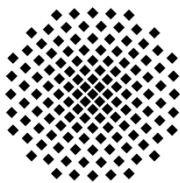


# **Verkehrsablauf an der Rheinbrücke Karlsruhe mit und ohne Sanierungsarbeiten**

**18. September 2012**



**Universität Stuttgart  
Institut für Straßen- und Verkehrswesen  
Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik  
Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich**



**Institut für Verkehrswesen  
Karlsruher Institut für Technologie  
Prof. Dr.-Ing. Peter Vortisch**

---

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1	Ziel der Untersuchung	3
1.2	Untersuchungsgebiet	3
<b>2</b>	<b>Verkehrserhebung</b>	<b>3</b>
2.1	Erhebungsmethodik	3
2.2	Messstellen	4
2.3	Untersuchungszeitraum	5
2.4	Baustellen im Untersuchungszeitraum	5
2.5	Wetter im Untersuchungszeitraum	6
<b>3</b>	<b>Ergebnisse der Kennzeichenerfassung</b>	<b>6</b>
3.1	Erhebungsstatistik	6
3.2	Verkehrsstärken und Lkw-Anteile	7
3.3	Fahrzeiten	8
3.4	Durchgangsverkehr	13
3.5	Gebietskennzeichen	13
<b>4</b>	<b>Auswertung Dauerzählstelle</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Alternative Baustellen-Konfigurationen</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Fazit</b>	<b>19</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Ziel der Untersuchung

An der Rheinbrücke Karlsruhe werden vom 4. Juni bis zum 1. Oktober 2012 Sanierungsarbeiten vorgenommen. Aufgrund der dafür erforderlichen Einrichtung einer Arbeitsstelle längerer Dauer kommt es zu Verkehrsbehinderungen. Durch eine Beobachtung des Verkehrsablaufs während der Baustellenzeit und einen Vergleich mit der ungestörten Situation sollen Erkenntnisse für die Planung späterer, umfangreicherer Baumaßnahmen gewonnen werden. Wesentliche Kenngröße zur Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs ist die Fahrzeit und die aus der Fahrzeit abgeleiteten Verlustzeiten.

## 1.2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst den Raum zwischen den Orten Kandel im Westen, Jockgrim im Norden und der Stadt Karlsruhe. Im Fokus der Untersuchung stehen dabei drei Streckenzüge:

- Die Autobahn A 65 zwischen der Autobahnauffahrt Kandel-Mitte und dem Wörther Kreuz.
- Die Bundesstraße B9 zwischen Jockgrim und dem Wörther Kreuz.
- Die Bundesstraße B10 zwischen Wörther Kreuz und der Ausfahrt Ölkreuz.

Gegenstand der Untersuchung ist der in die Stadt Karlsruhe einfließende Verkehr. Es wurden die Verkehrsströme untersucht, die aus Rheinland-Pfalz kommend über die Rheinbrücke nach Karlsruhe fließen. Die Straßen der drei Streckenzüge sind zweistreifig ausgebaut. Im Bereich der Rheinbrücke zwischen dem Wörther Kreuz und bis kurz hinter der Rheinbrücke stehen drei Richtungsfahstreifen zu Verfügung.

# 2 Verkehrserhebung

## 2.1 Erhebungsmethodik

Die Erhebung der Kfz-Fahrzeiten erfolgt mit einer automatischen Kennzeichenerfassung. Systeme zur automatischen Erfassung von Kfz-Kennzeichen bestehen im Wesentlichen aus zwei Komponenten: einer Kamera, die vorbeifahrende Fahrzeuge erfasst und ununterbrochen Bilder an einen Rechner sendet und einer Software, die in den empfangenen Bildern die einzelnen Zeichen der Kennzeichen erkennt und in einer Datenbank abspeichert. Aus dem Vergleich der Kennzeichen an den Messstellen kann die Fahrzeit zwischen den Messstellen bestimmt werden. Eine Differenzierung nach Fahrzeugklassen (Pkw, Lkw) ist mit dem System jedoch nicht möglich.

## 2.2 Messstellen

Bild 1 zeigt die Lage der Messstellen MS1 bis MS5, mit denen Fahrzeuge, die in der Fahrtrichtung Karlsruhe verkehren, erfasst werden können. Es werden nur die Fahrzeuge erfasst, die Richtung Innenstadt fahren, so dass an allen Messstellen in jeweils eine Richtung gemessen wurde:

- Die Messstelle MS1 befindet sich auf der A65, nahe der Autobahnanschlussstelle „Kandel-Mitte“. Nördlich dieser Anschlussstelle überquert eine landwirtschaftlich genutzte Straße die A65. Auf dieser Brücke wurden die Messsysteme aufgestellt, so dass die Richtung Karlsruhe fahrenden Fahrzeuge auf beiden Fahrstreifen erfasst werden können. Aus der Autobahn ausfahrende Fahrzeuge wurden nicht berücksichtigt.
- Die Messstelle MS2 auf der B9 befindet sich nahe der Ortschaft Jockgrim, in Höhe des Jockgrimer Badesees. Hier wurden ebenfalls auf einer Überführung zwei Messsysteme aufgestellt, die die Fahrzeuge auf beiden Richtungsfahrstreifen erfassen.
- Die Messstelle MS3 befindet sich auf der B10 etwa 1 km hinter der Rheinbrücke. Die Messsysteme wurden auf der Überführung der Ausfahrt von der B10 zur Raffineriestraße (Ölkreuz) aufgebaut. Von dieser Messstelle wurden sowohl die Fahrzeuge erfasst, die auf der A65 an der Messstelle MS1 vorbei fahren, als auch jene, die auf der B9 die Messstelle MS2 passierten.
- Die Messstelle MS4 befindet sich in der einstreifigen Ausfahrt nach Knielingen auf der Rheinbrückenstraße (K9651). Hier wurden alle von der B10 ausfahrenden Fahrzeuge mit einem Kamerasystem erfasst.
- Die Messstelle MS5 liegt an der Ausfahrt nach Mühlburg. An der Einmündung in die Honsellstraße wurden mit drei Kamerasystemen alle von der B10 ausfahrenden Fahrzeuge erfasst.

Die an den Messstellen MS1, MS2 und MS3 erfassten Kennzeichen ermöglichen es, die Fahrzeiten über die Rheinbrücke zu erfassen. Zusätzlich wurden an zwei Tagen Kennzeichen an den Messstellen MS4 und MS5 aufgezeichnet, um die Ziele der Verkehrsströme in Karlsruhe genauer erfassen zu können. Zur Beurteilung des Verkehrsablaufs auf der Rheinbrücke sind diese Messstellen jedoch nicht erforderlich.

Die Distanz zwischen den Messstellen MS1 und MS3 beträgt 12,1 km und zwischen den Messstellen MS2 und MS3 8,2 km.



Bild 2: Messstellenübersicht (Kartengrundlage: Google Maps).

### 2.3 Untersuchungszeitraum

Die Fahrzeitmessungen wurden für zwei Netzzustände durchgeführt:

- Zustand ohne Sanierungsarbeiten auf der Rheinbrücke: Die Messungen für diesen Zustand fanden am Dienstag, 24.04.2012, und am Mittwoch, 25.04.2012, statt. An diesen Tagen wurden Kennzeichen an allen 5 Messstellen erfasst.
- Zustand mit Sanierungsarbeiten auf der Rheinbrücke: Die Messungen für diesen Zustand fanden am Mittwoch, 27.06.2012, und am Donnerstag, 28.06.2012, statt. An diesen Tagen wurden Kennzeichen an den Messstellen MS1, MS2 und MS3 erfasst.

Die Messungen fanden jeweils in der Zeit von 05:30 bis 11:00 Uhr statt.

### 2.4 Baustellen im Untersuchungszeitraum

Die Sanierungsmaßnahmen auf der Rheinbrücke beginnen am 04.06.2012 und sollen bis zum 01.10.2012 dauern. Während der Messungen ist die südliche Brückenhälfte

gesperrt. Der Verkehr wird in beiden Fahrtrichtungen jeweils zweistreifig auf der nördlichen Brückenhälfte mit Tempo 60 geführt.

Anfang Mai wird vom LBM Speyer mit der Sanierung des Bauwerks im Zuge der B9 über die Bahn und die L540 nördlich des Wörther Kreuzes begonnen; saniert wird der westliche Überbau, d.h. die Fahrtrichtung Süden. Als Bauzeit ist ein Zeitraum von fünf Monaten vorgesehen. Der B9-Verkehr wird mit jeweils einem durchgängigen Fahrstreifen pro Fahrtrichtung über den östlichen Überbau geführt.

Außerdem war auf der B9 bei Jockrim am 28.06.2012 zwischen 8:50 Uhr und 10:30 Uhr wegen Markierungsarbeiten der 2. Fahrstreifen gesperrt.

## 2.5 Wetter im Untersuchungszeitraum

An allen Messtagen war das Wetter trocken. Ein Starkregenereignis als Ursache für eine witterungsbedingte Kapazitätsreduzierung und eine daraus resultierende Verkehrsstörung hat während der Messtage nicht stattgefunden.

# 3 Ergebnisse der Kennzeichenerfassung

## 3.1 Erhebungsstatistik

Tabelle 1 zeigt die Anzahl der an den Messtagen erfassten Kennzeichen. Die Zahl der erfassten Kennzeichen stimmt nicht mit der tatsächlichen Anzahl Fahrzeuge überein, da die Kamerasysteme in der Regel eine Detektionsrate zwischen 80% und 95% haben. Außerdem kam es während der Erhebung zu vereinzelt Kameraausfällen. Da an jedem Messquerschnitt immer zwei Kameras in Betrieb waren, wurden trotz der Kameraausfälle durch die verbleibenden Kameras zu jeder Zeit eine ausreichend hohe Anzahl an Fahrzeugen erfasst, um die Fahrzeit zwischen den einzelnen Messquerschnitten bestimmen zu können. Da die Kamerasysteme nicht alle Fahrzeuge erfassen, stellen die Zahlen in Tabelle 1 keine Verkehrsstärken dar, sondern nur eine Stichprobe.

Messstelle	24.04.2012	25.04.2012	27.06.2012	28.06.2012
MS1	7.969	6.404	7.547	6.982
MS2	5.473	5.235	4.477	4.591
MS3	13.580	14.214	11.074	9.958
MS4	3.415	3.571	-	-
MS5	1.162	2.685	-	-

Tabelle 1: Anzahl der erfassten Kennzeichen.

### 3.2 Verkehrsstärken und Lkw-Anteile

Parallel zur Kennzeichenerfassung wurden stündlich die Verkehrsstärken an den vier Messstellen für einen Zeitraum von jeweils 15 Minuten differenziert nach Pkw und Lkw erfasst. Damit kann man die Detektionsrate der Kamerasysteme abschätzen. Mit dieser Detektionsrate lassen sich dann die erfassten Kennzeichen auf die Gesamtverkehrsstärke hochrechnen. Damit ergeben sich für die beiden Messtage näherungsweise die in Tabelle 2 dargestellten Verkehrsstärken und die in Tabelle 3 dargestellten Lkw-Anteile. Die so ermittelten Werte können von den tatsächlichen abweichen. Das gilt insbesondere für die Ganglinie der Verkehrsstärke (Bild 3). Die Werte in Tabelle 3 zeigen für den Juni einen Rückgang der Verkehrsstärke am Vormittag um etwa 10% an den Messstellen MS1 und MS2. An der Messstelle MS3 nimmt die Verkehrsnachfrage sogar um 15% ab. Ob diese Werte plausibel sind, kann anhand einer Auswertung der Dauerzählstelle (Kapitel 4) überprüft werden.

Messstelle	Verkehrsstärke [Fzg/5,5Std]			
	24.04.2012	25.04.2012	27.06.2012	28.06.2012
MS1	8.300	8.400	7.800	8.000
MS2	5.500	5.700	5.100	5.000
MS3	16.500	16.200	13.700	13.900
MS4	4.100	4.000	-	-
MS5	2.700	3.200	-	-

Tabelle 2: Hochgerechnete Verkehrsstärken im Zeitraum zwischen 5:30 und 11:00 Uhr.

Messstelle	Lkw-Anteile [%]			
	24.04.2012	25.04.2012	27.06.2012	28.06.2012
MS1	16%	20%	16%	16%
MS2	16%	16%	17%	14%
MS3	10%	11%	12%	10%
MS4	1%	2%	-	-
MS5	16%	15%	-	-

Tabelle 3: Lkw-Anteile im Zeitraum zwischen 5:30 und 11:00 Uhr.

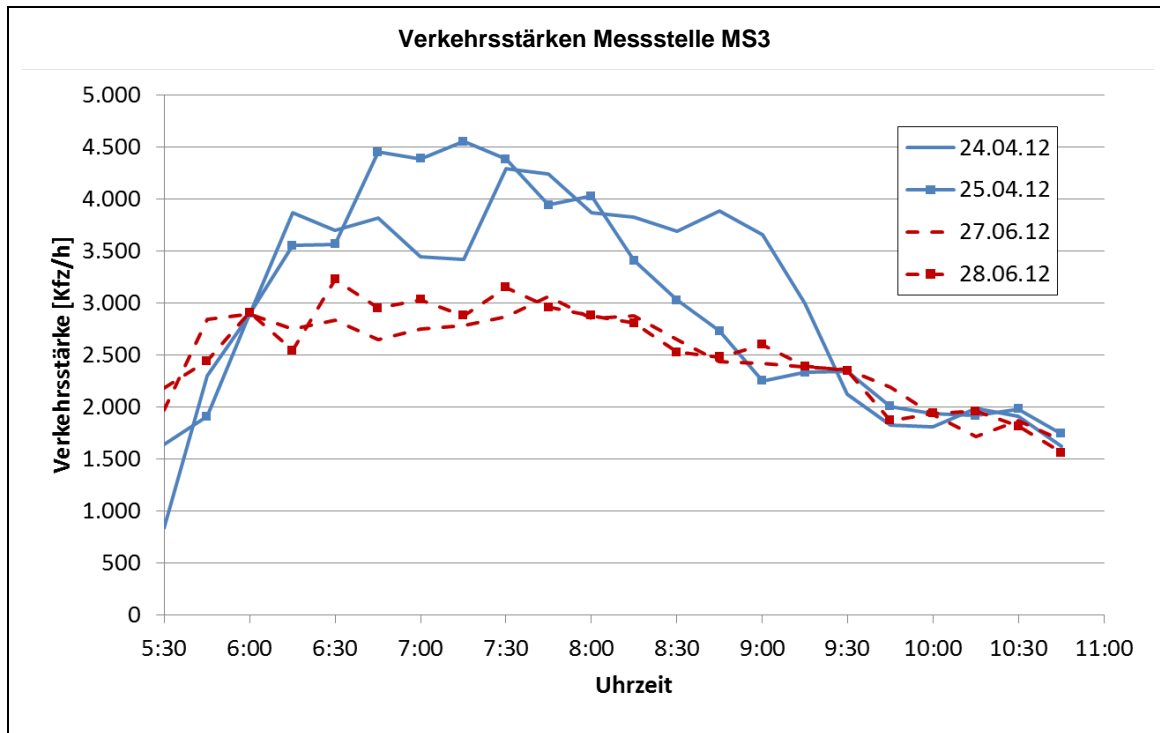


Bild 3: Hochgerechnete Verkehrsstärken an der Messstellen MS3 für die vier Messtage.

### 3.3 Fahrzeiten

Bild 4 zeigt die gemessenen Fahrzeiten zwischen den Messstellen MS1 und MS3 für die vier Messtage. Bild 5 zeigt die gemessenen Fahrzeiten zwischen den Messstellen MS2 und MS3. In jedem Bild sind die Fahrzeiten einzelner Fahrzeuge als Punkt dargestellt. Fahrzeuge, die deutlich langsamer fahren als die 50% schnellsten Fahrzeuge, werden bei der Fahrzeitermittlung nicht weiter berücksichtigt, da es sich hierbei um Lkw handelt oder die Fahrzeuge möglicherweise einen Zwischenhalt eingelegt haben. In den Bildern sind diese Fahrzeuge als gebrochener Verkehr markiert. Die als rote Linie dargestellte mittlere Fahrzeit ergibt sich als gleitender Mittelwert der 50% schnellsten Fahrzeuge.

Aus diesen Bildern kann man unmittelbar erkennen, dass sich die Fahrzeiten an den Messtagen im April deutlich von den Fahrzeiten an den Messtagen im Juni unterscheiden.



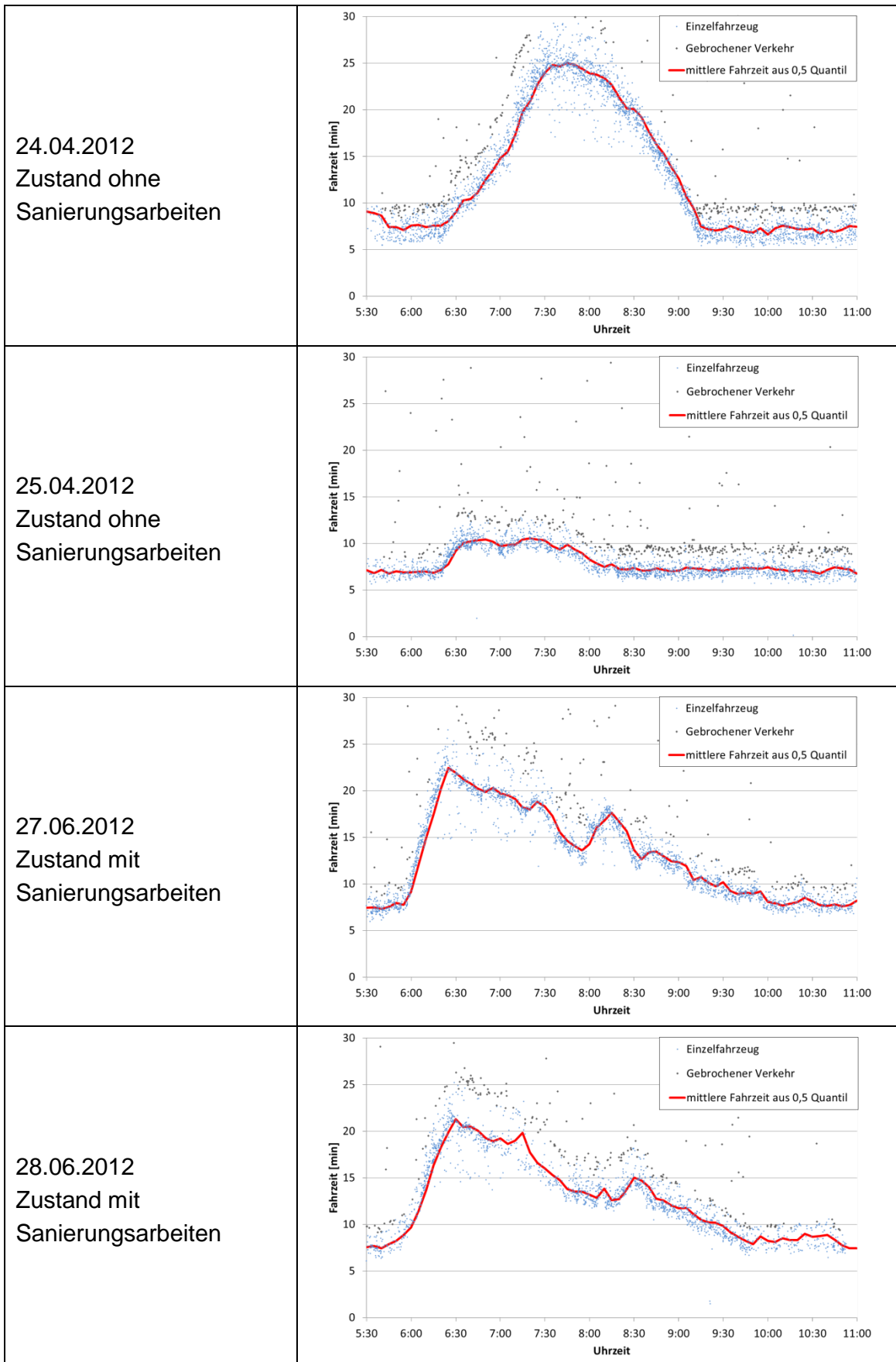


Bild 4: Fahrzeiten zwischen Messstelle MS1 (A65 bei Kandel) und Messstelle MS3 (B10 Ölkreuz) an den vier Messtagen.

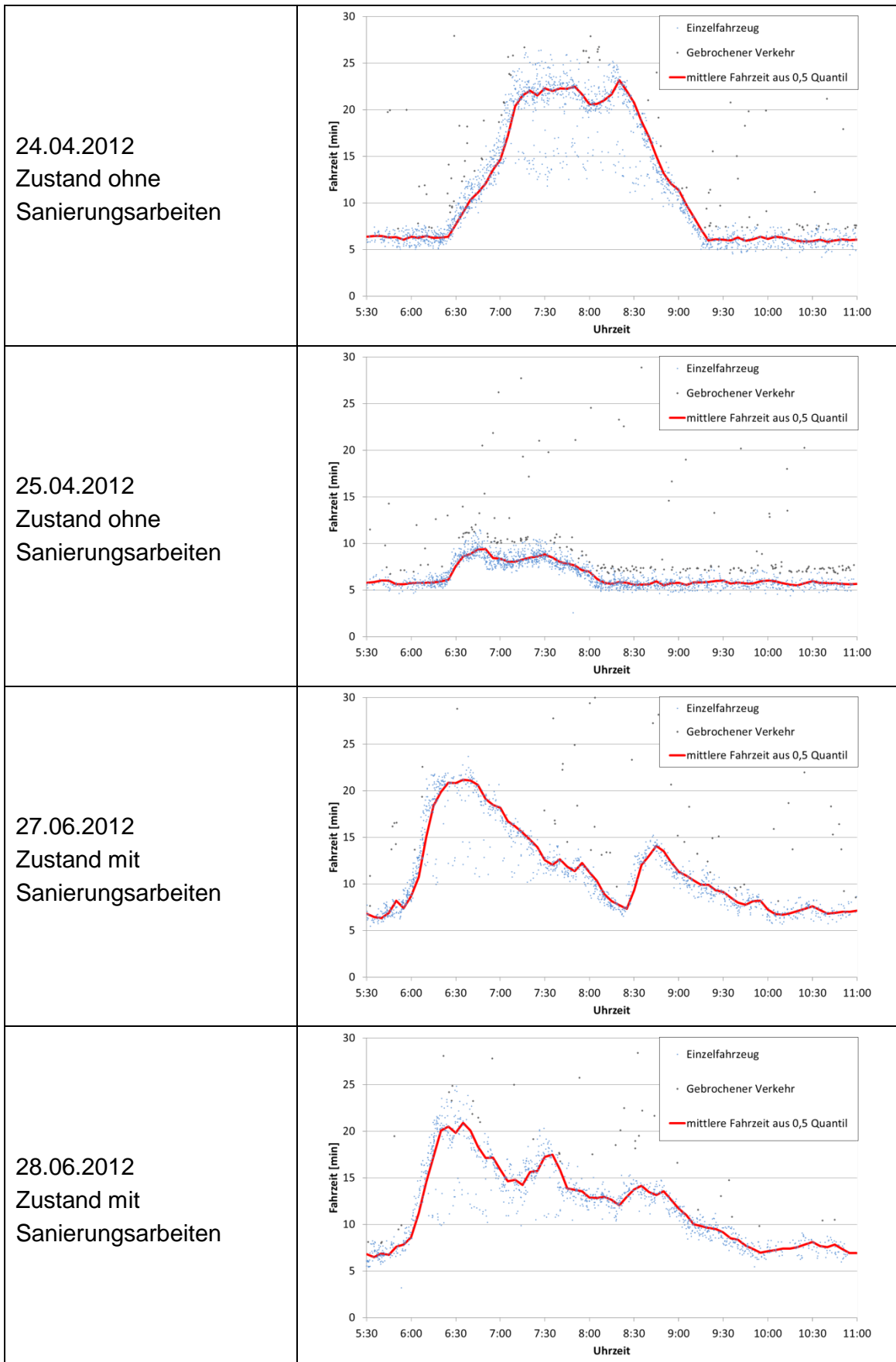


Bild 5: Fahrzeiten zwischen Messstelle MS2 (B9 bei Jockgrim) und Messstelle MS3 (B10 Ölkreuz) an den vier Messtagen.

In Bild 6 sind die Fahrzeiten der vier Messtage zwischen den Messstellen MS1 bzw. MS2 und der Messstelle MS3 überlagert dargestellt. Die Fahrzeiten im Zustand ohne Sanierungsarbeiten sind als durchgezogene Linien gekennzeichnet, die Fahrzeiten im Zustand mit Sanierungsarbeiten als gestrichelte Linien. Außerdem ist die Fahrzeit der 5% schnellsten Fahrzeuge ( $t_{-5\%}$ ) als Vergleichsgröße eingezeichnet. Diese Fahrzeit, die vor 6:00 Uhr und nach 10:00 Uhr auftritt, kann man als Fahrzeit bei freiem Verkehrsfluss interpretieren.

Aus Bild 6 kann man folgende Informationen ablesen:

- Der Verlauf der Fahrzeiten zwischen den Messstellen MS1 und MS3 und zwischen den Messstellen MS2 und MS3 ist sehr ähnlich, da in beiden Fällen die Fahrzeiten durch den Abfluss auf der B10 beeinflusst werden.
- Im Zustand mit Sanierungsarbeiten ist der Verlauf der Fahrzeiten an beiden Messtagen sehr ähnlich mit maximalen Verlustzeiten von 14 Minuten. Im Zustand ohne Sanierungsarbeiten treten am ersten Messtag sehr hohe Verlustzeiten von bis zu 18 Minuten auf, am zweiten Messtag sind die maximalen Zeitverluste mit bis zu 3 Minuten deutlich geringer.
- Im Zustand mit Sanierungsarbeiten steigen die Fahrzeiten bereits 30 Minuten früher an als im Zustand ohne Sanierungsarbeiten. Nach der Hauptverkehrszeit normalisieren sich die Fahrzeiten deutlich später als im Zustand ohne Sanierungsarbeiten.
- Durch die Sanierungsarbeiten verlängert sich die Fahrzeit im ungestörten Zustand ( $t_{-5\%}$ ) um etwa eine Minute.

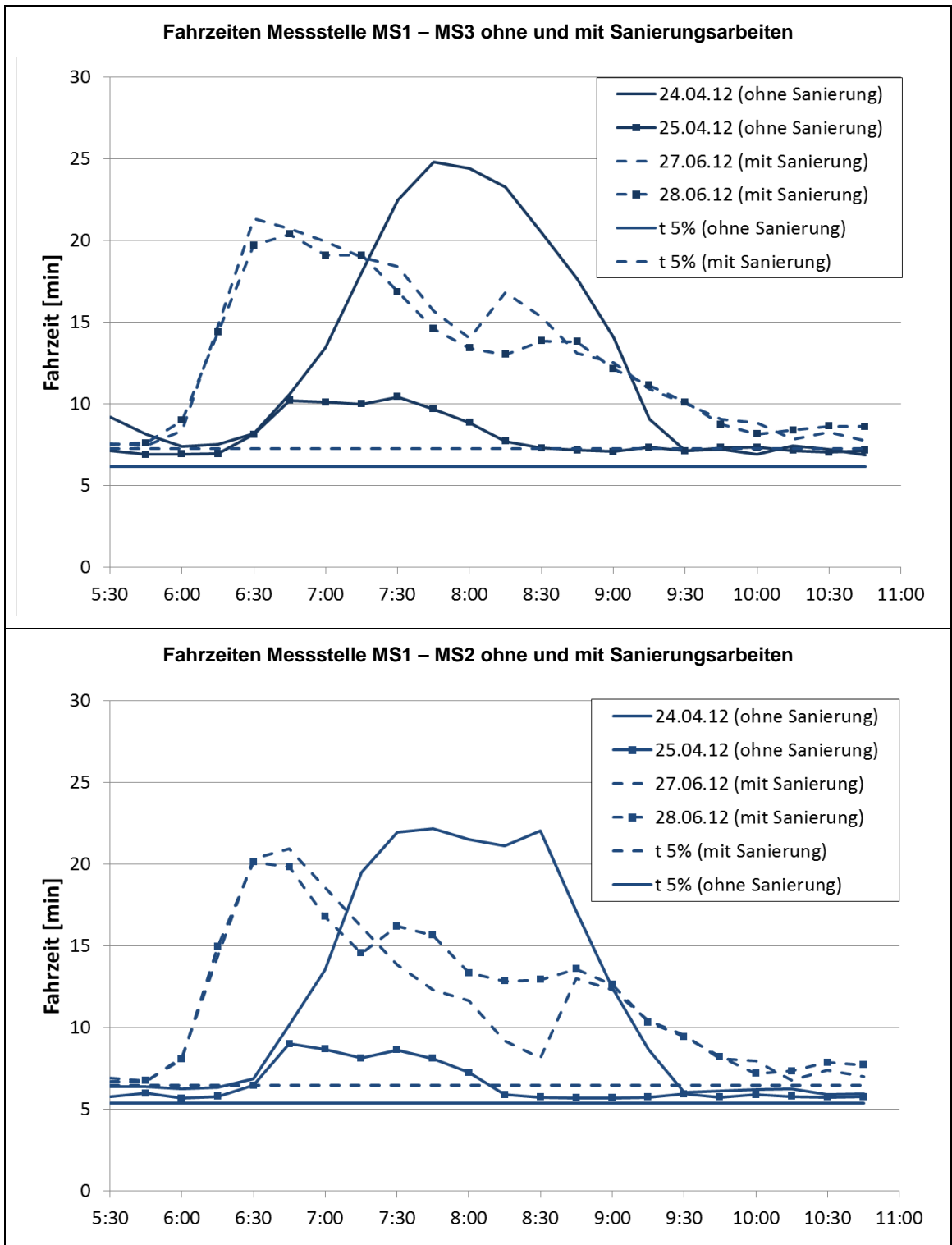


Bild 6: Vergleich der Fahrzeiten zwischen den Messstellen MS1 und MS3 (oben) und den Messstellen MS2 und MS3 (unten) mit der Fahrzeit bei freiem Verkehr (t 5%) für die vier Messtage.

### 3.4 Durchgangsverkehr

Die Auswertung der Kennzeichen ermöglicht eine Abschätzung des Durchgangsverkehrs zwischen den Zählstellen. Tabelle 4 zeigt die Durchgangsverkehrsanteile bezogen auf die Verkehrsstärke am Einfahrtsquerschnitt für den ersten Messtag 24.04.2012.

		nach Messstelle		
		MS3	MS4	MS5
von Messstelle	MS1	84%	11%	9%
	MS2	70%	11%	10%
	MS3		26%	19%

Tabelle 4: Durchgangsverkehr zwischen den Messstellen am Messtag 1 zwischen 5:30 Uhr und 11:00 Uhr.

### 3.5 Gebietskennzeichen

Die Kennzeichenerhebung liefert neben den Fahrzeiten auch Informationen über die Herkunftsgebiete der Fahrzeuge. Tabelle 6 zeigt eine Auswertung der Gebietskennzeichen im April. In Tabelle 6 sind die Werte für Juni dargestellt:

- Die Anteile unterscheiden sich im April und Juni kaum.
- An der Messstelle MS1 dominieren Fahrzeuge mit den Gebietskennzeichen Südliche Weinstraße, Landau und Germersheim. Die Zahl der Fahrzeuge mit Karlsruher Kennzeichen ist relativ klein.
- An der Messstelle MS2 überwiegt das Gebietskennzeichen Germersheim. Die Zahl der Fahrzeuge mit Karlsruher Kennzeichen ist relativ klein.
- An der Messstelle MS3 haben mehr etwa 40% der Fahrzeuge ein Kennzeichen GER. Kennzeichen aus Karlsruhe und aus dem Kreis südliche Weinstraße haben einen Anteil von gut 10%.

Gebietskennzeichen		Messstelle				
		MS1	MS2	MS3	MS4	MS5
Karlsruhe	KA	5,5%	7,5%	12,2%	15,1%	17,2%
Germersheim	GER	11,0%	51,5%	41,7%	48,9%	36,8%
Südl. Weinstraße	SÜW	25,9%	3,1%	11,4%	12,2%	10,3%
Landau	LD	11,5%	0,3%	3,8%	3,6%	3,0%
Neustadt/Weinstraße	NW	3,6%	0,4%	1,3%	0,7%	1,0%
Pirmasens/Südwestpfalz	PS	3,8%	0,3%	1,6%	1,2%	1,2%
Ludwigshafen/Rhein	LU	0,8%	2,9%	0,8%	0,0%	1,3%
Rastatt	RA	0,7%	0,9%	1,3%	0,8%	2,0%
Bad Dürkheim	DÜW	3,1%	0,6%	1,2%	0,5%	1,1%
Speyer	SP	0,1%	3,3%	0,8%	0,4%	1,2%
Rhein-Pfalz-Kreis	RP	0,9%	4,8%	1,4%	0,9%	1,5%
Sonstige		33,0%	24,3%	22,4%	15,7%	23,5%

Tabelle 5: Anteile der Gebietskennzeichen an den Messstellen MS1 bis MS5 im April

Gebietskennzeichen		Messstelle		
		MS1	MS2	MS3
Karlsruhe	KA	5,5%	8,2%	13,4%
Germersheim	GER	11,1%	49,5%	39,8%
Südl. Weinstraße	SÜW	24,7%	2,7%	11,4%
Landau	LD	11,6%	0,2%	3,8%
Neustadt/Weinstraße	NW	3,7%	0,5%	1,4%
Pirmasens/Südwestpfalz	PS	3,9%	0,2%	1,7%
Ludwigshafen/Rhein	LU	0,9%	3,1%	0,8%
Rastatt	RA	0,7%	0,9%	1,2%
Bad Dürkheim	DÜW	3,3%	0,8%	1,3%
Speyer	SP	0,3%	3,2%	0,7%
Rhein-Pfalz-Kreis	RP	0,8%	4,7%	1,3%
Sonstige		33,5%	26,2%	23,1%

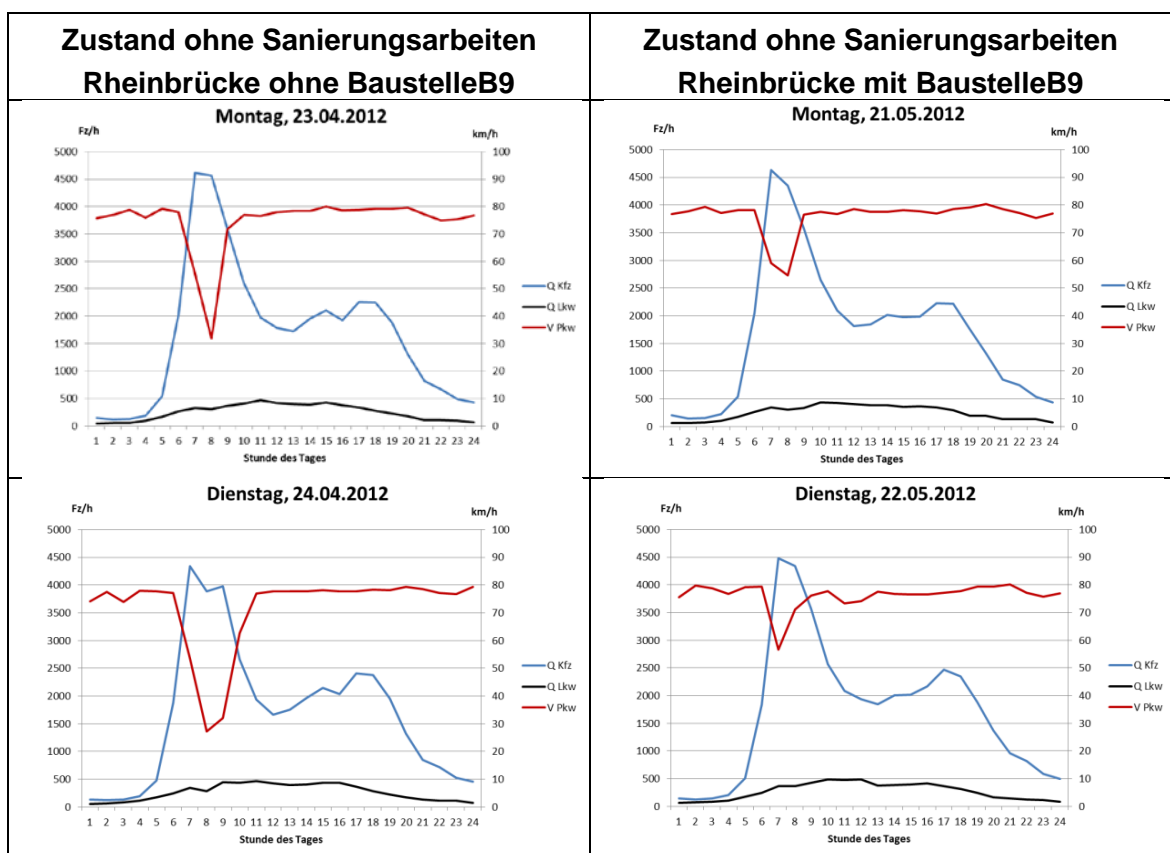
Tabelle 6: Anteile der Gebietskennzeichen an den Messstellen MS1 bis MS3 im Juni

## 4 Auswertung Dauerzählstelle

Um die Wirkung der Sanierungsarbeiten auf der Rheinbrücke zu untersuchen, muss eigentlich eine Messung mit dieser und ohne diese Baustelle, aber bei sonst unveränderten Randbedingungen durchgeführt werden. Aufgrund der zeitlichen Überschneidung der Sanierung der Rheinbrücke mit Bauarbeiten auf der B9 gab es aber keinen Zeitpunkt, zu dem die Wirkung der Sanierung ohne Baustelle auf der B9 gemessen werden konnte. Da für die Arbeiten auf der B9 eine großräumige Umfahrungsempfehlung gegeben wurde, war zu prüfen, ob dadurch die Verkehrsnachfrage an der Rheinbrücke reduziert wird. In diesem Fall wäre eine Vergleichbarkeit mit der Vorhermessung (ohne Sanierungsbaustelle) nicht gegeben.

Die Überprüfung wurde durchgeführt, indem die Zählwerte der Dauerzählstelle Rheinbrücke Maxau vor und nach Einrichtung der Baustelle auf der B9 (beide Zeitpunkte vor Beginn der Sanierungsarbeiten auf der Brücke) verglichen wurden. In der folgenden Abbildung sind die jeweils sieben Tage einer Woche im April und im Mai nebeneinander dargestellt. Es ist erkennbar, dass es zu keiner Verminderung der Verkehrsnachfrage auf der Rheinbrücke gekommen ist.

Eine entsprechende Darstellung für die beiden Messtage der Nachher-Messung ist nicht möglich, weil die Dauerzählstelle aufgrund der Baumaßnahmen außer Betrieb ist.







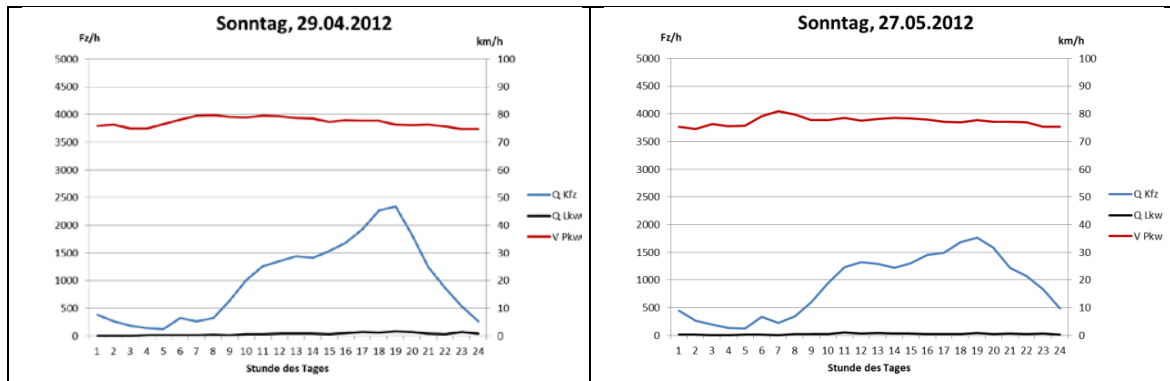


Bild 7: Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten an der Dauerzählstelle Rheinbrücke.

## 5 Alternative Baustellen-Konfigurationen

Die Baustelle auf der Rheinbrücke erfordert jeweils die Vollsperrung einer Richtungsfahrbahn. Auf der verbleibenden Richtungsfahrbahn können höchstens drei normalbreite Fahrstreifen oder vier verengte Fahrstreifen genutzt werden. Letzteres entspricht der aktuellen Einrichtung der Baustelle (2 Fahrstreifen pro Richtung).

Wegen des starken Richtungsüberhangs in den Spitzenstunden war zu prüfen, ob es alternative Konfigurationen der Baustelle gibt, die zu einer besseren Verkehrsqualität führen.

Eine Alternative zur derzeitigen Konfiguration (2 enge FS pro Richtung) wäre ein Richtungswechselbetrieb mit 2+1 und 1+2 vollbreiten Fahrstreifen. Ein Richtungswechselbetrieb mit vier Fahrstreifen ist nicht möglich, da dafür alle Fahrstreifen baulich getrennt werden müssen, wofür wegen der eingeschränkten Breite der Fahrbahn kein Platz ist. Die Kapazität eines normalbreiten Fahrstreifens kann mit etwa 2000 Pkw/h angesetzt werden. (Für die verengten Fahrstreifen gilt ein reduzierter Wert von ca. 1550 Kfz/h.) In Bild 8 sind die Verläufe der Verkehrsstärke auf der Rheinbrücke an zwei repräsentativen Tagen getrennt nach den Fahrtrichtungen und für den Gesamtquerschnitt dargestellt. Man erkennt zunächst, dass die Nachfrage für den Gesamtquerschnitt zeitweise deutlich über 6000 Kfz/h liegt, also die drei Fahrstreifen überlastet. Stellt man dann die Belastungsverläufe der beiden Fahrtrichtungen gegenüber, sieht man, dass in der Morgenspitze eine Aufteilung 2 Fahrstreifen in Richtung Karlsruhe und 1 Fahrstreifen in Richtung Würth vermutlich eine günstigere Aufteilung darstellt als jeweils zwei verengte Fahrstreifen. Trotzdem sind beide Richtungen zeitweise überlastet. In der Nachmittagspitze ist die Situation ähnlich, allerdings sind die Überlastungen des einen Fahrstreifens Richtung Karlsruhe deutlicher. Eine Verschlechterung gegenüber der derzeitigen Konfiguration ergibt sich in den Zeiten zwischen den Spitzen bei Belastungen ab 5000 Kfz/h, die ziemlich gleichmäßig auf die beiden Fahrtrichtungen verteilt sind. Diese sind in der aktuellen Konfiguration gut bewältigbar, würden aber bei Richtungswech-

selbstbetrieb die Richtung mit einem Fahrstreifen deutlich überlasten. Eine quantitative Analyse der Gesamtverlustzeiten ist nur mithilfe einer Simulation möglich.

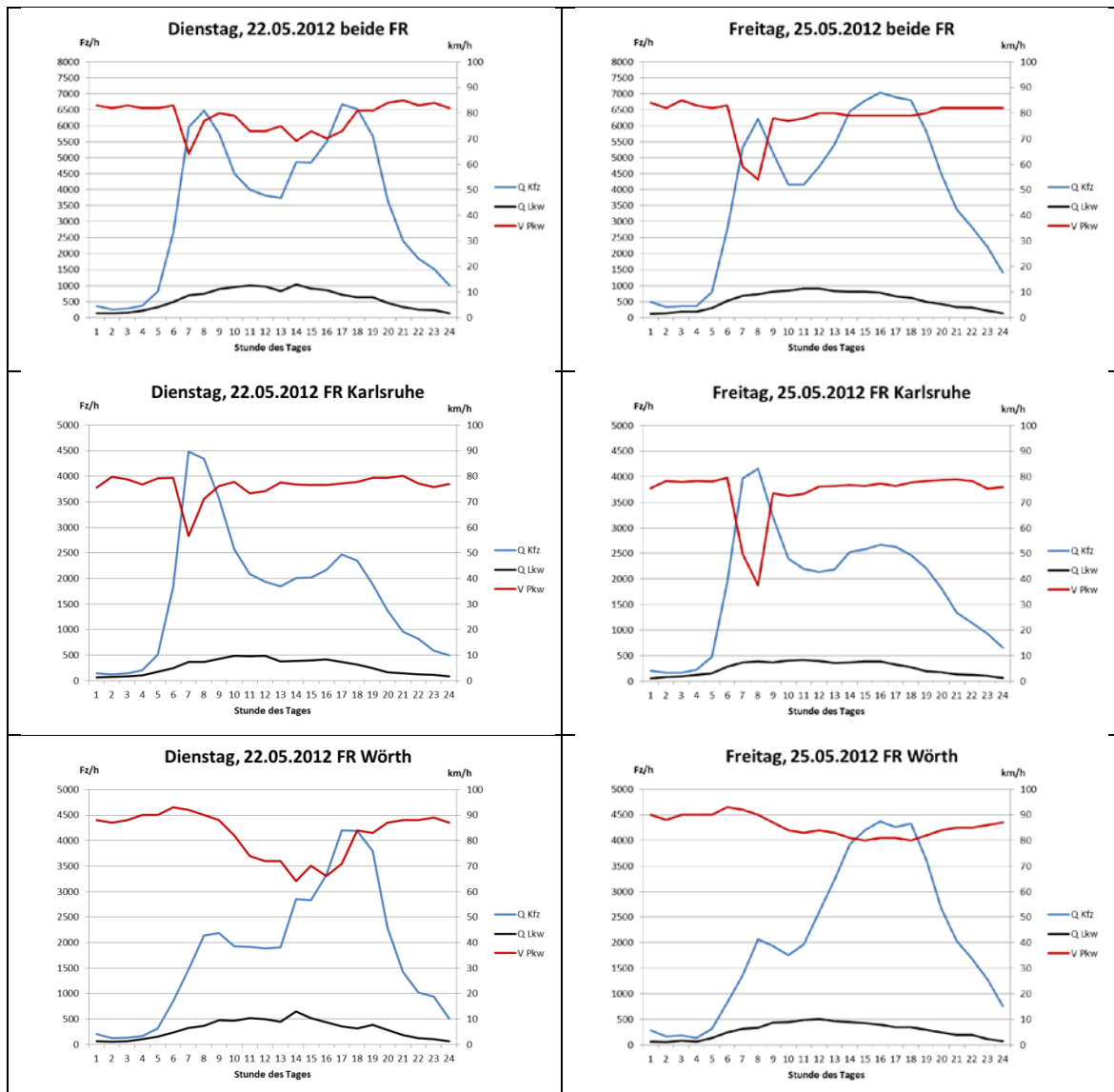


Bild 8: Verkehrsstärken am Querschnitt und getrennt nach Fahrtrichtung

Eine zweite Alternative ist die Blockabfertigung, bei der die Kapazität flexibel auf beide Fahrtrichtungen verteilt werden kann. Aufgrund der großen Länge des bei der Umschaltung zu räumenden Bereichs ergeben sich hohe Zwischenzeiten (Größenordnung eine Minute) pro Umschaltung. Bei einer Gesamtkapazität der drei Fahrstreifen von zusammen 6000 Kfz/h würde der Verlust durch die Umschaltung selbst bei sehr hohen Umlaufzeiten von 10 Minuten noch in der gleichen Größenordnung liegen wie durch die derzeit eingerichtete Baustelle. Es ist dadurch also keine Verbesserung zu erwarten.

## 6 Fazit

Für die Beurteilung des Verkehrsablaufs an der Rheinbrücke Karlsruhe mit und ohne Sanierungsarbeiten stehen die oben vorgestellten Erhebungsergebnisse zur Verfügung. Für statistisch abgesicherte Aussagen sind die Beobachtungen des Verkehrsablaufs für je zwei Tage ohne und mit Sanierungsarbeiten zu gering, so dass nur Tendenzen abgeschätzt werden können. Für den Zustand ohne Sanierungsarbeiten sind zusätzliche Fahrzeitmessungen aus dem Herbst 2008 (Machbarkeitsstudie für eine länderübergreifende Verkehrsbeeinflussungsanlage A 65 / B9 / B10 / Südtangente, Lehrstuhl Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik im Auftrag der Stadt Karlsruhe, 2009) verfügbar. Eine Auswertung der Dauerzählstelle an der Rheinbrücke, die einen längeren Zeitraum umfasst, könnte weitere Hinweise geben. Diese Daten liegen aber nur für ausgewählte Tage zur Verfügung.

Aus den vorliegenden Daten lassen sich folgende Aussagen als Tendenz ableiten:

### **Kapazität**

Im Zustand ohne Sanierungsarbeiten wird die Kapazität der Rheinquerung durch die Verengung der B10 von drei auf zwei Fahrstreifen hinter der Rheinbrücke begrenzt. Die Kapazität liegt bei über 4.200 Kfz/h. In Einzelfällen lässt sich sogar eine Kapazität von 4.500 Kfz/h beobachten. Dieser Wert liegt höher als die im Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Entwurf 2012) für Strecken mit Geschwindigkeitsbegrenzung innerhalb von Ballungsräumen angegebene Kapazität von 4.000 Kfz/h. In diesem Bereich ist der Verkehrsfluss jedoch nicht mehr stabil, so dass zufällige Störungen zu einer Kapazitätsreduzierung und damit zu Fahrzeitverlusten führen können.

Im Zustand mit Sanierungsarbeiten wird die Kapazität der Rheinquerung durch die Rheinbrücke selbst und durch die Überleitungen auf die Gegenfahrbahn begrenzt. In den Ausführungshinweisen zum Leitfaden Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2011) wird für Arbeitsstellen mit einer Fahrstreifenreduzierung, einer Überleitung auf die Gegenfahrbahn und mit einer Fahrstreifenbreite < 2,75 m eine Kapazität von 1.550 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen angegeben. Damit ergibt sich eine Kapazität von 3.100 Kfz/h, die in etwa dem Wert entspricht, der im Juni beobachtet wurde. Dieser Wert ist deutlich niedriger als die Verkehrsnachfrage, so dass an jedem Tag deutlich messbare Fahrzeitverlängerungen zu erwarten sind.

Die Kapazität sinkt im Fall von Sanierungsarbeiten um etwa 25%.

## Fahrzeiten

Tabelle 7 gibt einen Überblick über aggregierte Fahrzeitkenngrößen an den vier Mess- tagen und an zwei Messtagen aus dem Jahr 2008.

Im Zustand ohne Sanierungsarbeiten sind Fahrzeitverlängerungen von etwa 5 Minuten in der morgendlichen Hauptverkehrszeit die Regel. In der Machbarkeitsstudie (2009) wurden aus 64 Messfahrten zweier Berufspendler folgende Aussagen zu den Fahrzei- ten gemacht, die vermutlich auch 2012 noch zutreffend sind:

- Kleine Störungen mit einer Fahrzeiterhöhung zwischen 5 und 10 Minuten und ei- ner Rückstaulänge zwischen 1,0 und 2,0 Kilometern treten an rund 20% aller Werk- tage auf.
- Mittlere Störungen mit einer Fahrzeiterhöhung zwischen 10 und 15 Minuten und einer Rückstaulänge zwischen 2,0 und 3,0 Kilometern treten an rund. 8% aller Werk- tage auf.
- Große Störungen mit einer Fahrzeiterhöhung von mehr als 15 Minuten und einer Staulänge von mehr als 3,0 Kilometern treten an etwa 2% aller Werk- tage auf.

Die Fahrzeiten am 24.04.2012 fallen in die Kategorie einer großen Störung. Aus den Geschwindigkeitsverläufen in Bild 7 kann man erkennen, dass an diesem Tag der Ge- schwindigkeitseinbruch abweichend von den anderen Tagen über zwei Stunden anhält.

Im Zustand mit Sanierungsarbeiten lassen sich Fahrzeitverlängerungen von deutlich über 10 Minuten beobachten. Zudem ist der Zeitraum mit Störungen auf der Rheinbrü- cke deutlich länger als im Zustand ohne Sanierungsarbeiten. An den beiden Messta- gen mit Sanierungsarbeiten waren die Fahrzeitverlängerungen verbunden mit einer relativ geringen Verkehrsnachfrage. Man muss also im Zustand mit Sanierungsarbei- ten, bei denen der Verkehr auf die Gegenfahrbahn umgelenkt wird, aufgrund der gerin- geren Kapazität an jedem Werktag mit deutlichen Fahrzeitverlusten von mindestens 10 Minuten rechnen. Wegen der geringeren Kapazitäten wird der Rückstau deutlich lang- samer abgebaut, so dass Störungen bis um 9:00 Uhr andauern.

Datum	Zustand	MS1-MS3				MS2-MS3			
		$t_{v,max}$	$t_{v,mittel}$	$t_{v,gew}$	ZlStau	$t_{v,max}$	$t_{v,mittel}$	$t_{v,gew}$	ZlStau
		[min]	[min]	[min]	[%]	[min]	[min]	[min]	[%]
25.11.08	Baustelle A65 bei Kandel	9,1	4,1	4,9	45%	4,0	0,9	1,2	0%
27.11.08		4,9	2,6	3,0	0%	0,1	0,0	0,0	0%
24.04.12		17,8	5,8	7,1	41%	16,2	5,8	7,2	41%
26.04.12		3,4	0,9	1,3	0%	3,0	0,6	0,9	0%
27.06.12	Sanierungs- arbeiten	14,3	6,1	7,5	55%	14,9	5,3	6,5	45%
28.06.12	Rheinbrücke	13,4	5,6	6,9	55%	14,1	5,9	7,1	55%
$t_{v,max}$	Verlustzeit im 15-Minuten-Zeitintervall mit der maximalen Verlustzeit								
$t_{v,mittel}$	mittlere Verlustzeit aller 15-Minuten-Zeitintervalle zwischen 5:30 und 11:00 Uhr, ungewichtet								
$t_{v,gew}$	mittlere Verlustzeit aller 15-Minuten-Zeitintervalle zwischen 5:30 und 11:00 Uhr, gewichtet mit der Verkehrsstärke								
ZlStau	Anteil der 15-Minuten-Zeitintervalle mit Stau (Verlustzeit > 5 Minuten) zwischen 5:30 und 11:00 Uhr								

Tabelle 7: Verlustzeiten und Anteil der Zeitintervalle mit Stau für Fahrten über die Rheinbrücke nach Karlsruhe am Vormittag.