildung zu erwarten ist.

Eine nach Fahrplanjahren differenzierende Auswertung des Zusammenhangs macht deutlich, dass das Korrelationsniveau dieser beiden Eingangsgrößen entlang der Zeit nicht konstant ist (vgl. Abbildung 4.4). Insbesondere zu Beginn der betrachteten Zeitreihe ergeben sich wesentlich geringere Bestimmtheitsmaße der linearen Regression, was in der Gesamtbetrachtung des Datensatzes auf eine zeitliche Entwicklung des Fahrplanangebots zu einem höheren Grad von taktnahen Zugfahrten hindeutet. Vor diesem Hintergrund erscheint die Clusteranalyse unter Beibehaltung der hohen positiven Korrelation zweier Eingangsgrößen als annehmbar, um in einer nach Fahrplanjahren erfolgenden Differenzierung der Ergebnisse die damit zusammenhängende zeitliche Entwicklung des Angebots entlang der gebildeten Gruppen zu analysieren. Die hohe Gewichtung der Zugzahlen bei der Clusterbildung wird dabei in Kauf genommen, insbesondere weil sich im Bedienungsniveau unterscheidende Gruppen dem Auswertungsziel nicht entgegenstehen.

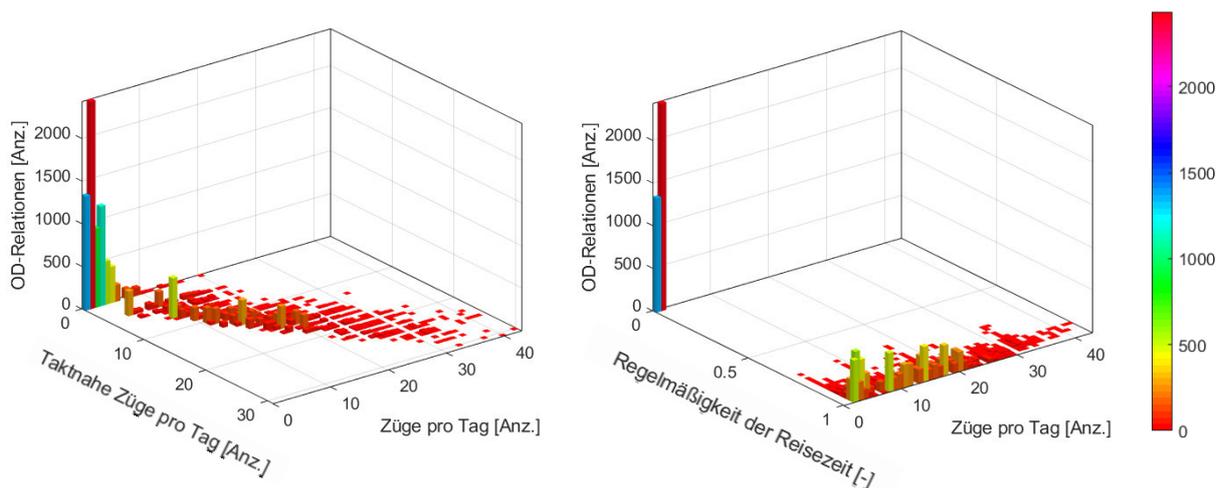
<sup>21</sup> Die Variable der taktnahen Züge stellt vordergründig ein von der *Verteilung* der Zugfahrten im Tagesverlauf abhängiges Maß dar. Im Zuge der drei Auswertungsschritte bei der Ermittlung dieser Größe wurden jedoch zugzahlabhängige untere Schwellen definiert, darüber hinaus stellt die Gesamtzahl an Zugfahrten die obere Grenze der taktnahen Zugfahrten dar. Dementsprechend ist eine Abhängigkeit der Zahl der taktnahen Zugfahrten von der Gesamtzahl der Zugfahrten dem Auswertungsdesign immanent. Eine solche Korrelation könnte durch eine Orthogonalisierung mittels der Mahalanobis-Distanz aus dem Datensatz eliminiert werden, jedoch würde dies zur Zerstörung der dem Datensatz eigenen Clusterstruktur führen (vgl. Bacher, Pöge & Wenzig 2010, S. 339ff.). Für den gegenständlichen Anwendungsfall wurde – auch aufgrund der in Zusammenhang mit Abbildung 4.4 gewonnenen Erkenntnisse – die Entscheidung für das Beibehalten der Korrelation getroffen.

Eine alternative Clusterlösung (vgl. Kapitel 10.4 im Anhang) mit dem *Anteil statt der Anzahl* der taktnahen Zugfahrten (d.h. Anzahl taktnaher Zugfahrten geteilt durch die Gesamtzahl der Zugfahrten je OD-Relation) als Eingangswert wurde in Erwägung gezogen und geht mit einem niedrigeren Korrelationswert einher. In der Gesamtbetrachtung der Auswertung und Interpretation des Beförderungsangebots hat sich diese Lösung jedoch als weniger geeignet erwiesen: Während das Beförderungsniveau in seinen Grundzügen annähernd gleich geclustert wird, ist entlang der Streckenbetrachtung eine weniger gute Nivellierung der Entwicklungstendenzen gegeben.



**Abbildung 4.4:** Korrelation der taktnahen Zugfahrten und des Gesamtangebots; n=15.600; aufgeteilt nach Fahrplanjahren

Ergänzend zu Abbildung 4.4 sei festgehalten, dass aus der flächenmäßigen Ausdehnung der Datenpunkte im Diagramm nicht auf ihre Dichte geschlossen werden kann. Abbildung 4.5 baut auf die Stichprobenbeschreibung in Abbildung 4.3 auf und macht diesbezüglich deutlich, dass eine Konzentration der Datenpunkte bei allen drei Variablen im niedrigen Bereich rund um den Wert 0 vorliegt.



**Abbildung 4.5:** Dichte der Datenpunkte; taktnahe Züge relativ zum Gesamtangebot (li.) und Regelmäßigkeit der Reisezeit relativ zum Gesamtangebot (re.)

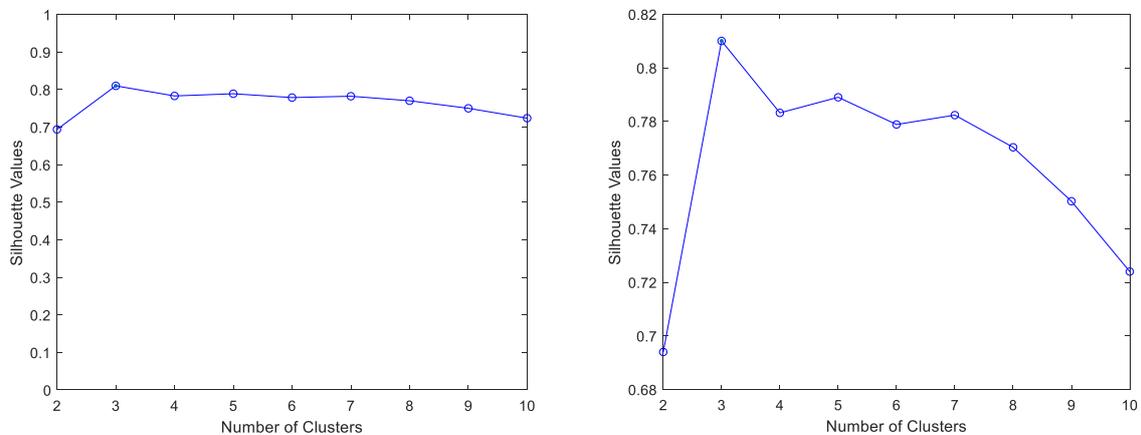
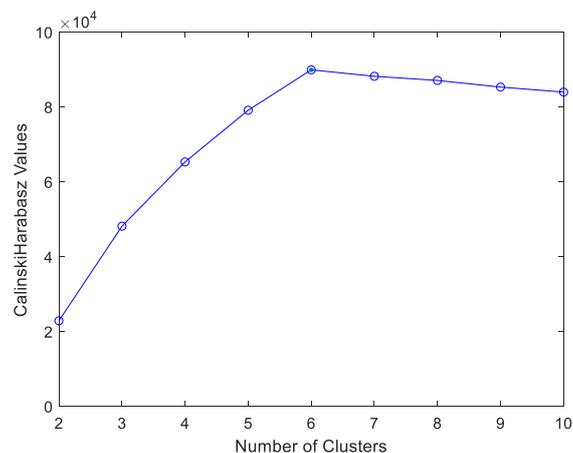
#### 4.5.2.2 Clustervalidierung

Zur Ermittlung der optimalen Clusterzahl wurden beide im Abschnitt zur Clustervalidierung (3.4.2.3) erläuterten statistischen Methoden herangezogen. Sowohl für den Silhouette-Koeffizienten als auch für das Calinski-Harabasz-Kriterium wurden die Berechnungen für Clusterlösungen mit zwei bis zehn Clustern, jeweils nach den in Abschnitt 4.5.2.1 beschriebenen Berechnungskriterien, vorgenommen (vgl. Tabelle 4.3).

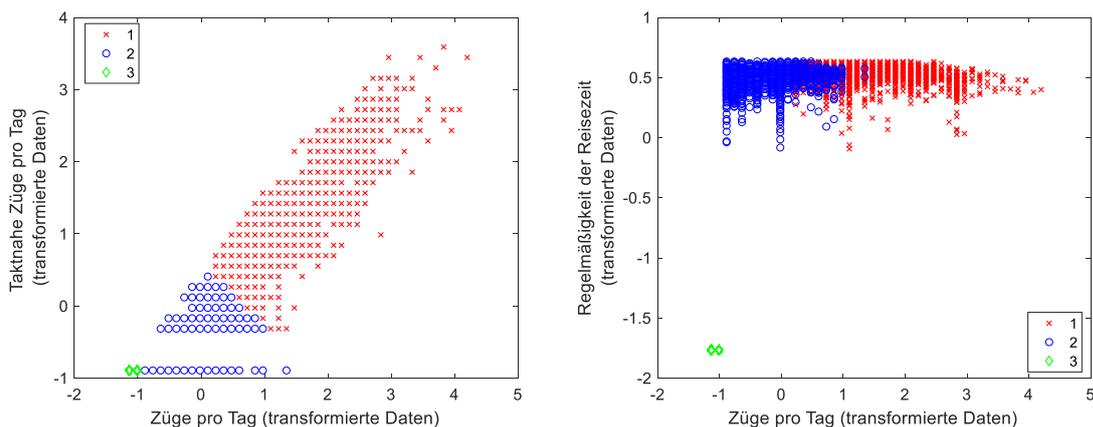
Clusterzahl	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calinski-Harabasz-Werte	2,29E+04	4,81E+04	6,53E+04	7,91E+04	8,99E+04	8,82E+04	8,71E+04	8,53E+04	8,40E+04
Silhouette-Werte	0,694	0,810	0,783	0,789	0,779	0,782	0,770	0,750	0,724

Tabelle 4.3: Wertetabelle der Clustervalidierung

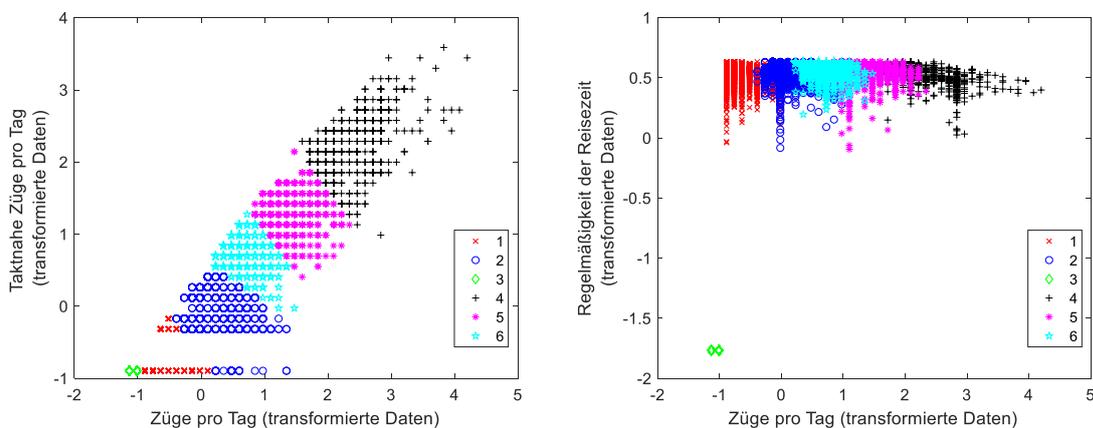
Die ermittelten Silhouette-Koeffizienten liegen zwischen etwa 0,7 und 0,8 (vgl. auch Abbildung 4.6). Die jeweiligen Clusterlösungen können folglich als den Datensatz relativ gut strukturierende Lösungen angesehen werden. Insgesamt zeigt sich nur eine geringe Schwankung zwischen den einzelnen Werten, wobei das Maximum – die bei einer Entscheidung nach dem Silhouette-Koeffizienten nahegelegte „beste“ Clusterlösung – mit 0,81 bei  $K=3$  erreicht wird. Mit Ergebnissen von 0,779 bis 0,789 unterscheiden sich die Lösungen mit 4, 5, 6 oder 7 Clustern jedoch nur unwesentlich von der 3-Cluster-Lösung. Aus der Calinski-Harabasz-Statistik (vgl. Abbildung 4.7) lassen sich zunächst stetig steigende Werte ablesen, welche bei 6 Clustern ihr Maximum erreichen, bevor sie bei einer zunehmenden Clusteranzahl wieder leicht sinken. Nach dem Calinski-Harabasz-Kriterium wird folglich eine Lösung mit sechs Clustern als „optimal“ vorgeschlagen.

Abbildung 4.6: Silhouette-Koeffizienten der Clusterlösungen mit  $K=2$  bis 10 Clustern; verschiedene Skalen der OrdinateAbbildung 4.7: Calinski-Harabasz-Statistik der Clusterlösungen mit  $K=2$  bis 10 Clustern

Für die beiden untersuchten Kriterien wurden mit drei bzw. sechs Clustern unterschiedliche Ergebnisse erzielt. Die jeweiligen Lösungen würden die in Abbildung 4.8 bzw. Abbildung 4.9 dargestellten Gruppenbildungen ergeben, bei denen die erwartete, relativ hohe Abhängigkeit der Cluster vom Gesamtangebot der Zugfahrten deutlich wird. Bei der 3-Cluster-Lösung (vgl. Abbildung 4.8) entsteht ein sehr heterogenes Cluster (rot), mit dem eine hohe Bandbreite an Bedienungsniveaus abgedeckt wird. Eine Clusterlösung mit einem so hohen Grad an Informationsverdichtung kann jedoch mit einer erschwerten Differenzierung bei der Interpretation der Ergebnisse einhergehen. Da die 6-Cluster-Lösung nach dem Calinski-Harabasz-Kriterium in beiden gegenübergestellten Darstellungen zu einer feineren Unterteilung des Datensatzes mit einer besseren Trennschärfe – insbesondere bei den höheren Niveaus der Eingangsgrößen – führt, ist die Entscheidung für die Clusteranalyse mit  $K=6$  gefallen.



**Abbildung 4.8:** Beste Clusterlösung nach dem Silhouette-Koeffizienten;  $K=3$ ; Taktnahe Zugfahrten im Verhältnis zum Gesamtangebot (li.), Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zum Gesamtangebot (re.); Standardisierte Daten



**Abbildung 4.9:** Beste Clusterlösung nach dem Calinski-Harabasz-Kriterium;  $K=6$ ; Taktnahe Zugfahrten im Verhältnis zum Gesamtangebot (li.), Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zum Gesamtangebot (re.); Standardisierte Daten

Insgesamt bestätigt sich beim Vergleich der beiden Ergebnisse die Tendenz des Silhouette-Koeffizienten, bei einer gegebenen Sub-Cluster-Struktur eine Vereinigung von Clustern vorzunehmen und dadurch zu niedrige Clusterzahlen für eine optimale Clusterlösung zu bestimmen (vgl. Abschnitt 3.4.2.3). Zugleich profitiert die Anwendung des Calinski-Harabasz-Kriteriums

von durch den K-Means-Algorithmus gebildeten kugelförmigen Clustern bei einem Datensatz, der zugleich relativ wenig Rauschen aufweist. Lediglich im schwarzen Cluster in Abbildung 4.9 (li.) lässt sich eine geringere Kompaktheit der Datenpunkte erkennen.

#### 4.6 Fahrplananalyse mit höherem Detaillierungsgrad

Die in Abschnitt 4.5 erläuterte Auswertung geht mit einer relativ hohen Informationsverdichtung einher. Als multivariate Analyse berücksichtigt sie zwar drei Kenngrößen der Angebotsqualität, die daraus ableitbaren generellen Clustereigenschaften geben jedoch noch keine umfangreiche Auskunft über das Angebot entlang einer bestimmten Relation. Daher soll – aufbauend auf die Clusteranalyse – eine Untersuchung exemplarischer Relationen mit höherem Detaillierungsgrad erfolgen. Bei dieser wird die Entwicklung der Variablen der Clusteranalyse zunächst genauer untersucht und die Auswertung anschließend um die Kennzahlen der Reisegeschwindigkeit  $v_R$ , der Zugfolgezeiten  $t_{ZF}$  sowie der qualitativen Betrachtung der Zeitlage des Angebots ergänzt.

Zusätzlich zu den Direktverbindungen zwischen den größeren Städten (Ljubljana – Maribor, Ljubljana – Zagreb, Maribor – Zagreb und Maribor – Celje) werden Ljubljana – Kresnice, als Beispiel für eine kurze Relation, die nur von überall haltenden Zügen bedient wird und Teil des Ballungsraumes Ljubljana ist, und Ljubljana – Zidani Most, als Relation zwischen der Hauptstadt und der für Umsteigeverbindungen relevanten Haltestelle am Kreuzungspunkt der Nord-Süd- und West-Ost-Achse, ausgewählt.

#### 4.7 Symbolerläuterung

Bei der nachfolgenden Darstellung der Ergebnisse wird auf unterschiedliche Formen der Visualisierung zugegriffen. Um über einen Mittelwert hinaus auch die einen hohen Informationsgehalt bietende Bandbreite der Werte einer Kennzahl wiederzugeben, wird dabei mehrfach die Darstellungsform mittels Box-Plot-Diagrammen gewählt. Für die leichtere Interpretierbarkeit der Ergebnisse wird einheitlich die in Abbildung 4.10 definierte Symbolik verwendet. Obwohl das arithmetische Mittel von Ausreißern beeinflusst ist und somit kein robustes Lagemaß darstellt, wird es in die Darstellung aufgenommen. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass der Mittelwert, als Zentrum eines Clusters, ein charakteristisches Maß der Clusteranalyse mit dem K-Means-Algorithmus darstellt und folglich als Bestandteil der Ergebnisinterpretation herangezogen wird.

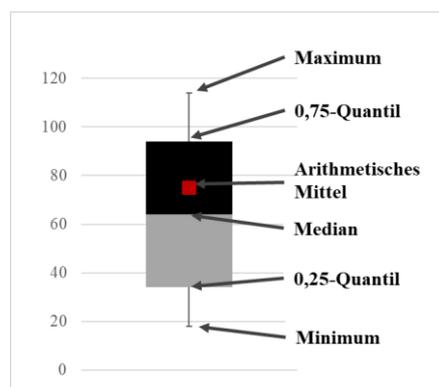


Abbildung 4.10: Legende der Box-Plot-Darstellungen

## 5 Ergebnisse der Fahrplananalyse mit höherem Aggregierungsgrad

### 5.1 Allgemeine Erkenntnisse

Bereits vor der Durchführung der Clusteranalyse lassen sich anhand der OD-Matrizen der täglichen Zugfahrten sowie der Reisegeschwindigkeiten (vgl. Abschnitt 10.5.2 bzw. 10.5.3 im Anhang) einzelne Charakteristika der Angebotsgestaltung und ihrer Entwicklung im Laufe der Zeitreihe erkennen. Daher soll zunächst eine allgemeine, streckenbezogene Betrachtung erfolgen, welche lediglich auf der Anzahl der täglichen Zugfahrten bzw. die ermittelten Geschwindigkeiten basiert und keine weiteren Kennzahlen einschließt. Im Anschluss daran wird auf die Eigenschaften der im Zuge des Clustering-Verfahrens gebildeten Gruppen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse eingegangen.

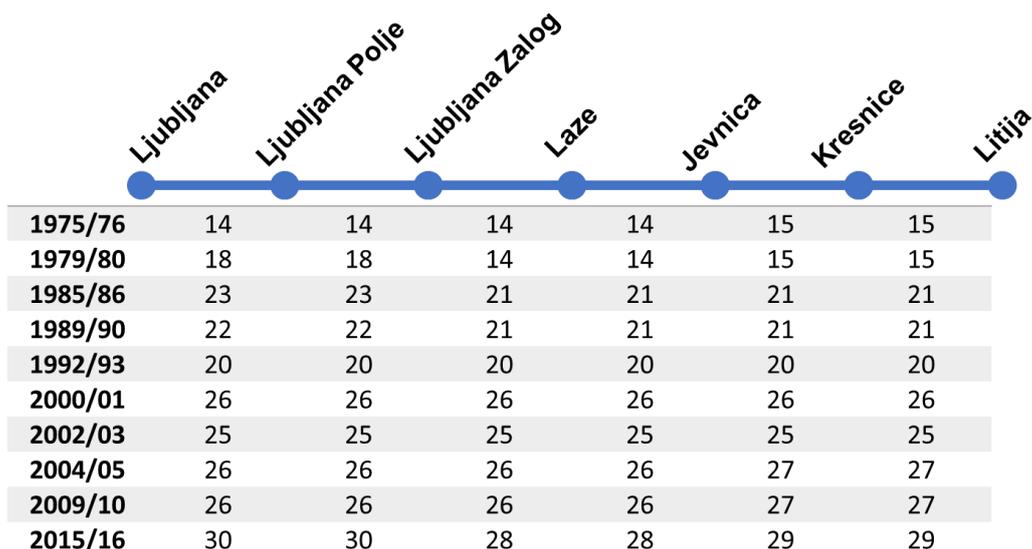
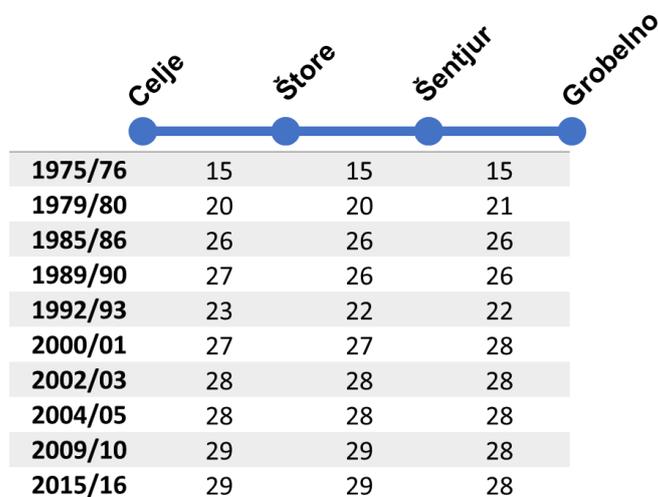
#### 5.1.1 Strecke Ljubljana – Maribor

Sowohl zu Beginn als auch zum Ende der betrachteten Zeitreihe wird deutlich, dass die Durchbindung der alle Halte bedienenden Züge über Zidani Most hinaus vergleichsweise selten stattfindet. Die Planungsperspektive der Fahrpläne sieht folglich das Gleisdreieck in Zidani Most im Allgemeinen als Umsteigeknoten vor. Von dieser Fahrplangestaltung wurde in den Jahren 1985/86, 1989/90 und 1992/93 mit einem durchgebundenen Angebot von etwa acht bis elf überall haltenden Zügen abgewichen, bis der Fokus im Fahrplanjahr 2000/01 wieder auf dem Angebot einer Umsteigeverbindung lag und mit Senkung der durchgebundenen Zugfahrten, die alle Halte bedienen, auf ein tägliches Angebot einherging. Ab dem Jahr 2004/05 ist in der Fahrtrichtung von Ljubljana nach Maribor das Angebot mit etwa drei bis vier Zügen wieder auf das Niveau der 1970er Jahre gehoben worden, während in der Gegenrichtung eine überall haltende Direktverbindung pro Tag beibehalten wurde.

Allgemein lässt sich daher die Zweiteilung der Strecke auf die Abschnitte zwischen Ljubljana und Zidani Most (ca. 64 km) sowie zwischen Zidani Most und Maribor (ca. 92 km) über die Zeitreihe hindurch feststellen. Innerhalb dieser Streckenabschnitte findet bis zum Fahrplan von 2000/01 jeweils eine Steigerung der Zugzahlen statt, welche in den weiteren Jahren bis 2015/16 nur noch wenigen Änderungen unterliegen. Darüber hinaus entwickeln sich innerhalb der beiden Abschnitte weitere Regionen mit einer erhöhten Zugfrequenz von – je nach Jahr – bis zu etwa 25-30 überall haltenden Zügen pro Tag. Zu diesen gehört der 31 km lange Abschnitt zwischen Ljubljana und Litija (vgl. Abbildung 5.1), die 14 km lange Strecke zwischen Celje und Grobelno (vgl. Abbildung 5.2) sowie die 33 km zwischen Poljčane und Maribor (vgl. Abbildung 5.3).<sup>22</sup> Diese Entwicklung kann bis zum Fahrplanjahr 2000/01 ebenfalls als weitgehend abgeschlossen betrachtet werden und unterliegt im weiteren Verlauf der Zeitreihe nur noch geringen Änderungen.

---

<sup>22</sup> Die Zugzahlen in Abbildung 5.1 bis Abbildung 5.3 stellen die Anzahl der Fahrten der OD-Relation der einer Zahl unmittelbar vorausgehenden Quelle und dem ihr folgenden Ziel dar. Die erste Zahl „14“ in Abbildung 5.1 steht somit für 14 tägliche Zugfahrten zwischen Ljubljana und Ljubljana Polje im Fahrplanjahr 1975/76.

Abbildung 5.1: Entwicklung der Zugzahlen  $n_z$  im Ballungsraum Ljubljana (Werte in Fahrtrichtung Litija)Abbildung 5.2: Entwicklung der Zugzahlen  $n_z$  im Ballungsraum Celje (Werte in Fahrtrichtung Grobelno)Abbildung 5.3: Entwicklung der Zugzahlen  $n_z$  im Ballungsraum Maribor (Werte in Fahrtrichtung Maribor)

Der im Vergleich zum restlichen Streckenabschnitt bis Zidani Most mit höheren Zugzahlen bediente Linienweg zwischen Ljubljana und Litija hob sich erst im Fahrplanjahr 1985/86 mit einem um zwei Fahrten höheren Angebot hervor. Ab 1992/93 fand die Abgrenzung der Bedienungshäufigkeit durch die Reduktion der Linienlängen statt der Zugzahlerhöhung statt. Erst in den weiteren Fahrplanjahren wurden die von Ljubljana bis Zidani Most fahrenden und alle Halte bedienenden Züge erneut auf den Stand der 1980er Jahre mit etwa 21-22 pro Tag erhöht. Ebenfalls ab 1992/93 wurden auch die täglichen Zugzahlen zwischen Ljubljana und Litija schrittweise von etwa 20 auf bis zu 29 Fahrten erhöht. Im Abschnitt Celje – Grobelno hob sich das höhere Binnenangebot bereits im Fahrplan von 1975/76 mit etwa 15 Fahrten im Vergleich zu 9 überall haltenden Zügen auf dem restlichen Linienweg im nördlichen Streckenabschnitt hervor, welches sich bis zum Ende der Zeitreihe etwa verdoppelt. Auf den Abschnitt Poljčane – Maribor traf dies bis zum Fahrplan 1992/93 jedoch zunächst nur auf den um zwei Halte (14 km) kürzeren Linienweg zwischen Pragersko und Maribor zu, bevor eine im Fahrplan 2000/01 erkennbare Verlängerung bis Poljčane umgesetzt wurde.

Die Zweiteilung der Strecke wird auch bei der Betrachtung der Reisegeschwindigkeiten deutlich (vgl. Abschnitt 10.5.3.1). Aufgrund ihrer Haltezeit in Zidani Most weisen Zugfahrten, die zwischen den beiden Abschnitten durchgebunden sind, einen deutlichen Abfall der mittleren Reisegeschwindigkeiten um bis zu 20 km/h bei über diesen Umsteigeknoten hinausgehenden OD-Relationen auf.<sup>23</sup> Allgemein betrachtet werden jedoch innerhalb der beiden Streckenabschnitte die Quell-Ziel-Verbindungen mit mittleren Reisegeschwindigkeiten zwischen 55 km/h und 65 km/h bedient, wobei entlang der Zeitreihe eine leicht steigende Tendenz auf etwa 65-70 km/h festzustellen ist. Auf OD-Relationen zwischen den größeren Städten (z.B. Ljubljana, Celje, Maribor) sowie zum Umsteigeknoten Zidani Most zeichnen sich ab 2000/01 höhere mittlere Geschwindigkeiten im Vergleich zum weiteren Angebot im selben Fahrplanjahr ab. Diese können insbesondere durch die höheren Reisegeschwindigkeiten nicht überall haltender Züge erklärt werden. Während ihr Effekt auf die Erhöhung der mittleren Reisegeschwindigkeit bis zur Jahrtausendwende bei etwa 3-5 km/h lag, erreichte er ab 2000/01 teilweise bis zu 15-20 km/h.

Für eine exemplarische Darstellung der Entwicklung der Durchbindung der Zugfahrten über Zidani Most hinaus sei auf Abbildung 5.4 verwiesen. Diese fasst das Fahrtenangebot mit dem Abfahrtsbahnhof Ljubljana und allen Zielbahnhöfen entlang der Strecke bis Maribor zusammen. Deutlich wird hierbei das relativ hohe Angebot zwischen Ljubljana und Zidani Most, das an diesem Gleisdreieck sprunghaft sinkt. Ebenfalls lässt sich hierbei der beschriebene zeitliche Verlauf der Anzahl an durchgebundenen Zugfahrten nachvollziehen. Höhere durchgebundene Angebote an die Zielhaltestellen Celje, Poljčane, Pragersko und Maribor lassen sich durch nicht überall haltende Fernverkehrszüge erklären.

---

<sup>23</sup> Besonders anschaulich ist der Effekt beispielsweise in den Jahren 2002/03 und 2004/05 auf Seite 131. Die geschwindigkeitsreduzierende Wirkung der langen Haltezeit an einem Haltepunkt ist bei einer Zielverbindung unmittelbar hinter diesem am größten und wird mit zunehmender Distanz geringer.

	1975/76	1979/80	1985/86	1989/90	1992/93	2000/01	2002/03	2004/05	2009/10	2015/16
Ljubljana	14	18	23	22	20	26	25	26	26	30
Ljubljana Polje	16	20	24	23	21	26	26	27	27	31
Ljubljana Zalog	14	14	21	21	20	26	25	26	26	28
Laze	14	15	21	21	20	26	25	27	27	29
Devnica	14	15	21	21	20	26	25	27	27	29
Kresnice	15	15	21	21	20	26	25	27	27	29
Litija	16	17	22	22	22	32	30	30	30	36
Sava	16	14	19	19	16	21	20	21	22	22
Zagorje	15	15	20	20	18	25	27	27	26	30
Trbovlje	18	22	25	25	28	27	29	29	28	31
Hrastnik	15	17	20	20	17	24	22	22	23	24
Zidani Most	32	33	33	30	33	36	38	41	41	38
Rimske Toplice	6	8	10	10	8	1	1	3	3	4
Laško	6	8	10	10	8	4	5	8	8	10
Celje	9	14	14	14	17	14	14	16	15	15
Store	4	4	9	9	8	1	1	3	3	4
Šentjur	4	5	9	9	8	3	3	4	4	5
Grobelno	4	6	9	9	8	1	1	3	3	4
Ponikva	4	6	9	9	8	1	1	3	3	4
Ostrožno	4	6	0	8	8	1	1	3	3	4
Dolga Gora	0	0	9	9	8	1	1	3	3	4
Poljčane	7	8	10	10	8	4	6	6	7	9
Slovenska Bistrica	4	5	9	9	8	1	1	3	3	4
Pragersko	9	12	12	12	17	8	11	15	15	15
Rače	4	6	9	9	8	1	1	3	3	4
Orehova vas	4	6	9	9	8	1	1	3	3	4
Hoče	4	6	9	9	8	1	1	3	3	4
Maribor Tezno	4	6	9	9	8	1	1	3	3	4
Maribor	9	12	13	13	16	13	11	14	13	13

Abbildung 5.4: Entwicklung der Direktverbindungen n<sub>z</sub> mit Abfahrtsbahnhof Ljubljana und allen Zielbahnhöfen entlang der Strecke Ljubljana – Maribor im Zeitverlauf

### 5.1.2 Strecke Ljubljana – Zagreb

Bei der Streckenbetrachtung von Ljubljana bis Zagreb wird die grundsätzliche Zweiteilung der Linienlängen in Zidani Most erneut erkennbar (vgl. beispielhaft auch Abbildung 5.5). Allgemein besteht jedoch ein deutlich höherer Durchbindungsanteil der alle Halte bedienenden Züge über Zidani Most hinaus, als dies in Richtung Maribor der Fall ist. Bis zum Ende der 1980er Jahre wird eine zweistufige Gestaltung dieser überall haltenden Direktverbindungen erkennbar, wobei etwa 7-9 tägliche Züge zwischen Ljubljana und Sevnica verkehren und davon etwa fünf Züge bis zur Grenze in Dobova geleitet werden. Im Fahrplanjahr 1992/93 lässt sich eine deutliche Reduktion dieser durchgebundenen Züge auf zwei bzw. eine Zugfahrt erkennen, wobei östlich von Sevnica in Fahrtrichtung Ljubljana keine Durchbindung von Regionalzügen mehr erfolgte. Ab dem Fahrplan 2000/01 ist mit 13-15 Zügen zwischen Ljubljana und Sevnica, davon 11-12 durchgehend bis Dobova verkehrend, wieder eine deutliche Angebotsausweitung erkennbar.

Entlang der Verbindung von Zidani Most bis Dobova ist mit etwa 13 bis 17 Zugfahrten in der gesamten Zeitreihe ein relativ konstantes Angebot von überall haltenden Zügen gegeben. Während dieses Niveau bis zum Fahrplanjahr 1992/93 mit diesem Abschnitt entsprechenden Linienlängen realisiert wurde, ist ab dem Fahrplan 2000/01 die Linienführung bis Ljubljana ersichtlich. Über die Grenze in Dobova hinaus lässt sich ab dem Fahrplan von 1992/93 eine Ausdünnung des durchgebundenen Angebots erkennen, bei dem nur noch von wenigen Abfahrtsbahnhöfen Direktverbindungen bestehen und die Relation bis Zagreb im Wesentlichen auf eine Umsteige Verbindung über Dobova reduziert wird. Die entsprechende Verbindung zwischen Dobova und Zagreb unterliegt zeitlich jedoch einer relativ großen Schwankung zwischen 14 und 28 täglichen Zügen, bis sie ab 2009/10 zunächst auf 8-9 und 2015/16 auf 6 Zugfahrten reduziert wird.

Auch innerhalb des östlichen Streckenabschnitts ist entlang aller Fahrplanjahre ein mit höheren Zugzahlen bedienter Nahbereich zwischen Zidani Most und Sevnica erkennbar. Dieser Abschnitt wird durchgehend mit täglich etwa zwei bis fünf zusätzlichen Fahrten (im Vergleich zu den bis Dobova verkehrenden und überall haltenden Zügen) bedient und weist zwischen 1975/76 und 2015/16 eine Angebotserhöhung von insgesamt 16 auf 19 Fahrten auf.

Bei den mittleren Reisegeschwindigkeiten ergibt sich ein zu der Betrachtung des Abschnitts Ljubljana – Maribor analoges Bild. Der Umsteigeknoten in Zidani Most trägt bei den durchgebundenen Zugfahrten aufgrund einer mehrminütigen Haltezeit zu einer Geschwindigkeitsverringerung bei, wodurch bei einer unmittelbar auf Zidani Most folgenden Zielhaltestelle auch Reisegeschwindigkeiten von weniger als 35 km/h erreicht werden. Bei einer zweigeteilten Betrachtung der westlichen und östlichen Abschnitte zeigen sich entlang der Zeitreihe steigende mittlere Geschwindigkeiten von etwa 55-60 km/h auf 65-70 km/h, wobei OD-Relationen, die auch von nicht überall haltenden Zügen bedient werden, durchgehend nur um etwa 2-5 km/h höhere Werte aufweisen als jene, auf denen eine Beförderung nur von überall haltenden Zügen angeboten wird.

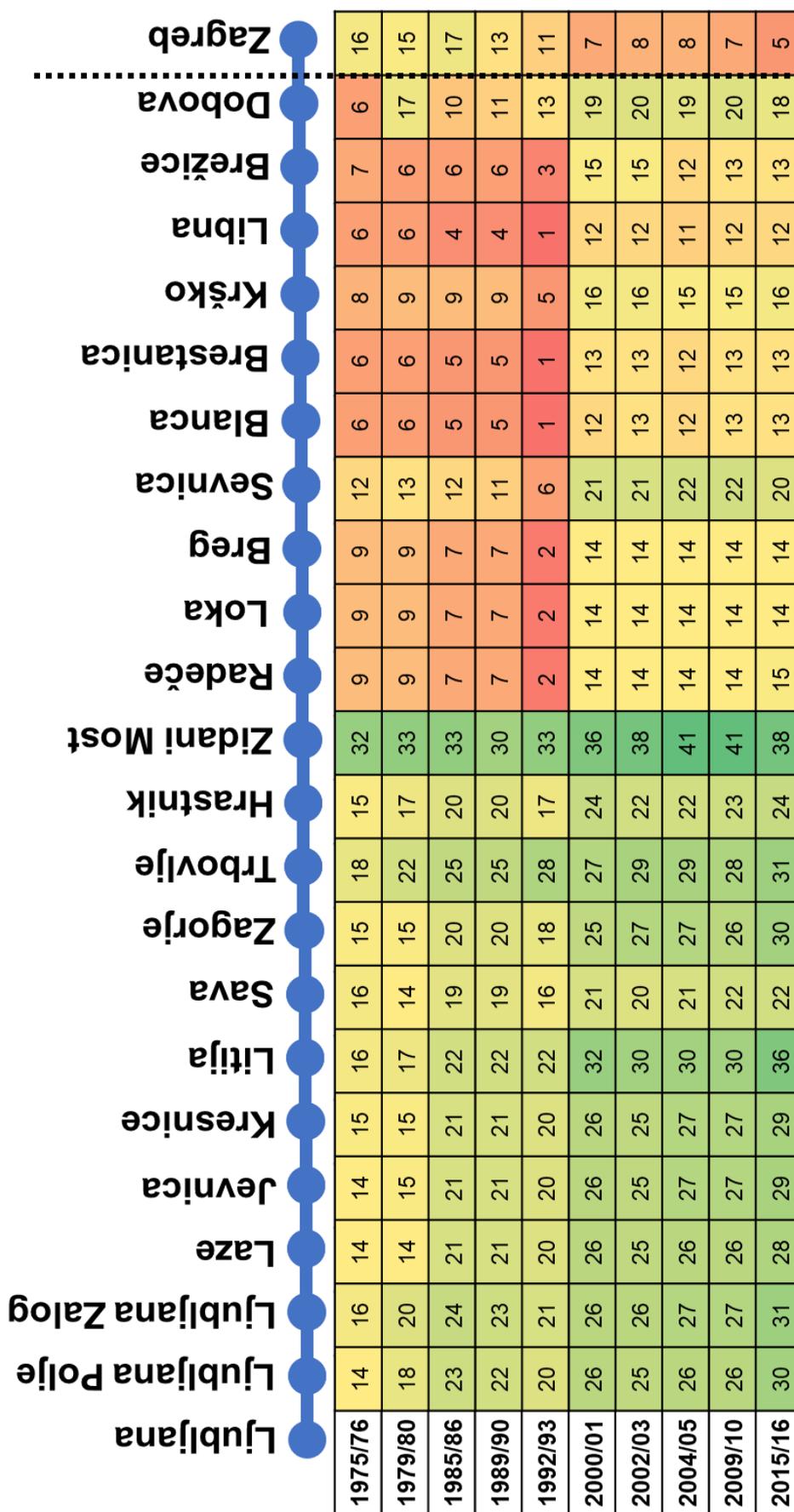


Abbildung 5.5: Entwicklung der Direktverbindungen  $n_z$  mit Abfahrtsbahnhof Ljubljana und allen Zielbahnhöfen entlang der Strecke Ljubljana – Zagreb im Zeitverlauf

### 5.1.3 Strecke Maribor – Zagreb

Nachdem in den beiden vorangegangenen Unterkapiteln die einzelnen Streckenabschnitte zwischen Maribor und Zidani Most bzw. zwischen Zidani Most und Zagreb bereits beleuchtet wurden, wird an dieser Stelle lediglich auf die Frage nach der Entwicklung des Angebots auf Relationen, die über den Knoten in Zidani Most hinaus verlaufen, näher eingegangen.

In südlicher Fahrtrichtung zeigt sich zu Beginn der Zeitreihe ein Angebot mit zwei bis drei durchgebundenen und alle Halte bedienenden Zugfahrten pro Tag, das in den 1980er Jahren auf eine Fahrt reduziert wurde (vgl. auch Abbildung 5.6). Ab 1992/93 wird in südlicher Fahrtrichtung keine solche Direktverbindung mehr vorgesehen und lediglich der Fernverkehr nach Dobova und Zagreb angeboten. Der alle Halte bedienende Regionalverkehr wird im Fahrplanjahr 2000/01 mit zunächst einer Fahrt wieder aufgenommen. Im weiteren Verlauf der Zeitreihe wird das Angebot schrittweise gesteigert und erreicht 2015/16 vier tägliche Fahrten im Regionalverkehr, die die beiden Streckenabschnitte nördlich bzw. östlich von Zidani Most ohne Umsteigernotwendigkeit verbinden.

In nördlicher Fahrtrichtung wird ein leicht abweichendes Bild deutlich. Während in den 1970er Jahren eine Angebotsausweitung der durchgebundenen und überall haltenden Regionalzüge von einer Fahrt auf drei Fahrten erfolgte, wurde dieses Angebot Ende der 1980er Jahre reduziert und war im Fahrplan von 2000/01 nicht mehr enthalten. Erst im Jahr 2009/10 wurde wieder eine entsprechende tägliche Zugfahrt vorgesehen, welche im Fahrplan von 2015/16 beibehalten wurde.

Die mittleren Reisegeschwindigkeiten der durchgebundenen Züge weisen auch aus dieser Perspektive der Linienführung aufgrund der Haltezeiten in Zidani Most relativ niedrige Werte auf. Bei längeren Distanzen steigen sie entlang der Zeitreihe von etwa 50-55 km/h auf 55-60 km/h, bei kürzeren Entfernungen sind dagegen dauerhaft Werte von etwa 35 km/h bis 45 km/h gegeben.

	1975/76	1979/80	1985/86	1989/90	1992/93	2000/01	2002/03	2004/05	2009/10	2015/16
Maribor	17	21	25	23	25	32	32	33	32	32
Maribor Tezno	17	21	25	23	23	32	32	33	32	32
Hoče	17	21	25	23	23	32	32	33	32	32
Orehova vas	14	20	25	23	23	32	32	33	32	32
Rače	17	21	25	23	23	32	32	33	32	32
Pragersko	22	27	31	27	34	36	38	40	37	39
Slovenska Bistrica	9	12	14	14	13	24	24	24	23	23
Poljčane	11	15	17	15	16	28	29	27	26	26
Dolga Gora	0	0	14	13	11	19	20	20	20	20
Ostrožno	9	12	0	12	11	19	20	20	20	20
Ponikva	9	12	14	13	11	19	20	20	20	20
Grobelno	9	11	14	13	10	21	22	22	21	22
Šentjur	9	11	14	13	11	21	22	22	22	22
Štore	9	8	14	13	11	19	20	20	20	20
Celje	16	20	23	19	24	32	32	33	30	31
Laško	11	12	13	12	9	21	22	21	24	24
Rimske Toplice	10	12	14	14	9	18	18	18	19	19
Zidani Most	15	16	17	14	19	24	25	29	28	29
Radeče	3	3	2	1	0	2	2	2	3	4
Loka	3	3	2	1	0	1	1	2	3	4
Breg	3	4	3	2	0	3	3	2	4	5
Sevnica	3	2	1	1	0	1	1	2	3	4
Bianca	3	2	1	1	0	1	1	2	3	4
Brestanica	3	2	1	1	0	1	1	2	3	4
Krško	4	3	1	1	0	3	3	3	4	5
Libna	3	2	1	1	0	1	1	2	3	4
Brežice	3	2	1	1	0	2	2	2	3	4
Dobova	3	5	1	1	3	3	3	4	5	5
Zagreb	3	3	3	2	3	2	2	2	1	1

Abbildung 5.6: Entwicklung der Direktverbindungen  $n_z$  mit Abfahrtsbahnhof Maribor und allen Zielbahnhöfen entlang der Strecke Maribor – Zagreb im Zeitverlauf

## 5.2 Ergebnisse der Clusteranalyse

### 5.2.1 Clustereigenschaften

Das Ergebnis der Clusteranalyse zeigt die bei der Analyse der Eingangswerte (vgl. Kapitel 4.5.2.1) bereits erwartete Strukturierung der Cluster mit hoher Abhängigkeit von den Bedienungsniveaus der OD-Relationen. Dies wird in der Betrachtung von taktnahen Zügen relativ zur täglichen Zugzahl, bei der Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zum Gesamtangebot sowie zu den taktnahen Zugfahrten gleichermaßen deutlich (vgl. Abbildung 5.7). Insbesondere die diagonalen Clustergrenzen der linken Darstellung in Abbildung 5.7 weisen darauf hin, dass die Clusterlösung bei gleicher Anzahl von täglichen Zügen entlang einer OD-Relation eine Gruppierung in ein höheres Bedienungsniveau vorsieht, wenn dieses Angebot einen höheren Anteil an taktnahen Fahrten aufweist. In den Diagrammen lässt sich jedoch auch eine relativ große Streuung der Regelmäßigkeit der Reisezeit je Cluster zwischen 0,7 und 1,0 ablesen, welche noch genauer betrachtet werden wird.

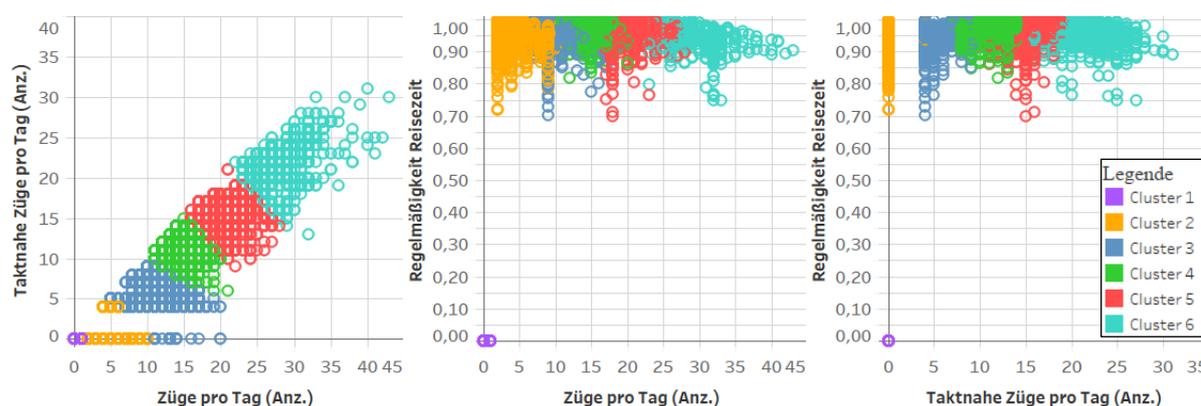


Abbildung 5.7: Ergebnis der Clusteranalyse; taktnahe Zugfahrten (li.) bzw. Regelmäßigkeit der Reisezeit (mi.) im Verhältnis zum Gesamtangebot; Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zu taktnahen Zugfahrten (re.)

Tabelle 5.1 und Abbildung 5.8 veranschaulichen neben der Gesamtzahl der OD-Relationen je Cluster auch die Verteilung der täglichen Zugzahlen, der taktnahen Fahrten sowie der Regelmäßigkeiten der Reisezeit. Die beim K-Means-Verfahren für die Gruppeneigenschaften charakteristischen Zentren (Mittelwerte) der Cluster machen dabei das zugzahlabhängige Ergebnis ebenfalls nachvollziehbar: Mit zunehmender Gesamtzahl an Zugfahrten steigen im Allgemeinen auch die taktnahen Zugfahrten zwischen den Clustern. Bei der Regelmäßigkeit der Reisezeit ergibt sich jedoch kein analoges Bild, vielmehr erreicht diese bei einem mittleren Angebotsniveau ihr Maximum von 0,9796 und (abgesehen von Cluster 1 mit praktisch nicht vorhandenem Angebot) beim Cluster mit der höchsten Anzahl an Zugfahrten ihr Minimum mit 0,9521. Insgesamt weisen die Clusterzentren jedoch durchgehend Regelmäßigkeitswerte zwischen 0,95 und 0,98 mit Unterschieden in der zweiten Dezimalstelle auf.

Mit 3.775 bzw. 3.909 von insgesamt 15.600 Werten befinden sich 49% der OD-Relationen der Zeitreihe in den ersten beiden Clustern. Das dritte und fünfte Cluster hat mit 2.239 bzw. 2.255 Elementen einen etwa gleich hohen Anteil von 14 % am Datensatz, während Cluster 4 mit 2.714 Werten 17 % erreicht. Trotz einer relativ großen Fläche (vgl. Abbildung 5.7), repräsentiert Cluster 6 mit 708 Datenpunkten lediglich etwa 4,5 % des Datensatzes und somit vergleichsweise wenige OD-Relationen. Entsprechend groß ist die Streuung der Eingangsgrößen dieses

Clusters mit einem Fahrtenangebot entlang der OD-Relationen zwischen 22 und 43 täglichen Zugfahrten sowie 13 bis 31 taktnahen Zügen, wobei die Hälfte der Relationen zwischen 25 und 31 tägliche Züge bei 20 bis 23 taktnahen Fahrten vorsehen.

		Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
OD-Relationen	Absolut [Anz.]	3775	3909	2239	2714	2255	708
	Relativ [%]	24,2	25,1	14,4	17,4	14,5	4,5
n <sub>Z</sub> [Anz.]	Min.	0,0	2,0	5,0	11,0	16,0	22,0
	Zentrum	0,6	3,8	10,3	14,1	19,7	28,0
	Median	1,0	3,0	9,0	14,0	20,0	27,0
	Max.	1,0	10,0	20,0	21,0	28,0	43,0
n <sub>TN</sub> [Anz.]	Min.	0,0	0,0	0,0	6,0	9,0	13,0
	Zentrum	0,0	0,4	6,0	11,5	15,5	21,6
	Median	0,0	0,0	7,0	11,0	16,0	22,0
	Max.	0,0	4,0	9,0	15,0	21,0	31,0
ρ <sub>RZ</sub> [-]	Min.	0,0000	0,7200	0,7017	0,8182	0,6971	0,7469
	Zentrum	0,0000	0,9666	0,9702	0,9796	0,9747	0,9521
	Median	0,0000	0,9743	0,9745	0,9857	0,9831	0,9578
	Max.	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Tabelle 5.1: Wertetabelle der Clustereigenschaften

Die weiteren Cluster zeichnen sich durch eine höhere Dichte der Datenpunkte aus (vgl. Abbildung 5.8). Die Hälfte der Werte – die Bandbreite zwischen dem unteren und oberen Quartil – in Cluster 2 weist zwischen drei und fünf tägliche Fahrten ohne taktnahes Angebot auf, bei Cluster 3 liegt dieser Wert etwas weiter gestreut zwischen acht und zwölf Fahrten, von denen vier bis sieben taktnahe Abfahrtszeiten bieten. Die Hälfte der OD-Relationen in Cluster 4 umfasst 13 bis 15 tägliche Direktverbindungen, von denen zehn bis 13 als taktnah eingestuft werden können, während bei Cluster 5 diese Spanne auf 18 bis 21 Fahrten mit 15 bis 16 taktnahen Zügen steigt. In Cluster 1 sind schließlich Relationen ohne (ca.  $\frac{1}{3}$ ) oder nur mit einer (ca.  $\frac{2}{3}$ ) täglichen Direktverbindung zusammengefasst.

Die Clusterzentren der Regelmäßigkeit der Reisezeit weisen entlang der Cluster zunächst mit zunehmendem Angebotsniveau eine kontinuierliche Steigerung bis zum vierten Cluster auf, wo sie sowohl ihr Maximum als auch die geringste Streuung erreichen: Die Differenz zwischen dem unteren und oberen Quartil liegt hier bei 0,02, zwischen dem Minimum und dem Maximum bei 0,18, während die weiteren Cluster entsprechende Werte von 0,04 bzw. 0,25-0,30 erreichen. Cluster 5 hat mit einem höheren Zugsangebot als Cluster 4 im Mittel nur leicht niedrigere Regelmäßigkeitswerte, während Cluster 6 – jenes mit dem höchsten Fahrtenangebot, aber auch mit dessen größter Streuung – die niedrigsten Regelmäßigkeitswerte der Reisezeit bei von mehr als einer Direktverbindung bedienten Relationen erreicht.

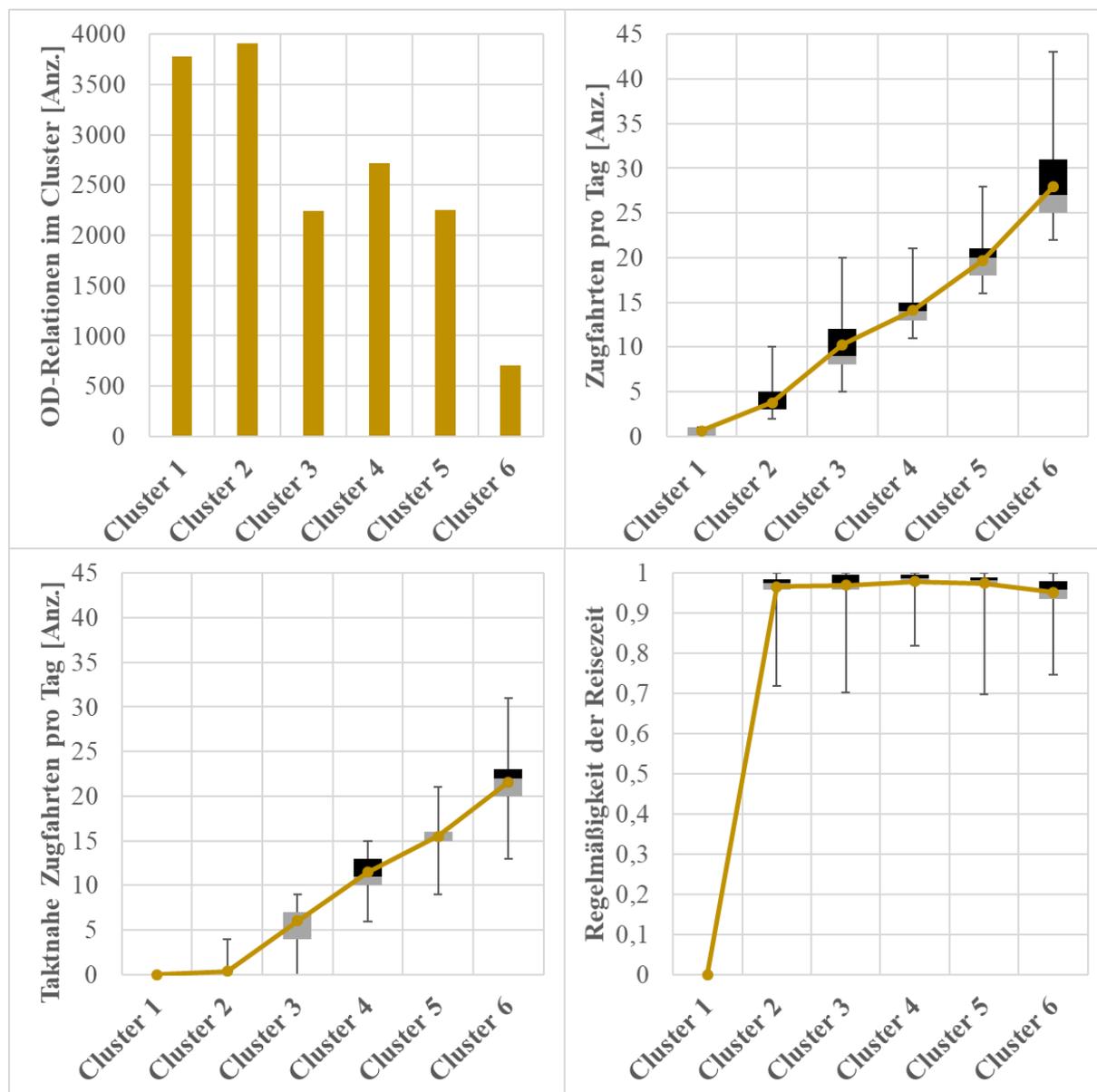


Abbildung 5.8: Verteilung der Datenpunkte innerhalb der Cluster; v.l.n.r. je Cluster: Anzahl der OD-Relationen, Zugfahrten pro Tag, taktnahe Zugfahrten pro Tag, Regelmäßigkeit der Reisezeit

Nachdem die Maxima und Minima der Cluster bei allen Variablen Überlagerungen zu ihren jeweiligen Nachbarn aufweisen, besteht insbesondere an den Clustergrenzen subjektiver Interpretationsspielraum über die Zuordnung einer OD-Relation zu einem oder zum anderen Cluster. Wesentlich hierbei hervorzuheben ist, dass – bedingt durch die methodische Herangehensweise mit der Anwendung einer mathematischen Zielfunktion als Clusteralgorithmus – für die Eingruppierung jeder OD-Relation, auch bei einer vorrangig nach Zugzahlen erfolgten Clusterbildung, stets die Gesamtbetrachtung aller drei Variablen bestimmend ist. So können beispielsweise zwei OD-Relationen mit derselben Anzahl an täglichen Zugfahrten und taktnahen Zugfahrten aufgrund einer abweichenden Regelmäßigkeit der Reisezeit in unterschiedliche Cluster eingereiht werden.

Insgesamt wird im Zuge der Interpretation der Clusterlösung deutlich, dass aus der Perspektive der Regelmäßigkeit der Reisezeit anhand der nahe beieinanderliegenden Medianwerte

zwischen einem relativ niedrigen (Cluster 6 mit 0,9578), einem mittleren (Cluster 2 mit 0,9743 und Cluster 3 mit 0,9745) und einem hohen (Cluster 4 mit 0,9857 und Cluster 5 mit 0,9831) Niveau unterschieden werden kann (vgl. Tabelle 5.1). Die vonseiten ihrer Regelmäßigkeit der Reisezeit zusammenfassbaren Cluster 2 und 3 bzw. 4 und 5 weisen jedoch erkennbare Unterschiede in ihren weiteren Variablen auf, so dass die Aufteilung des Datensatzes mit sechs Clustern eine geeignete Differenzierung bei der Beschreibung der Eigenschaften unterschiedlicher Angebotsniveaus ermöglicht.

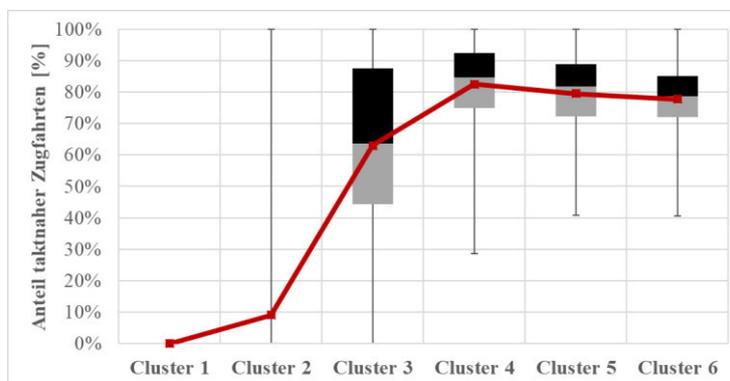


Abbildung 5.9: Verteilung der Anteile [%] der taktnahen Zugfahrten am gesamten Fahrtenangebot der OD-Relationen je Cluster

Wie bei der Beschreibung des in Abbildung 5.7 (li.) erkennbaren Musters der diagonalen Clustergrenzen angedeutet, stellt der Anteil der taktnahen Zugfahrten am gesamten täglichen Fahrtenangebot einer Relation ebenfalls ein der Gruppierung immanentes Unterscheidungskriterium dar. Betrachtet man Abbildung 5.9, weisen die ersten beiden Cluster praktisch kein taktnahes Angebot auf.<sup>24</sup> Im dritten Cluster hat bereits die Hälfte der Relationen einen Anteil an taktnahen Fahrten von mindestens 64 %, während Cluster 4 neben den höchsten Regelmäßigkeitswerten der Reisezeit mit einem Mittelwert von 82 % auch den höchsten Anteil von taktnah gestalteten Fahrplanangeboten umfasst. Mit der weiteren Zunahme der Zugzahlen in den Clustern 5 und 6 sinkt der Grad des taktnahen Angebotes leicht, erreicht dabei jedoch mit im Mittel 78-80 % immer noch ein hohes Niveau.

Zusammenfassend lassen die dargelegten Charakteristika für die Interpretation einer durch die drei Eingangsgrößen beschriebenen Angebotsqualität eines Fahrplans entlang einer OD-Relation folgende Schlussfolgerungen für die sechs Cluster zu:

<sup>24</sup> Cluster 2 erstreckt sich über eine Bandbreite an täglichen Fahrten je OD-Relation, die auch die Schwelle der Mindestanzahl der taktnahen Zugfahrten entsprechend des angewendeten Kriteriums der Taktnähe umfasst. Dadurch haben 9,6 % der OD-Relationen in Cluster 2 ein diesem Indikator entsprechendes taktnahes Angebot, welches sich in Abbildung 5.9 in der Bandbreite von 0-100 % zwischen Minimum und Maximum niederschlägt. Sowohl das untere Quartil als auch der Median und das obere Quartil der OD-Relationen dieses Clusters liegen jedoch bei 0 % an taktnahen Fahrten. Wie im weiteren Verlauf der Arbeit gezeigt wird, nehmen diese drei Lagemaße innerhalb des Clusters 2 bis zum Fahrplanjahr 2009/10 den Wert von 0 % an und weichen lediglich im letzten Fahrplanjahr 2015/16 mit einem Wert von jeweils 100 % davon ab. Auf diese Grundlage baut die Schlussfolgerung, Cluster 2 umfasse OD-Relationen mit „praktisch keinem taktnahen Angebot“.

- ◆ Cluster 1 (violett): *Umsteigeverbinding*  
In diesem Cluster werden Relationen zusammengefasst, die keine oder höchstens eine tägliche Direktverbinding anbieten. Die Beförderungsnachfrage wird folglich primär über eine Umsteigeverbinding bedient.
- ◆ Cluster 2 (gelb): *Minimalangebot*  
Das Angebot in diesem Cluster ist durch ein im Tagesverlauf gelegentliches und unvertaktetes Angebot gekennzeichnet, bei dem die Schwankung der Reisezeiten ein mittleres Niveau annimmt. Das Clusterzentrum liegt bei 3,8 täglichen Zugfahrten (min. 2, max. 10), 0,4 taktnahen Zugfahrten (min. 0, max. 4) und einer Regelmäßigkeit der Reisezeit von 0,97.
- ◆ Cluster 3 (blau): *Tagesdurchgängiges Grundangebot*  
Die OD-Relationen in diesem Cluster zeichnen sich durch ein mittleres Angebotsniveau bei niedrigem Anteil taktnaher Zugfahrten und einer mittleren Schwankung der Reisezeiten aus. Das Clusterzentrum liegt bei 10,3 täglichen Zugfahrten (min. 5, max. 20), 6 taktnahen Zugfahrten (min. 0, max. 9) und einer Regelmäßigkeit der Reisezeit von 0,97.
- ◆ Cluster 4 (grün): *Tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr*  
Dieses Cluster beschreibt ein mittleres Angebotsniveau bei sehr hohem Anteil taktnaher Zugfahrten und einer sehr hohen Regelmäßigkeit der Reisezeit. Das Clusterzentrum liegt bei 14,1 täglichen Zugfahrten (min. 11, max. 21), 11,5 taktnahen Zugfahrten (min. 6, max. 15) und einer Regelmäßigkeit der Reisezeit von 0,98.
- ◆ Cluster 5 (rot): *Dichtes und taktnahes Angebot bei konstanter Beförderungsgqualität*  
Das fünfte Cluster weist ein hohes Angebotsniveau bei zugleich sehr hohem Anteil taktnaher Zugfahrten und sehr hoher Regelmäßigkeit der Reisezeit auf. Das Clusterzentrum liegt bei 19,7 täglichen Zugfahrten (min. 16, max. 28), 15,5 taktnahen Zugfahrten (min. 9, max. 21) und einer Regelmäßigkeit der Reisezeit von 0,98.
- ◆ Cluster 6 (türkis): *Sehr dichtes Angebot mit gemischter Beförderungsgqualität*  
In diesem Cluster werden schließlich Relationen mit zeitlich sehr dichter Bedienung bei einem hohen Anteil an taktnahem Verkehr, aber einer tendenziell größeren Schwankung der Reisezeit zusammengefasst. Das Clusterzentrum liegt bei 28 täglichen Zugfahrten (min. 22, max. 43), 21,6 taktnahen Zugfahrten (min. 13, max. 31) und einer Regelmäßigkeit der Reisezeit von 0,95.

## 5.2.2 Angebotsentwicklung entlang der Zeitreihe

### 5.2.2.1 Allgemeine Betrachtung

Auf den nachfolgenden Seiten (vgl. Abbildung 5.10 bis Abbildung 5.12) werden die Cluster in ihre Bestandteile der einzelnen Fahrplanjahre gegliedert und die damit verbundene Entwicklung in Abbildung 5.13 statistisch zusammengefasst. Die Ergebnisse zeigen mehrere allgemeine, zunächst streckenunabhängige Tendenzen entlang der Zeitreihe auf.

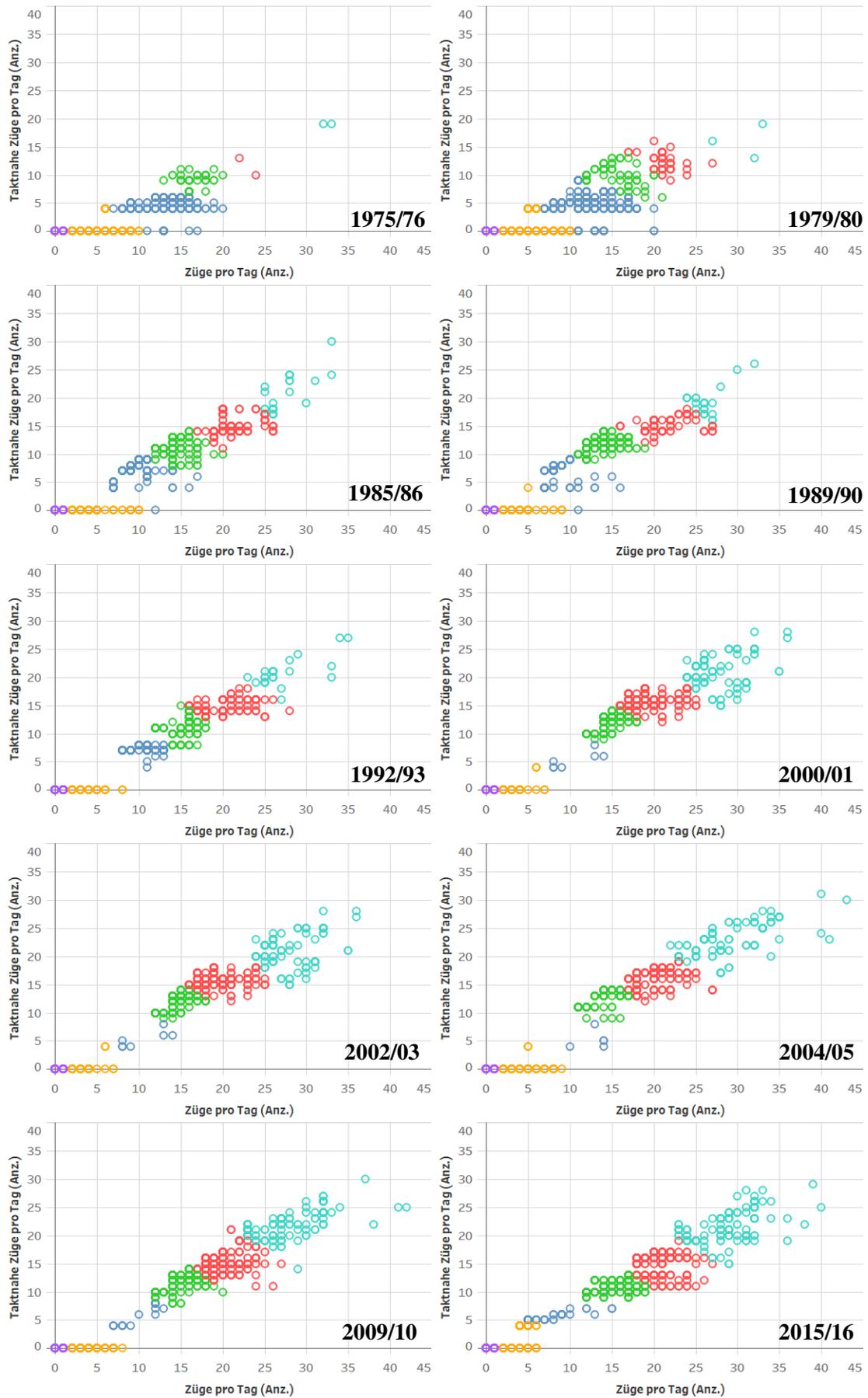


Abbildung 5.10: Clusterentwicklung der OD-Relationen zwischen 1975/76 und 2015/16; taktnahes Fahrtenangebot im Verhältnis zum Gesamtangebot



Abbildung 5.11: Clusterentwicklung der OD-Relationen zwischen 1975/76 und 2015/16; Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zum Gesamtangebot

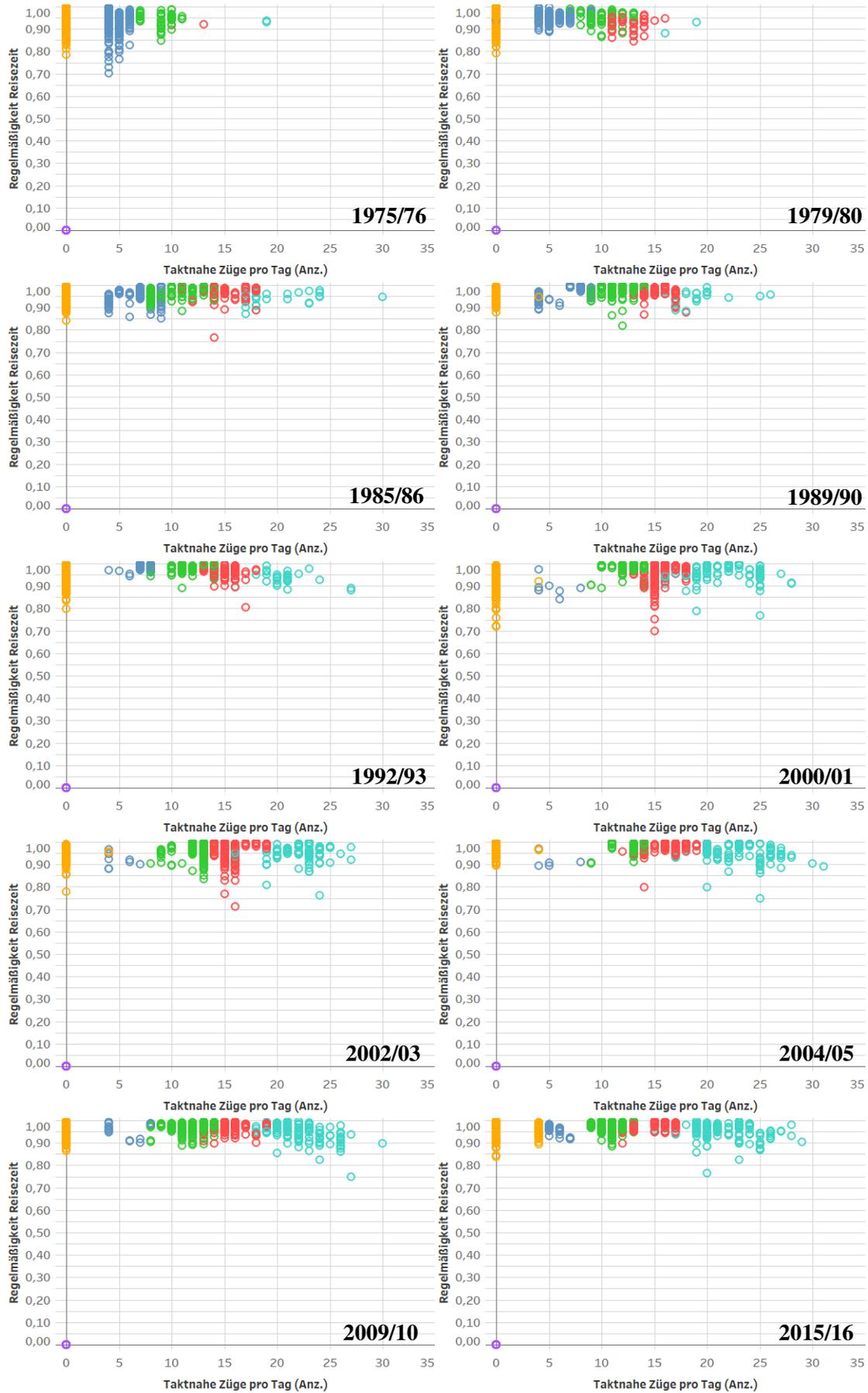


Abbildung 5.12: Clusterentwicklung der OD-Relationen zwischen 1975/76 und 2015/16; Regelmäßigkeit der Reisezeit im Verhältnis zu taktnahen Zugfahrten

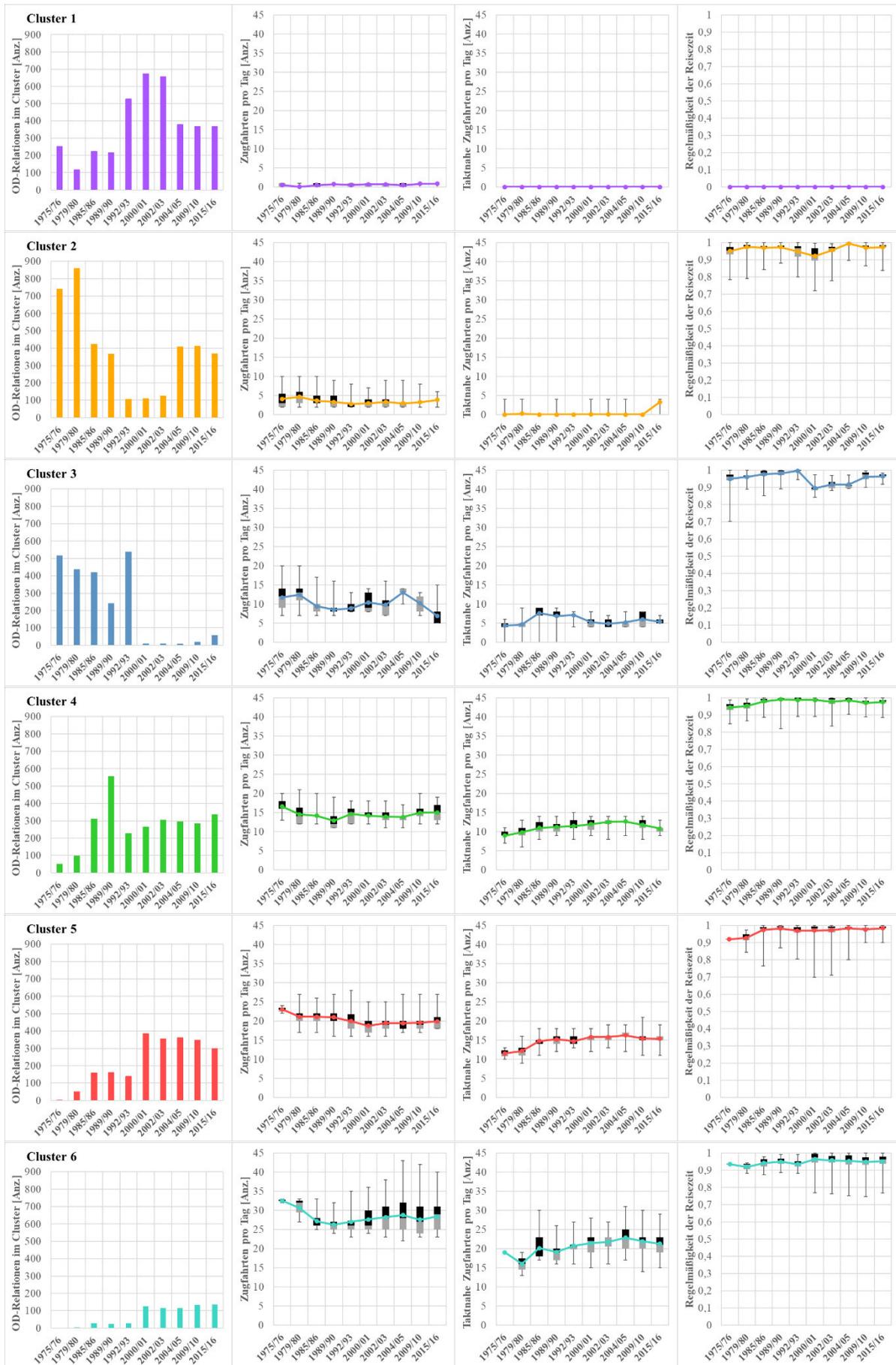


Abbildung 5.13: Clustereigenschaften entlang der Zeitreihe

Generell lässt sich entlang der Zeitreihe eine Entwicklung von einem niedrigeren zu einem höheren Angebotsniveau bei einer gleichzeitigen Zweiteilung der OD-Relationen in solche mit der Planungspriorität einer Direktverbindung und solche mit einem auf eine Umsteigeverbindung ausgerichteten Fahrplan feststellen. Der größte Schritt wird dabei im Fahrplanjahr 2000/01 erkennbar, ab dem die Hälfte der OD-Relationen den Clustern 4 bis 6 zugeordnet werden kann. In den 1970er Jahren (vgl. auch Abbildung 5.14) werden etwa 80 % der OD-Relationen mit einem „Minimalangebot“ (ca. 50 %) oder einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ (ca. 30 %) bedient. Im darauffolgenden Jahrzehnt halbiert sich die Zahl der mit einem „Minimalangebot“ versorgten Relationen vorwiegend zugunsten der Ausweitung von „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehren“, zudem gewinnt bei etwa 10 % der Relationen auch das „dichte und taktnahe Angebot bei konstanter Beförderungsqualität“ an Bedeutung. Konträr zur bis dahin erfolgten Entwicklung wird im Fahrplan des Jahres 1992/93 eine deutliche Reduktion der mit Direktverbindungen bedienten Relationen vorgenommen und der Bedienungsgrad auch bei Verbindungen mit höheren Zugzahlen wieder vermehrt auf ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ herabgesetzt.

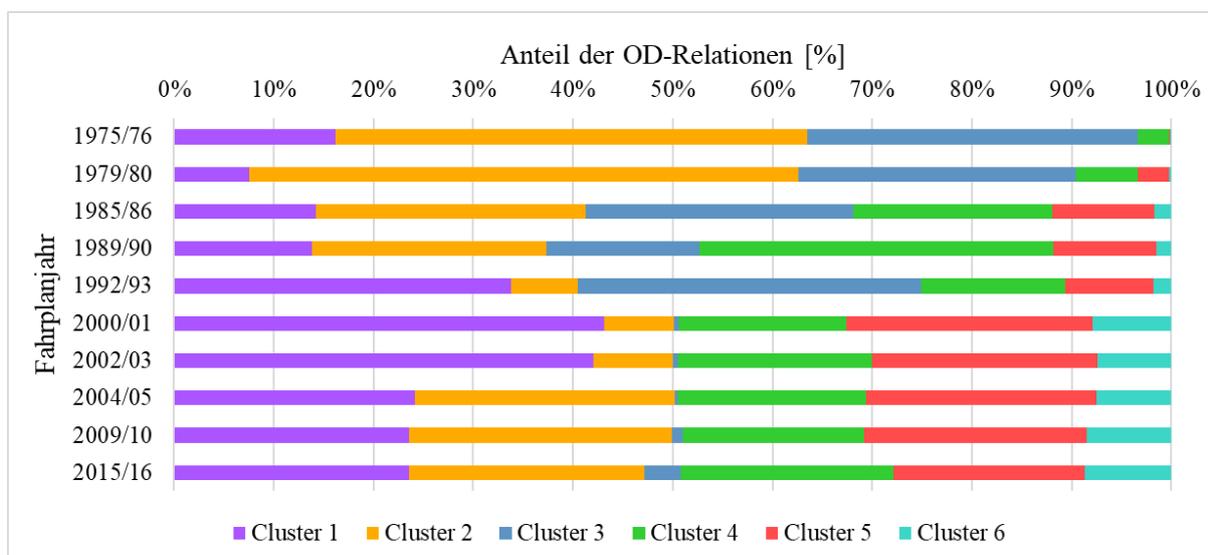


Abbildung 5.14: Verteilung [%] der OD-Relationen auf die Cluster im Zeitverlauf

Bis zu den Fahrplanjahren 2000/01 sowie 2002/03 steigt der Anteil der auf eine Umsteigeverbindung begrenzten Relationen auf etwa 43 %. Andererseits wird in den Fahrplänen dieser beiden Jahre bei der anderen Hälfte der OD-Relationen auch eine Entwicklung zu einem wesentlich höheren Angebotsniveau deutlich. Hierbei findet insbesondere eine Verlagerung von einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ zu „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehren“ (ca. 19 %) und zum „dichten und taktnahen Angebot bei konstanter Beförderungsqualität“ (ca. 23 %) statt, wobei mit über 7 % auch dem sechsten Cluster mit sehr hohen Zugzahlen, aber gemischter Beförderungsqualität eine Vervierfachung der Relationen zukommt. Dieses Gesamtbild ändert sich in den darauffolgenden Jahren bei der Hälfte der Relationen, die ein hohes Angebotsniveau aufweisen, nur unwesentlich. In der anderen Hälfte findet mit dem Fahrplan 2004/05 dagegen wieder eine deutliche Reduktion (von 42 % auf 24 %) der als „Umsteigeverbindung“ vorgesehenen Relationen zugunsten eines „Minimalangebots“ statt. Schließlich wird im Jahr 2015/16 das Angebot bei etwa 40 Relationen von einem „Minimalangebot“ auf ein „tagesdurchgängiges

Grundangebot“ erweitert, zugleich findet aber auch innerhalb der Gruppe der OD-Relationen mit einem „Minimalangebot“ (ca. 24 %) eine Prioritätenverlagerung zugunsten der Einführung taktnaher Abfahrtszeiten statt.

Im Allgemeinen behalten die Clustereigenschaften im Zuge der Aufteilung der Datenpunkte auf die einzelnen Fahrplanjahre relativ konstante Niveaus ihrer drei beschreibenden Variablen bei. Größere Knicke in den Zeitverläufen ergeben sich lediglich im Zusammenhang mit deutlichen Änderungen bei der Anzahl der in die jeweiligen Cluster gruppierten OD-Relationen pro Jahr oder bei Jahren mit insgesamt sehr wenigen OD-Relationen im Cluster (bspw. Cluster 2 und 3). Bei der Regelmäßigkeit der Reisezeit ist des Weiteren die sinkende Streuung zum Ende der Zeitreihe in Cluster 5 hervorzuheben. Im Zusammenhang mit der Verlagerung von OD-Relationen in die von hohen Regelmäßigkeitswerten der Reisezeit gekennzeichneten Cluster 4 und 5 deutet dies auf eine im Zeitverlauf allgemeine Zunahme dieser Kennzahl bei Relationen mit mittlerem bis hohem Angebotsniveau und sehr hohem Anteil taktnaher Zugfahrten hin.

#### 5.2.2.2 Streckenabschnittsbetrachtung

Die Auswertung in diesem Unterkapitel basiert auf der den Clusterfarben entsprechenden Kennzeichnung der OD-Matrizen mit Zugfrequenzen, welche dem Anhang (vgl. Abschnitt 10.5.2) zu entnehmen sind. Kapitel 5.1 hat bereits verdeutlicht, dass entlang einzelner Streckenabschnitte unterschiedliche Bedienungsgrade vorliegen und dass die Durchbindung von Zugfahrten über den Knotenpunkt in Zidani Most hinaus Änderungen im Zeitverlauf unterliegt. Daher wird nachfolgend eine sich an dieser Untergliederung orientierende Betrachtung vorgenommen. Zunächst sei der westliche, nördliche und östliche Streckenabschnitt jeweils für sich betrachtet:

##### ◆ STRECKENABSCHNITT LJUBLJANA – ZIDANI MOST

Dieser westliche Streckenabschnitt wird in den 1970er Jahren mit einem gehobenen „tagesdurchgängigen Grundangebot“ bedient, bei dem die Zugzahlen bis zum Fahrplan 1979/80 beibehalten werden. Durch Ansätze zur stärkeren taktnahen Fahrplangestaltung wird jedoch vereinzelt auch die Einordnung als „tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr“ begründet. Darüber hinaus stechen OD-Relationen, die auch von nicht überall haltenden Zügen bedient werden, durch ein höheres Bedienungslevel hervor (z.B. von Ljubljana nach Litija, Trbovlje oder Hrastnik).

In den Fahrplanjahren 1985/86 sowie 1989/90 ist eine durchgängige Ausweitung der Fahrpläne zu einem „dichten und taktnahen Angebot bei konstanter Beförderungsqualität“ zu erkennen, während im Jahr 1992/93 diese Clustereigenschaft infolge einer Angebotsverringerung nur noch auf dem Abschnitt zwischen Ljubljana und Litija erreicht wird. Über diesen Bereich hinaus wird ein „tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr“ angeboten. Im Fahrplan 2000/01 wird das Angebot zwischen Ljubljana und Litija auf ein „sehr dichtes Angebot bei gemischter Beförderungsqualität“ ausgeweitet, während der Abschnitt zwischen Litija und Zidani Most ein etwas niedrigeres, aber „dichtes und taktnahes Angebot bei konstanter Beförderungsqualität“ erhält. Dieses unterschiedliche Bedienungslevel zwischen den beiden Abschnitten wird grundsätzlich bis zum Ende der Zeitreihe beibehalten. Zugleich werden einzelne Relationen zusätzlich von nicht überall haltenden Zügen bedient, so dass insbesondere von/nach Ljubljana, Litija, Trbovlje und Zidani Most ein sehr dichtes Angebot bei unregelmäßigeren Reisezeiten erreicht wird.

In den Fahrplanjahren 2009/10 wird ein fahrtrichtungsabhängiges Ungleichgewicht der Zugzahlen zugunsten der östlichen Fahrtrichtung erkennbar, welches im Fahrplan von

2015/16 eine Differenz von fünf täglichen Zügen erreicht. Ab den Abfahrtshalten von Sava bis Zidani Most wird dadurch bei zwischen Litija und Ljubljana liegenden Fahrzielen meist nur noch das Angebotsniveau eines „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehrs“ erreicht.

Die Relation Ljubljana – Zidani Most, die die beiden Endpunkte dieses Streckenabschnitts umfasst, wird bereits im Fahrplan von 1975/76 mit einem sehr dichten Angebot bei zugleich unregelmäßigen Reisezeiten bedient und hält dieses entlang der gesamten Zeitreihe in beide Fahrtrichtungen bei.

◆ **STRECKENABSCHNITT ZIDANI MOST – MARIBOR**

In den Fahrplänen der 1970er Jahre ist entlang dieses Abschnitts eine schwankende Zuordnung der Angebotsqualitäten erkennbar. Während die meisten Relationen mit einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ bedient werden, erreichen vereinzelte Relationen nur ein „Minimalangebot“, andere heben sich durch einen „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr“ hervor. Im Jahr 1979/80 ist im Abschnitt zwischen Pragersko und Maribor bereits eine deutliche Angebotsausweitung zu einem „dichten und taktnahen Angebot bei konstanter Beförderungsqualität“ ersichtlich, während die zweite mit höheren Zugzahlen bediente Region zwischen Celje und Grobelno dies zunächst nur in nördlicher Fahrtrichtung erreicht.

Mit der Angebotsgestaltung in den 1980er Jahren geht eine generelle Erhöhung der Bedienungsqualität einher. Die OD-Relationen entlang des gesamten Streckenabschnitts erreichen zumindest einen „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr“, wobei von/nach Celje vereinzelte Relationen (z.B. von/nach Pragersko oder Maribor) auch eine weitere Verdichtung durch nicht überall haltende Züge erfahren. Die beiden Regionen mit erhöhter Bedienungsqualität, Celje – Grobelno sowie Pragersko – Maribor, erhalten durch eine Angebotsausweitung ein Fahrplanniveau, das zwischen einem dichten und sehr dichten Bereich (Cluster 5-6) einzuordnen ist.

Im Jahr 1992/93 ist teilweise eine Senkung des Angebots auf ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ zu beobachten, zeitgleich wird die verkehrliche Relevanz der Haltestellen Poljčane und Slovenska Bistrica – relativ zum weiteren Streckenabschnitt – angehoben, was sich in einer beginnenden Angleichung der Angebotsqualität zu jener in der Region Pragersko – Maribor niederschlägt. Bis zum Ende der Zeitreihe liegen dieser Anbindung zwar unterschiedliche tägliche Zugzahlen zugrunde, ihre Entwicklung erreicht jedoch ein Niveau, das als „sehr dichtes Angebot bei gemischter Beförderungsqualität“ beschrieben werden kann.

Dieses Bedienungslevel trifft ab dem Fahrplanjahr 2000/01 auch auf die Region von Celje bis Grobelno zu, während der Rest des nördlichen Streckenabschnitts ein mit etwas niedrigeren Zugzahlen bedientes „dichtes und taktnahes Angebot bei konstanter Beförderungsqualität“ erreicht. Des Weiteren heben sich die Relationen zwischen Zidani Most, Celje, Pragersko und Maribor aufgrund einer Bedienung durch nicht überall haltende Züge hervor und erreichen bei einem relativ hohen taktnahen Anteil ein „sehr dichtes Angebot bei gemischter Beförderungsqualität“. Ein Teil dieser Fahrten mit höheren Reisegeschwindigkeiten hält auch in Poljčane und Laško, was jedoch zunächst keine abweichende allgemeine Clusterzuordnung des Angebots begründet. Erst in den Fahrplanjahren 2009/10 und 2015/16 können die von nicht überall haltenden Zügen bedienten Relationen von/nach Laško innerhalb dieses Streckenabschnitts auch zu einem „sehr dichten und taktnahen Angebot bei gemischter Beförderungsqualität“ gezählt werden.

◆ **STRECKENABSCHNITT ZIDANI MOST – ZAGREB**

Auf dem Streckenabschnitt zwischen Zidani Most und Zagreb wird in den 1970er Jahren allgemein ein gehobenes „tagesdurchgängiges Grundangebot“ vorgesehen, das

insbesondere in der Region zwischen Zidani Most und Sevnica fallweise bereits als „tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr“ gewertet werden kann. Dieses Fahrplanangebot trifft jedoch nur bis zur Haltestelle in Dobova zu, während die bis Zagreb durchgebundenen Verbindungen den Charakteristika eines „Minimalangebots“ entsprechen. Zwischen Dobova und Zagreb ist jedoch Ende der 1970er Jahre eine deutliche Ausweitung der Direktverbindungen auf ein mittleres bis hohes Niveau ersichtlich.

In den 1980er Jahren wird zwischen Zidani Most und Dobova ein „tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr“ angeboten, wobei zwischen einzelnen Stationen mit nicht überall haltenden Zügen, wie Krško und Sevnica, die Bedienung mit einem noch dichteren Angebot erfolgt. Dobova bleibt auch in diesen Fahrplänen primär ein Umsteigebahnhof für Fahrten von/nach Zagreb, welche weiterhin mit einem Minimalangebot bedient werden. Für die Direktverbindung zwischen Dobova und Zagreb wird jedoch mit etwa 15 Fahrten ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ vorgesehen. Im Fahrplan von 1992/93 wird die Entwicklung eines „dichten und taktnahen Angebots mit konstanter Beförderungsqualität“ zwischen Zidani Most und Sevnica deutlich, während der östlich von Sevnica liegende Streckenabschnitt bis Dobova mit einem „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr“ bedient wird. Über Dobova hinaus werden alle Relationen (außer von/nach Zidani Most, Sevnica und Krško, welche auch von nicht überall haltenden Zügen bedient werden) nur noch über eine Umsteigeverbindung in Dobova realisiert. Dieses Angebot wird – bei fallweise leichter Steigerung der Zugzahlen – bis zum Ende der Zeitreihe im Wesentlichen beibehalten. Lediglich zwischen Dobova und Zagreb sowie zwischen Sevnica und Zagreb ist eine schrittweise Angebotsreduktion von einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ zu einem „Minimalangebot“ festzustellen. Darüber hinaus bleibt jedoch ein „tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr“ mit einem verdichteten Angebot entlang des Abschnitts zwischen Zidani Most und Sevnica sowie bei einzelnen Fernverkehrshalten bestehen.

Ergänzend zu dieser streckenabschnittsabhängigen Betrachtung der Fahrtenangebote wird im Folgenden der Fokus auf die Entwicklung der über das Gleisdreieck in Zidani Most durchgebundenen Direktverbindungen gerichtet:

◆ DURCHBINDUNG WEST/NORD (LJUBLJANA – MARIBOR)

Nach einem „Minimalangebot“ in den 1970er Jahren wird im Fahrplanjahr 1985/86 ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ in beiden Fahrtrichtungen ersichtlich, welches in südwestlicher Fahrtrichtung im Jahr 1989/90 auf das Niveau eines „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehrs“ ausgeweitet wird. Im Fahrplan von 1992/93 ist hierbei eine Rückstufung auf ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ ersichtlich, wobei zwischen den von nicht überall haltenden Zügen bedienten Relationen (Ljubljana, Trbovlje, Zidani Most, Celje, Pragersko und Maribor) ein „dichtes und taktnahes Angebot mit konstanter Beförderungsqualität“ sichergestellt wird.

Ab dem Jahr 2000/01 ist eine Verlagerung der Prioritäten von einem durchgebundenen „Minimalangebot“ zu einer „Umsteigeverbindung“ erkennbar, wobei Relationen der zuvor durch höhere Angebotsniveaus hervorgehobenen Halte auf ein „Minimalangebot“ zurückgestuft werden. Bei den direkten Städteverbindungen (Ljubljana, Celje, Pragersko, Maribor) bleibt jedoch bis zum Ende der Zeitreihe ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ oder sogar das „tagesdurchgängige taktnahe Angebot“ bestehen.

Ab 2004/05 wird in nördlicher Fahrtrichtung wieder ein „Minimalangebot“ eingeführt, das im Jahr 2015/16 vereinzelt zu einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ ausgebaut wird, während die Nachfrage in der Gegenrichtung weitestgehend über eine Umsteigeverbindung bedient wird.

◆ DURCHBINDUNG WEST/OST (LJUBLJANA – ZAGREB)

In den 1970er und 1980er Jahren zeigt sich ein konstantes Angebot, bei dem in östlicher Fahrtrichtung ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ überall haltender Züge bis Sevnica besteht. In der Gegenrichtung wird dagegen trotz gleicher Gesamtzahl von täglichen Zügen nur ein „Minimalangebot“ realisiert. Dieser Unterschied ergibt sich infolge des Fehlens eines taktnahen Angebots in westlicher Fahrtrichtung. Relationen mit der Quelle oder dem Ziel zwischen Sevnica und Dobova werden in diesem Zeitraum ebenfalls mit einem „Minimalangebot“ bedient. Direktverbindungen von/nach Zagreb bestehen lediglich mit Ljubljana und Trbovlje, bei allen anderen Quell- und Zielhaltestellen westlich von Zidani Most ist eine Umsteigeverbindung erforderlich.

Nach einer im Fahrplanjahr 1992/93 ersichtlichen Angebotsreduktion bis hin zu einer weitestgehenden Einstellung des durchgebundenen und alle Halte bedienenden Verkehrs, ist vom Fahrplanjahr 2000/01 bis zum Ende der Zeitreihe bis Dobova ein „tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr“ erkennbar. Die wenigen Relationen mit einer Direktverbindung bis Zagreb (Ljubljana, Litija, Zagorje, Trbovlje, Hrastnik) bieten zu Beginn der 2000er Jahre ein „Minimalangebot“, das bis zum Ende der Zeitreihe weiter reduziert wird und nur noch Ljubljana, Trbovlje und Zidani Most (in östlicher Fahrtrichtung auch Litija) umfasst.

◆ DURCHBINDUNG NORD/OST (MARIBOR – ZAGREB)

Abgesehen von leichten Tendenzen zur Etablierung eines „Minimalangebots“ von überall haltenden Zügen in den 1970er und 1980er Jahren, ist die Nord/Ost-Durchbindung bis inkl. des Fahrplanjahres 2002/03 als de facto nicht gegeben anzusehen. Lediglich die im nördlichen Abschnitt in Maribor, Pragersko, Poljčane und Celje haltenden Züge, welche im östlichen Streckenabschnitt meist in Radeče, Sevnica, Krško, Brežice und Dobova halten, bieten mit täglich zwei bis drei Fahrten ab 2000/01 ein „Minimalangebot“ auf den entsprechenden Relationen. Im weiteren Verlauf der Zeitreihe entwickelt sich in östlicher Fahrtrichtung mit zwei (2004/05) bis vier (2015/16) Fahrten ein durchgängiges, alle Halte bedienendes „Minimalangebot“ von Direktverbindungen, während die Gegenrichtung im Fahrplan weiterhin als „Umsteigeverbindung“ berücksichtigt wird. Letzteres trifft ebenso auf die Relationen von/nach Zagreb, einschließlich der Städteverbindung Maribor-Zagreb, zu.



## 6.1 Ljubljana – Maribor

### 6.1.1 Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive

Die Entwicklung des Fahrplanangebots entlang der 155,6 km langen Eisenbahnstrecke zwischen den beiden bevölkerungsreichsten Städten Sloweniens zeigt im Zeitverlauf bei allen drei Clustervariablen keine einheitliche Tendenz auf.

In Fahrtrichtung Maribor (vgl. Abbildung 6.2) wird in den 1970er Jahren die tägliche Zugzahl von neun auf zwölf erhöht, wobei die taktnahen Abfahrten mit fünf bzw. vier Fahrten annähernd unverändert bleiben. Dem schließt sich in den 1980er Jahren neben einer weiteren Angebotserhöhung auf 18 Fahrten eine Entwicklung zu einer deutlichen Ausweitung der taktnahen Fahrten auf zunächst sieben, anschließend auf neun Fahrten an. Diese steigende Tendenz erreicht im Fahrplanjahr 1992/93 mit 14 von 16 taktnahen Zugfahrten (88 %) ihr Maximum, bevor das Angebot in den Jahren 2000/01 und 2002/03 wieder auf das Niveau der 1980er Jahre gesenkt wird. Dies Angebotsniveau wird – mit Ausnahme einer kurzzeitigen Erhöhung im Jahr 2004/05 – bis zum Ende der Zeitreihe mit 13 täglichen Direktverbindungen bei sechs taktnahen Fahrten (46 %) beibehalten.

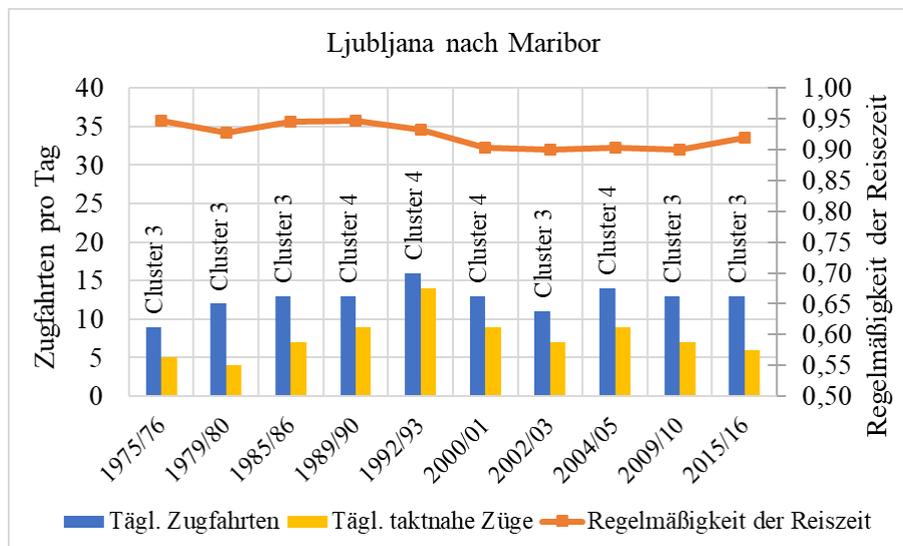


Abbildung 6.2: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Maribor

Die Regelmäßigkeit der Reisezeit kann über die Zeitreihe hindurch insgesamt als relativ gering beschrieben werden, was auf die Mischung von Zügen mit unterschiedlicher Anzahl an Zwischenhalten zurückzuführen ist. Während bei der höchsten Regelmäßigkeit der Reisezeit dieser Verbindung (0,947) im Fahrplan von 1989/90 Reisezeiten zwischen 130 und 175 min erreicht wurden, entspricht der niedrigste Wert im Jahr 2002/03 (0,899) einer Beförderungsdauer zwischen 105 und 165 min. Insgesamt ging in der Zeitreihe die Angebotsverdichtung auch mit einer Angleichung der Reisezeiten und einer entsprechenden Erhöhung ihrer Regelmäßigkeit einher, während sich bei der Verringerung der Zugzahlen ab der Mitte der Zeitreihe die größere Durchmischung der Zuggattungen in der größeren Spreizung der Reisezeiten niederschlägt. Auch wenn zwischen 2009/10 und 2015/16 die Zugzahlen weitgehend unverändert blieben, wurde durch die leichte Angleichung der Reisezeiten (von 108 bis 171 min im Jahr 2009/10 auf

110 bis 159 min im Jahr 2015/16) wieder eine etwas höhere Regelmäßigkeit der Reisezeit auf dieser OD-Relation erreicht.

Insgesamt begründet das Fahrplanangebot nur in wenigen Fahrplanjahren mit einem verdichteten Angebot und einem höheren Anteil taktnaher Verbindungen die Clusterzuordnung zu einem „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr“ (1989/90 bis 2000/01 sowie 2004/05), während diese Relation sowohl zu Beginn als auch zum Ende der Zeitreihe mit einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ bedient wird.

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung nach Ljubljana (vgl. Abbildung 6.3) durchläuft die Angebotsgestaltung in den 1970er und 1980er Jahren zunächst eine ähnliche Entwicklung. Ausgehend von fünf täglichen Zugfahrten findet bis 1992/93 schrittweise eine Erhöhung auf bis zu 17 täglichen Direktverbindungen statt, die ab 1985/86 auch mit einer Priorisierung von taktnahen Abfahrtszeiten einhergehen. Im Fahrplanjahr 2000/01 zeigt sich auch hier die Ausdünnung des Angebots auf zwölf tägliche Zugfahrten, wobei noch ein sehr hoher Anteil taktnaher Abfahrten (83 %) beibehalten wird. Durch die starke Durchmischung der Beförderungsqualität, mit Reisezeiten zwischen 105 und 173 min, wird in diesem Jahr jedoch die niedrigste Regelmäßigkeit der Reisezeit erreicht. Bis 2004/05 wird das Angebot annähernd konstant gehalten, ab 2009/10 schlägt sich jedoch eine weitere Verringerung der Zugzahlen auf 10 Fahrten bei gleichzeitiger Verringerung der taktnahen Züge auf 6 Fahrten (60 %) nieder.

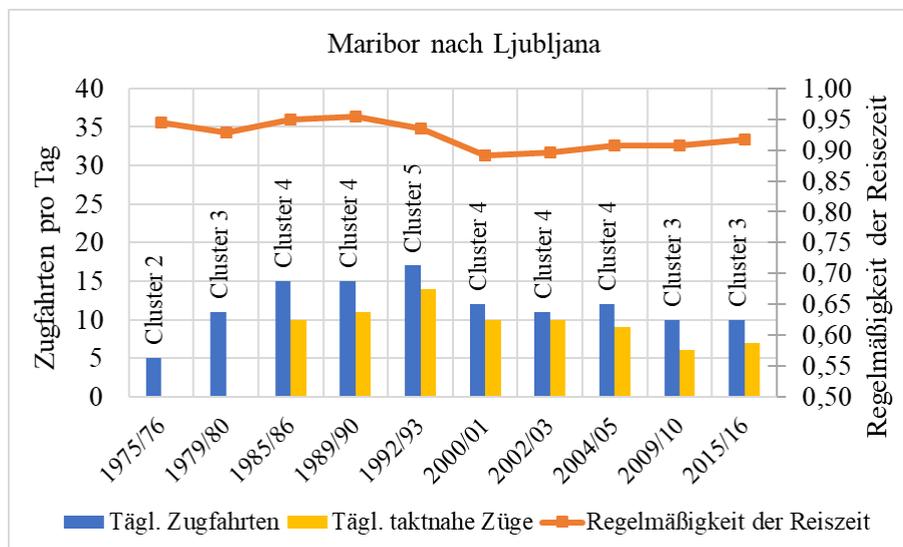


Abbildung 6.3: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Maribor nach Ljubljana

Die zeitliche Entwicklung der Regelmäßigkeiten der Reisezeit verläuft in beiden Fahrtrichtungen grundsätzlich ähnlich. Eine nicht vertaktete Erhöhung der Zugzahlen geht Ende der 1970er Jahre mit einem Rückgang der Regelmäßigkeit der Reisezeit einher, die durch die in den darauffolgenden Fahrplänen erkennbare Priorisierung eines taktnahen Angebots wieder zunimmt. Die erneute Reduktion der Fahrtenanzahl führt Anfang der 2000er Jahre zur höchsten Unregelmäßigkeit der Reisezeit. Durch leichte Angleichungen der Fahrzeiten unterschiedlicher Zugkategorien nimmt diese zwar wieder in eine steigende Tendenz an, die höchsten Regelmäßigkeitswerte des Jahres 1989/90 werden dadurch jedoch nicht erreicht.

### 6.1.2 Reisegeschwindigkeiten

Die zuvor dargelegte Entwicklung einer Zugzahlerhöhung ohne die Priorität einer taktnahen Abfahrtsgestaltung ging im Fahrplanjahr 1979/80 mit einer Erhöhung der Bandbreite der Reisegeschwindigkeiten einher (vgl. Abbildung 6.4). Die taktnahe Fahrplangestaltung und zugleich steigende Regelmäßigkeit der Reisezeit in den 1980er Jahren war dagegen mit einer Verringerung des Medianwertes der Reisegeschwindigkeiten um 5 km/h verbunden. Im Fahrplanjahr 1992/93, jenem mit der höchsten Zuganzahl bei gleichzeitig hoher Taktnähe der Fahrten (bis zu 88 %), stieg sowohl wieder die Geschwindigkeitsbandbreite als auch der Median der Reisegeschwindigkeiten um 11-14 km/h auf 67 bzw. 64 km/h. Im weiteren Zeitverlauf zeichnet sich eine fortschreitende Geschwindigkeitserhöhung in beiden Fahrtrichtungen ab, wobei die Relation in den Fahrplanjahren 2000/01 und 2002/03 mit 86 km/h (Median) bedient wird. Die Hälfte der Fahrten erreicht dabei Reisegeschwindigkeiten zwischen 86 und 89 km/h, während die langsamsten Fahrten mit 57 km/h nach wie vor dem Geschwindigkeitsbereich der 1970er Jahre entsprechen.

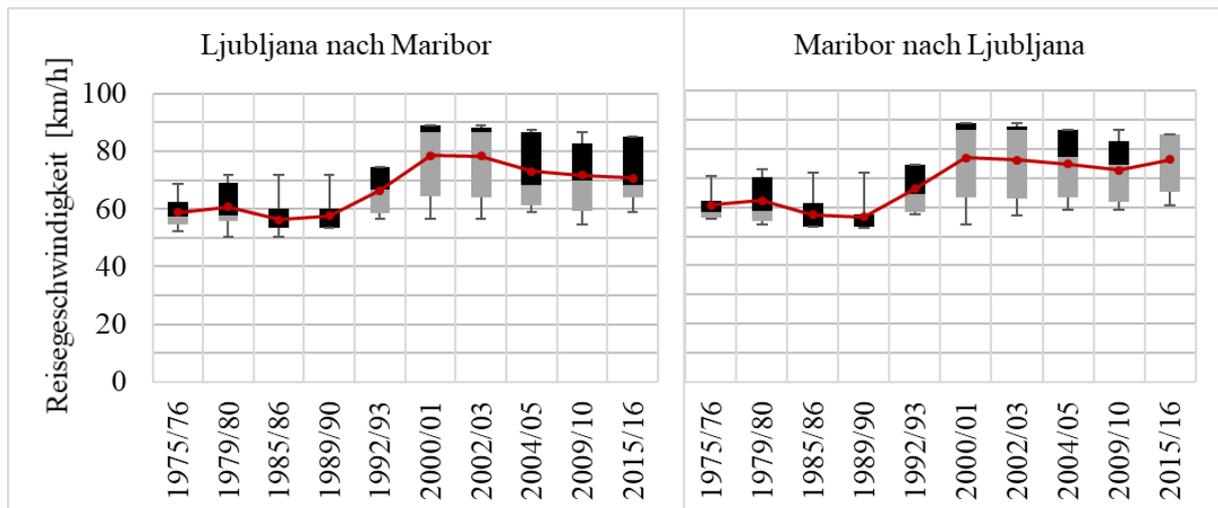


Abbildung 6.4: Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Maribor [km/h]

Mit der in den darauffolgenden Jahren erfolgten Verringerung des Fahrtenangebots ging zugleich eine Reduktion der mittleren Geschwindigkeiten um 10-15 km/h einher, was bei annähernd gleicher maximaler Reisegeschwindigkeit darauf hindeutet, dass vor allem die Fahrten mit kürzeren Reisezeiten eingeschränkt wurden. In Fahrtrichtung Maribor wird dieses Geschwindigkeitsniveau zwischen 59 und 85 km/h bei einem Median von 68 km/h bis zum Ende der Zeitreihe beibehalten. In Richtung Ljubljana wird im Fahrplan des Jahres 2015/16 dagegen wieder eine Reisezeiterhöhung deutlich, die bei gleicher Geschwindigkeitsbandbreite der Fahrten einen Median von 85 km/h aufweist und sich damit wieder an das Niveau des Jahres 2002/03 annähert.

### 6.1.3 Zugfolgezeiten

In der Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Maribor (vgl. Abbildung 6.5) spiegelt sich der bereits dargelegte zeitliche Verlauf der Angebotsgestaltung wider. Die kontinuierliche Erhöhung der Zugzahlen zwischen 1975/79 und 1992/93 geht zwangsweise mit einer ebensolchen Verringerung der Zugfolgezeiten einher. Während bereits im Jahr 1979/80 ein

Median von 70 min erreicht wird, der im Fahrplan von 1985/86 auf 60 min zurückgeht, wird durch die weitere Verdichtung des Angebots eine Verringerung der Streuung der Zugfolgezeiten im Tagesverlauf erreicht. Dementsprechend verringert sich der maximale Zeitabstand zwischen zwei Beförderungsangeboten – je nach Fahrtrichtung – von 300 min bzw. 250 min im Jahr 1975/76 auf 100 min bzw. 70 min im Jahr 1992/93.

Die daran anschließende Ausdünnung des Fahrplans, welche im Jahr 2000/01 ersichtlich wird, hat je nach Fahrtrichtung einen unterschiedlichen Effekt. Während sich der Median der Zugfolgezeiten in Fahrtrichtung Maribor umgehend auf 90 min erhöht, kann in Fahrtrichtung Ljubljana infolge der höheren Zahl taktnaher Abfahrten bis inkl. 2002/03 ein Median von 60 min beibehalten werden. Erst im Zuge der weiteren Angebotsanpassung in den darauffolgenden Jahren nimmt dieser Wert in beiden Fahrtrichtungen 90 min an, wobei zum Ende der Zeitreihe zwischen 75 % der Fahrten weniger als zwei Stunden liegen.

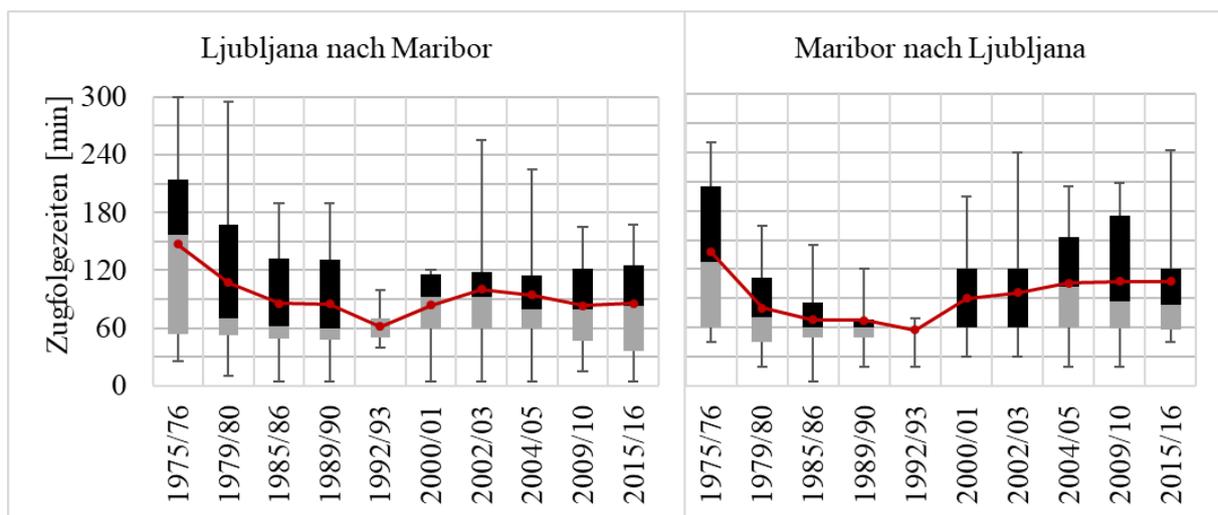


Abbildung 6.5: Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Maribor [min]

Der beschriebene fahrtrichtungsabhängige Effekt der Angebotsverringering auf die Zugfolgezeiten geht auf die unterschiedliche Verteilung der Zugzahlen im Tagesverlauf zurück und wird infolge der Betrachtung der Minima der Zugfolgezeiten nachvollziehbar. Während diese in Fahrtrichtung Maribor in den Jahren 2000/01 und 2002/03 bei fünf Minuten liegen, vergehen in der Gegenrichtung zumindest 30 min zwischen zwei aufeinanderfolgenden Fahrten. Folglich konnte in Fahrtrichtung Ljubljana, trotz einer zur Gegenrichtung analogen Erhöhung des Mittelwertes der Zugfolgezeit, durch eine abweichende zeitliche Verteilung der Züge ein unveränderter Median von 60 min beibehalten werden.

Bei den Minima der Zugfolgezeiten deuten sehr niedrige Werte darauf hin, dass in der Regel zuerst jene Züge abfahren, welche nicht überall halten, und kurz darauf die Abfahrten der alle Halte bedienenden Züge vorgesehen ist. Während aus Infrastruktursicht dadurch eine gegenseitige Behinderung der jeweiligen Fahrten ausgeschlossen wird, entsteht aus Fahrgastsicht für die jeweilige OD-Relation ein unmittelbar aufeinanderfolgendes Angebot, von dem jedoch nur eine Fahrt in der entsprechenden Zeitlage realistisch genutzt wird. Bei solch kurzen Zugfolgezeiten von Fahrten mit verschiedenen Beförderungsqualitäten entsteht daher ein verzerrtes Bild zwischen der Gesamtzahl der angebotenen Zugfahrten und der Zahl jener Fahrten, die in Abhängigkeit der Zeitlage tatsächlich für die Beförderung infrage kommen.

#### 6.1.4 Zeitlage des Angebots

Ergänzend zu den bisherigen Ausführungen der Angebotsentwicklung zwischen Ljubljana und Maribor stellt Abbildung 6.6 das Fahrtenangebot der jeweiligen Fahrplanjahre mit geplanter Abfahrts- und Ankunftszeit im Tagesverlauf dar.

Im Zuge der Angebotsverdichtung zwischen 1975/76 und 1992/93 geht die Zunahme der Zugzahlen auch mit einer Linearisierung des Verlaufs der Abfahrtszeiten einher. Diese Linearisierung ist Folge einer Vergleichmäßigung der Zugfolgezeiten und deutet auf die Einführung eines Taktfahrplanes mit konstanten Zugfolgezeiten hin, welcher im Jahr 1992/93 in beiden Fahrtrichtungen vorzufinden ist. Zugleich wird im Diagramm dieses Jahres deutlich, dass die im Stundentakt vorgesehenen Abfahrten unterschiedlich lange Fahrzeiten aufweisen.<sup>25</sup> Ein stündlicher Taktfahrplan der Abfahrten geht folglich mit einem ebensolchen stündlichen Wechsel der Reisezeiten von 125 min bzw. 160 min einher. Eine zeitliche Differenz der Abfahrt von 50/70 min (Fahrtrichtung Maribor) bzw. 60 min (Fahrtrichtung Ljubljana) resultiert daher in einer Ankunftszeitdifferenz von lediglich 15 min bzw. 25 min (je nach Fahrtrichtung). Einerseits entsteht mit diesem Fahrplan ein sehr konstantes Angebot im Stundentakt, andererseits sieht dieses Angebot stündlich wechselnde Beförderungsqualitäten vor, welche sich in der allgemein geringen Regelmäßigkeit der Reisezeit dieser OD-Relation niederschlagen.

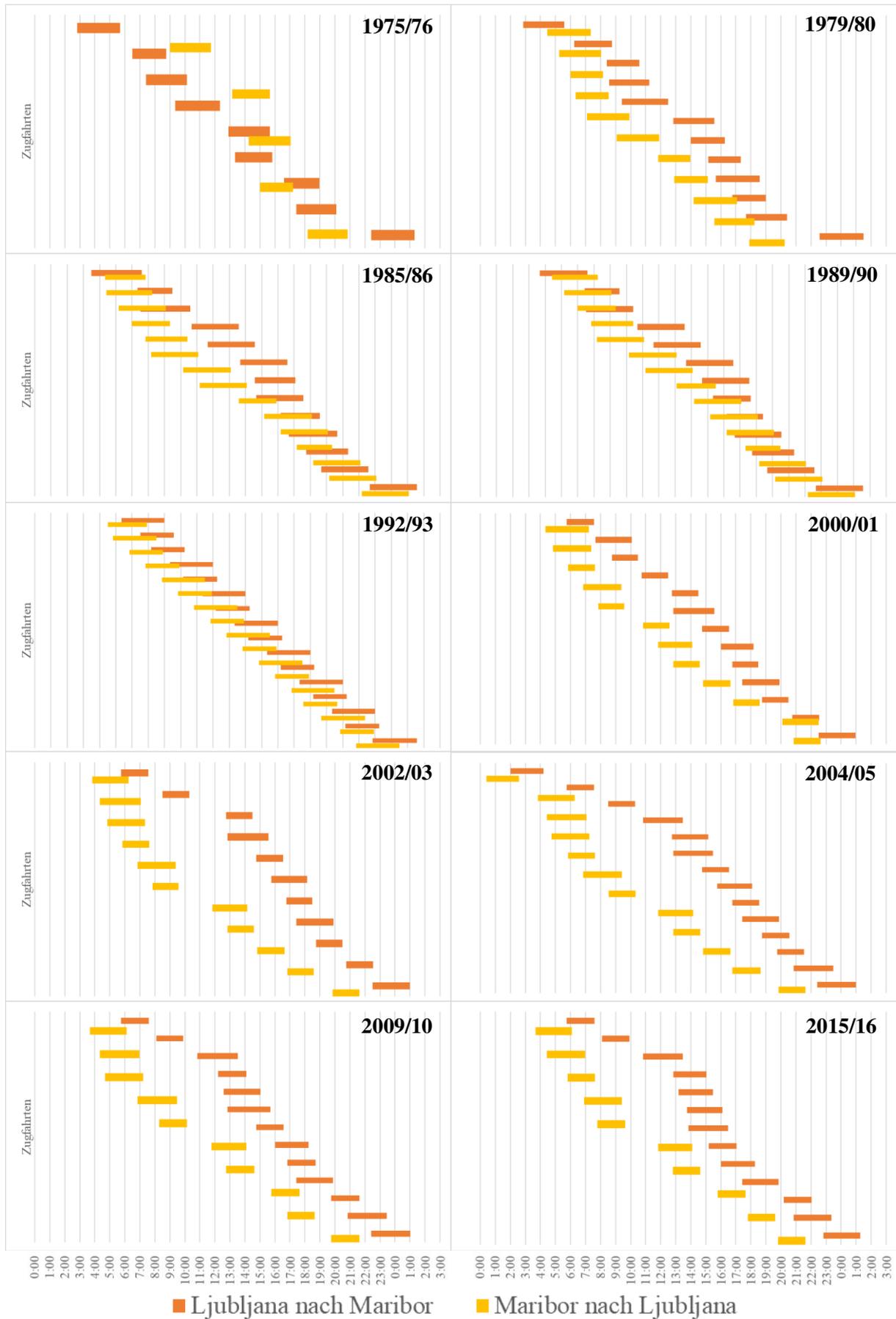
Infolge der anschließenden Zugzahlverringerung ab dem Fahrplan 2000/01 kommt es auch zu einer Abkehr vom tagesdurchgängigen Taktfahrplan zugunsten einer tageszeitabhängigen Erhöhung der Zugdichten. In Richtung Ljubljana wird die höchste Zugdichte bei Abfahrten vor 8 Uhr morgens erreicht, während bis etwa Mittag zumeist keine Bedienung mehr stattfindet und sich die restlichen fünf Fahrten auf den Nachmittag und Abend aufteilen. In Fahrtrichtung Maribor werden dagegen vor 8 Uhr nur eine bis zwei Fahrten angesetzt und ab etwa Mittag ein annäherndes Taktangebot eingeführt. Dieses verschiebt sich im Fahrplan von 2009/10 zu einer höheren Konzentration von Abfahrten am frühen Nachmittag.

Auch in den Fahrplänen ab 2000/01 zeigt sich ein Wechsel von Zügen mit kürzeren und längeren Reisezeiten. Aufgrund der allgemein höheren Intervalle ist jedoch der zuvor beschriebene Effekt des durch nahe beieinanderliegende Ankunftszeiten verringerten Nutzens für die Fahrgäste weniger ausgeprägt.

Insgesamt bestätigen sich bei der Betrachtung der Entwicklung der Zeitlage des Fahrtenangebots die zuvor gewonnenen Erkenntnisse. Zwischen Ljubljana und Maribor ist nach einer anfänglichen Angebotsverdichtung Ende der 1970er Jahre im darauffolgenden Jahrzehnt die Planungspriorität neben der weiteren Erhöhung der Zugzahlen auch auf die taktnahe Gestaltung des Angebots gelegt worden. Von dieser angebotsorientierten Fahrplangestaltung wurde spätestens im Fahrplanjahr 2000/01 wieder abgewichen, indem durch eine zunehmend richtungsabhängige Angebotsgestaltung morgens ein relativ häufiges Angebot in Richtung Ljubljana und nachmittags ein ebensolches in Fahrtrichtung Maribor umgesetzt wurde.

---

<sup>25</sup> Die Dauer einer Fahrt in der in Abbildung 6.6 gewählten Darstellungsform ergibt sich aus der Länge eines horizontalen Balkens, welcher von der Planabfahrtszeit an der Quelle bis zur Planankunftszeit am Ziel verläuft.



**Abbildung 6.6: Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Maribor – Ljubljana**

## 6.2 Ljubljana – Zidani Most

### 6.2.1 Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive

Die für weiterführende Umsteigerelationen im Regionalverkehr sowohl in nördlicher als auch in östlicher Richtung relevante Verbindung zwischen Ljubljana und Zidani Most (63 km) weist mit 30 bis 41 täglichen Zugfahrten über die gesamte Zeitreihe hindurch und in beide Fahrrichtungen ein sehr hohes Angebotsniveau auf. Dieses geht mit einer relativ geringen Regelmäßigkeit der Reisezeit einher und wird durchgängig in Cluster 6 eingeordnet. Die hohe Angebotsdichte bestätigt zudem die in der Streckenabschnittsbetrachtung gewonnene Erkenntnis über die hohe Relevanz des Gleisdreiecks in Zidani Most für das gesamte Personenverkehrsangebot.

In Fahrtrichtung Zidani Most (vgl. Abbildung 6.7) liegt der Anteil der taktnahen Abfahrten in den Jahren 1975/76 und 1979/80 bei etwa 60 %. Bei unveränderter Zugzahl ist im Fahrplan des Jahres 1985/86 dagegen bei über 90 % der Abfahrten das entsprechende Kriterium als erfüllt anzusehen. Der weitere Verlauf der Zeitreihe zeigt leicht steigende Zugzahlen bei sich zugleich verringernden taktnahem Angebot auf 58 % der Fahrten (2015/16) auf. Diese Entwicklung deutet in Zusammenhang mit der geringsten Regelmäßigkeit der Reisezeit (0,93) bei den niedrigsten Graden des taktnahen Angebotes (56 bis 61 %) auf die im Zeitverlauf zunehmende Präsenz eines bedarfsorientierten Fahrplans hin.

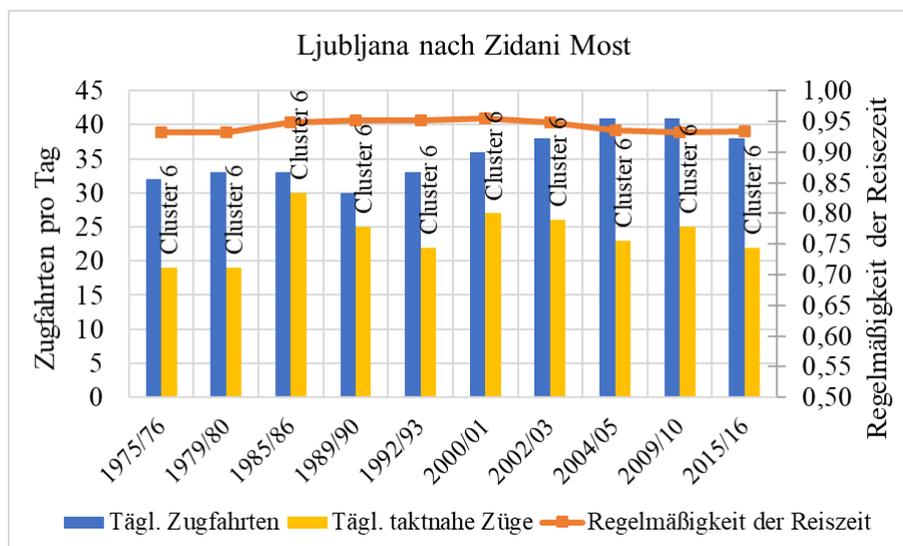


Abbildung 6.7: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Zidani Most

In der entgegengesetzten Fahrtrichtung (vgl. Abbildung 6.8) ergibt sich grundsätzlich ein analoges Bild. Nach einem anfänglichen Rückgang der taktnahen Fahrten erreicht ihr Anteil bei fast unverändertem Gesamtangebot im Fahrplan des Jahres 1989/90 über 80 %, bevor er in den darauffolgenden Jahren auf etwa 60 % zurückgeht. Zum Ende der Zeitreihe liegt dieser Wert mit 19 von 36 taktnahen Zugfahrten bei 53 % und geht mit der geringsten Regelmäßigkeit der Reisezeit (0,93) in der Zeitreihe dieser Relation einher.

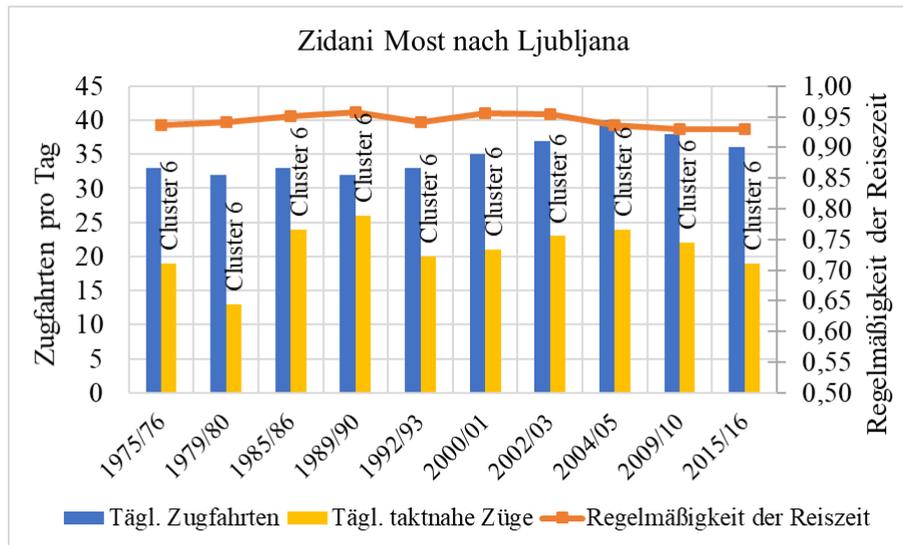


Abbildung 6.8: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Zidani Most nach Ljubljana

In beide Fahrtrichtungen wird im Jahr 2004/05 mit 40 bzw. 41 Fahrten das Angebotsmaximum innerhalb der Zeitreihe erreicht. In dem darauffolgenden Jahrzehnt wird dieses bei annähernd konstanter Regelmäßigkeit der Reisezeit um drei bzw. vier Fahrten reduziert. Während diese Änderung in Fahrtrichtung Zidani Most jedoch nur eine taktnaher Zugfahrt weniger bedeutet, verringert sich die entsprechende Anzahl in Fahrtrichtung Ljubljana um fünf Fahrten. Davon unabhängig kann das Fahrplanangebot bei etwa 20 täglichen taktnahen Zugfahrten und weiteren etwa 16 Zügen in beiden Fahrtrichtungen als sehr dicht bezeichnet werden.

### 6.2.2 Reisegeschwindigkeiten

Die Reisegeschwindigkeiten (vgl. Abbildung 6.9) erreichen in den Fahrplanjahren 1975/76 und 1979/89 einen Median von 60 bis 64 km/h bei einer Reisezeit zwischen 52 und 79 min. Die in den 1980er Jahren erfolgte Priorisierung von taktnahen Angeboten ging mit einer Geschwindigkeitsverringering auf einen Median von etwa 55 km/h und Reisezeiten zwischen 53 und 70 Minuten einher. Analog dazu ist beim Fahrplan des Jahres 1992/93 – zeitgleich mit der erneuten Verringerung des taktnahen Anteils der Zugfahrten – eine Erhöhung der Reisegeschwindigkeiten auf einen Median von 66 km/h bei allgemein höherem Geschwindigkeitsniveau (75 % der Fahrten über 61 km/h) ersichtlich.

Ab dem Fahrplanjahr 2000/01 fällt zum einen eine Erhöhung der *maximalen* Reisegeschwindigkeiten von etwa 75 auf 87 km/h auf, andererseits verringert sich der Median der Reisegeschwindigkeit wieder um 5 km/h auf 61 km/h. In Fahrtrichtung Zidani Most bleiben die Geschwindigkeiten bis zum Ende der Zeitreihe weitgehend unverändert, während in Fahrtrichtung Ljubljana schrittweise eine Beschleunigung des Angebots auf das Niveau von 1992/93 vorgenommen wird.

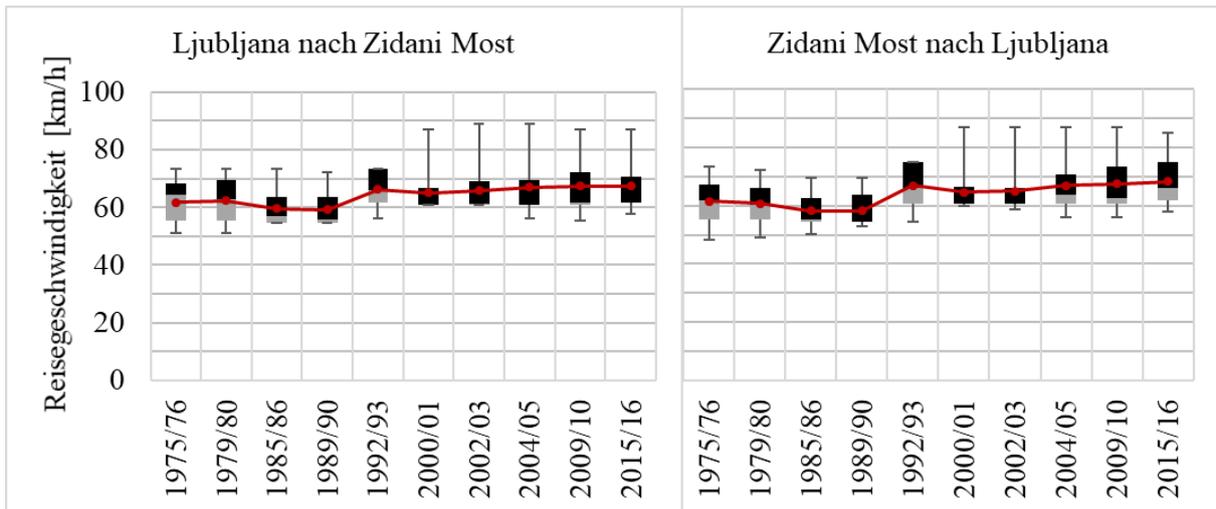


Abbildung 6.9: Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most [km/h]

### 6.2.3 Zugfolgezeiten

Die hohen Zugzahlen auf dieser Relation schlagen sich erwartungsgemäß in relativ geringen und im Zeitverlauf annähernd konstanten Zugfolgezeiten nieder (vgl. Abbildung 6.10). Die Bandbreite der Werte lässt auf eine tageszeitabhängige Zugdichte mit einem sich daraus ergebenden allgemeinen 30-Minuten-Takt bis 60-Minuten-Takt schließen.

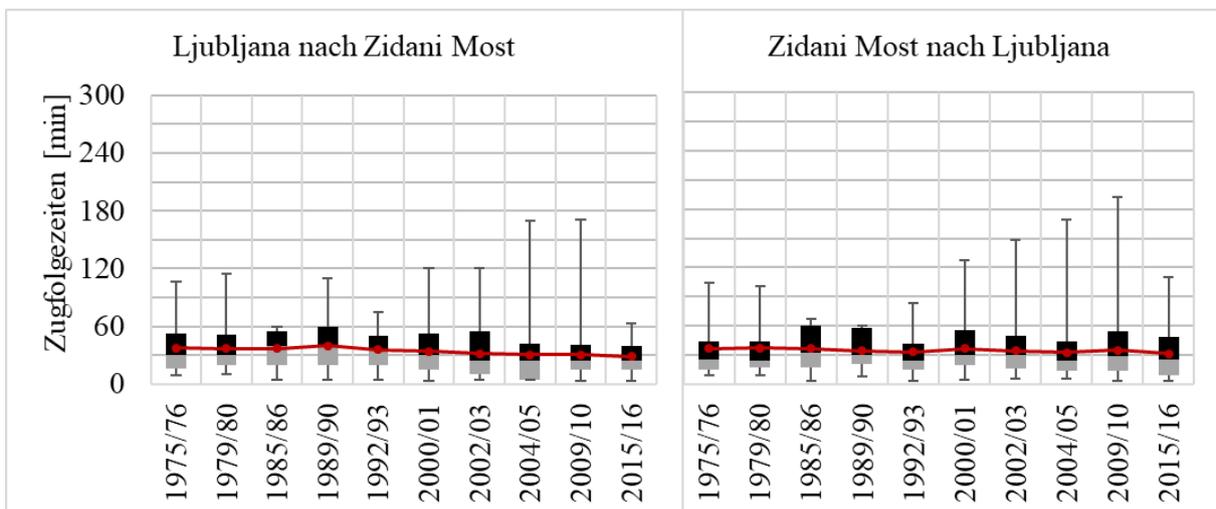


Abbildung 6.10: Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most [min]

Die Minima der Zugfolgezeiten überschreiten in keinem Fahrplanjahr zehn Minuten. Analog zur Auswertung der Relation zwischen Ljubljana und Maribor entsteht dieser Effekt durch die dichte zeitliche Abfolge des beschleunigten, nicht alle Halte bedienenden Verkehrs und der Fahrten mit niedrigeren Reisegeschwindigkeiten, die überall halten. Für die Fahrgäste auf dieser Relation entsteht durch so dichte Zugfolgen wegen der ungleichen Beförderungsqualität daher nur ein geringer Mehrwert. Ab dem Fahrplan des Jahres 2000/01 lassen steigende Maxima der Zugfolgezeiten zunächst Fahrplanlücken vermuten. Wie bei der Betrachtung der tageszeitlichen Verteilung des Angebots jedoch ersichtlich wird (vgl. Abbildung 6.11), ergeben sich diese Werte infolge eines Nachtzuges mit wechselnder Zeitlage und entsprechend langer Zugfolge bis zum Beginn des tagesdurchgängigen Angebots.

#### 6.2.4 Zeitlage des Angebots

Die bisher über die zeitliche Entwicklung der Fahrpläne erlangten Erkenntnisse bestätigen sich bei der Darstellung der Zeitlage des Angebots im Tagesverlauf (vgl. Abbildung 6.11).

In den 1970er Jahren zeichnen sich die Fahrpläne in den Morgenstunden durch ein dichtes, in ihrer Zugfolge relativ konstantes Angebot aus, auf das zwischen etwa 9 Uhr und 13 Uhr – in einer Art Betriebsruhe – nur noch zwei bis drei Fahrten folgen. Ab 13 Uhr wird wieder ein relativ dichtes, aber keinem eindeutigen Takt folgendes Angebot bis 23 Uhr vorgesehen. Die Fahrplandarstellung der Jahre 1985/86 und 1989/90 macht über eine zunehmend lineare Zugfolge die Entwicklung einer taktnahen Fahrplangestaltung deutlich, wobei ein 60-Minuten-Grundtakt tageszeitabhängig verdichtet wird. Dies erfolgt insbesondere zwischen 6 Uhr und 7 Uhr sowie zwischen ca. 14 Uhr und 16 Uhr.

Durch die ab 1992/93 vorgenommene Reduzierung des taktnahen Fahrtenangebots bei weiterer leichter Zunahme der Gesamtzahl der Zugfahrten entwickelt sich im weiteren Verlauf der Zeitreihe das Bild eines fahrtrichtungsabhängigen und bedarfsorientierten Fahrplans. Bei diesem findet morgens eine deutliche Verkürzung der Intervalle in Fahrtrichtung Ljubljana und nachmittags in Fahrtrichtung Zidani Most statt. Das weitere Angebot bietet entlang des Vormittags zumindest einen Stundentakt und während der restlichen Tageszeiten etwa ein bis zwei Züge pro Stunde bei sich abwechselnden höheren und niedrigeren Reisegeschwindigkeiten.

Die Betriebszeiten des tagesdurchgängigen Verkehrsangebots weisen entlang der Zeitreihe leichte Verschiebungen auf. Während die letzte Abfahrt in Fahrtrichtung Zidani Most durchgehend zwischen 22 Uhr und 23 Uhr liegt, erfolgt beim Bedienungsbeginn eine Verlagerung von ca. 3 Uhr (1975/76) auf ca. 5 Uhr (ab 1992/93). In Fahrtrichtung Ljubljana ist eine Verschiebung um eine Stunde auf etwa 4:30 Uhr zu erkennen.

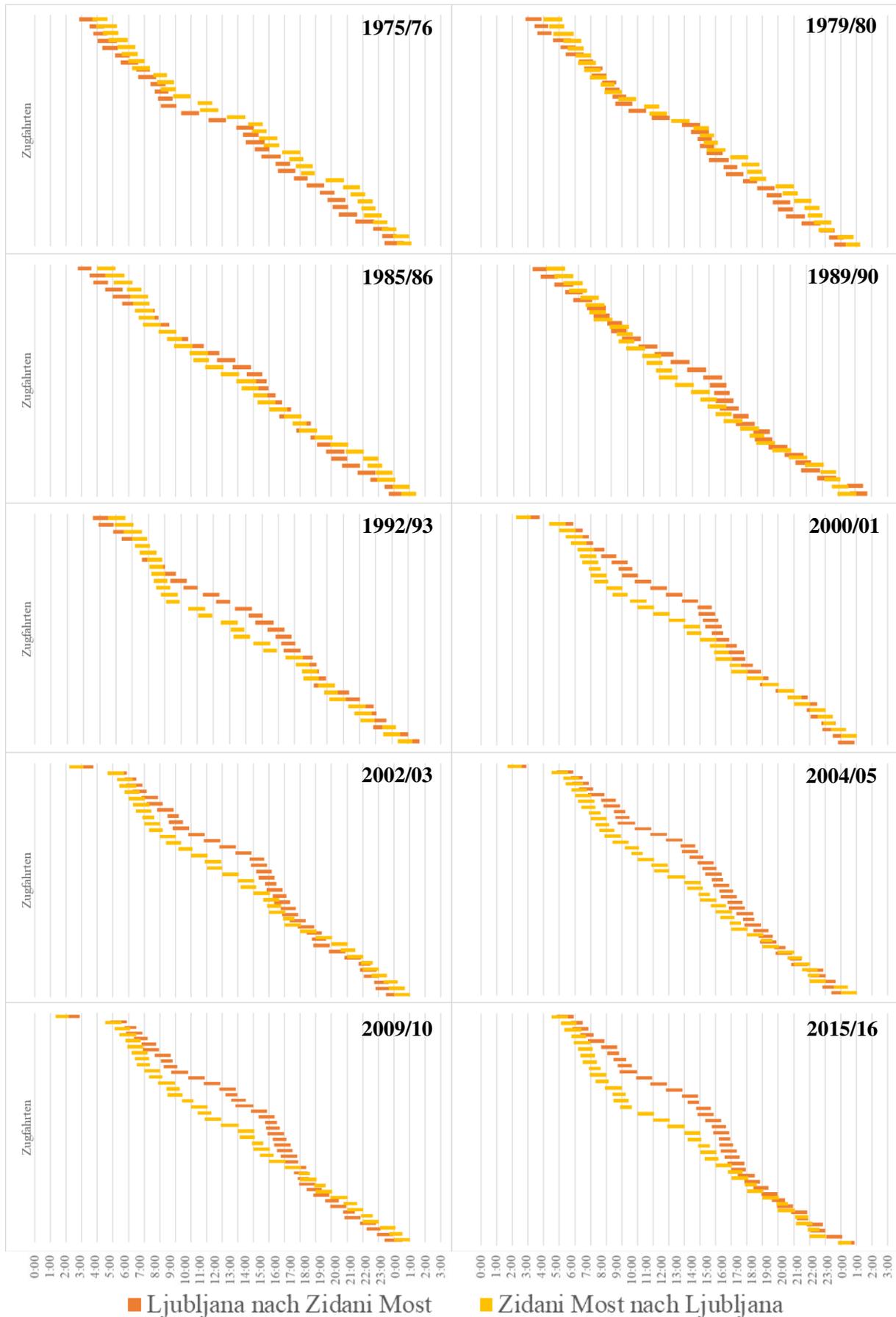


Abbildung 6.11: Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Zidani Most – Ljubljana

## 6.3 Ljubljana – Kresnice

### 6.3.1 Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive

Die Verbindung zwischen Ljubljana und Kresnice repräsentiert eine nur von überall haltenden Zügen bediente Relation mit einer Entfernung von 23,8 km. Sie liegt zugleich auf dem östlichen Ast des Ballungsraumes Ljubljana, der sich bis Litija erstreckt, und für dessen Streckenabschnitt entlang der Zeitreihe eine durchgängige Angebotsverdichtung gegeben ist (vgl. Abschnitt 5.2.2.2).

In Fahrtrichtung Kresnice ist eine mehrstufige Angebotsanpassung entlang der Jahrzehnte erkennbar (vgl. Abbildung 6.12). Ausgehend von einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ wird im Fahrplanjahr 1979/80 eine Verdopplung von 40 % auf 80 % der taktnah verkehrenden Züge bei gleicher Gesamtzahl der Fahrten ersichtlich, was eine Eingruppierung in das Cluster des „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehrs“ begründet. Im darauffolgenden Jahrzehnt wird auf dieser Relation das Angebot um fünf bis sechs Zugfahrten auf 21 bzw. 22 erweitert, von denen 67 % bzw. 73 % das taktnahe Angebot bilden. Insgesamt ergibt sich dadurch bis inkl. des Fahrplans 1992/93 ein dichtes und taktnahes Angebot bei sehr hoher Regelmäßigkeit der Reisezeit.

Ab dem Fahrplan des Jahres 2000/01 wird eine weitere Stufe der Angebotsverdichtung ersichtlich. Mit 26 täglichen Zugfahrten, 88 % von diesen mit taktnahen Abfahrtszeiten, wird bis zum Ende der Zeitreihe ein sehr dichtes und taktnahes Angebot sichergestellt, das nur noch minimalen Änderungen unterliegt.

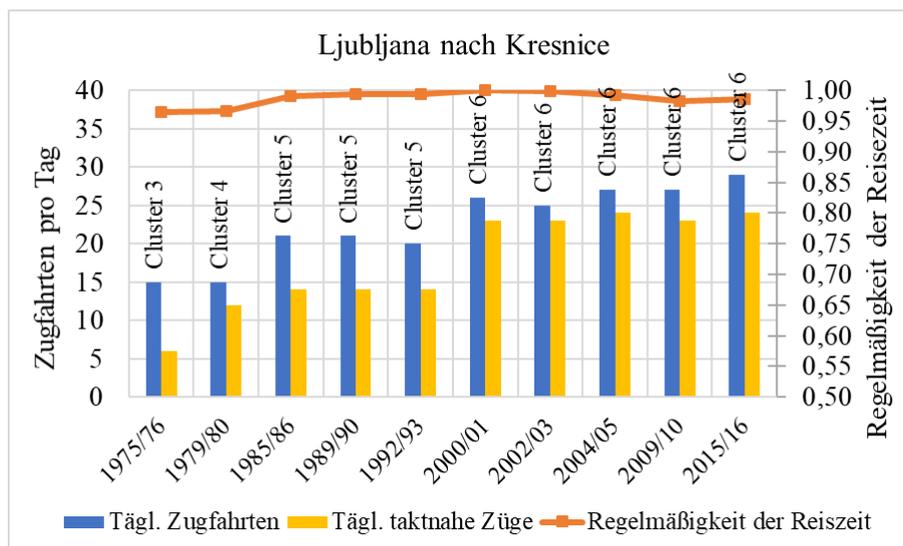


Abbildung 6.12: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Kresnice

Nach einer Reisezeitbandbreite von 23 min bis 28 min erfolgt im Fahrplan des Jahres 1985/86 eine Vergleichmäßigung (80 % der Fahrten mit einer Dauer von 25 min), die sich in der entsprechenden Steigerung der Regelmäßigkeit der Reisezeit niederschlägt. Bis zum Fahrplanjahr 2000/01 wird die weitere Angleichung der Reisezeiten im Tagesverlauf fortgeführt und erreicht den Höchstwert der Regelmäßigkeit der Reisezeit (1,0) infolge einer konstanten Fahrzeit von 23 min. Die im Jahr 2009/10 deutlich werdende Verringerung der Regelmäßigkeit der Reisezeit

(0,983) ist auf eine wieder eingeführte Streuung der planmäßigen Fahrzeiten zwischen 23 min und 26 min zurückzuführen.

Insgesamt wird jedoch deutlich, dass entlang dieser Relation eine relativ hohe Regelmäßigkeit der Reisezeit besteht. Die Eingruppierung in Cluster 6 ab dem Fahrplanjahr 2000/01 erfolgt daher primär aufgrund der hohen täglichen Zugzahlen und taktnahen Abfahrten, während das bei diesem Cluster tendenziell niedrigere Niveau der Regelmäßigkeit der Reisezeit für diese Verbindung nicht repräsentativ ist. Diesbezüglich ist der Zusammenhang der Regelmäßigkeit der Reisezeit mit der Bedienung einer Relation durch unterschiedliche Zuggattungen hervorzuheben, die infolge unterschiedlicher Reisegeschwindigkeiten in der Regel zu einem gemischten Beförderungsniveau führen. Da diese OD-Relation jedoch nur von überall haltenden Zügen bedient wird, besteht eine höhere Gleichmäßigkeit des Angebots. Hinsichtlich der Regelmäßigkeit der Reisezeit kann diese Relation daher als oberer Ausreißer des Clusters angesehen werden.

In Fahrtrichtung Ljubljana ist ebenfalls eine mehrstufige Angebotsentwicklung ersichtlich (vgl. Abbildung 6.13). Während in der Gegenrichtung bereits Ende der 1970er Jahre ein „tagesdurchgängig taktnahes Angebot“ eingeführt wurde, ist hier zunächst das „tagesdurchgängige Grundangebot“ – trotz einer höheren Gesamtzahl an Zugfahrten – beibehalten worden. Im weiteren Verlauf wird in den Angeboten der Fahrpläne von 1985/86 bis 1992/93 die Priorität der taktnahen Gestaltung erkennbar (80 % in 1992/93), bevor auch in dieser Fahrtrichtung ab 2000/01 ein sehr dichtes Angebot etabliert wird.

Während bis zum Fahrplan 2000/01 in beiden Fahrtrichtungen annähernd gleiche Zugzahlen das Fahrtenangebot bilden, bleibt dieses in Richtung Ljubljana ab dem Fahrplan 2002/03 sowohl beim Gesamtangebot als auch bei den taktnahen Abfahrten bis zu 4 Züge unter dem Niveau der Zugzahlen in Richtung Kresnice. Auch bei der Reisezeit lässt sich keine so ausgeprägte Entwicklung hin zu einer Vergleichmäßigung feststellen, wobei die absolute Schwankung zwischen 23 min und 26 min aus Fahrgastsicht weniger wahrnehmbar sein mag, als dies die Schwankung der Regelmäßigkeitswerte der Reisezeit andeuten.

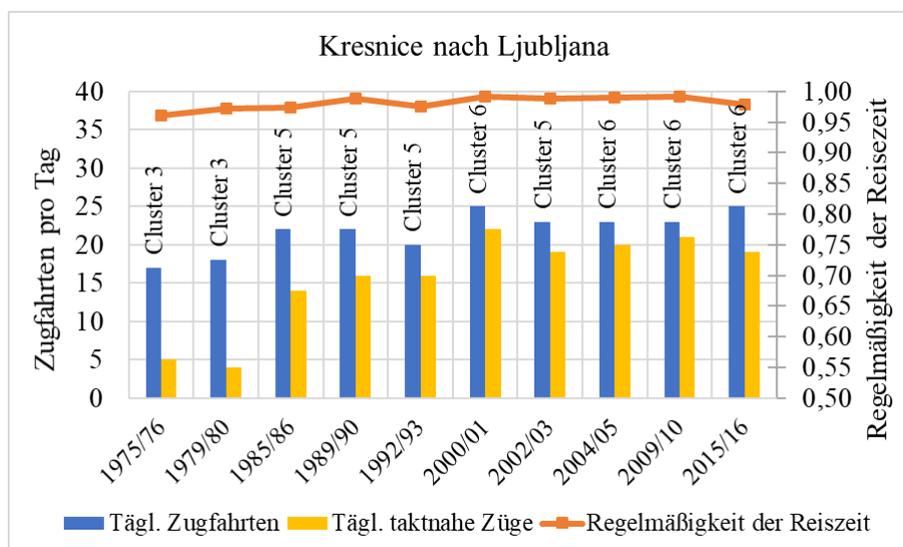


Abbildung 6.13: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Kresnice nach Ljubljana

### 6.3.2 Reisegeschwindigkeiten

Die Unterschiede von nur wenigen Fahrzeitminuten gehen entlang der betrachteten Strecke mit einer niedrigen Schwankung der Reisegeschwindigkeiten einher (vgl. Abbildung 6.14). Während der erste Schritt der Angebotsverdichtung in Fahrtrichtung Kresnice mit konstanten bis leicht steigenden Geschwindigkeiten verbunden ist, lässt sich in Richtung Ljubljana ein bis zum Jahr 1989/90 stetig sinkendes Geschwindigkeitsniveau erkennen. Dieses steigt im Jahr 1992/93 bei fast unverändertem Angebotsniveau sprunghaft an und erklärt infolge der größeren Streuung der Geschwindigkeiten die im entsprechenden Jahr sinkende Regelmäßigkeit der Reisezeit.

Der weitere Verlauf der Zeitreihe weist keine bedeutenden Änderungen des Geschwindigkeitsprofils mehr auf. Bis zum Fahrplan 2009/10 bleibt dieses in Richtung Ljubljana stets leicht unter 60 km/h, während es in der Gegenrichtung knapp darüber liegt. Erst zum Ende der Zeitreihe findet eine Angleichung der planmäßigen Reisegeschwindigkeiten in beide Fahrtrichtungen statt, durch die jeweils ein Median von 62 km/h erreicht wird.

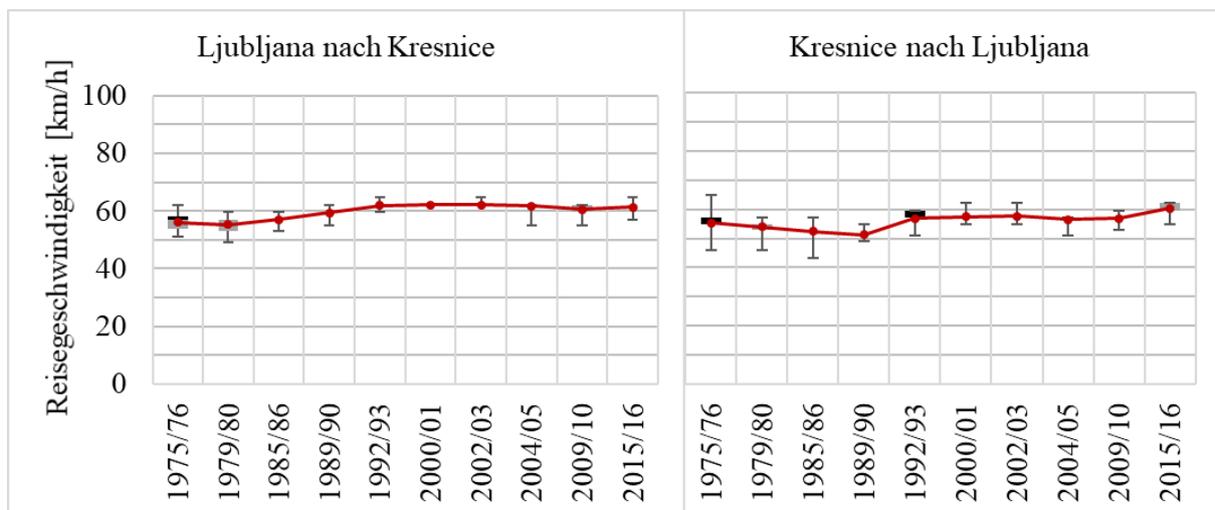


Abbildung 6.14: Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most [km/h]

### 6.3.3 Zugfolgezeiten

Der erste Schritt der Angebotsverdichtung hat in beiden Fahrtrichtungen bewirkt, dass ab dem Fahrplan 1985/86 zwischen 75 % der Zugfahrten weniger als eine Stunde liegt (vgl. Abbildung 6.15). Obwohl das Angebotsniveau annähernd unverändert blieb, wurde durch die Verlagerung der Fahrten im Tagesverlauf die im Fahrplan des Jahres 1992/93 erkennbare Verringerung des Medians von 60 min auf etwa 40 min erreicht, während das obere Quartil – in Fahrtrichtung Kresnice – von 60 min auf 85 min gestiegen ist. Diese Entwicklung deutet auf eine tageszeitabhängige Intervallverkürzung mit sich daraus zu anderen Zeitlagen eröffnenden Taktlücken hin.

Die zweite Stufe der Angebotserhöhung bei gleichzeitiger Steigerung der Anzahl an taktnah verkehrenden Zügen zeigt fahrtrichtungsabhängig unterschiedliche Effekte. In Richtung Kresnice wird durch die Fahrplangestaltung ein Median der Zugfolgezeiten zwischen 35 min und 40 min erreicht, während in der Gegenrichtung Werte zwischen 45 min und 55 min vorliegen. Auch wenn in beiden Richtungen zwischen 75 % der Züge weniger als eine Stunde liegt,

schlägt sich das in Fahrtrichtung Kresnice in den 2000er Jahren um bis zu 4 Fahrten höhere Angebot im Mittel in niedrigeren Zugfolgezeiten nieder.

Bis zum Ende der Zeitreihe wird durch die Fahrplangestaltung bei allgemein gleichbleibendem Angebotsniveau in beiden Richtungen ein Median der Zugfolgezeiten von 30 min erreicht, wobei sich die insgesamt geringeren Zugzahlen in Fahrtrichtung Ljubljana in zeitlich durchgängigen Maxima von 120 min niederschlagen, was auf vorliegende Angebotslücken hindeutet.

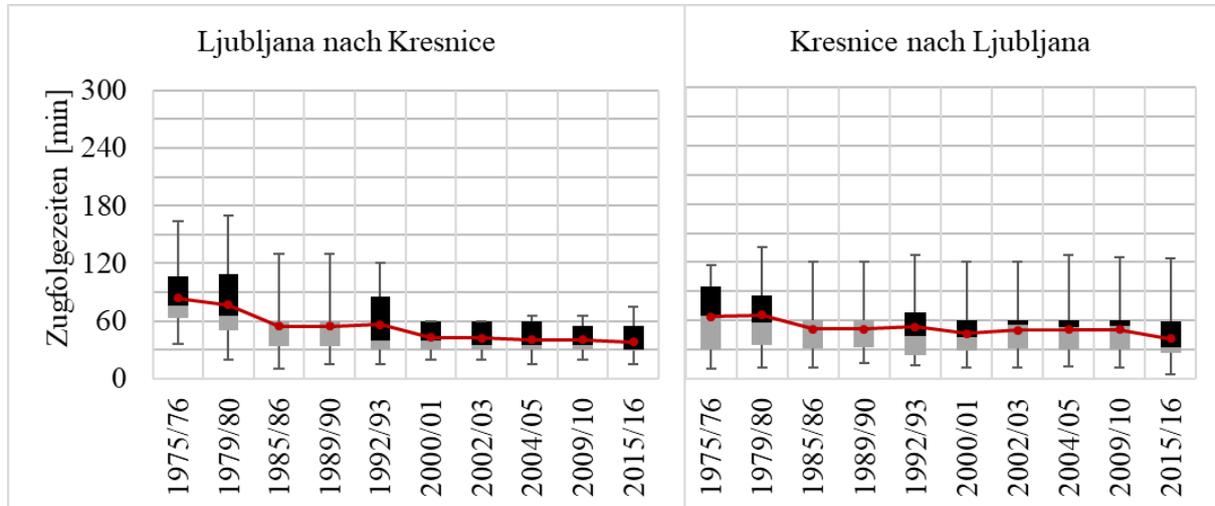


Abbildung 6.15: Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Zidani Most [min]

#### 6.3.4 Zeitlage des Angebots

In der Zeitlage des Fahrtenangebots (vgl. Abbildung 6.16) wird in der ersten Hälfte der Zeitreihe neben einer zunehmenden Verdichtung auch eine Fahrtrichtungsabhängigkeit erkennbar. Während bis 8 Uhr morgens in Richtung Ljubljana kürzere Intervalle vorliegen, ist nachmittags zwischen etwa 14 Uhr und 16 Uhr dasselbe in Richtung Kresnice gegeben. Beim Fahrplan von 1992/93 ist im Vergleich zu den Vorjahren eine größere Fahrplanausdünnung zwischen 8 Uhr und 12 Uhr auf etwa einen zweistündigen Takt erkennbar, wobei sich trotz eines kaum veränderten Gesamtangebots eine höhere Zugdichte zu den Hauptverkehrszeiten niederschlägt.

Mit der zweiten Stufe der Angebotsverdichtung, die im Fahrplan von 2000/01 sichtbar wird, geht auch eine verstärkte Orientierung an einem taktnahen Angebot einher, das durch den annähernd linearen Verlauf der Darstellung der täglichen Zugfahrten zum Ausdruck kommt. Während in den darauffolgenden Fahrplanjahren wieder eine tageszeitabhängige Ausdünnung des Angebots in den Vormittagsstunden sichtbar wird, kann zu den restlichen Tageszeiten ein sehr dichtes Angebot festgestellt werden. Dieses bietet in den Morgen- und Nachmittagsstunden etwa einen Halbstundentakt, der ab ca. 17 Uhr (in Richtung Kresnice) bzw. ab ca. 15 Uhr (in Richtung Ljubljana) auf einen Stundentakt geändert wird.

Die Zeitlage des Fahrtenangebots zwischen Ljubljana und Kresnice macht zusammenfassend eine Entwicklung von einem sowohl nach der Fahrtrichtung als auch der Tageszeit bedarfsorientierten, unregelmäßigen Fahrplan zu einem dichten und taktnahen Angebot bis zur Jahrtausendwende durch. Im Anschluss daran finden noch leichte Angebotsanpassungen statt, mit denen bei konstantem Angebotsniveau wieder mehr tageszeitabhängige Verdichtungen vorgenommen werden.

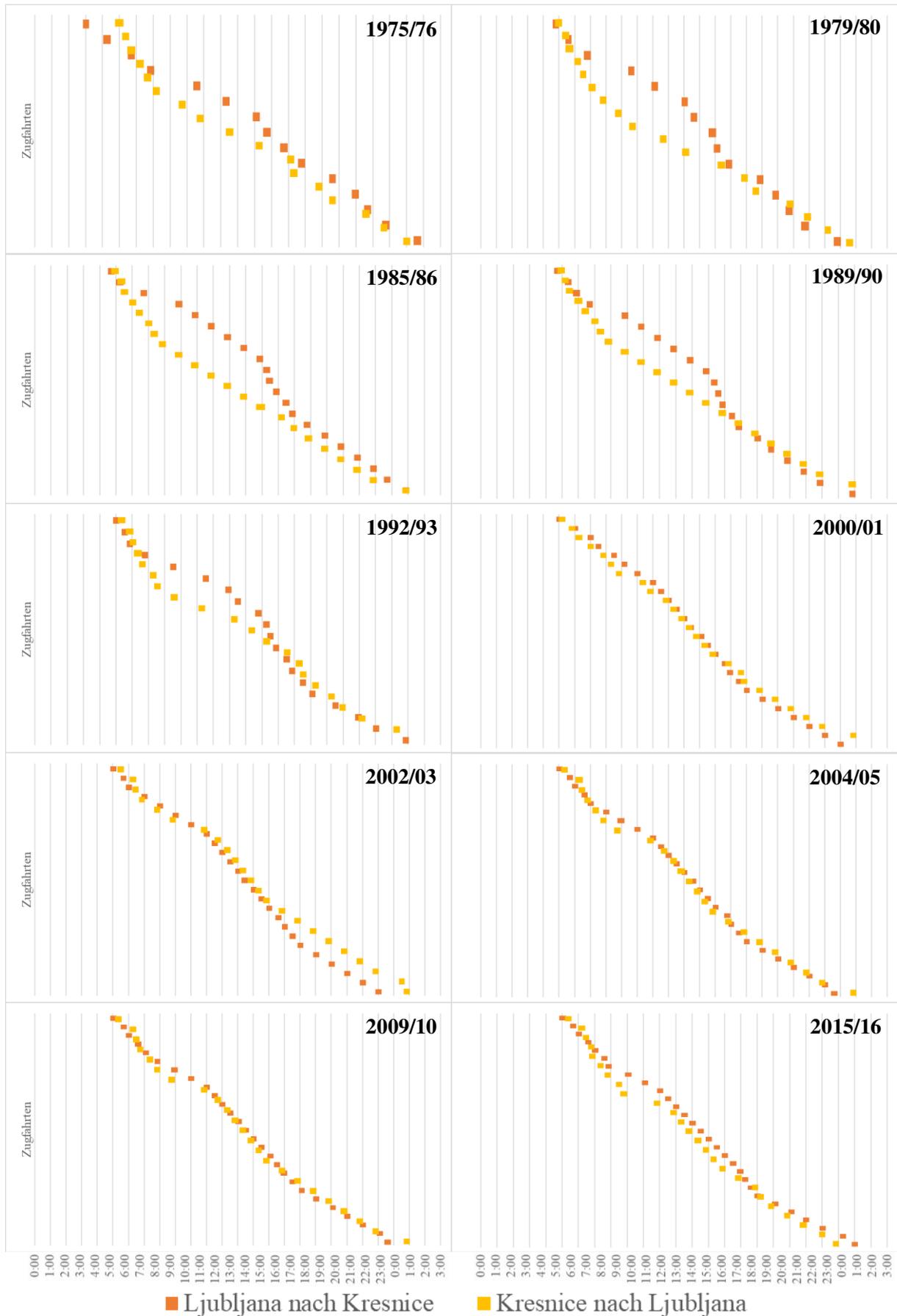


Abbildung 6.16: Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Kresnice – Ljubljana

## 6.4 Ljubljana – Zagreb

### 6.4.1 Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive

Die Relation zwischen Ljubljana und Zagreb bildet entlang ihrer 141 km die Verbindung zwischen den Hauptstädten Sloweniens und Kroatiens. Wie den beiden nachfolgenden Diagrammen zu entnehmen ist, ist die Angebotsentwicklung der Direktverbindungen von einer kontinuierlichen Verringerung der Zugzahlen gekennzeichnet. Dies verläuft von einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ mit etwa 15 täglichen Zugfahrten zu einem „Minimalangebot“ mit etwa 5 Fahrten am Ende der Zeitreihe.

Während in den 1970er und 1980er Jahren ein annähernd gleichbleibendes Angebot beibehalten wurde, kann im Fahrplan des Jahres 1992/93 eine Angebotsreduktion auf elf Fahrten festgestellt werden. Bis zum Fahrplanjahr 2000/01 setzt sich diese Entwicklung fort und mündet bei etwa sieben täglichen Fahrten. Dieses Niveau wird über das gesamte Jahrzehnt beibehalten, bis am Ende der Zeitreihe die weitere Verringerung auf fünf tägliche Fahrten erkennbar wird.

Die Regelmäßigkeit der Reisezeit ist insbesondere in Fahrtrichtung Ljubljana relativ großen Schwankungen entlang der Zeit ausgesetzt, was auf Fahrzeitbandbreiten von etwa 115 min bis 165 min zurückzuführen ist. Die höchsten Regelmäßigkeitswerte der Reisezeit werden schließlich am Ende der Zeitreihe erreicht, wobei sich die Reisezeiten rund um 140 min vergleichmäßigen.

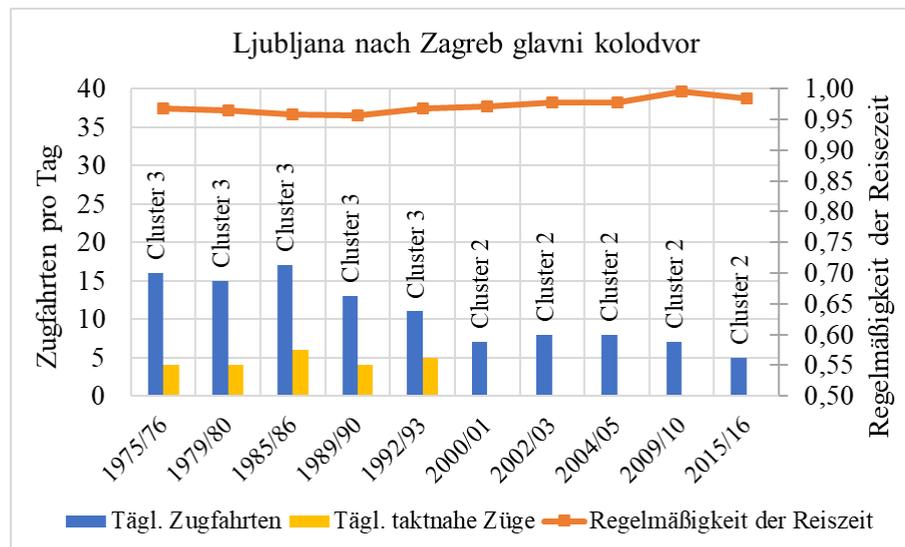


Abbildung 6.17: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Ljubljana nach Zagreb

Die Anzahl der taktnahen Zugfahrten lässt entlang der Zeitreihe zunächst auf keine entsprechende Priorität bei der Fahrplangestaltung schließen. Lediglich in Fahrtrichtung Ljubljana hebt sich im Fahrplanjahr 1985/86 ein höherer Wert mit 10 von 17 Fahrten (59 %) hervor, wodurch sich auch aus der Cluster-Perspektive eine Eingruppierung in einen „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr“ begründet. Diese Entwicklung wurde in den darauffolgenden Jahren jedoch nicht fortgeführt, so dass eine entsprechende Angebotsqualität auf dieser Relation eine einmalige Erscheinung entlang dieser Zeitreihe darstellt.

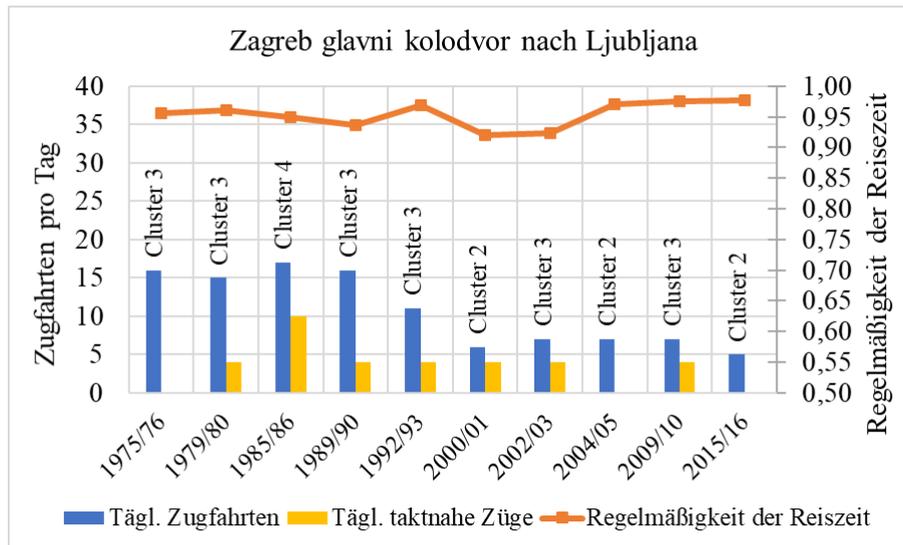


Abbildung 6.18: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Zagreb nach Ljubljana

#### 6.4.2 Reisegeschwindigkeiten

Mit zunehmender Verringerung der Zugzahlen zeigt sich auch eine Verengung der Bandbreiten der Reisegeschwindigkeiten (vgl. Abbildung 6.19). Damit geht jedoch auch eine Reduktion der maximalen Reisegeschwindigkeiten zwischen den beiden Städten einher, so dass nach dem Fahrplanjahr 1992/93 mit keinem Angebot mehr eine Reisegeschwindigkeit von 75 km/h erreicht wird. Stattdessen bietet das Fahrtenangebot ein Geschwindigkeitsniveau von 61 km/h mit einer kürzesten Reisezeit von 138 Minuten. Entlang der 40jährigen Zeitreihe bleibt das mittlere Geschwindigkeitsniveau mit einer Verringerung um ca. 3 km/h praktisch unverändert.

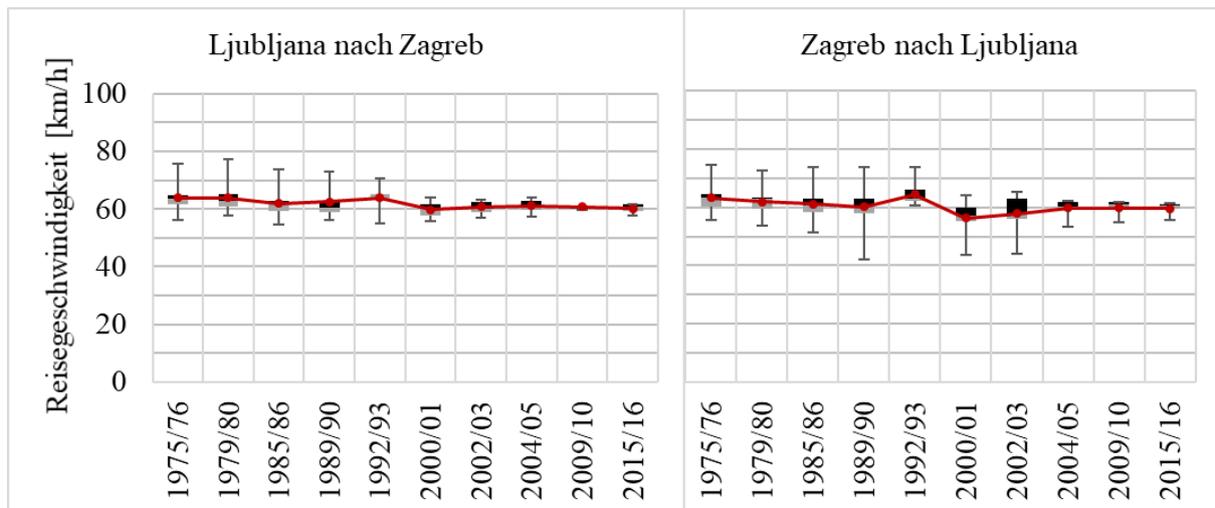


Abbildung 6.19: Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ljubljana und Zagreb [km/h]

#### 6.4.3 Zugfolgezeiten

Erwartungsgemäß geht mit den geschilderten Änderungen des Gesamtangebots eine Erhöhung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Zagreb einher (vgl. Abbildung 6.20). In Fahrtrichtung Zagreb konnte bis zum Ende der 1980er Jahre ein Median der Intervalle bei 60 min gehalten werden, worauf bis zum Jahr 2000/01 schrittweise eine Verdreifachung dieses Wertes

erfolgte. Insgesamt zeigen sich in diesem Fahrplanjahr auch die größten Schwankungen der Zugfolgezeiten, von denen die Hälfte zwischen 90 min und etwa 300 min liegt. In den darauffolgenden Jahren konnte zwar über eine entsprechende Umverteilung der Zugfahrten im Tagesverlauf eine Intervallverkürzung erreicht werden, zum Ende der Zeitreihe stellt sich jedoch wieder ein Median von drei Stunden ein.

In Fahrtrichtung Ljubljana zeigt sich allgemein dieselbe Entwicklungstendenz. Auffällig ist jedoch, dass eine größere Streuung der Zugfolgezeiten vorliegt. Auch zum Ende der betrachteten Fahrplanjahre liegt der Median der Intervalle mit vier Stunden um eine Stunde über jenem der Gegenrichtung, obwohl Minima und Maxima identisch sind.

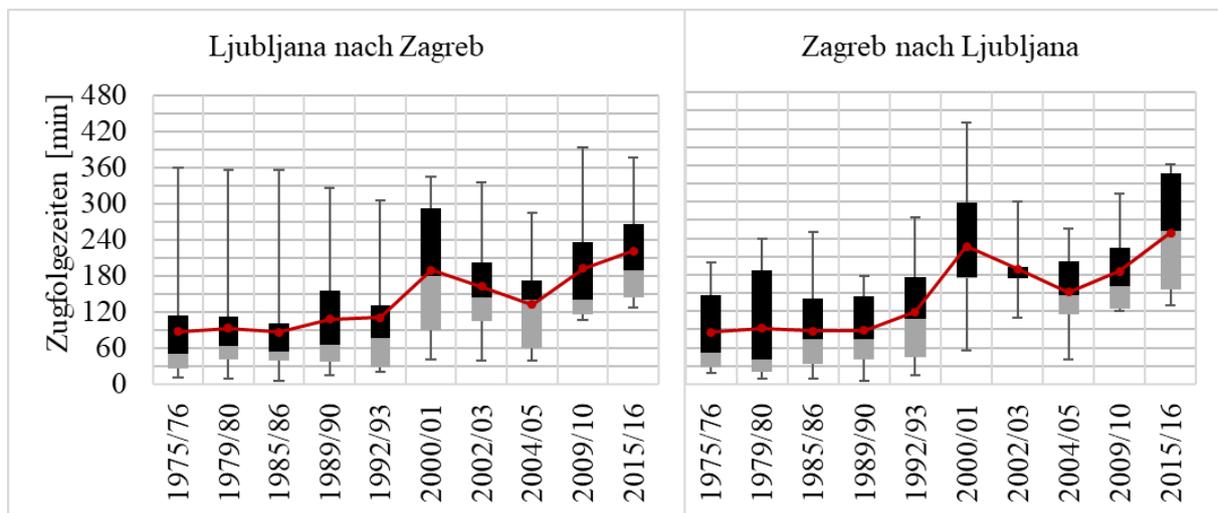


Abbildung 6.20: Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Ljubljana und Zagreb [min]

#### 6.4.4 Zeitlage des Angebots

In Abbildung 6.21 wird der Wandel der Zeitlage des Fahrtenangebots entlang der Zeitreihe deutlich. In Fahrtrichtung Zagreb findet bis in die Mitte der 1980er Jahre ein wesentlicher Anteil der Fahrten in den Nacht- und frühen Morgenstunden statt, während zwischen 8 Uhr und 14 Uhr keine Abfahrten mehr vorgesehen sind. In Fahrtrichtung Ljubljana zeigt sich dagegen ein relativ gleichmäßig verteiltes Vormittagsangebot, das im weiteren Tagesverlauf zwischen 12 Uhr und 13 Uhr sowie in den Abendstunden zwei Zeiträume mit verdichteten Intervallen einnimmt. Nach einer breiteren zeitlichen Verteilung des Angebots im Fahrplan des Jahres 1989/90, wird im Jahr 1992/93 eine Umkehrung der fahrtrichtungsabhängigen Zeitlage des Angebotsschwerpunkts deutlich. Die dichtesten Zugfolgen werden dabei in Fahrtrichtung Ljubljana frühmorgens erreicht, während jene in Richtung Zagreb nach 20 Uhr liegen.

Ab 2000/01 findet die zeitliche Verteilung des verringerten Angebots ohne einer hervorstechenden Tageszeitabhängigkeit statt. Bis zum Ende der Zeitreihe verteilen sich die verbliebenen fünf täglichen Zugfahrten ebenfalls auf alle Tageszeiten. In dem Verlauf der Ausdünnung des Angebots wird somit insgesamt deutlich, dass zunächst Fahrten zu Zeitlagen sehr geringer Intervalle reduziert wurden, so dass eine annähernd gleichmäßige tageszeitliche Verteilung erreicht wurde. Von diesem Ausgangspunkt erfolgte schließlich die weitere Fahrtenkürzung, wobei trotz eines Minimalangebots eine Bedienung zu fast allen Tageszeiten beibehalten wurde.

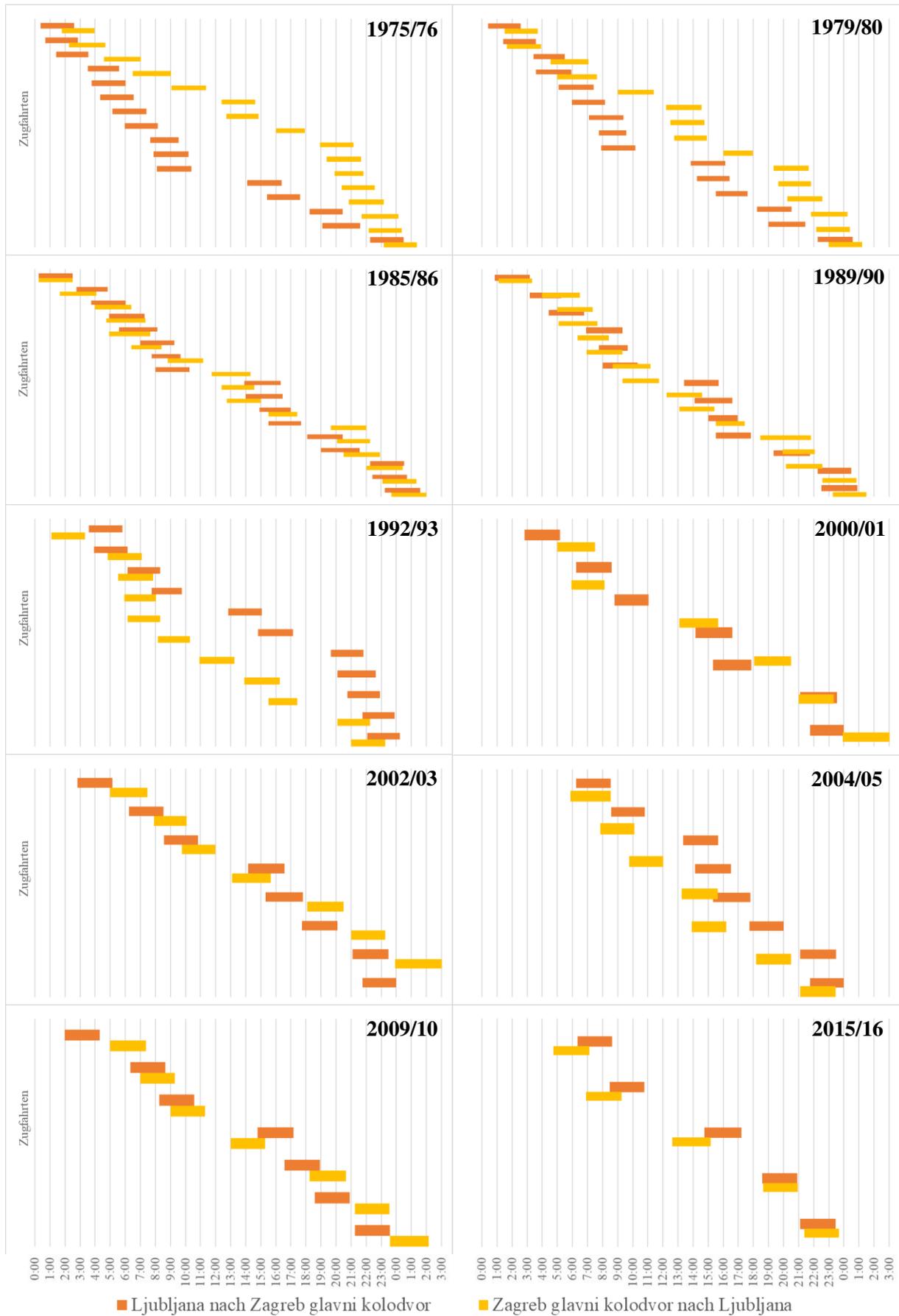


Abbildung 6.21: Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Ljubljana – Zagreb – Ljubljana

## 6.5 Maribor – Zagreb

### 6.5.1 Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive

Mit einer Entwicklung von drei auf eine tägliche Direktverbindung entlang der Zeitreihe zeichnet sich die Relation zwischen Maribor und Zagreb entlang der etwa 170 km durch ein sehr geringes Angebot aus. Im Unterschied zur Verbindung zwischen Ljubljana und Zagreb zeigt sich hier auch zu Beginn der Zeitreihe keine höhere Direktverbindungspriorität. Das zwei bis drei Fahrten bildende „Minimalangebot“ wird ab dem Fahrplanjahr 2009/10 auf eine Zugfahrt und der entsprechenden Clustergruppierung in eine „Umsteigeverbindung“ reduziert.

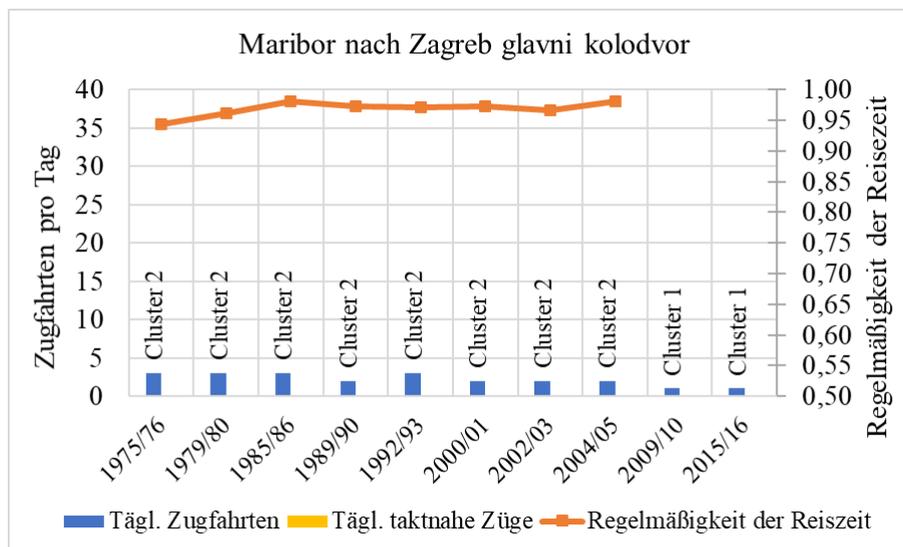


Abbildung 6.22: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Maribor nach Zagreb

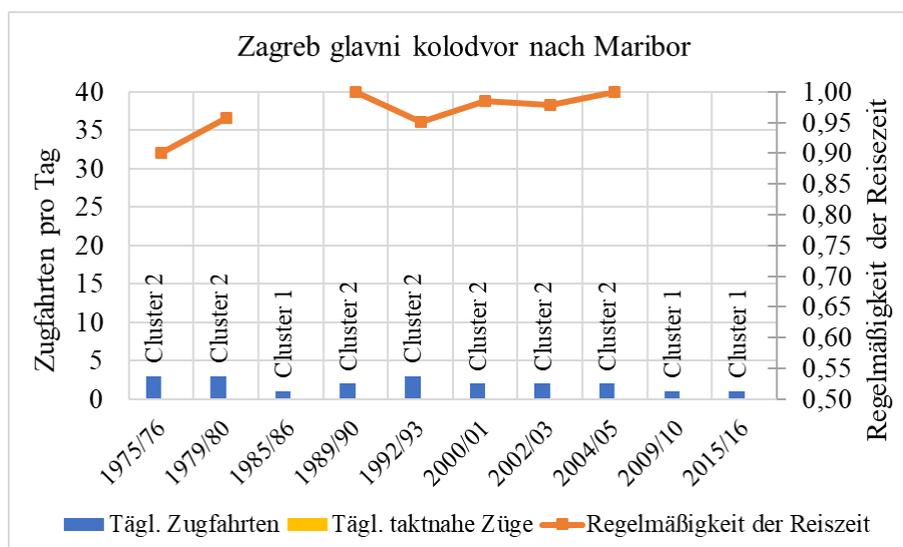


Abbildung 6.23: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Zagreb nach Maribor

Die Regelmäßigkeit der Reisezeit weist im zeitlichen Verlauf eine steigende Tendenz auf. Diese ergibt sich infolge der Vergleichmäßigung der Reisezeiten, die sich von einer Bandbreite zwischen 155 min und 207 min im Jahr 1975/76 auf Werte zwischen 155 min und 162 min im Jahr

2004/05 entwickelt haben. Zum Ende der Zeitreihe erreicht die eine verbleibende tägliche Zugfahrt eine Reisezeit von – je nach Fahrtrichtung – 167 min bzw. 169 min.<sup>26</sup> Während sich die längeren Reisezeiten im Jahr 1975/76 aufgrund mehrminütiger Haltezeiten in Celje und Zidani Most ergaben, ist im Fahrplan des Jahres 1992/93 in Celje nur noch ein Haltezeit von einer oder zwei Minuten und gar kein Halt mehr in Zidani Most vorgesehen, stattdessen besteht jedoch ein mehrminütiger Aufenthalt am Grenzhalt in Dobova.

Eine exemplarische Betrachtung der Relation mit einem Umstieg in Zidani Most (vgl. Tabelle 6.1) weist entlang der gesamten Zeitreihe ein höheres Fahrtenangebot auf als die Direktverbindung.<sup>27</sup> Während bis zum Fahrplan des Jahres 1989/90 die Teilstrecken Maribor – Zidani Most und Zidani Most – Zagreb mit einem Zugsangebot in gleicher Größenordnung bedient wurden, ist ab den 1990er Jahren die Angebotsreduktion zwischen Zidani Most und Zagreb auf zunächst 8 Fahrten (1992/93) und schließlich auf 5 Fahrten (2015/16) erkennbar. Das Angebot an Umsteigeverbindungen ist somit zwar höher als jenes der Direktverbindungen, unterliegt im Zeitverlauf jedoch ebenfalls einer deutlichen Kürzung.

	1975/76	1979/80	1985/86	1989/90	1992/93	2000/01	2002/03	2004/05	2009/10	2015/16
<b>Maribor - Zidani Most</b>	15	16	17	14	19	24	25	29	28	29
<b>Zidani Most - Zagreb</b>	17	17	14	11	8	7	8	8	7	5
<b>Zagreb - Zidani Most</b>	17	15	12	13	8	6	7	7	7	5
<b>Zidani Most - Maribor</b>	15	19	15	15	21	24	25	29	28	27

Tabelle 6.1: Zugzahlen der Umsteigeverbindung Maribor – Zidani Most – Zagreb entlang der Zeitreihe

### 6.5.2 Reisegeschwindigkeiten

Die geschilderte Entwicklung der Reisezeiten der Direktverbindungen wird auch bei der Betrachtung der Reisegeschwindigkeiten deutlich, deren Niveau insgesamt bei etwa 60 km/h liegt und in der zeitlichen Gesamtbetrachtung unverändert ist (vgl. Abbildung 6.24). Deutlich wird ebenfalls, dass die Maxima vom Beginn der Zeitreihe zu dessen Ende nicht mehr erreicht werden. Das im Fahrplan des Jahres 1992/93 erkennbare höhere Niveau von 63-73 km/h ist auf die Reduktion der Anzahl der Zwischenhalte auf Celje und Dobova zurückzuführen, während der zwischen Maribor und Zagreb verkehrende Zug zum Ende der Zeitreihe mit Pragersko, Laško, Sevnica und Krško auch vier weitere Halte bedient.

<sup>26</sup> In den Fahrplanjahren mit weniger als zwei Fahrten wird an dieser Stelle keine Regelmäßigkeit der Reisezeit in den Diagrammen ausgewiesen. Das Auswertungsschema sieht aufgrund einer nicht gegebenen „Regel“ den Wert 0 vor (vgl. Abschnitt 4.3.3).

<sup>27</sup> Tabelle 6.1 stellt die Gesamtzahl der täglichen Zugfahrten entlang der jeweiligen Teilabschnitte dar. Die für die Wahl einer Umsteigeverbindung ebenfalls relevante Größenordnung der Wartezeit am Umsteigepunkt wird dabei nicht berücksichtigt.

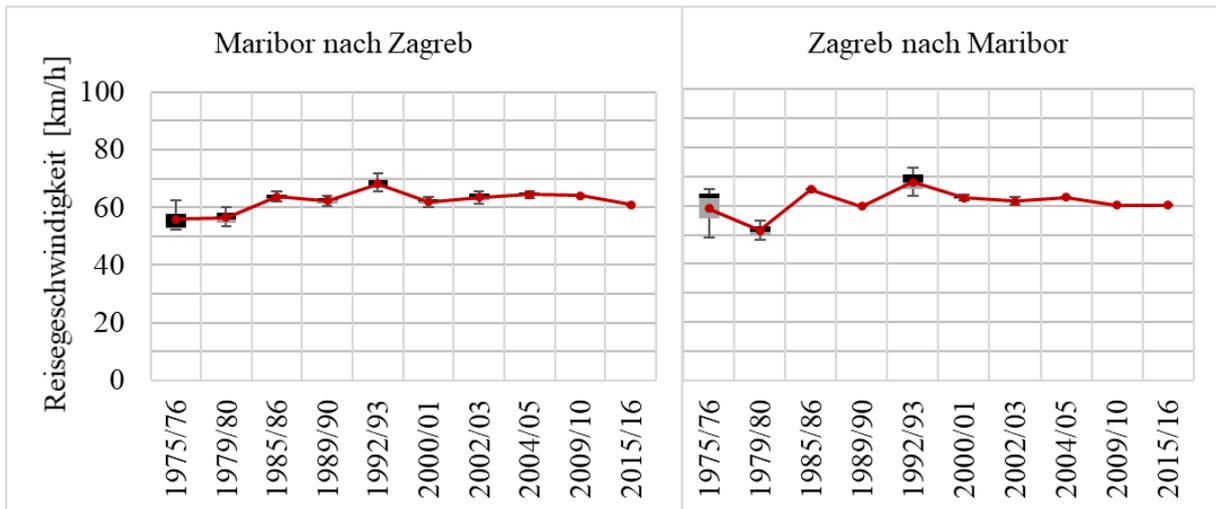


Abbildung 6.24: Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Maribor und Zagreb [km/h]

### 6.5.3 Zugfolgezeiten

Angesichts der geringen täglichen Zugzahlen kann der Auswertung von Zugfolgezeiten aus Fahrgastperspektive keine besonders hohe Relevanz zugeschrieben werden. Ungeachtet dessen wird deutlich (vgl. Abbildung 6.25), dass die wenigen Fahrten nicht unmittelbar aufeinanderfolgen, sondern zumeist vier- bis neunstündige Zeiträume zwischen ihnen liegen. Dies deutet darauf hin, dass eine breite Verteilung der Abfahrtszeiten im Tagesverlauf gegeben ist und sich das Angebot der Direktverbindungen folglich auf verschiedene Tageszeiten erstreckt.

Die in Fahrtrichtung Maribor im Jahr 1979/80 einmalig erkennbare Erhöhung der Streuung der Zugfolgezeiten ( $245 \div 910$  min) ist dagegen ein Anzeichen für ein etwas dichteres Intervall zu einer bestimmten Tageszeit, während ein vergleichsweise großer, 15stündiger Zeitraum nicht bedient wird.

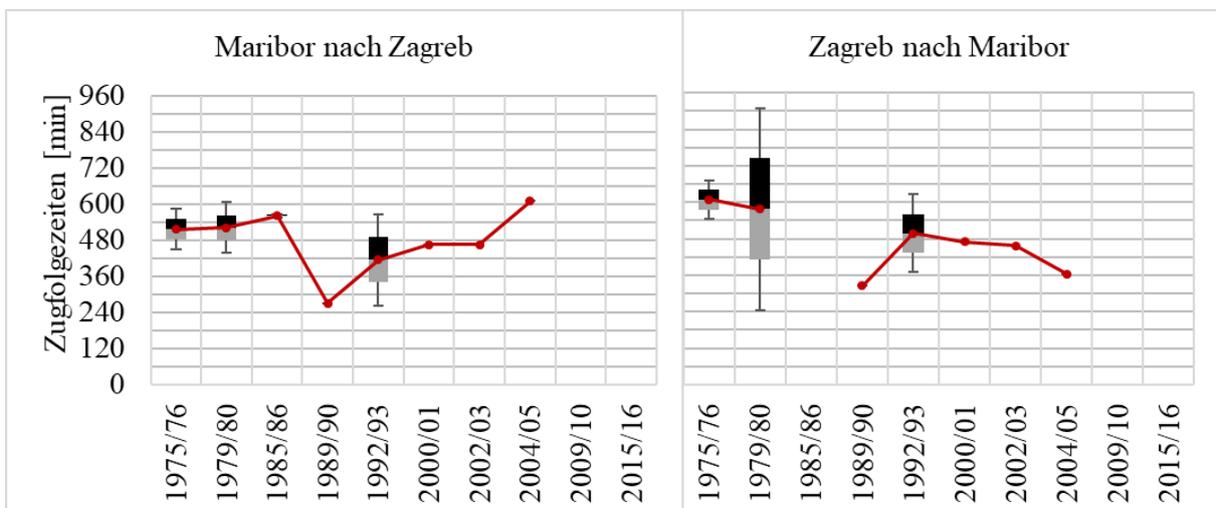


Abbildung 6.25: Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Maribor und Zagreb [min]

### 6.5.4 Zeitlage des Angebots

Abbildung 6.26 ergänzt die bisherigen Schlussfolgerungen insbesondere um zwei Aspekte. Zum einen ist bis zum Fahrplan des Jahres 1992/93 das Angebot von nächtlichen Fahrten

geprägt, wodurch tagsüber nur noch eine oder zwei Direktverbindungen angeboten werden. Ab 2000/01 findet infolge der Zugzahlverringerung eine Verlagerung auf tagsüber angebotene Fahrten statt, wobei ein Tagesrandangebot mit einer Frühverbindung in Fahrtrichtung Maribor zwischen 7 Uhr und 8 Uhr und der späten Verbindung in Fahrtrichtung Zagreb um etwa 20 Uhr bis zum Ende der Zeitreihe beibehalten wird. Die beiden weiteren Fahrten, welche bis zum Fahrplan des Jahres 2004/05 Teil des Angebots sind, erlauben in der umgekehrten Richtungsbeziehung dagegen am selben Tag keine umsteigefreie Hin- und Rückfahrt zu den Tagesrandzeiten von Maribor nach Zagreb.

Des Weiteren ist erkennbar, dass die generelle Zeitlage der Fahrten in beiden Fahrtrichtungen keine Durchgängigkeit entlang der Fahrplanjahre bietet und insbesondere in der ersten Hälfte der Zeitreihe starken Schwankungen unterliegt. Während beispielsweise in Fahrtrichtung Zagreb ab Beginn der Zeitreihe ein Angebot „rund um“ die Mittagszeit gegeben war, wurde die entsprechende Fahrt zwischen 1985/86 und 2000/01 nicht mehr angeboten. In den Jahren von 2000/01 bis 2004/05 wurde dieses Angebot wieder eingeführt und anschließend erneut gekürzt. Ähnlich verhält es sich in Fahrtrichtung Maribor mit einer nachmittäglichen Fahrplanlage. Während diese in den 1970er Jahren angeboten wird, ist sie in den Fahrplänen der Jahre 1985/86 und 1989/90 kein Angebotsbestandteil. Im Fahrplan von 1992/93 wird eine solche Direktverbindung dagegen wieder angeboten, bis sie nach schrittweisen zeitlichen Vorverlegungen von 18 Uhr auf ca. 13:30 Uhr ab dem Fahrplan des Jahres 2009/10 nicht mehr aufscheint.

Zusammenfassend kann zur Relation Maribor – Zagreb festgehalten werden, dass das sehr geringe Fahrplanangebot entlang der Zeitreihe nicht nur sinkt, sondern auch in der Zeitlage häufige Wechsel aufweist. Den Fahrgästen wird prioritär eine Umsteigeverbindung über Zidani Most angeboten, welche ab den 1990er Jahren jedoch ebenfalls einer Kürzung unterliegt und zum Ende der Zeitreihe aus fünf täglichen Fahrten besteht.

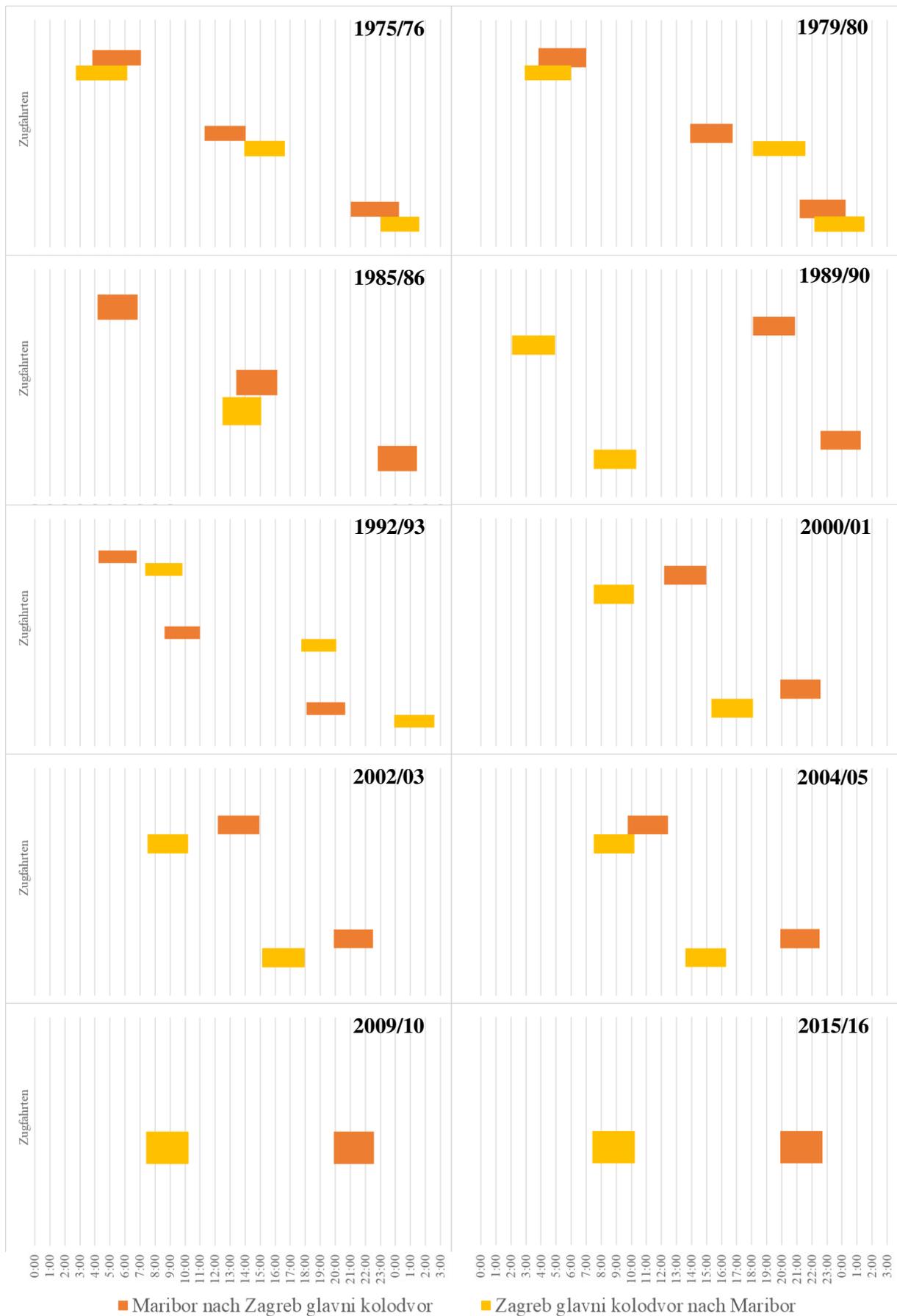


Abbildung 6.26: Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Maribor–Zagreb–Maribor

## 6.6 Maribor – Celje

### 6.6.1 Angebotsentwicklung aus der Cluster-Perspektive

Das Fahrtenangebot zwischen Maribor und dem 67 km entfernten Halt in Celje weist entlang der Zeitreihe eine steigende Tendenz auf. In Fahrtrichtung Maribor (vgl. Abbildung 6.27) ist im Jahr 1975/76 ein „tagesdurchgängiges Grundangebot“ mit 17 Fahrten, jedoch nur einem geringen taktnahen Anteil von 24 % gegeben. Zwischen 1979/80 und 1989/90 kommt es zu einer Zugzahlerhöhung von 17 auf 20 bis 21 Fahrten. Diese Angebotsausweitung geht auch mit einer Erhöhung des taktnahen Anteils von 55 % (1979/80) auf 70 % (1989/90) und einer zunehmenden Steigerung der Regelmäßigkeit der Reisezeit von 0,91 auf 0,95 einher. Diese ergibt sich durch eine Verringerung der Streuung der Reisezeiten von 54 min bis 80 min (1979/80) auf 52 min bis 73 min (1989/90). Die Reisezeitunterschiede sind darauf zurückzuführen, dass diese Relation sowohl von überall haltenden Zügen als auch von nicht überall haltenden Zügen bedient wird, wodurch eine gemischte Beförderungsqualität gegeben ist.

In den 1990er Jahren findet eine weitere Angebotsverdichtung statt, die im Fahrplan des Jahres 2000/01 bei insgesamt 32 täglichen Direktverbindungen ihr Maximum erreicht. Diese Angebotsausweitung geht mit einer taktnahen Fahrplangestaltung einher, wobei 78 % der Abfahrtszeitpunkte diesem Kriterium entsprechen. In den darauffolgenden Jahren kommt es erneut zu einem leichten Angebotsrückgang von vier täglichen Fahrten sowie zu einem Rückgang des taktnahen Anteils auf 71 % (2004/05). Bis zum Ende der Zeitreihe wird der taktnahe Anteil mit 22 von 28 Fahrten (79 %) jedoch wieder erhöht.

Die Regelmäßigkeit der Reisezeit ist mit Werten zwischen 0,91 und 0,95 entlang dieser Relation allgemein vergleichsweise gering und auf die relativ konstante Differenz von etwa 20 min Fahrzeit zwischen den schnellsten und langsamsten Zugfahrten im Tagesverlauf zurückzuführen.

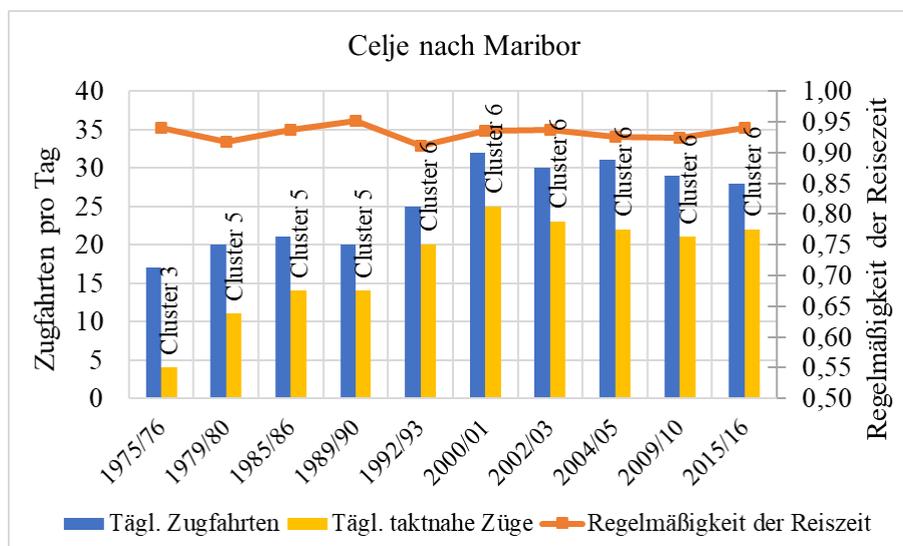


Abbildung 6.27: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Celje nach Maribor

In Fahrtrichtung Celje (vgl. Abbildung 6.28) ergibt sich grundsätzlich ein analoges Bild. Hervorzuheben ist jedoch, dass bereits zu Beginn der Zeitreihe mit elf von 16 Fahrten (69 %) eine

relativ taktnahe Fahrplangestaltung gegeben ist. Bei einer steigenden Gesamtzahl der täglichen Fahrten geht der Anteil des taktnahen Angebots bis 1989/90 zunächst auf 58 % zurück, bevor auch in dieser Fahrtrichtung eine Angebotsausweitung in den 1990er Jahren ersichtlich wird. Zwischen den Fahrplänen der Jahre 2000/01 und 2015/16 findet auch hier eine Angebotsanpassung statt, welche sich in einer Verringerung des taktnahen Fahrtenanteils von 88 % auf 81 % bei einem um eine Fahrt verringerten Gesamtangebot (von 32 auf 31 Fahrten) ausdrückt.

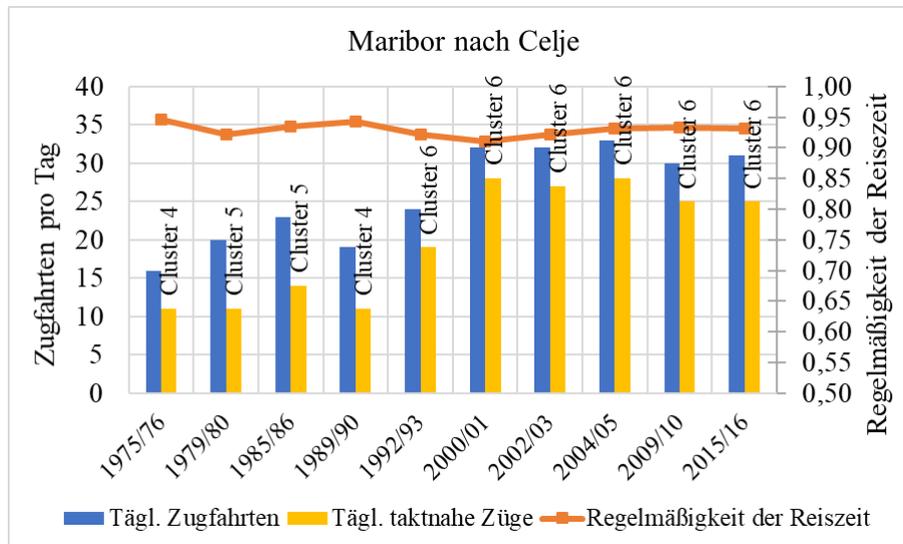


Abbildung 6.28: Entwicklung der Zugfahrten pro Tag, der taktnahen Zugfahrten pro Tag (linke Achse) sowie der Regelmäßigkeit der Reisezeit (rechte Achse); Maribor nach Celje

### 6.6.2 Reisegeschwindigkeiten

Die Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten (vgl. Abbildung 6.29) zwischen Maribor und Celje deutet auf eine zwischen 1975/76 und 1989/90 sinkende Tendenz hin, bei der sich der Median von 60 km/h auf 55 km/h verringert. Zeitgleich mit der Angebotsverdichtung wird im Fahrplanjahr 1992/93 wieder ein steigendes Geschwindigkeitsniveau erkennbar. Bei konstanten Minima und Maxima steigt der Median auf 66-68 km/h. Die erkennbare höhere Streuung der Geschwindigkeiten begründet dabei den Rückgang der Regelmäßigkeit der Reisezeit im entsprechenden Jahr.

Ab dem Geschwindigkeitsprofil des Jahres 2000/01 wird eine größere Spaltung des gesamten Angebots erkennbar. Während sich die maximalen Reisegeschwindigkeiten von 80 km/h auf 93 km/h erhöhen, sinkt der Median zeitgleich auf 62 km/h und damit auf das Niveau der 1970er Jahre. Dieses Angebot bleibt bis 2009/10 praktisch unverändert, bis im Fahrplan des Jahres 2015/16 ein um 4 km/h erhöhte Geschwindigkeit erkennbar wird. Bei dieser Geschwindigkeitserhöhung zum Ende der Zeitreihe zeigen sich jedoch fahrtrichtungsbezogene Unterschiede: Während in nördlicher Fahrtrichtung die Mindestgeschwindigkeiten kontinuierlich erhöht werden und am Ende der Zeitreihe bei 63 km/h liegen, bildet in südlicher Fahrtrichtung das langsamste Angebot mit 50-53 km/h das Minimum aller Fahrplanjahre.

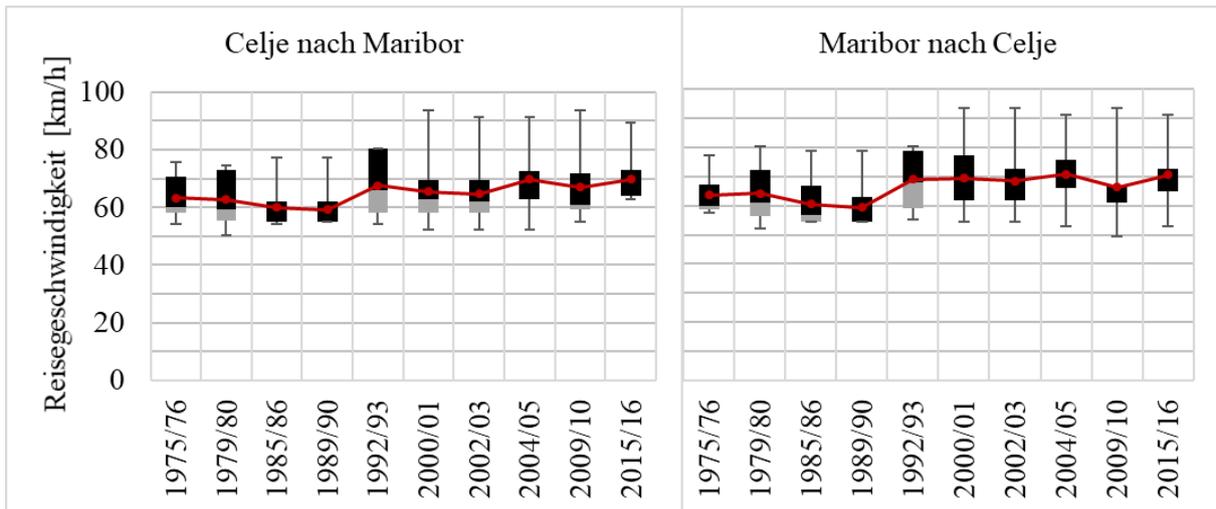


Abbildung 6.29: Entwicklung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Maribor und Celje [km/h]

### 6.6.3 Zugfolgezeiten

In den Zugfolgezeiten dieser Relation spiegelt sich die generelle Angebotsentwicklung entlang der Zeitreihe wider (vgl. Abbildung 6.30). Der im Jahr 1975/76 bestehende Unterschied betreffend die taktnahen Zugfahrten in Abhängigkeit von der Fahrtrichtung schlägt sich dabei in abweichenden Verteilungen der Zugfolgezeiten nieder. Während in Fahrtrichtung Celje – bei elf von 16 taktnahen Abfahrten (69 %) – die Hälfte der Fahrten nach einem Intervall von 46 min bis 75 min vorgesehen ist, erhöht sich diese Spanne in der Gegenrichtung – bei vier von 17 taktnahen Fahrten (24 %) – auf 36 min bis 113 min.

Insgesamt wird bis zum Fahrplan des Jahres 1989/90 in beiden Fahrtrichtungen ein annähernd stündliches Intervall geboten, das im Zuge der ab 2000/01 erkennbaren Angebotsverdichtung auf einen Median zwischen 30 min und 40 min gesenkt wird. Die sehr niedrigen Minima deuten jedoch über die gesamte Zeitreihe darauf hin, dass keine zeitliche Abstimmung der schneller und langsamer verkehrenden Züge für die Bedienung dieser Relation vorgenommen wurde. Daraus ergeben sich niedrigste Abfahrtszeitdifferenzen von vier bis zehn Minuten.

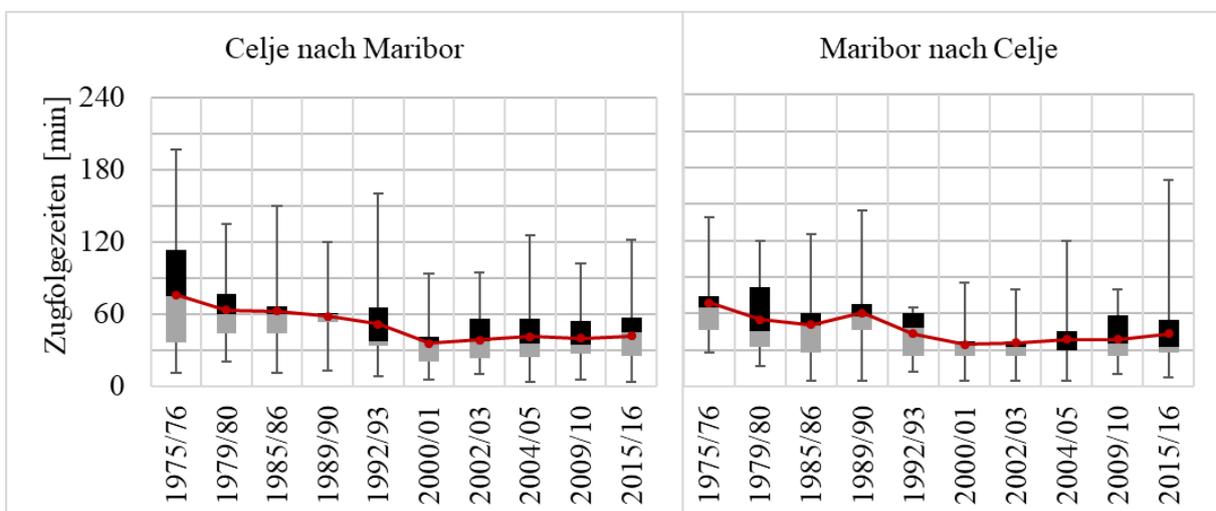


Abbildung 6.30: Entwicklung der Zugfolgezeiten zwischen Maribor und Celje [min]

#### 6.6.4 Zeitlage des Angebots

In Abbildung 6.31 sind sowohl die zunehmende Taktnähe – in Form der zunehmenden Linearisierung der Darstellung der Abfahrtszeiten im Tagesverlauf – als auch die zunehmende Angebotsdichte erkennbar. Zugleich wird der Wechsel der Fahrtenangebote von kürzeren und längeren Reisezeiten deutlich, welche trotz vertakteter Abfahrtszeiten häufig in sehr nahe beieinanderliegenden Ankunftszeiten resultieren.

Infolge der Durchmischung von unterschiedliche Beförderungsqualitäten bietenden Fahrtenangeboten wird eine aus Fahrgastsicht produktabhängige Taktnähe auf dieser Relation deutlich. Dies bedeutet, dass nicht das sich dem Fahrgast bietende Gesamtangebot einem einheitlichen Taktschema folgt, sondern vielmehr ein reisezeitabhängiger Takt vorliegt, bei dem verschiedene Reisezeitkategorien kein gemeinsames Minutenfenster der Taktnähe bei ihren Abfahrten aufweisen. Was in der Fahrplandarstellung des Jahres 1992/93 bereits über einen verschränkten Zweistunden-Takt von ca. 50 min bzw. ca. 70 min Reisezeit benötigenden Fahrten deutlich wird – und die sich in diesem Jahr vergrößernde Bandbreite der Zugfolgezeiten bei von 50 % der Fahrten erklärt (vgl. Abbildung 6.30) –, setzt sich bei der weiteren Angebotsverdichtung im Fahrplanjahr 2000/01 grundsätzlich fort. Aufgrund der höheren täglichen Zugzahlen kann die Spanne der Zugfolgezeiten jedoch im Vergleich zu 1992/93 verringert werden. Durch diese produktabhängigen Abfahrtszeitfenster lassen sich die treppenförmigen Tagesverläufe der Fahrplandarstellungen leicht nachvollziehen: beispielsweise ist im Fahrplanjahr 2000/01 in Fahrtrichtung Celje ein Zweistunden-Takt des beschleunigten Verkehrs rund um die Minute 47 mit einem Stundentakt des längere Fahrzeiten bietenden Angebots rund um die Minute 26 verschränkt, wobei grenzüberschreitende Fahrten das Angebot auf dieser Relation vereinzelt verdichten.

Ab dem Fahrplanjahr 2000/01 wird neben einer Angebotsverdichtung auch eine fahrtrichtungsabhängige Betriebszeit deutlich. Während in Richtung Maribor (mit der Ausnahme des Jahres 2004/05) die erste Abfahrt zwischen 5 Uhr und 6 Uhr und die letzte rund um Mitternacht erfolgt, ist in Richtung Celje der Betriebsbeginn um etwa 4 Uhr bei jährlich wechselnden Zeitlagen der letzten Fahrt vorgesehen.

Eine tageszeitabhängige Angebotsausdünnung nach der erfolgten Zugzahlerhöhung ist in Fahrtrichtung Celje zwischen etwa 8 Uhr und 12 Uhr erkennbar, wenn das geringere Reisezeiten bietende Angebot nicht besteht. In der Gegenrichtung ist dies analog zwischen ca. 10 Uhr und 14 Uhr der Fall. Hierbei sind einzelne Unterschiede zwischen den Fahrplanjahren erkennbar, wie beispielsweise das Füllen einzelner dieser Taktlücken in Fahrtrichtung Celje im Jahr 2004/05, was jedoch im Fahrplan des Jahres 2009/10 wieder entfallen ist.

Zusammenfassend kann die Entwicklung des Zugverkehrs entlang dieser Städteverbindung mit einer annähernden Verdopplung des Gesamtangebots in der Zeitreihe bei zeitgleicher Priorisierung eines Taktverkehrs, in dem sich reisezeitabhängige Unterschiede des Angebots hervorheben, beschrieben werden. Dadurch wurde das Fahrtenangebot von einem tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr in den 1970er Jahren bis zum Ende der Zeitreihe in eines mit einem generell deutlich dichteren Intervall bei relativ stark schwankender Beförderungsqualität entwickelt.

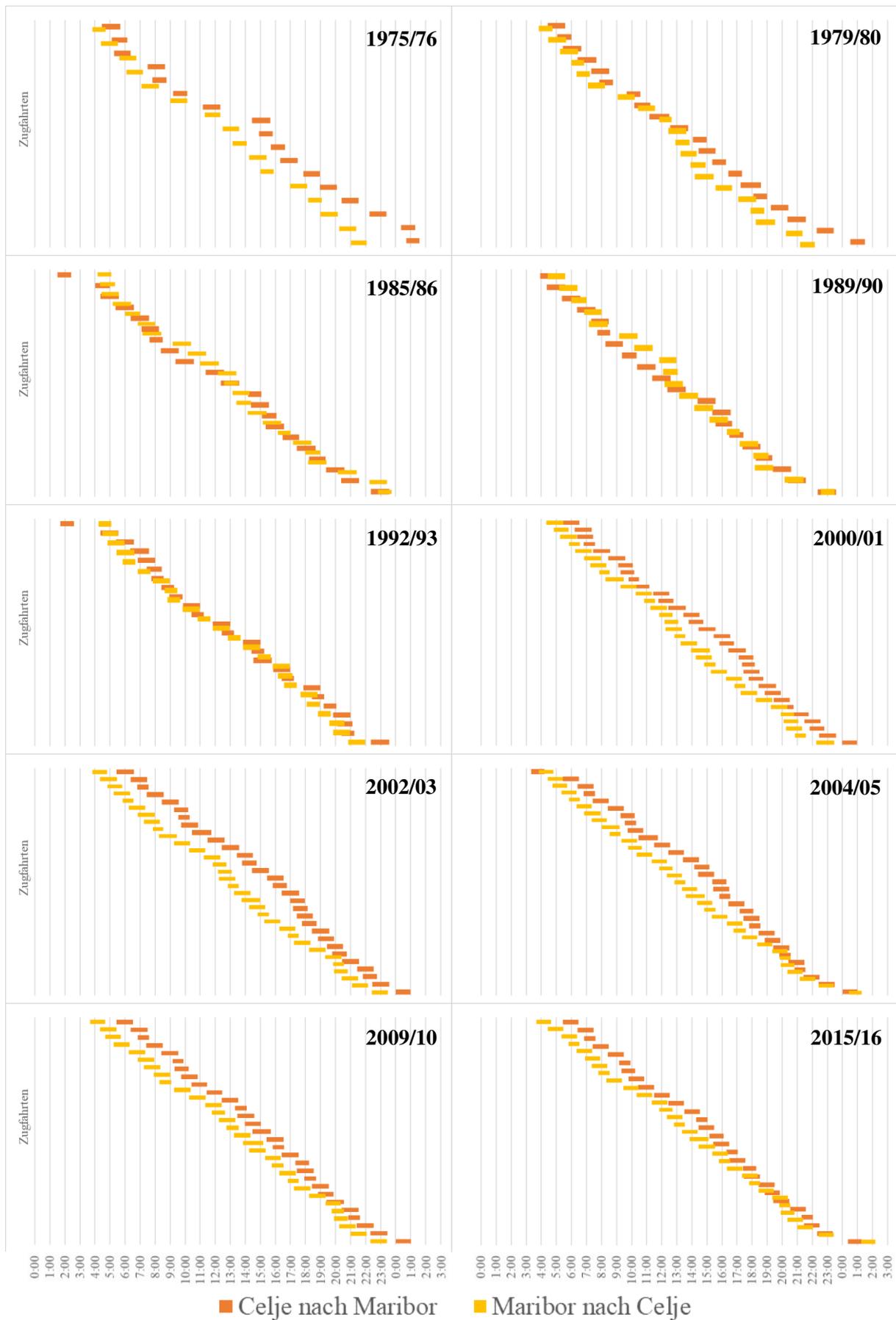


Abbildung 6.31: Entwicklung der Zeitlage der Direktverbindungen entlang der Relation Maribor – Celje – Maribor

## 6.7 Zusammenfassung der Kennwerte

		1975/76	1979/80	1985/86	1989/90	1992/93	2000/01	2002/03	2004/05	2009/10	2015/16
<b>Ljubljana - Maribor</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		9	12	13	13	16	13	11	14	13	13
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		5	4	7	9	14	9	7	9	7	6
Anteil taktnaher Zugfahrten [%]		56	33	54	69	88	69	64	64	54	46
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,947	0,928	0,946	0,947	0,932	0,903	0,899	0,903	0,899	0,920
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	52	50	50	53	57	57	57	59	55	59
	Median	57	58	53	53	67	86	86	68	70	68
	Maximum	69	72	72	72	75	89	89	87	86	85
Zugfolgezeit [min]	Minimum	26	10	5	5	40	5	5	5	15	5
	Median	58	59	53	53	64	86	86	77	75	85
	Maximum	71	73	72	72	75	89	89	86	86	85
<b>Maribor - Ljubljana</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		5	11	15	15	17	12	11	12	10	10
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		0	0	10	11	14	10	10	9	6	7
Anteil taktnaher Zugfahrten [%]		0	0	67	73	82	83	91	75	60	70
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,945	0,928	0,949	0,955	0,934	0,891	0,896	0,907	0,907	0,917
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	56	54	53	53	58	54	57	59	59	61
	Median	58	59	53	53	64	86	86	77	75	85
	Maximum	71	73	72	72	75	89	89	86	86	85
Zugfolgezeit [min]	Minimum	45	20	5	20	20	30	30	20	20	45
	Median	128	71	60	60	60	60	60	102	87	83
	Maximum	250	165	145	120	70	195	240	205	209	242
<b>Ljubljana - Zidani Most</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		32	33	33	30	33	36	38	41	41	38
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		19	19	30	25	22	27	26	23	25	22
Anteil taktnaher Zugfahrten [%]		59	58	91	83	67	75	68	56	61	58
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,932	0,932	0,949	0,951	0,952	0,954	0,948	0,935	0,932	0,934
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	51	51	55	55	56	61	61	56	55	58
	Median	64	63	57	56	66	61	61	61	62	62
	Maximum	74	74	74	72	74	87	89	89	87	87
Zugfolgezeit [min]	Minimum	48	49	50	53	55	60	59	56	56	58
	Median	62	60	55	55	66	61	61	64	63	66
	Maximum	74	72	69	69	75	87	87	87	87	85
<b>Zidani Most - Ljubljana</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		33	32	33	32	33	35	37	40	38	36
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		19	13	24	26	20	21	23	24	22	19
Anteil taktnaher Zugfahrten [%]		58	41	73	81	61	60	62	60	58	53
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,936	0,942	0,951	0,957	0,940	0,956	0,954	0,937	0,930	0,930
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	48	49	50	53	55	60	59	56	56	58
	Median	62	60	55	55	66	61	61	64	63	66
	Maximum	74	72	69	69	75	87	87	87	87	85
Zugfolgezeit [min]	Minimum	9	9	4	8	4	5	6	6	3	4
	Median	26	24	33	30	25	31	30	24	29	25
	Maximum	104	101	67	60	83	128	148	169	192	110

Tabelle 6.2: Zusammenfassung der Kennwerte der Relationen Ljubljana – Maribor und Ljubljana – Zidani Most

		1975/76	1979/80	1985/86	1989/90	1992/93	2000/01	2002/03	2004/05	2009/10	2015/16
<b>Ljubljana - Kresnice</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		15	15	21	21	20	26	25	27	27	29
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		6	12	14	14	14	23	23	24	23	24
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		40	80	67	67	70	88	92	89	85	83
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,964	0,967	0,991	0,994	0,994	1,000	0,998	0,992	0,983	0,986
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	51	49	53	55	60	62	62	55	55	57
	Median	57	57	57	60	62	62	62	62	62	62
	Maximum	62	60	60	62	65	62	65	62	62	65
Zugfolgezeit [min]	Minimum	36	20	10	15	15	20	20	15	20	15
	Median	76	65	60	60	40	40	35	35	35	30
	Maximum	117	136	120	120	128	120	120	127	125	124
<b>Kresnice - Ljubljana</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		17	18	22	22	20	25	23	23	23	25
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		5	4	14	16	16	22	19	20	21	19
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		29	22	64	73	80	88	83	87	91	76
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,961	0,972	0,974	0,988	0,975	0,992	0,989	0,990	0,992	0,978
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	46	46	43	49	51	55	55	51	53	55
	Median	55	55	53	51	57	57	57	57	57	62
	Maximum	65	57	57	55	60	62	62	57	60	62
Zugfolgezeit [min]	Minimum	10	12	12	16	14	11	12	13	12	5
	Median	65	58	60	60	44	43	56	53	54	33
	Maximum	117	136	120	120	128	120	120	127	125	124
<b>Ljubljana - Zagreb</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		16	15	17	13	11	7	8	8	7	5
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		4	4	6	4	5	0	0	0	0	0
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		25	27	35	31	45	0	0	0	0	0
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,967	0,964	0,958	0,957	0,968	0,971	0,977	0,977	0,995	0,984
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	56	58	55	56	55	56	57	57	60	58
	Median	64	63	62	61	65	60	61	61	61	61
	Maximum	76	77	74	73	71	64	63	64	61	61
Zugfolgezeit [min]	Minimum	12	10	5	15	20	41	40	40	107	128
	Median	50	64	55	65	78	179	145	140	140	190
	Maximum	360	355	355	325	305	345	335	285	393	377
<b>Zagreb - Ljubljana</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		16	15	17	16	11	6	7	7	7	5
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		0	4	10	4	4	4	4	0	4	0
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		0	27	59	25	36	67	57	0	57	0
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,956	0,961	0,950	0,936	0,969	0,921	0,923	0,970	0,975	0,976
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	55	54	51	42	61	44	44	53	55	55
	Median	63	63	61	61	63	57	58	60	61	61
	Maximum	74	73	74	74	74	64	65	62	62	61
Zugfolgezeit [min]	Minimum	19	10	10	5	15	55	110	40	120	130
	Median	52	41	75	75	108	176	175	146	161	253
	Maximum	200	240	250	178	275	430	300	255	314	361

Tabelle 6.3: Zusammenfassung der Kennwerte der Relationen Ljubljana – Kresnice und Ljubljana – Zagreb

		1975/76	1979/80	1985/86	1989/90	1992/93	2000/01	2002/03	2004/05	2009/10	2015/16
<b>Maribor - Zagreb</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		3	3	3	2	3	2	2	2	1	1
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,944	0,961	0,981	0,972	0,971	0,973	0,966	0,981	0,000	0,000
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	52	54	62	61	66	60	61	63	64	61
	Median	53	56	63	62	67	62	63	64	64	61
	Maximum	62	60	66	64	72	64	66	66	64	61
Zugfolgezeit [min]	Minimum	449	437	555	270	263	465	465	610		
	Median	516	521	560	270	415	465	465	610		
	Maximum	583	605	565	270	567	465	465	610		
<b>Zagreb - Maribor</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		3	3	1	2	3	2	2	2	1	1
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,901	0,958	0,000	1,000	0,951	0,985	0,979	1,000	0,000	0,000
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	49	48	66	60	63	62	60	63	60	60
	Median	62	51	66	60	68	63	62	63	60	60
	Maximum	66	55	66	60	73	64	63	63	60	60
Zugfolgezeit [min]	Minimum	544	245		325	370	470	458	365		
	Median	609	578		325	498	470	458	365		
	Maximum	673	910		325	625	470	458	365		
<b>Maribor - Celje</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		16	20	23	19	24	32	32	33	30	31
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		11	11	14	11	19	28	27	28	25	25
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		69	55	61	58	79	88	84	85	83	81
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,947	0,922	0,936	0,943	0,922	0,911	0,922	0,931	0,933	0,932
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	57	52	54	54	55	54	54	53	50	53
	Median	60	61	57	54	68	62	62	66	61	65
	Maximum	77	80	79	79	80	93	93	91	93	91
Zugfolgezeit [min]	Minimum	28	17	5	5	12	5	5	5	10	7
	Median	65	45	50	58	48	35	32	30	35	32
	Maximum	139	120	125	145	65	85	80	120	80	170
<b>Celje - Maribor</b>											
Zugfahrten pro Tag [Anz.]		17	20	21	20	25	32	30	31	29	28
Taktnahe Zugfahrten pro Tag [Anz.]		4	11	14	14	20	25	23	22	21	22
Anteil taktnahe Zugfahrten [%]		24	55	67	70	80	78	77	71	72	79
Regelmäßigkeit der Reisezeit [-]		0,940	0,917	0,938	0,951	0,911	0,935	0,937	0,926	0,924	0,940
Reisegeschwindigkeit [km/h]	Minimum	54	50	54	55	54	52	52	52	55	63
	Median	60	59	55	55	66	63	62	63	61	64
	Maximum	76	74	77	77	80	93	91	91	93	89
Zugfolgezeit [min]	Minimum	11	21	11	13	8	6	10	4	6	4
	Median	75	60	60	60	38	37	37	36	35	45
	Maximum	197	135	150	120	160	94	95	125	102	122

Tabelle 6.4: Zusammenfassung der Kennwerte der Relationen Maribor – Zagreb und Maribor – Celje

## 7 Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Methode für die Zeitreihenanalyse des Fahrplanangebotes im öffentlichen Personenverkehr erarbeitet und eine entsprechende Untersuchung am Beispiel des Schienenverkehrs in Slowenien von 1975/75 bis 2015/16 durchgeführt. Zunächst sollen daher gewonnene Erkenntnisse im Zuge der Erarbeitung und Anwendung der methodischen Vorgehensweise diskutiert werden, bevor auf die Ergebnisse des slowenischen Untersuchungsraumes eingegangen wird. Die diskutierten Aspekte orientieren sich dabei an den eingangs formulierten Forschungsfragen aus Abschnitt 1.3, wobei das Kapitel mit einem Ausblick auf mögliche Anknüpfungspunkte an die Arbeit abgerundet wird.

### 7.1 Methodische Vorgehensweise

Den Fokus bei der Erarbeitung der methodischen Herangehensweise bildete die Fahrgastsicht auf das Fahrplanangebot mit einem Beförderungswunsch von einer bestimmten Quell- zu einer bestimmten Zielhaltestelle (OD-Relation), wobei eine Einschränkung der Auswertung auf Direktverbindungen erfolgte. Zugleich sollten eine methodische Verallgemeinerbarkeit und damit auch Übertragbarkeit auf andere Fahrpläne möglich werden, was durch die Berücksichtigung von ausschließlich aus Fahrplandaten ermittelten Kenngrößen sichergestellt werden sollte.

Bei der Identifizierung der auszuwertenden Angebotscharakteristika ist deutlich geworden, dass die *Anzahl der täglichen Zugfahrten* ( $n_Z$ ) zwar eine grundlegende Kennzahl für das allgemeine Angebotsniveau entlang einer Relation darstellt, jedoch noch keinen ausreichend umfassenden Erkenntnisgewinn über die Bedienungs- und Beförderungseigenschaften ermöglicht. Vielmehr sind aus Fahrgastsicht auch die Verteilung der Zugfahrten im Tagesverlauf, Zugfolgezeiten sowie die angebotenen Reisezeiten und Reisegeschwindigkeiten maßgebende fahrplanimmanente Größen für die Attraktivität des Angebots. Folglich hat sich eine multivariate Analyse angeboten, um eine Gruppierung der Fahrpläneigenschaften in Abhängigkeit von mehreren Kenngrößen vorzunehmen.

Die Verteilung der Abfahrtsminuten im Tagesverlauf wurde über die Einführung des *Kriteriums der Taktnähe* ( $n_{TN}$ ) berücksichtigt. Für den ausgewerteten Datensatz hat sich die Gestaltung dieser Kennzahl als ausreichend flexibel erwiesen, um im historischen Kontext unterschiedlicher Fahrplangestaltungskonzepte sowohl bei angebots- als auch bei bedarfsorientierten Fahrplänen eine Häufung von nur gering abweichenden Abfahrtsminuten zu erfassen. Zugleich konnte dadurch einem Nachteil der Kennzahl der *Zugfolgezeiten* ( $t_{ZF}$ ) begegnet werden, der bei einer gemischten Bedienung von Relationen durch mehrere (abschnittsweise) überlappende Linien (z.B. Regionalverkehr und Fernverkehr) deutlich wird: Bei einem Taktfahrplan im Regionalverkehr kann beispielsweise ein (gelegentlich) zusätzlich verkehrender Fernverkehrszug die rechnerischen Zugfolgezeiten für das Angebot entlang einer Relation soweit verringern, dass die Datenbasis mit schwankenden Zugfolgezeiten auf eine zeitlich unregelmäßige und nicht vertaktete Bedienung hindeutet. Bei dem Kriterium der taktnah verkehrenden Züge findet dagegen eine Auswertung in Abhängigkeit von den Abfahrtsminuten anstelle der unmittelbar aufeinanderfolgenden Züge statt, so dass eine Linienwegüberschneidung nicht zu dieser Verzerrung des Ergebnisses führt. Eine Schwäche des eingeführten Kriteriums der Taktnähe ist jedoch, dass es keinen Aufschluss über die zeitlichen Abstände der entsprechenden Zugfahrten

gibt, so dass die zusätzliche Berücksichtigung der Zugfolgezeiten entlang einer Relation erforderlich bleibt, um Erkenntnisse über die Bandbreite der Angebotsdichte im Tagesverlauf zu erhalten.

Mit dem Kriterium der *Regelmäßigkeit der Reisezeit* ( $\rho_{RZ}$ ) ist der Aspekt einer zeitlichen Konstanz der Beförderungsqualität in die Fahrplananalyse eingeflossen. Da die Auswertung auf der Ebene von OD-Relationen erfolgte, wobei jede Zugfahrt entlang einer OD-Relation stets dieselbe Entfernung aufweist, kann die Regelmäßigkeit der Reisezeit als äquivalent zur Regelmäßigkeit der Reisegeschwindigkeit angesehen werden. Im Zuge der Auswertung ist deutlich geworden, dass diese auf den Gini-Koeffizienten basierende Kennzahl geeignet ist, um Relationen mit einem Angebot, das eine größere Reisezeitbandbreite aufweist, von solchen zu unterscheiden, die ein höheres Maß an Gleichmäßigkeit vorsehen. Zugleich wurden aber auch die Schwächen des Gini-Koeffizienten dadurch sichtbar, dass mit einem bestimmten Regelmäßigkeitswert der Reisezeit noch keine Information über die Größenordnung der Reisezeitunterschiede einhergeht. Im Rahmen der Clusteranalyse hat  $\rho_{RZ}$  als Eingangsgröße auf Basis der Clusterschwerpunkte eine clusterbeschreibende Funktion einnehmen können, aufgrund der großen Überlappung der Wertebereiche der Cluster kann diese Kennzahl jedoch nicht in gleichem Ausmaß als clusterbestimmende Variable angesehen werden wie  $n_Z$  und  $n_{TN}$ .

Die zusätzliche Auswertung der *Reisegeschwindigkeiten*  $v_R$  hat in der Detailbetrachtung der Relationen von der Darstellungsform mittels Box-Plots profitieren können. Einerseits konnten dadurch Erkenntnisse über die Bandbreite der Beförderungsqualität des gesamten Angebots entlang einer OD-Relation gewonnen werden, wodurch die aus der Regelmäßigkeit der Reisezeit gewonnene Information ergänzt werden konnte. Andererseits hat die hohe Informationsdichte dieser Darstellungsform auch Rückschlüsse auf Qualitätsänderungen im Fahrtenangebot trotz oft annähernd konstanter Mittelwerte ermöglicht.

Schließlich hat die Betrachtung der *Zeitlage* des Fahrtenangebots – das einzige nicht mit einer quantitativen Kennzahl erfasste Kriterium – vielfach die Ergänzung weiterer Details der Angebotseigenschaften entlang einer Relation ermöglicht. Festzuhalten sind hierbei zum einen die fahrtrichtungs- und tageszeitabhängige Verteilung der Angebotsdichte, durch welche die Erkenntnisse aus der Bandbreite der Zugfolgezeiten präzisiert werden konnten, und zum anderen Aufschluss über die Verteilung der absoluten Zugzahlen auf ein nacht- und/oder tagesdurchgängiges Fahrplanangebot. Des Weiteren konnten Entwicklungen zu bzw. weg von der Planungspriorität eines Taktfahrplanes im Zeitverlauf infolge der gewählten Darstellungsform gut nachvollzogen werden.

Das Untersuchungsdesign mit einer *Clusteranalyse* der Bedienungseigenschaften von OD-Relationen hat sowohl Vorteile als auch Nachteile zum Ausdruck gebracht. Der größte Vorteil besteht in der Komplexitätsreduktion des Datenbestands, welche durch die Bündelung von drei Qualitätseigenschaften eines Fahrplanangebots in einzelne Gruppen möglich wurde. Darüber hinaus konnte mit den ausgewählten Kriterien eine Methode entwickelt werden, die grundsätzlich auf andere Fahrpläne übertragbar ist und unterschiedliche Fahrplandesigns berücksichtigen kann, wie dies im Laufe der Zeitreihe an mehreren Punkten gezeigt werden konnte. Zugleich ist aber auch deutlich geworden, dass ein mathematisch eindeutiges Ergebnis dieser Clusterzuteilung nicht zwingend einem wahrgenommenen Qualitätssprung aus Fahrgastsicht entspricht, was insbesondere an den Grenzen der Cluster sowie aufgrund der hohen Streuung der

Regelmäßigkeiten der Reisezeit innerhalb der jeweiligen Gruppen Interpretationsspielräume eröffnet. Hierbei hat die Detailauswertung einzelner Relationen entlang der Zeitreihe ergänzend verdeutlicht, dass die getroffene Auswahl der Auswertungskriterien eine hohe Informationsdichte über die Gestaltung des Beförderungsangebots umfasst und dass darauf aufbauend die Charakteristika der Fahrpläne entlang der Zeitreihe gut nachgezeichnet werden können.

Zusammenfassend kann die Clusteranalyse in dem vorliegenden Auswertungskontext folglich als Methode angesehen werden, mit der Aufschluss über das allgemeine Niveau einer Angebotsqualität erlangt werden kann, die von mehreren Variablen gekennzeichnet ist, während gezielte Aussagen über einzelne Relationen stets die Detailbetrachtung erfordern. Für den Untersuchungskontext der Zeitreihenauswertung hat sich der explorative Charakter der Clusteranalyse als hilfreich erwiesen, weil die verkehrliche Bedeutung von jeder OD-Relation zunächst als gleichwertig angesehen wurde. Dies begünstigt die Identifizierung von zeitlich und räumlich veränderlichen Mustern, welche zu Beginn der Untersuchung noch unbekannt sind, und erlaubt darauf aufbauend eine gezielte Detailauswertung einzelner Elemente.

## 7.2 Entwicklung des Fahrplanangebotes in Slowenien

Das Personenverkehrsangebot im untersuchten Abschnitt des slowenischen Eisenbahnnetzes hat in der Zeitreihe mehrfache Wechsel bei der Angebotsgestaltung zum Ausdruck gebracht. Dabei kann insgesamt eine Erhöhung des Zugangebots im Laufe der 40 Jahre festgestellt werden, wobei diese Entwicklung keinen linearen Verlauf nimmt.

Dem Abzweigbahnhof der untersuchten Strecken, Zidani Most, kommt im Regionalverkehr durchgehend eine hohe Bedeutung im Personenverkehrsangebot zu, welche sich bei niedrigen dreistelligen Einwohnerzahlen dieser Ortschaft nicht mit ihrer Rolle im Siedlungsgefüge deckt. So entwickelt sich das Angebot entlang der Abschnitte nördlich, westlich sowie östlich von Zidani Most (Zidani Most – Ljubljana, Zidani Most – Maribor und Zidani Most – Dobova) von – je nach Richtung – 9-12 Fahrten auf annähernd gleiche tägliche Zugzahlen von etwa 17-18 Fahrten zum Ende der Zeitreihe (vgl. beispielhaft Kapitel 10.6 im Anhang). Diese streckenabschnittsbezogene Entwicklung der Zugzahlen ist bis zum Fahrplan des Jahres 2000/01 weitgehend abgeschlossen und erfährt zwischen 2000/01 und 2015/16 nur noch wenige Änderungen. Zugleich geht diese Angebotsausweitung von überall haltenden Zügen mit der Priorität einer taktnahen Fahrplangestaltung und der Erhöhung der Regelmäßigkeit der Reisezeit einher und entwickelt sich – aus der Perspektive der Clusterlösung – von einem „tagesdurchgängigen Grundangebot“ im westlichen und nördlichen Abschnitt zu einem „dichten und taktnahen Angebot bei konstanter Beförderungsqualität“ und im östlichen Abschnitt zu einem „tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr“.

Im Regionalverkehr unterliegt die Durchbindung von Zügen über dieses Gleisdreieck hinaus jedoch mehrfachen Änderungen in der Angebotsgestaltung. Der Bahnhof in Zidani Most teilt die Reisewünsche der Fahrgäste in Abhängigkeit davon, ob die zurückzulegende Quell-Ziel-Verbindung über diesen Halt hinaus verläuft, in unterschiedliche Bedienungsqualitäten des Beförderungsangebots. Er übernimmt dabei weitestgehend die Funktion eines Umsteigebahnhofes, wobei mit dem Fahrplan des Jahres 2000/01 der Wechsel von einer priorisierten Durchbindung der Züge entlang der Relation Ljubljana – Zidani Most – Maribor zur West-Ost-

---

Verbindung Ljubljana – Zidani Most – Dobova ersichtlich wird. Zugleich kommt der Nord-Ost-Durchbindung entlang der gesamten Zeitreihe keine Priorität zu (vgl. Abbildung 5.4, Abbildung 5.5 bzw. Abbildung 5.6). Aus betrieblicher Sicht kann die Eingrenzung der Nord-Ost-Durchbindung mit der Positionierung des Bahnhofes in dem Gleisdreieck nachvollzogen werden: Eine weiterführende Direktverbindung ist entweder mit einem Fahrtrichtungswechsel oder dem Auslassen dieses Halts verbunden. Andererseits stellt ein Fahrtrichtungswechsel im Eisenbahnverkehr grundsätzlich keinen Ausschlussgrund für eine Direktverbindung dar, was am Beispiel zahlreicher Kopfbahnhöfe beobachtet werden kann.

In der Fahrplanauswertung wird auch die sich an den Ballungsräumen Sloweniens orientierende Angebotsentwicklung deutlich, welche sich – im Vergleich zum weiteren Untersuchungsgebiet – in einem sehr dichten Angebot in den Großräumen Ljubljana, Celje und Maribor niederschlägt (vgl. Abbildung 5.1, Abbildung 5.2 und Abbildung 5.3). Auch diese Entwicklung ist bis zum Fahrplanjahr 2000/01 weitgehend abgeschlossen und wird in dem weiteren Verlauf der Zeitreihe nur noch unwesentlich geändert. Diese Zugzahlerhöhung wurde ebenfalls mit der Planungspriorität eines taktnahen Angebots durchgeführt, wodurch eine angebotsorientierte Fahrplangestaltung einen eher bedarfsorientierten Fahrplan abgelöst hat, der zuvor morgens höhere Zugzahlen ins Zentrum des Ballungsraumes und nachmittags aus diesem hinaus vorgesehen hatte. Folglich kann für den Regionalverkehr festgehalten werden, dass im Verlauf der untersuchten Zeitreihe die Bedeutung kurzer Linienlängen zugenommen hat und dass die Angebotsausweitung mit einem besonderen Fokus auf das Schienenpersonenverkehrsangebot innerhalb der größeren Ballungsräume erfolgte. Zwischen den Fahrplanjahren 2000/01 und 2015/16 ist jedoch kein wesentlicher Unterschied in den Bedienungsniveaus mehr festzustellen.

Die im Jahr 1991 erklärte Unabhängigkeit Sloweniens ging im Fahrplan des Jahres 1992/93 mit Anpassungen des grenzüberschreitenden Verkehrsangebots einher. Es passierten keine Züge mehr die Grenze, die zwischen Zidani Most und Dobova alle Halte bedienten, wodurch sich das Angebot zwischen Slowenien und Kroatien auf Fernverkehrszüge oder eine Umsteigeverbindung über den Grenzhalt in Dobova begrenzte. Darüber hinaus fand eine plötzliche Zerteilung der Bedienung der Strecken Ljubljana – Zidani Most und Zidani Most – Dobova sowie eine Verlagerung der Städteverbindung Zagreb – Ljubljana auf ein innerstaatlich konzentriertes Angebot zwischen Dobova und Ljubljana statt, was auch in den darauffolgenden Jahrzehnten mit einer kontinuierlichen Verringerung der Anzahl an Direktverbindungen zwischen den beiden Hauptstädten fortgeführt wurde. Zeitgleich lässt sich im Fahrplan des Jahres 1992/93 im Allgemeinen eine kurzzeitige Verringerung des Gesamtangebots im Personenverkehr feststellen. Dies betrifft insbesondere überall haltende Züge im nördlichen Streckenabschnitt zwischen Dolga Gora und Zidani Most, auf dem westlichen Abschnitt zwischen Litija und Zidani Most sowie die über Zidani Most hinaus angebotenen Direktverbindungen im Regionalverkehr. Diese Angebotsverringerung war jedoch nur temporärer Art und wurde in den darauffolgenden Jahren wieder ausgeglichen, genauso wie im Jahr 2000/01 wieder ein ausgeweitetes durchgebundenes Angebot mit einem tagesdurchgängigen taktnahen Verkehr zwischen Ljubljana und Dobova ersichtlich wird.

Neben Einsicht in die allgemeine Entwicklung des Fahrplanangebotes in Slowenien hatte die Arbeit auch ein besonderes Erkenntnisinteresse an der Angebotsentwicklung entlang der größeren Städteverbindungen. Bei der Untersuchung des Fahrtenangebotes zwischen den beiden

größten Städten Sloweniens, Ljubljana und Maribor, hat sich im zeitlichen Verlauf eine ungleichförmige Fahrplanentwicklung herausgestellt: Nach einer kontinuierlichen Angebotsausweitung zu Beginn der Zeitreihe wurde mit dem Fahrplan des Jahres 1992/93 ein angebotsorientierter Taktfahrplan etabliert, welcher neben einer Zugzahlerhöhung auch mit der Steigerung der Reisegeschwindigkeiten einherging. Mit der Einführung der Züge mit Neigetechnik im Jahr 2000 (vgl. Wikipedia 2018) konnte darüber hinaus eine weitere Erhöhung der Reisegeschwindigkeiten um etwa 20 km/h auf einen Median von 86 km/h erreicht werden. Unter Beibehaltung eines Fernverkehrs-Grundtakts zwischen Ljubljana und Maribor fand bis zum Ende der Zeitreihe jedoch wieder die Umgestaltung des Angebots mit einer zunehmend tageszeit- und richtungsabhängigen Zugdichte statt, welche an einer bedarfsorientierten Fahrplangestaltung ausgerichtet ist. Dabei hat morgens das Fahrtenangebot in Richtung der Hauptstadt und nachmittags die Gegenrichtung einen dichteren Zugverkehr. Hierbei ist zwischen den Fahrplänen von 1992/93 und 2015/16 auch die Anzahl der täglichen Zugfahrten wieder verringert und die Anzahl der taktnahen Zugfahrten etwa halbiert worden. Diese Entwicklung verlief zeitlich parallel zur deutlichen Ausweitung und taktnahen Fahrplangestaltung des Angebotes innerhalb der Ballungsräume und deutet auf eine Änderung der Angebotsprioritäten von einer taktnahen innerstaatlichen Städteverbindung zum bevorzugt regional ausgerichteten und kürzere Entfernungen bedienenden Schienenverkehr.

Das Angebot an Direktverbindungen entlang der Relation zwischen den Hauptstädten Ljubljana und Zagreb hat im Fahrplan des Jahres 1985/86 mit 17 Fahrten sein Maximum erreicht und wurde im weiteren Zeitverlauf kontinuierlich verringert. Diese Angebotsausdünnung zeigt sich nach der Unabhängigkeit Sloweniens besonders deutlich: während im Fahrplan von 1992/93 eine Reduktion auf elf Fahrten stattfand, waren im Jahr 2000/01 nur noch sechs bzw. sieben und zum Ende der Zeitreihe fünf tägliche Direktverbindungen vorgesehen. Diese Verringerung betraf insbesondere Verbindungen im Nachtverkehr, so dass trotz eines Minimalangebotes grundsätzlich noch Fahrten zu verschiedenen Tageszeiten angeboten werden. Auch bei den Reisegeschwindigkeiten hat in den 40 Jahren keine Erhöhung der Angebotsqualität auf dieser Relation stattgefunden, vielmehr liegt zum Ende der Zeitreihe der Median mit 61 km/h etwa 3 km/h unter dem entsprechenden Wert des Jahres 1975/76. Dem grenzüberschreitenden Verkehr zwischen den benachbarten Hauptstädten kommt folglich keine Angebotspriorität zu, wobei auch der EU-Beitritt Kroatiens im Jahr 2013 der weiteren Angebotsverringering nicht entgegengewirkt hat.

Ähnlich konnte für die Städteverbindung zwischen Maribor und Zagreb gezeigt werden, dass mit der Entwicklung von drei auf eine tägliche Zugfahrt entlang der Zeitreihe die grenzüberschreitende europäische Städteverbindung nur eine untergeordnete Rolle einnimmt. Demgegenüber fand zwischen der zweit- und drittgrößten Stadt Sloweniens, Maribor und Celje, eine deutliche Angebotsausweitung statt, welche im Fahrplan von 2000/01 ihr Maximum erreichte. Bis zum Ende der Zeitreihe wurde dieses Angebot zwar wieder leicht verringert, mit 28 bis 31 täglichen Fahrten, von denen etwa 80 % dem Kriterium eines taktnahen Angebots entsprechen, wurde jedoch ein sehr dichtes und taktnahes Angebot bei gemischter Beförderungsqualität sichergestellt.

Die Reisegeschwindigkeiten weisen entlang der Zeitreihe in der Gesamtbetrachtung eine leicht steigende Tendenz auf. Bei Städteverbindungen (Ljubljana – Celje – Maribor) wird diese ab

dem Jahr 2000/01 mit dem Einsatz der Züge mit Neigetechnik – wie bereits erwähnt – besonders deutlich, während darüber hinaus Geschwindigkeitserhöhungen um etwa 5-10 km/h in den 40 Jahren der Zeitreihe erreicht wurden, die jedoch bereits im Fahrplan von 1992/93 ersichtlich werden und im weiteren Verlauf der Zeitreihe weitestgehend konstant bleiben.

Im Rahmen der Detailbetrachtung einzelner OD-Relationen ist deutlich geworden, dass Verbindungen, welche sowohl von überall haltenden Zügen als auch von nicht überall haltenden Zügen bedient werden, eine höhere Unregelmäßigkeit der Reisezeit aufweisen. Aus Fahrgast-sicht ergibt sich dabei ein Angebot mit hohen täglichen Zugzahlen, teilweise sehr geringen Zugfolgezeiten und ungleichen Beförderungsqualitäten, wodurch ein verzerrtes Bild zwischen der Gesamtzahl der angebotenen Zugfahrten und der Zahl jener Fahrten entstehen kann, die in Abhängigkeit der Zeitlage tatsächlich für die Beförderung infrage kommen. Dies hat verdeutlicht, dass eine alleinige Bewertung des Angebots anhand der Gesamtzahl der täglichen Zugfahrten kein ausreichend umfassendes Bild ergibt und dass für die Beschreibung der Charakteristika auf einer OD-Relation stets weitere Kennzahlen herangezogen werden sollten.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eine verschränkte räumliche Bedienung von Haltestellen in Ballungsräumen durch schnellere Züge im Fernverkehr und langsamere Züge im Regionalverkehr grundsätzlich nicht als Negativmerkmal der Netz- und Linienwegplanung anzusehen ist. Vielmehr ergibt sich dies aus der verkehrlichen Anbindung von Siedlungsgebieten unterschiedlicher regionaler und überregionaler Bedeutung. Für die Fahrplananalyse erhöht sich dadurch jedoch die Relevanz einer Differenzierung nach Beförderungsqualitäten, um die Charakteristika des Gesamtangebots ausreichend genau zu erfassen. Zugleich kann bei einer gemischten Bedienung einer Relation auch der Faktor des Fahrpreises, der nicht in die vorliegende Auswertung eingeflossen ist, an Bedeutung gewinnen. Je nach Preispolitik kann dieser das Fahrtenangebot einer Relation in eine günstigere und langsamere sowie in eine teurere und schnellere Beförderung unterteilen.

### 7.3 Ausblick

Mit den für die Auswertung ausgewählten Kennzahlen konnte die Leistung<sup>28</sup> des Personenverkehrsangebotes der untersuchten Fahrpläne dargestellt werden. Hierauf aufbauend kann für zukünftige Arbeiten eine Weiterentwicklung der Fahrplancharakterisierung um den Aspekt der *Effizienz eines Fahrplanangebots* in Betracht gezogen werden. Dafür bietet sich die Gegenüberstellung der Parameter der Leistung zu bestimmten Widerstandsparametern an. Dem bisherigen Ansatz der Auswertungsmethode folgend wäre beispielsweise die Kennzahl der *Zugkilometer* ein solcher, aus fahrplanimmanenten Daten ermittelbarer Widerstand. Dabei könnte ein bestimmtes Leistungsniveau des Fahrplanangebots bei einer Zunahme der dafür erforderlichen Zugkilometer als weniger effizient bewertet werden. Zu beachten wäre hierbei die steigende Abhängigkeit der Angebotsbewertung von den Linienwegverläufen und Linienweglängen, die sich aus einer ausschließlichen Betrachtung von Direktverbindungen ergibt.

Aus Fahrgastsicht – und ebenfalls aus Fahrplandaten ermittelbar – könnte die *Anzahl der Zwischenhalte* entlang einer OD-Relation als Widerstandskomponente eingeführt werden. Dieser

---

<sup>28</sup> Im physikalischen Kontext bezieht sich die „Leistung“ stets auf eine Zeitspanne. Im Rahmen dieser Arbeit umfasst diese *einen Tag*.

Aspekt knüpft an die Erkenntnis von unterschiedlichen Beförderungsqualitäten infolge überlappender Linienwege mit schnelleren und langsameren Verbindungen an. Hierbei könnte auch eine distanzabhängige Gewichtung des Widerstandes berücksichtigt werden, wobei z.B. fünf Zwischenhalte entlang einer kurzen Relation zu einem höheren Widerstand führen als ebenso viele bei einer langen Verbindung. Da die Anzahl der Zwischenhalte jedoch nicht als Kennzahl des Gesamtangebots entlang einer OD-Relation, sondern als von einzelnen Zugfahrten abhängig einzustufen ist, wäre für die Anschlussfähigkeit an die erarbeitete Methode ein Aggregationsschritt erforderlich. Dieser könnte beispielsweise an die Standardabweichung angelehnt werden.

Betreffend den Auswertungskontext des slowenischen Untersuchungsraumes hat die vorliegende Arbeit mit dem Fokus auf die Fahrplanauswertung aus der Fahrgastperspektive wesentliche Aspekte des Personenverkehrsangebots entlang der betrachteten Relationen aufzeigen können. Diese stellen im Zuge der Verkehrsmittelwahl von Fahrgästen zwar grundlegende Entscheidungskriterien dar, sind jedoch nicht ausreichend, um die Attraktivität des Angebots auf der Schiene im Vergleich zu sonstigen Verkehrsalternativen zu bewerten. Hierbei würden weitere Erkenntnisse über Nachfrageströme, welche dem gebotenen Angebot gegenübergestellt werden können, über Gesamtreisezeiten – einschließlich Haltestellenzu- und -abgängen sowie eventueller Wartezeiten an Umsteigebahnhöfen – oder verkehrsträgerübergreifende Kosten- und Zeitvergleiche eine ergänzende Betrachtung der Attraktivität ermöglichen. An den vorliegenden Datenbestand könnte im Regionalverkehr beispielsweise die Untersuchung der Fahrplangestaltung der sich in Zidani Most treffenden Linien auf ihre Eigenschaft eines integralen Taktfahrplans mit dem Ermöglichen einer wartezeitfreien Umsteigeverbindung anschließen oder im Fernverkehr eine geteilte Analyse von verschiedene Beförderungsqualitäten bietenden Angeboten auf derselben Relation erfolgen. Weiteren Erkenntnisgewinn kann beispielsweise auch die Untersuchung saisonaler Angebotsunterschiede im Sommerfahrplan oder Änderungen des Fahrtenangebots an Wochenenden bieten.

## 8 Zusammenfassung

Das Schienenpersonenverkehrsangebot in Slowenien zwischen 1975/76 und 2015/16 wurde im Rahmen dieser Arbeit entlang des räumlichen Dreiecks zwischen Ljubljana, Maribor und Zagreb untersucht. Die Perspektive der Auswertung ist dabei jene des Fahrgastes mit einem Reisewunsch entlang einer bestimmten OD-Relation, wobei der Fokus auf die für diesen Reisewunsch angebotenen Direktverbindungen gelegt wurde. Die untersuchten Kenngrößen betreffen die angestrebte Qualitätsstufe des Beförderungsangebots bezüglich der Kategorien der Verfügbarkeit und der Zeit. Diese stellen für sich genommen Basisfaktoren bei der Bewertung der Qualität des öffentlichen Verkehrs dar.

Die Arbeit umfasst nach einem allgemeinen Überblick über den Untersuchungsraum zunächst einen methodischen Teil, der sich mit geeigneten Indikatoren zur Charakterisierung eines solchen Fahrplanangebotes sowie mit der Vorgehensweise bei der Datenanalyse beschäftigt. Hierbei wurde eine zweistufige Auswertung festgelegt, welche in einem ersten Schritt eine Clusteranalyse mit dem K-Means-Verfahren umfasst. Mit dieser wird eine Gruppierung der OD-Relationen nach allgemeinen Charakteristika ihres Fahrplanangebots vorgenommen, um über absolute tägliche Zugzahlen hinaus auch die Verteilung der Abfahrtszeiten über das eingeführte Kriterium der Taktnähe sowie die Gleichmäßigkeit der Beförderungsqualität über die Ermittlung der Regelmäßigkeit der Reisezeit zu berücksichtigen. Mit einer zunächst explorativen Herangehensweise können so allgemeine zeitliche und räumliche Muster des Personenverkehrsangebotes in Fahrplänen identifiziert werden. Im zweiten Auswertungsschritt folgt eine detaillierte Betrachtung der Angebotsentwicklung einzelner Relationen, in die zusätzlich die Kriterien der Reisegeschwindigkeit, der Zugfolgezeiten sowie der Zeitlage des Angebotes einfließen und weitere Erkenntnisse zur Angebotscharakterisierung beitragen.

Diese Herangehensweise zur Fahrplananalyse aus Fahrgastperspektive wurde schließlich am Beispiel der 40jährigen Zeitreihe des slowenischen Zugsangebotes durchgeführt. Die Ergebnisse machen dabei insgesamt eine Erhöhung des Schienenverkehrsangebotes im Laufe der Zeitreihe deutlich. Diese Entwicklung verläuft jedoch nicht geradlinig und ist im Wesentlichen von drei Zeitabschnitten geprägt:

- i) 1975/76 bis 1992/93,
- ii) 1992/93 bis 2000/01 sowie
- iii) 2000/01 bis 2015/16.

Hierbei ist festzuhalten, dass die Zeitreihe durch die punktuelle Betrachtung einzelner Fahrplanjahre ausgewertet wurde, so dass sich die genannten Jahreszahlen nur an dieser Datengrundlage orientieren können und daher eventuelle Zwischenschritte in der Angebotsentwicklung nicht wiedergegeben werden.

Bis zum Fahrplan von 1992/93 ist eine Angebotsausweitung sowohl im alle Halte bedienenden Regionalverkehr als auch bei der Städteverbindung zwischen Ljubljana und Maribor ersichtlich. Während sich bei Letzterer das Bestreben nach der Etablierung eines Taktverkehrs durchsetzt, erfolgt die Angebotsausweitung im Regionalverkehr noch vorwiegend aus einer bedarfsorientierten Planungsperspektive. Zum Ende dieser Zeitreihe hebt sich im Regionalverkehr

darüber hinaus auch ein höheres Angebot mit kürzeren Linienlängen innerhalb der Ballungsräume von Ljubljana, Celje und Maribor vom weiteren Angebot ab.

Zwischen 1992/93 und 2000/01 wird die Angebotsverdichtung allgemein fortgesetzt und geht sowohl im Regionalverkehr als auch mit Neigezügen im innerslowenischen Intercity-Verkehr mit einer Erhöhung der Reisegeschwindigkeiten einher. Während sich die Fahrpläne der Städteverbindung jedoch wieder leicht von der Priorität einer taktnahen Fahrplangestaltung entfernen, nähert sich das Regionalverkehrsangebot an einen solchen an. Der Fahrplan wird dabei sowohl streckenabschnittsabhängig (Ljubljana – Zidani Most, Maribor – Zidani Most, Dobova – Zidani Most) als auch innerhalb der Ballungsräume von Maribor, Celje und Ljubljana deutlich erhöht und mit einem hohen Anteil an taktnah verkehrenden Zügen geplant.

Nach dem Fahrplan des Jahres 2000/01 finden nur noch geringe Änderungen in der Gesamtbetrachtung des Personenverkehrsangebotes statt. Sie gehen im Allgemeinen mit leichten Anpassungen der Zugzahlen oder Zeitlagen einher, wobei die Verbindung zwischen Ljubljana und Maribor die Entwicklung mit eher bedarfsorientierten Aspekten der Fahrplangestaltung fortsetzt, während sich Angebote mit kürzeren Distanzen innerhalb der Ballungsräume mit einem deutlich höheren Angebot bei zugleich taktnaher Gestaltung der Fahrpläne hervorheben. Ab dem Fahrplan von 2000/01 wird die über Zidani Most hinaus erfolgende Durchbindung der Züge auf die West-Ost-Relation der untersuchten Strecken geändert und hierbei ein tagesdurchgängiger taktnaher Verkehr durchgebunden. Die Teilung des Untersuchungsgebiets hinsichtlich des Zugzahlenniveaus von Direktverbindungen findet jedoch – trotz zeitlich wechselnder Richtungsbeziehungen dieser Durchbindung – entlang der gesamten Zeitreihe an diesem Gleisdreieck statt.

Die Detailbetrachtung einzelner OD-Relationen hat des Weiteren deutlich gemacht, dass die Verbindung zwischen Zagreb und Maribor eine der Relationen darstellt, die ihre Angebotsqualität bei Direktverbindungen in 40 Jahren praktisch nicht geändert haben. So findet zwar eine Verringerung von drei auf eine tägliche Fahrt statt, da die entfallenen Züge jedoch den Nachtverkehr betreffen, kann das tagesdurchgängige Angebot als praktisch unverändert niedrig angesehen werden. Zwischen den beiden Hauptstädten, Ljubljana und Zagreb, wird dagegen die neue Grenzziehung infolge der Unabhängigkeit Sloweniens im Jahr 1991 fahrplanbestimmend: Eine kontinuierliche Angebotsreduktion auf fünf tägliche Fahrten geht mit einer Ausweitung des Fahrtenangebots bis zum Grenzhalt in Dobova einher. Ein innereuropäischer Städteverkehr, der über die Schengen-Grenze hinweg verläuft, ist somit noch einzurichten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die wesentlichen Entwicklungsschritte des Personenverkehrsangebots zwischen 1975/76 und 2015/16 bis zum Jahr 2000 stattgefunden haben. Dabei hat sich ein dichtes und an einem taktnahen Fahrplan orientiertes Angebot innerhalb der Ballungsräume durchgesetzt, während eine zu Beginn der Zeitreihe umgesetzte dichte und angebotsorientierte Fahrplangestaltung der nationalen Städteverbindung Ljubljana – Maribor bis zum Ende des Untersuchungszeitraums wieder ausgedünnt wurde, insgesamt jedoch noch etwa 50% über dem Niveau der 1970er Jahre liegt. Darüber hinaus ist das Fahrplanangebot deutlich an den Randbedingungen der Infrastruktur ausgerichtet, wodurch das Gleisdreieck in Zidani Most nicht nur das Eisenbahnnetz in drei Himmelsrichtungen teilt – oder aus drei Himmelsrichtungen kommend verknüpft –, sondern auch eine regionale Grenze der Bedienungsqualität von Quell-Ziel-Relationen mit einer Direktverbindung bildet.

Der Fokus der Untersuchung umfasste die Charakterisierung des Fahrplan*angebotes*. Die Erkenntnisse bezüglich der zeitlichen und räumlichen Muster wurden dabei nicht in Zusammenhang mit der Nachfrage im Untersuchungsgebiet gebracht. Vor dem Hintergrund der geopolitischen Änderungen innerhalb des Untersuchungszeitraumes sowie dem geringen Anteil des Schienenpersonenverkehrs am Modal Split würde sich eine Ausweitung des Untersuchungskontextes auf mit dem Verkehrsangebot zusammenhängende soziale Veränderungen anbieten. Insbesondere die generelle Entwicklung der Verkehrsnachfrage entlang der untersuchten OD-Relationen sowie ein verkehrsträgerübergreifender Vergleich hinsichtlich der Attraktivität des Beförderungsangebotes könnten weitere für die Verkehrsplanung und Verkehrspolitik relevante Erkenntnisse liefern.

## 9 Literaturverzeichnis

- Albrecht, T. (2009). Automated timetable design for demand-oriented service on suburban railways. *Public Transport* 1 (1), 5–20. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12469-008-0003-4>. Zugegriffen: 4. Dezember 2018.
- Arthur, D. & Vassilvitskii, S. (2006). *k-means++: The Advantages of Careful Seeding*. <http://ilpubs.stanford.edu/778/1/2006-13.pdf>. Zugegriffen: 4. Dezember 2018.
- Bacher, J., Pöge, A. & Wenzig, K. (2010). *Clusteranalyse. Anwendungsorientierte Einführung in Klassifikationsverfahren* (3. Auflage). München: Oldenbourg.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2016). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (14. Auflage). Berlin: Springer Gabler.
- Bartol, B. et al (2004). *Spatial development strategy of Slovenia*. Ljubljana: Ministry of the Environment, Spatial Planning and Energy. [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/en/sprs\\_eng.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/en/sprs_eng.pdf). Zugegriffen: 4. Dezember 2018.
- Bertard, T. (2013). *Methodik zur Optimierung von Angeboten im Schienenpersonenfernverkehr am Beispiel Frankreich*. Dissertation, Technische Universität Berlin. Berlin. <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-3891>. Zugegriffen: 10. Oktober 2018.
- Bole, D. & Gabrovec, M. (2012). Daily commuters in Slovenia. *Geografski vestnik* 84 (1), 171–185. [https://www.researchgate.net/publication/289964965\\_Daily\\_commuters\\_in\\_Slovenia](https://www.researchgate.net/publication/289964965_Daily_commuters_in_Slovenia). Zugegriffen: 6. Oktober 2018.
- Buschbacher, H. (2004). *Eisenbahnpersonenverkehr im ländlichen Raum des Weinviertels und Südmährens. Analyse von Angebot und Akzeptanz sowie mögliche Attraktivierungsmaßnahmen*. Dipl.-Arb., Technische Universität Wien. Wien. <http://repositum.tuwien.ac.at/urn:nbn:at:at-ubtuw:1-9226>. Zugegriffen: 6. Oktober 2018.
- Calinski, T. & Harabasz, J. (1974). A dendrite method for cluster analysis. *Communications in Statistics - Theory and Methods* 3 (1), 1–27. <http://dx.doi.org/10.1080/03610927408827101>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Canca, D., Barrena, E., Algaba, E. & Zarzo, A. (2014). Design and analysis of demand-adapted railway timetables. *Journal of Advanced Transportation* 48 (2), 119–137. <https://doi.org/10.1002/atr.1261>. Zugegriffen: 4. Dezember 2018.
- Damgaard, C. (2018a). *Gini Coefficient*. From MathWorld - A Wolfram Web Resource, created by Eric W. Weisstein. <http://mathworld.wolfram.com/GiniCoefficient.html>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Damgaard, C. (2018b). *Lorenz Curve*. From MathWorld - A Wolfram Web Resource, created by Eric W. Weisstein. <http://mathworld.wolfram.com/LorenzCurve.html>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- De-Los-Santos, A., Laporte, G., Mesa, J. A. & Perea, F. (2017). The railway line frequency and size setting problem. *Public Transport* 9 (1-2), 33–53. <https://doi.org/10.1007/s12469-017-0154-2>. Zugegriffen: 6. Oktober 2018.
- Desgraupes, B. (2017). *Clustering Indices*. <https://cran.r-project.org/web/packages/clusterCrit/vignettes/clusterCrit.pdf>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.

- DIN EN 13816:2002-07, *Transport - Logistik und Dienstleistungen. Öffentlicher Personenverkehr, Definition, Festlegung von Leistungszielen und Messung der Servicequalität*. Hrsg: Deutsches Institut für Normung (2002). Berlin: DIN.
- Dorsch, M. (2014). *Verkehrswirtschaft. Eine Einführung* (2. Auflage). Plauen: M&S-Verlag.
- Dörrbecker, M. (2018) *Eisenbahnkarte von Slowenien* - Own work using: borders of Slovenia by NordNordWest, railway network by Martin Zednik, railway network by Slovenske Železnice, logo of Slovenske Železnice (SŽ), CC BY-SA 2.5.  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=58932075>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Eichmann, V., Berschin, F., Bracher, T. & Winter, M. (2006). *Umweltfreundlicher, attraktiver und leistungsfähiger ÖPNV. Ein Handbuch* (Arbeitshilfe / Deutsches Institut für Urbanistik UBA-FB-000860). Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.
- Europäische Kommission. (2005). *Transeuropäisches Verkehrsnetz. TEN-V; vorrangige Achsen und Projekte 2005*. Luxemburg: Amt für Amtliche Veröff. der Europ. Gemeinschaften.
- Europäische Kommission. (2007). Council Decision of 6 December 2007 on the full application of the provisions of the Schengen acquis in the Czech Republic, the Republic of Estonia, the Republic of Latvia, the Republic of Lithuania, the Republic of Hungary, the Republic of Malta, the Republic of Poland, the Republic of Slovenia and the Slovak Republic. 2007/801/EC. *Official Journal of the European Union* (L 323/34).
- Europäische Kommission. (2018a). Baltic Adriatic - Mobility and Transport - European Commission. [https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/baltic-adriatic\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/baltic-adriatic_en). Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Europäische Kommission. (2018b). Mediterranean - Mobility and Transport - European Commission. [https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/mediterranean\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/mediterranean_en). Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Europäische Kommission. (2018c). Mobility and Transport. TENtec Interactive Map Viewer. <http://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html>. Zugegriffen: 13. Dezember 2018.
- Eurostat. (2017). *Energy, transport and environment indicators. 2017 edition* (Eurostat statistical books, 2017 edition). Luxembourg: Publications Office of the European Union. <http://www.worldcat.org/oclc/1014020989>. Zugegriffen: 10. Oktober 2018.
- Faes, G. (2018). *Lorenz-Kurve*. <https://www.faes.de/Basis/Basis-Lexikon/Basis-Lexikon-Lorenz-Kurve/basis-lexikon-lorenz-kurve.html>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- FGSV. (2017). *Empfehlungen für einen verlässlichen öffentlichen Verkehr* (Ausgabe 2017) (FGSV R2 - Regelwerke FGSV 166), Köln.
- Goverde, R. M.P. & Hansen, I. A. (2013). Performance indicators for railway timetables. In *2013 IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation (ICIRT). Aug. 30, 2013 - Sept. 1, 2013, Beijing, China* (S. 301–306). Piscataway, NJ: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIRT.2013.6696312>. Zugegriffen: 13. Dezember 2018.
- Grandjot, H.-H. & Bernecker, T. (2014). *Verkehrspolitik. Grundlagen, Herausforderungen, Perspektiven* (2., komplett überarb. Aufl.). Hamburg: DVV Media Group.
- Hansen, I. A. (2010). Railway Network Timetabling and Dynamic Traffic Management. *International Journal of Civil Engineering* 8 (1), 19–32. <http://www.iust.ac.ir/ijce/article-1-422-en.pdf>. Zugegriffen: 27. Juni 2018.

- Hansen, I. A., Wiggeraad, P. B.L. & Wolff, J. W. (2013). *Performance analysis of railway infrastructure and operations*. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:4c2a552b-5453-41e9-8424-f84dab8a6b95>. Zugegriffen: 29. Juni 2018.
- Hansen, I. A. & Pachl, J. (Hrsg.). (2014). *Railway timetabling & operations. Analysis, modelling, optimisation, simulation, performance evaluation* (2. rev. and extended ed.). Hamburg: Eurailpress.
- Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E., Bryant, D. & Woodward, R. (1995). *Environmental indicators. A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*, World Resources Institute. [http://pdf.wri.org/environmentalindicators\\_bw.pdf](http://pdf.wri.org/environmentalindicators_bw.pdf). Zugegriffen: 13. Dezember 2018.
- Herrigel-Wiedersheim, S. (2015). *Algorithmic decision support for the construction of periodic railway timetables*. Dissertation, ETH Zürich. Zürich. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-010412035>. Zugegriffen: 6. Oktober 2018.
- Hösler, J. (2006). *Slowenien. Von den Anfängen bis zur Gegenwart* (Ost- und Südosteuropa - Geschichte der Länder und Völker). Regensburg: Pustet.
- Jiang, F., Yu, D.-b. & Ni, S.-q. (2017). An Objective Train Timetabling Quality Evaluation Method. *Mathematical Problems in Engineering* 2017 (4), 1–10. <https://doi.org/10.1155/2017/3047963>. Zugegriffen: 3. Oktober 2018.
- Kursbücher der Jugoslawischen bzw. Slowenischen Eisenbahnen der Jahre 1975/76, 1979/80, 1985/86, 1989/90, 1992/93, 2000/2001, 2002/03, 2004/05, 2009/10, 2015/16 sowie der Kroatischen Eisenbahn 2015/16.
- Liu, Y., Li, Z., Xiong, H., Gao, X. & Wu, J. (2010). Understanding of Internal Clustering Validation Measures. In G. I. Webb (Hrsg.), *IEEE 10th International Conference on Data Mining (ICDM), 2010. 13 - 17 Dec. 2010, Sydney, Australia; proceedings* (S. 911–916). Piscataway, NJ: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDM.2010.35>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Lloyd, S. (1982). Least squares quantization in PCM. *IEEE Transactions on Information Theory* 28 (2), 129–137. <https://doi.org/10.1109/TIT.1982.1056489>. Zugegriffen: 2. Dezember 2018.
- MacQueen, J. (1967). *Some methods for classification and analysis of multivariate observations*. Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability (1), 281–297. <https://projecteuclid.org/euclid.bsm/1200512992>. Zugegriffen: 4. Dezember 2018.
- MathWorks. (2018a). *Calinski-Harabasz criterion clustering evaluation object - MATLAB*. <https://de.mathworks.com/help/stats/clustering.evaluation.calinskiharabaszevaluation-class.html>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- MathWorks. (2018b). *Silhouette criterion clustering evaluation object - MATLAB*. <https://de.mathworks.com/help/stats/clustering.evaluation.silhouetteevaluation-class.html>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Ministry of Infrastructure. (2014). *Transport development Strategy in the Republic of Slovenia. Proposal*. Ljubljana. [http://www.mzi.gov.si/fileadmin/mzi.gov.si/pageuploads/DMZ/Strategija\\_objava\\_EN\\_1012014.pdf](http://www.mzi.gov.si/fileadmin/mzi.gov.si/pageuploads/DMZ/Strategija_objava_EN_1012014.pdf). Zugegriffen: 3. Oktober 2018.
- OECD. (2011). *OECD Territorial Reviews: Slovenia 2011*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264120587-en>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Pachl, J. (2016). *Systemtechnik des Schienenverkehrs. Bahnbetrieb planen, steuern und sichern* (8., überarbeitete und erweiterte Auflage). Wiesbaden: Springer Vieweg.

- Poelman, H. & Ackermans, L. (2016). *Towards regional and urban indicators on rail passenger services, using timetable information*. Paris: OECD.  
[https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/work/2016\\_03\\_towards\\_urban\\_ind.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/2016_03_towards_urban_ind.pdf).  
Zugegriffen: 12. Dezember 2018.
- Pogačar, K. & Sitar, M. (2009). Cross-border region Graz-Maribor: Challenges and potentials of integration processes. In M. Schrenk (Hrsg.), *REAL CORP 2009: cities 3.0 - smart, sustainable, integrative. Proceedings of 14th International Conference on Urban Planning, Regional Development and Information Society; Strategies, concepts and technologies for planning the urban future; 22 - 25 April 2009, Centre de Disseny de Sitges, Catalonia, Spain; Tagungsband* (S. 73–82). Schwechat-Rannersdorf: CORP Competence Center of Urban and Regional Planning.
- Pouryoucef, H., Lautala, P. & White, T. (2015). Railroad capacity tools and methodologies in the U.S. and Europe. *Journal of Modern Transportation* 23 (1), 30–42. <https://doi.org/10.1007/s40534-015-0069-z>. Zugegriffen: 4. Oktober 2018.
- Rousseuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 20, 53–65.  
[https://doi.org/10.1016/0377-0427\(87\)90125-7](https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7). Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Schnieder, E. & Becker, U. (2007). *Verkehrstechnik. Automatisierung des Straßen- und Schienenverkehrs*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Sels, P., Cattrysse, D. & Vansteenwegen, P. (2015). Practical Macroscopic Evaluation and Comparison of Railway Timetables. *Transportation Research Procedia* 10, 625–633.  
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.09.016>. Zugegriffen: 27. Juni 2018.
- Slovenske železnice. (2018a). *Network Statement 2019*. [https://www.slo-zeleznice.si/images/infrastruktura/Network\\_statement/2019/spremembe\\_3/NS\\_2019\\_3.pdf](https://www.slo-zeleznice.si/images/infrastruktura/Network_statement/2019/spremembe_3/NS_2019_3.pdf). Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Slovenske železnice. (2018b). *Map of Slovenian rail network*. [https://www.slo-zeleznice.si/images/potniski\\_promet/zemljevid\\_zeleznisko\\_omrezje\\_b.jpg](https://www.slo-zeleznice.si/images/potniski_promet/zemljevid_zeleznisko_omrezje_b.jpg). Zugegriffen: 3. Dezember 2018.
- Statistical Office Slovenia (2018): *SI-Stat Database*. <https://pxweb.stat.si/pxweb/dialog/statfile1.asp>.  
Zugegriffen: 17. Dezember 2018.
- S+W. (2010). *Eisenbahnatlas Italien und Slowenien. Atlante ferroviario d'Italia e Slovenia*. Köln: Schweers + Wall.
- Unger, B. (2010). *Heterogenität und Performance von Forschernachwuchsgruppen. Eine Untersuchung am Beispiel von DFG-geförderten Graduiertenkollegs* (Beiträge zur Personal- und Organisationsökonomik, v.22, 1. Auflage). Augsburg: Rainer Hampp Verlag.
- VCÖ (Hrsg.). (2014). *Qualität im öffentlichen Verkehr* (Mobilität mit Zukunft). Wien: VCÖ.
- Wikipedia. (2018). *SŽ series 310*. [https://en.wikipedia.org/wiki/S%C5%BD\\_series\\_310](https://en.wikipedia.org/wiki/S%C5%BD_series_310). Zugegriffen: 18. Januar 2019.
- Wikipedia. (2019). *Slovenske železnice*. <https://de.wikipedia.org/w/index.php?oldid=183958279>.  
Zugegriffen: 20. Januar 2019.
- Worldbank. (2018). *Poverty and Inequality*. <http://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/themes/poverty-and-inequality.html>. Zugegriffen: 3. Dezember 2018.

## 10 Anhang

## 10.1 Slowenisches Eisenbahnnetz mit allen Haltepunkten

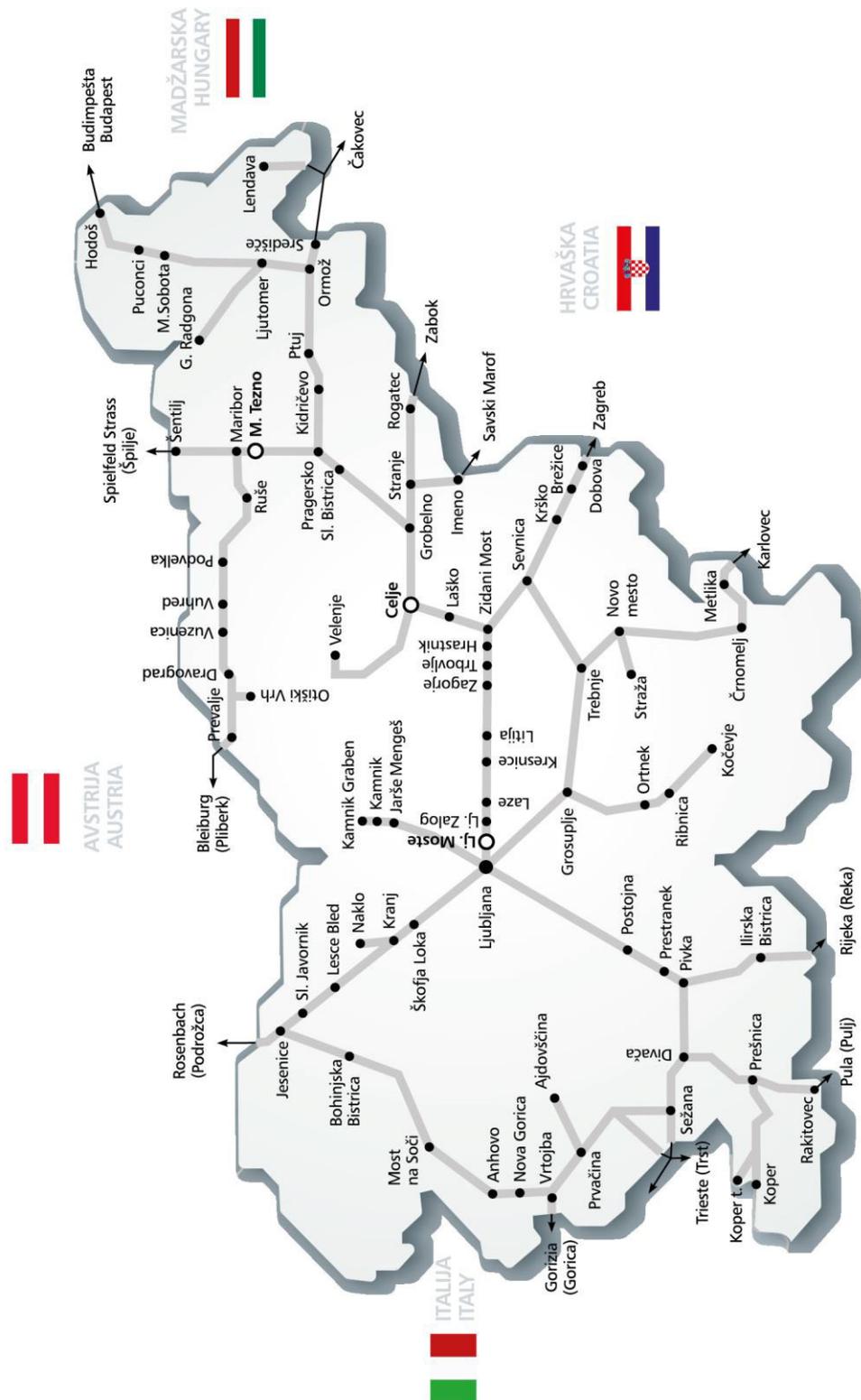


Abbildung 10.1: Schematisches Eisenbahnnetz Sloweniens mit allen Haltepunkten (Slovenske železnice 2018b)

## 10.2 Beispiel für die Ermittlung der taktnahen Zugfahrten pro Tag ( $n_{TN}$ )

Die Ermittlung der taktnahen Zugfahrten pro Tag soll nachfolgend am Beispiel des in Tabelle 10.1 dargestellten Fahrplanes mit  $n_Z = 26$  täglichen Zugfahrten auf Basis der in Kapitel 4.3.2 dargelegten Vorgehensweise Schritt für Schritt veranschaulicht werden.

Abfahrtszeit					
Stunde	Minute				
0					
1	04				
2					
3					
4		13			
5	05		27	34	
6	08	16		31	
7				35	
8	09				
9					
10		11		34	
11				35	
12				40	
13				34	
14	09			35	
15				40	
16				40	
17				35	
18				35	
19				31	40
20				35	
21					
22			27		41
23					

Tabelle 10.1: Fahrplan mit Abfahrtszeiten für eine Beispielrelation

In einem ersten Schritt wird der Fahrplan nach der Häufigkeit der Abfahrtsminuten kategorisiert (vgl. Abbildung 10.2). Hierbei ergibt sich eine Konzentration der Abfahrtszeitpunkte bei der Minute 35 (6 Abfahrten), an zweiter Stelle folgt Minute 40 (4 Abfahrten), an dritter Stelle Minute 34 (3 Abfahrten).

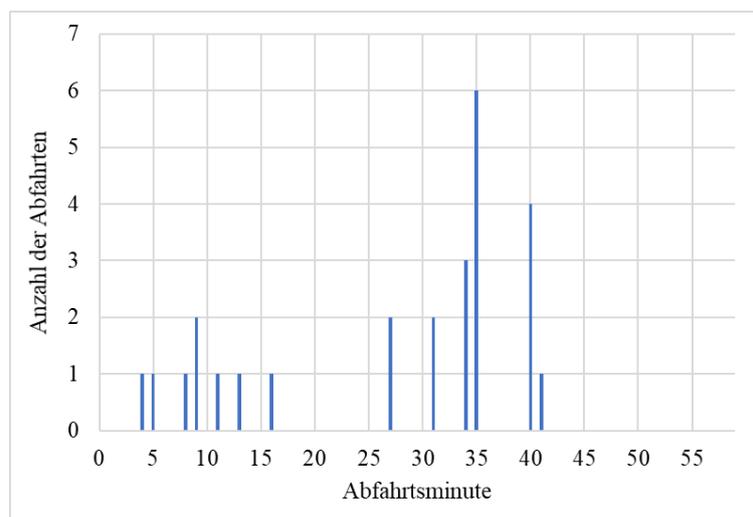


Abbildung 10.2: Häufigkeitsverteilung der Abfahrtsminuten

Auf Basis der ersten Häufigkeitsverteilung der Abfahrtsminuten wird für die 60 Zeitfenster (jeweils eine theoretische Taktminute  $\pm 3$  Minuten) die Summe der Abfahrten je Zeitfenster ermittelt (vgl. Abbildung 10.3). Hierbei ergibt sich für die theoretische Taktminute 37, welche das Zeitfenster der Abfahrten von Minute 34 bis Minute 40 aus Abbildung 10.2 umfasst, ein eindeutiges Maximum mit zwölf täglichen Zugfahrten (entspricht Fall 4/a in Kapitel 4.3.2). *Im ersten Auswertungsschritt wird folglich die theoretische Taktminute 37 mit Abfahrten von Minute 34 bis Minute 40 ermittelt.*

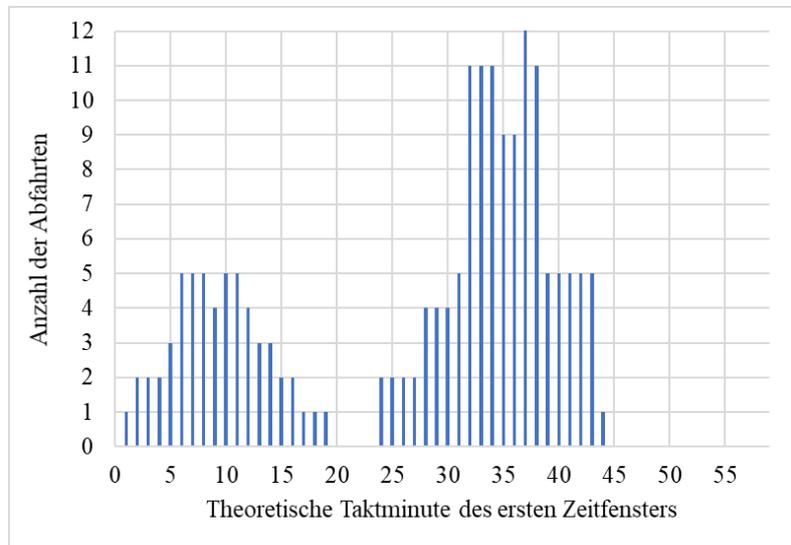


Abbildung 10.3: Häufigkeitsverteilung der Abfahrten je Zeitfenster im ersten Auswertungsschritt

Für den zweiten Auswertungsschritt werden alle Zugfahrten mit Abfahrten von der Minute 28 bis zur Minute 46 (theoretische Taktminute 37 des ersten Auswertungsschrittes  $\pm 9$  min) nicht mehr berücksichtigt. Dies stellt den Mindestzeitversatz zwischen zwei theoretischen Taktminuten von 10 min sicher. Mit den verbleibenden Zugfahrten wird erneut eine Häufigkeit der Abfahrten je taktnahem Zeitfenster ermittelt (vgl. Abbildung 10.4). In diesem Fall ergibt sich jedoch kein eindeutiges Maximum, sondern jeweils fünf Abfahrten in den Zeitfenstern der theoretischen Taktminuten 6, 7, 8, 10 und 11 (mit jeweils  $\pm 3$  min).

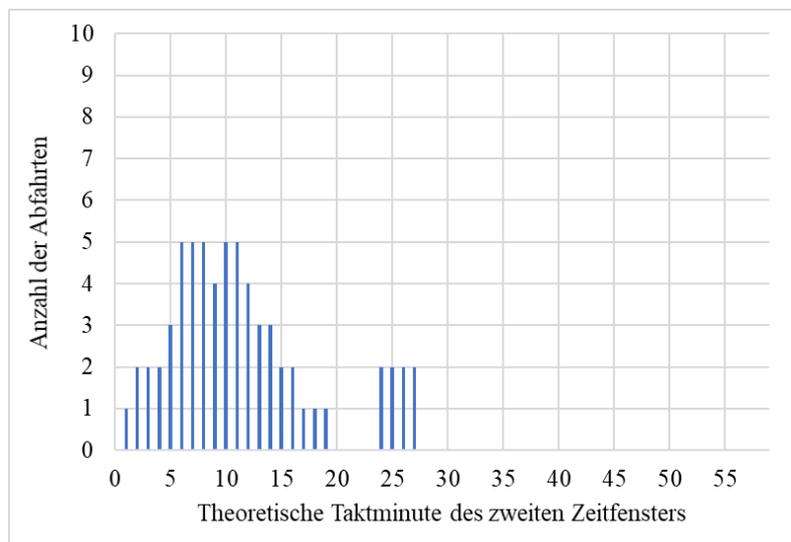


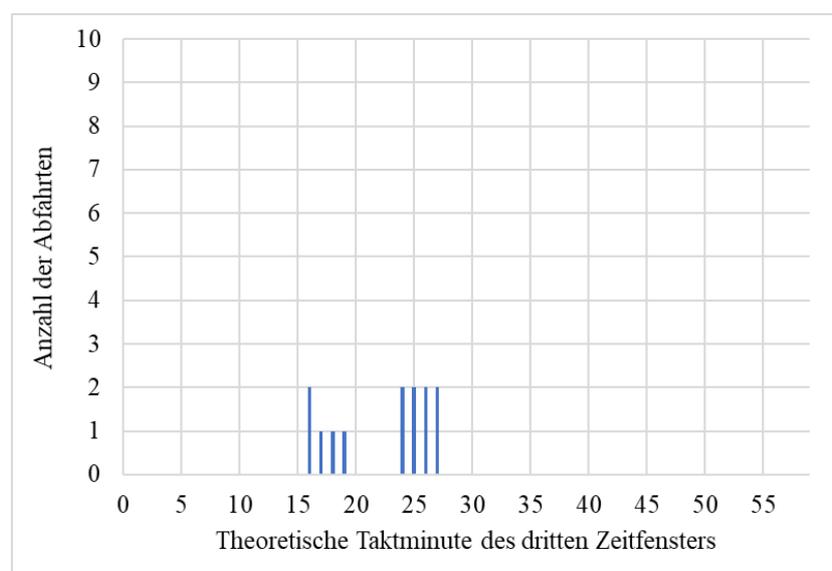
Abbildung 10.4: Häufigkeitsverteilung der Abfahrten je Zeitfenster im zweiten Auswertungsschritt

Zur Ermittlung der theoretischen Taktminute für das zweite Zeitfenster wird folglich, dem Entscheidungskriterium 4/b in Kapitel 4.3.2 folgend, der Modalwert der Abfahrten aus dem genannten Minutenbereich ermittelt (vgl. Tabelle 10.2). Der Modalwert von 2 Abfahrten bei der Abfahrtsminute 9 wird dabei außer Acht gelassen, weil das Zeitfenster der Minute 9 nicht Teil der theoretischen Taktminuten mit gleich vielen (5) Abfahrten ist. Folglich ergibt sich bei den Abfahrtsminuten 8 und 11 ein gleich hoher Modalwert von 1 Abfahrt, wodurch erneut kein eindeutiges Maximum festgestellt werden kann. In diesem Fall wird die theoretische Taktminute nach Fall 4/c in Kapitel 4.3.2 ermittelt, wonach bei gleich hohem Modalwert das frühere der taktnahen Minutenfenster ausgewählt wird. *Folglich wird die theoretische Taktminute 8 mit Abfahrten von Minute 5 bis Minute 11 für das Angebot im zweiten taktnahen Zeitfenster ermittelt.*

Abfahrtsminute	6	7	8	9	10	11
Anzahl der Abfahrten	0	0	1	2	0	1
Abfahrten im Zeitfenster der theoretischen Taktminute	5	5	5	4	5	5

**Tabelle 10.2:** Übersicht zur Ermittlung des zweiten taktnahen Zeitfensters

Auf Grundlage der ersten theoretischen Taktminute wurde für den zweiten Auswertungsschritt der Minutenzeitraum von Minute 28 bis 46 für den Mindestzeitversatz ausgeblendet. Dasselbe findet auch auf Grundlage der zweiten theoretischen Taktminute statt, wodurch die Abfahrtsminuten 59 bis 15 (theoretische Taktminute 8 +/- 9 min) für die Ermittlung des dritten Zeitfensters der Taktnähe nicht berücksichtigt werden. Mit den verbleibenden Zugfahrten wird erneut die Häufigkeit der Abfahrten je Zeitfenster ermittelt (vgl. Abbildung 10.5). In diesem Fall erreicht kein Zeitfenster die Mindestanforderung von 3 Fahrten für den dritten Auswertungsschritt, weshalb für die untersuchte Relation kein drittes taktnahes Zeitfenster festgelegt wird.



**Abbildung 10.5:** Häufigkeitsverteilung der Abfahrten je Zeitfenster im dritten Auswertungsschritt

Für den untersuchten Beispielfahrplan wurden folglich zwei taktnahe Minutenzeitfenster ermittelt:

- ◆ Theoretische Taktminute 37 mit dem Minutenzeitfenster 34 bis 40 und insg. 12 Abfahrten sowie
- ◆ Theoretische Taktminute 8 mit dem Minutenzeitfenster 5 bis 11 und insg. 5 Abfahrten.

Abschließend wird geprüft, ob die Fahrten im jeweiligen Minutenfenster zu unterschiedlichen Stunden vorgesehen sind. Beispielsweise würden Abfahrten um 8:35 Uhr und 8:40 Uhr zwei Fahrten in derselben Stunde des ersten taktnahen Minutenfensters ergeben. In diesem Fall würde jedoch für die Ermittlung der Kennzahl nur eine dieser Fahrten gezählt werden, wodurch die Summe der Fahrten in dieser theoretischen Taktminute verringert würde. Analog dazu müsste bei Vorhandensein eines dritten taktnahen Zeitfensters zusätzlich geprüft werden, ob in derselben Stunde bereits ein Angebot aus zumindest einem der ersten beiden Auswertungsschritte Teil des Fahrplans ist, um bei der Kennzahl der taktnahen Abfahrten für diese Relation berücksichtigt zu werden. Falls infolge mehrerer Fahrten zum gleichen Minutenzeitfenster in derselben Stunde eine Reduktion der taktnahen Fahrten eines Auswertungsschrittes (d.h. einer theoretischen Taktminute) dazu führt, dass die Mindestanzahl der Zugfahrten für dieses Kriterium (5 Fahrten im ersten Zeitfenster, 4 Fahrten im zweiten Zeitfenster, 3 Fahrten im dritten Zeitfenster) unterschritten wird, so wird die ermittelte theoretische Taktminute für diese Relation verworfen.

Für den vorliegenden Fahrplan sind alle Zugfahrten der jeweiligen theoretischen Taktminuten zu unterschiedlichen Stunden vorgesehen (vgl. Tabelle 10.3). Folglich kann die Anzahl der täglichen Züge für das Kriterium der Taktnähe aus der Summe aller 17 für die beiden Zeitfenster ermittelten Abfahrten gebildet werden:  $n_{TN} = 17$ .

Abfahrtszeit				
Stunde	Minute			
0				
1	04			
2				
3				
4	13			
5	05	27	34	
6	08	16	31	
7			35	
8	09			
9				
10	11		34	
11			35	
12				40
13			34	
14	09		35	
15				40
16				40
17			35	
18			35	
19			31	40
20			35	
21				
22		27		41
23				

Tabelle 10.3: Fahrplan der Beispielrelation mit Hervorhebung der Fahrten des ersten (grün) und zweiten (blau) taktnahen Zeitfensters

### 10.3 Matlab Code

```

%% Nach Import der Eingangsvariablen in die dreispaltige Matrix X %%

%% Definition der Berechnungsparameter %%
clustering = @(X,K) (kmeans(X,K, 'MaxIter', 100, 'OnlinePhase', 'on',
'Replicates', 2000, 'Start', 'plus'));

%% Berechnung der Calinski-Harabasz-Statistik %%
CH = evalclusters(X, clustering, 'CalinskiHarabasz', 'klist',
[1:10]);

%% Berechnung der Silhouette-Statistik %%
silhouette = evalclusters(X, clustering, 'Silhouette', 'klist',
[1:10]);

%% Diagramme der CH-Statistik %%
figure;
plot(CH)
CHZuege = X(:,1);
CHTaktnah = X(:,2);
CHClusterGroup = CH.OptimalY;
figure;
gscatter(CHZuege,CHTaktnah,CHClusterGroup, 'rbgkmc','xod+*p');
CHZuege = X(:,1);
CHRegelm = X(:,3);
CHClusterGroup = CH.OptimalY;
figure;
gscatter(CHZuege,CHTaktnah,CHClusterGroup,'rbgkmc', 'xod+*p');

%% Diagramme der Silhouette-Statistik %%
figure;
plot(silhouette)
SiZuege = X(:,1);
SiTaktnah = X(:,2);
SiClusterGroup = silhouette.OptimalY;
figure;
gscatter(SiZuege,SiTaktnah,SiClusterGroup,'rbg','xod');
SiZuege = X(:,1);
SiRegelm = X(:,3);
SiClusterGroup = silhouette.OptimalY;
figure;
gscatter(SiZuege,SiTaktnah,SiClusterGroup,'rbg','xod');

%% Durchführung der Clusterberechnung mit K=6 %%
[idx,C,sumd,D] = kmeans(X,6, 'Distance', 'sqeuclidean', 'MaxIter',
100, 'OnlinePhase', 'on', 'Replicates', 2000, 'Start', 'plus',
'Display', 'final');

```

## 10.4 Alternative Clusterlösung

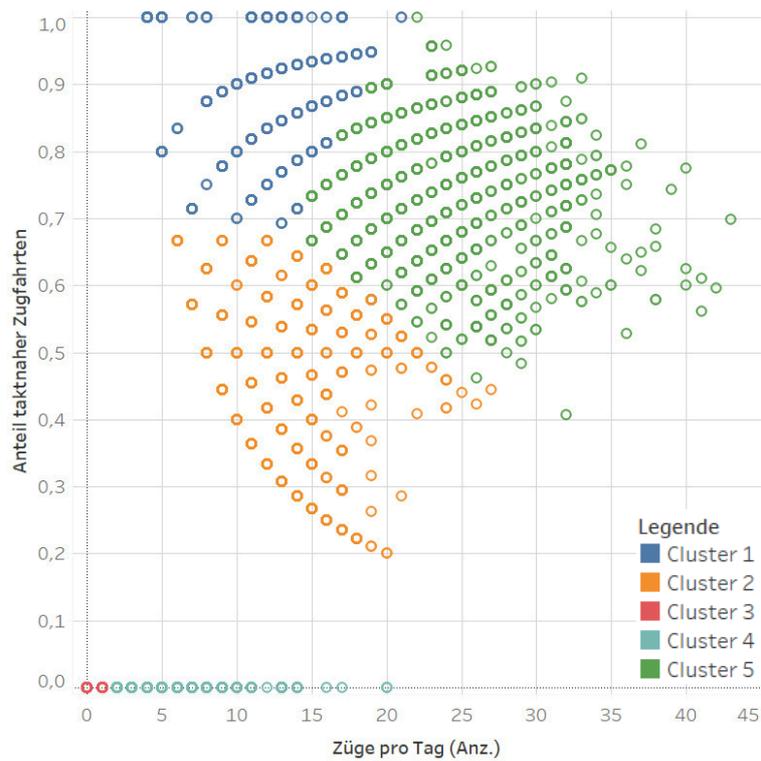


Abbildung 10.6: Alternative Clusterlösung; Anteile taktnaher Zugfahrten in Verhältnis zu Zugfahrten pro Tag

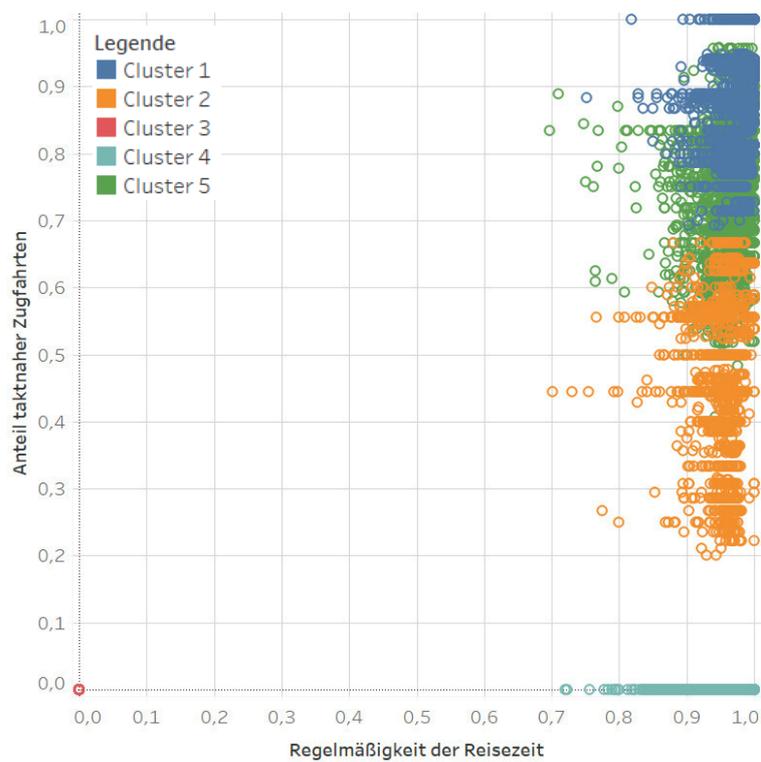


Abbildung 10.7: Alternative Clusterlösung; Anteile taktnaher Zugfahrten in Verhältnis zur Regelmäßigkeit der Reisezeit

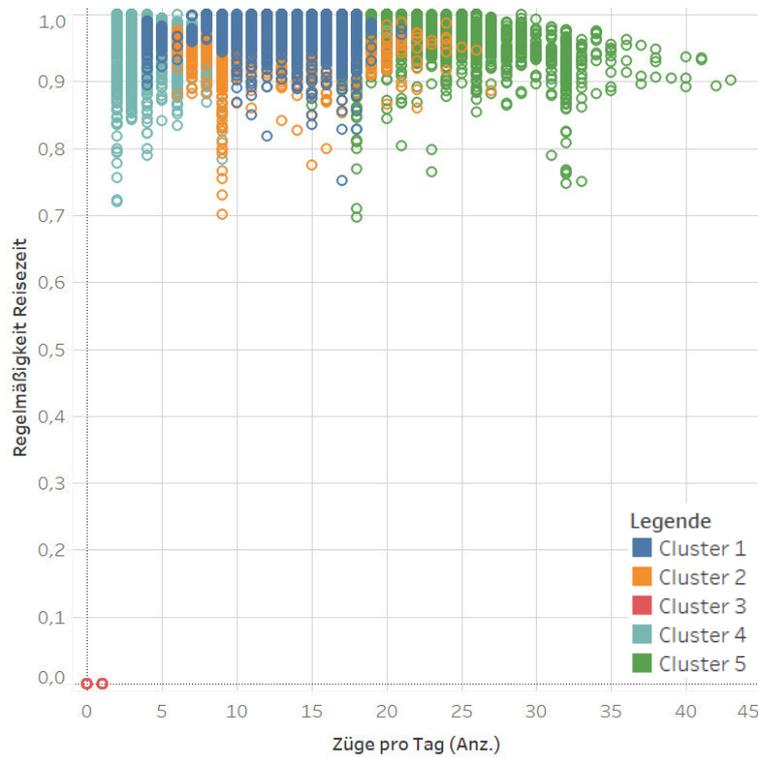


Abbildung 10.8: Alternative Clusterlösung; Regelmäßigkeit der Reisezeit in Verhältnis zu Zugfahrten pro Tag

## 10.5 OD-Matrizen

### 10.5.1 Entfernungsmatrizen

Quelle / Ziel [km]	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šenjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	0,0	5,4	7,9	14,7	18,5	23,8	31,1	37,9	46,6	51,1	55,9	63,7	71,3	78,3	88,6	93,5	99,3	102,8	107,0	111,7	114,5	122,9	130,5	136,9	143,4	145,5	148,6	153,0	155,6
Ljubljana Polje	5,4	0,0	2,5	9,3	13,1	18,4	25,7	32,5	41,2	45,7	50,5	58,3	65,9	72,9	83,2	88,1	93,9	97,4	101,6	106,3	109,1	117,5	125,1	131,5	138,0	140,1	143,2	147,6	150,2
Ljubljana Zalog	7,9	2,5	0,0	6,8	10,6	15,9	23,2	30,0	38,7	43,2	48,0	55,8	63,4	70,4	80,7	85,6	91,4	94,9	99,1	103,8	106,6	115,0	122,6	129,0	135,5	137,6	140,7	145,1	147,7
Laze	14,7	9,3	6,8	0,0	3,8	9,1	16,4	23,2	31,9	36,4	41,2	49,0	56,6	63,6	73,9	78,8	84,6	88,1	92,3	97,0	99,8	108,2	115,8	122,2	128,7	130,8	133,9	138,3	140,9
Jevnica	18,5	13,1	10,6	3,8	0,0	5,3	12,6	19,4	28,1	32,6	37,4	45,2	52,8	59,8	70,1	75,0	80,8	84,3	88,5	93,2	96,0	104,4	112,0	118,4	124,9	127,0	130,1	134,5	137,1
Kresnice	23,8	18,4	15,9	9,1	5,3	0,0	7,3	14,1	22,8	27,3	32,1	39,9	47,5	54,5	64,8	69,7	75,5	79,0	83,2	87,9	90,7	99,1	106,7	113,1	119,6	121,7	124,8	129,2	131,8
Litija	31,1	25,7	23,2	16,4	12,6	7,3	0,0	6,8	15,5	20,0	24,8	32,6	40,2	47,2	57,5	62,4	68,2	71,7	75,9	80,6	83,4	91,8	99,4	105,8	112,3	114,4	117,5	121,9	124,5
Sava	37,9	32,5	30,0	23,2	19,4	14,1	6,8	0,0	8,7	13,2	18,0	25,8	33,4	40,4	50,7	55,6	61,4	64,9	69,1	73,8	76,6	85,0	92,6	99,0	105,5	107,6	110,7	115,1	117,7
Zagorje	46,6	41,2	38,7	31,9	28,1	22,8	15,5	8,7	0,0	4,5	9,3	17,1	24,7	31,7	42,0	46,9	52,7	56,2	60,4	65,1	67,9	76,3	83,9	90,3	96,8	98,9	102,0	106,4	109,0
Trbovlje	51,1	45,7	43,2	36,4	32,6	27,3	20,0	13,2	4,5	0,0	4,8	12,6	20,2	27,2	37,5	42,4	48,2	51,7	55,9	60,6	63,4	71,8	79,4	85,8	92,3	94,4	97,5	101,9	104,5
Hrastnik	55,9	50,5	48,0	41,2	37,4	32,1	24,8	18,0	9,3	4,8	0,0	7,8	15,4	22,4	32,7	37,6	43,4	46,9	51,1	55,8	58,6	67,0	74,6	81,0	87,5	89,6	92,7	97,1	99,7
Zidani Most	63,7	58,3	55,8	49,0	45,2	39,9	32,6	25,8	17,1	12,6	7,8	0,0	7,6	14,6	24,9	29,8	35,6	39,1	43,3	48,0	50,8	59,2	66,8	73,2	79,7	81,8	84,9	89,3	91,9
Rimske Toplice	71,3	65,9	63,4	56,6	52,8	47,5	40,2	33,4	24,7	20,2	15,4	7,6	0,0	7,0	17,3	22,2	28,0	31,5	35,7	40,4	43,2	51,6	59,2	65,6	72,1	74,2	77,3	81,7	84,3
Laško	78,3	72,9	70,4	63,6	59,8	54,5	47,2	40,4	31,7	27,2	22,4	14,6	7,0	0,0	10,3	15,2	21,0	24,5	28,7	33,4	36,2	44,6	52,2	58,6	65,1	67,2	70,3	74,7	77,3
Celje	88,6	83,2	80,7	73,9	70,1	64,8	57,5	50,7	42,0	37,5	32,7	24,9	17,3	10,3	0,0	4,9	10,7	14,2	18,4	23,1	25,9	34,3	41,9	48,3	54,8	56,9	60,0	64,4	67,0
Štore	93,5	88,1	85,6	78,8	75,0	69,7	62,4	55,6	46,9	42,4	37,6	29,8	22,2	15,2	4,9	0,0	5,8	9,3	13,5	18,2	21,0	29,4	37,0	43,4	49,9	52,0	55,1	59,5	62,1
Šenjur	99,3	93,9	91,4	84,6	80,8	75,5	68,2	61,4	52,7	48,2	43,4	35,6	28,0	21,0	10,7	5,8	0,0	3,5	7,7	12,4	15,2	23,6	31,2	37,6	44,1	46,2	49,3	53,7	56,3
Grobelno	102,8	97,4	94,9	88,1	84,3	79,0	71,7	64,9	56,2	51,7	46,9	39,1	31,5	24,5	14,2	9,3	3,5	0,0	4,2	8,9	11,7	20,1	27,7	34,1	40,6	42,7	45,8	50,2	52,8
Ponikva	107,0	101,6	99,1	92,3	88,5	83,2	75,9	69,1	60,4	55,9	51,1	43,3	35,7	28,7	18,4	13,5	7,7	4,2	0,0	4,7	7,5	15,9	23,5	29,9	36,4	38,5	41,6	46,0	48,6
Ostrožno	111,7	106,3	103,8	97,0	93,2	87,9	80,6	73,8	65,1	60,6	55,8	48,0	40,4	33,4	23,1	18,2	12,4	8,9	4,7	0,0	2,8	11,2	18,8	25,2	31,7	33,8	36,9	41,3	43,9
Dolga Gora	114,5	109,1	106,6	99,8	96,0	90,7	83,4	76,6	67,9	63,4	58,6	50,8	43,2	36,2	25,9	21,0	15,2	11,7	7,5	2,8	0,0	8,4	16,0	22,4	28,9	31,0	34,1	38,5	41,1
Poljčane	122,9	117,5	115,0	108,2	104,4	99,1	91,8	85,0	76,3	71,8	67,0	59,2	51,6	44,6	34,3	29,4	23,6	20,1	15,9	11,2	8,4	0,0	7,6	14,0	20,5	22,6	25,7	30,1	32,7
Slovenska Bistrica	130,5	125,1	122,6	115,8	112,0	106,7	99,4	92,6	83,9	79,4	74,6	66,8	59,2	52,2	41,9	37,0	31,2	27,7	23,5	18,8	16,0	7,6	0,0	6,4	12,9	15,0	18,1	22,5	25,1
Pragersko	136,9	131,5	129,0	122,2	118,4	113,1	105,8	99,0	90,3	85,8	81,0	73,2	65,6	58,6	48,3	43,4	37,6	34,1	29,9	25,2	22,4	14,0	6,4	0,0	6,5	8,6	11,7	16,1	18,7
Rače	143,4	138,0	135,5	128,7	124,9	119,6	112,3	105,5	96,8	92,3	87,5	79,7	72,1	65,1	54,8	49,9	44,1	40,6	36,4	31,7	28,9	20,5	12,9	6,5	0,0	2,1	5,2	9,6	12,2
Orehova vas	145,5	140,1	137,6	130,8	127,0	121,7	114,4	107,6	98,9	94,4	89,6	81,8	74,2	67,2	56,9	52,0	46,2	42,7	38,5	33,8	31,0	22,6	15,0	8,6	2,1	0,0	3,1	7,5	10,1
Hoče	148,6	143,2	140,7	133,9	130,1	124,8	117,5	110,7	102,0	97,5	92,7	84,9	77,3	70,3	60,0	55,1	49,3	45,8	41,6	36,9	34,1	25,7	18,1	11,7	5,2	3,1	0,0	4,4	7,0
Maribor Tezno	153,0	147,6	145,1	138,3	134,5	129,2	121,9	115,1	106,4	101,9	97,1	89,3	81,7	74,7	64,4	59,5	53,7	50,2	46,0	41,3	38,5	30,1	22,5	16,1	9,6	7,5	4,4	0,0	2,6
Maribor	155,6	150,2	147,7	140,9	137,1	131,8	124,5	117,7	109,0	104,5	99,7	91,9	84,3	77,3	67,0	62,1	56,3	52,8	48,6	43,9	41,1	32,7	25,1	18,7	12,2	10,1	7,0	2,6	0,0

Tabelle 10.4: Entfernungsmatrix der OD-Relationen entlang der Strecke Ljubljana – Maribor

Quelle / Ziel [km]	Ljubljana - Zagreb																										
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Savski Marof	Brdovec	Zaprešič	Zapadni kolodvor	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana	0,0	5,4	7,9	14,7	18,5	23,8	31,1	37,9	46,6	51,1	55,9	63,7	65,8	68,5	71,4	80,0	88,0	93,9	98,1	102,0	106,5	112,4	119,6	121,9	126,1	139,1	141,4
Ljubljana Polje	5,4	0,0	2,5	9,3	13,1	18,4	25,7	32,5	41,2	45,7	50,5	58,3	60,4	63,1	66,0	74,6	82,6	88,5	92,7	96,6	101,1	107,0	114,2	116,5	120,7	133,7	136,0
Ljubljana Zalog	7,9	2,5	0,0	6,8	10,6	15,9	23,2	30,0	38,7	43,2	48,0	55,8	57,9	60,6	63,5	72,1	80,1	86,0	90,2	94,1	98,6	104,5	111,7	114,0	118,2	131,2	133,5
Laze	14,7	9,3	6,8	0,0	3,8	9,1	16,4	23,2	31,9	36,4	41,2	49,0	51,1	53,8	56,7	65,3	73,3	79,2	83,4	87,3	91,8	97,7	104,9	107,2	111,4	124,4	126,7
Jevnica	18,5	13,1	10,6	3,8	0,0	5,3	12,6	19,4	28,1	32,6	37,4	45,2	47,3	50,0	52,9	61,5	69,5	75,4	79,6	83,5	88,0	93,9	101,1	103,4	107,6	120,6	122,9
Kresnice	23,8	18,4	15,9	9,1	5,3	0,0	7,3	14,1	22,8	27,3	32,1	39,9	42,0	44,7	47,6	56,2	64,2	70,1	74,3	78,2	82,7	88,6	95,8	98,1	102,3	115,3	117,6
Litija	31,1	25,7	23,2	16,4	12,6	7,3	0,0	6,8	15,5	20,0	24,8	32,6	34,7	37,4	40,3	48,9	56,9	62,8	67,0	70,9	75,4	81,3	88,5	90,8	95,0	108,0	110,3
Sava	37,9	32,5	30,0	23,2	19,4	14,1	6,8	0,0	8,7	13,2	18,0	25,8	27,9	30,6	33,5	42,1	50,1	56,0	60,2	64,1	68,6	74,5	81,7	84,0	88,2	101,2	103,5
Zagorje	46,6	41,2	38,7	31,9	28,1	22,8	15,5	8,7	0,0	4,5	9,3	17,1	19,2	21,9	24,8	33,4	41,4	47,3	51,5	55,4	59,9	65,8	73,0	75,3	79,5	92,5	94,8
Trbovlje	51,1	45,7	43,2	36,4	32,6	27,3	20,0	13,2	4,5	0,0	4,8	12,6	14,7	17,4	20,3	28,9	36,9	42,8	47,0	50,9	55,4	61,3	68,5	70,8	75,0	88,0	90,3
Hrastnik	55,9	50,5	48,0	41,2	37,4	32,1	24,8	18,0	9,3	4,8	0,0	7,8	9,9	12,6	15,5	24,1	32,1	38,0	42,2	46,1	50,6	56,5	63,7	66,0	70,2	83,2	85,5
Zidani Most	63,7	58,3	55,8	49,0	45,2	39,9	32,6	25,8	17,1	12,6	7,8	0,0	2,1	4,8	7,7	16,3	24,3	30,2	34,4	38,3	42,8	48,7	55,9	58,2	62,4	75,4	77,7
Radeče	65,8	60,4	57,9	51,1	47,3	42,0	34,7	27,9	19,2	14,7	9,9	2,1	0,0	2,7	5,6	14,2	22,2	28,1	32,3	36,2	40,7	46,6	53,8	56,1	60,3	73,3	75,6
Loka	68,5	63,1	60,6	53,8	50,0	44,7	37,4	30,6	21,9	17,4	12,6	4,8	2,7	0,0	2,9	11,5	19,5	25,4	29,6	33,5	38,0	43,9	51,1	53,4	57,6	70,6	72,9
Breg	71,4	66,0	63,5	56,7	52,9	47,6	40,3	33,5	24,8	20,3	15,5	7,7	5,6	2,9	0,0	8,6	16,6	22,5	26,7	30,6	35,1	41,0	48,2	50,5	54,7	67,7	70,0
Sevnica	80,0	74,6	72,1	65,3	61,5	56,2	48,9	42,1	33,4	28,9	24,1	16,3	14,2	11,5	8,6	0,0	8,0	13,9	18,1	22,0	26,5	32,4	39,6	41,9	46,1	59,1	61,4
Blanca	88,0	82,6	80,1	73,3	69,5	64,2	56,9	50,1	41,4	36,9	32,1	24,3	22,2	19,5	16,6	8,0	0,0	5,9	10,1	14,0	18,5	24,4	31,6	33,9	38,1	51,1	53,4
Brestanica	93,9	88,5	86,0	79,2	75,4	70,1	62,8	56,0	47,3	42,8	38,0	30,2	28,1	25,4	22,5	13,9	5,9	0,0	4,2	8,1	12,6	18,5	25,7	28,0	32,2	45,2	47,5
Krško	98,1	92,7	90,2	83,4	79,6	74,3	67,0	60,2	51,5	47,0	42,2	34,4	32,3	29,6	26,7	18,1	10,1	4,2	0,0	3,9	8,4	14,3	21,5	23,8	28,0	41,0	43,3
Libna	102,0	96,6	94,1	87,3	83,5	78,2	70,9	64,1	55,4	50,9	46,1	38,3	36,2	33,5	30,6	22,0	14,0	8,1	3,9	0,0	4,5	10,4	17,6	19,9	24,1	37,1	39,4
Brežice	106,5	101,1	98,6	91,8	88,0	82,7	75,4	68,6	59,9	55,4	50,6	42,8	40,7	38,0	35,1	26,5	18,5	12,6	8,4	4,5	0,0	5,9	13,1	15,4	19,6	32,6	34,9
Dobova	112,4	107,0	104,5	97,7	93,9	88,6	81,3	74,5	65,8	61,3	56,5	48,7	46,6	43,9	41,0	32,4	24,4	18,5	14,3	10,4	5,9	0,0	7,2	9,5	13,7	26,7	29,0
Savski Marof	119,6	114,2	111,7	104,9	101,1	95,8	88,5	81,7	73,0	68,5	63,7	55,9	53,8	51,1	48,2	39,6	31,6	25,7	21,5	17,6	13,1	7,2	0,0	2,3	6,5	19,5	21,8
Brdovec	121,9	116,5	114,0	107,2	103,4	98,1	90,8	84,0	75,3	70,8	66,0	58,2	56,1	53,4	50,5	41,9	33,9	28,0	23,8	19,9	15,4	9,5	2,3	0,0	4,2	17,2	19,5
Zaprešič	126,1	120,7	118,2	111,4	107,6	102,3	95,0	88,2	79,5	75,0	70,2	62,4	60,3	57,6	54,7	46,1	38,1	32,2	28,0	24,1	19,6	13,7	6,5	4,2	0,0	13,0	15,3
Zapadni kolodvor	139,1	133,7	131,2	124,4	120,6	115,3	108,0	101,2	92,5	88,0	83,2	75,4	73,3	70,6	67,7	59,1	51,1	45,2	41,0	37,1	32,6	26,7	19,5	17,2	13,0	0,0	2,3
Zagreb glavni kolodvor	141,4	136,0	133,5	126,7	122,9	117,6	110,3	103,5	94,8	90,3	85,5	77,7	75,6	72,9	70,0	61,4	53,4	47,5	43,3	39,4	34,9	29,0	21,8	19,5	15,3	2,3	0,0

Tabelle 10.5: Entfernungsmatrix der OD-Relationen entlang der Strecke Ljubljana – Zagreb

Quelle / Ziel [km]	Maribor - Zagreb																																
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Lasko	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Savski Marof	Brdovec	Zaprešič	Zapadni kolodvor	Zagreb glavni kolodvor
Maribor	0,0	2,6	7,0	10,1	12,2	18,7	25,1	32,7	41,1	43,9	48,6	52,8	56,3	62,1	67,0	77,3	84,3	91,9	94,0	96,7	99,6	108,2	116,2	122,1	126,3	130,2	134,7	140,6	147,8	150,1	154,3	167,3	169,6
Maribor Tezno	2,6	0,0	4,4	7,5	9,6	16,1	22,5	30,1	38,5	41,3	46,0	50,2	53,7	59,5	64,4	74,7	81,7	89,3	91,4	94,1	97,0	105,6	113,6	119,5	123,7	127,6	132,1	138,0	145,2	147,5	151,7	164,7	167,0
Hoče	7,0	4,4	0,0	3,1	5,2	11,7	18,1	25,7	34,1	36,9	41,6	45,8	49,3	55,1	60,0	70,3	77,3	84,9	87,0	89,7	92,6	101,2	109,2	115,1	119,3	123,2	127,7	133,6	140,8	143,1	147,3	160,3	162,6
Orehova vas	10,1	7,5	3,1	0,0	2,1	8,6	15,0	22,6	31,0	33,8	38,5	42,7	46,2	52,0	56,9	67,2	74,2	81,8	83,9	86,6	89,5	98,1	106,1	112,0	116,2	120,1	124,6	130,5	137,7	140,0	144,2	157,2	159,5
Rače	12,2	9,6	5,2	2,1	0,0	6,5	12,9	20,5	28,9	31,7	36,4	40,6	44,1	49,9	54,8	65,1	72,1	79,7	81,8	84,5	87,4	96,0	104,0	109,9	114,1	118,0	122,5	128,4	135,6	137,9	142,1	155,1	157,4
Pragersko	18,7	16,1	11,7	8,6	6,5	0,0	6,4	14,0	22,4	25,2	29,9	34,1	37,6	43,4	48,3	58,6	65,6	73,2	75,3	78,0	80,9	89,5	97,5	103,4	107,6	111,5	116,0	121,9	129,1	131,4	135,6	148,6	150,9
Slovenska Bistrica	25,1	22,5	18,1	15,0	12,9	6,4	0,0	7,6	16,0	18,8	23,5	27,7	31,2	37,0	41,9	52,2	59,2	66,8	68,9	71,6	74,5	83,1	91,1	97,0	101,2	105,1	109,6	115,5	122,7	125,0	129,2	142,2	144,5
Poljane	32,7	30,1	25,7	22,6	20,5	14,0	7,6	0,0	8,4	11,2	15,9	20,1	23,6	29,4	34,3	44,6	51,6	59,2	61,3	64,0	66,9	75,5	83,5	89,4	93,6	97,5	102,0	107,9	115,1	117,4	121,6	134,6	136,9
Dolga Gora	41,1	38,5	34,1	31,0	28,9	22,4	16,0	8,4	0,0	2,8	7,5	11,7	15,2	21,0	25,9	36,2	43,2	50,8	52,9	55,6	58,5	67,1	75,1	81,0	85,2	89,1	93,6	99,5	106,7	109,0	113,2	126,2	128,5
Ostrožno	43,9	41,3	36,9	33,8	31,7	25,2	18,8	11,2	2,8	0,0	4,7	8,9	12,4	18,2	23,1	33,4	40,4	48,0	50,1	52,8	55,7	64,3	72,3	78,2	82,4	86,3	90,8	96,7	103,9	106,2	110,4	123,4	125,7
Ponikva	48,6	46,0	41,6	38,5	36,4	29,9	23,5	15,9	7,5	4,7	0,0	4,2	7,7	13,5	18,4	28,7	35,7	43,3	45,4	48,1	51,0	59,6	67,6	73,5	77,7	81,6	86,1	92,0	99,2	101,5	105,7	118,7	121,0
Grobelno	52,8	50,2	45,8	42,7	40,6	34,1	27,7	20,1	11,7	8,9	4,2	0,0	3,5	9,3	14,2	24,5	31,5	39,1	41,2	43,9	46,8	55,4	63,4	69,3	73,5	77,4	81,9	87,8	95,0	97,3	101,5	114,5	116,8
Šentjur	56,3	53,7	49,3	46,2	44,1	37,6	31,2	23,6	15,2	12,4	7,7	3,5	0,0	5,8	10,7	21,0	28,0	35,6	37,7	40,4	43,3	51,9	59,9	65,8	70,0	73,9	78,4	84,3	91,5	93,8	98,0	111,0	113,3
Štore	62,1	59,5	55,1	52,0	49,9	43,4	37,0	29,4	21,0	18,2	13,5	9,3	5,8	0,0	4,9	15,2	22,2	29,8	31,9	34,6	37,5	46,1	54,1	60,0	64,2	68,1	72,6	78,5	85,7	88,0	92,2	105,2	107,5
Celje	67,0	64,4	60,0	56,9	54,8	48,3	41,9	34,3	25,9	23,1	18,4	14,2	10,7	4,9	0,0	10,3	17,3	24,9	27,0	29,7	32,6	41,2	49,2	55,1	59,3	63,2	67,7	73,6	80,8	83,1	8		

10.5.2 Clusteranalyse

10.5.2.1 Ljubljana – Maribor

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1975/76	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	14	16	14	14	15	16	16	15	18	15	32	6	6	9	4	4	4	4	4	4	0	7	4	9	4	4	4	4	9
Ljubljana Polje	17	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	4	4	4	3	3	3	3	3	0	4	3	0	4	3	3	3	3	4
Ljubljana Zalog	17	17	14	14	15	15	16	15	15	15	15	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	4	5	4	4	4	5	
Laze	15	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14	4	4	4	3	3	3	3	3	0	4	3	3	4	3	3	3	4	
Jevnica	16	16	16	15	15	15	15	15	15	15	15	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Kresnice	17	16	16	15	16	15	15	15	15	15	15	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Litija	19	16	16	15	16	17	15	15	15	15	16	6	6	6	4	4	4	4	4	0	6	4	6	4	4	4	4	6	
Sava	14	13	13	13	13	14	14	15	15	15	15	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Zagorje	16	13	13	13	13	14	16	14	15	15	15	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Trbovlje	20	13	13	13	13	14	16	14	16	15	18	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Hrastnik	16	13	13	13	13	14	16	14	16	16	16	15	5	5	5	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Zidani Most	33	13	13	13	13	14	16	14	16	20	16	13	13	17	9	9	9	9	9	0	12	9	15	9	8	9	9	15	
Rimske Toplice	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	13	13	9	9	9	9	9	9	0	11	9	11	9	8	9	9	11	
Laško	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	13	12	13	9	9	9	9	9	9	0	11	9	11	9	8	9	9	11	
Celje	5	2	2	2	2	3	3	3	3	3	17	12	13	15	15	15	9	9	9	0	12	9	15	9	8	9	9	17	
Štore	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	16	15	15	9	9	9	0	9	9	9	9	8	9	9	9	
Šentjur	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	16	16	16	15	9	9	0	9	9	9	9	8	9	9	9	
Grobelno	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	16	16	16	9	9	9	0	9	9	9	9	8	9	9	9	
Ponikva	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	9	9	9	9	8	9	9	9	
Ostrožno	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	9	9	9	9	8	9	9	9	
Dolga Gora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Poljčane	3	2	2	2	2	3	3	3	3	3	11	9	10	11	9	9	9	9	9	0	10	13	10	9	10	10	12		
Slovenska Bistrica	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	10	10	10	9	10	10	9		
Pragersko	5	2	2	2	2	3	3	3	3	3	14	9	10	14	9	9	9	9	9	0	12	10	18	13	19	19	24		
Rače	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	10	10	18	13	18	18	17		
Orehova vas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8	0	9	9	15	15	13	13	12		
Hoče	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	10	18	18	15	19	18	18		
Maribor Tezno	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0	10	18	18	15	18	18	18		
Maribor	5	2	2	2	2	3	3	3	3	3	15	10	11	16	9	9	9	9	9	0	11	9	22	17	14	17	17		

Tabelle 10.7: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1975/76

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1979/80	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	18	20	14	15	15	17	14	15	22	17	33	8	8	14	4	5	6	6	6	0	8	5	12	6	6	6	6	12	
Ljubljana Polje	20	18	14	15	15	15	14	14	14	14	14	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Ljubljana Zalog	20	20	14	15	15	17	14	15	16	16	16	7	7	7	4	4	5	5	5	0	6	4	6	5	5	5	5	6	
Laze	16	16	16	14	14	14	14	14	14	14	14	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Jevnica	17	17	17	16	17	15	15	14	14	14	14	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Kresnice	18	17	17	16	17	15	14	14	14	14	14	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Litija	18	17	17	16	17	17	14	15	16	16	16	7	7	7	4	4	5	5	5	0	6	4	6	5	5	5	5	6	
Sava	15	15	15	14	15	15	15	14	14	14	14	5	5	5	4	4	4	4	4	0	5	4	5	4	4	4	4	5	
Zagorje	18	15	15	14	15	16	16	15	17	17	17	8	8	8	4	5	6	6	6	0	7	5	7	6	6	6	6	7	
Trbovlje	24	15	15	14	15	16	16	15	18	17	22	8	8	8	9	4	5	6	6	6	0	7	5	8	6	6	6	8	
Hrastnik	18	15	15	14	15	16	16	15	18	18	17	8	8	8	4	5	6	6	6	0	7	5	7	6	6	6	6	7	
Zidani Most	32	15	15	14	15	16	16	15	18	24	18	15	14	19	10	11	12	12	12	0	14	11	18	12	12	12	12	19	
Rimske Toplice	7	6	6	5	6	6	6	6	7	7	7	14	14	15	10	11	12	12	12	0	13	11	14	12	12	12	12	14	
Laško	7	6	6	5	6	6	6	6	7	7	7	14	14	14	10	11	12	12	12	0	13	11	13	12	12	12	13		
Celje	13	6	6	5	6	6	6	6	7	8	7	18	14	14	20	21	22	12	12	0	14	11	20	12	12	12	20		
Štore	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	7	7	7	18	20	20	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	10		
Šentjur	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	10	10	10	21	18	21	11	11	11	0	11	11	11	11	11	11	11	11	
Grobelno	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	10	10	10	21	18	20	12	12	0	12	11	12	12	12	12	12	12	
Ponikva	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	11	11	11	12	8	11	11	12	0	12	11	12	12	12	12	12		
Ostrožno	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	11	11	11	12	8	11	11	12	0	12	11	12	12	12	12	12		
Dolga Gora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Poljčane	8	5	5	4	5	5	5	5	6	7	6	14	12	12	15	8	11	11	12	0	12	15	13	13	13	13	14		
Slovenska Bistrica	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	11	11	11	12	8	11	11	12	0	13	12	12	12	12	12	11		
Pragersko	11	5	5	4	5	5	5	5	6	7	6	15	11	11	19	8	11	11	12	0	15	13	21	21	21	21	27		
Rače	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	11	11	11	12	8	11	11	12	0	13	13	22	21	21	21	20		
Orehova vas	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	11	11	11	12	8	11	11	12	0	13	13	21	21	21	21	20		
Hoče	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	11	11	11	12	8	11	11	12	0	13	13	22	22	21	21	20		
Maribor Tezno	6	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6	11	11	11	12	8	11	11	12	0	13	13	22	22	21	22	20		
Maribor	11	5	5	4	5	5	5	5	6	7	6	16	12	12	20	8	11	11	12	0	15	12	27	21	20	21	21		

Tabelle 10.8: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1979/80



Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1992/93	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana		20	21	20	20	20	22	16	18	28	17	33	8	8	17	8	8	8	8	8	8	8	8	17	8	8	8	16	
Ljubljana Polje	21		20	20	20	20	20	16	16	16	15	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Ljubljana Zalog	21	21		20	20	20	21	16	17	17	16	16	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Laze	20	20	20		20	20	20	16	16	16	15	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Jevnica	20	20	20	20		20	20	16	16	16	15	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Kresnice	20	20	20	20	20		20	16	16	16	15	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Litija	22	21	21	20	20	20		16	18	18	17	17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Sava	15	15	15	15	15	15	15		16	16	15	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Zagorje	18	16	16	15	15	15	17	15		18	17	17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Trbovlje	29	16	16	15	15	15	17	15	18		17	17	8	8	16	8	8	8	8	8	8	8	8	8	16	8	8	16	
Hrastnik	17	15	15	14	14	14	16	14	17	17		17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Zidani Most	33	15	15	14	14	14	16	14	17	28	17		13	13	24	12	12	12	11	11	11	13	11	22	11	11	11	21	
Rimske Toplice	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	12		13	13	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
Laško	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	12	12		13	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
Celje	18	8	8	8	8	8	8	8	8	9	17	9	23	12		23	22	23	12	11	12	14	12	23	12	12	12	25	
Štore	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	25		22	23	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
Šentjur	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	25	25		22	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
Grobelno	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	24	24	24		12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
Ponikva	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	11	11	11	10		11	12	12	12	12	12	12	12	12	
Ostrožno	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	11	11	11	10	11		11	11	11	11	11	11	11	11	
Dolga Gora	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	11	11	11	10	11	11		12	12	12	12	12	12	12	
Poljčane	9	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	11	9	9	13	11	11	10	11	11	11		16	18	16	16	16	17	
Slovenska Bistrica	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	14		16	16	16	16	15	
Pragersko	18	8	8	8	8	8	8	8	8	9	17	9	20	9	9	22	11	11	10	11	11	11	17	14		26	26	26	35
Rače	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	14	14		24	26	26	25	
Orehova vas	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	14	14	24		26	26	25	
Hoče	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10	14	14	24	24		26	25	
Maribor Tezno	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	8	8	12	10	10	10	10	10	10	16	14	26	24	24		25	
Maribor	17	8	8	8	8	8	8	8	8	9	17	9	19	9	9	24	11	11	10	11	11	11	16	13	34	23	23	25	

Tabelle 10.11: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 1992/93

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2000/01	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana		26	26	26	26	26	32	21	25	27	24	36	1	4	14	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	13
Ljubljana Polje	25		26	26	26	26	26	21	21	21	21	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ljubljana Zalog	26	25		26	26	26	26	21	21	21	21	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Laze	25	25	25		26	26	26	21	21	21	21	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jevnica	25	25	25	25		26	26	21	21	21	21	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kresnice	25	25	25	25	25		26	21	21	21	21	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Litija	31	25	26	25	25	25		21	25	27	24	27	1	4	4	1	3	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	4
Sava	20	20	20	20	20	20	20		21	21	21	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zagorje	24	20	21	20	20	20	24	20		25	24	25	1	3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	3
Trbovlje	26	20	21	20	20	20	26	20	24		24	27	1	4	4	1	3	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	4
Hrastnik	23	20	21	20	20	20	23	20	23	23		24	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2
Zidani Most	35	20	21	20	20	20	26	20	24	26	23		19	22	27	17	19	17	17	17	17	20	17	24	16	16	16	17	24
Rimske Toplice	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	18		19	19	17	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	17	17
Laško	4	1	1	1	1	1	4	1	3	4	2	20	18		23	17	19	17	17	17	17	17	17	21	16	16	16	17	21
Celje	13	1	1	1	1	1	4	1	3	4	2	25	18	21		27	30	28	18	17	18	22	18	26	17	17	18	32	
Štore	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	30		27	27	17	17	17	17	17	17	16	16	16	17	17
Šentjur	3	1	1	1	1	1	3	1	3	3	2	19	18	19	32	30		28	18	17	18	20	18	20	17	17	18	20	
Grobelno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	30	30	30		18	17	18	18	18	18	17	17	18	18	
Ponikva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19		17	18	18	18	18	17	17	18	18	
Ostrožno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19	19		17	17	17	17	16	16	16	17	17
Dolga Gora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19	19	19		18	18	18	17	17	18	18	18
Poljčane	4	1	1	1	1	1	4	1	3	4	2	20	18	21	23	19	21	19	19	19	19		26	30	25	25	25	26	29
Slovenska Bistrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19	19	19	19	24		26	25	25	25	26	25
Pragersko	8	1	1	1	1	1	4	1	3	4	2	24	18	21	27	19	21	19	19	19	19	28	24		28	28	28	29	35
Rače	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19	19	19	19	24	24		29	31	31	30	
Orehova vas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19	19	19	19	24	24	29		32	31	30	
Hoče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19	19	19	19	24	24	29	32		32	31	30
Maribor Tezno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	17	19	19	19	19	19	19	19	24	24	29	32	32		31	30
Maribor	12	1	1	1	1	1	4	1	3	4	2	24	18	21	32	19	21	19	19	19	19	28	24	36	32	32	32		31

Tabelle 10.12: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2000/01

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2002/03	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor	
Ljubljana		25	26	25	25	25	30	20	27	29	22	38	1	5	14	1	3	1	1	1	1	1	6	1	11	1	1	1	11	
Ljubljana Polje	24		25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ljubljana Zalog	25	24		25	25	25	26	20	21	21	21	21	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	
Laze	23	23	23		25	25	25	20	20	20	20	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Jevnica	23	23	23	23		25	25	20	20	20	20	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Kresnice	23	23	23	23	23		25	20	20	20	20	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Litija	29	24	24	23	23	23		20	24	25	22	25	1	4	4	1	3	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	3	
Sava	19	19	19	19	19	19	19		20	20	20	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Zagorje	27	20	21	19	19	19	24	19		27	22	27	1	4	6	1	3	1	1	1	1	5	1	6	1	1	1	1	4	
Trbovlje	29	20	21	19	19	19	25	19	27		22	29	1	4	6	1	3	1	1	1	1	5	1	6	1	1	1	1	4	
Hrastnik	22	20	21	19	19	19	21	19	22	22		22	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	
Zidani Most	37	20	21	19	19	19	25	19	27	29	22		19	23	29	18	20	18	18	18	18	18	18	28	17	17	17	18	25	
Rimske Toplice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18		19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17	18	18	
Laško	6	2	2	1	1	1	5	1	5	5	3	23	18		24	18	20	18	18	18	18	18	18	23	17	17	17	18	21	
Celje	14	2	2	1	1	1	5	1	6	6	3	28	18	24		28	30	28	18	18	18	18	18	25	18	17	17	18	30	
Štore	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	31		28	28	18	18	18	18	18	18	17	17	17	18	18	
Šentjur	4	2	2	1	1	1	4	1	4	4	3	21	18	21	34	31		28	18	18	18	18	18	20	17	17	17	18	19	
Grobelno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	31	31	31		18	18	18	18	18	18	17	17	17	18	18	
Ponikva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20		18	18	18	18	18	17	17	17	18	18	
Ostrožno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20		18	18	18	18	17	17	17	18	18	
Dolga Gora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20		18	18	18	17	17	17	18	18	
Poljčane	7	2	2	1	1	1	5	1	6	6	3	24	18	24	27	20	23	20	20	20	20		26	33	25	25	25	26	30	
Slovenska Bistrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	20	24		26	25	25	25	26	25
Pragersko	11	2	2	1	1	1	5	1	6	6	3	28	18	24	32	20	23	20	20	20	20	31	24		28	28	28	29	37	
Rače	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24	29		32	32	32	31	
Orehova vas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24	29	32		32	32	31	
Hoče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24	29	32		32	31	31	
Maribor Tezno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24	29	32		32	32	32	
Maribor	11	2	2	1	1	1	4	1	5	5	3	25	18	22	32	20	22	20	20	20	20	29	24	38	32	32	32	32	32	

Tabelle 10.13: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2002/03

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2004/05	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana		26	27	26	27	27	30	21	27	29	22	41	3	8	16	3	4	3	3	3	3	6	3	15	3	3	3	3	14
Ljubljana Polje	23		26	26	26	26	26	20	20	20	20	20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ljubljana Zalog	25	23		26	27	27	27	21	21	21	21	21	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4
Laze	23	23	23		26	26	26	20	20	20	20	20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Jevnica	23	23	23	23		27	27	21	21	21	21	21	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4
Kresnice	23	23	23	23	23		27	21	21	21	21	21	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4
Litija	27	23	24	23	23	23		21	23	24	22	24	3	5	5	3	4	3	3	3	3	5	3	5	3	3	3	3	5
Sava	18	18	18	18	18	18	18		21	21	21	21	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4
Zagorje	27	18	20	18	18	18	22	18		27	22	27	3	7	8	3	4	3	3	3	3	5	3	8	3	3	3	3	7
Trbovlje	29	18	20	18	18	18	22	18	27		22	29	3	7	8	3	4	3	3	3	3	5	3	8	3	3	3	3	7
Hrastnik	21	18	20	18	18	18	20	18	21	21		22	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4
Zidani Most	40	18	20	18	18	18	22	18	27	29	21		18	23	31	18	19	18	18	18	18	18	18	30	18	18	18	18	29
Rimske Toplice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18		19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Laško	6	1	2	1	1	1	5	1	5	5	3	23	18		25	18	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	21
Celje	14	1	2	1	1	1	5	1	6	6	3	31	18	24		28	29	28	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	31
Štore	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	32		28	28	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Šentjur	3	1	2	1	1	1	3	1	3	3	3	20	18	20	34	32		28	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19
Grobelno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	32	32	32		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Ponikva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Ostrožno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20		18	18	18	18	18	18	18	18	18
Dolga Gora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20		18	18	18	18	18	18	18	18
Poljčane	5	1	2	1	1	1	4	1	4	4	3	22	18	22	24	20	22	20	20	20	20		25	29	25	25	25	25	27
Slovenska Bistrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24		25	25	25	25	25	24
Pragersko	13	1	2	1	1	1	5	1	6	6	3	30	18	23	34	20	22	20	20	20	20	28	24		32	32	32	43	
Rače	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24		28	35	35	35	34
Orehova vas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24	28		35	35	34	
Hoče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24	28	33		35	34	
Maribor Tezno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18	20	20	20	20	20	20	20	24	24	28	33	33		34	34
Maribor	12	1	2	1	1	1	4	1	5	5	3	29	18	21	33	20	22	20	20	20	20	2							

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2009/10	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	26	27	26	27	27	30	22	26	28	23	41	3	8	15	3	4	3	3	3	3	3	3	3	15	3	3	3	3	13
Ljubljana Polje	23	26	26	26	26	26	21	21	21	21	21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ljubljana Zalog	25	23	26	27	27	27	22	22	22	22	22	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	
Laze	23	23	23	26	26	26	21	21	21	21	21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Jevnica	23	23	23	23	27	27	22	22	22	22	22	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	
Kresnice	23	23	23	23	27	22	22	22	22	22	22	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	
Litija	27	23	24	23	23	23	22	24	25	23	25	3	5	5	3	4	3	3	3	3	3	5	3	5	3	3	3	5	
Sava	18	18	18	18	18	18	22	22	22	22	22	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	
Zagorje	24	18	20	18	18	18	22	18	26	23	26	3	6	7	3	4	3	3	3	3	6	3	7	3	3	3	3	6	
Trbovlje	27	18	20	18	18	18	22	18	24	23	29	3	6	7	3	4	3	3	3	3	6	3	7	3	3	3	3	6	
Hrastnik	22	18	20	18	18	18	20	18	22	22	23	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	
Zidani Most	38	18	20	18	18	18	22	18	24	27	22	18	23	30	18	19	18	18	18	18	18	22	18	30	18	18	18	28	
Rimske Toplice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Laško	7	1	2	1	1	1	5	1	5	5	3	25	19	27	18	19	18	18	18	18	18	23	18	25	18	18	18	23	
Celje	12	1	2	1	1	1	5	1	5	5	3	30	19	27	29	30	28	18	18	18	24	18	31	18	18	18	29		
Štore	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	32	29	28	18	18	18	18	19	18	18	18	18	18	18	18	
Šentjur	3	1	2	1	1	1	3	1	3	3	3	21	19	21	34	32	28	18	18	18	20	18	19	18	18	18	18	19	
Grobelno	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	20	19	20	33	32	32	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Ponikva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Ostrožno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	
Dolga Gora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	
Poljčane	5	1	2	1	1	1	4	1	4	4	3	23	19	23	24	20	22	21	20	20	20	20	24	29	24	24	24	27	
Slovenska Bistrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	23	24	24	24	24	24	23	
Pragersko	12	1	2	1	1	1	5	1	5	5	3	30	19	26	32	20	22	21	20	20	20	27	23	32	32	32	32	42	
Rače	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	23	23	27	32	32	32	31	
Orehova vas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	23	23	27	32	32	32	31	
Hoče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	23	23	27	32	32	32	31	
Maribor Tezno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	23	23	27	32	32	32	31	
Maribor	10	1	2	1	1	1	4	1	4	4	3	28	19	24	30	20	22	21	20	20	20	26	23	37	32	32	32	32	

Tabelle 10.15: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Maribor; 2009/10

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2015/16	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	30	31	28	29	29	36	22	30	31	24	38	4	10	15	4	5	4	4	4	4	9	4	4	4	4	4	4	4	13
Ljubljana Polje	25	30	28	28	28	30	21	23	23	21	21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ljubljana Zalog	26	25	28	29	29	31	22	24	24	22	22	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5
Laze	25	25	25	28	28	28	21	21	21	21	21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Jevnica	25	25	25	25	29	29	22	22	22	22	22	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5
Kresnice	25	25	25	25	25	29	22	22	22	22	22	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5
Litija	29	25	25	25	25	25	22	28	29	24	27	4	7	7	4	5	4	4	4	4	4	7	4	7	4	4	4	4	7
Sava	17	17	17	17	17	17	22	22	22	22	22	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5
Zagorje	24	17	18	17	17	17	21	17	30	24	28	4	9	9	4	5	4	4	4	4	4	8	4	9	4	4	4	4	8
Trbovlje	26	17	18	17	17	17	21	17	24	24	29	4	9	9	4	5	4	4	4	4	4	8	4	9	4	4	4	4	8
Hrastnik	21	17	18	17	17	17	19	17	21	21	24	4	6	6	4	5	4	4	4	4	4	6	4	6	4	4	4	4	6
Zidani Most	36	17	18	17	17	17	21	17	24	26	21	18	24	29	18	19	18	18	18	18	18	23	18	29	18	18	18	18	27
Rimske Toplice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Laško	6	1	1	1	1	1	4	1	5	5	2	26	20	27	18	19	18	18	18	18	18	24	18	25	18	18	18	23	
Celje	12	1	1	1	1	1	4	1	5	5	2	32	20	28	29	30	28	18	18	18	18	25	18	30	18	18	18	28	
Štore	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	32	29	28	18	18	18	18	19	18	18	18	18	18	18	
Šentjur	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	21	19	21	34	32	28	18	18	18	18	20	18	19	18	18	18	18	19
Grobelno	2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	21	19	21	34	32	33	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
Ponikva	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Ostrožno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Dolga Gora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Poljčane	4	1	1	1	1	1	3	1	3	3	2	23	19	23	24	20	22	22	20	20	20	24	30	24	24	24	24	27	
Slovenska Bistrica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	23	24	24	24	24	24	23	
Pragersko	12	1	1	1	1	1	4	1	5	5	2	31	19	26	33	20	22	22	20	20	20	27	23	31	31	31	31	40	
Rače	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	19	20	21	20	21	21	20	20	20	24	23	29	32	32	32	31	
Orehova vas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	19	20	21	20	21	21	20	20	20	24	23	29	32	32	32	31	
Hoče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	19	20	21	20	21	21	20	20	20	24	23	29	32	32	32	31	
Maribor Tezno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	19	20	21	20	21	21	20	20	20	24	23	29	32	32	32	31	
Maribor	10	1	1	1	1	1	3	1	4	4	2	29	19	24	31	20	22	22	20	20	20	26	23	39	32	32	32	32	

Tabelle 10.16: OD-Matrix mit



Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1985/86	Zugfahrten																						
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana		23	24	21	21	21	22	19	20	25	20	33	7	7	7	12	5	5	9	4	6	10	17
Ljubljana Polje	24		23	21	21	21	21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Ljubljana Zalog	25	24		21	21	21	22	19	20	20	20	20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Laze	22	22	22		21	21	21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Jevnica	22	22	22	22		21	21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Kresnice	22	22	22	22	22		21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Litija	23	23	22	22	22	22		19	20	20	20	20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Sava	20	20	20	20	20	20	20		19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Zagorje	21	21	20	20	20	20	21	20		20	20	20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Trbovlje	26	21	20	20	20	20	21	20	21		20	25	7	7	7	10	5	5	8	4	5	7	4
Hrastnik	21	21	20	20	20	20	21	20	21	21		20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Zidani Most	33	21	21	20	20	20	21	20	21	25	21		17	17	17	20	14	14	17	11	14	19	14
Radeče	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17		17	17	17	14	14	14	11	14	14	3
Loka	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17	17		17	17	14	14	14	11	14	14	3
Breg	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17	17	17		17	14	14	14	11	14	14	3
Sevnica	10	5	5	5	5	5	5	5	5	9	5	21	17	17	17		14	14	18	11	15	16	9
Blanca	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	14	14	14	14	14		14	14	11	14	14	3
Brestanica	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	14	14	14	14	14	14		14	11	14	14	3
Krško	10	4	5	4	4	4	4	4	4	8	4	19	14	14	14	19	14	14		11	15	16	7
Libna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	11	11	11	11	11	11	11	11		11	11	3
Brežice	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	14	14	14	14	15	14	14	15	11		14	4
Dobova	7	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	16	14	14	14	16	14	14	15	11	14		16
Zagreb glavni kolodvor	17	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	12	3	3	3	9	3	3	9	2	4	14	

Tabelle 10.19: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1985/86

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1989/90	Zugfahrten																						
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana		22	23	21	21	21	22	19	20	25	20	30	7	7	7	11	5	5	9	4	6	11	13
Ljubljana Polje	24		22	21	21	21	21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Ljubljana Zalog	25	24		21	21	21	22	19	20	20	20	20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Laze	22	22	22		21	21	21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Jevnica	22	22	22	22		21	21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Kresnice	22	22	22	22	22		21	19	19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Litija	22	22	22	22	22	22		19	20	20	20	20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Sava	20	20	20	20	20	20	20		19	19	19	19	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Zagorje	20	20	20	20	20	20	20	20		20	20	20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Trbovlje	24	20	20	20	20	20	20	20	20		20	25	7	7	7	10	5	5	8	4	5	7	4
Hrastnik	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		20	7	7	7	7	5	5	5	4	5	5	0
Zidani Most	32	20	21	20	20	20	20	20	20	24	20		17	17	17	20	15	15	18	12	15	19	11
Radeče	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17		17	17	17	15	15	12	15	15	3	
Loka	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17	17		17	17	15	15	12	15	15	3	
Breg	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	17	17	17		17	15	15	12	15	15	3	
Sevnica	10	5	5	5	5	5	5	5	5	8	5	21	17	17	17		15	15	19	12	16	8	
Blanca	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	15	15	15	15	15		15	15	12	15	3	
Brestanica	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	15	15	15	15	15	15		15	12	15	3	
Krško	10	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	20	15	15	15	20	15	15		12	16	7	
Libna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	13	13	13	13	13	13	13	13		12	3	
Brežice	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	15	15	15	15	16	15	15	16	13		5	
Dobova	8	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	18	15	15	15	17	15	15	17	13	15		15
Zagreb glavni kolodvor	16	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	13	3	3	3	9	3	3	9	2	4	13	

Tabelle 10.20: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1989/90

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1992/93	Farben nach Clustern 1992/93																							
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Ljubljana		20	21	20	20	20	22	16	18	28	17	33	2	2	2	6	1	1	5	1	3	131	11	
Ljubljana Polje	21		20	20	20	20	20	16	16	16	15	15	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0
Ljubljana Zalog	21	21		20	20	20	21	16	17	17	16	16	2	2	2	3	1	1	2	1	2	2	0	
Laze	20	20	20		20	20	20	16	16	16	15	15	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	
Jevnica	20	20	20	20		20	20	16	16	16	15	15	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	
Kresnice	20	20	20	20	20		20	16	16	16	15	15	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	
Litija	22	21	21	20	20	20		16	18	18	17	17	2	2	2	4	1	1	3	1	3	3	1	
Sava	15	15	15	15	15	15	15		16	16	15	15	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	
Zagorje	18	16	16	15	15	15	17	15		18	17	17	2	2	2	4	1	1	3	1	3	3	1	
Trbovlje	29	16	16	15	15	15	17	15	18		17	27	2	2	2	6	1	1	5	1	3	51	3	
Hrastnik	17	15	15	14	14	14	16	14	17	17		17	2	2	2	4	1	1	3	1	3	3	1	
Zidani Most	33	15	15	14	14	14	16	14	17	28	17		18	18	18	22	16	16	20	13	18	25	8	
Radeče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18		18	18	18	16	16	13	16	16	16	0	
Loka	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18		18	18	16	16	16	13	16	16	0	
Breg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	18	18		18	16	16	16	13	16	16	0	
Sevnica	6	2	2	1	1	1	3	1	3	6	3	23	18	18	18		16	16	20	13	18	20	3	
Blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	16	16		16	16	13	16	16	0	
Brestanica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	16	16	16		16	13	16	16	0	
Krško	5	1	1	0	0	0	2	0	2	4	2	21	16	16	16	20	16	16		13	18	20	3	
Libna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	16	16	16	16	16		13	13	0	
Brežice	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	17	16	16	16	17	16	16	17	16		18	1	
Dobova	12	1	1	0	0	0	2	0	2	5	2	25	16	16	16	21	16	16	21	16	17		28	
Zagreb glavni kolodvor	11	0	0	0	0	0	1	0	1	4	1	8	0	0	0	4	0	0	4	0	0		27	

Tabelle 10.21: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 1992/93

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2000/01	Farben nach Clustern 2000/01																						
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana		26	26	26	26	26	32	21	25	27	24	36	14	14	14	21	12	13	16	12	15	19	7
Ljubljana Polje	25		26	26	26	26	26	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Ljubljana Zalog	26	25		26	26	26	26	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Laze	25	25	25		26	26	26	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Jevnica	25	25	25	25		26	26	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Kresnice	25	25	25	25	25		26	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Litija	31	25	26	25	25	25		21	25	27	24	27	14	14	14	17	12	13	15	12	14	15	3
Sava	20	20	20	20	20	20	20		21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Zagorje	24	20	21	20	20	20	24	20		25	24	25	14	14	14	16	12	13	14	12	14	14	2
Trbovlje	26	20	21	20	20	20	26	20	24		24	27	14	14	14	17	12	13	15	12	14	15	3
Hrastnik	23	20	21	20	20	20	23	20	23	23		24	14	14	14	16	12	13	14	12	14	14	2
Zidani Most	35	20	21	20	20	20	26	20	24	26	23		16	16	16	23	14	15	18	14	17	21	7
Radeče	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17		16	16	17	14	14	15	14	15	15	1
Loka	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17		16	16	14	14	14	14	14	14	0
Breg	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17		16	14	14	14	14	14	14	0
Sevnica	23	16	17	16	16	16	19	16	18	19	18	24	17	17	17		14	15	20	14	18	23	9
Blanca	15	14	15	14	14	14	15	14	15	15	15	15	14	14	14	15		14	14	14	14	14	0
Brestanica	15	14	15	14	14	14	15	14	15	15	15	15	14	14	14	15	15		15	14	15	15	1
Krško	18	14	15	14	14	14	17	14	16	17	16	18	14	14	14	20	15	15		14	18	20	6
Libna	15	14	15	14	14	14	15	14	15	15	15	15	14	14	14	15	15	15	15		14	14	0
Brežice	17	14	15	14	14	14	16	14	16	16	16	17	14	14	14	18	15	15	18	15		18	4
Dobova	21	14	15	14	14	14	17	14	16	17	16	21	14	14	14	23	15	15	20	15	18		14
Zagreb glavni kolodvor	6	0	0	0	0	0	2	0	1	2	1	6	0	0	0	8	0	0	5	0	3		13

Tabelle 10.22: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2000/01

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2002/03	Zugfahrten																									
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor			
Ljubljana		25	26	25	25	25	30	20	27	29	22	38	14	14	14	21	13	13	16	12	15	20	8			
Ljubljana Polje	24		25	25	25	25	25	20	20	20	20	20	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0			
Ljubljana Zalog	25	24		25	25	25	26	20	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0			
Laze	23	23	23		25	25	25	20	20	20	20	20	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0			
Jevnica	23	23	23	23		25	25	20	20	20	20	20	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0			
Kresnice	23	23	23	23	23		25	20	20	20	20	20	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0			
Litija	29	24	24	23	23	23		20	24	25	22	25	14	14	14	16	13	13	14	12	13	14	2			
Sava	19	19	19	19	19	19	19		20	20	20	20	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0			
Zagorje	27	20	21	19	19	19	24	19		27	22	27	14	14	14	16	13	13	14	12	14	14	2			
Trbovlje	29	20	21	19	19	19	25	19	27		22	29	14	14	14	18	13	13	15	12	14	16	4			
Hrastnik	22	20	21	19	19	19	21	19	22	22		22	14	14	14	15	13	13	13	12	13	13	1			
Zidani Most	37	20	21	19	19	19	25	19	27	29	22		16	16	16	23	15	15	18	14	17	22	8			
Radeče	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16		16	16	17	14	14	15	14	15	15	1			
Loka	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16		16	16	14	14	14	14	14	14	0			
Breg	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16		16	14	14	14	14	14	14	0			
Sevnica	22	15	16	15	15	15	17	15	18	20	16	23	16	16	16		15	15	20	14	18	23	9			
Blanca	14	13	14	13	13	13	13	13	14	14	14	14	13	13	13	14		15	15	14	15	15	1			
Brestanica	14	13	14	13	13	13	13	13	14	14	14	14	13	13	13	14	14		15	14	15	15	1			
Krško	17	13	14	13	13	13	15	13	15	17	14	17	13	13	13	19	14	14		14	18	20	6			
Libna	14	13	14	13	13	13	13	13	14	14	14	14	13	13	13	14	14	14	14		14	14	0			
Brežice	16	13	14	13	13	13	14	13	15	16	14	16	13	13	13	17	14	14	17	14		18	4			
Dobova	21	13	14	13	13	13	15	13	16	18	14	21	13	13	13	22	14	14	19	14	17		16			
Zagreb glavni kolodvor	7	0	0	0	0	0	2	0	2	4	0	7	0	0	0	8	0	0	5	0	3	16				

Tabelle 10.23: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2002/03

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2004/05	Zugfahrten																									
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor			
Ljubljana		26	27	26	27	27	30	21	27	29	22	41	14	14	14	22	12	12	15	11	12	19	8			
Ljubljana Polje	23		26	26	26	26	26	20	20	20	20	20	14	14	14	14	11	11	11	11	11	11	0			
Ljubljana Zalog	25	23		26	27	27	27	21	21	21	21	21	14	14	14	14	11	11	11	11	11	11	0			
Laze	23	23	23		26	26	26	20	20	20	20	20	14	14	14	14	11	11	11	11	11	11	0			
Jevnica	23	23	23	23		27	27	21	21	21	21	21	14	14	14	14	11	11	11	11	11	11	0			
Kresnice	23	23	23	23	23		27	21	21	21	21	21	14	14	14	14	11	11	11	11	11	11	0			
Litija	27	23	24	23	23	23		21	23	24	22	24	14	14	14	16	12	12	13	11	12	13	2			
Sava	18	18	18	18	18	18	18		21	21	21	21	14	14	14	14	11	11	11	11	11	11	0			
Zagorje	27	18	20	18	18	18	22	18		27	22	27	14	14	14	16	12	12	13	11	12	13	2			
Trbovlje	29	18	20	18	18	18	22	18	27		22	29	14	14	14	18	12	12	14	11	12	15	4			
Hrastnik	21	18	20	18	18	18	20	18	21	21		22	14	14	14	15	12	12	11	12	12	1				
Zidani Most	40	18	20	18	18	18	22	18	27	29	21		17	17	17	25	15	15	18	14	15	22	8			
Radeče	17	16	17	16	16	16	16	16	17	17	17	17		17	17	17	14	14	14	14	14	14	0			
Loka	17	16	17	16	16	16	16	16	17	17	17	17	18		17	17	14	14	14	14	14	14	0			
Breg	17	16	17	16	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18		17	14	14	14	14	14	14	0			
Sevnica	25	16	17	16	16	16	16	16	20	22	17	25	18	18	18		15	15	19	14	15	24	10			
Blanca	14	13	14	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14		15	15	14	15	15	1			
Brestanica	14	13	14	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14		15	14	15	15	1			
Krško	17	13	14	13	13	13	13	13	16	16	14	17	14	14	14	18	14	14		14	15	19	5			
Libna	14	13	14	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		14	14	0			
Brežice	16	13	14	13	13	13	13	13	16	16	14	16	14	14	14	16	14	14	16	14		15	1			
Dobova	22	13	14	13	13	13	13	13	17	19	14	22	14	14	14	24	14	14	18	14	16		14			
Zagreb glavni kolodvor	7	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	7	0	0	0	9	0	0	3	0	1	14				

Tabelle 10.24: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2004/05

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2009/10																							
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana		26	27	26	27	27	30	22	26	28	23	41	14	14	14	22	13	13	15	12	13	20	7
Ljubljana Polje	23		26	26	26	26	26	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Ljubljana Zalog	25	23		26	27	27	27	22	22	22	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Laze	23	23	23		26	26	26	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Jevnica	23	23	23	23		27	27	22	22	22	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Kresnice	23	23	23	23	23		27	22	22	22	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Litija	27	23	24	23	23	23		22	24	25	23	25	14	14	14	16	13	13	13	12	13	14	1
Sava	18	18	18	18	18	18	18		22	22	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Zagorje	24	18	20	18	18	18	22	18		26	23	26	14	14	14	15	13	13	13	12	13	13	0
Trbovlje	27	18	20	18	18	18	22	18	24		23	29	14	14	14	18	13	13	14	12	13	16	3
Hrastnik	22	18	20	18	18	18	20	18	22	22		23	14	14	14	15	13	13	13	12	13	13	0
Zidani Most	38	18	20	18	18	18	22	18	24	27	22		18	18	18	26	17	17	19	16	17	24	7
Radeče	18	16	17	16	16	16	16	16	18	18	18	19		18	18	18	16	16	16	16	16	16	0
Loka	17	16	17	16	16	16	16	16	17	17	17	18	19		18	18	16	16	16	16	16	16	0
Breg	17	16	17	16	16	16	16	16	17	17	17	18	19	19		18	16	16	16	16	16	16	0
Sevnica	25	16	17	16	16	16	16	16	18	21	18	26	20	19	19		17	17	20	16	17	25	8
Blanca	15	14	15	14	14	14	14	14	15	15	15	16	16	16	16	16		17	17	16	17	17	0
Brestanica	16	14	15	14	14	14	14	14	16	16	16	17	17	16	16	17	16		17	16	17	17	0
Krško	19	14	15	14	14	14	14	14	16	18	16	20	17	16	16	21	16	17		16	17	22	5
Libna	15	14	15	14	14	14	14	14	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16		16	16	0
Brežice	16	14	15	14	14	14	14	14	16	16	16	17	17	16	16	17	16	17	17	16		17	0
Dobova	23	14	15	14	14	14	14	14	16	19	16	24	17	16	16	25	16	17	21	16	17		9
Zagreb glavni kolodvor	7	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	8	0	0	4	0	0	8	

Tabelle 10.25: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2009/10

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2015/16																							
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana		30	31	28	29	29	36	22	30	31	24	38	15	14	14	20	13	13	16	12	13	18	5
Ljubljana Polje	25		30	28	28	28	30	21	23	23	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Ljubljana Zalog	26	25		28	29	29	31	22	24	24	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Laze	25	25	25		28	28	28	21	21	21	21	21	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Jevnica	25	25	25	25		29	29	22	22	22	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Kresnice	25	25	25	25	25		29	22	22	22	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Litija	29	25	25	25	25	25		22	28	29	24	27	15	14	14	17	13	13	15	12	13	15	2
Sava	17	17	17	17	17	17	17		22	22	22	22	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	0
Zagorje	24	17	18	17	17	17	21	17		30	24	28	15	14	14	16	13	13	14	12	13	14	1
Trbovlje	26	17	18	17	17	17	21	17	24		24	29	15	14	14	17	13	13	15	12	13	15	2
Hrastnik	21	17	18	17	17	17	19	17	21	21		24	15	14	14	15	13	13	13	12	13	13	0
Zidani Most	36	17	18	17	17	17	21	17	24	26	21		20	19	19	26	18	18	21	17	18	23	5
Radeče	17	15	16	15	15	15	15	15	17	17	17	19		19	19	19	17	17	17	17	17	17	0
Loka	16	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	18	19		19	19	17	17	17	17	17	17	0
Breg	16	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	18	19	19		19	17	17	17	17	17	17	0
Sevnica	23	15	16	15	15	15	16	15	18	20	18	25	19	19	19		18	18	22	17	18	24	6
Blanca	14	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	16	16	16	16	16		18	18	17	18	18	0
Brestanica	15	13	14	13	13	13	13	13	15	15	15	17	16	16	16	17	16		18	17	18	18	0
Krško	18	13	14	13	13	13	13	13	16	17	16	20	16	16	16	21	16	17		17	18	22	4
Libna	14	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	16	16	16	16	16	16	16	16		17	17	0
Brežice	15	13	14	13	13	13	13	13	15	15	15	17	16	16	16	17	16	17	17	16		18	0
Dobova	21	13	14	13	13	13	14	13	16	18	16	23	16	16	16	24	16	17	21	16	17		6
Zagreb glavni kolodvor	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	6	0	0	3	0	0	6	

Tabelle 10.26: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Ljubljana – Zagreb; 2015/16

10.5.2.3 Maribor – Zagreb

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1975/76	Farben nach Clustern 1975/76																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehov vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor	17	17	14	17	22	9	11	0	9	9	9	9	9	16	11	10	15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Maribor Tezno	18	18	15	18	18	10	10	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Hoče	18	19	15	18	18	10	10	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Orehov vas	12	13	13	15	15	9	9	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
Rače	17	18	18	13	18	10	10	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Pragersko	24	19	19	13	18	10	12	0	9	9	9	9	9	14	10	9	14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Slovenska Bistrica	9	10	10	9	10	10	10	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Poljčane	12	10	10	9	10	13	10	0	9	9	9	9	9	11	10	9	11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Dolga Gora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostrožno	9	9	9	8	9	9	9	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Ponikva	9	9	9	8	9	9	9	0	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Grobelno	9	9	9	8	9	9	9	0	9	9	9	9	16	16	16	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Šentjur	9	9	9	8	9	9	9	0	9	9	15	16	16	16	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Štore	9	9	9	8	9	9	9	0	9	9	15	15	16	16	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Celje	17	9	9	8	9	15	9	12	0	9	9	15	15	15	13	12	17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Laško	11	9	9	8	9	11	9	11	0	9	9	9	9	9	13	12	13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Rimske Toplice	11	9	9	8	9	11	9	11	0	9	9	9	9	9	13	13	12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Zidani Most	15	9	9	8	9	15	9	12	0	9	9	9	9	9	17	13	13	16	16	16	19	12	13	16	13	14	13	17	
Radeče	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	15	16	16	16	12	13	13	13	13	13	13	13	3
Loka	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	15	15	15	16	16	12	13	13	13	13	13	3	
Breg	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	15	15	15	16	12	13	13	13	13	13	13	3	
Sevnica	2	1	1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	3	2	2	19	15	15	15	12	13	15	13	14	13	6	6	
Blanca	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	14	14	14	14	14	12	12	12	12	12	12	3	
Brestanica	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	3	
Krško	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	17	14	14	14	17	14	14	14	13	14	13	6	
Libna	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	3	
Brežice	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	15	14	14	14	15	14	14	15	14	13	4	4	
Dobova	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	2	2	2	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	5	
Zagreb glavni kolodvor	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	17	3	3	3	7	3	3	6	3	4	5		

Tabelle 10.27: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1975/76

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1979/80	Farben nach Clustern 1979/80																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehov vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor	21	21	20	21	27	12	15	0	12	12	11	11	8	20	12	12	16	3	3	3	4	2	2	3	2	2	5	3	
Maribor Tezno	20	22	21	22	22	13	13	0	12	12	11	11	8	12	11	11	11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Hoče	20	21	21	22	22	13	13	0	12	12	11	11	8	12	11	11	11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Orehov vas	20	21	21	21	21	13	13	0	12	12	11	11	8	12	11	11	11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Rače	20	21	21	21	22	13	13	0	12	12	11	11	8	12	11	11	11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Pragersko	27	21	21	21	21	13	15	0	12	12	11	11	8	19	11	11	15	3	3	3	4	2	2	3	2	2	4	2	
Slovenska Bistrica	11	12	12	12	12	13	13	0	12	12	11	11	8	12	11	11	11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Poljčane	14	13	13	13	15	12	12	0	12	12	11	11	8	15	12	12	14	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	1	
Dolga Gora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostrožno	12	12	12	12	12	11	12	0	12	11	11	11	8	12	11	11	11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Ponikva	12	12	12	12	12	11	12	0	12	11	11	11	8	12	11	11	11	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Grobelno	12	12	12	12	12	11	12	0	12	12	11	11	8	18	21	10	10	10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Šentjur	11	11	11	11	11	11	11	0	11	11	21	18	21	10	10	10	10	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	0	
Štore	10	10	10	10	10	10	10	0	10	10	20	20	18	7	7	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Celje	20	12	12	12	12	20	11	14	0	12	12	22	21	20	14	14	18	4	4	4	4	5	3	3	4	3	6	4	
Laško	13	12	12	12	12	13	11	13	0	12	12	12	11	10	14	14	14	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	2
Rimske Toplice	14	12	12	12	14	11	13	0	12	12	12	11	10	15	14	14	14	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	2
Zidani Most	19	12	12	12	18	11	14	0	12	12	12	11	10	19	14	15	17	17	17	21	12	13	17	13	13	13	24	17	
Radeče	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	17	17	17	17	17	12	13	13	13	13	13	4	
Loka	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	17	17	17	17	17	12	13	13	13	13	13	4	
Breg	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	17	17	17	17	17	12	13	13	13	13	13	4	
Sevnica	4	3	3	3	3	4	3	3	0	3	3	3	3	3	4	3	4	22	17	17	17	12	13	16	13	13	18	9	
Blanca	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	4		
Brestanica	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	4		
Krško	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	17	13	13	13	17	13	13	13	13	13	17	8	
Libna	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	4	
Brežice	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	4	
Dobova	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	20	13	13	13	16	13	13	16	13	13	22		
Zagreb glavni kolodvor	3	1	1	1	1	3	1	2	0	1	1	1	1	1	3	2	3	15	4	4	4	9	4	4	8	4	4	15	

Tabelle 10.28: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1979/80

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1985/86																					Zagreb glavni kolodvor								
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka		Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova
Maribor		25	25	25	25	31	14	17	14	0	14	14	14	14	23	13	14	17	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	3
Maribor Tezno	25		26	26	26	26	15	15	14	0	14	14	14	14	14	14	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Hoče	25	26		26	26	26	15	15	14	0	14	14	14	14	14	14	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Orehova vas	25	26	26		26	26	15	15	14	0	14	14	14	14	14	14	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Rače	25	26	26	26		26	15	15	14	0	14	14	14	14	14	14	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Pragersko	30	25	25	25	25		15	18	14	0	14	14	14	14	20	13	14	17	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Slovenska Bistrica	14	15	15	15	15	15		15	14	0	14	14	14	14	14	14	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Pojčane	15	15	15	15	15	16	15		14	0	14	14	14	14	17	13	14	16	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Dolga Gora	14	14	14	14	14	14	14	14		0	14	14	14	14	14	14	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
Ostrožno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ponikva	14	14	14	14	14	14	14	14	14	0		14	14	14	14	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Grobelno	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		28	28	28	13	13	13	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Šentjur	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		26	26	26	26	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Štore	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		26	26	26	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Celje	22	14	14	14	14	19	14	15	14	0	14	26	26	26		16	17	20	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	3
Laško	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0	12	14	14	14	16		16	16	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Rimske Toplice	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0	12	14	14	14	16	16		17	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Zidani Most	15	12	12	12	12	15	12	13	12	0	12	14	14	14	19	16	16		17	17	17	20	14	14	17	11	14	19	14
Radeče	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	17		17	17	17	14	14	14	11	14	14	3	
Loka	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	17	17		17	17	14	14	14	11	14	14	3	
Breg	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	17	17	17		17	14	14	14	11	14	14	3	
Sevnica	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	21	17	17	17		14	14	18	11	15	16	9
Blanca	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	14	14	14	14	14		14	14	11	14	14	3	
Brestanica	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	14	14	14	14	14	14		14	14	14	14	3	
Krško	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	19	14	14	14	14	19	14	14		11	15	16	7
Libna	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	11	11	11	11	11	11	11	11	11		11	3	
Brežice	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	14	14	14	14	14	15	14	14	15	11		14	4
Dobova	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	16	14	14	14	16	14	14	15	11	14		16
Zagreb glavni kolodvor	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	3	3	3	9	3	3	9	2	4		14

Tabelle 10.29: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1985/86

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1989/90																					Zagreb glavni kolodvor								
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka		Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova
Maribor		23	23	23	23	27	14	15	13	12	13	13	13	13	19	12	12	14	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
Maribor Tezno	25		24	24	24	24	14	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Hoče	25	26		24	24	24	14	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Orehova vas	25	26	26		24	24	14	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Rače	25	26	26	26		24	14	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Pragersko	28	26	26	26	26		15	16	13	12	13	13	13	13	13	16	12	12	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Slovenska Bistrica	15	16	16	16	16	16		15	13	12	13	13	13	13	13	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Pojčane	16	16	16	16	16	17	16		13	12	13	13	13	13	14	12	12	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Dolga Gora	14	14	14	14	14	14	14	14		12	13	13	13	13	13	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Ostrožno	12	12	12	12	12	12	12	12	12		12	12	12	12	12	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Ponikva	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		13	13	13	13	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Grobelno	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		27	27	27	13	13	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Šentjur	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		26	26	26	26	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Štore	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		26	26	26	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
Celje	20	14	14	14	14	17	14	15	14	12	14	27	26	27		15	15	17	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
Laško	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	13	14	14	14	16		15	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Rimske Toplice	13	13	13	13	13	13	13	13	13	12	13	14	14	14	16	16		15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Zidani Most	15	13	13	13	13	15	13	14	13	12	13	14	14	14	18	16	16		17	17	17	20	15	15	18	12	15	19	11
Radeče	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17		17	17	17	15	15	15	12	15	3	
Loka	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	17		17	17	15	15	15	12	15	3	
Breg	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	17	17		17	15	15	15	12	15	3	
Sevnica	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	21	17	17	17		15	15	19	12	16	8	
Blanca	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15	15	15	15	15		15	15	12	15	3	
Brestanica	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15	15	15	15	15	15		15	15	13	3	
Krško	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	15	15	15	20	15	15		12	16	7	
Libna	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	13	13	13	13	13	13	13	13		12	3	
Brežice	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15	15	15	15	16	15	15	16	13		15	5
Dobova	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	15	15	15	17	15	15	17	13	15		15
Zagreb glavni kolodvor	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	13	3	3	3	9	3	3	9	2	4		13

Tabelle 10.30: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb;

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 1992/93	Farben nach Clustern 1992/93																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		25	23	23	23	34	13	16	11	11	11	10	11	11	24	9	9	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Maribor Tezno	25		24	24	24	26	14	16	10	10	10	10	10	10	12	8	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hoče	25	26		24	24	24	14	14	10	10	10	10	10	10	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orehova vas	25	26	26		24	24	14	14	10	10	10	10	10	10	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rače	25	26	26	26		24	14	14	10	10	10	10	10	10	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pragersko	35	26	26	26	26		14	17	11	11	11	10	11	11	22	9	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Slovenska Bistrica	15	16	16	16	16	16		14	10	10	10	10	10	10	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pojčane	17	16	16	16	16	18	16		11	11	11	10	11	11	13	9	9	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolga Gora	12	12	12	12	12	12	12	12		11	11	10	11	11	11	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostrožno	11	11	11	11	11	11	11	11	11		11	10	11	11	11	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ponikva	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11		10	11	11	11	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grobelno	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12		24	24	24	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Šentjur	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	22		25	25	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Štore	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	23	22		25	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celje	25	12	12	12	12	23	12	14	12	11	12	23	22	23		12	12	23	1	1	1	1	0	0	0	0	0	3	3
Laško	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	13		12	12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Rimske Toplice	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	13	13		12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Zidani Most	21	11	11	11	11	22	11	13	11	11	11	12	12	12	24	13	13		18	18	18	22	16	16	20	13	18	25	8
Radeče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	18		18	18	18	16	16	16	13	16	16	0
Loka	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	18	18		18	18	16	16	16	13	16	16	0
Breg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	18	18	18		18	16	16	16	13	16	16	0
Sevnica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	23	18	18	18		16	16	20	13	18	20	3
Blanca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16		16	16	13	16	16	0
Brestanica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16	16		16	13	16	16	0
Krško	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	16	16	16	20	16	16		13	18	20	3
Libna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16	16	16		13	13	0	0
Brežice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	16	16	16	17	16	16	17		16	18	1
Dobova	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	25	16	16	16	21	16	16	21	16		17	28
Zagreb glavni kolodvor	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	8	0	0	0	4	0	0	4	0	0	27	

Tabelle 10.31: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 1992/93

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2000/01	Farben nach Clustern 2000/01																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		32	32	32	32	36	24	28	19	19	19	19	21	19	32	21	18	24	2	1	1	3	1	1	3	1	2	3	2
Maribor Tezno	31		32	32	32	29	24	24	19	19	19	19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Hoče	30	31		32	32	29	24	24	19	19	19	19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Orehova vas	30	31	31		32	29	24	24	19	19	19	19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Rače	30	31	31	31		29	24	24	19	19	19	19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Pragersko	35	29	28	28	28		24	28	19	19	19	19	21	19	27	21	18	24	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1
Slovenska Bistrica	25	26	25	25	25	26		24	19	19	19	19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Pojčane	29	26	25	25	25	30	26		19	19	19	19	21	19	23	21	18	20	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1
Dolga Gora	18	17	17	17	17	18	18	18		19	19	19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Ostrožno	17	17	16	16	16	17	17	17	17		19	19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Ponikva	18	18	17	17	17	18	18	18	18	17		19	19	19	19	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Grobelno	18	18	17	17	17	18	18	18	18	17	18		30	30	30	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Šentjur	20	18	17	17	17	20	18	20	18	17	18	28		30	32	19	18	19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Štore	17	17	16	16	16	17	17	17	17	17	27	27	27		30	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Celje	32	18	17	17	17	26	18	22	18	17	18	28	30	27		21	18	25	2	1	1	3	1	1	3	1	2	3	2
Laško	21	17	16	16	16	21	17	21	17	17	17	17	19	17	23		18	20	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1
Rimske Toplice	17	17	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19		18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Zidani Most	24	17	16	16	16	24	17	20	17	17	17	17	19	17	27	22	19		16	16	16	23	14	15	18	14	17	21	7
Radeče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	17		16	16	17	14	14	15	14	15	15	1
Loka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	17	17		16	16	14	14	14	14	14	14	0
Breg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	17	17	17		16	14	14	14	14	14	14	0
Sevnica	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3	2	1	24	17	17	17		14	15	20	14	18	23	9
Blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	14	14	14	15		14	14	14	14	14	0
Brestanica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	14	14	14	15	15		15	14	15	15	1
Krško	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	14	14	14	20	15	15		14	18	20	6
Libna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	14	14	14	15	15	15		14	14	0	
Brežice	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	17	14	14	14	18	15	15	18		15	18	4
Dobova	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	21	14	14	14	23	15	15	20	15		18	14
Zagreb glavni kolodvor	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	6	0	0	0	8	0	0	5	0	0	3	13

Tabelle

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2002/03																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		32	32	32	32	38	24	29	20	20	20	20	22	20	32	22	18	25	2	1	1	3	1	1	3	1	2	3	2
Maribor Tezno	32		32	32	32	29	24	24	20	20	20	20	20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Hoče	31	32		32	32	29	24	24	20	20	20	20	20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Orehova vas	31	32	32		32	29	24	24	20	20	20	20	20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Rače	31	32	32	32		29	24	24	20	20	20	20	20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Pragersko	37	29	28	28	28		24	31	20	20	20	23	20	32	24	18	28	2	1	1	3	1	1	3	1	2	3	2	
Slovenska Bistrica	25	26	25	25	25	26		24	20	20	20	20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Pojčane	30	26	25	25	25	33	26		20	20	20	23	20	27	24	18	24	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	
Dolga Gora	18	18	17	17	17	18	18	18		20	20	20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Ostrožno	18	18	17	17	17	18	18	18	18		20	20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Ponikva	18	18	17	17	17	18	18	18	18	18		20	20	20	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Grobelno	18	18	17	17	17	18	18	18	18	18	18		31	31	31	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Šentjur	19	18	17	17	17	20	18	20	18	18	18	28		31	34	21	18	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Štore	18	18	17	17	17	18	18	18	18	18	18	28	28		31	18	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Celje	30	18	17	17	17	30	18	25	18	18	18	28	30	28		24	18	28	2	1	1	3	1	1	3	1	2	3	2
Laško	21	18	17	17	17	23	18	23	18	18	18	18	18	24	18		23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Rimske Toplice	18	18	17	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	18		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
Zidani Most	25	18	17	17	17	28	18	23	18	18	18	18	18	29	23	19	16		16	16	16	23	15	15	18	14	17	22	8
Radeče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	16		16	16	17	14	14	15	14	15	15	1
Loka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	16	16		16	16	14	14	14	14	14	14	0
Breg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	16	16	16		16	14	14	14	14	14	14	0
Sevnica	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	1	23	16	16	16		15	15	20	14	18	23	9
Blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	13	13	14		15	15	14	15	15	1	
Brestanica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	13	13	14	14		15	14	15	15	1	
Krško	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	17	13	13	13	19	14	14	14	18	20	6	
Libna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	0	
Brežice	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	16	13	13	13	17	14	14	17	14	18	4	
Dobova	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	21	13	13	13	22	14	14	19	14	17	16	
Zagreb glavni kolodvor	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	7	0	0	0	8	0	0	5	0	3	16	

Tabelle 10.33: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2002/03

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2004/05																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		33	33	33	33	40	24	27	20	20	20	20	22	20	33	21	18	29	2	2	2	2	2	2	3	2	4	2	
Maribor Tezno	34		33	33	33	28	24	24	20	20	20	20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Hoče	34	35		33	33	28	24	24	20	20	20	20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Orehova vas	34	35	35		33	28	24	24	20	20	20	20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Rače	34	35	35	35		28	24	24	20	20	20	20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Pragersko	43	32	32	32	32		24	28	20	20	20	22	20	34	23	18	30	2	2	2	2	2	2	2	3	2	4	2	
Slovenska Bistrica	24	25	25	25	25	25		24	20	20	20	20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Pojčane	27	25	25	25	25	29	25		20	20	20	22	20	24	22	18	22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Dolga Gora	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Ostrožno	18	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Ponikva	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Grobelno	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		32	32	32	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Šentjur	19	18	18	18	18	19	18	19	18	18	18	28		32	34	20	18	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Štore	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	28	28		32	18	18	18	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Celje	31	18	18	18	18	32	18	22	18	18	18	28	29	28		24	18	31	2	2	2	2	2	2	3	2	4	2	
Laško	21	18	18	18	18	23	18	21	18	18	18	18	19	18	25		18	23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Rimske Toplice	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	18		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	
Zidani Most	29	18	18	18	18	30	18	21	18	18	18	19	18	31	23	18	17		17	17	17	25	15	15	18	14	15	22	8
Radeče	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17		17	17	17	14	14	14	14	14	0	
Loka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	18		17	17	14	14	14	14	14	0	
Breg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	18	18		17	14	14	14	14	14	0	
Sevnica	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	25	18	18	18		15	15	19	14	15	24	10
Blanca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	14	14		15	15	14	15	15	1	
Brestanica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	14	14	14		15	14	15	15	1	
Krško	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	17	14	14	14	18	14	14	14	15	19	5	
Libna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	14	14	14	14		14	14	0		
Brežice	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14	14	14	16	14	14	14		14	15	1	
Dobova	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	22	14	14	14	24	14	14	18	14	16	14	
Zagreb glavni kolodvor	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	9	0	0	3	0	1	14	

Tabelle 10.34: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2004/05

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2009/10	Farben nach Clustern 2009/10																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		32	32	32	32	37	23	26	20	20	20	21	22	20	30	24	19	28	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	1
Maribor Tezno	31		32	32	32	27	23	23	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Hoče	31	32		32	32	27	23	23	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Orehova vas	31	32	32		32	27	23	23	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Rače	31	32	32	32		27	23	23	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Pragersko	42	32	32	32	32		23	27	20	20	20	21	22	20	32	26	19	30	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	1
Slovenska Bistrica	23	24	24	24	24	24		23	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Pojčane	27	24	24	24	24	29	24		20	20	20	21	22	20	24	23	19	23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Dolga Gora	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Ostrožno	18	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Ponikva	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Grobelno	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		32	32	33	20	19	20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Šentjur	19	18	18	18	18	19	18	20	18	18	18	28		32	34	21	19	21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Štore	18	18	18	18	18	18	18	19	18	18	18	28	29		32	19	19	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
Celje	29	18	18	18	18	31	18	24	18	18	18	28	30	29		27	19	30	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	1
Laško	23	18	18	18	18	25	18	23	18	18	18	18	19	18	27		19	25	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	1
Rimske Toplice	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19		19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
Zidani Most	28	18	18	18	18	30	18	22	18	18	18	18	19	18	30	23	18		18	18	18	26	17	17	19	16	17	24	7
Radeče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19		18	18	18	16	16	16	16	16	0	
Loka	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	19		18	18	16	16	16	16	16	0	
Breg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	19	19		18	16	16	16	16	16	0	
Sevnica	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	26	20	19	19		17	17	20	16	17	25	8
Blanca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16		17	17	16	17	17	0
Brestanica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	16	16	17	16		17	16	17	17	0
Krško	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	20	17	16	16	21	16	17		16	17	22	5
Libna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16	16	16		16	16	16	0
Brežice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	17	16	16	17	16	17	16		17	17	0
Dobova	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	24	17	16	16	25	16	17	21	16	17	9	
Zagreb glavni kolodvor	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	0	0	0	8	0	0	4	0	0	8	

Tabelle 10.35: OD-Matrix mit täglichen Zugfahrten, Farben entsprechend der Clusteranalyse; Maribor – Zagreb; 2009/10

Quelle / Ziel [Züge/Tag] Farben nach Clustern 2015/16	Farben nach Clustern 2015/16																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Pojčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		32	32	32	32	39	23	26	20	20	20	22	22	20	31	24	19	29	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	1
Maribor Tezno	31		32	32	32	29	23	24	20	20	20	21	21	20	21	20	19	20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Hoče	31	32		32	32	29	23	24	20	20	20	21	21	20	21	20	19	20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Orehova vas	31	32	32		32	29	23	24	20	20	20	21	21	20	21	20	19	20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Rače	31	32	32	32		29	23	24	20	20	20	21	21	20	21	20	19	20	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Pragersko	40	31	31	31	31		23	27	20	20	20	22	22	20	33	26	19	31	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	1
Slovenska Bistrica	23	24	24	24	24	24		23	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Pojčane	27	24	24	24	24	30	24		20	20	20	22	22	20	24	23	19	23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Dolga Gora	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	20	20	19	19	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Ostrožno	18	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	20	19	19	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Ponikva	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		20	20	20	20	19	19	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Grobelno	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18		33	32	34	21	19	21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Šentjur	19	18	18	18	18	19	18	20	18	18	18	28		32	34	21	19	21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Štore	18	18	18	18	18	18	18	19	18	18	18	28	29		32	19	19	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Celje	28	18	18	18	18	30	18	25	18	18	18	28	30	29		28	20	32	4	4	4	6	4	4	5	4	4	5	1
Laško	23	18	18	18	18	25	18	24	18	18	18	18	19	18	27		20	26	4	4	4	6	4	4	5	4	4	5	1
Rimske Toplice	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19		20	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	0
Zidani Most	27	18	18	18	18	29	18	23	18	18	18	18	19	18	29	24	18		20	19	19	26	18	18	21	17	18	23	5
Radeče	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	19		19	19	19	17	17	17	17	17	17	0
Loka	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	18	19		19	19	17	17	17	17	17	17	0
Breg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	18	19	19		19	17	17	17	17	17	17	0
Sevnica	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	3	3	1	25	19	19	19		18	18	22	17	18	24	6
Blanca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16		18	18	17	18	18	0
Brestanica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	16	16	16	17	16		18	17	18	18	0
Krško	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	20	16	16	16	21	16	17		17	18	22	4
Libna	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	16	16	16	16	16	16		16	16	16	0
Brežice	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	16	16	16	17	16	17	16		17	17	0
Dobova	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	23	16	16	16	24	16	17	21	16	17	9	
Zagreb glavni kolodvor	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5	0	0	0	6	0	0	3	0	0	6	

10.5.3 Mittlere Reisegeschwindigkeiten

10.5.3.1 Ljubljana – Maribor

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1975/76	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Pojčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana		61	56	55	55	56	56	59	56	57	55	62	54	54	59	55	55	55	55	55		58	56	60	57	57	56	56	59
Ljubljana Polje	52		66	59	57	58	57	58	56	55	55	55	54	54	55	55	55	55	55	54		55	56	55	57	57	56	56	55
Ljubljana Zalog	50	71		68	62	61	59	62	58	56	56	56	54	55	56	55	55	55	55		55	56	56	57	57	56	56	55	
Laze	52	58	64		71	63	59	61	58	56	55	55	54	54	55	55	55	55	54		55	56	55	57	57	56	56	55	
Jevnica	53	57	61	74		74	61	63	58	56	56	55	54	55	56	55	55	55	54		55	56	56	57	57	56	56	55	
Kresnice	55	58	61	66	78		63	64	58	55	55	55	53	54	55	55	55	55	54		55	56	56	57	57	56	56	55	
Litija	57	59	61	63	67	71		79	60	56	56	56	52	53	54	55	55	55	54		55	56	55	57	57	56	56	55	
Sava	57	59	60	62	64	64	68		56	52	52	53	51	52	54	53	54	54	54	53		54	56	55	56	56	55	54	
Zagorje	57	57	58	59	59	59	59	58		55	54	54	51	53	55	54	54	54	53		55	56	55	57	56	56	55	55	
Trbovlje	58	56	56	57	57	56	56	54	58		67	58	52	54	56	55	55	55	54		56	57	56	57	57	56	56	55	
Hrastnik	55	55	56	56	57	56	55	53	55	64		61	52	54	57	55	55	55	53		56	57	56	57	57	56	56	55	
Zidani Most	62	56	56	57	57	56	56	54	56	59	66		70	65	64	57	58	57	57	55		60	59	61	60	59	58	59	
Rimske Toplice	53	55	55	55	55	54	53	53	55	56	60	71		65	56	57	57	57	54		59	59	59	60	59	59	58	58	
Laško	54	55	56	55	56	55	54	54	54	56	57	62	74		69	54	56	55	56	53		59	59	59	59	58	58	57	
Celje	58	56	57	57	57	55	55	54	54	55	57	63	69	75		64	61	56	61	55		66	62	66	62	61	61	63	
Štore	55	56	56	56	56	55	55	56	57	58	56	57	54	55		72	58	64	55		64	63	63	62	61	61	58		
Šentjur	55	56	57	57	57	56	56	57	58	59	57	58	56	56	68		59	63	52		64	63	63	63	62	61	60	58	
Grobelno	56	56	57	57	57	56	57	59	59	59	57	58	56	56	80		75	51			66	65	64	64	62	62	61	58	
Ponikva	56	56	57	57	57	56	57	58	59	57	58	56	59	65	67	63		47			69	66	65	65	63	62	61	58	
Ostrožno	55	55	56	56	56	55	55	55	56	57	55	55	54	54	56	54	49	48			98	79	73	72	69	67	65	61	
Dolga Gora																													
Pojčane	57	58	58	58	58	57	57	57	57	58	59	61	60	61	65	65	66	65	70	101		69	65	64	61	60	58	57	
Slovenska Bistrica	57	58	58	58	58	58	58	59	60	61	59	60	60	62	65	65	65	68	81		72		70	66	61	60	58	54	
Pragersko	61	58	59	59	59	58	58	58	59	60	62	61	62	66	65	65	65	67	77		68	76		77	63	63	59	57	
Rače	57	58	58	59	59	59	59	59	60	61	60	61	61	63	65	65	64	66	73		66	68	70		63	62	56	48	
Orehova vas	57	58	58	58	58	58	58	58	59	60	60	61	60	62	63	63	63	64	70		62	62	59	59		67	55	47	
Hoče	57	58	58	58	58	58	58	58	59	59	60	59	60	60	61	63	63	62	64	69		61	61	59	59	74		64	46
Maribor Tezno	57	58	58	58	58	58	58	58	59	59	59	59	59	59	61	62	62	61	63	67		60	59	57	55	59	65		39
Maribor	61	57	57	57	57	57	57	57	57	58	59	60	59	59	64	60	60	59	60	64		58	57	58	51	52	52		50

Tabelle 10.37: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Maribor; 1975/76

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1979/80	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Pojčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana		55	51	54	54	55	57	57	57	60	56	62	56	56	61	55	56	56	56	54		57	57	62	57	57	57	57	61
Ljubljana Polje	49		64	59	58	58	57	59	57	56	56	55	55	55	56	56	56	56	54		55	57	56	57	56	56	56	54	
Ljubljana Zalog	49	74		67	63	62	61	61	59	58	58	57	57	57	56	56	57	57	55		56	57	57	58	58	57	57	55	
Laze	52	58	62		72	64	60	62	59	57	57	56	55	55	55	56	56	56	54		56	57	56	57	57	56	56	55	
Jevnica	52	57	60	72		75	62	63	60	57	57	56	55	55	55	56	56	56	54		56	57	56	57	57	56	56	54	
Kresnice	54	58	60	66	77		64	65	60	57	57	56	54	54	55	55	55	55	54		55	57	56	57	56	56	56	54	
Litija	56	59	61	63	67	71		80	62	58	57	56	54	55	55	55	55	55	53		55	56	56	57	57	56	56	55	
Sava	56	59	60	62	64	64	69		59	54	54	54	51	52	53	53	54	54	54	52		54	56	55	56	55	55	53	
Zagorje	58	58	59	60	61	64	62	64		56	55	54	51	52	53	53	53	54	54	51		54	55	56	56	56	56	54	
Trbovlje	59	57	57	58	59	60	57	56	56		69	59	52	53	55	54	54	54	55	52		55	56	58	57	57	56	56	
Hrastnik	56	56	57	57	57	58	56	55	53	62		59	51	53	54	54	54	54	55	52		55	56	56	57	57	56	54	
Zidani Most	61	57	57	57	58	58	56	56	55	61	65		67	63	62	57	57	57	54		59	58	61	58	58	57	57	62	
Rimske Toplice	54	55	55	55	55	54	53	52	50	50	50	62		70	61	56	56	56	57	53		58	58	59	58	58	57	56	
Laško	55	55	56	55	56	55	54	53	52	52	53	60	69		63	55	56	55	56	52		57	58	58	58	58	57	55	
Celje	61	56	56	56	56	56	55	55	54	56	55	62	64	68		70	60	56	62	53		63	61	66	60	60	59	63	
Štore	54	55	55	54	55	54	53	52	52	52	52	56	58	56	58		63	54	61	53		61	61	60	60	59	58	57	
Šentjur	54	55	55	55	55	54	54	53	52	53	53	58	59	59	57	64		58	65	51		62	62	61	60	59	58	57	
Grobelno	55	55	55	55	55	55	54	53	53	54	54	58	60	59	57	60	77		77	48		63	64	62	61	60	59	58	
Ponikva	55	55	55	55	55	54	53	53	54	54	54	59	60	60	61	63	70	71		42		64	64	63	62	61	59	58	
Ostrožno	54	54	54	54	54	53	53	52	52	52	52	55	56	55	54	53	52	47	43			98	79	76	71	69	65	63	59
Dolga Gora																													
Pojčane	59	56	56	56	56	56	56	55	55	58	56	61	61	62	65	63	65	65	68	107		71	71	64	62	59	57	56	
Slovenska Bistrica	57	57	57	57	57	56	56	56	56	57	57	60	61	62	62	62	65	64	66	83		72		64	60	57	54	49	
Pragersko	62	57	57	57	57	56	56	56	59	57	63	62	62	66	62	64	63	65	76		68	72		66	59	54	52	54	
Rače	57	56	57	56	57	56	56	56	56	57	57	60	61	61	61	60	62	62	63	71		62	63	63		73	52	51	44
Orehova vas	56	56	56	56	56	56	56	55	56	56	56	59	60	60	60	59	61	60	61	68		60	58	55	61		59	53	45
Hoče	56	56	56	56	56	56	56	55	55	56	56	59	60	60	60	59	60	60	66		58	57	53	53	66		64	46	
Maribor Tezno	56	56	56	56	56	56	55	55	56	56	59	59	59	59	59	59	58	59	58	64		57	56	53					

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1985/86	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor		
Ljubljana		55	58	58	58	57	57	59	58	58	57	60	52	52	56	52	52	52	52			53	54	54	56	54	54	54	53	56	
Ljubljana Polje	41		128	68	64	61	59	61	59	58	58	56	53	53	53	53	52	53				53	54	54	54	55	54	54	54	53	
Ljubljana Zalog	44	81		68	63	60	59	61	59	57	57	56	52	52	52	52	52	52				53	53	54	54	54	54	54	53	53	
Laze	49	60	66		75	61	58	62	59	57	57	55	52	52	52	52	52	52				53	53	54	54	54	54	54	53	53	
Jevnica	50	59	62	74		66	59	63	59	57	57	55	51	52	52	51	52	51	52			53	53	54	54	54	54	54	53	52	
Kresnice	52	60	62	68	81		63	66	61	57	57	55	51	52	52	51	52	51	52			53	53	54	54	54	54	53	52		
Litija	54	61	62	65	68	71		85	64	59	58	55	50	50	51	50	51	50	51			52	53	53	53	53	53	53	52	52	
Sava	54	58	59	60	61	60	60		59	53	54	52	48	49	50	49	50	50	50			51	52	53	53	53	53	53	52	52	
Zagorje	55	59	59	60	60	59	59	65		54	56	52	45	47	48	48	49	48	49			50	51	52	53	53	52	53	52	51	
Trbovlje	56	57	57	58	58	57	56	58	57		71	56	45	47	50	48	49	49	49			51	53	53	54	53	53	53	52	52	
Hrastnik	54	57	57	58	58	57	56	57	57	72		53	43	46	48	47	48	48	49			50	52	53	53	53	53	53	52	51	
Zidani Most	58	57	58	58	58	57	56	57	57	62	66		67	60	59	56	56	54	56			57	58	58	60	58	57	57	56	57	
Rimske Toplice	52	54	54	53	53	52	51	51	49	50	48	62		63	58	55	55	54	55			57	58	58	58	58	57	57	56	55	
Laško	52	54	54	54	54	53	52	52	51	52	51	61	69		61	56	56	54	56			57	58	59	59	58	58	58	56	55	
Celje	57	54	55	54	54	54	53	53	52	54	52	60	62	64		72	62	54	59			60	62	61	64	60	59	59	57	61	
Štore	53	54	54	54	54	53	52	52	51	52	51	54	54	51	56		67	53	58			60	61	62	61	60	59	59	57	55	
Šentjur	53	54	54	54	54	53	53	53	52	52	52	55	55	53	55	70		49	59			61	62	62	61	60	59	59	57	55	
Grobelno	53	54	54	54	54	53	53	53	52	52	52	55	54	53	54	61	68		64			64	63	64	62	61	60	60	57	55	
Ponikva	53	54	54	54	54	53	53	53	52	52	52	54	54	53	54	58	58	63				75	68	67	64	62	61	61	58	55	
Ostrožno																															
Dolga Gora	53	54	54	54	54	54	53	53	52	53	52	55	54	54	55	58	58	60	67			71	68	64	62	60	60	56	54		
Poljčane	55	55	55	55	55	54	54	54	53	55	54	57	57	55	60	60	60	61	65			73		75	64	61	59	59	55	52	
Slovenska Bistrica	54	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	56	56	56	57	60	61	63				66	68		63	59	56	57	52	49	
Pragersko	57	55	55	55	55	55	54	54	54	55	54	58	57	56	61	59	59	60	61			63	63	66		72	60	59	53	52	
Rače	54	55	56	55	55	55	55	55	54	55	55	57	57	56	58	60	60	60	62			63	62	65	67		60	57	49	44	
Orehova vas	54	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	56	56	56	57	59	59	59	60			61	60	60	58	61	81	53	45	
Hoče	54	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	54	56	56	55	56	58	58	59			59	58	58	54	52	66		53	42	
Maribor Tezno	54	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	56	56	56	57	58	58	59	59			60	59	58	55	54	60	74	39	
Maribor	58	54	55	54	54	54	54	54	53	54	53	57	56	54	61	56	56	56	57			57	55	54	54	47	49	50	42		

Tabelle 10.39: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Maribor; 1985/86

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1989/90	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor	
Ljubljana		54	58	59	58	59	59	60	59	60	58	59	53	53	58	53	53	53	53	53	53	54	54	54	55	55	55	55	54	58
Ljubljana Polje	38		136	69	65	65	62	63	61	59	59	56	54	54	54	53	53	53	53	53	54	54	54	55	55	55	55	55	54	54
Ljubljana Zalog	41	73		69	64	64	61	63	61	59	59	56	53	53	53	53	53	53	53	53	53	54	54	55	55	55	55	55	54	53
Laze	47	61	68		76	68	62	64	61	59	58	56	53	53	53	52	53	53	53	53	53	54	55	55	55	54	55	54	53	
Jevnica	49	60	64	76		80	64	66	61	59	59	55	52	53	53	52	52	52	52	52	53	53	54	54	54	55	54	54	53	
Kresnice	51	61	64	68	80		64	67	61	58	58	55	51	52	52	51	52	52	52	52	53	53	54	54	54	54	54	54	53	
Litija	54	61	63	66	69	73		85	65	59	59	55	51	51	52	51	51	51	51	51	52	52	53	54	54	54	54	54	53	53
Sava	54	61	62	63	64	64	67		60	55	55	51	48	49	50	49	50	50	50	51	51	52	53	53	54	53	53	53	52	
Zagorje	55	60	61	62	62	62	66		56	57	50	46	48	49	49	49	49	50	50	50	51	52	53	54	54	54	54	53	52	
Trbovlje	56	58	59	59	59	57	57	55		73	54	46	48	50	49	50	50	50	50	51	52	52	54	54	54	54	54	53	53	
Hrastnik	54	58	59	59	59	58	57	57	56	72		49	43	46	49	48	49	49	49	50	51	52	53	53	54	53	53	53	52	
Zidani Most	58	58	59	59	59	58	57	57	57	63	66		67	60	61	56	56	56	55	56	57	58	58	59	58	57	57	56	56	
Rimske Toplice	53	56	56	56	56	55	54	53	51	53	52	63		63	58	55	56	55	55	56	57	57	58	58	58	57	57	56	55	
Laško	54	56	56	56	56	55	54	53	54	54	61	69		61	56	56	56	55	56	57	58	59	59	59	59	58	58	57	55	
Celje	57	56	56	56	56	56	55	54	54	56	55	60	61	63		69	61	57	58	59	60	61	61	62	60	59	59	57	59	
Štore	53	55	55	54	54	54	53	52	51	52	51	54	53	51	52		67	58	58	59	60	61	62	61	60	59	59	57	55	
Šentjur	53	55	55	55	55	54	53	53	52	53	52	55	54	53	54	67		62	58	59	61	62	63	61	61	60	59	57	55	
Grobelno	53	55	55	55	54	54	53	53	52	53	52	54	54	53	60	67		64	63	65	64	64	62	62	60	60	60	58	55	
Ponikva	53	55	55	54	54	54	53	53	52	52	52	54	54	52	53	58	58	63			78	76	69	67	64	63	61	61	58	56
Ostrožno	53	55	55	55	54	54	53	53	52	53	52	54	54	53	54	58	58	60	72			140	72	69	65	63	61	61	58	55
Dolga Gora	53	55	55	55	55	54	53	53	52	53	53	55	54	53	54	58	58	59	66	91			72	69	64	63	61	60	57	54
Poljčane	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	56	55	55	57	59	59	61	64	67	71			76	64	62	59	59	56	53
Slovenska Bistrica	54	55	55	55	55	55	54	54	54	54	54	54	56	56	55	56	59	59	60	62	63	64	67		63	61	57	57	53	50
Pragersko	57	55	55	55	55	55	54	54	54	55	54	57	56	55	59	58	58	59	60	61	61	62	65		73	61	58	53	52	
Rače	54	56	56	56	56	55	55	55	54	55	55	56	56	56	57	59	59	60	61	62	62	62	65	69		60	55	49	44	
Orehova vas	54	55	56	55	55	55	54	54																						

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1992/93	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor	
Ljubljana		78	66	63	61	62	63	64	65	68	63	66	60	59	66	59	59	59	59	59	59	59	59	59	67	60	59	59	66	
Ljubljana Polje	46		79	63	61	62	62	65	65	63	63	61	60	59	59	59	58	58	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	58	
Ljubljana Zalog	51	133		69	64	64	64	66	66	64	64	62	60	59	60	59	59	59	59	59	59	59	59	59	60	59	59	58		
Laze	54	69	70		76	69	66	69	68	65	64	62	61	60	60	59	59	59	59	59	59	59	59	59	60	59	59	58		
Jevnica	55	65	64	76		81	69	72	69	66	65	62	61	60	60	59	59	59	59	59	59	59	59	59	60	59	59	58		
Kresnice	57	65	65	70	85		73	76	71	67	65	62	60	59	60	59	58	59	58	59	58	59	59	59	60	59	59	58		
Litija	59	65	65	68	72	77		98	76	69	67	62	60	59	59	58	58	58	58	59	58	59	59	59	59	59	59	58		
Sava	58	63	63	63	65	66	71		73	65	63	59	57	57	57	57	56	57	57	57	57	57	58	58	58	58	58	57		
Zagorje	60	63	63	64	65	65	67	73		65	62	57	55	55	56	55	56	55	56	57	56	57	57	57	58	58	57	56		
Trbovlje	67	63	63	63	65	65	66	69	80		75	62	56	55	62	56	56	56	56	56	57	56	57	58	66	58	58	66		
Hrastnik	60	62	62	63	64	64	64	66	66	74		58	55	54	56	55	56	55	56	57	56	57	57	57	57	58	57	56		
Zidani Most	67	63	63	63	64	64	64	66	65	68	74		66	60	64	57	58	57	58	59	58	59	59	66	59	59	58	65		
Rimske Toplice	59	61	60	60	61	60	60	60	58	57	57	56		63	61	57	57	57	58	59	58	58	59	59	59	59	58	57		
Laško	59	60	59	59	60	59	59	57	56	56	55	62		67	59	59	58	59	60	58	59	60	59	60	59	59	59	57		
Celje	66	61	60	61	61	60	61	60	63	59	65	66	77		71	63	59	61	63	60	62	61	69	61	60	60	59	68		
Štore	58	59	59	59	59	59	58	58	57	56	56	56	59	61	58		69	60	62	64	60	61	62	60	61	60	59	57		
Šentjur	58	59	59	59	59	59	58	58	57	57	56	57	58	60	58	70		64	65	67	61	62	62	61	62	61	60	57		
Grobelno	58	59	59	59	59	58	58	58	57	56	56	56	57	59	57	62	70		80	75	64	63	64	62	63	61	61	60	57	
Ponikva	58	59	59	59	59	58	58	57	57	57	57	58	60	58	62	66	63		94	66	64	65	62	63	61	61	60	57		
Ostrožno	58	59	59	59	59	58	58	58	57	57	57	57	58	60	58	61	63	59	73		59	62	63	61	62	60	60	56		
Dolga Gora	58	59	59	59	59	58	58	58	57	57	57	57	58	59	58	60	61	58	65	84		72	69	64	65	62	62	60	57	
Poljčane	59	60	59	59	60	59	59	59	59	58	58	60	60	61	62	63	64	63	67	73	81		75	64	65	62	61	59	57	
Slovenska Bistrica	59	60	60	60	60	60	59	60	59	59	59	60	61	61	63	64	63	67	70	73	73		63	65	61	60	58	54		
Pragersko	67	60	59	59	60	59	59	59	59	65	59	66	60	61	68	62	63	62	64	66	67	65	68		81	66	62	59		
Rače	59	60	60	60	60	60	60	60	60	59	59	60	61	62	62	63	64	64	66	67	69	67	69	70		66	57	53	46	
Orehova vas	59	60	60	60	60	60	60	60	59	59	59	59	60	61	61	62	62	62	64	65	66	63	63	60	61		75	57	47	
Hoče	59	60	60	60	60	60	60	60	59	59	59	60	61	61	62	62	62	64	65	65	63	63	63	63	58	57	79		61	45
Maribor Tezno	59	60	60	60	60	60	59	59	59	59	59	61	60	61	62	61	62	61	62	63	64	62	60	58	55	60	65		39	
Maribor	66	59	59	59	59	59	59	59	59	66	58	66	59	60	69	60	61	59	61	61	62	61	58	63	50	53	52	51		

Tabelle 10.41: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Maribor; 1992/93

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2000/01	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor	
Ljubljana		65	59	62	62	63	65	64	62	65	56	61	56	56	60	57	57	57	57	57	57	57	58	73	58	58	58	58	79	
Ljubljana Polje	47		75	62	65	65	62	65	65	64	63	61	56	56	57	56	57	57	58	57	57	57	58	58	58	58	58	58	57	
Ljubljana Zalog	48	78		68	71	68	63	67	67	65	64	62	56	56	57	56	57	57	58	57	57	58	58	58	58	58	58	58	57	
Laze	52	62	68		114	78	66	70	69	66	65	63	56	56	57	56	57	57	58	57	57	57	58	58	58	58	58	57		
Jevnica	56	65	70	114		80	63	69	68	65	64	62	55	55	56	56	56	57	56	56	57	56	56	57	57	58	58	58	56	
Kresnice	57	65	68	79	82		63	71	69	66	64	61	54	55	56	55	56	56	57	56	56	57	57	57	57	57	57	56		
Litija	62	67	70	76	76	87		104	77	70	67	62	54	58	58	55	58	56	57	56	56	60	57	61	58	58	58	61		
Sava	60	65	67	70	69	71	69		75	66	63	59	50	52	53	53	54	54	55	55	55	55	56	56	57	57	57	55		
Zagorje	62	65	67	68	68	68	75		65	60	56	46	53	54	51	55	53	54	54	54	58	55	59	56	56	56	56	59		
Trbovlje	62	64	65	66	65	66	64	66	65		70	58	45	54	55	51	56	53	54	53	54	60	55	61	56	56	56	60		
Hrastnik	60	63	64	65	64	64	62	63	60	69		59	42	51	53	50	55	52	54	53	53	58	55	59	56	56	56	59		
Zidani Most	65	64	64	65	64	65	62	64	62	65	75		63	61	64	59	60	59	61	60	59	57	56	62	57	57	57	61		
Rimske Toplice	53	49	49	48	47	45	48	39	41	40	40	51		69	64	60	61	60	62	60	60	55	56	57	57	57	57	56		
Laško	59	50	50	49	48	46	55	42	48	51	43	55	69		67	60	62	60	62	61	60	57	56	58	68	66	65	57	57	
Celje	75	51	51	50	49	48	56	45	50	53	47	63	68	75		70	67	60	66	63	61	58	57	64	58	58	58	68		
Štore	51	51	51	50	49	48	47	45	43	42	41	56	60	61	58		80	63	70	64	62	55	56	57	57	57	58	55		
Šentjur	57	52	52	51	51	49	55	47	52	52	49	58	62	63	63	82		61	73	64	61	56	55	58	57	57	57	56		
Grobelno	52	52	52	51	50	49	47	46	45	45	58	63	64	63	74	94		110	69	63	54	56	56	57	57	57	57	55		
Ponikva	52	52	52	52	51	50	49	48	46	45	45	59	63	63	64	71	73	79		66	60	52	54	55	56	56	56	54		
Ostrožno	52	52	52	52	51	50	49	48	47	46	46	59	62	62	62	67	66	65	71		72	52	55	55	56	56	57	54		
Dolga Gora	52	52	52	52	51	50	50	48	47	46	46	58	61	62	61	65	63	62	63	81		56	57	57	58	57	57	58	54	
Poljčane	61	53	53	53	52	59	50	55	58	53	60	62	63	63	64	64	63	63	67	73		76	68	68	66	65	63	59		
Slovenska Bistrica	54	54	54	54	53	52	52	51	50	50	50	60	63	63	63	66	65	65	66	69	73	83		70	71	67	65	63	57	
Pragersko	72	55	55	55	54	53	60	52	57	60	56	65	63	64	68	66	66	65	66	68	70	73	78		83	72	67	63	59	
Rače	54	54	55	54	54	53	53	52	51	51	51	61	63	64	63	65	65	65	65	65	67	68	69	69	65		89	64	58	48
Orehova vas	54	55	55	55	54	53	53	52	51	51	51	61	63	64	63	65	65	64	65	66	68	68	67	61	94		80	61	48	
Hoče	54	55	55	55	54	53	53	52	51																					

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2002/03	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	65	60	59	62	62	62	63	65	64	62	66	56	62	74	56	59	57	57	57	57	57	63	58	72	58	58	58	58	78
Ljubljana Polje	49	78	62	66	65	62	65	65	64	63	61	56	56	57	56	57	57	58	57	57	57	58	58	58	58	58	58	58	57
Ljubljana Zalog	49	79	68	71	68	64	67	67	65	64	62	56	58	58	56	59	57	58	57	57	60	58	60	58	58	58	58	60	
Laze	52	62	68	114	78	66	70	68	66	65	63	56	56	57	56	57	57	58	57	57	57	58	58	58	58	58	58	57	
Jevnica	56	65	70	112	80	63	69	67	65	64	62	55	55	56	56	56	56	57	56	56	57	57	57	57	58	58	58	56	
Kresnice	58	65	68	79	83	63	71	68	66	64	62	54	55	56	55	56	56	57	56	56	57	57	57	57	57	57	57	56	
Litija	62	67	69	75	76	86	102	77	70	67	62	54	58	58	55	58	56	57	56	56	60	57	61	58	58	58	58	60	
Sava	60	65	67	70	69	71	70	74	66	63	60	50	52	53	53	54	54	55	55	55	55	56	56	57	57	57	57	55	
Zagorje	64	65	67	69	68	68	69	75	64	61	57	46	53	56	51	55	53	54	54	54	59	55	61	56	56	56	56	60	
Trbovlje	63	64	65	66	65	66	65	66	64	61	59	45	55	57	51	56	53	54	53	54	60	55	62	56	56	56	56	60	
Hrastnik	61	63	64	65	64	64	62	63	59	67	59	42	51	53	50	55	52	54	53	53	58	55	59	56	56	56	56	59	
Zidani Most	65	63	64	65	64	64	62	64	60	64	74	64	62	64	59	61	60	61	60	59	58	57	64	58	58	58	58	62	
Rimske Toplice	55	55	56	56	55	53	51	49	45	43	42	52	70	64	60	62	60	61	60	60	56	57	58	58	58	58	58	56	
Laško	62	57	58	56	55	54	58	50	53	54	53	56	70	67	61	62	61	62	61	60	58	57	59	58	58	58	58	57	
Celje	73	57	57	57	56	55	54	53	52	53	59	63	64	72	75	80	68	61	66	63	62	61	58	60	58	58	58	67	
Štore	56	56	56	56	56	54	53	52	50	50	50	56	61	61	59	80	64	69	64	62	56	58	58	58	58	58	58	56	
Šentjur	60	58	59	57	56	55	58	53	55	56	56	58	62	63	63	81	63	70	63	61	56	56	58	57	57	57	58	56	
Grobelno	57	57	58	57	57	56	55	54	53	53	53	59	63	64	63	74	94	101	68	64	55	57	57	58	58	58	58	55	
Ponikva	56	56	57	57	56	55	54	53	52	53	59	63	64	72	75	80	68	61	66	63	62	61	58	60	57	57	57	54	
Ostrožno	56	56	57	57	56	56	55	54	53	53	53	59	62	62	62	67	67	66	72	82	55	57	57	58	58	58	58	54	
Dolga Gora	56	56	57	57	56	56	55	54	53	53	53	59	62	62	62	65	65	63	65	84	58	58	58	58	58	58	58	54	
Poljčane	63	59	60	58	57	57	61	55	60	61	60	61	62	63	65	65	65	63	64	68	73	77	69	68	66	64	63	59	
Slovenska Bistrica	58	58	58	58	57	57	56	55	55	56	61	62	63	64	64	66	66	65	66	69	72	82	70	70	66	64	62	56	
Pragersko	70	60	61	59	59	58	61	57	61	62	61	65	63	65	69	66	66	65	66	68	70	73	79	81	70	65	62	59	
Rače	58	58	58	59	58	57	57	57	56	56	56	61	63	64	64	66	65	65	66	67	68	70	70	65	85	63	57	48	
Orehova vas	58	58	59	59	58	57	57	57	56	56	57	61	63	64	64	65	65	65	65	66	68	68	67	61	96	80	61	48	
Hoče	58	58	59	59	58	57	57	56	56	57	61	63	63	63	65	65	64	65	66	67	67	66	60	67	85	67	46	67	
Maribor Tezno	58	58	58	58	57	57	57	56	56	57	61	63	63	63	64	64	63	64	64	65	64	63	63	58	59	62	67	37	
Maribor	76	60	60	58	58	57	60	56	60	61	61	64	61	62	69	62	62	61	61	62	62	59	60	52	52	51	48		

Tabelle 10.43: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Maribor; 2002/03

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2004/05	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	79	62	61	62	63	64	66	64	62	67	56	61	71	57	58	58	58	58	58	58	58	59	73	60	60	60	60	60	73
Ljubljana Polje	48	78	62	60	61	62	65	65	62	62	60	55	55	57	56	57	57	58	58	58	58	59	59	60	60	60	60	60	59
Ljubljana Zalog	52	123	67	63	63	63	66	66	63	62	61	55	56	57	56	58	58	58	58	58	59	59	60	60	60	60	60	60	59
Laze	51	60	59	76	69	66	69	68	64	63	61	55	55	57	56	58	57	58	58	58	58	59	60	60	60	60	60	60	59
Jevnica	55	63	63	111	80	69	72	70	65	64	61	54	55	57	56	58	57	58	58	58	59	60	60	60	60	60	60	60	59
Kresnice	57	63	63	77	80	73	76	71	65	64	61	54	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	60	60	60	60	60	59
Litija	60	64	64	71	71	77	100	76	66	64	61	52	55	56	55	57	57	57	58	58	59	59	61	60	60	60	60	60	59
Sava	61	66	66	72	72	76	98	74	61	60	57	49	52	54	53	55	55	55	56	56	57	58	59	59	59	59	59	59	59
Zagorje	65	66	67	70	70	72	76	75	54	55	54	45	52	54	51	54	54	54	55	55	58	57	61	59	58	58	58	60	
Trbovlje	64	65	65	68	67	68	69	66	63	70	58	45	54	56	52	55	54	55	56	56	59	58	62	60	59	58	59	61	
Hrastnik	60	63	63	65	64	64	64	60	55	58	59	42	49	53	51	55	54	55	56	56	58	58	59	60	59	59	59	59	59
Zidani Most	67	63	63	65	64	64	64	62	58	61	74	65	62	67	61	64	63	63	63	63	63	64	70	65	64	64	63	68	
Rimske Toplice	54	56	55	56	55	54	52	49	45	43	42	57	69	68	63	67	65	64	65	64	64	65	65	66	65	65	64	62	
Laško	61	56	58	56	55	55	57	51	53	54	52	58	70	72	65	69	66	65	66	65	65	66	66	67	66	65	64	63	
Celje	72	57	58	58	57	56	58	53	55	57	55	66	69	75	69	73	65	68	68	67	67	67	74	68	66	66	65	70	
Štore	55	56	56	56	56	55	54	52	50	50	50	57	60	60	59	99	71	73	72	69	67	69	68	69	67	67	66	63	
Šentjur	59	57	57	57	56	56	56	53	53	54	55	59	62	62	62	82	64	65	67	64	64	66	66	67	66	65	64	61	
Grobelno	56	57	57	57	56	56	54	53	53	53	60	62	63	62	74	93	83	75	69	66	68	68	69	67	67	65	62	62	
Ponikva	56	58	57	58	57	57	56	55	53	53	54	60	62	63	64	73	76	84	92	74	67	70	68	70	67	67	65	62	
Ostrožno	57	58	58	58	58	57	57	55	54	54	55	61	63	64	65	72	73	75	92	82	67	70	68	70	67	67	65	61	
Dolga Gora	57	58	58	58	58	57	57	55	54	54	55	60	63	63	64	69	69	70	74	84	72	73	70	72	69	68	66	61	
Poljčane	62	59	60	59	59	58	60	57	59	60	62	64	65	67	70	70	70	72	74	83	86	73	73	69	68	67	64	60	
Slovenska Bistrica	58	60	59	60	59	59	59	58	57	57	58	63	65	66	67	71	71	71	73	74	79	86	74	74	67	65	62	57	
Pragersko	74	60	61	61	60	60	62	59	62	63	61	69	66	67	74	71	72	72	74	74	78	79	91	91	71	66	61	61	
Rače	59	60	60	61	60	60	60	59	59	59	60	64	66	67	68	70	70	71	72	72	74	74	75	75	65	58	55	47	
Orehova vas	59	60	60	61	60	60	60	59	59	59	60	64	66	66	67	70	70	70	71	71	73	72	72	69	94	79	60	48</	

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2009/10	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	54	58	57	58	60	62	64	65	64	61	67	57	62	71	57	58	58	58	58	58	58	62	58	72	59	58	58	58	72
Ljubljana Polje	52	137	66	65	67	65	68	67	65	64	63	58	58	59	58	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	58
Ljubljana Zalog	52	75	65	64	66	65	68	67	65	63	62	58	58	58	58	59	59	59	59	59	58	59	59	59	60	59	59	58	
Laze	52	58	62	89	77	70	72	70	67	65	63	58	58	59	58	59	59	59	59	59	58	59	59	59	60	59	59	58	
Jevnica	54	60	63	94	93	72	75	71	67	65	63	58	58	58	58	59	59	59	59	58	59	59	59	60	59	59	59	58	
Kresnice	57	62	64	76	89	73	76	71	66	64	62	57	57	57	57	58	58	58	58	58	58	58	59	59	59	59	59	58	
Litija	60	62	64	70	72	74	98	75	68	64	62	57	57	58	57	58	58	58	58	58	58	60	58	60	59	59	58	59	
Sava	61	65	66	72	73	75	95	73	63	60	59	54	54	56	55	57	56	57	57	56	57	57	57	58	58	58	58	57	
Zagorje	65	65	67	70	70	72	77	76	61	57	56	52	54	56	54	56	56	56	56	56	56	59	57	60	58	57	57	58	
Trbovlje	65	63	65	67	67	68	69	66	62	66	60	53	56	57	55	57	56	57	57	56	60	58	61	59	58	58	58	59	
Hrastnik	62	63	64	66	66	65	66	63	59	69	63	52	54	56	55	57	57	57	56	58	58	58	58	59	59	58	58	58	
Zidani Most	67	62	63	64	64	64	63	61	57	61	64	65	62	67	61	63	63	63	61	61	62	62	67	63	62	62	62	65	
Rimske Toplice	59	60	60	61	61	61	60	57	55	55	54	57	69	68	63	65	64	64	62	62	62	63	63	64	63	63	62	60	
Laško	63	60	61	61	61	59	58	54	56	58	59	71	72	64	67	66	65	63	62	64	64	64	64	64	63	63	62	61	
Celje	71	60	61	61	61	61	59	58	56	57	58	65	69	72	69	70	65	68	64	63	66	64	70	65	63	63	63	67	
Štore	58	59	59	59	59	59	57	55	55	55	57	59	59	58	93	71	72	65	64	64	65	64	65	64	65	64	64	63	60
Šentjur	60	59	60	60	60	60	59	58	56	57	57	58	61	61	63	83	72	69	61	60	62	63	63	64	62	62	62	59	
Grobelno	60	60	60	60	60	60	58	57	58	57	59	62	63	64	75	94	82	62	60	62	64	63	65	63	65	63	63	62	58
Ponikva	59	60	60	60	60	60	58	58	58	58	60	62	62	65	73	76	84	64	60	62	65	63	65	63	63	62	62	59	
Ostrožno	59	60	60	60	60	60	58	57	58	58	59	61	62	63	68	68	67	73	86	67	69	66	68	65	65	64	59		
Dolga Gora	58	59	59	59	59	59	57	57	57	57	58	60	60	60	63	61	59	58	59	73	73	68	69	66	66	65	65	60	
Poljčane	62	59	60	60	60	59	60	58	58	59	59	60	61	62	63	63	61	61	62	72	83	68	69	65	64	62	58		
Slovenska Bistrica	59	60	60	60	60	60	59	59	59	59	60	62	62	63	66	65	64	65	67	74	89	67	68	63	62	60	54		
Pragersko	72	60	61	61	61	61	62	59	60	61	60	65	62	64	69	65	65	65	65	66	71	75	77	86	68	64	60	60	
Rače	59	60	60	60	60	60	59	59	59	59	60	62	62	63	64	64	63	63	64	68	69	66	67	64	58	55	47		
Orehova vas	59	60	60	60	60	60	59	59	59	59	60	62	62	62	64	63	63	63	64	67	67	64	63	94	87	61	48		
Hoče	59	60	60	60	61	60	60	59	59	59	60	62	62	62	64	63	63	63	64	66	66	63	61	65	79	66	45		
Maribor Tezno	60	60	60	61	61	61	60	60	59	59	61	62	62	63	64	63	63	63	64	66	66	63	61	63	67	79	37		
Maribor	73	60	61	60	60	60	59	59	59	61	64	61	62	66	62	62	62	61	61	61	63	62	59	63	54	55	55	49	

Tabelle 10.45: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Maribor; 2009/10

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2015/16	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Rimske Toplice	Laško	Celje	Štore	Šentjur	Grobelno	Ponikva	Ostrožno	Dolga Gora	Poljčane	Slovenska Bistrica	Pragersko	Rače	Orehova vas	Hoče	Maribor Tezno	Maribor
Ljubljana	70	59	58	61	61	65	64	67	66	62	67	56	62	69	57	59	58	58	58	58	58	63	59	71	60	60	60	60	71
Ljubljana Polje	62	64	59	63	63	64	66	66	65	63	62	57	57	58	58	59	58	58	58	59	58	59	60	60	60	60	60	60	60
Ljubljana Zalog	58	74	67	69	67	68	68	68	66	64	63	57	58	59	58	59	58	58	59	59	60	60	61	60	61	60	61	61	
Laze	57	61	66	109	77	71	72	70	67	65	63	57	57	58	58	59	58	58	59	59	60	60	60	61	61	60	61	60	
Jevnica	57	59	61	72	80	71	72	69	67	64	63	56	57	58	57	59	58	58	58	58	60	60	60	60	60	60	60	61	
Kresnice	60	63	66	76	106	77	76	71	67	64	62	55	56	58	57	58	58	57	58	58	60	60	60	60	60	60	60	60	
Litija	63	63	65	69	76	73	96	76	70	64	63	54	57	58	56	58	57	57	58	58	60	59	61	60	60	60	60	61	
Sava	63	65	67	71	76	75	96	73	65	60	59	50	53	55	54	56	55	55	56	56	58	58	59	59	59	59	59	60	
Zagorje	67	65	68	70	72	71	77	75	65	57	57	47	52	55	53	55	54	54	55	55	59	57	61	58	59	58	59	61	
Trbovlje	66	64	66	67	69	67	69	66	65	62	59	46	53	55	52	55	54	54	55	55	60	57	62	59	59	59	59	61	
Hrastnik	63	62	64	65	66	64	65	61	56	61	64	44	51	55	53	56	54	55	56	56	59	58	60	59	59	59	60	60	
Zidani Most	68	62	63	63	64	63	63	60	57	59	64	65	62	67	62	64	62	62	63	62	64	63	68	64	64	64	64	67	
Rimske Toplice	58	58	59	60	60	58	57	56	53	53	54	58	69	69	64	66	64	63	64	63	64	64	64	64	65	65	64	65	63
Laško	63	58	59	60	60	58	58	56	53	54	56	59	74	66	69	65	64	65	64	66	65	66	65	66	65	65	65	65	
Celje	73	59	60	61	61	60	58	58	55	56	58	66	68	74	73	73	63	65	66	65	69	66	72	66	66	65	66	70	
Štore	58	59	59	60	60	59	59	58	56	57	58	59	63	64	69	93	66	67	68	66	68	67	66	67	66	66	66	64	
Šentjur	61	60	60	61	61	60	59	59	57	57	59	63	66	69	74	101	61	60	64	62	66	65	65	65	65	64	65	63	
Grobelno	61	60	60	61	61	60	60	59	58	59	60	62	64	66	68	73	69	79	74	68	70	68	67	67	67	66	67	64	
Ponikva	59	60	60	61	61	60	60	59	58	59	60	61	64	65	68	72	65	80	94	74	73	70	69	69	68	67	68	65	
Ostrožno	59	60	60	61	61	60	60	59	58	59	60	61	63	64	66	68	62	67	74	81	74	70	68	68	68	67	67	64	
Dolga Gora	59	60	60	60	61	60	60	59	58	59	60	61	62	63	64	66	60	63	65	81	84	74	71	70	69	68	68	65	
Poljčane	63	60	61	61	61	61	60	60	58	59	60	62	64	65	67	67	65	67	68	74	83	74	70	68	66	65	65	63	
Slovenska Bistrica	60	61	61	61	62	61	61	60	60	60	61	62	64	65	66	67	64	66	67	70	73	75	75	70	68	66	66	61	
Pragersko	75	61	61	62	62	62	63	61	62	63	62	69	65	67	74	68	66	68	69	71	74	74	91	77	69	64	64	63	
Rače	61	61	62	62	62	62	62	61	61	62	63	63	65	66	67	67	66	67	68	69	71	70	74	75	96	65	64	55	
Orehova vas	61	61	61	62	62	61	61	61	61	61	62	63	64	65	65	66	64	66	66	67	68	66	67	68	68	68	78	68	55
Hoče	61	61	62	62	62	62	62	61																					

## 10.5.3.2 Ljubljana – Zagreb

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1975/76	Ziele																						
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana		61	56	55	55	56	56	59	56	57	55	62	49	48	48	52	48	49	51	49	50	50	64
Ljubljana Polje	52		66	59	57	58	57	58	56	55	55	55	49	48	48	49	49	49	49	49	50	50	
Ljubljana Zalog	50	71		68	62	61	59	62	58	56	56	56	49	49	48	49	49	49	49	50	50	50	
Laze	52	58	64		71	63	59	61	58	56	55	55	49	48	47	48	48	49	49	49	50	50	
Jevnica	53	57	61	74		74	61	63	58	56	56	55	48	48	47	48	48	49	49	49	49	50	
Kresnice	55	58	61	66	78		63	64	58	55	55	55	47	46	46	47	47	48	48	48	49	49	
Litija	57	59	61	63	67	71		79	60	56	56	56	46	46	45	47	47	48	48	48	48	49	
Sava	57	59	60	62	64	64	68		56	52	52	53	43	43	42	44	45	46	46	47	47	48	
Zagorje	57	57	58	59	59	59	59	58		55	54	54	41	41	41	44	45	46	46	47	47	48	
Trbovlje	58	56	56	57	57	56	56	54	58		67	58	41	40	40	43	45	46	47	47	48	55	
Hrastnik	55	55	56	56	57	56	55	53	55	64		61	38	37	37	42	44	45	46	46	47	48	
Zidani Most	62	56	56	57	57	56	56	54	56	59	66		46	43	42	51	52	53	54	53	54	53	61
Radeče	50	50	51	50	50	49	47	45	43	42	39	40		55	47	53	56	56	55	55	54	54	47
Loka	49	49	50	49	49	47	45	43	41	40	38	36	45		54	56	59	58	57	57	56	55	48
Breg	49	49	49	49	48	47	45	43	41	40	38	38	44	57		65	63	62	59	59	57	57	48
Sevnica	52	50	50	50	50	49	47	46	45	46	44	50	53	61	71		75	66	63	60	59	57	54
Blanca	50	51	51	50	50	49	48	47	46	46	45	50	53	57	61	66		67	59	57	55	55	45
Brestanica	51	51	51	51	51	50	49	48	47	47	47	51	54	57	60	62	69		63	58	55	55	45
Krško	53	51	52	51	51	50	49	48	48	49	48	53	54	57	59	62	64	76		72	60	56	51
Libna	51	51	51	51	51	50	49	48	48	48	47	51	53	55	57	57	56	56	55		62	57	44
Brežice	52	52	52	52	51	51	50	49	49	49	49	52	54	56	58	58	58	59	60	89		64	47
Dobova	51	52	52	52	51	51	50	49	49	49	49	53	54	56	58	58	59	59	59	68	70		46
Zagreb glavni kolodvor	63									55		60	47	48	48	52	46	45	49	45	46	43	

Tabelle 10.47: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 1975/76

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1979/80	Ziele																						
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Ljubljana		55	51	54	54	55	57	57	57	60	56	62	52	52	52	56	53	54	57	54	53	58	64
Ljubljana Polje	49		64	59	58	58	57	59	57	56	56	56	53	52	52	52	53	54	54	54	54	54	
Ljubljana Zalog	49	74		67	63	62	61	61	59	58	58	57	53	53	52	53	54	55	54	54	54	54	
Laze	52	58	62		72	64	60	62	59	57	57	56	53	52	52	52	54	54	54	54	54	54	
Jevnica	52	57	60	72		75	62	63	60	57	57	56	53	52	52	52	54	54	54	54	54	54	
Kresnice	54	58	60	66	77		64	65	60	57	57	56	52	51	51	52	53	54	54	54	53	54	
Litija	56	59	61	63	67	71		80	62	58	57	56	51	50	50	51	53	53	53	53	53	53	
Sava	56	59	60	62	64	64	69		59	54	54	54	49	48	48	50	52	53	52	52	52	53	
Zagorje	58	58	59	60	61	64	62	64		56	55	54	47	46	46	49	51	52	52	52	52	52	
Trbovlje	59	57	57	58	59	60	57	56	56		69	59	47	46	46	50	52	53	53	53	53	52	57
Hrastnik	56	56	57	57	57	58	56	55	53	62		59	45	43	44	48	51	52	52	52	52	53	
Zidani Most	61	57	57	57	58	58	56	56	55	61	65		54	46	45	54	53	55	57	54	54	52	56
Radeče	51	52	53	52	52	51	50	48	45	46	44	42		56	50	55	56	57	56	56	55	55	47
Loka	51	52	52	52	52	50	49	47	45	45	43	40	52		62	60	59	60	58	57	57	56	47
Breg	51	51	52	51	51	50	49	47	45	45	44	42	48	61		67	62	62	60	59	58	58	47
Sevnica	54	53	53	53	53	52	51	50	49	50	49	53	56	63	72		74	68	64	60	59	57	53
Blanca	53	54	54	54	54	53	52	51	50	51	51	52	55	59	62	65		70	60	58	56	56	46
Brestanica	53	54	54	54	54	54	53	53	52	53	53	53	56	59	62	63	74		63	58	55	56	45
Krško	56	54	54	54	54	54	53	53	52	54	53	55	56	58	60	63	63	65		70	58	52	49
Libna	53	54	54	54	54	53	53	52	52	52	52	52	55	56	58	57	57	55	59		64	59	44
Brežice	53	54	54	54	54	54	53	53	52	53	53	53	55	56	58	57	57	55	57	71		68	44
Dobova	59	54	55	55	55	54	53	53	53	56	54	59	55	57	58	59	57	56	60	63	71		67
Zagreb glavni kolodvor	62									55		56	46	47	47	52	45	44	48	44	43	48	

Tabelle 10.48: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 1979/80

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1985/86	Ljubljana Polje			Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog																					
Ljubljana		55	58	58	58	57	57	59	58	57	60	50	50	50	50	51	51	52	51	56	52	55	60	62
Ljubljana Polje	41		128	68	64	61	59	61	59	58	58	56	50	50	50	51	51	52	51	52	52	52	52	
Ljubljana Zalog	44	81		68	63	60	59	61	59	57	57	56	50	49	50	50	51	51	51	52	52	52	52	
Laze	49	60	66		75	61	58	62	59	57	57	55	49	48	49	50	50	51	51	51	52	52	52	
Jevnica	50	59	62	74		66	59	63	59	57	57	55	48	48	48	49	50	51	50	51	51	51	52	
Kresnice	52	60	62	68	81		63	66	61	57	57	55	48	47	47	49	49	50	50	51	51	51	51	
Litija	54	61	62	65	68	71		85	64	59	58	55	46	46	46	48	48	50	49	50	51	51	51	
Sava	54	58	59	60	61	60	60		59	53	54	52	43	43	43	46	46	48	48	48	49	49	50	
Zagorje	55	59	59	60	60	59	59	65		54	56	52	39	40	41	44	45	47	47	48	49	49	50	
Trbovlje	56	57	57	58	58	57	56	58	57		71	56	38	38	40	47	45	47	51	48	49	52	57	
Hrastnik	54	57	57	58	58	57	56	57	57	72		53	33	34	37	42	43	46	46	47	48	49	50	
Zidani Most	58	57	58	58	58	57	56	57	57	62	66		61	48	50	56	56	57	58	56	57	61	59	
Radeče	50	51	51	50	50	49	47	47	44	43	40	39		56	55	56	58	59	57	58	58	57	48	
Loka	49	51	51	50	49	48	46	46	43	42	40	40	54		82	62	61	62	59	60	60	59	48	
Breg	50	51	51	50	50	49	47	47	45	44	42	45	56	87		65	62	63	60	60	60	59	48	
Sevnica	55	52	52	52	51	51	49	50	48	51	48	55	61	69	74		73	69	66	63	63	62	56	
Blanca	51	52	52	52	52	51	50	50	49	49	48	53	58	62	63	68		79	62	63	61	60	46	
Brestanica	52	53	53	53	53	52	52	52	51	51	51	55	59	63	64	67	83		60	62	60	59	45	
Krško	58	53	56	53	53	52	52	52	51	54	51	57	58	61	61	65	66	65		101	70	65	52	
Libna	52	53	53	53	53	52	51	51	51	51	51	53	56	58	58	59	59	54	57		69	61	44	
Brežice	56	54	54	54	54	53	53	53	52	56	53	56	59	61	61	63	64	62	70	131		67	49	
Dobova	58	54	54	54	54	53	53	53	53	54	53	58	58	60	60	63	62	61	64	77	70		62	
Zagreb glavni kolodvor	61		60							56		57	53	54	53	56	51	51	53	52	57	60		

Tabelle 10.49: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 1985/86

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1989/90	Ljubljana Polje			Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog																					
Ljubljana		54	58	59	58	59	59	60	59	60	58	59	52	51	51	56	54	54	59	55	57	57	62	
Ljubljana Polje	38		136	69	65	65	62	63	61	59	59	56	52	52	52	52	54	54	55	55	55	55	55	
Ljubljana Zalog	41	73		69	64	64	61	63	61	59	59	56	52	51	51	52	54	54	54	55	55	55	55	
Laze	47	61	68		76	68	62	64	61	59	58	56	51	50	50	51	53	54	54	55	54	55	55	
Jevnica	49	60	64	76		80	64	66	61	59	59	55	50	50	50	51	53	54	54	55	54	54	54	
Kresnice	51	61	64	68	80		64	67	61	58	58	55	49	48	49	50	52	53	53	54	54	54	54	
Litija	54	61	63	66	69	73		85	65	59	59	55	48	47	48	49	52	53	53	54	53	54	54	
Sava	54	61	62	63	64	64	67		60	55	55	51	44	44	45	47	50	51	52	52	52	53	53	
Zagorje	55	60	61	62	62	62	62	66		56	57	50	41	41	42	46	49	50	51	52	52	52	52	
Trbovlje	56	58	59	59	59	59	57	57	55		73	54	40	40	42	48	50	51	54	53	52	52	55	
Hrastnik	54	58	59	59	59	58	57	57	56	72		49	35	36	38	44	49	50	51	52	52	53	53	
Zidani Most	58	58	59	59	59	58	57	57	57	63	66		63	48	51	56	58	58	59	57	57	57	58	
Radeče	50	52	52	52	51	50	48	47	43	42	37	40		54	56	57	60	60	59	58	58	59	52	
Loka	49	52	52	51	50	49	47	46	43	42	38	40	56		85	63	65	64	62	60	60	61	52	
Breg	50	52	52	51	51	50	48	47	44	43	40	45	55	82		66	66	65	63	61	60	61	52	
Sevnica	56	53	53	52	52	51	50	50	47	51	46	55	60	68	73		80	70	68	62	63	61	56	
Blanca	51	53	53	53	53	52	51	50	49	49	48	55	60	64	66	67		72	64	59	59	61	50	
Brestanica	52	54	54	54	53	53	52	51	50	51	50	57	61	65	66	68	85		71	59	58	61	49	
Krško	59	54	57	54	54	53	52	52	51	55	51	60	61	64	65	69	72	81		67	62	61	53	
Libna	51	53	53	53	53	52	51	50	49	50	49	56	58	61	61	60	60	55	53		69	70	49	
Brežice	56	55	55	54	54	54	53	53	52	53	52	58	61	63	64	64	66	65	68	132		89	53	
Dobova	59	55	55	55	55	54	54	53	53	55	53	60	61	62	63	64	64	63	66	77	72		58	
Zagreb glavni kolodvor	60		60							53		56	54	55	55	56	53	53	52	52	55	56		

Tabelle 10.50: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 1989/90

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1992/93	Ljubljana		Ljubljana Polje		Ljubljana Zalog		Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog																						
Ljubljana																											
Ljubljana Polje	46		79																								
Ljubljana Zalog	51	133																									
Laze	54	69	70																								
Jevnica	55	65	64	76																							
Kresnice	57	65	65	70	85																						
Litija	59	65	65	68	72	77																					
Sava	58	63	63	63	65	66	71																				
Zagorje	60	63	63	64	65	65	67	73																			
Trbovlje	67	63	63	63	65	65	66	69	80																		
Hrastnik	60	62	62	63	64	64	64	66	66	74																	
Zidani Most	67	63	63	63	64	64	64	66	65	68	74																
Radeče	53	55	56	56	56	55	53	52	50	52	50	41															
Loka	53	55	56	56	56	55	53	52	51	52	50	41	56														
Breg	52	54	55	55	55	54	53	52	50	51	49	46	56	85													
Sevnica	61	53	54	56	56	55	54	54	50	55	51	59	65	76	85												
Blanca																											
Brestanica																											
Krško	65	54	54																								
Libna																											
Brežice	55	55	55																								
Dobova	70	55	55																								
Zagreb glavni kolodvor	64																										

Tabelle 10.51: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 1992/93

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2000/01	Ljubljana		Ljubljana Polje		Ljubljana Zalog		Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor		
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog																							
Ljubljana																												
Ljubljana Polje	47		75																									
Ljubljana Zalog	48	78																										
Laze	52	62	68																									
Jevnica	56	65	70	114																								
Kresnice	57	65	68	79	82																							
Litija	62	67	70	76	76	87																						
Sava	60	65	67	70	69	71	69																					
Zagorje	62	65	67	68	68	68	68	75																				
Trbovlje	62	64	65	66	65	66	64	66	65																			
Hrastnik	60	63	64	65	64	64	62	63	60	69																		
Zidani Most	65	64	64	65	64	65	62	64	62	65	75																	
Radeče	53	55	55	54	53	52	49	47	42	40	35	31																
Loka	54	55	56	55	54	53	51	49	45	43	39	47	151															
Breg	53	55	55	55	54	53	50	49	45	43	40	45	66	59														
Sevnica	58	56	56	56	55	54	53	51	49	50	48	58	65	63	75													
Blanca	56	57	57	57	56	56	54	53	52	52	51	59	66	65	71	79												
Brestanica	57	58	58	58	57	57	55	55	53	54	53	61	67	66	71	75	87											
Krško	58	57	58	57	57	56	56	55	54	55	54	61	65	64	67	72	67	64										
Libna	56	57	57	57	56	56	55	54	53	53	52	58	62	61	63	63	60	54	59									
Brežice	58	57	58	57	57	56	56	55	54	54	54	60	63	62	64	66	62	58	67	90								
Dobova	60	57	58	57	57	56	57	55	55	56	55	63	62	61	63	69	61	59	65	70	72							
Zagreb glavni kolodvor	56																											

Tabelle 10.52: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 2000/01



Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2009/10	Ljubljana		Ljubljana Polje		Ljubljana Zalog		Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor		
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog																							
Ljubljana																												
Ljubljana Polje	52		137																									
Ljubljana Zalog	52	75																										
Laze	52	58	62																									
Jevnica	54	60	63	94																								
Kresnice	57	62	64	76	89																							
Litija	60	62	64	70	72	74																						
Sava	61	65	66	72	73	75	95																					
Zagorje	65	65	67	70	70	72	77	76																				
Trbovlje	65	63	65	67	67	68	69	66	62																			
Hrastnik	62	63	64	66	66	65	66	63	59	69																		
Zidani Most	67	62	63	64	64	64	63	61	57	61	64																	
Radeče	56	56	57	58	57	56	55	51	47	46	42	36																
Loka	56	56	57	57	57	56	55	51	47	46	44	45	88															
Breg	55	56	57	57	56	55	54	51	47	47	45	46	61	69														
Sevnica	61	57	58	58	58	57	56	54	52	54	51	60	66	68	80													
Blanca	57	58	58	59	58	58	57	55	54	54	54	59	66	68	74	80												
Brestanica	59	59	59	60	59	59	59	57	56	57	57	62	68	69	74	78	94											
Krško	61	59	60	60	60	59	59	58	57	59	57	64	68	69	73	76	81	95										
Libna	58	59	59	60	60	59	59	58	56	57	57	61	66	67	70	71	72	71	74									
Brežice	59	59	60	60	60	60	60	58	57	58	58	62	67	67	70	70	71	71	91									
Dobova	63	59	60	60	60	60	59	58	57	60	58	66	66	66	68	72	67	66	68	69	70							
Zagreb glavni kolodvor	60																											

Tabelle 10.55: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 2009/10

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2015/16	Ljubljana		Ljubljana Polje		Ljubljana Zalog		Laze	Jevnica	Kresnice	Litija	Sava	Zagorje	Trbovlje	Hrastnik	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor			
	Ljubljana	Ljubljana Polje	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog	Ljubljana Zalog																								
Ljubljana																													
Ljubljana Polje	62		64																										
Ljubljana Zalog	58	74																											
Laze	57	61	66																										
Jevnica	57	59	61	72																									
Kresnice	60	63	66	76	106																								
Litija	63	63	65	69	76	73																							
Sava	63	65	67	71	76	75	96																						
Zagorje	67	65	68	70	72	71	77	75																					
Trbovlje	66	64	66	67	69	67	69	66	65																				
Hrastnik	63	62	64	65	66	64	65	61	56	61																			
Zidani Most	68	62	63	63	64	63	63	60	57	59	64																		
Radeče	58	58	58	58	59	57	56	52	48	46	45	39																	
Loka	57	58	58	58	58	57	56	53	49	48	47	47	92																
Breg	57	57	58	58	58	57	56	53	49	48	48	50	66	79															
Sevnica	61	58	59	59	59	58	58	55	53	54	54	60	65	68	74														
Blanca	59	59	59	59	60	59	58	56	54	55	55	60	66	68	71	79													
Brestanica	59	59	60	60	60	59	58	57	56	56	57	61	65	66	68	72	75												
Krško	61	59	60	60	60	59	59	57	57	58	58	63	65	65	67	73	69	83											
Libna	59	59	59	60	60	59	58	57	56	56	57	60	64	64	65	66	65	67	74										
Brežice	60	60	61	61	61	60	60	58	58	58	59	62	66	66	68	69	69	73	81	131									
Dobova	64	60	61	60	61	60	60	58	58	60	60	66	65	65	66	71	66	68	71	77	70								
Zagreb glavni kolodvor	60																												

Tabelle 10.56: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Ljubljana – Zagreb; 2015/16

10.5.3.3 Maribor – Zagreb

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1975/76	Ziele																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Maribor		50	52	52	51	58	57	58		64	60	59	60	60	64	59	59	60	53	53	52	53	53	54	53	53	53	53	56	
Maribor Tezno	39		65	59	55	57	59	60		67	63	61	62	62	61	59	59	59	54	54	53	53	54	54	54	54	54	54		
Hoče	46	64		74	59	59	61	61		69	64	62	63	63	61	60	59	54	54	53	53	54	54	54	54	54	54	54		
Orehova vas	47	55	67		59	59	62	62		70	64	63	63	63	62	60	61	60	56	56	55	55	56	56	56	56	56	56		
Rače	48	56	62	63		70	68	66		73	66	64	65	65	63	61	61	60	54	54	53	53	54	54	54	54	54	54		
Pragersko	57	59	63	63	77		76	68		77	67	65	65	65	66	62	61	62	53	53	52	53	53	54	53	53	53	54	52	
Slovenska Bistrica	54	58	60	61	66	70		72		81	68	65	65	65	62	60	60	59	52	52	51	52	53	53	53	53	53	53		
Poljčane	57	58	60	61	64	65	69		101	70	65	66	65	65	61	60	61	51	51	50	51	52	52	52	52	52	52	52		
Dolga Gora																														
Ostrožno	61	65	67	69	72	73	79	98			48	49	54	56	54	54	55	55	47	47	46	48	49	50	49	50	50	50		
Ponikva	58	61	62	63	65	65	66	69		47		63	67	65	59	56	58	57	48	47	47	48	49	50	50	50	50	51		
Grobelno	58	61	62	62	64	64	65	66		51	75		80	63	56	56	58	57	47	47	46	48	49	50	50	50	50	50		
Šentjur	58	60	61	62	63	63	63	64		52	63	59		68	56	56	58	57	46	46	45	47	49	49	49	49	50	50		
Štore	58	61	61	62	63	63	63	64		55	64	58	72		55	54	57	56	44	44	44	46	48	48	48	49	49	49		
Celje	63	60	61	61	62	66	62	66		55	61	56	61	64		75	69	63	46	46	46	48	49	50	47	50	51	51	53	
Laško	57	58	58	59	59	59	59	59		53	56	55	56	54	69		74	62	40	41	41	44	47	48	45	48	49	49	45	
Rimske Toplice	58	59	59	60	59	59	59	59		54	57	57	57	56	65	71		60	31	33	34	40	44	46	43	46	47	48	45	
Zidani Most	59	58	59	59	60	61	59	60		55	57	57	58	57	64	65	70		46	43	42	51	52	53	54	53	54	53	61	
Radeče	49	50	50	50	50	50	49	47		42	43	42	41	38	52	48	42	40		55	47	53	56	56	55	55	54	54	47	
Loka	48	49	49	49	49	49	48	46		42	42	41	40	38	50	45	39	36	45		54	56	59	58	57	57	56	55	48	
Breg	48	49	49	49	49	49	48	46		42	42	41	41	38	49	45	40	38	44	57		65	63	62	59	59	57	57	48	
Sevnica	47	50	50	50	50	47	49	48		44	44	44	43	41	45	48	46	50	53	61	71		75	66	63	60	59	57	54	
Blanca	50	50	50	51	51	50	50	49		45	46	45	45	43	51	49	47	50	53	57	61	66		67	59	57	55	55	45	
Brestanica	50	51	51	51	51	51	50	49		46	46	46	46	44	51	49	48	51	54	57	60	62	69		63	58	55	55	45	
Krško	51	51	51	51	51	51	51	50		47	47	47	47	45	52	50	49	53	54	57	59	62	64	76		72	60	56	51	
Libna	50	51	51	51	51	51	50	50		47	47	47	47	45	51	50	48	51	53	55	57	57	56	56	55		62	57	44	
Brežice	51	51	51	52	52	52	51	50		47	48	48	48	46	52	51	50	52	54	56	58	58	58	59	60	89		64	47	
Dobova	51	52	52	52	52	52	51	51		48	48	48	48	47	53	51	51	53	54	56	58	58	59	59	68	70		46		
Zagreb glavni kolodvor	59					48								56			60	47	48	48	48	52	46	45	49	45	46	43		

Tabelle 10.57: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Maribor – Zagreb; 1975/76

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1979/80	Ziele																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Maribor		54	52	50	49	57	54	60		62	58	57	58	57	64	59	59	61	53	52	52	55	53	53	54	53	53	53	55	57
Maribor Tezno	40		63	56	52	53	56	57		64	59	58	59	58	59	59	59	59	53	53	52	53	53	53	53	53	53	53	53	
Hoče	46	64		66	53	53	57	58		66	60	59	60	59	59	59	60	59	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	
Orehova vas	45	53	59		61	55	58	60		68	61	60	61	59	60	60	60	59	53	53	53	53	54	54	54	54	54	54	54	
Rače	44	51	52	73		63	63	62		71	63	62	62	60	61	61	61	60	54	54	53	54	54	54	54	54	54	54		
Pragersko	54	52	54	59	66		72	68		76	65	63	64	62	66	62	62	63	54	54	53	56	54	54	55	54	54	56	57	
Slovenska Bistrica	49	54	54	57	60	64		72		83	66	64	65	62	62	62	61	60	53	53	52	53	54	54	54	54	54	54		
Poljčane	56	57	59	62	64	71	71		107	68	65	65	63	65	62	61	61	53	52	52	53	53	54	53	54	54	54	51	50	
Dolga Gora																														
Ostrožno	59	63	65	69	71	76	79	98			43	47	52	53	54	55	56	55	48	48	47	49	50	50	50	51	51	51		
Ponikva	55	58	59	61	62	63	64	64		42		71	70	63	61	60	60	59	49	49	48	50	51	52	52	52	52	52		
Grobelno	55	58	59	60	61	62	64	63		48	77		77	60	57	59	60	58	49	48	48	50	51	51	51	52	52	52		
Šentjur	55	57	58	59	60	61	62	62		51	65	58		64	57	59	59	58	47	46	46	48	50	51	51	51	51	51		
Štore	55	57	58	59	60	60	61	61		53	61	54	63		58	56	58	56	47	46	46	48	50	50	50	51	51	51		
Celje	63	58	59	60	60	66	61	63		53	62	56	60	70		68	64	62	42	42	42	48	46	47	49	48	48	50	49	
Laško	55	56	57	58	58	58	57			52	56	55	56	55	63		69	60	35	36	37	41	44	45	45	46	46	45	43	
Rimske Toplice	56	57	57	58	58	59	58	58		53	57	56	56	56	61	70		62	27	29	31	37	41	43	44	44	45	44	42	
Zidani Most	62	57	57	58	58	61	58	59		54	57	57	57	57	62	63	67		54	46	45	54	53	55	57	54	54	52	56	
Radeče	50	51	51	51	52	52	52	51		46	48	47	47	46	47	44	36	42		56	50	55	56	57	56	56	55	55	47	
Loka	50	51	51	51	51	51	51	50		46	47	46	46	45	46	43	37	40	52		62	60	59	60	58	57	57	56	47	
Breg	50	50	50	51	51	51	50	49		46	47	46	46	45	46	43	38	42	48	61		67	62	62	60	59	58	58	47	
Sevnica	51	51	51	51	51	51	51	50		47	48	48	48	47	47	46	42	53	56	63	72		74	68	64	60	59	57	53	
Blanca	50	51	51	51	51	51	51	50		47	48	48	48	47	48	47	45	52	55	59	62	65		70	60	58	56	56	46	
Brestanica	51	51	51	51	52	52	51	51		48	48	49	49	49	48	48	46	53	56	59	62	63	74		63	58	55	56	45	
Krško	51	51	51	51	52	52	51	51		48	49	49	49	48	49	48	47	55	56	58	60	63	63	65		70	58	52	49	
Libna	50	51	51	51	51	51	51	51		48	49	49	49	48	49	48	47	52	55	56	58	57	57	55	59		64	59	44	
Brežice	51	51	51	51	51	51	51	51		48	49	49	49	48	49	49	47	53	55	56	58	57	57	55	57	71		68		

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1985/86	Ziele																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Maribor		42	50	49	47	54	54	55	57		57	56	56	56	61	54	56	57	52	52	52	57	52	53	53	53	53	53	64	
Maribor Tezno	39		74	60	54	55	58	59	60		59	59	58	58	57	56	56	56	53	53	53	53	53	54	53	54	54	54		
Hoče	42	53		66	52	54	58	58	59		59	58	58	58	56	55	56	56	53	52	52	53	53	54	53	54	54	54		
Orehova vas	45	53	81		61	58	60	60	61		60	59	59	59	57	56	56	56	53	53	53	53	53	54	53	54	54	54		
Rače	44	49	57	60		67	65	62	63		60	60	60	60	58	56	57	57	53	53	53	53	53	54	53	54	54	54		
Pragersko	52	53	59	60	72		66	63	63		61	60	59	59	61	56	57	58	52	52	52	52	53	53	53	54	54	54	65	
Slovenska Bistrica	49	52	57	56	59	63		68	66		63	61	60	60	60	57	56	56	52	51	51	52	53	53	53	53	53	54		
Poljčane	52	55	59	59	61	64	75		73		65	61	60	60	60	55	57	57	51	50	50	51	52	53	52	53	53	54		
Dolga Gora	54	56	60	60	62	64	68	71			67	60	58	58	55	54	54	55	49	48	49	50	51	52	52	52	52	53		
Ostrožno																														
Ponikva	55	58	61	61	62	64	67	68	75			63	58	58	54	53	54	54	47	47	47	49	51	52	51	52	52	53		
Grobelno	55	57	60	60	61	62	64	63	64		64	61	54	53	54	55	47	47	47	47	49	51	52	51	52	51	52	52	53	
Šentjur	55	57	59	59	60	61	62	62	61		59	49		70	55	53	55	55	47	46	47	48	51	52	51	52	52	53		
Štore	55	57	59	59	60	61	62	61	60		58	53	67		56	51	54	54	45	44	45	47	50	51	51	52	52	52		
Celje	61	57	59	59	60	64	61	62	60		59	54	62	72		64	62	60	46	46	47	55	52	53	52	53	53	54	62	
Laško	55	56	58	58	58	59	59	58	57		56	54	56	56	61		69	61	42	42	43	46	51	52	53	53	53	53		
Rimske Toplice	55	56	57	57	58	58	58	58	57		55	54	55	55	58	63		62	34	36	38	43	49	52	50	52	52	53		
Zidani Most	57	56	57	57	58	60	58	58	57		56	54	56	56	59	60	67		61	48	50	56	56	57	58	56	57	61	59	
Radeče	52	53	53	53	53	53	53	51	50		48	47	47	46	45	41	34	39		56	55	56	58	59	57	58	58	57	48	
Loka	51	52	53	53	53	52	52	51	49		48	47	47	45	45	41	35	40	54		82	62	61	62	59	60	59	48		
Breg	51	52	53	53	53	52	52	51	50		48	47	47	46	46	42	38	45	56	87		65	62	63	60	60	60	59	48	
Sevnica	57	53	54	54	54	53	53	52	51		50	49	50	49	53	47	45	55	61	69	74		73	69	66	63	63	62	56	
Blanca	53	53	54	54	54	54	54	53	52		51	50	51	50	50	49	48	53	58	62	63	68		79	62	63	61	60	46	
Brestanica	53	54	55	55	55	54	54	54	53		52	51	52	51	52	51	50	55	59	63	64	67	83		60	62	60	59	45	
Krško	53	54	55	55	55	54	54	54	53		52	52	52	51	52	51	50	57	58	61	61	65	66	65		101	70	65	52	
Libna	53	54	54	54	55	54	54	53	53		52	51	52	51	51	50	50	53	56	58	58	59	59	54	57		69	61	44	
Brežice	54	54	55	55	55	55	55	54	54		53	53	53	53	53	52	52	56	59	61	61	63	64	62	70	131		67	49	
Dobova	58	55	55	55	55	55	55	54			53	53	53	53	58	53	53	58	58	60	60	63	62	61	64	77	70		62	
Zagreb glavni kolodvor	66														62				57	53	54	53	56	51	51	53	52	57	60	

Tabelle 10.59: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Maribor – Zagreb; 1985/86

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1989/90	Ziele																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		41	50	49	47	54	55	55	57	56	57	56	56	56	59	54	54	56	52	51	52	58	53	53	53	53	53	54	62
Maribor Tezno	41		75	60	54	56	58	58	59	59	59	58	58	58	56	55	56	56	53	52	52	53	54	54	54	54	54	54	
Hoče	43	56		66	52	55	57	57	58	58	58	57	57	57	56	55	55	55	52	52	52	52	53	54	53	53	53	54	
Orehova vas	45	53	76		61	58	60	59	60	60	59	58	58	58	56	55	56	56	52	52	52	52	53	54	54	53	53	54	
Rače	44	49	55	60		69	65	62	62	62	61	60	59	59	57	56	56	56	53	52	52	53	54	54	54	54	54	55	
Pragersko	52	53	58	61	73		65	62	61	61	60	59	58	58	59	55	56	57	52	51	52	52	53	53	53	53	53	54	
Slovenska Bistrica	50	53	57	57	61	63		67	64	63	62	60	59	59	56	55	56	56	52	51	51	52	53	53	53	53	53	54	
Poljčane	53	56	59	59	62	64	76		71	67	64	61	59	59	57	55	55	56	51	51	51	51	53	53	53	53	53	54	
Dolga Gora	54	57	60	61	63	64	69	72		91	66	59	58	58	54	53	54	55	50	49	49	50	52	52	52	52	52	53	
Ostrožno	55	58	61	61	63	65	69	72	140		72	60	58	58	54	53	54	54	49	49	49	50	52	52	52	52	52	53	
Ponikva	56	58	61	61	63	64	67	69	76	78		63	58	58	53	52	54	54	49	48	49	50	51	52	52	52	52	53	
Grobelno	55	58	60	60	62	62	64	64	65	63	64		67	60	53	53	54	54	48	48	48	50	51	52	52	52	52	53	
Šentjur	55	57	59	60	61	61	63	62	61	59	58	62		67	54	53	54	55	48	48	48	49	51	52	52	52	52	53	
Štore	55	57	59	59	60	61	62	61	60	59	58	58	67		52	51	53	54	47	46	47	49	51	51	51	51	51	53	
Celje	59	57	59	59	60	62	61	61	60	59	58	57	61	69		63	61	60	49	48	49	56	53	53	53	53	53	55	59
Laško	55	57	58	58	59	59	59	58	57	56	55	56	56	56	61		69	61	46	45	46	49	52	53	53	52	52	54	
Rimske Toplice	55	56	57	57	58	58	58	57	57	56	55	55	56	55	58	63		63	39	39	42	46	50	52	51	51	51	54	
Zidani Most	56	56	57	57	58	59	58	58	57	56	55	56	56	56	61	60	67		63	48	51	56	58	58	59	57	57	57	58
Radeče	51	53	53	53	53	52	52	51	49	49	47	47	46	45	44	39	32	40		54	56	57	60	60	59	58	58	59	52
Loka	51	52	52	52	53	52	51	50	49	48	47	46	46	45	44	40	34	40	56		85	63	65	64	62	60	60	61	52
Breg	51	53	52	52	53	52	52	51	49	48	47	47	46	45	45	41	37	45	55	82		66	66	65	63	61	60	52	
Sevnica	56	53	53	53	54	53	53	52	51	50	49	49	49	48	53	46	43	55	60	68	73		80	70	68	62	63	61	56
Blanca	52	54	54	54	54	53	53	52	52	51	50	50	50	50	50	48	47	55	60	64	66	67		72	64	59	59	61	50
Brestanica	53	54	54	54	55	54	54	53	53	52	52	51	51	51	51	50	49	57	61	65	66	68	85		71	59	58	61	49
Krško	53	54	54	54	55	54	54	53	53	52	52	52	52	51	52	51	50	60	61	64	65	69	72	81		67	62	61	53
Libna	53	54	54	54	54	54	54	53	52	52	51	51	51	51	51	50	49	56	58	61	61	60	60	55	53		69	70	49
Brežice	54	55	55	55	55	55	55	54	53	53	52	52	52	5															

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 1992/93	Ziele																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Maribor																														
Maribor Tezno	39																													
Hoče	45	61																												
Orehova vas	47	57	75																											
Rače	46	53	57	66																										
Pragersko	59	58	62	66	81																									
Slovenska Bistrica	54	58	60	61	65	63																								
Poljčane	57	59	61	62	65	64	75																							
Dolga Gora	57	60	62	62	65	64	69	72																						
Ostrožno	56	59	60	60	62	61	63	62	59																					
Ponikva	57	60	61	61	63	62	65	64	66	94																				
Grobelno	57	60	61	61	63	62	64	63	64	75	80																			
Šentjur	57	59	60	61	62	61	62	61	67	65	64																			
Štore	57	59	60	60	61	60	62	61	60	64	62	60	69																	
Celje	68	59	60	60	61	69	61	62	60	63	61	59	63	71																
Laško	57	59	59	60	59	60	59	58	60	59	58	59	59	67																
Rimske Toplice	57	58	59	59	59	59	59	58	58	59	58	57	57	57	61	63														
Zidani Most	65	58	59	59	59	66	59	59	58	59	58	57	58	57	64	60	66													
Radeče	52	53	53	54	53	55	55	54	53	54	52	52	51	50	50	46	40	41												
Loka	52	53	53	53	53	54	54	53	52	53	52	51	51	49	49	45	40	41	56											
Breg	52	53	53	53	53	55	55	54	52	53	52	51	51	50	50	46	43	46	56	85										
Sevnica	53	54	54	55	54	56	56	55	54	55	54	54	54	53	53	52	50	59	65	76	85									
Blanca	53	54	54	54	54	56	56	55	54	55	54	54	54	53	54	52	56	61	65	66	60									
Brestanica	54	55	55	56	55	57	57	56	56	57	56	55	56	55	55	60	65	69	71	70	118									
Krško	55	55	55	56	56	57	57	56	57	56	56	56	56	56	56	55	63	65	68	70	71	87	84							
Libna	54	55	55	55	55	57	57	56	56	56	56	55	55	55	55	59	62	65	66	63	70	61	60							
Brežice	55	55	56	56	56	57	57	56	57	56	56	56	56	56	56	60	63	65	66	64	69	63	64	88						
Dobova	69	56	56	56	56	58	58	57	57	57	57	57	57	57	87	57	57	66	64	66	67	68	70	66	70	78	93			
Zagreb glavni kolodvor	68														73															

Tabelle 10.61: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Maribor – Zagreb; 1992/93

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2000/01	Ziele																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Maribor																														
Maribor Tezno	39																													
Hoče	46	66																												
Orehova vas	48	61	80																											
Rače	48	58	64	89																										
Pragersko	59	63	67	72	83																									
Slovenska Bistrica	57	63	65	67	71	70																								
Poljčane	59	63	65	66	68	68	76																							
Dolga Gora	54	58	57	57	58	57	57	56																						
Ostrožno	54	57	57	56	56	55	55	52	72																					
Ponikva	54	56	56	56	56	55	54	52	60	66																				
Grobelno	55	57	57	57	57	56	56	54	63	69	110																			
Šentjur	56	57	57	57	57	58	55	56	61	64	73	61																		
Štore	55	58	57	57	57	57	56	55	62	64	70	63	80																	
Celje	68	58	58	58	58	64	57	58	61	63	66	60	67	70																
Laško	57	57	57	57	57	58	56	57	60	61	62	60	62	60	67															
Rimske Toplice	56	57	57	57	57	57	56	55	60	60	62	60	61	60	64	69														
Zidani Most	61	57	57	57	57	62	56	57	59	60	61	59	60	59	64	61	63													
Radeče																														
Loka																														
Breg																														
Sevnica	68																													
Blanca																														
Brestanica																														
Krško	70																													
Libna																														
Brežice	68																													
Dobova	70																													
Zagreb glavni kolodvor	63																													

Tabelle 10.62: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Maribor – Zagreb; 2000/01

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2002/03	Ziele																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Maribor																														
Maribor Tezno	37		67	62	59	58	63	64	65	64	64	63	64	64	63	63	63	61	55	56	56	56	57	58	58	58	58	58	58	
Hoče	46	67		85	67	60	66	67	67	66	65	64	65	65	63	63	63	61	56	56	56	56	57	58	58	58	58	58	58	
Orehova vas	48	61	80		96	61	67	68	68	66	65	65	65	64	64	63	61	55	56	56	56	57	58	58	58	58	58	58	58	
Rače	48	57	63	85		65	70	70	68	67	66	65	65	66	64	64	63	61	55	56	56	56	57	58	58	58	58	58	58	
Pragersko	59	62	65	70	81		79	73	70	68	66	65	66	66	69	65	63	65	60	55	55	65	57	57	67	58	63	66	63	
Slovenska Bistrica	56	62	64	66	70	70		82	72	69	66	65	66	66	64	64	63	61	54	54	55	55	56	57	57	57	58	57		
Poljčane	59	63	64	66	68	69	77		73	68	64	63	65	65	65	63	62	61	58	53	53	59	55	56	62	56	62	62	60	
Dolga Gora	54	58	58	58	58	58	58	58		84	65	63	65	65	62	62	62	59	50	51	52	52	54	55	56	56	56	56		
Ostrožno	54	58	58	58	58	57	57	55	82		72	66	67	67	62	62	62	59	50	51	51	52	54	55	56	56	56	56		
Ponikva	54	57	57	57	57	56	56	53	61	68		80	75	72	64	63	63	59	50	51	51	52	54	55	55	56	56	56		
Grobelno	55	58	58	58	58	57	57	55	64	68	101		94	74	63	64	63	59	48	50	50	51	54	55	55	56	56	56		
Šentjur	56	58	57	57	57	58	56	56	61	63	70	63		81	63	63	62	58	47	48	49	50	53	54	55	55	55	55		
Štore	56	58	58	58	58	58	58	56	62	64	69	64	80		59	61	61	56	45	46	47	49	52	53	54	54	54	54		
Celje	67	58	58	58	58	67	58	61	62	63	66	61	68	71		74	69	63	52	47	48	61	53	54	65	55	61	65	59	
Laško	57	58	58	58	58	59	57	58	60	61	62	61	62	61	67		70	56	37	40	42	45	50	52	53	53	54	53		
Rimske Toplice	56	58	58	58	58	58	57	56	60	60	61	60	62	60	64	70		52	29	34	37	42	48	50	51	52	53	53		
Zidani Most	62	58	58	58	58	64	57	58	59	60	61	60	61	59	64	62	64		42	58	57	60	63	65	66	64	65	66	57	
Radeče																														
Loka																														
Breg																														
Sevnica																														
Blanca																														
Brestanica																														
Krško																														
Libna																														
Brežice																														
Dobova																														
Zagreb glavni kolodvor																														

Tabelle 10.63: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Maribor – Zagreb; 2002/03

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2004/05	Ziele																													
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor	
Maribor																														
Maribor Tezno	39		76	65	62	63	67	69	71	69	69	69	69	69	67	66	66	64	58	58	58	58	59	60	59	60	60	60	60	
Hoče	46	64		78	64	65	69	70	72	70	70	69	69	69	67	66	66	64	57	58	57	58	59	60	59	60	59	60		
Orehova vas	48	60	79		94	69	72	72	73	71	71	70	70	70	67	66	66	64	57	58	57	58	59	60	59	60	59	60		
Rače	47	55	58	65		75	75	74	74	72	72	71	70	70	68	67	66	64	57	58	57	58	59	59	59	59	59	60		
Pragersko	61	61	66	71	91		91	79	78	74	74	72	72	71	74	67	66	69	56	57	56	57	59	59	64	59	59	66	64	
Slovenska Bistrica	57	62	65	67	74	74		86	79	74	73	71	71	71	67	66	65	63	55	56	55	56	58	58	58	58	58	59		
Poljčane	60	64	67	68	73	73	84		83	74	72	70	70	70	67	65	64	62	53	54	54	55	56	57	57	57	57	58		
Dolga Gora	61	66	68	69	72	70	73	72		84	74	70	69	69	64	63	63	60	51	52	52	53	55	56	56	56	56	57		
Ostrožno	61	65	67	67	70	68	70	67	82		92	75	73	72	65	64	63	61	51	52	51	53	55	56	56	56	56	57		
Ponikva	62	65	67	67	70	68	70	67	74	92		84	76	73	64	63	62	60	50	51	50	52	54	55	55	56	56	56		
Grobelno	62	65	67	67	69	68	68	66	69	75	83		93	74	62	63	62	60	48	50	49	51	54	55	54	55	55	56		
Šentjur	61	64	65	66	67	66	66	64	64	67	65	64		82	62	62	62	59	47	48	48	50	53	54	54	55	55	56		
Štore	63	66	67	67	69	68	69	67	69	72	73	71	99		59	60	60	57	45	46	46	49	52	53	53	54	54	55		
Celje	70	65	66	66	68	74	67	67	67	68	68	65	73	69		75	69	66	45	47	47	49	53	54	61	55	64	60		
Laško	63	64	65	66	67	66	66	65	65	66	65	66	69	65	72		70	58	37	40	41	45	50	52	52	53	53	54		
Rimske Toplice	62	64	65	65	66	65	65	64	64	65	64	65	67	63	68	69		57	29	34	35	42	48	50	50	52	52	54		
Zidani Most	68	63	64	64	65	70	64	63	63	63	63	63	64	61	67	62	65		32	48	46	58	61	63	63	62	61	66	57	
Radeče																														
Loka																														
Breg																														
Sevnica																														
Blanca																														
Brestanica																														
Krško																														
Libna																														
Brežice																														
Dobova																														
Zagreb glavni kolodvor																														

Tabelle 10.64: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Maribor – Zagreb; 2004/05

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2009/10	Ziele																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		49	55	55	54	63	59	62	63	61	61	62	62	66	62	61	64	54	54	53	58	55	56	60	56	56	60	64	
Maribor Tezno	37		79	67	63	61	63	66	66	64	63	63	63	64	63	62	62	61	54	54	54	55	56	56	56	57	57	57	
Hoče	45	66		79	65	61	63	66	66	64	63	63	63	64	62	62	62	60	54	54	53	54	55	56	56	56	57	57	
Orehova vas	48	61	87		94	63	64	67	67	64	63	63	63	64	62	62	62	60	53	54	53	54	55	56	56	56	56	56	
Rače	47	55	58	64		67	66	69	68	64	63	63	64	64	63	62	62	60	53	53	53	54	55	56	56	56	56	56	
Pragersko	60	60	64	68	86		77	75	71	66	65	65	65	65	69	64	62	65	53	53	53	58	55	56	60	56	56	61	63
Slovenska Bistrica	54	60	62	63	68	67		89	74	67	65	64	65	66	63	62	62	60	52	52	52	53	54	55	55	56	56	56	
Poljčane	58	62	64	65	69	68	83		72	62	61	61	63	63	62	61	60	59	50	51	50	52	53	54	54	55	55	55	
Dolga Gora	60	65	66	66	69	68	73	73		59	58	59	61	63	60	60	60	58	49	49	49	50	52	53	53	54	54	54	
Ostrožno	59	64	65	65	68	66	69	67	86		73	67	68	68	63	62	61	59	49	50	49	51	53	54	54	54	55	55	
Ponikva	58	62	63	63	65	63	65	62	60	64		84	76	73	65	62	62	60	49	49	49	50	52	53	54	54	55	55	
Grobelno	59	62	63	63	65	63	64	62	60	62	82		94	75	64	63	62	59	47	48	48	50	52	53	53	54	54	55	106
Šentjur	59	62	62	62	64	63	63	62	60	61	69	72		83	63	61	61	58	46	47	47	49	51	52	53	53	54	54	108
Štore	60	63	64	64	65	64	65	64	64	65	72	71	93		58	59	59	57	43	44	44	47	50	51	52	52	53	53	111
Celje	67	63	63	63	65	70	64	66	63	64	68	65	70	69		72	69	65	44	45	45	53	50	52	57	53	54	58	59
Laško	61	62	63	63	64	64	64	62	63	65	66	67	64	72	71		59	36	38	39	50	47	49	50	51	52	58	58	
Rimske Toplice	60	62	63	63	64	63	63	62	62	62	64	64	65	63	68	69		57	28	32	33	40	45	48	49	50	51	52	
Zidani Most	65	62	62	62	63	67	62	62	61	61	63	63	63	61	67	62	65		41	50	48	60	60	62	63	62	62	65	54
Radeče	55	55	56	55	56	55	54	53	52	52	52	50	49	49	44	36	36		99	61	63	66	66	66	66	65	65	65	
Loka	55	56	56	56	56	55	54	53	53	53	52	51	51	47	41	45	88		64	64	67	67	67	67	67	66	65	65	
Breg	55	55	56	55	56	55	55	54	52	52	53	52	51	50	50	46	42	46	61	69		74	73	72	70	70	69	67	
Sevnica	62	57	57	57	57	62	56	62	54	54	55	54	54	53	60	59	49	60	66	68	80		88	79	76	74	70	71	53
Blanca	57	57	57	57	58	57	57	56	56	56	56	55	55	56	54	53	59	66	68	74	80		86	74	70	69	69	66	
Brestanica	57	58	58	58	58	58	57	57	57	57	57	56	56	57	56	55	62	68	69	74	78	94		83	77	69	65	65	
Krško	64	58	59	59	59	64	58	64	57	57	58	58	58	57	64	64	57	64	68	69	73	76	81	95		102	73	68	46
Libna	58	58	59	59	59	59	58	58	57	58	58	58	58	58	58	58	57	61	66	67	70	71	72	71	74		77	65	
Brežice	58	59	59	59	59	59	58	58	58	58	59	59	58	58	58	58	62	67	67	70	70	71	70	71	71	91		70	
Dobova	64	59	59	59	59	64	59	64	58	58	59	59	58	58	64	64	58	66	66	66	68	72	67	66	68	69	70		58
Zagreb glavni kolodvor	60					59		59							55	54		53				50			45			60	

Tabelle 10.65: OD-Matrix; mittl. Reisegeschwindigkeiten [km/h]; Maribor – Zagreb; 2009/10

Quelle / Ziel Reise- geschwindigkeit [km/h] 2015/16	Ziele																												
	Maribor	Maribor Tezno	Hoče	Orehova vas	Rače	Pragersko	Slovenska Bistrica	Poljčane	Dolga Gora	Ostrožno	Ponikva	Grobelno	Šentjur	Štore	Celje	Laško	Rimske Toplice	Zidani Most	Radeče	Loka	Breg	Sevnica	Blanca	Brestanica	Krško	Libna	Brežice	Dobova	Zagreb glavni kolodvor
Maribor		51	55	60	55	64	63	64	66	65	64	64	64	65	71	65	63	68	57	57	57	59	58	59	61	59	59	61	61
Maribor Tezno	47		76	76	63	64	68	67	69	68	67	66	65	67	66	65	64	63	57	58	57	58	59	59	59	59	59	59	
Hoče	56	86		141	68	66	69	68	70	68	67	67	65	67	66	65	64	63	57	58	57	57	59	59	59	59	59	59	
Orehova vas	55	68	78		62	62	67	66	68	67	66	66	64	66	65	65	64	63	56	57	56	57	58	58	58	58	58	58	
Rače	55	64	65	96		75	74	70	71	69	68	67	66	67	67	66	65	63	57	57	57	57	58	59	59	59	59	59	
Pragersko	63	64	64	69	77		91	74	74	71	69	68	66	68	74	67	65	69	56	57	56	59	58	59	61	59	61	60	
Slovenska Bistrica	61	66	66	68	70	75		75	73	70	67	66	64	67	66	65	64	62	55	55	55	55	57	58	57	58	58	58	
Poljčane	63	65	65	66	68	70	74		83	74	68	67	65	67	67	65	64	62	54	55	54	55	56	57	57	57	57	57	
Dolga Gora	65	68	68	69	70	71	74	84		81	65	63	60	66	64	63	62	61	52	53	52	53	55	56	56	56	56	56	
Ostrožno	64	67	67	68	68	68	70	74	81		74	67	62	68	66	64	63	61	52	53	52	53	55	56	56	56	56	57	
Ponikva	65	68	67	68	69	69	70	73	74	94		80	65	72	68	65	64	61	51	52	52	53	55	56	56	56	56	56	
Grobelno	64	67	66	67	67	67	68	70	68	74	79		69	73	68	66	64	62	50	51	51	52	54	56	55	56	56	56	
Šentjur	63	65	64	65	65	65	65	66	62	64	60	61		101	74	69	66	63	50	51	51	52	55	56	55	56	56	56	
Štore	64	66	66	66	67	66	67	68	66	68	67	66	93		69	64	63	59	47	48	48	50	53	54	54	55	55	55	
Celje	70	66	65	66	66	72	66	69	65	66	65	63	73	73		74	68	66	46	48	48	52	53	55	57	55	58	55	
Laško	65	65	65	65	65	66	65	66	64	65	64	65	69	66	74		69	59	39	42	42	49	50	52	56	53	53	57	55
Rimske Toplice	63	65	64	65	65	64	64	64	63	64	64	66	64	69	69		58	31	36	37	44	49	51	51	53	53	53		
Zidani Most	67	64	64	64	64	68	63	64	62	63	62	62	64	62	67	62	65		40	56	50	59	62	64	63	63	62	64	53
Radeče	57	58	57	57	57	56	56	55	53	53	51	50	51	48	53	48	32	39		153	66	64	69	69	66	67	65	64	
Loka	57	58	57	57	57	56	56	55	53	53	52	51	52	48	52	47	35	47	92		58	61	67	68	65	66	65	64	
Breg	57	58	57	57	57	56	56	55	53	53	52	51	52	49	52	47	38	50	66	79		71	75	74	69	70	67	66	
Sevnica	63	58	58	58	58	63	57	62	54	54	53	53	54	51	59	57	45	60	65	68	74		95	83	75	73	69	71	51
Blanca	58	59	59	58	58	58	58	57	56	56	55	54	55	53	54	51	49	60	66	68	71	79		88	67	70	66	63	
Brestanica	58	59	59	58	58	58	58	57	56	56	55	55	56	54	54	52	50	61	65	66	68	72	75		64	69	64	62	
Krško	64	59	59	59	59	64	58	64	56	56	55	55	56	54	62	62	51	63	65	65	67	73	69	83		117	73	67	44
Libna	58	59	59	59	59	58	58	57	56	56	55	55	56	54	55	53	52	60	64	64	65	66	65	67	74		68		

## 10.6 Streckenbedienung ab Zidani Most

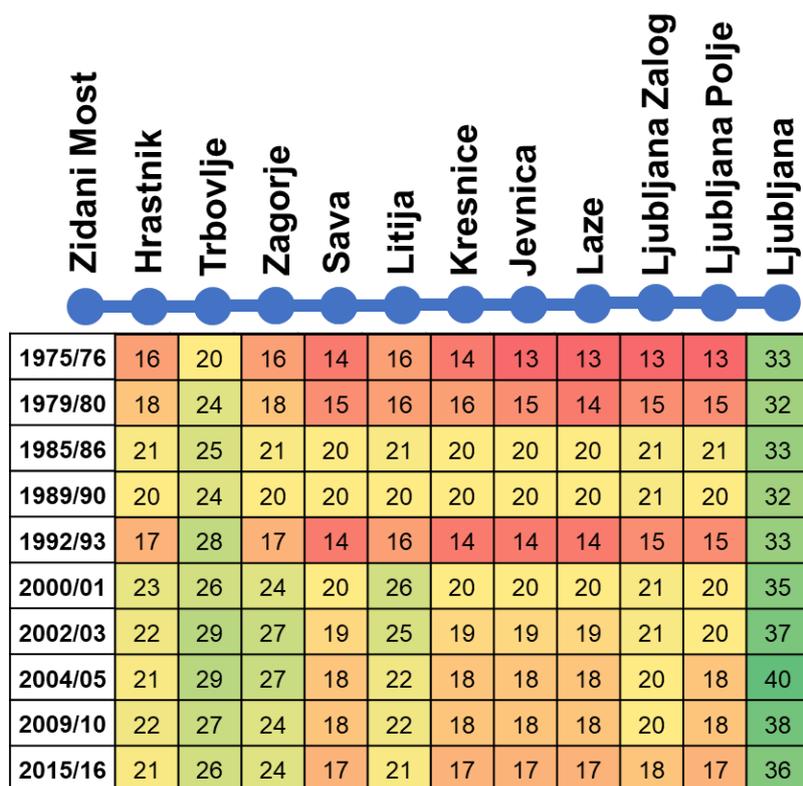


Abbildung 10.9: Entwicklung der Direktverbindungen  $n_Z$  mit Abfahrtsbahnhof Zidani Most und Zielbahnhöfen entlang der Strecke Zidani Most – Ljubljana im Zeitverlauf

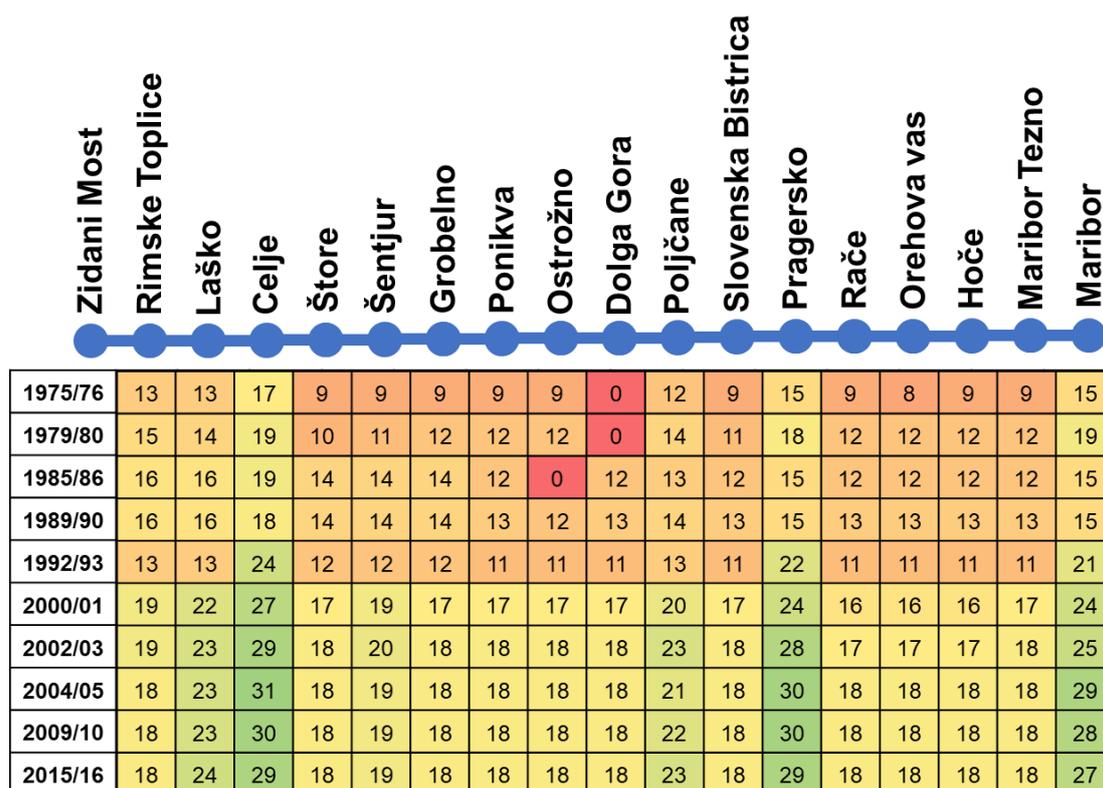


Abbildung 10.10: Entwicklung der Direktverbindungen  $n_Z$  mit Abfahrtsbahnhof Zidani Most und Zielbahnhöfen entlang der Strecke Zidani Most – Maribor im Zeitverlauf

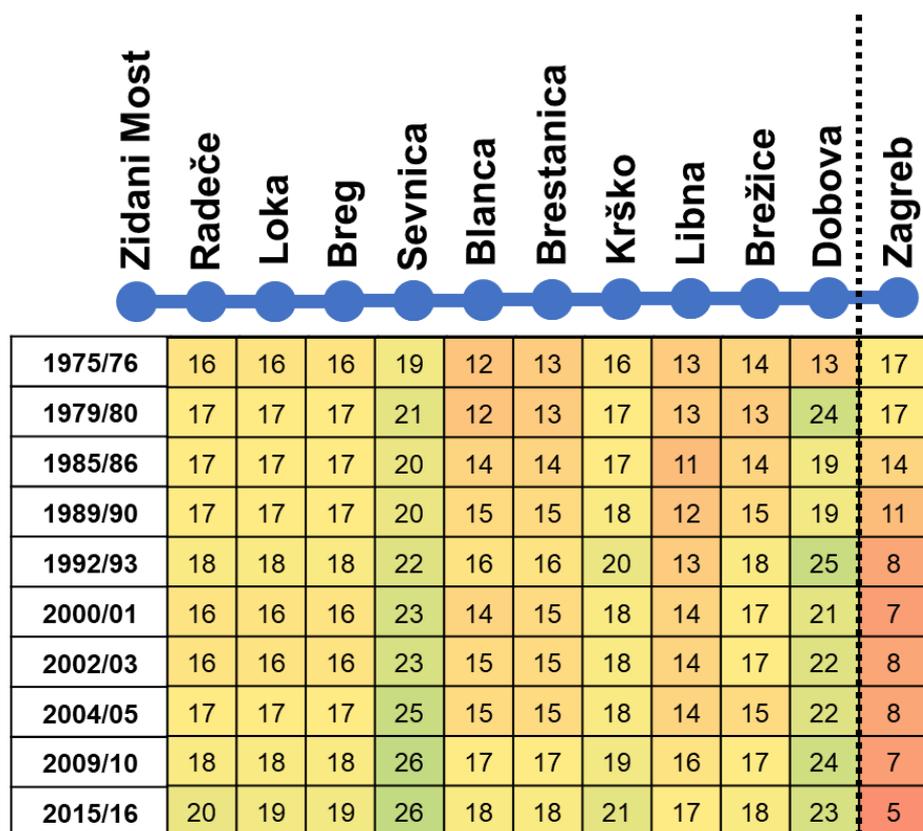


Abbildung 10.11: Entwicklung der Direktverbindungen  $n_z$  mit Abfahrtsbahnhof Zidani Most und Zielbahnhöfen entlang der Strecke Zidani Most – Zagreb im Zeitverlauf